

**ANALISIS POSTUR KERJA DENGAN MENGGUNAKAN
METODE *QUICK EXPOSURE CHECK (QEC)* DAN METODE *RAPID UPPER
LIMB ASESMENT (RULA)* PADA PEKERJA PEMBUAT TAHU GUNA
MENURUNKAN RISIKO *MUSCULOSKELETAL DISORDERS***

(Studi Kasus : UMKM MBAH SAWI TAHU)

LAPORAN TUGAS AKHIR

LAPORAN INI DISUSUN UNTUK MEMENUHI SALAH SATU SYARAT
MEMPEROLEH GELAR SARJANA STRATA SATU (S1) PADA PROGRAM
STUDI TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG



DISUSUN OLEH :

EMA PRATIWI SUKMANA

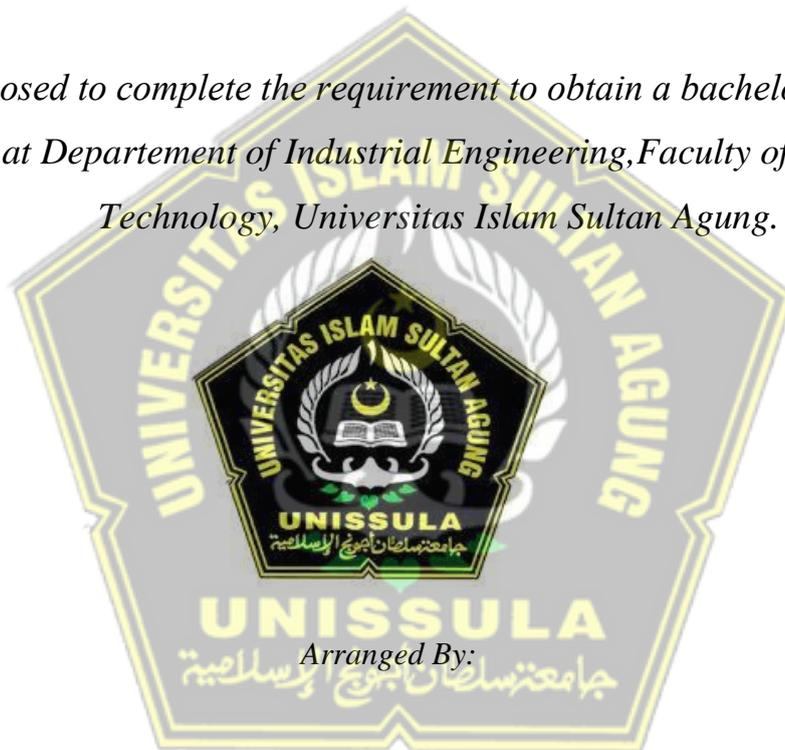
NIM 31601601272

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
APRIL 2022**

FINAL PROJECT

***WORK POSTURE ANALYSIS USING QUICK EXPOSURE CHECK
METHOD AND RAPID UPPER LIMB ASESMENT METHOD TO TOFU
WORKERS TO REDUCE THE RISK OF MUSCULOSKELETAL DISORDERS
(Case Study: UMKM MBAH SAWI TAHU)***

*Proposed to complete the requirement to obtain a bachelor's degree
(S1) at Departemen of Industrial Engineering, Faculty of Industrial
Technology, Universitas Islam Sultan Agung.*



Arranged By:

EMA PRATIWI SUKMANA

NIM 31601601272

***DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
APRIL 2022***

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ANALISIS POSTUR KERJA DENGAN MENGGUNAKAN METODE *QUICK EXPOSURE CHECK* DAN METODE *RAPID UPPER LIMB ASESSMENT* PADA PEKERJA PEMBUAT TAHU GUNA MENURUNKAN RISIKO *MUSCULOSKETAL DISORDERS*” ini disusun oleh :

Nama : Ema Pratiwi Sukmana

Nim : 31601601272

Program studi : Teknik Industri

Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada:

Hari :

Tanggal :

Pembimbing 1

Pembimbing 2



Ir. Hj. Eli Mas'idah, MT
NIDN. 06-1506-6601



Digitally signed
by Brav Deva
Bernadhi
Date: 2022.02.25
10:56:09 +07'00'

Brav Deva Bernadhi ST, MT
NIDN. 06-3012-8601

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Industri



Digitally signed
by Nuzulia
Khoiriyah

Nuzulia Khoiriyah, ST., MT

NIK. 210603029

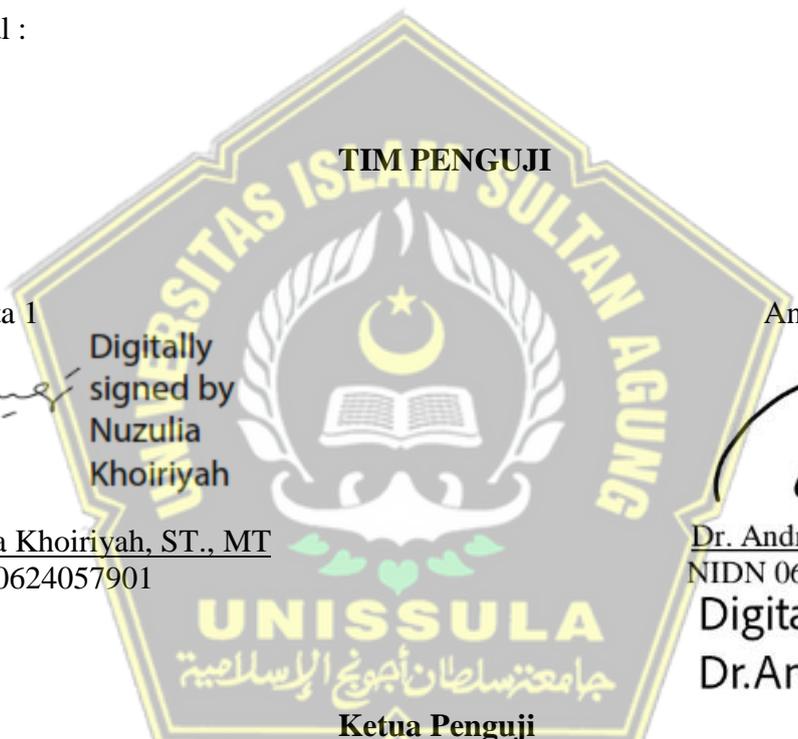
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ANALISIS POSTUR KERJA DENGAN MENGGUNAKAN METODE *QUICK EXPOSURE CHECK* DAN METODE *RAPID UPPER LIMB ASESSMENT* PADA PEKERJA PEMBUAT TAHU GUNA MENURUNKAN RISIKO *MUSCULOSKETAL DISORDERS*” ini telah di pertahankan di depan dosen penguji TUGAS AKHIR pada :

Hari :

Tanggal :

TIM PENGUJI



Anggota 1

Digitally signed by Nuzulia Khoiriyah

Nuzulia Khoiriyah, ST., MT
NIDN 0624057901

Anggota 2

Digitally signed by Dr. Andre Sugiyono, ST., MM
NIDN 0603088001

Digitally signed by Dr. Andre Sugiyono

Ketua Penguji

Digitally signed by Dr. Ir. Novi Marlyana

Dr. Ir. Hj. Novi Marlyana, ST., MT
NIDN 0015117601

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ema Pratiwi Sukmana

Nim : 31601601272

Judul Tugas Akhir : ANALISIS POSTUR KERJA DENGAN MENGGUNAKAN METODE *QUICK EXPOSURE CHECK* DAN METODE *RAPID UPPER LIMB ASESMENT* PADA PEKERJA PEMBUAT TAHU GUNA MENURUNKAN RISIKO *MUSCULOSKETAL DISORDERS*.

Dengn inii sya menmyatakan bahnwa judull dann isi Tugas Akhir sayaa yang syaa buatt dalm rangka menyoelesaikn pendidikan strata (S1) teknik industri tersebut adalaah asli dan belu pernahh diangkat, ditulis ataupun dipblasikan oleh iapun baiik keselluruhan maupuun sebaagian, kecuuali yangg seccara tertulis diacu dalaam naaskah iini daan disebtkn dalaam daftar pustakawan apaabila dikemukaan harii ternyata terbukti bahwa judul tugas akhir tersbut pernahh diaangkat ditulis ataupun dipublikasikan maka saaya bersdia dikenakan sanksi akademik

Demikian surat pernyataan sya buatt dengann sadaar dann penuh tanggung jawab.

Semarang, 13 Februari 2022
Yang Menyatakan



Ema Pratiwi Sukmana

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangandi bawah ini :

Nama : Ema Pratiwi Sukmana
 NIM : 31601601272
 Program Studi : Teknik Industri
 Fakultas : Teknologi Industri
 Alamat Asal : RT/RW 08/04 Dsn Kaliwowo Kec Kedunggalar Kab Ngawi

Dengan ini menyatakan Karya Ilmiah berupa Tugas akhir dengan judul :
**ANALISIS POSTUR KERJA DENGAN MENGGUNAKAN METODE
 QUICK EXPOSURE CHECK DAN METODE RAPID UPPER LIMB
 ASESSMENT PADA PEKERJA PEMBUAT TAHU GUNA MENURUNKAN
 RISIKO MUSCULOSKETAL DISORDERS.**

Menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan Hak bebas Royalti Non-Eksklusif untuk disimpan, dialihmediakan, dikelola dan pangkalan data dan dipublikasikan di internet dan media lain untuk kepentingan akademik selama tetap enyantumkan nama penulis sebagai pemilik hak cipta. Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta/Plagairisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Semarang, 13 Februari 2021

Yang Menyatakan



Ema Pratiwi Sukmana

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin

Rasa syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, cinta dan kasih sayang serta telah memberikan kekuatan dan kesabaran yang berlimpah sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan sebaik-baiknya, Sholawat serta salam selalu terlimpah kepada baginda Nabi besar Nabi Muhammad SAW, semoga kelak akan mendapat syafa'at beliau di yaumul qiamah nanti, amin. Laporan tugas akhir ini yang berjudul *ANALISIS POSTUR KERJA DENGAN MENGGUNAKAN METODE QUICK EXPOSURE CHECK DAN METODE RAPID UPPER LIMB ASESSMENT PADA PEKERJA PEMBUAT TAHU GUNA MENURUNKAN RISIKO MUSCULOSKETAL DISORDERS* yang saya persembahkan kepada orang-orang yang sangat saya sayangi dan cintai terutama kedua orang tua saya Ayah dan Ibu tercinta sebagai wujud rasa terima kasih karena telah memberikan semangat, dukungan, motivasi dan mendoakan dalam menyelesaikan tugas akhir saya ini.

Telah selesainya tugas akhir saya ini merupakan capaian awal yang bisa saya persembahkan untuk memulai kehidupan baru. Saya tahu, bahwa tugas akhir ini tidak ada apa-apanya dibandingkan dengan perjuangan orang tua saya dalam mendidik, membimbing serta membiayai saya selama ini, tetapi saya akan selalu berusaha untuk membuat kedua orang tua saya selalu bangga dan bahagia dengan usaha saya semaksimal mungkin. Terima kasih atas seluruh kerja keras Ayah dan Ibu, untuk setiap doa yang tak henti-hentinya di ucapkan untuk kesuksesan saya, sampai saat ini saya hanya masih bisa membalasnya dengan ucapan kata terima kasih yang sebesar-besarnya. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan Ayah dan Ibu, Amin.

End of course to my friends too, terima kasih atas semua kebaikan, semangat dan motivasi yang telah diberikan untuk saya dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.

MOTTO

اللَّهُ سَبِيلٌ فِيهِ فَهُوَ الْعِلْمُ طَلَبُ فِيهِ جَزَاءٌ مَنْ

“Barang siapa keluar untuk mencari ilmu maka dia berada di jalan Allah ”

(HR.Turmudzi)

لَتَنبِيئِينَ أَمْعَ جَزَاءَهُ أَوْ يُعْطَى مَسْئَلًا لِأَنَّ رُ: لِمَلِمَ أَلِبَ طَا ، حَمَةَ الْبَّ طَالِبُ : لِعِلْمِ الْبِ طَا

“Orang yang menuntut ilmu bearti menuntut rahmat ; orang yang menuntut ilmu bearti menjalankan rukun Islam dan Pahala yang diberikan kepada sama dengan para Nabi”

(HR. Dailani dari Anas r.a)

"Bersabarlah, Tuhan mampu mengubah situasi paling terpuruk menjadi momen terbaik dalam hidupmu."



KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “ANALISIS POSTUR KERJA DENGAN MENGGUNAKAN METODE *QUICK EXPOSURE CHECK* DAN METODE *RAPID UPPER LIMB ASESMENT* PADA PEKERJA PEMBUAT TAHU GUNA MENURUNKAN RISIKO *MUSCULOSKETAL DISORDERS*” guna memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program studi Teknik Industri pada Fakultas Teknologi industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan ridhonya serta memberikan kelapangan hati dan pikiran dalam menimba ilmu.
2. Kedua orang tua yaitu Lilik Eko Suwarso dan Mamik Sumarmi, yang telah memberikan banyak kasih sayang, motivasi, semangat, dukungan materiil maupun non materiil dan tidak pernah berhenti mendoakan disetiap sujudnya.
3. Ibu Ir. Eli Masidah, MT selaku Pembimbing 1 yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Brav Deva Bernadhi ST,MT selaku dosen Pembimbing 2 yang telahh yaang selalu memberikaan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Dr. Ir. Hj.Novi Marlyana, S.T., M.T_ selaku Dekan di Fakultas Teknologi Industri beserta jajarannya.
6. Ibu Nuzulia Khoiriyah, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Industri.
7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Industri yang telah memberikan ilmu selama dibangku kuliah.
8. Staff dan Karyawan Fakultas Teknologi Industri yang sudah membantu

dalam segala urusan Tugas Akhir mulai dari Surat Permohonan penulisan sampai Sidang Akhir

9. Rekan-rekan saya yang selalu memberi semangat saat penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Semarang,

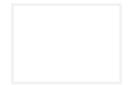
Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vi
PERSEMBAHAN.....	vii
MOTTO.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
ABSTRAK	xx
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah:.....	3
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Landasan Teori	13
2.2.1 Ergonomi	13
2.2.2 Tujuan Ergonomi.....	14
2.2.3 Konsep Keseimbangan Dalam Ergonomi.....	15
2.2.4 Postur Kerja	15
2.2.5 Kerja otot statis dan Dinamis	18

2.2.6 Kelelahan	22
2.2.7 MSDs (<i>Musculoskeletal Disorders</i>)	23
2.2.8 <i>Nordic Body Map</i>	24
2.2.9 QEC.....	27
2.2.10 RULA (<i>RAPID UPPER LIMBS ASSESSMENT</i>).....	38
2.2.11 Proses Perancangan dengan menggunakan tahapan NIDA	45
2.2.12 Pengukuran Data <i>Anthropometri</i>	46
2.2.13 Aplikasi Distribusi Normal dalam Penetapan Data <i>Anthropometri</i>	49
2.2. 14 Aplikasi Data <i>Anthropometri</i> dalam Perancangan Produk.....	51
2.2.15 Pengolahan Data <i>Anthropometri</i>	53
2.2.15.1 Uji Kenormalan Data	53
2.2.15.2 Uji Keseragaman Data	53
2.3 Hipotesis dan Kerangka Teoritis	56
2.3.1 Hipotesis.....	56
2.3.2 Kerangka Teoritis	56
BAB III METODE PENELITIAN	58
3.1 Teknik Pengumpulan Data	58
3.2 Pengujian Hipotesa	59
3.3 Metode Analisis	59
3.4 Pembahasan	59
3.5 Penarikan Kesimpulan	59
3.6 Diagram Alir	60
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	63
4.1 Pengumpulan Data.....	63
4.1.1 Data Keluhan Pekerja Berdasarkan <i>Nordic Body Map</i> (NBM).....	63
4.1.2 Mengamati Aktivitas dan Wawancara dengan Pekerja Berdasarkan <i>Quick Exposure Check</i> (QEC).....	64
4.1.3 Dokumentasi Pekerja	67
4.2 Pengolahan Data	70
4.2.1 Pengolahan data keluhan pekerja dengan NBM	70



4.2.2	Penilaian <i>Quick Exposure Check</i> (QEC).....	74
4.2.3	Penilaian RULA	78
4.2.4	Penyusunan Konsep Rancangan	105
4.2.6	Hubungan Metode Penilaian dengan Perancangan Alat.....	118
4.2.7	Pembuatan Desain Fasilitas Kerja	120
4.2.8	Biaya Pembuatan Fasilitas Kerja Baru	120
4.2.8	Dimensi Desain Fasilitas Kerja.....	121
4.2.9	Gambar Asli Fasilitas Kerja Baru	123
4.2.10	Cara Kerja Fasilitas Kerja Baru.....	124
4.3	ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL.....	137
4.3.1	Analisis NBM.....	137
4.3.2	Analisis QEC	137
4.3.3	Analisis RULA.....	140
4.3.4	Analisis penyusunan konsep rancangan.....	140
4.3.5	Analisis uji kenormalan data <i>anthropometri</i>	141
4.3.6	Analisis uji kecukupan data.....	141
4.3.7	Analisis perhitungan persentil Data.....	142
4.3.8	Analisis hasil penentuan ukuran Rancangan Alat pencuci kedelai	143
4.3.9	Analisis perbandingan sebelum dan setelah adanya perbaikan....	143
4.3.8	Kelebihan dan Kekurangan Fasilitas Kerja Baru	144
4.3.8	Kelebihan dan kekurangan metode QEC dan metode RULA..	144
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		13345
5.1	Kesimpulan	13345
5.2	Saran	134
46		
DAFTAR PUSTAKA		14847

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Hasil Survey keluhan operator.....	3
Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka.....	9
Tabel 2.2 Kuisisioner <i>Nordic Body Map</i>	27
Tabel 2.3 Klasifikasi subjektivitas tingkat risiko otot skeletal berdasarkan total skor individu.....	28
Tabel 2.4 Kombinasi skor QEC.....	37
Tabel 2.5 Interpretasi Skor.....	39
Tabel 2.6 Nilai level tindakan QEC.....	39
Tabel 2.7 Nilai level tindakan RULA.....	48
Tabel 2.8 Perhitungan perentil.....	52
Tabel 4.1 Uraian pembuatan tahu.....	65
Tabel 4.2 Kuisisioner <i>Nordic Body Map</i> stasiun pencucian.....	69
Tabel 4.3 Rekapitulasi QEC.....	69
Tabel 4.4 Hasil kuisisioner keluhan berdasarkan NBM.....	72
Tabel 4.5 Level tindakan level risiko NBM di semua stasiun.....	74
Tabel 4.6 Rekapitulasi <i>Exposure Score</i> dengan QEC.....	78
Tabel 4.7 Nilai <i>Exposure level</i>	79
Tabel 4.8 Hasil penilaian RULA stasiun pencucian.....	82
Tabel 4.9 Hasil penilaian RULA stasiun penggilingan.....	85
Tabel 4.10 Hasil penilaian RULA stasiun perebusan.....	88
Tabel 4.11 Hasil penilaian RULA stasiun penyaringan.....	91
Tabel 4.12 Hasil penilaian RULA stasiun pencetakan.....	94
Tabel 4.13 Hasil penilaian RULA stasiun penyimpanan.....	97
Tabel 4.14 Hasil penilaian RULA stasiun pemotongan.....	100
Tabel 4.15 Hasil penilaian RULA stasiun penggorengan.....	103

Tabel 4.16 Rekapitulasi Hasil penilaian postur kerja dengan RULA.....	104
Tabel 4.17 Rekapitulasi postur kerja dengan NBM,QEC, dan RULA.....	105
Tabel 4.18 Keluhan dan kebutuhan pekerja pada stasiun pencucian.....	108
Tabel 4.19 Pernyataan keluhan, penyebab keluhan, dan alternatif penyelesaian.....	109
Tabel 4.20 Pengukuran Anthropometri.....	112
Tabel 4.21 Uji Kenormalan tinggi pinggang berdiri.....	113
Tabel 4.22 Rekapitulasi hasil uji kenormalan Data anthropometri.....	114
Tabel 4.23 Uji keseragaman data.....	116
Tabel 4.24 Rekapitulasi Hasil uji keseragaman data anthropometri	117
Tabel 4.25 Rekapitulasi uji kecukupan data.....	117
Tabel 4.26 Persentil Data Anhtropometri.....	118
Tabel 4.27 Data anthropometri yang digunakan dan tujuan penggunaan.....	119
Tabel 4.28 Perkiraan ukuran rancangan alat pencuci kedelai.....	119
Tabel 4.29 Hasil penentuan ukuran rancangan alat pencuci kedelai	120
Tabel 4.30 Biaya pembuatan fasilitas kerja baru	123
Tabel 4.31 Perbandingan postur kerja operator pencucian kedelai.....	127
Tabel 4.32 Hasil Penilaian RULA stasiun pencucian setelah perbaikan.....	135
Tabel 4.33 Rekapitulasi operator pencuci kedelai sebelum dan setelah perbaikan.....	136

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Postur punggung mendekati netral.....	32
Gambar 2.2 Postur punggung agak membungkukatau memutar.....	32
Gambar 2.3 Postur punggung terlalu membungkuk.....	33
Gambar 2.4 Pergelangan tangan (a) mendekati lurus (b) memutar atau menimpang.....	34
Gambar 2.5 Penilaian metode RULA.....	42
Gambar 2.6 Tabeel skor tubuh A.....	44
Gambar 2.7 Tabel sskor tubuh B.....	45
Gambar 2.8 Tabel skor tubuh C.....	46
Gambar 2.9 <i>Anthropometri</i> untuk Perancangan Produk atau Fasilitas.....	49
Gambar 2.10 Distribusi normal dengan data anthropometri.....	51
Gambar 2.11 Kerangka teoritis.....	59
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	64
Gambar 4.1 Operator stasiun pencucian.....	80
Gambar 4.2 Penilaian metode RULA stasiun pencucian.....	81
Gambar 4.3 Operator stasiun penggilingan	83
Gambar 4.4 Penilaian metode RULA stasiun penggilingan.....	84
Gambar 4.5 Operator stasiun perebusan.....	86
Gambar 4.6 Penilaian metode RULA stasiun perebusan.....	87
Gambar 4.7 Operator stasiun penyaringan.....	89
Gambar 4.8 Penilaian metode RULA stasiun penyaringan.....	90
Gambar 4.9 Operator stasiun pencetakan.....	92
Gambar 4.10 Penilaian metode RULA stasiun pencetakan\.....	93
Gambar 4.11 Operator stasiun penyimpanan.....	95
Gambar 4.12 Penilaian metode RULA stasiun penyimpanan.....	96

Gambar 4.13 Operator stasiun pencetakan	98
Gambar 4.14 Penilaian metode RULA pada stasiun pemotongan.....	99
Gambar 4.15 Stasiun penggorengan.....	101
Gambar 4.16 Penilaian metode RULA staisun penggorengan.....	102
Gambar 4.17 Grafik hasil uji keseragaman data tinggi pinggang berdiri.....	116
Gambar 4.18 Fasilitas kerja stasiun pencucian.....	122
Gambar 4.19 Tampak depan fasilitas kerja stasiun pencucian.....	124
Gambar 4.20 Tampak atas fasilitas kerja stasiun pencucian.....	124
Gambar 4.21 Tampak samping fasilitas kerja stasiun pencucian.....	125
Gambar 4.22 Gambar asli fasilitas kerja baru.....	125
Gambar 4.23 Postur kerja di stasiun pencucian setelah perbaikan.....	133
Gambar 4.24 Penilaian metode RULA stasiun pencucian setelah perbaikan.....	134



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Kuisisioner NBM Stasiun pencucian
- Lampiran 2** Kuisisioner NBM stasiun penggilingan
- Lampiran 3** Kuisisioner NBM stasiun perebusan
- Lampiran 4** Kuisisioner NBM stasiun penyaringan
- Lampiran 5** Kuisisioner NBM stasiun pencetakan
- Lampiran 6** Kuisisioner NBM stasiun penyimpanan
- Lampiran 7** Kuisisioner NBM stasiun pemotongan
- Lampiran 8** Kuisisioner NBM stasiun penggorengan
- Lampiran 9** Kuisisioner QEC stasiun pencucian
- Lampiran 10** Kuisisioner QEC stasiun penggilingan
- Lampiran 11** Kuisisioner QEC stasiun perebusan
- Lampiran 12** Kuisisioner QEC stasiun penyaringan
- Lampiran 13** Kuisisioner QEC stasiun pencetakan
- Lampiran 14** Kuisisioner QEC stasiun penyimpanan
- Lampiran 15** Kuisisioner QEC stasiun pemotongan
- Lampiran 16** Kuisisioner QEC stasiun penggorengan
- Lampiran 17** Pengolahan data kuisisioner QEC menggunakan excel stasiun pencucian
- Lampiran 18** Pengolahan data kuisisioner QEC menggunakan excel stasiun penggilingan
- Lampiran 19** Pengolahan data kuisisioner QEC menggunakan excel stasiun perebusan
- Lampiran 20** Pengolahan data kuisisioner QEC menggunakan excel stasiun penyaringan
- Lampiran 21** Pengolahan data kuisisioner QEC menggunakan excel stasiun pencetakan
- Lampiran 22** Pengolahan data kuisisioner QEC menggunakan excel stasiun penyimpanan

- Lampiran 23** Pengolahan data kuisisioner QEC menggunakan excel stasiun pemotongan
- Lampiran 24** Pengolahan data kuisisioner QEC menggunakan excel stasiun penggorengan
- Lampiran 25** Total Kuisisioner QEC
- Lampiran 26** Tabel uji Kenormalan Data menggunakan *Software* SPSS 20.0 tinggi pinggang berdiri
- Lampiran 27** Tabel uji Kenormalan Data menggunakan *Software* SPSS 20.0 tinggi lutut berdiri
- Lampiran 28** Tabel uji Kenormalan Data menggunakan *Software* SPSS 20.0 panjang lengan bawah
- Lampiran 29** Tabel uji Kenormalan Data menggunakan *Software* SPSS 20.0 jangkauan tangan *ke depan*
- Lampiran 30** Tabel uji Kenormalan Data menggunakan *Software* SPSS 20.0 rentangan tangan
- Lampiran 31** Grafik hasil uji keseragaman data tinggi pinggang berdiri
- Lampiran 32** Grafik hasil uji keseragaman data tinggi lutut berdiri
- Lampiran 33** Grafik hasil uji keseragaman data panjang lengan bawah
- Lampiran 34** Grafik hasil uji keseragaman data jangkauan tangan *ke depan*
- Lampiran 35** Grafik hasil uji keseragaman data rentangan tangan
- Lampiran 36** Tabel uji persentil menggunakan *Software* SPSS 20.0 tinggi pinggang berdiri
- Lampiran 37** Tabel uji persentil menggunakan *Software* SPSS 20.0 tinggi lutut berdiri
- Lampiran 38** Tabel uji persentil menggunakan *Software* SPSS 20.0 panjang lengan bawah
- Lampiran 39** Tabel uji persentil menggunakan *Software* SPSS 20.0 jangkauan tangan *ke depan*
- Lampiran 40** Tabel uji persentil menggunakan *Software* SPSS 20.0 rentangan tangan
- Lampiran 41** Uji Persetil 5 dan Persentil 95 dengan manual tinggi pinggang berdiri
- Lampiran 42** Uji Persetil 5 dan Persentil 95 dengan manual tinggi lutut berdiri

Lampiran 43 Uji Persetil 5 dan Persetil 95 dengan manual panjang lengan bawah

Lampiran 44 Uji Persetil 5 dan Persetil 95 dengan manual jangkauan tangan *ke depan*

Lampiran 45 Uji Persetil 5 dan Persetil 95 dengan manual rentangan tangan

Lampiran 46 kuisisioner QEC setelah perbaikan stasiun pencucian

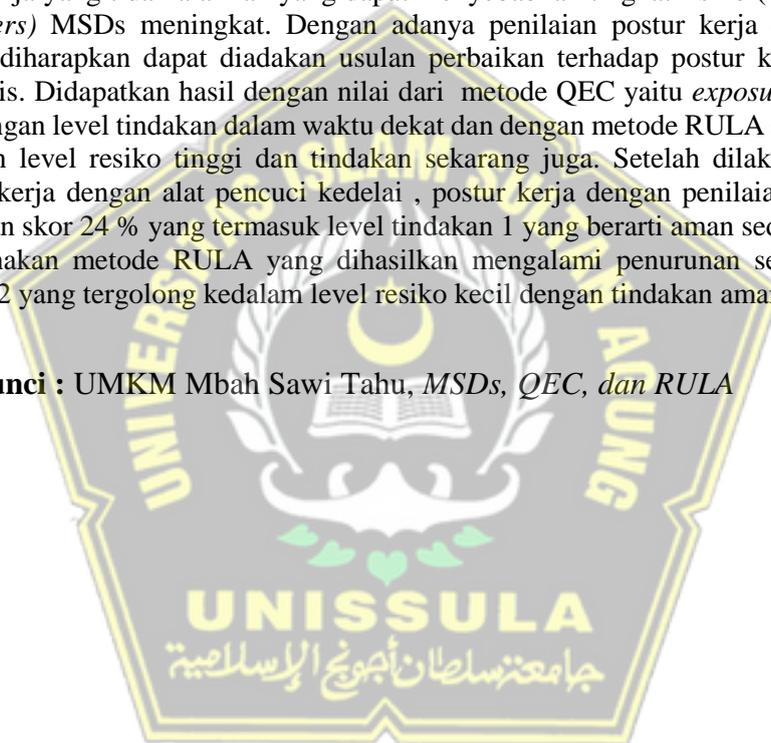
Lampiran 47 Nota Pembuatan Produk



ABSTRAK

Keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) merupakan salah satu permasalahan yang sering terjadi pada pekerja yang dapat mengganggu produktivitas pekerja. Pada pekerja pembuat tahu di UMKM Mbah Sawi Tahu, pekerja sering mengeluh karena ada bagian tubuh yang merasa sakit. Pekerja tersebut tak mengenal hari libur dikarenakan pesanan yang selalu ada setiap harinya. Maka pekerjaan ini sangat tidak manusiawi dengan pekerjaan yang masih dilakukan secara manual dengan posisi kerja yang jongkok, berdiri, membungkuk, dan mengangkat. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi hal ini adalah melakukan penelitian mengenai postur kerja yang tidak ergonomis. Maka dalam penelitian ini menggunakan metode QEC dan RULA untuk membahas tentang postur kerja yang tidak alamiah yang dapat menyebabkan tingkat risiko (*Musculoskeletal Disorders*) MSDs meningkat. Dengan adanya penilaian postur kerja dengan metode tersebut diharapkan dapat diadakan usulan perbaikan terhadap postur kerja yang tidak ergonomis. Didapatkan hasil dengan nilai dari metode QEC yaitu *exposure level* sebesar 51 % dengan level tindakan dalam waktu dekat dan dengan metode RULA didapatkan skor 7 dengan level resiko tinggi dan tindakan sekarang juga. Setelah dilakukan perbaikan fasilitas kerja dengan alat pencuci kedelai, postur kerja dengan penilaian metode QEC dihasilkan skor 24 % yang termasuk level tindakan 1 yang berarti aman sedangkan dengan menggunakan metode RULA yang dihasilkan mengalami penurunan sebanyak 5 poin menjadi 2 yang tergolong kedalam level resiko kecil dengan tindakan aman.

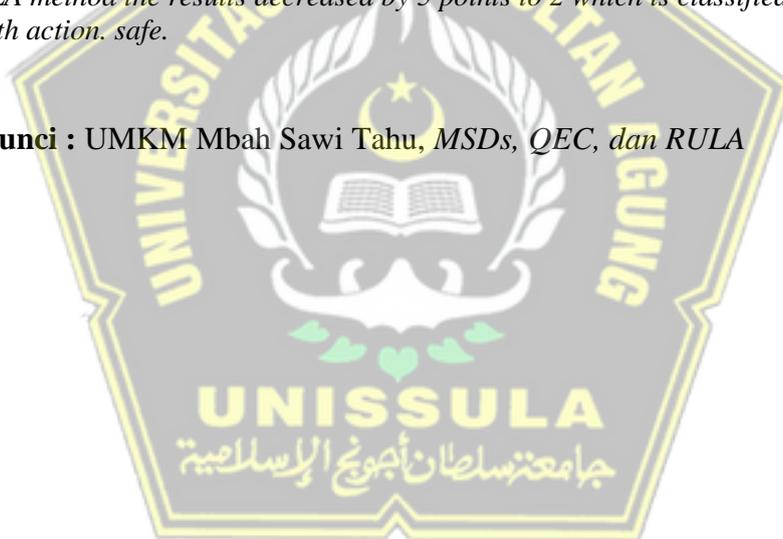
Kata kunci : UMKM Mbah Sawi Tahu, *MSDs*, *QEC*, dan *RULA*



ABSTRACT

Complaints of Musculoskeletal Disorders (MSDs) are one of the problems that often occur in workers that can interfere with worker productivity. For tofu making workers at Mbah Sawi Tahu SMEs, workers often complain because there are body parts that feel sick. These workers do not know holidays because orders are always there every day. So this work is very inhumane with work that is still done manually with working positions that are squatting, standing, bending, and lifting. One effort that can be done to overcome this is to conduct research on non-ergonomic work postures. So in this study using the QEC and RULA methods to discuss unnatural work postures that can cause the risk level (musculoskeletal disorders) of MSDs to increase. With the assessment of work postures with this method, it is hoped that suggestions for improvements to work postures that are not ergonomic can be made. The results obtained with the value of the QEC method, namely the exposure level of 51% with the level of action in the near future and with the RULA method, a score of 7 is obtained with a high level of risk and action now. After repairing work facilities with soybean washing equipment, work posture using the QEC method results in a score of 24% which includes action level 1 which means it is safe, while using the RULA method the results decreased by 5 points to 2 which is classified as a small risk level with action. safe.

Kata kunci : UMKM Mbah Sawi Tahu, MSDs, QEC, dan RULA



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) merupakan salah satu permasalahan yang sering terjadi pada pekerja yang dapat mengganggu *produktivitas* pekerja (M.A., Sabilu and Pratiwi, 2016). Peningkatan produktivitas juga menyangkut prinsip perancangan sistem kerja seperti perancangan peralatan yang sesuai dengan lingkungan dan manusia pekerjanya, dalam hal ini adalah penggunaan peralatan pada stasiun kerja (Wignjosobroto, 2003) dalam (Putri, 2017). Pekerjaan dengan beban yang berat dan perancangan alat yang tidak ergonomis mengakibatkan pengerahan tenaga yang berlebihan dan postur yang salah seperti memutar dengan membungkuk dan membawa beban adalah merupakan resiko terjadinya keluhan *musculoskeletal* dan kelelahan dini. (Pangaribuan, 2009).

Keluhan muskuloskeletal adalah serangkaian sakit pada tendon, otot, dan saraf. Aktivitas dengan tingkat pengulangan tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan sehingga dapat menimbulkan rasa nyeri dan rasa tidak nyaman pada otot. Faktor risiko dari MSDs yang pertama adalah faktor biomekanika meliputi posisi tubuh saat bekerja, *force*/beban, frekuensi, durasi, dan paparan pada getaran. Kedua, faktor individu yaitu usia, jenis kelamin, indeks massa tubuh, kebiasaan merokok, kebiasaan olahraga dan masa kerja. Terakhir yaitu faktor psikososial (Bukhori, 2010; Mayasari & Saftarina, 2016) dalam (Santosa and Ariska, 2018). Pada pekerja pembuat tahu di UMKM Mbah Sawi Tahu, pekerja sering mengeluh karena ada bagian tubuh yang merasa sakit. UMKM Mbah Sawi tahu hanya ada 2 operator saja di mana 1 operator mengerjakan proses kerja dari proses pencucian, penggilingan, perebusan, penyaringan, pencetakan tahu, penyimpanan sedangkan operator lainnya mengerjakan pemotongan dan penggorengan dalam rentang waktu sekitar 8 jam dari jam 7 sampai jam 1 melakukan proses kerja dari pencucian sampai proses penyimpanan setelah itu jam 1 sampai jam 3 an melakukan proses pemotongan dan penggorengan . Pekerja tersebut tak mengenal

c

Tabel 1.1 Hasil survey keluhan operator

Stasiun (Operator)	Bagian Tubuh Operator yang Sakit
Pencucian	Leher , lengan, punggung, pinggang, pergelangan tangan
Penggilingan	Lengan, bahu , pergelangan tangan
Perebusan	Leher, lengan
Penyaringan	Lengan , bahu, punggung
Pencetakan	lengan, pergelangan tangan
Penyimpanan	Lengan , pergelangan tangan,
Pemotongan	pergelangan tangan kanan
Penggorengan	Leher , lengan, pergelangan tangan

Sumber : UMKM Mbah Sawi Tahu

Berdasarkan data hasil identifikasi keluhan operator banyak mengalami keluhan pada bagian leher, bahu, lengan , punggung , dan pinggang . Keluhan MSDs yaitu keluhan yang terjadi pada pekerja industri adalah pergelangan tangan , nyeri leher, nyeri pada punggung, serta nyeri pada siku dan kaki (Evadariato and Dwiyantri, 2017). Maka keluhan tersebut dinamakan dengan keluhan *muskuloskeletal* . Untuk mengatasi hal tersebut , maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui postur kerja apa saja yang memiliki resiko MSDs yang tertinggi pada stasiun kerja pencucian, penggilingan, perebusan, penyaringan, pencetakan, penyimpanan, pemotongan, penggorengan sehingga dapat dilakukan usulan perbaikan.

1.2 Perumusan Masalah:

Berdasarkan latar belakang diatas menunjukan bahwa problem utama perusahaan yaitu banyak pekerja yang mengeluh sakit pada bagian-bagian tertentu pada tubuh. Oleh karena itu, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana menganalisis postur kerja dan merancang alat bantu kerja pada pekerja pembuatan tahu di UMKM Mbah Sawi Tahu guna menurunkan risiko *Muscolosketal Disorders*.

1.3 Pembatasan Masalah

Batasan atau ruang lingkup pembahasan pada penelitian tugas akhir ini adalah

1. Data yang digunakan merupakan data hasil riset lapangan yang terdiri dari dokumentasi, observasi, *interview*, dan kuisisioner yang diperoleh dari responden yang terkait.
2. Perusahaan yang diteliti hanya di UMKM MBAH SAWI TAHU.
3. Penelitian menggunakan metode NBM untuk identifikasi keluhan, serta metode QEC dan RULA untuk analisis perhitungan postur kerja.
4. Rekomendasi perbaikan alat dilakukan pada alat kerja yang memiliki tingkat risiko MSDs yang tertinggi.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian tugas akhir ini adalah

1. *Mengidentifikasi* keluhan postur kerja pegawai bagian pekerja pabrik tahu di UMKM Mbah Sawi Tahu dengan menggunakan metode NBM.
2. Menentukan penilaian postur kerja pekerja dengan menggunakan metode QEC dan RULA.
3. Menentukan tindakan usulan perbaikan berdasarkan penilaian postur kerja bagian pekerja.

1.5 Manfaat

Manfaat yang didapat dari penelitian tugas akhir ini adalah :

Bagi Perusahaan :

Dengan dilakukan usulan terkait penilaian postur kerja, Perusahaan dapat mengetahui apa saja kegiatan yang perlu diberikan perhatian lebih agar dapat meminimalisir risiko *musculoskeletal disorder* berdasarkan beberapa kriteria yang diangkat *dari penelitian* ini sehingga target perusahaan dapat terpenuhi.

Bagi Peneliti :

Menambah wawasan serta kemampuan dalam mengaplikasikan ilmu – ilmu yang *diperoleh*, selain itu juga mendapatkan pengalaman praktis untuk menerapkan teori-teori yang di telah *disampaikan* selama perkuliahan. Serta sebagai salah satu pertimbangan perusahaan dalam mengevaluasi penelitian mahasiswa dalam lingkungan baru.

Bagi Universitas

Sebagai bahan pengetahuan dan juga referensi di *perpustakaan* yang dapat digunakan mahasiswa jurusan teknik industri pada khususnya terkait Ergonomi bagi pekerja.

1.7 Sistematika Penulisan

Berikut merupakan sistematika penulisan pada laporan ini :

BAB I PENDAHULUAN

Berupa uraian yang berisikan tentang tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Berisikan tentang uraian tinjauan pustaka dari jurnal atau prosiding para peneliti yang sudah terdahulu dan landasan teori yang berkaitan dengan tema penelitian untuk menunjang dalam melakukan penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi tentang uraian atau langkah-langkah dalam melakukan penelitian meliputi obyek penelitian, teknik pengumpulan data, pengujian hipotesa, metode analisis, pembahasan, penarikan kesimpulan, dan diagram alir untuk mencapai tujuan penelitian.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang data-data umum perusahaan yang terdiri dari sejarah umum perusahaan, visi misi perusahaan dan data hasil pengamatan yang dikumpulkan dalam melakukan analisis terkait Ergonomi. Bab ini juga menguraikan hasil penelitian yang meliputi data-data yang dihasilkan selama penelitian dan pengolahan data dengan metode yang telah ditentukan.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini berisikan kesimpulan dan saran. Kesimpulan diambil dari hasil penelitian dan pembahasan sesuai dengan kenyataan di lapangan. Saran yang dibuat akan ditujukan kepada pihak-pihak terkait agar nantinya menjadi lebih baik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian merupakan suatu proses yang panjang dan terdiri dari berbagai tahapan. Tahapan-tahapan dalam suatu penelitian merupakan suatu proses yang kompleks dan terkait, sehingga pengerjaannya harus dilakukan dengan cermat, kritis dan sistematis. Hasil dari suatu tahap merupakan masukan bagi tahapan selanjutnya. Tahap-tahap penelitian ini berguna untuk memberi arah dan menjadi panduan dalam melakukan penelitian.

Berdasarkan studi literatur atau tinjauan pustaka di bawah dapat diidentifikasi bagaimana cara untuk mengetahui tingkat risiko serta penyebab kegagalan pada suatu proses produksi dengan mempertimbangkan bobot kriteria yang dipakai sehingga dapat dianalisis dan evaluasi yang selanjutnya akan ada masukan serta rekomendasi yang tepat *berdasarkan* hasil pengamatan dan perhitungan dengan metode QEC (*Quick Exposure Checklist*), Rula (*Rapid Upper Limb Assesment*).

Dalam penelitian ini mencoba melakukan penilaian postur kerja menggunakan metode QEC dan RULA. Di mana metode *Quick Exposure Check*(QEC) merupakan suatu metode untuk penilaian terhadap risiko kerja yang berhubungan dengan gangguan otot di tempat kerja. QEC membantu untuk mencegah terjadinya WMDs seperti gerak *repetitive*, gaya tekan, postur yang salah, dan durasi kerja (Statom, 2004) dalam (Amrulloh, Lady and Mariawati, 2015) Kelebihan dari metode ini adalah mempertimbangkan kondisi yang dialami oleh pekerja dari dua sudut pandang yaitu dari sudut pandang pengamat dan juga operator itu sendiri. Hal ini dapat memperkecil bias penilaian subjektif dari pengamat dan mempertimbangkan kombinasi dan interaksi berbagai faktor risiko di tempat kerja yaitu faktor fisik dan psikososial (Indriastuti, 2012) . Kemudian juga digunakan Metode *Rapid Upper Limb Assesment* (RULA) merupakan penelitian kuantitatif di mana menyediakan skor tunggal untuk masing-masing tugas sebagai satu bidikan dan metode RULA spesifik penelitian postur tubuh bagian atas yaitu

lengan bawah, pergelangan tangan batang tubug, putaran pergelangan tangan, leher, dan kaki(Wadhikh, 2019).

Maka dalam penelitian ini menggunakan metode QEC dan RULA untuk membahas tentang postur kerja yang tidak alamiah yang dapat menyebabkan tingkat risiko (*Musculoskeletal Disorders*) MSDs meningkat. Dengan menggunakan metode tersebut diharapkan perlu *diadakannya* penilaian dari setiap posisi postur kerja supaya terdapat usulan perbaikan posisi postur kerja yang baik dengan menggunakan metode RULA dan QEC. Dengan adanya analisis perhitungan postur dengan metode RULA dan QEC ini dapat memberikan usulan perbaikan yang dapat menurunkan risiko MSDs pada pekerja tahu di UMKM Mbah Sawi Tahu.



Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka

No	Peneliti dan sumbernya	Judul Penelitian	Lokasi Penelitian	Metode Penyelesaian	Permasalahan	Hasil penelitian
1	(Novi Devita Sari dan Irwan Iftandi, 2019) Prosiding SNST ke-10 Tahun 2019 Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim.	ANALISIS POSTUR KERJA PADA OPERATOR <i>CELL</i> PRODUK <i>ELECTRICITY METER</i> DENGAN METODE RULA DAN REBA DI PT. XYZ.	PG. XYZ	RULA dan REBA	Tuntutan pekerjaan yang mengharuskan operator cell produk electricity meter di PT. XYZ untuk terus berdiri dalam waktu yang cukup lama pada akhirnya memunculkan postur kerja yang tidak alami seperti membungkuk, menunduk dan bertumpu pada satu kaki yang menyebabkan ketidaknyamanan dan gangguan pada salah satu anggota tubuh.	Berdasarkan permasalahan tersebut maka dalam penelitian ini digunakanlah Nordic Body Map (NBM) untuk melihat bagian spesifik dari tubuh responden yang mengalami keluhan ketidaknyamanan, beberapa bagian yang banyak dikeluhkan adalah leher atas sebesar 46%, leher bawah sebesar 37%, punggung sebesar 44%, pinggang sebesar 41%, betis kiri sebesar 41%, dan betis kanan sebesar 41%. Kemudian dilakukan penilaian risiko ergonomi berupa penilaian risiko postur kerja menggunakan software Ergofellow dengan metode RULA dan REBA. Grand score yang didapat dari kedua metode menunjukkan bahwa dari enam stasiun, lima diantaranya perlu dilakukan perbaikan. Perbaikan yang diusulkan adalah tinggi meja kerja berdasarkan pendekatan <i>anthropometri</i> , yaitu menggunakan tinggi siku berdiri. Usulan tinggi meja kerja yang diberikan untuk stasiun kerja 1=105.86 cm, stasiun kerja 3=115.86 cm, stasiun kerja 4=90.86 cm, stasiun kerja 5=115.86 cm, dan stasiun kerja 6=115.86 cm.

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka (Lanjutan)

No	Peneliti dan sumbernya	Judul Penelitian	Lokasi Penelitian	Metode Penyelesaian	Permasalahan	Hasil penelitian
2.	(Muhammad Ihsan Hamdy, Muhammad Nur, Ahmad Mas'ari, Fajriah Elsa Suheri 2017) Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri Vol. 5, No. 1, 2019	Analisa Postur Kerja <i>Manual Material Handling</i> (MMH) pada Karyawan Bagian Pembuatan <i>Block</i> Menggunakan Metode <i>Rapid Upper Limb Assessment</i> (RULA) (Studi Kasus: PT Asia Forestama Raya	PT Asia Forestama Raya	RULA	Sistem kerja yang tidak ergonomis dalam satu perusahaan seringkali kurang mendapat perhatian dari pihak manajemen perusahaan. Salah satu bagian sistem yaitu pekerja. Pekerja yang ada di suatu pabrik biasanya banyak melakukan sikap dan posisi kerja yang kurang ergonomis. Hal ini secara sadar ataupun tidak akan berpengaruh terhadap <i>produktivitas</i> , efisiensi dan efektivitas pekerja dalam menyelesaikannya. Posisi kerja yang dimaksud seperti postur kerja dengan aktivitas <i>Manual Material Handling</i> (MMH). Cidera atau kecelakaan kerja yang terjadi akibat aktivitas MMH ini selain merugikan pekerja secara langsung atas rasa sakit yang diderita, juga berdampak buruk bagi kinerja perusahaan yaitu penurunan <i>produktivitas</i> perusahaan.	Dari pengolahan data yang telah dilakukan, pada posisi pertama dan kedua didapat action level 4 dengan skor akhir sebesar 7, berarti kondisi ini berbahaya sehingga pemeriksaan dan perubahan posisi kerja harus dilakukan (saat itu juga). Hal ini disebabkan postur kerja ini dilakukan dalam rentang waktu berulang sehingga dapat membahayakan pekerjaanya. Sedangkan pada postur kerja ketiga dan kelima terlihat bahwa postur kerja berada pada action level 3 dengan besar skor akhir adalah 5. Di mana pada level ini diperlukan perbaikan postur kerja se-segera mungkin. Berbeda pada postur kerja keempat, didapat skor akhir sebesar 4, postur kerja ini termasuk dalam kategori action level 2 yang berarti tidak begitu membahayakan pekerjaanya. Namun akan berbahaya jika dilakukan terus-menerus sehingga apabila semakin cepat dilakukan perbaikan akan lebih baik.

Tabel 2.1 Tinjauan pustaka (lanjutan)

3	(Miftah Indriatuti, Universitas Diponegoro, 2012) JURNAL KESEHATAN MASYARAKAT, Volume 1, Nomor 2, Tahun 2012, Halaman 758 - 766	ANALISIS FAKTOR RISIKO GANGGUAN MUSKULOSKELETAL DENGAN METODE QUICK EXPOSURE CHECKLIST (QEC) PADA PERAJIN GERABAH DI KASONGAN YOGYAKARTA	Pengarajin Gerabah di Kasongan Yogyakarta	QEC	Seperti halnya pada pekerjaan pembuatan gerabah ini dilakukan dalam postur kerja yang tidak normal seperti punggung terlalu membungkuk, beberapa tugas dalam pembuatan gerabah ini dilakukan dalam posisi statis, serta dilakukan beberapa kali pengulangan gerakan dan dilakukan dalam waktu yang lama atau selama jam kerja yakni 8 jam. Selain itu, gerabah yang dibentuk memiliki berat patung beragam antara 5 hingga 20 kg sehingga terdapat variasi beban yang mampu diangkat oleh setiap pekerja. Aktivitas pekerjaan perajin gerabah merupakan pekerjaan berulang (repetitive), dengan durasi kerja yang lama dan dilakukan dengan postur kerja yang kurang ergonomis, duduk statis dan membungkuk, serta membutuhkan tenaga yang cukup besar. Aktivitas yang dilakukan oleh perajin gerabah tersebut dapat menyebabkan keluhan MSDs	Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah Berdasarkan hasil penilaian dengan metode QEC diketahui bahwa seluruh tugas dalam proses pembuatan gerabah di Sanggar Loro Blonyo Kasongan dilakukan dengan postur janggal (awkward posture) pada bagian tubuh tertentu yakni punggung, bahu/lengan, pergelangan tangan dan leher, dengan pergerakan rutin dan melakukan gerakan berulang (repetead motion) dan sebagian besar tugas dalam pembuatan gerabah ini dilakukan dalam posisi statis. Exposure score tertinggi yakni level 4 didapatkan pada tugas pembentukan dengan tangan langsung dan yang terendah pada proses pengamplasan.
---	---	--	---	-----	---	---

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka (Lanjutan)

No	Peneliti dan Sumbernya	Judul Penelitian	Lokasi Penelitian	Metode Penyelesaian	Permasalahan	Hasil penelitian
4.	(Shofitri Dhia Hanifah, Rahmaniayah Dwi Astuti, Wakhid Ahmad Jauhar , Universitas Sebelas Maret, 2019) Seminar Nasional Teknik Industri Unversitas Gadjah Mada 2019	Perancangan Meja Kerja Kontruksi Berdasarkan Analisis NBM, QEC, dan RULA.	Industri Pengolahan Tahu Tradisional Kampung Krajan Surakarta	NBM, QEC, dan RULA	Industri Kecil Menengah Sari Murni memproduksi 250 loyang tahu setiap hari secara manual dan tradisional sehingga menyebabkan pemborosan transportasi (pemindahan material). Operator penyimpanan tahu sementara dan pemotongan tahu masing-masing menempuh jarak 5.000 m dan 2.500 m setiap hari. Selain itu, tidak terdapat meja yang berfungsi khusus sebagai meja pemotongan tahu sehingga menyebabkan operator melakukan pekerjaannya di atas sembarang permukaan yang dapat menyangga loyang tahu dengan tinggi bervariasi antara 38 hingga 71 cm. Masalah ini dapat menyebabkan gangguan musculoskeletal terkait kerja (WMSDs) yang diakibatkan postur kerja yang buruk	Hasil NBM menunjukkan bahwa terdapat operator yang mengalami rasa sakit di bagian tubuh yang memiliki level risiko tinggi pada penilaian QEC. Evaluasi postur kerja operator pemotong tahu menggunakan RULA menunjukkan nilai 7 atau sangat tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan alternatif perancangan fasilitas kerja berdasarkan data keluhan dan kebutuhan operator serta dari hasil analisis metode NBM, QEC, dan RULA. Perancangan meja kerja produksi tahu dilakukan menggunakan metode NIDA (Need, Idea, Decision, Action) untuk memperbaiki metode kerja operator. Untuk memperbaiki metode kerja operator penyimpanan sementara dan operator pemotongan tahu dilakukan perancangan meja kerja produksi tahu dengan pertimbangan tinggi siku berdiri, yang dapat mengurangi jarak tempuh operator penyimpanan sementara dan operator pemotongan tahu serta dapat meminimalkan risiko paparan terhadap MSDs operator pemotongan tahu.

Tabel 2.1 Tinjauan pustaka (lanjutan)

5	Ezi Rezia Adha, Yuniar, Arie Desrianty, Institut Teknologi Nasional Bandung, 2014)	Usulan Perbaikan Stasiun Kerja pada PT. Sinar Advertama Servicindo (SAS) Berdasarkan Hasil Evaluasi Menggunakan Metode <i>Quick Exposure Check</i> (QEC)	PT. Sinar Advertama Servicindo (SAS)	QEC	PT. Sinar Advertama Servicindo (SAS) adalah perusahaan publikasi yang memproduksi papan, panji-panji, bendera, kaos waktu terbatas, pemandangan (tekstur/styroform), dan lain-lain. Saat ini, organisasi selalu mendapatkan pesanan dari pelanggan secara massal, hal ini mempengaruhi administrator yang bekerja untuk memenuhi pesanan pembeli, karena hampir semua pekerjaan mereka diselesaikan oleh orang-orang. Dengan asumsi administrator bekerja di stasiun kerja yang kurang ergonomis dan terus dilakukan berulang-ulang dalam jangka waktu yang cukup lama, hal ini dapat merugikan administrator itu sendiri. Dengan cara ini penting untuk mensurvei administrator PT. SAS di kantor produksi, baik stasiun kerja saat ini seharusnya besar atau tidak dan menyebabkan cedera atau tidak, terutama luka pada otot rangka/kerangka otot luar (muculoskeletal jumble) menggunakan strategi Quick Exposure Check (QEC).	Meningat perhitungan survei QEC, semua stasiun kerja saat ini di PT. SAS ini memiliki nilai tingkat keterbukaan yang berada pada kisaran 50-60% sehingga menyiratkan bahwa semua administrator yang bekerja di stasiun kerja berada dalam bahaya cedera, terutama luka pada otot rangka, mengingat semua stasiun saat ini di PT. Pada SAS ini, stasiun jahit/cover memiliki tingkat keterbukaan normal yang paling penting dibandingkan dengan stasiun kerja lainnya, yaitu 64,81%, sehingga peningkatan yang diusulkan akan membidik stasiun kerja jahit/covering, upgrade yang diusulkan adalah: denah stasiun kerja untuk administrator di segmen penjahitan/pembaruan yang harus terlihat pada Gambar 4 dan Gambar 5 sebagai denah meja dan tempat duduk.
---	--	--	--------------------------------------	-----	--	---

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Ergonomi

Untuk mempermudah pemahaman terhadap ergonomi, kita dapat menggunakan konsep umum dari cara berpikir rasional yang biasa kita gunakan. *Mengadopsi* istilah (5W + 1H) dapat mempermudah kita berpikir secara sistematis di dalam memahami dan menerapkan ergonomi. Pertama-tama yang harus muncul dalam pikiran kita adalah “Apa yang dimaksud dengan ergonomi?”. Selanjutnya secara berturut-turut akan mengalir pertanyaan “ Mengapa harus dengan ergonomi”?; “Di mana ergonomi dapat diterapkan”?; “ Kapan ergonomi harus diterapkan, “Siapa yang berkepentingan dengan ergonomi?” dan “ Bagaimana ergonomi dapat memberikan manfaat bagi peningkatan kualitas hidup”?.

What is ergonomics?. Istilah ergonomi berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dua kata yaitu “ergon” berarti kerja dan “nomos” berarti aturan atau hukum. Jadi secara ringkas ergonomi adalah suatu aturan atau norma dalam sistem kerja. Di Indonesia memakai istilah ergonomi, tetapi di beberapa negara seperti di Skandinavia menggunakan istilah “Bioteknologi” sedangkan di negara Amerika menggunakan istilah “Human Engineering” atau “Human Factors Engineering”. Namun demikian, kesemuanya membahas hal yang sama yaitu tentang optimalisasi fungsi manusia terhadap aktivitas yang dilakukan.

Why is ergonomics ?. Dari pengalaman menunjukkan bahwa setiap aktivitas atau pekerjaan yang dilakukan, apabila tidak dilakukan secara ergonomis akan mengakibatkan ketidaknyamanan, biaya tinggi, kecelakaan dan penyakit akibat kerja meningkat, performansi menurun yang berakibat kepada penurunan efisiensi dan daya kerja. Dengan demikian, penerapan ergonomi di segala bidang kegiatan adalah suatu keharusan.

Where is ergonomics applied ?. Secara umum penerapan ergonomi dapat dilakukan di mana saja, baik di lingkungan rumah, di perjalanan, di lingkungan sosial maupun di lingkungan tempat kerja.

When is ergonomics applied ?. Ergonomi dapat diterapkan kapan saja dalam putaran 24 jam sehari semalam, sehingga baik pada saat bekerja, istirahat

maupun dalam berinteraksi sosial kita dapat melakukan dengan sehat, aman dan nyaman.

Who must apply ergonomics ?. Setiap komponen masyarakat baik masyarakat pekerja maupun masyarakat sosial harus menerapkan ergonomi dalam upaya menciptakan kenyamanan, kesehatan, keselamatan dan produktivitas kerja yang setinggi-tingginya.

How is ergonomics applied ?. Untuk dapat menerapkan ergonomi secara benar dan tepat, maka kita harus mempelajari dan memahami ergonomi secara detail. Dalam penerapan ergonomi diperlukan suatu seni, agar apa yang akan diterapkan dapat diterima oleh pemakainya dan memberikan manfaat yang besar kepadanya. Berangkat dari konsep berfikir rasional tersebut, dalam kajian ergonomi ini akan mulai dibahas dari definisi ergonomi. Ergonomi adalah ilmu, seni dan penerapan teknologi untuk menyerasikan atau menyeimbangkan antara segala fasilitas yang digunakan baik dalam beraktivitas maupun istirahat dengan kemampuan dan keterbatasan manusia baik fisik maupun mental sehingga kualitas hidup secara keseluruhan menjadi lebih baik. (Tarwaka and Bakri, 2016)

2.2.2 Tujuan Ergonomi

Secara umum tujuan dari penerapan ergonomi adalah :

1. Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.
2. Meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak sosial, mengelola dan mengkoordinir kerja secara tepat guna dan meningkatkan jaminan sosial baik selama kurun waktu usia produktif maupun setelah tidak produktif.
3. Menciptakan keseimbangan rasional antara berbagai aspek yaitu aspek teknis, ekonomis, antropologis dan budaya dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi. (Tarwaka and Bakri, 2016)

2.2.3 Konsep Keseimbangan Dalam Ergonomi

Ergonomi merupakan suatu ilmu, seni dan teknologi yang berupaya untuk menyasikan alat, cara dan lingkungan kerja terhadap kemampuan, kebolehan dan segala keterbatasan manusia, sehingga manusia dapat berkarya secara optimal tanpa pengaruh buruk dari pekerjaannya. Dari sudut pandang ergonomi, antara tuntutan tugas dengan kapasitas kerja harus selalu dalam garis keseimbangan sehingga dicapai performansi kerja yang tinggi. Dalam kata lain, tuntutan tugas pekerjaan tidak boleh terlalu rendah (underload) dan juga tidak boleh terlalu berlebihan (overload). Karena keduanya, baik underload maupun overload akan menyebabkan stres. (Tarwaka and Bakri, 2016)

2.2.4 Postur Kerja

Postur atau sikap kerja merupakan suatu tindakan yang diambil pekerja dalam melakukan pekerjaan (Nurmianto, 2004) dalam (Pramestari, 2017). Posisi tubuh yang menyimpang secara signifikan terhadap posisi normal saat melakukan pekerjaan dapat menyebabkan stress mekanik lokal pada otot, ligamen, dan persendian. Hal ini mengakibatkan cedera pada leher, tulang belakang, bahu, pergelangan tangan, dan lain-lain (Grieve 1982) dalam (A. Rahman, 2017). Perenungan ergonomis yang diidentikkan dengan sikap kerja dapat membantu mendapatkan tindakan kerja yang familiar bagi pekerja, baik itu berdiri, duduk, mengangkat atau mengayuh (Pangaribuan, 2009). Beberapa jenis pekerjaan akan membutuhkan pekerjaan tertentu yang kadang-kadang mengerikan. Kondisi kerja seperti ini memaksa buruh untuk selamanya berada dalam posisi kerja yang tidak wajar dan berlangsung cukup lama (Mufti, Suryani and Sari, 2013). Hal ini akan mengakibatkan pekerja cepat lelah, adanya keluhan sakit pada bagian tubuh, cacat produk bahkan cacat tubuh .

Untuk menghindari postur kerja yang demikian, pertimbangan-pertimbangan ergonomis antara lain menyarankan hal-hal sebagai berikut (Mufti, Suryani and Sari, 2013):

1. Mengurangi keharusan pekerja untuk bekerja dengan postur kerja membungkuk dengan frekuensi kegiatan yang sering atau dalam jangka waktu yang lama. Untuk mengatasi hal ini maka stasiun kerja harus dirancang terutama sekali dengan memperhatikan fasilitas kerja seperti meja, kursi dan lain-lain yang sesuai dengan data antropometri agar pekerja dapat menjaga postur kerjanya tetap tegak dan normal. Ketentuan ini terutama sekali ditekankan bilamana pekerjaan harus dilaksanakan dengan postur berdiri.
2. Operator tidak seharusnya menggunakan jarak jangkauan maksimum. Pengaturan postur kerja dalam hal ini dilakukan dalam jarak jangkauan normal (konsep/prinsip ekonomi gerakan). Disamping itu pengaturan ini bisa memberikan postur kerja yang nyaman. Untuk hal-hal tertentu pekerja harus mampu dan cukup leluasa mengatur tubuhnya agar memperoleh postur kerja yang lebih leluasa dalam bergerak.
3. Pekerja tidak seharusnya duduk atau berdiri pada saat bekerja untuk waktu yang lama, dengan kepala, leher, dada atau kaki berada dalam postur kerja miring.
4. Operator tidak seharusnya dipaksa bekerja dalam frekwensi atau periode waktu yang lama dengan tangan atau lengan berada dalam posisi di atas level siku yang normal.

Terdapat 3 klasifikasi sikap dalam bekerja, yaitu (Pramestari, 2017) :

a. Sikap Kerja Duduk

Menjalankan pekerjaan dengan sikap kerja duduk menimbulkan masalah muskuloskeletal terutama masalah punggung karena terdapat tekanan pada tulang belakang. Menurut Nurmiyanto (2004), keuntungan bekerja dengan sikap kerja duduk adalah mengurangi beban statis pada kaki dan berkurangnya pemakaian energi.

b. Sikap Kerja Berdiri

Sikap kerja berdiri merupakan sikap siaga baik sikap fisik maupun mental, sehingga aktivitas kerja dilakukan lebih cepat, kuat dan teliti namun berbagai masalah bekerja dengan sikap kerja berdiri dapat menyebabkan kelelahan, nyeri dan terjadi fraktur pada otot tulang belakang.

c. Sikap Kerja Duduk Berdiri

Sikap kerja duduk berdiri merupakan kombinasi kedua sikap kerja untuk mengurangi kelelahan otot karena sikap dalam satu posisi kerja. Posisi duduk berdiri merupakan posisi yang lebih baik dibandingkan posisi duduk atau posisi berdiri saja. Penerapan sikap kerja duduk berdiri memberikan keuntungan di sektor industri di mana tekanan pada tulang belakang dan pinggang 30 % lebih rendah dibandingkan dengan posisi duduk maupun berdiri saja secara terus menerus.

d. Postur kerja seorang pekerja melibatkan beberapa gaya otot, sehingga penerapan postur kerja yang tidak baik akan mengakibatkan gangguan kesehatan pada otot yang pada jangka pendek mengakibatkan kelelahan fisik namun pada jangka panjang akan mengakibatkan kerusakan otot, sendi, ligamen dan tendon (Pramestari, 2017).

2.2.5 Kerja otot statis dan Dinamis

Otot adalah organ yang terpenting dalam sistem gerak tubuh. Otot dapat bekerja secara statis (postural) dan dinamis (rythmic). Pada kerja otot dinamis, kontraksi dan relaksasi terjadi silih berganti sedangkan pada kerja otot statis otot menetap dan berkontraksi untuk suatu periode tertentu (Muhfaisol, 2016).

Pada kerja otot statis, pembuluh darah tertekan oleh penambahan tekanan dalam otot akibat kontraksi sehingga mengakibatkan peredaran darah dalam otot terganggu. Otot yang bekerja statis tidak memperoleh oksigen dan glukosa dari darah dan harus menggunakan cadangan yang ada. Selain itu sisa metabolisme tidak dapat diangkut keluar akibat peredaran darah yang terganggu sehingga sisa metabolisme tersebut menumpuk dan menimbulkan rasa nyeri. Pekerjaan statis menyebabkan kehilangan energi yang tidak perlu (Pangaribuan, 2009).

MSDs adalah bagian otot rangka yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan sangat ringan sampai sangat sakit. Apabila otot menerima beban statis secara berulang dalam waktu yang lama, akan dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligament dan tendon. Keluhan dan kerusakan inilah yang dinamakan dengan keluhan muskulosletal disorders (MSDS) atau keluhan pada sistem muskulosletal (Tarwaka dkk, 2004) dalam (Pratama, 2017). Sikap kerja yang dilakukan pekerja banyak menggunakan gerakan membungkuk dan menunduk pada bagian punggung serta leher. Gerakan berulang pada bagian tangan juga merupakan faktor risiko yang berdampak pada gangguan *Musculoskeletal* (Pratama, 2017). Secara garis besar keluhan otot dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu (Afandi, 2017):

1. Keluhan sementara (reversible) Yaitu keluhan otot yang terjadi pada saat otot menerima beban statis, namun demikian keluhan tersebut akan segera hilang apabila pembebanan dihentikan
2. Keluhan menetap (persistent) Yaitu keluhan otot yang bersifat menetap. Walaupun pembebanan kerja telah dihentikan, namun rasa sakit pada otot masih terus berlanjut.

Keluhan otot skeletal pada umumnya terjadi karena kontraksi otot yang berlebihan akibat pemberian beban kerja yang terlalu berat dengan durasi pembebanan yang panjang.

Salah satu faktor yang menyebabkan keluhan muskuloskeletal adalah sikap kerja yang tidak alamiah. Di Indonesia, postur kerja yang tidak alami ini lebih banyak disebabkan oleh adanya ketidaksesuaian antara dimensi alat dan stasiun kerja dengan ukuran tubuh pekerja maupun tingkah laku pekerja itu sendiri (Pangaribuan, 2009). Postur kerja yang tidak alami tersebut juga dapat disebabkan oleh hal-hal berikut (Muhfaisol, 2016):

1. Peregangan Otot Yang Berlebihan

Peregangan otot yang berlebihan (*over exertion*) pada umumnya sering dikeluhkan oleh para pekerja di mana aktivitas kerjanya menuntut pengarahannya tenaga yang besar seperti aktivitas mengangkat, mendorong, menarik, dan menahan beban yang berat. Peregangan otot yang berlebihan ini terjadi karena pengarahannya tenaga yang diperlukan melampaui kekuatan optimum otot. Apabila hal serupa sering dilakukan, maka dapat mempertinggi resiko terjadinya keluhan otot, bahkan dapat menyebabkan terjadinya cedera otot skeletal.

2. Aktivitas Berulang

Aktivitas berulang adalah pekerjaan yang dilakukan secara terus-menerus seperti pekerjaan mencangkul, membelah kayu, angkat-angkut dan Keluhan otot terjadi karena otot menerima tekanan akibat beban kerja secara terus-menerus tanpa memperoleh kesempatan untuk relaksasi.

3. Sikap Kerja Tidak Alamiah

Sikap kerja tidak alamiah adalah sikap kerja yang menyebabkan posisi bagian-bagian tubuh bergerak menjauhi posisi alamiah misalnya pergerakan tangan terangkat, punggung terlalu membungkuk, kepala terangkat dan sebagainya. Semakin jauh posisi bagian tubuh dari pusat gravitasi tubuh, maka semakin tinggi pula resiko terjadinya keluhan otot skeletal. Sikap kerja tidakalamiah ini pada umumnya karena karakteristik tuntutan tugas, alat kerja dan stasiun kerja tidak sesuai dengan kemampuan dan keterbatasan pekerja. Di Indonesia, sikap kerja tidak alamiah ini lebih banyak disebabkan oleh tidak adanya kesesuaian antara dimensi alat dan stasiun kerja dengan ukuran tubuh pekerja. Sebagai negara berkembang, sampai saat ini Indonesia masih tergantung pada

perkembangan teknologi negara-negara maju, khususnya dalam pengadaan peralatan industri.



Mengingat bahwa dimensi peralatan tersebut didesain tidak berdasarkan ukuran tubuh orang Indonesia, maka pada saat pekerja orang Indonesia harus mengoperasikan peralatan tersebut, terjadilah sikap kerja tidak alamiah.

Hal tersebut disebabkan karena negara produsen *di dalam* mendesain mesin-mesin tersebut hanya didasarkan *anthropometri* dari populasi pekerja negara yang bersangkutan, yang pada kenyataannya ukuran tubuhnya lebih besar dari pekerja Indonesia. Sudah dapat dipastikan, bahwa kondisi tersebut akan menyebabkan sikap paksa pada waktu pekerja mengoperasikan mesin. Apabila hal ini terjadi dalam kurun waktu yang lama, maka akan terjadi akumulasi keluhan yang pada akhirnya dapat menyebabkan terjadinya cedera otot.

4. Faktor Penyebab Sekunder

Tekanan

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

Getaran

Getaran dengan frekuensi tinggi akan menyebabkan kontraksi otot bertambah. Kontraksi statis ini menyebabkan peredaran darah tidak lancar, penimbunan asam laktat meningkat dan akhirnya timbul rasa nyeri pada otot.

Mikroklimat

Paparan suhu dingin yang berlebihan dapat menurunkan kelincahan, kepekaan dan kekuatan pekerja sehingga gerakan pekerja menjadi lamban, sulit bergerak yang disertai dengan menurunnya kekuatan otot. Demikian juga dengan paparan udara yang panas. Beda suhu lingkungan dengan suhu tubuh yang terlampau besar menyebabkan sebagian energi yang ada dalam tubuh akan dimanfaatkan oleh tubuh untuk beradaptasi dengan lingkungan tersebut. Apabila hal ini tidak diimbangi pasokan energi yang cukup, maka akan terjadi kekurangan suplai energi ke otot.

Sebagai akibatnya, peredaran darah kurang lancar, suplai oksigen ke otot menurun, proses metabolisme karbohidrat terhambat dan terjadi penimbunan asam laktat yang dapat menimbulkan rasa nyeri pada otot.

2.2.6 Kelelahan

Banyak definisi tentang kelelahan kerja yang telah dikemukakan, namun secara garis besar dapat dikatakan bahwa kelelahan merupakan suatu pola yang timbul pada suatu keadaan, yang secara umum terjadi pada setiap individu, yang telah tidak sanggup lagi melakukan aktivitasnya (Satalaksana, 1979 dalam (Eraliesa, 2008)). Lelah merupakan suatu perasaan yang mempunyai arti tersendiri dan sifatnya subjektif bagi setiap orang (Suma'mur, 1996 dalam (Eraliesa, 2008)) Kelelahan kerja merupakan proses menurunnya efisiensi, performa kerja, dan berkurangnya kekuatan/ketahanan fisik tubuh untuk terus melanjutkan kegiatan yang harus dilakukan. (Wignjosoebroto, 2000 dalam (Nurjannah, 2014))

Pada dasarnya kelelahan menggambarkan tiga fenomena yaitu perasaan lelah, perubahan fisiologis tubuh dan pengurangan kemampuan melakukan kerja. Kelelahan merupakan suatu pertanda yang bersifat sebagai peringatan yang memberitahukan tubuh bahwa kerja yang dilakukan telah melewati batas maksimal kemampuannya. Kelelahan pada dasarnya merupakan suatu keadaan yang mudah dipulihkan dengan beristirahat. Tetapi jika dibiarkan terus-menerus akan berakibat buruk dan dapat menimbulkan penyakit akibat kerja. Ada 2 (dua) jenis kelelahan yakni kelelahan otot dan kelelahan umum. Kelelahan otot merupakan suatu penurunan kapasitas otot dalam bekerja akibat kontraksi tulang. Otot yang lelah akan menunjukkan kurangnya kekuatan, bertambahnya waktu kontraksi dan relaksasi, berkurangnya koordinasi serta otot menjadi gemetar (Suma'mur, 1996 dalam (Eraliesa, 2008)). Sedangkan kelelahan umum adalah suatu perasaan yang menyebar yang disertai adanya penurunan kesiagaan dan kelambanan pada setiap aktivitas (Grandjean, 1985 dalam (Eraliesa, 2008)). Perasaan adanya kelelahan secara umum dapat ditandai dengan berbagai kondisi antara lain : lelah pada organ penglihatan (mata), mengantuk, stress (pikiran tegang) dan rasa malas bekerja atau *circadian fatigue* (Nurmianto, 1998 dalam (Eraliesa, 2008))

2.2.7 MSDs (*Musculoskeletal Disorders*)

MSDs merupakan gangguan yang disebabkan ketika seseorang melakukan aktivitas kerja dan kondisi pekerjaan yang signifikan sehingga mempengaruhi adanya fungsi normal jaringan halus pada sistem *Muskuloskeletal* yang mencakup saraf, tendon, otot (WHO, 2003)

Muskuloskeletal Disorders (MSDs) adalah suatu istilah yang ditujukan pada gangguan otot yang terjadi pada otot-otot rangka yang dirasakan oleh seseorang dimulai dari keluhan-keluhan ringan sampai keluhan yang berat. Keluhan yang biasa dirasakan adalah kerusakan pada sendi ligament dan tendon, kerusakan seperti ini disebabkan karena otot menerima beban statis secara berulang dan dalam waktu yang lama, keluhan dan kerusakan inilah yang dinamakan *Muskuloskeletal Disorders* (MSDs) (Tarwaka, *et.al*, 2004 dalam (C. Aprilia, 2019))

Keluhan MSDs yang sering muncul pada pekerja industri adalah nyeri punggung, nyeri pada pergelangan tangan, nyeri pada leher, siku dan kaki. Level MSDs dari yang ringan hingga berat akan mengganggu konsentrasi dalam melakukan pekerjaan, menimbulkan kelelahan yang pada akhirnya akan menurunkan produktivitas kerja seseorang (OHSCO, 2005 dalam(C. Aprilia, 2019))

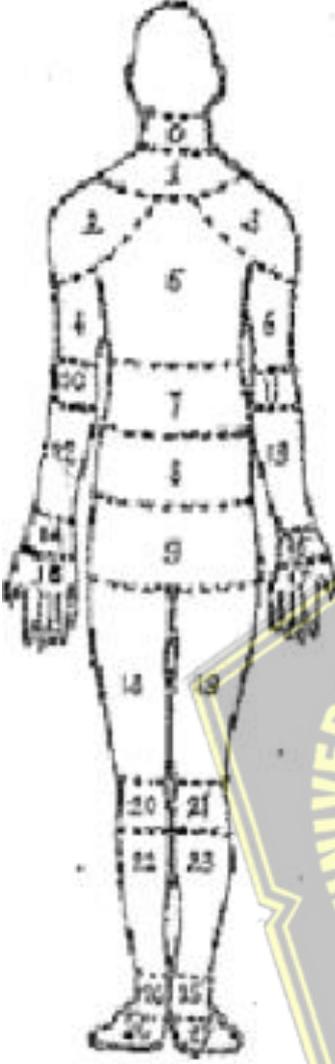
Selain itu, sebuah survei yang juga dilakukan pada pekerja di Eropa menyebutkan bahwa 24,7% pekerja mengeluh sakit punggung, 22,8% nyeri otot, dan 45,5% dilaporkan bekerja pada keadaan nyeri dan lelah di mana 35% diantaranya bekerja dengan beban berat.(WHO, 2003)

2.2.8 *Nordic Body Map*

Nordic Body Map merupakan salah satu metoda pengukuran untuk mengukur rasa sakit otot para pekerja (Ramdhani and Zalynda, 2018). Kuesioner *Nordic Body Map* merupakan salah satu bentuk kuesioner *checklist* ergonomi. Kuesioner *Nordic Body Map* adalah kuesioner yang paling sering digunakan untuk mengetahui ketidaknyamanan pada para pekerja karena sudah terstandarisasi dan tersusun rapi (Wilson and Corlett, 1995) dalam (A. Aghnia, 2017)). Menurut (C. D. Kusmindari, R. Oktaviana, 2014) dalam (Azis, 2021) *nordic body map* merupakan metode yang digunakan untuk menilai tingkat keparahan jika terjadi gangguan atau cidera pada otot-otot skeletal.

Pengisian kuesioner *Nordic Body Map* ini bertujuan untuk mengetahui bagian tubuh dari pekerja yang terasa sakit sebelum dan sesudah melakukan pekerjaan pada stasiun kerja (Wilson and Corlett, 1995) dalam (A. Aghnia, 2017)). Pengisian kuesioner *Nordic Body Map* ini bertujuan untuk mengetahui bagian tubuh dari pekerja yang terasa sakit sebelum dan sesudah melakukan pekerjaan pada stasiun kerja. Kuesioner ini menggunakan gambar tubuh manusia yang sudah dibagi menjadi 9 bagian utama, yaitu leher, bahu, punggung bagian atas, siku, punggung bagian bawah, pergelangan tangan/tangan, pinggang/pantat, lutut, tumit/kaki. Responden yang mengisi kuesioner diminta untuk memberikan tanda ada atau tidaknya gangguan pada bagian-bagian tubuh tersebut (A. Rahman, 2017). Pengaplikasian metode NBM yaitu dengan menanyakan pertanyaan terkait kuisisioner NBM atau bisa dengan menunjukan langsung kuisisioner dan menjelaskan terkait bagian-bagian tubuh yang terdapat pada gambar bagian otot skeletal yang sesuai pada lembar kerja kuesioner NBM.

Tabel 2.2 Kuesioner Nordic Body Map



NO	JENIS KELUHAN	TINGKAT KELUHAN			
		A	B	C	D
0	Sakit/kaku di leher bagian atas				
1	Sakit/kaku di leher bagian bawah				
2	Sakit di bahu kiri				
3	Sakit di bahu kanan				
4	Sakit pada lengan atas kiri				
5	Sakit di punggung				
6	Sakit pada lengan atas kanan				
7	Sakit pada pinggang				
8	Sakit pada bokong				
9	Sakit pada pantat				
10	Sakit pada siku kiri				
11	Sakit pada siku kanan				
12	Sakit pada lengan bawah kiri				
13	Sakit pada lengan bawah kanan				
14	Sakit pada pergelangan tangan kiri				
15	Sakit pada pergelangan tangan kanan				
16	Sakit pada tangan kiri				
17	Sakit pada tangan kanan				
18	Sakit pada paha kiri				
19	Sakit pada paha kanan				
20	Sakit pada lutut kiri				
21	Sakit pada lutut kanan				
22	Sakit pada betis kiri				
23	Sakit pada betis kanan				
24	Sakit pada pergelangan kaki kiri				
25	Sakit pada pergelangan kaki kanan				
26	Sakit pada kaki kiri				
27	Sakit pada kaki kanan				

Keterangan : A: Tidak sakit, B: Agak sakit, C: Sakit, D: Sakit sekali

Sumber : (Fitria, 2013)(Fitria, 2013)

Pada Tabel 2.2 responden cukup memberi tanda ceklis (✓) pada bagian tubuh mana saja yang dirasakan sakit oleh responden sesuai dengan tingkat keluhan yang dirasakan responden. Kemudian setelah didapatkan hasil keluhan dari pekerja melalui *skoring* NBM, dapat dilakukan perbaikan posisi atau sikap kerja. Dari jumlah skor NBM yang didapatkan dari penjumlahan total skor kanan dan total skor kiri dapat diklasifikasikan ke tingkat resiko otot skeletal seperti ditunjukkan pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Klasifikasi Subjektivitas Tingkat Resiko Otot Skeletal Berdasarkan Total skor Individu

Tingkat Aksi	Total Skor Individu	Tingkat Resiko	Tindakan Perbaikan
1	28-49	Rendah	Belum Diperlukan adanya tindakan perbaikan
2	50-70	Sedang	Mungkin diperlukan tindakan dikemudian hari
3	71-91	Tinggi	Diperlukan tindakan dikemudian hari
4	92-112	Sangat Tinggi	Diperlukan tindakan menyeluruh sesegera mungkin.

Sumber : (Permata Sari, 2017)



2.2.9 QEC

Quick Exposure Checklist (QEC) adalah suatu metode untuk penilaian terhadap risiko kerja yang berhubungan dengan gangguan otot di tempat kerja. QEC membantu untuk mencegah terjadinya WMSDs seperti gerak *repetitive*, gaya tekan, postur yang salah, dan durasi kerja (Staton, 2004 dalam (Amrulloh, Lady and Mariawati, 2015)). Penilaian pada QEC dilakukan pada tubuh statis (*body static*) dan kerja dinamis (*dynamic task*) untuk memperkirakan tingkat resiko dari postur tubuh dengan melibatkan unsur pengulangan gerakan, tenaga/beban dan lama tugas untuk area tubuh yang berbeda (Li dan Buckle, 1999 dalam (Amrulloh, Lady and Mariawati, 2015)).

Penilaian QEC melibatkan pengamat (*observer*) dan pekerja (*worker*). Yang menjadi ciri khusus dari QEC yaitu pekerja yang diamati akan diukur dari beban yang dibawa, lama waktu kerja, tingkat gaya yang diperoleh tangan, kebutuhan penglihatan, penggunaan alat-alat yang bergetar, dan kesulitan dalam melakukan pekerjaannya yang berhubungan dengan tingkat stress (Rahmadanti, 2013 dalam (Putri, 2017)).

Metode *Quick Exposure Checklist* mengandung pertanyaan mengenai empat bagian anggota tubuh, seperti punggung, bahu atau lengan, pergelangan tangan, dan leher, serta empat (4) bagian tambahan yakni, mengemudi, getaran, laju kerja, dan stress. Tools ini digunakan untuk mengetahui tingkat risiko *Work-related Musculoskeletal Disorders* (WMSDs) yang mungkin dialami oleh pekerja dengan melibatkan secara langsung pekerja dengan menjawab kuesioner dari peneliti yang digunakan untuk memperoleh nilai-nilai dari *exposure score* dan *exposure level* (Tannady, dkk, 2017) dalam (Azis, 2021)

QEC dikembangkan, diuji, dimodifikasi, dan divalidasi berdasarkan simulasi dan aktivitas nyata. Cakupan aktivitas meliputi manual material handling, aktivitas repetitif, pekerjaan statis maupun dinamis, pekerjaan yang dilakukan dengan posisi duduk maupun posisi berdiri, dan aktivitas yang memerlukan sedikit penglihatan maupun frekuensi penglihatan yang banyak. Tujuan dikembangkannya QEC (David et al., 2005 dalam (Putri, 2017)) antara lain:

1. Mengamati perubahan tingkat risiko sebelum dan setelah dilakukan intervensi ergonomi.
2. Melibatkan 2 pihak yaitu pengamat (*observer*) dan pekerja (*worker*) dalam melakukan *assessment* dan mengidentifikasi kemungkinan perubahan yang dilakukan.
3. Memberikan pendidikan kepada pekerja, *engineer*, desainer, dan praktisi kesehatan dan keselamatan kerja tentang pentingnya risiko *musculoskeletal* di lingkungan kerja.
4. Membandingkan risiko antara 2 pekerja yang melakukan aktivitas yang sama maupun berbeda.
5. Membantu praktisi kesehatan dan keamanan dalam mengidentifikasi keluhan *musculoskeletal*.
6. Dapat digunakan untuk mengevaluasi tingkat eksposur dari setiap pekerjaan untuk daerah tubuh berbeda.
7. Memberikan saran tindakan yang dapat mengurangi penyebab keluhan *musculoskeletal*.
8. Membantu mendidik praktisi maupun pekerja tentang risiko *musculoskeletal* di tempat kerja.

Penggunaan QEC terdiri dari beberapa prosedur dan tahapan yang harus dilalui. Tahapan ini terdiri enam tahapan yaitu membangun prioritas, melakukan *assessment*, interpretasi pertanyaan QEC, memberikan skor, interpretasi skor, dan intervensi serta *reassessment*. lingkungan kerja dapat dilakukan dengan cepat.

Fungsi utama dari penggunaan QEC. Fungsi utamanya yaitu:

1. Membantu praktisi kesehatan dan keamanan dalam mengidentifikasi keluhan *musculoskeletal*.
2. Dapat digunakan untuk mengevaluasi tingkat eksposur dari setiap pekerjaan untuk daerah tubuh berbeda.
3. Memberikan saran tindakan yang dapat mengurangi penyebab keluhan *musculoskeletal*.
4. *musculoskeletal*.
5. Membantu mendidik praktisi maupun pekerja tentang risiko *musculoskeletal* di tempat kerja (Li , 2001 dalam (Putri, 2017))
- 6.

Adapun tahap-tahap penilaian dengan menggunakan metode *Quick Exposure Checklist* (QEC) yaitu sebagai berikut (Ilman, dkk, 2013) dalam (Hafidzah, 2018):

- a. Mengumpulkan data-data kuesioner yang diisi oleh pengamat dan juga operator.
- b. Mengolah data kuesioner yang telah diambil untuk menghitung exposure score pada setiap anggota tubuh yang diamati yaitu punggung, bahu/lengan, pergelangan tangan, dan leher menggunakan lembar penilaian skor QEC. Tingkat risiko terjadinya cedera pada anggota tubuh berdasarkan dari nilai *exposure score*
- c. Hasil dari *total exposure* ini kemudian akan digunakan untuk menghitung nilai *exposure level* .
- d. Menghitung *exposure level* untuk menentukan tindakan apa yang dilakukan berdasarkan dari hasil perhitungan *total exposure score*. Tindakan yang harus diambil berdasarkan nilai yang dihasilkan dalam perhitungan *exposure level*

Penilaian Peneliti

Penilaian beban untuk punggung

1. Postur punggung (A1-A3)

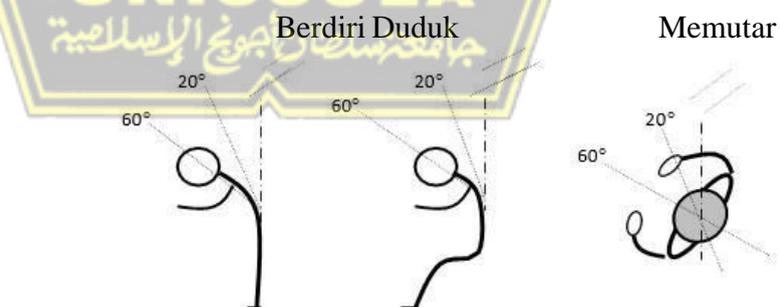
Punggung dapat disebut mendekati netral (level A1) jika posisi punggung pekerja bekerja secara *fleksi/ekstensi*, memutar, atau menyamping dengan posisi sudut kurang dari 20° , hal ini dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Postur Punggung Mendekati Netral

Sumber: (Nugroho, 2010)

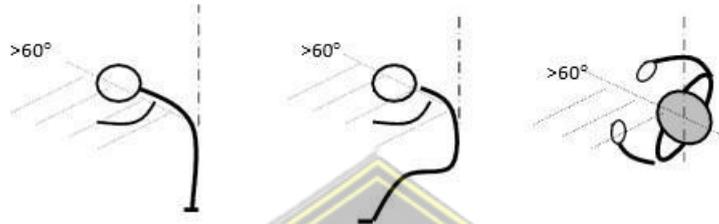
Punggung dapat disebut agak memutar atau membungkuk (level A2) jika posisi punggung pekerja bekerja secara *fleksi/ekstensi*, memutar, membungkuk atau menyamping dengan posisi sudut lebih dari 20° tetapi kurang dari 60° , hal ini dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 2.2 Postur Punggung agak Membungkuk atau Memutar

Sumber: (Nugroho, 2010)

Punggung dapat disebut terlalu memutar atau membungkuk (level A3) jika posisi punggung pekerja bekerja secara fleksi/ekstensi, memutar, membungkuk atau menyamping dengan posisi sudut lebih dari dari 60° (atau mendekati 90°), hal ini dapat dilihat pada gambar 2.3



Gambar 2.3 Postur Punggung Terlalu Membungkuk atau Memutar

Sumber: (Nugroho, 2010)

2. Pergerakan punggung (B1-B5)

Untuk pekerjaan selain manual material handling, seperti pekerjaan statis (duduk) atau pekerjaan yang berulang. B1 bila pekerjaan tidak statis B2 bila pekerjaan statis. Untuk pekerjaan manual material handling. Hal ini menunjukkan seberapa sering seorang pekerja membungkuk atau memutar ketika bekerja. B3 bila jarang (kurang dari 4 kali tiap menit) B4 bila sering (sekitar 8 kali per menit) B5 bila sangat sering (12 kali atau lebih per menit)

3. Penilaian beban untuk bahu/lengan Postur bahu/lengan (C1-C3)

C1 bila lengan setinggi pinggang atau di bawah pinggang, C2 bila lengan setinggi dada, dan C3 bila lengan lebih tinggi dari bahu

4. Pergerakan bahu/lengan (D1-D3)

D1 bila jarang (pergerakan yang terkadang dilakukan) D2 bila sering (pergerakan yang selalu dilakukan) D3 bila sangat sering (pekerjaan yang hampir terus menerus dilakukan)

5. Penilaian beban untuk pergelangan tangan (E1-E2)

Penilaian dilakukan selama kegiatan yang berkaitan dengan posisi terburuk pada pergelangan tangan. Hal ini meliputi gerakan fleksi/ekstensi, memutar. Pergelangan tangan disebut mendekati lurus

(Level E1) jika sudut rentang sudut kecil ($<15^{\circ}$) dari posisi netral pergelangan tangan, gambar 2.19 (a). Jika tidak maka postur pergelangan tangan dalam posisi menyimpang atau memutar, gambar 2.19 (b).



(b)

Gambar 2.4 Pergelangan Tangan (a) Mendekati lurus, (b) Memutar atau Menimpang

Sumber: (Nugroho, 2010)

6. Pergerakan pergelangan tangan (F1-F3)

Penilaian ini menunjukkan durasi pola pergerakan pada pergelangan tangan dan lengan bawah, seperti pergerakan pada jari. Gerakan berulang dengan pola yang sama dihitung per menit. F1 jika pergerakan 0-10 kali per menit F2 jika pergerakan 11-20 kali per menit. F3 jika pergerakan lebih dari 20 kali permenit

7. Penilaian beban pada leher

Leher dapat disebut sangat memutar jika gerak memutar atau menunduk berada dalam sudut yang lebih dari 20° atau cenderung mendekati punggung. G1 jika posisi leher tidak menunduk/ memutar, G2 jika posisi leher terkadang menunduk/ memutar, dan G3 jika posisi leher sering menunduk/ memutar

Penilaian oleh Pekerja

Setelah penilaian peneliti dibuat, langkah selanjutnya adalah pengisian kuisisioner yang dilakukan oleh pekerja. Sedangkan peneliti menjelaskan kepada pekerja jika dibutuhkan. Penilaian oleh pekerja antara lain:

1. Berat maksimum yang ditangani (H1-H4)

Pertanyaan tersebut mengacu kepada berat beban yang diterima pekerja dan bukan berat maksimum yang ditangani di dalam pekerjaan yang bersangkutan maupun beban maksimum yang ditangani dengan menggunakan peralatan.

Persepsi pekerja akan beban kerja berbeda dengan kategori beban sebenarnya, sebagai contoh beban kerja yang ringan akan menjadi berat apabila diikuti gerakan menjangkau. Berat beban yang sesungguhnya dapat diukur jika diperlukan, hal tersebut dilakukan untuk menginformasikan beberapa intrvensi yang bisa dilakukan. Akan tetapi, ukuran tersebut sebaiknya hanya digunakan suplemen dari exposure assessment dan bukan menggantikan assessment beban kerja yang diterima oleh pekerja yang bersangkutan.

2. Waktu yang diperlukan untuk kerja (I1-I3)

Pertanyaan ini berguna untuk mendapatkan informasi mengenai jumlah waktu per hari kerja untuk melakukan aktivitas yang bersangkutan.

3. Besar gaya maksimum (J1-J3)

Pertanyaan pada bagian ini mengacu kepada beban maksimum yang diterima oleh satu tangan ketika melakukan kerja. Meskipun pekerjaan yang bersangkutan dilakukan dengan dua tangan, mintalah kepada pekerja yang bersangkutan untuk melakukannya dengan menggunakan satu tangan.

Pengukuran besarnya gaya yang terlibat dapat dilakukan oleh observer untuk menyampaikan intervensi yang bisa dilakukan. Akan tetapi sebaiknya informasi tersebut hanya digunakan sebagai suplemen saja dan bukan menggantikan besarnya gaya yang diterima pekerja untuk melakukan aktivitas yang bersangkutan.

4. *Visual demand* (K1-K3)

Pada bagian ini berisi pertanyaan tentang aktivitas pengelihatannya yang diperlukan untuk melakukan aktivitas yang bersangkutan. Jika permintaan visual tinggi maka perlu keterangan tambahan terkait dengan aktivitas yang dilakukan. Catat keterangan tambahan tersebut pada bagian bawah *form*.

5. *Driving* (L1-L3)

Pertanyaan pada bagian ini menyelidiki efek vibrasi pada bagian tubuh secara keseluruhan yang mungkin terjadi dari pengaruh mengemudi kendaraan selama bekerja. Pekerja diminta untuk memperkirakan waktu yang diperlukan oleh seorang pekerja untuk mengemudikan kendaraan dalam setiap hari kerja. Jika pekerja tidak melakukan aktivitas mengemudi, maka

jangan biarkan jawaban kosong, berikan tanda pada opsi jawaban MI. Pertanyaan ini hanya mengacu pada aktivitas mengemudi selama bekerja bukan aktivitas mengemudi dari dan menuju tempat kerja.

6. *Vibration* (M1-M3)

Pertanyaan pada bagian ini menyelidiki tentang getaran pada bagian tangan dan lengan yang ditimbulkan dari penggunaan alat-alat yang bergetar selama bekerja. Pekerja diminta untuk menghitung waktu yang diperlukan untuk menggunakan alat yang bergetar tersebut selama satu hari kerja. Jika pekerja tidak menggunakan alat yang bergetar selama bekerja, maka jangan biarkan jawaban kosong, berikan tanda pada opsi jawaban MI.

7. *Workpace* (N1-N3)

Pertanyaan pada bagian ini berisi tingkat kesulitan yang dialami pekerja selama melakukan aktivitasnya. Jika pekerja sering merasakan kesulitan dalam melakukan pekerjaan yang bersangkutan maka perlu keterangan tambahan dari pekerja yang bersangkutan. Catat keterangan tambahan tersebut pada tempat yang disediakan pada bagian bawah lembar pengamatan.

8. *Stress* (O1-O4)

Pada bagian ini berisi tentang tingkat tekanan yang dialami pekerja dalam melakukan pekerjaannya. Jika pekerja sering mengalami tekanan dalam bekerja, maka perlu keterangan tambahan pada aspek tersebut. Catat keterangan tambahan tersebut pada tempat yang disediakan pada bagian bawah lembar pengamatan.

Total penilaian beban dapat dihitung dengan mengkombinasikan penilaian dari peneliti (A_G) dan pekerja (H_P). Kombinasi dari skor QEC ditunjukkan pada tabel

Tabel 2.4 Kombinasi Skor QEC

Punggung	
Posisi Punggung (A)	Beban (H)
Posisi Punggung (A)	Durasi (I)
Durasi (I)	Beban (H)
Posisi Statis (B)	Durasi (I)
Frekuensi (B)	Beban (H)
Frekuensi (B)	Durasi (I)
Bahu/Lengan	
Tinggi (C)	Beban (H)
Tinggi (C)	Durasi (I)
Durasi (I)	Beban (H)
Frekuensi (D)	Beban (H)
Frekuensi (D)	Durasi (I)
Pergelangan Tangan	
Gerakan Berulang (F)	Kekuatan (J)
Gerakan Berulang (F)	Durasi (I)
Durasi (I)	Kekuatan (J)
Posisi Pergelangan Tangan (E)	Kekuatan (J)
Posisi Pergelangan Tangan (E)	Durasi (I)
Leher	
Posisi Leher (G)	Durasi (I)
Kebutuhan Visual (K)	Durasi (I)
Mengemudi (L)	
Getaran (M)	
Kecepatan Bekerja (N)	
Stress (O)	

Sumber : (Pangaribuan, 2009)

Exposure level (E) dihitung berdasarkan persentase antara total skor aktual exposure (X) dengan total skor maksimum (X_{maks}) yaitu (Putri, 2017):

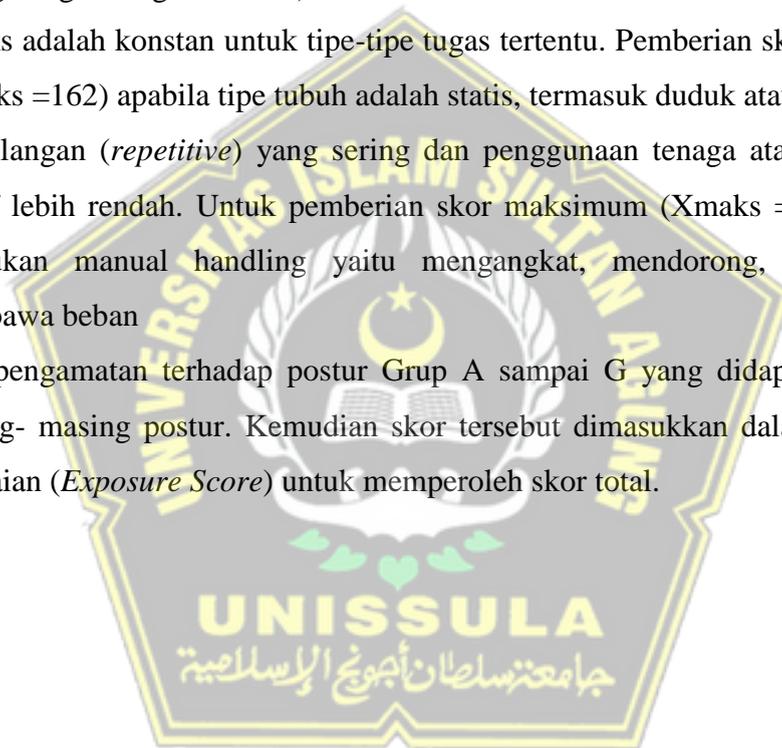
$$E (\%) = \frac{X}{X_{maks}} \times 100\%$$

X = total skor yang diperoleh dari penilaian terhadap postur (punggung + bahu/lengan+ pergelangan tangan + leher)

X_{maks} = total skor maksimum untuk postur kerja (punggung + bahu/lengan + pergelangan tangan + leher)

X_{maks} adalah konstan untuk tipe-tipe tugas tertentu. Pemberian skor maksimum (X_{maks} =162) apabila tipe tubuh adalah statis, termasuk duduk atau berdiri tanpa pengulangan (*repetitive*) yang sering dan penggunaan tenaga atau beban yang relatif lebih rendah. Untuk pemberian skor maksimum (X_{maks} = 176) apabila dilakukan manual handling yaitu mengangkat, mendorong, menarik dan membawa beban

Dari pengamatan terhadap postur Grup A sampai G yang didapat skor untuk masing- masing postur. Kemudian skor tersebut dimasukkan dalam tabel Skor Penilaian (*Exposure Score*) untuk memperoleh skor total.



Tabel 2.5 Interpretasi Skor

Skor	<i>Exposure Level</i>			
	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
Punggung (statis)	8-15	16-22	23-39	29-40
Punggung (Dinamis)	10-20	21-30	31-40	41-56
Lengan atau Bahu	10-20	21-30	31-40	41-56
Pergelangan tangan	10-20	21-30	31-40	41-46
Leher	4-6	8-10	12-14	16-28

Sumber: (David et al, 2005 dalam (Putri, 2017))

Untuk mengevaluasi postur tubuh saat bekerja maka skor total hasil dari tahap 2 kemudian dikategorikan sesuai dengan tabel 1.14 . Nilai level tindakan QEC. Dari hasil ini maka dapat diperoleh skor *exposure* yang dapat dijadikan paduan postur kerja yang berbahaya. Selain itu dari hasil pengkategorian skor total ini dapat diketahui kebutuhan tindakan apa yang seharusnya dilakukan, perbaikan itu butuh segera , secepatnya, atau dapat ditunda.

Tabel 2.6 Nilai Level Tindakan QEC

LEVELL TINDAKAN	PEERSENTASE SKORR	TINDAKAAN	TOTAAL SKORR EXPOSURE
1	0-40%	AMAN	32- 70
2	41-50%	DIPERLUKAN BEBERAPA WAKTU KE DEPAN	71- 88
3	51-70%	TINDAKAN DALAM WAKTU DEKAT	89- 123
4	71-100%	TINDAKAN SEKARANG JUGA	124- 176

Sumber: (David et al, 2005 dalam (Putri, 2017))

2.2.10 RULA (*RAPID UPPER LIMBS ASSESSMENT*)

RULA pertama kali dikembangkan oleh Dr. Lynn McAtamney dan Dr. Nigel Corlet dari Universitas Nottingham. Metode ini tidak membutuhkan peralatan khusus dalam penetapan untuk menilai postur leher, punggung, dan lengan atas. Metode ini sudah dikembangkan dalam industri garmen, di mana pengukuran dilakukan pada operator yang melakukan tugas-tugasnya, termasuk memotong pada saat berdiri pada meja pemotong, menjalankan mesin dengan menggunakan salah satu mesin jahit, kliping, operasi pengawasan dan pengepakan.

Metode ini menggunakan gambar postur tubuh dan tiga tabel untuk memberikan evaluasi paparan terhadap faktor-faktor resiko. Faktor tersebut menurut McPhee disebut sebagai faktor beban eksternal (*external load factor*) (McPhee, 1987 dalam (Mardiyanto, 2008)).

Hal ini mencakup:

- Jumlah gerakan
- Kerja otot statis
- Kekuatan atau tenaga
- Postur-postur kerja yang digunakan
- Waktu yang digunakan tanpa adanya istirahat

RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) merupakan salah satu metode analisis postur kerja yang secara khusus digunakan untuk meneliti dan menginvestigasi gangguan pada tubuh bagian atas (S. Hanifah, 2019).

Metode ini menggunakan diagram body postures dan empat tabel penilaian yang disediakan untuk mengevaluasi postur kerja yang berbahaya dalam siklus pekerjaan tersebut. Melalui metode ini akan didapatkan nilai batasan maksimum dan berbagai postur pekerja, nilai batasan tersebut berkisar antara nilai 1 – 7 (Dzikrillah and Yuliani, 2017)

Empat fungsi utama dari RULA adalah :

- a. Menghitung risiko pada *musculoskeletal*, biasanya sebagai bagian dari investigasi risiko ergonomi.
- b. Membandingkan beban *musculoskeletal* yang ada dan modifikasi desain kerja
- c. Mengevaluasi hasil seperti produktivitas atau keserasian peralatan.
- d. Mendidik pekeja tentang risiko pada *musculoskeletal* yang diciptakan dari perbedaan postur kerja. (Selvianti, 2019)

Penilaian menggunakan RULA memiliki 3 tahapan pengembangan, yaitu:

1. Identifikasi dan Pencatatan Postur Kerja.

Tubuh dibagi menjadi dua grup yaitu, grup A yang terdiri dari lengan atas (*upper arm*), lengan bawah (*lower arm*), pergelangan tangan (*wrist*), putaran pergelangan tangan (*wrist twist*) dan grup B yang terdiri dari leher (*neck*), punggung (*trunk*), dan kaki (*legs*). Hal ini memastikan bahwa seluruh postur tubuh dicatat sehingga postur kaki, badan, dan leher yang terbatas yang mungkin mempengaruhi postur tubuh bagian atas dapat masuk dalam pemeriksaan.

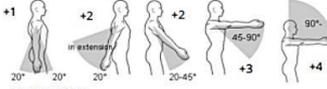
2. Pemberian Skor
3. Penentuan Level Tindakan
4. Skala level tindakan yang menyediakan sebuah pedoman pada tingkat resiko untuk mendorong penilaian yang berkaitan dengan analisis yang didapat (S. Hanifah, 2019)

Berikut gambar 2.1 yang menampilkan tabel penilaian metode RULA

ERGONOMICS P.L.U.S. **RULA Employee Assessment Worksheet** Task Name: _____ Date: _____

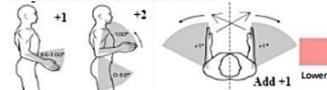
A. Arm and Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position:



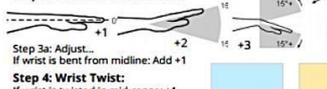
Step 1a: Adjust...
 If shoulder is raised: +1
 If upper arm is abducted: +1
 If arm is supported or person is leaning: -1

Step 2: Locate Lower Arm Position:



Step 2a: Adjust...
 If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

Step 3: Locate Wrist Position:



Step 3a: Adjust...
 If wrist is bent from midline: Add +1

Step 4: Wrist Twist:
 If wrist is twisted in mid-range: +1
 If wrist is at or near end of range: +2

Step 5: Look-up Posture Score in Table A:
 Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A.

Step 6: Add Muscle Use Score
 If posture mainly static (i.e. held >10 minutes). Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Step 7: Add Force/Load Score
 If load < 4.4 lbs. (intermittent): +0
 If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1
 If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2
 If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

Step 8: Find Row in Table C
 Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

Scores

Table A		Wrist Score			
Upper Arm	Lower Arm	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist
1	1	1	2	2	2
1	2	2	2	2	3
1	3	2	3	3	3
1	4	2	3	3	4
2	1	2	3	3	3
2	2	2	3	3	4
2	3	2	3	3	4
2	4	2	3	3	5
3	1	2	3	3	4
3	2	2	3	3	5
3	3	2	3	3	5
3	4	2	3	3	6
4	1	2	3	3	4
4	2	2	3	3	5
4	3	2	3	3	5
4	4	2	3	3	6
5	1	2	3	3	4
5	2	2	3	3	5
5	3	2	3	3	5
5	4	2	3	3	6
6	1	2	3	3	4
6	2	2	3	3	5
6	3	2	3	3	5
6	4	2	3	3	6

Table B: Trunk Posture Score

Neck Posture Score	1	2	3	4	5	6
1	1	2	3	4	5	6
2	2	3	4	5	6	7
3	3	4	5	6	7	8
4	4	5	6	7	8	9
5	5	6	7	8	9	9
6	6	7	8	9	9	9

Table C

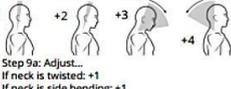
Wrist / Arm Score	Neck, Trunk, Leg Score	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	2	3	4	5	6	7
1	2	2	3	4	5	6	7	8
1	3	3	4	5	6	7	8	9
1	4	4	5	6	7	8	9	9
2	1	2	3	4	5	6	7	8
2	2	3	4	5	6	7	8	9
2	3	4	5	6	7	8	9	9
2	4	5	6	7	8	9	9	9
3	1	2	3	4	5	6	7	8
3	2	3	4	5	6	7	8	9
3	3	4	5	6	7	8	9	9
3	4	5	6	7	8	9	9	9
4	1	2	3	4	5	6	7	8
4	2	3	4	5	6	7	8	9
4	3	4	5	6	7	8	9	9
4	4	5	6	7	8	9	9	9
5	1	2	3	4	5	6	7	8
5	2	3	4	5	6	7	8	9
5	3	4	5	6	7	8	9	9
5	4	5	6	7	8	9	9	9

Table D: Final Score

Score	1-2	3-4	5-6	7
1-2	1-2	3-4	5-6	7
3-4	3-4	5-6	7	8
5-6	5-6	7	8	9
7	7	8	9	9

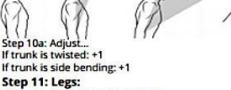
B. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position:



Step 9a: Adjust...
 If neck is twisted: +1
 If neck is side bending: +1

Step 10: Locate Trunk Position:



Step 10a: Adjust...
 If trunk is twisted: +1
 If trunk is side bending: +1

Step 11: Legs:
 If legs and feet are supported: +1
 If not: +2

Step 12: Look-up Posture Score in Table B:
 Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B.

Step 13: Add Muscle Use Score
 If posture mainly static (i.e. held >10 minutes). Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Step 14: Add Force/Load Score
 If load < 4.4 lbs. (intermittent): +0
 If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1
 If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2
 If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

Step 15: Find Column in Table C
 Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

Gambar 2.5 Penilaian metode RULA

Sumber : (McAtamney and Nigel Corlett, 1993)

Berikut cara perhitungan pada metode RULA secara bertahap antara lain sebagai berikut:

1. Tahap 1 : menentukan posisi lengan atas, dengan ketentuan sebagai berikut
 - a. Apabila lengan berada di antara -20 hingga 20 derajat, maka skor = +1
 - b. Apabila lengan berada lebih dari -20 derajat, maka skor = +2
 - c. Apabila lengan berada di antara 20 hingga 45 derajat, maka skor = +2
 - d. Apabila lengan berada di antara 45 hingga 90 derajat, maka skor = +3
 - e. Apabila lengan berada lebih dari 90 derajat, maka skor = +4

Adapun tambahan kondisi sebagai berikut:

- a. Apabila bahu terangkat, maka skor = +1
 - b. Apabila lengan terangkat menyamping maka skor = +1
 - c. Apabila lengan mendapatkan alat bantu atau terdapat dukungan maka skor = -1
2. Tahap 2 : menentukan posisi lengan bawah, dengan ketentuan sebagai berikut

a. Apabila lengan bawah berada di antara 60 hingga 100 derajat, maka skor = +1

b. Apabila lengan bawah berada di antara 0 hingga 50 derajat, maka skor = +2

c. Apabila lengan bawah berada lebih dari 100 derajat, maka skor = +2
Adapun tambahan kondisi sebagai berikut:

a. Apabila lengan bawah menyilang maka skor = +1

3. Tahap 3 : menentukan posisi pergelangan tangan, dengan ketentuan sebagai berikut

a. Apabila pergelangan tangan lurus / sejajar dengan lengan bawah, maka skor = +1

b. Apabila lengan berada di antara 15 derajat *ke bawah* hingga 15 derajat keatas, maka skor = +2

c. Apabila lengan melebihi 15 derajat, maka skor = +3

Adapun tambahan kondisi sebagai berikut:

a. Apabila posisi pergelangan menyamping dari garis lurus, maka skor = +1

4. Tahap 4 : menentukan posisi perputaran pergelangan tangan, dengan ketentuan sebagai berikut

a. Apabila pergelangan berputar dengan jarak menengah, maka skor = +1

b. Apabila lengan berputar hingga mendekati atau sampai ujung perputaran = +2

5. Tahap 5: temukan skor postur pada tabel A.

Table A		Wrist Score							
		1		2		3		4	
Upper Arm	Lower Arm	Wrist Twist							
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Gambar 2. 6 Tabel Skor Tubuh A

6. Tahap 6 : menentukan skor penggunaan otot tubuh bagian lengan, dengan ketentuan sebagai berikut
 - a. Apabila posisi berulang sebanyak 4 kali permenit atau posturtubuh statis / diam maka skor = +1
7. Tahap 7 : menentukan skor penambahan beban tubuh bagian lengan, dengan ketentuan sebagai berikut.
 - a. Apabila kurang dari 4,4 pon maka skor = +0
 - b. Apabila beban di antara 4,4 hingga 22 pon maka skor = +1
 - c. Apabila beban di antara 4,4 hingga 22 pon (posisi diam/berulang)pon maka skor = +2
 - d. Apabila beban lebih dari 22 pon, maka skor = +3
8. Tahap 8 : totalkan jumlah skor pada tabel a + skor penggunaan otot lengan + skor penggunaan beban
9. Tahap 9 : menentukan skor postur leher, dengan ketentuan sebagai berikut
 - a. Apabila leher berada di antara 0 hingga 10 derajat, maka skor = +1
 - b. Apabila leher berada di antara 10 hingga 20 derajat, maka skor = +2

- c. Apabila posisi leher berada diatas 20 derajat, maka skor = +3
- d. Apabila posisi leher *ke belakang*, maka skor = + 4Adapun tambahan kondisi sebagai berikut:
 - a. Apabila leher berputar, maka skor = +1
 - b. Apabila leher menyamping, maka skor = +1
10. Tahap 10: menentukan skor tulang belakang, dengan ketentuan sebagai berikut
 - a. Apabila posisi punggung tegak lurus, maka skor = +1
 - b. Apabila membungkuk antara 0 hingga 20 derajat, maka skor = +2
 - c. Apabila membungkuk antara 20 hingga 60 derajat, maka skor = + 3
 - d. Apabila punggung membungkuk melebihi 60 derajat maka skor = +4
11. Tahap 11: menentukan skor penggunaan kaki, dengan ketentuan sebagai berikut
 - a. Apabila kaki mendapat alat dukungan, maka skor = +1
 - b. Apabilai kaki tidak mendapat alat dukungan, maka skor = +2
12. Tahap 12: temukan skor postur pada tabel B

Neck Posture Score	Table B: Trunk Posture Score											
	1		2		3		4		5		6	
	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs
1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
2	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
3	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
4	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
5	4	5	5	6	6	7	7	7	7	8	8	8
6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

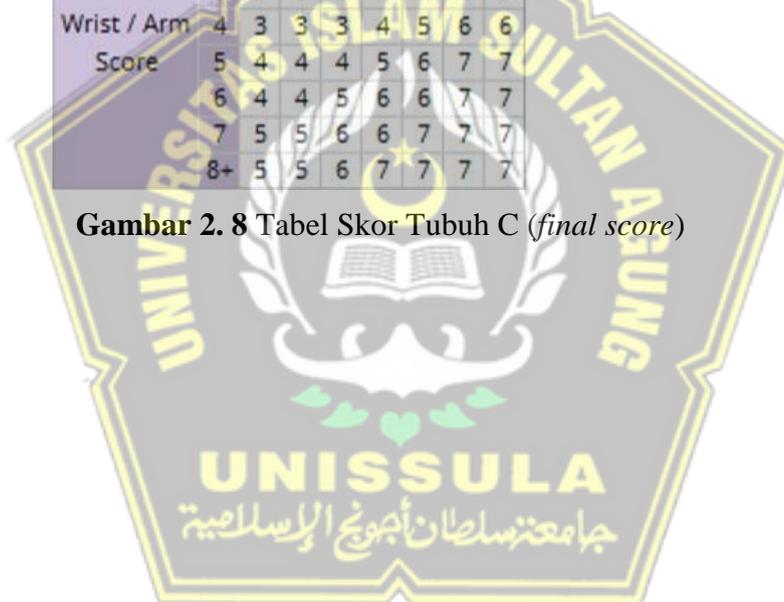
Gambar 2. 7 Tabel Skor Tubuh B

13. Tahap 13:menentukan skor penggunaan otot tubuh bagian bawah,dengan ketentuan sebagai berikut
 - a. Apabila posisi berulang sebanyak 4 kali permenit atau posturtubuh statis / diam maka skor = +1
14. Tahap 14 : menentukan skor penambahan beban tubuh bagian tulang belakang, dengan ketentuan sebagai berikut.

- a. Apabila kurang dari 4,4 pon maka skor = +0
 - b. Apabila beban di antara 4,4 hingga 22 pon maka skor = +1
 - c. Apabila beban di antara 4,4 hingga 22 pon (posisi diam/berulang)pon maka skor = +2
 - d. Apabila beban lebih dari 22 pon, maka skor = +3
15. Tahap terakhir : temukan skor akhir RULA berdasarkan tabel C

Table C	Neck, Trunk, Leg Score							
	1	2	3	4	5	6	7+	
Wrist / Arm Score	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8+	5	5	6	7	7	7	7

Gambar 2. 8 Tabel Skor Tubuh C (*final score*)



3. Penentuan Level Tindakan

Skala level tindakan yang menyediakan sebuah pedoman pada tingkat resiko yang ada dan dibutuhkan untuk mendorong penilaian yang lebih detail berkaitan dengan analisis yang didapat.

Tabel 2.7 Kategori Tindakan Berdasarkan *Grand Score*

Action level	Skor	Tindakan
1	1 - 2	Postur dapat diterima selama tidak dijaga atau berulang untuk waktu yang lama
2	3 - 4	Penyelidikan lebih jauh dibutuhkan dan mungkin saja perubahan diperlukan
3	5 - 6	Penyelidikan dan perubahan dibutuhkan segera
4	7	Penyelidikan dan perubahan dibutuhkan sesegera mungkin (mendesak)

Sumber : (McAtamney and Nigel Corlett, 1993)

2.2.11 Proses Perancangan dengan menggunakan tahapan NIDA

Langkah-langkah yang digunakan dalam perancangan alat bantu atau fasilitas kerja pada penelitian ini adalah NIDA yaitu *Need, Idea, Decision, and Action*. Tahapan perancangan menggunakan metode tersebut adalah sebagai berikut (Nurmianto (2008) dalam (Kusumo and Pudjiantoro, 2020):

1. Identifikasi Kebutuhan Pengguna (*Need*)

Tahap pertama perancangan dengan menetapkan dan mengidentifikasi kebutuhan pengguna berkaitan dengan alat yang perlu dirancang. Penjabaran kebutuhan pelanggan diperoleh dari hasil keluhan dan keinginan pekerja.

2. Pembangkitan Ide dalam Perancangan (*Idea*)

Idea merupakan hasil dari penjabaran kebutuhan pekerja yaitu pembangkitan berbagai gagasan alternatif untuk memenuhi kebutuhan pekerja.

3. Pengambilan Keputusan Rancangan Produk (*Decision*)

Keputusan rancangan produk diambil berdasarkan penilaian dan analisa terhadap alternatif yang ada sehingga perancang dapat memutuskan alternatif

terbaik.

4. Pembuatan Rancangan Fasilitas Kerja (*Action*)

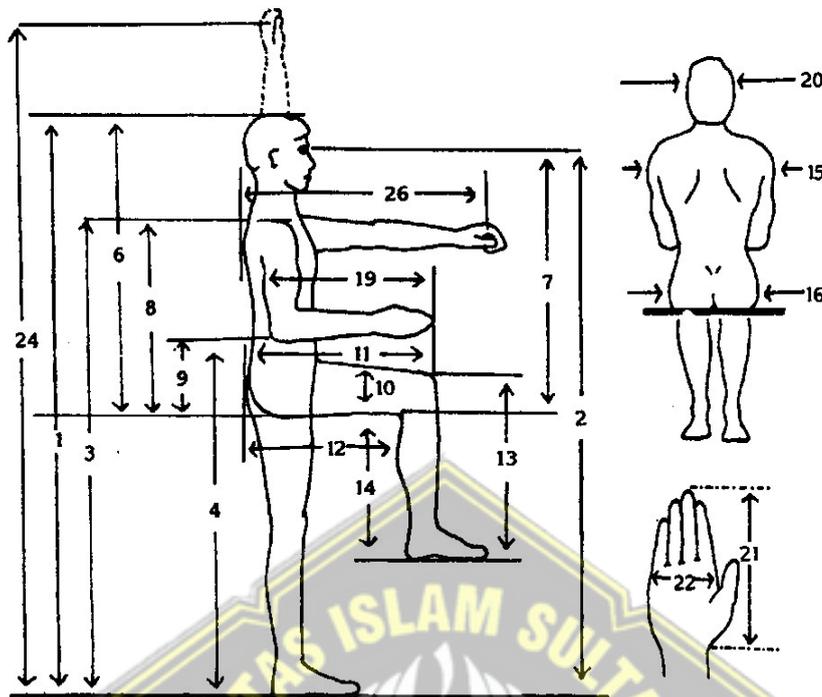
Tahap pembuatan rancangan merupakan penerapan dari hasil keputusan yang diambil.

Dalam membuat suatu rancangan alat bantu, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu (Nurmianto, 2008 dalam (Kusumo and Pudjiantoro, 2020)):

- Analisa teknik mengenai teknis rancangan seperti ketahanan dan kekerasan
- Analisa ekonomi, merupakan perbandingan biaya yang harus dikeluarkan dan manfaat yang diperoleh.
- Analisa legalisasi, mengenai tatanan hukum dan hak cipta.
- Analisa pemasaran, yaitu terkait jalur distribusi produk/hasil rancangan sehingga berhasil sampai ke *end customer*.
- Analisa nilai terkait dengan identifikasi ongkos yang tidak perlu.

2.2.12 Pengukuran Data *Anthropometri*

Pengukuran data *anthropometri* dibagi menjadi dua yaitu pengukuran dimensi statis dan pengukuran dimensi dinamis. Pengukuran dimensi statis mencakup seluruh anggota tubuh dalam posisi standar dan diam baik dalam posisi berdiri maupun duduk sedangkan pengukuran dimensi dinamis merupakan dimensi tubuh yang diukur dalam kondisi kerja atau adanya pergerakan yang dibutuhkan dalam suatu kerja (Hari Purnomo, 2013 dalam (Syahabuddin, Hildayanti and Kara, 2019)).



Gambar 2.9 Anthropometri untuk Perancangan Produk atau Fasilitas

Sumber: Wignjosoebroto S., 1995 dalam (Putri, 2017)

Keterangan gambar di atas, yaitu:

- 1 : Dimensi tinggi tubuh dalam posisi tegak (dari lantai sampai dengan ujung kepala).
- 2: Tinggi mata dalam posisi berdiri tegak.
- 3: Tinggi bahu dalam posisi berdiri tegak.
- 4: Tinggi siku dalam posisi berdiri tegak (siku tegak lurus).
- 5: Tinggi kepalan tangan yang terjulur lepas dalam posisi berdiri tegak (dalam gambar tidak ditunjukkan).
- 6: Tinggi tubuh dalam posisi duduk (*diukur* dari alas tempat duduk pantat sampai dengan kepala).
- 7: Tinggi mata dalam posisi duduk.
- 8: Tinggi bahu dalam posisi duduk.
- 9: Tinggi siku dalam posisi duduk (siku tegak lurus).
- 10: Tebal atau lebar paha.

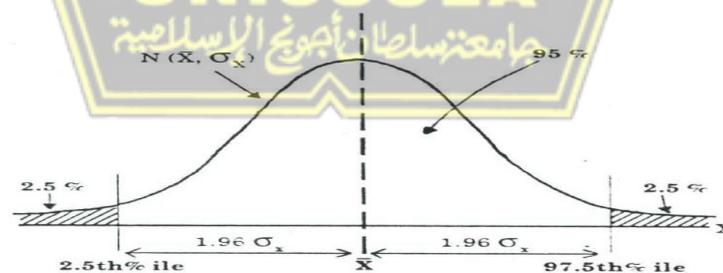
- 11: Panjang paha yang *diukur* dari pantat sampai dengan. ujung lutut.
- 12: Panjang paha yang *diukur* dari pantat sampai dengan bagian belakang dari lutut betis.
- 13: Tinggi lutut yang bisa *diukur* baik dalam posisi berdiri ataupun duduk.
- 14: Tinggi tubuh dalam posisi duduk yang *diukur* dari lantai sampai dengan paha.
- 15: Lebar dari bahu (bisa *diukur* baik dalam posisi berdiri ataupun duduk).
- 16: Lebar pinggul ataupun pantat.
- 17: Lebar dari dada dalam keadaan membusung (tidak tampak ditunjukkan dalam gambar).
- 18: Lebar perut.
- 19: Panjang siku yang *diukur* dari siku sampai dengan ujung jari-jari dalam posisi siku tegak lurus.
- 20: Lebar kepala.
- 21: Panjang tangan *diukur* dari pergelangan sampai dengan ujung jari.
- 22: Lebar telapak tangan.
- 23: Lebar tangan dalam posisi tangan terbentang lebar kesamping kiri kanan (tidak ditunjukkan dalam gambar).
- 24: Tinggi jangkauan tangan dalam posisi berdiri tegak.
- 25: Tinggi jangkauan tangan dalam posisi duduk tegak.
- 26: Jarak jangkauan tangan yang terjulur *ke depan diukur* dari bahu sampai dengan ujung jari tangan.
- 27: Tinggi dalam posisi berdiri dari ujung kaki hingga pantat bagian bawah

2.2.13 Aplikasi Distribusi Normal dalam Penetapan Data *Anthropometri*

Penerapan data *anthropometri*, distribusi yang umum digunakan adalah distribusi normal (Nurmianto, 1996 dalam (Arta, 2011)). Dalam statistik, distribusi normal dapat diformulasikan berdasarkan nilai rata-rata (\bar{x}) dan standar deviasi (σ) dari data yang ada. Nilai rata-rata dan standar deviasi yang ada dapat ditentukan *percentile* sesuai tabel probabilitas distribusi normal (Arta, 2011).

Adanya berbagai variasi yang cukup luas pada ukuran tubuh manusia secara perorangan, maka besar “nilai rata-rata” menjadi tidak begitu penting bagi perancang. Hal yang justru harus diperhatikan adalah rentang nilai yang ada. Secara statistik sudah diketahui bahwa data pengukuran tubuh manusia pada berbagai populasi akan terdistribusi dalam grafik sedemikian rupa sehingga data- data yang bernilai kurang lebih sama akan terkumpul di bagian tengah grafik, sedangkan data- data dengan nilai penyimpangan ekstrim akan terletak di ujung- ujung grafik. Merancang untuk kepentingan keseluruhan populasi sekaligus merupakan hal yang tidak praktis (Nurmianto, 1996 dalam (Arta, 2011)). Berdasarkan uraian tersebut, maka kebanyakan data *anthropometri* disajikan dalam bentuk persentil.

Pemakaian nilai-nilai persentil yang umum diaplikasikan dalam perhitungan data *anthropometri* dijelaskan pada gambar 2.10 dan dalam tabel 2.8 di bawah ini (Nurmianto, 1996 dalam (Arta, 2011))



Gambar 2.10 Distribusi normal dengan data anthropometry

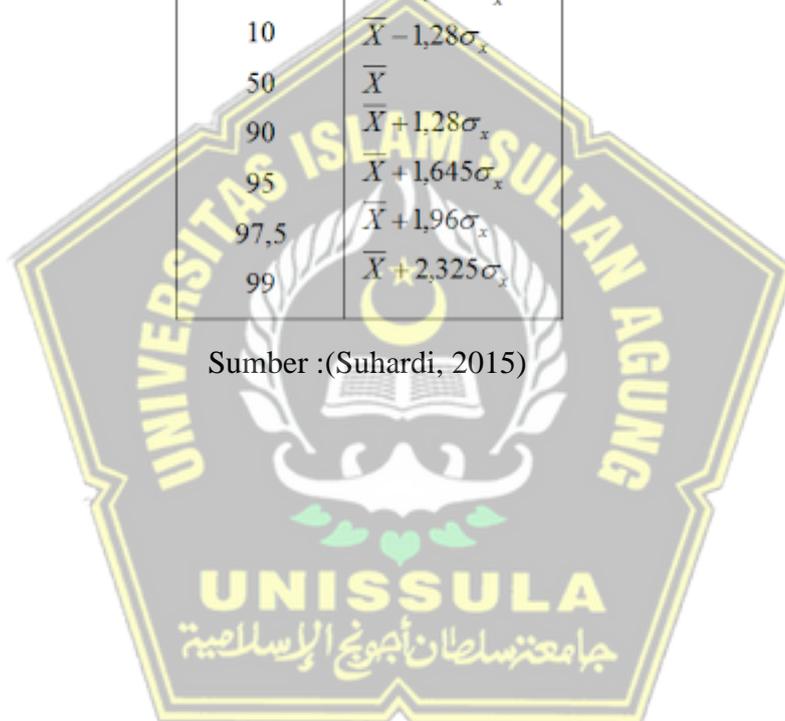
Sumber : (Nurmianto, 1996 dalam (Arta, 2011))

Dengan persentil, maka yang dimaksud disini adalah suatu nilai yang menunjukkan prosentase tertentu dari orang yang memiliki ukuran pada atau di bawah nilai tersebut. Pemakaian nilai-nilai yang umum diaplikasikan dalam perhitungan data *anthropometri* dapat dijelaskan dalam Tabel 1.18 di bawah ini.

Tabel 2.8 Perhitungan Persentil

Persentil	Perhitungan
1	$\bar{X} - 2,325\sigma_x$
2,5	$\bar{X} - 1,96\sigma_x$
5	$\bar{X} - 1,645\sigma_x$
10	$\bar{X} - 1,28\sigma_x$
50	\bar{X}
90	$\bar{X} + 1,28\sigma_x$
95	$\bar{X} + 1,645\sigma_x$
97,5	$\bar{X} + 1,96\sigma_x$
99	$\bar{X} + 2,325\sigma_x$

Sumber : (Suhardi, 2015)



2.2. 14 Aplikasi Data *Anthropometri* dalam Perancangan Produk

Penggunaan data *anthropometri* dalam penentuan ukuran produk harus mempertimbangkan prinsip-prinsip di bawah ini agar produk yang dirancang bisa sesuai dengan ukuran tubuh pengguna (Wignjosoebroto, 1995 dalam (Arta, 2011)) yaitu :

- Prinsip perancangan produk bagi individu dengan ukuran ekstrim Rancangan produk dibuat agar bisa memenuhi 2 sasaran produk yaitu :
 - Sesuai dengan ukuran tubuh manusia yang mengikuti klasifikasi ekstrim.
 - Tetap bisa digunakan untuk memenuhi ukuran tubuh yang lain (mayoritas dari populasi yang ada)
- Berkaitan dengan aplikasi data *anthropometri* yang diperlukan dalam proses perancangan produk ataupun fasilitas kerja, beberapa rekomendasi yang bisa diberikan sesuai dengan langkah-langkah (Wignjosoebroto, 1995 dalam (Arta, 2011)), sebagai berikut:
 - Pertama kali terlebih dahulu harus ditetapkan anggota tubuh yang mana yang nantinya difungsikan untuk mengoperasikan rancangan tersebut,
 - Tentukan dimensi tubuh yang penting dalam proses perancangan tersebut, dalam hal ini juga perlu diperhatikan apakah harus menggunakan data *structural body dimension* ataukah *functional body dimension*,
 - Selanjutnya tentukan populasi terbesar yang harus diantisipasi, diakomodasikan dan menjadi target utama pemakai rancangan produk tersebut,
 - Tetapkan prinsip ukuran yang harus diikuti semisal apakah rancangan rancangan tersebut untuk ukuran individual yang ekstrim, rentang ukuran yang fleksibel atau ukuran rata-rata,
 - Pilih persentil populasi yang harus diikuti; ke-5, ke-50, ke-95 atau nilai persentil yang lain yang dikehendaki.

Setiap dimensi tubuh yang diidentifikasi selanjutnya pilih atau tetapkan nilai ukurannya dari tabel data *anthropometri* yang sesuai. Aplikasikan data tersebut dan tambahkan faktor kelonggaran (*allowance*) bila diperlukan seperti halnya tambahan ukuran akibat faktor tebalnya pakaian yang harus dikenakan oleh operator seperti pemakaian sarung tangan (*gloves*), dan lain-lain.



2.2.15 Pengolahan Data Anthropometri

Data mentah yang sudah didapatkan diuji terlebih dahulu dengan menggunakan metode statistik sederhana yaitu uji kenormalan, uji keseragaman, dan uji kecukupan (Wignjosoebroto, 1995 dalam (Arta, 2011)

2.2.15.1 Uji Kenormalan Data

Uji kenormalan data ini menggunakan *Software SPSS 21.0*. Pengujian dengan SPSS ini berdasarkan pada uji *Kolmogorov-Smirnov*. Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai signifikansi atau *Asymp. Sig. (2-tailed)* dari suatu data dengan nilai taraf signifikansi (α). Taraf signifikansi (α) bernilai 5 % atau 0.05. Apabila nilai "*Asymp. Sig. (2-tailed)*" suatu data lebih dari nilai α maka data tersebut dikatakan normal. sebaliknya jika nilai "*Asymp. Sig. (2-tailed)*" suatu data kurang dari nilai α maka data tersebut dikatakan tidak normal. Pada bagian ini hanya akan ditampilkan gambar hasil uji normalitas data dari Tinggi pinggang berdiri (Tpgb). Data-data lainnya akan ditampilkan dalam bentuk tabel rekapitulasi. (Nasrum, 2018)

2.2.15.2 Uji Keseragamann Dataa

Uji Kesrgaman dataa dikerjakan untuk melihat apakah dataaa yang didapat pada saat itu dalam keadaan terkendali atau tidak. Dataa yang berada di dalam batas kendali yang dicirikan, khususnya BKA (Batas Kendali Atas) dan BKB (Batas Kendali Bawah) dapat dibilang data tersebut dalam kondisi terkendali. Lagi pula, jika suatu data berada di luar BKA dan BKB, maka data tersebut seharusnya bersifat tidka trkendali. Data yang terkandung dalam kondisi yang tidak terkendali harus dihilangkan untuk kemudian diuji kembali kesrgamannya sampai tidak ada permohonan informasi yang berada di luar BKA dan BKB(Tannady and Munardi, 2017). Pengujian harus dimungkinkan secara fisik, yaitu dengan menggunakan persamaan berikut:

$$BKA = \bar{x} + k \sigma$$

$$BKB = \bar{x} - k \sigma$$

dan

Di mana:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{N-1}}$$

Dengan \bar{x} = Rata-rata waktu yang diukur

k = Konstanta tingkat keyakinan

$$99\% \approx 3$$

$$95\% \approx 2$$

$$90\% \approx 1$$

σ = Standar deviasi

N = Jumlah data pengamatan

Pada pengujian kesebragaman data antropometri pengolahan imni menggunakan *microsoft excel*. Pada pengolahan data melalui *microsoft excel* ini digunakan nilai dengan tingkat keyakinan (k) 95% ≈ 2 . Uji keseragaman data juga dapat ditampilkan dalam bentuk grafik atau peta keseragaman data. Pada bagian ini hanya akan ditampilkan tabel dan grafik hasil uji keseragaman Tinggi pinggang berdiri (Tpgb). Data-data lainnya akan ditampilkan dalam bentuk tabel rekapitulasi.

2.2.15.2 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data berfungsi untuk mengetahui apakah data hasil pengamatan dapat dianggap mencukupi. Penetapan berapa jumlah data yang seharusnya dibutuhkan, terlebih dulu ditentukan derajat ketelitian (s) yang menunjukkan penyimpangan maksimum hasil penelitian, dan tingkat kepercayaan (k) yang menunjukkan besarnya keyakinan pengukur akan ketelitian data antropometri. Sedangkan rumus uji kecukupan data, yaitu

$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2$$

Dengan: k = konstanta tingkat keyakinan (*level of confidence*)

$$99\% \approx 3$$

$$95\% \approx 2$$

$$90\% \approx 1$$

S = derajat ketelitian (*degree of accuracy*)

10% $\rightarrow \alpha = 0.1$

5% $\rightarrow \alpha = 0.05$

N = jumlah data pengamatan

N' = jumlah data teoritis

Data akan dianggap telah mencukupi jika memenuhi persyaratan $N' < N$, dengan kata lain jumlah data secara teoritis lebih kecil daripada jumlah data pengamatan sebenarnya (Wignjosoebroto, 1995) dalam (Arta, 2011)

2.2.15.4 Persentil

Persentil pada dasarnya menyatakan prosentase manusia dalam populasi yang memiliki dimensi tubuh pada ukuran nilai tertentu (atau lebih rendah)

Dalam penelitian ini, persentil yang dipakai adalah P95 dikarenakan 95% populasi akan berada pada atau di bawah ukuran tersebut dan P5 supaya range 50% ke bawah dan 50% range ke atas dapat nyaman menggunakan fasilitas kerja yang dirancang (Asy and Wahid, 2019)



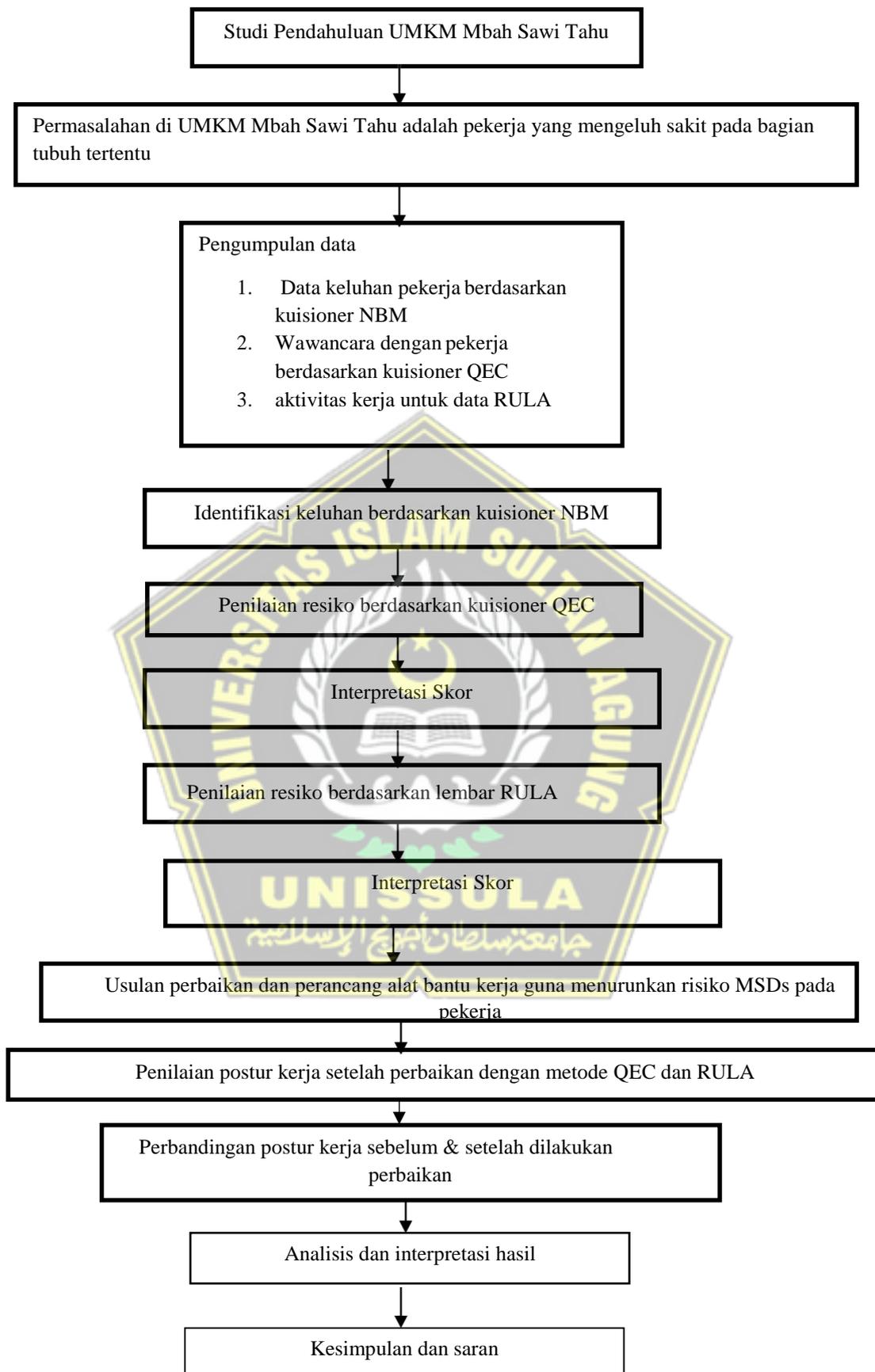
2.3 Hipotesis dan Kerangka Teoritis

2.3.1 Hipotesis

Pada umumnya disuatu perusahaan yang pengolahan tahu membutuhkan pekerja- pekerja yang dapat melakukan pekerjaan dengan benar supaya produktivitas juga meningkat tetapi pada kenyataan yang ada masih ada pekerja mengharuskan mereka melakukan postur kerja yang tidak alami dan berlangsung dalam jangka waktu yang lama hal ini juga yang akan mengakibatkan pekerja cepat lelah, adanya keluhan sakit pada bagian tubuh, serta berpengaruh pada menurunnya *produktivitas* dalam bekerja. Oleh karena itu perlu *diadakannya* penilaian dari setiap posisi postur kerja supaya terdapat usulan perbaikan posisi postur kerja yang baik dengan menggunakan metode RULA dan QEC. Dengan adanya analisis perhitungan postur dengan metode RULA dan QEC ini dapat memberikan usulan perbaikan yang dapat menurunkan risiko MSDs pada pekerja pembuat tahu di UMKM Mbah Sawi Tahu.

2.3.2 Kerangka Teoritis

Pada penelitian ini, akan dibahas tentang analisa postur kerja berdasarkan data – data yang telah dikumpulkan berupa data postur kerja dan aktivitas kerja, data ukuran fasilitas yang dipakai, data keluhan pekerja berdasarkan kuisioner NBM, dan aktivitas dan wawancara kuisioner QEC sehingga dapat menunjukkan usulan perbaikan guna menurunkan resiko MSDs. Berikut adalah kerangka teoritis dalam penelitian :



Gambar 2.11 Kerangka Teoritis

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data adalah cara yang dapat digunakan oleh peneliti untuk mengumpulkan data yang terkait dengan permasalahan dari penelitian yang diambil. Adapun teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah :

1. **Studi Literatur**

Studi literatur didapat dari berbagai sumber, jurnal, artikel, buku, internet dan pustaka yang berkaitan dengan metode QEC dan metode RULA. Studi literatur ini bertujuan sebagai dasar teori dan pedoman dalam melakukan penelitian. Kemudian dari hasil yang diperoleh, akan diketahui postur kerja yang tidak alamiah pada bagian salah satu stasiun kerja yang selanjut nya dilakukan usulan perbaikan guna menurunkan resiko MSDs pada pekerja.

2. **Studi Lapangan**

Studi lapangan dilakukan secara langsung di area perusahaan terkait dengan objek penelitian penulis. Disini peneliti dapat juga bertanya pada pembimbing lapangan terkait kondisi riil di lapangan sehingga didapatkan gambaran untuk identifikasi yang dilakukan oleh peneliti.

3. **Wawancara**

Data wawancara ini dilakukan dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan kepada pihak yang dianggap kompeten di bidang yang diteliti untuk mendapatkan gambaran dan informasi mengenai objek yang diteliti.

4. **Kuisisioner**

Dilakukan dengan cara mengajukan pertanyaan secara tertulis yang telah dipersiapkan sebelumnya dan diisi oleh pihak UMKM maupun pihak peneliti. Adapun bentuk kuisisioner yaitu kuisisioner *Standard Nordic*

Questionnaire dan kuisisioner QEC.

3.2 Pengujian Hipotesa

Pada pengujian hipotesa ini berdasarkan dari data yang sudah dikumpulkan baik itu dari hasil studi literatur, studi lapangan, wawancara dan kuisisioner. Pengujian hipotesa adalah sebuah pernyataan atau asumsi sementara yang dibuat untuk diuji kebenarannya dan pengujian hipotesa harus sesuai dengan hipotesa yang ada dalam penelitian.

3.3 Metode Analisis

Metode analisis yang digunakan pada penelitian ini adalah metode analisis data secara kualitatif dan kuantitatif. Metode analisis yang dilakukan secara kualitatif adalah pada saat melakukan pengumpulan keluhan pada pekerja dan melakukan penilaian postur pekerja dari dua sudut pandang yaitu dari pengamat dan pekerja. Sedangkan metode analisis yang dilakukan secara kuantitatif adalah pada saat melakukan penilaian postur kerja berdasarkan dokumentasi pekerja saat melakukan pekerjaannya pada setiap stasiun kerja.

3.4 Pembahasan

Pada tahap penelitian ini adalah menganalisa hasil penelitian yang telah dilakukan dan menjelaskan dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan yaitu pembahasan meliputi metode QEC (*Quick Exposure Check*) dan metode RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) untuk mengetahui postur kerja yang tidak alamiah atau yang memiliki resiko MSDs tertinggi.

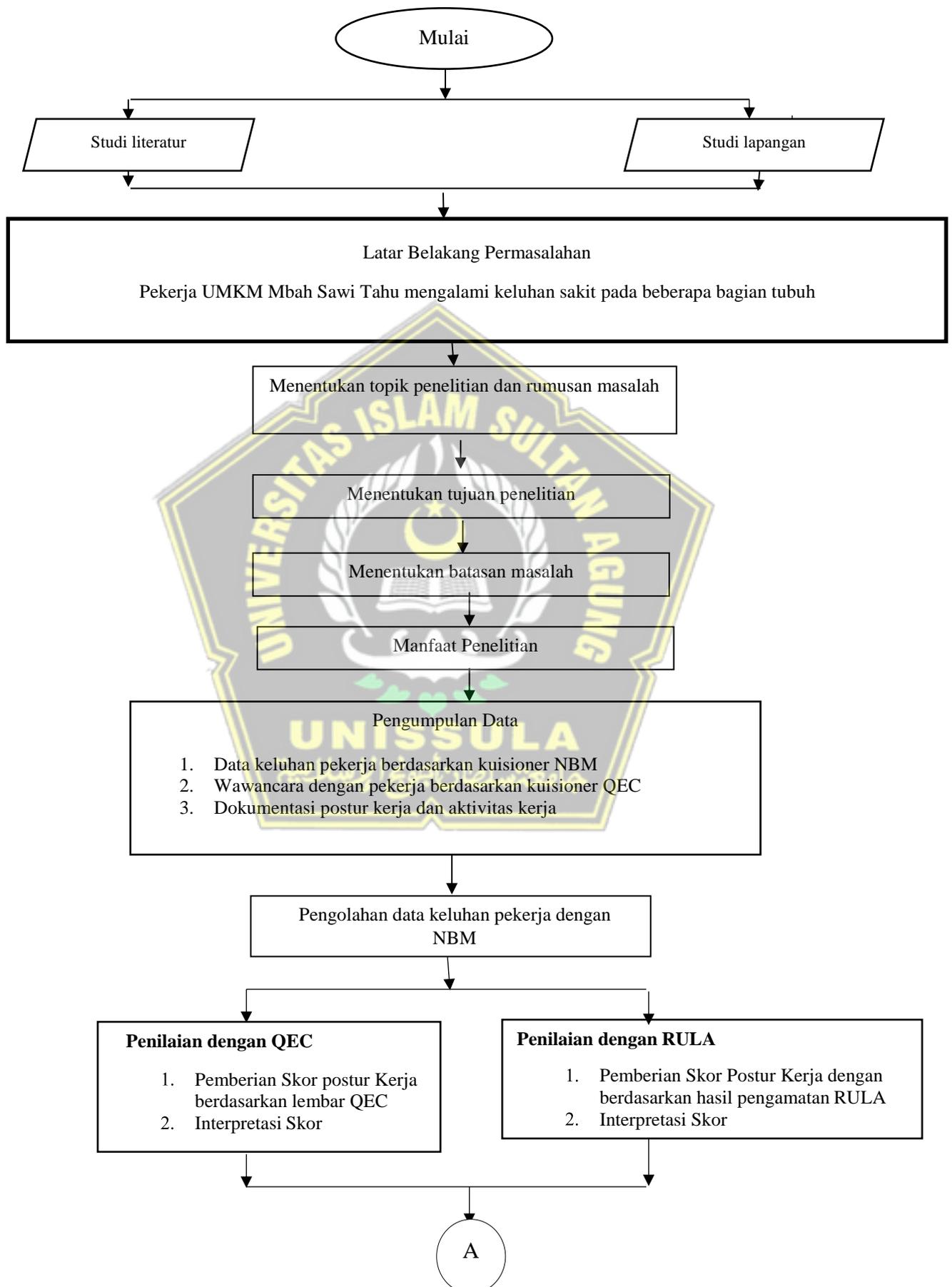
3.5 Penarikan Kesimpulan

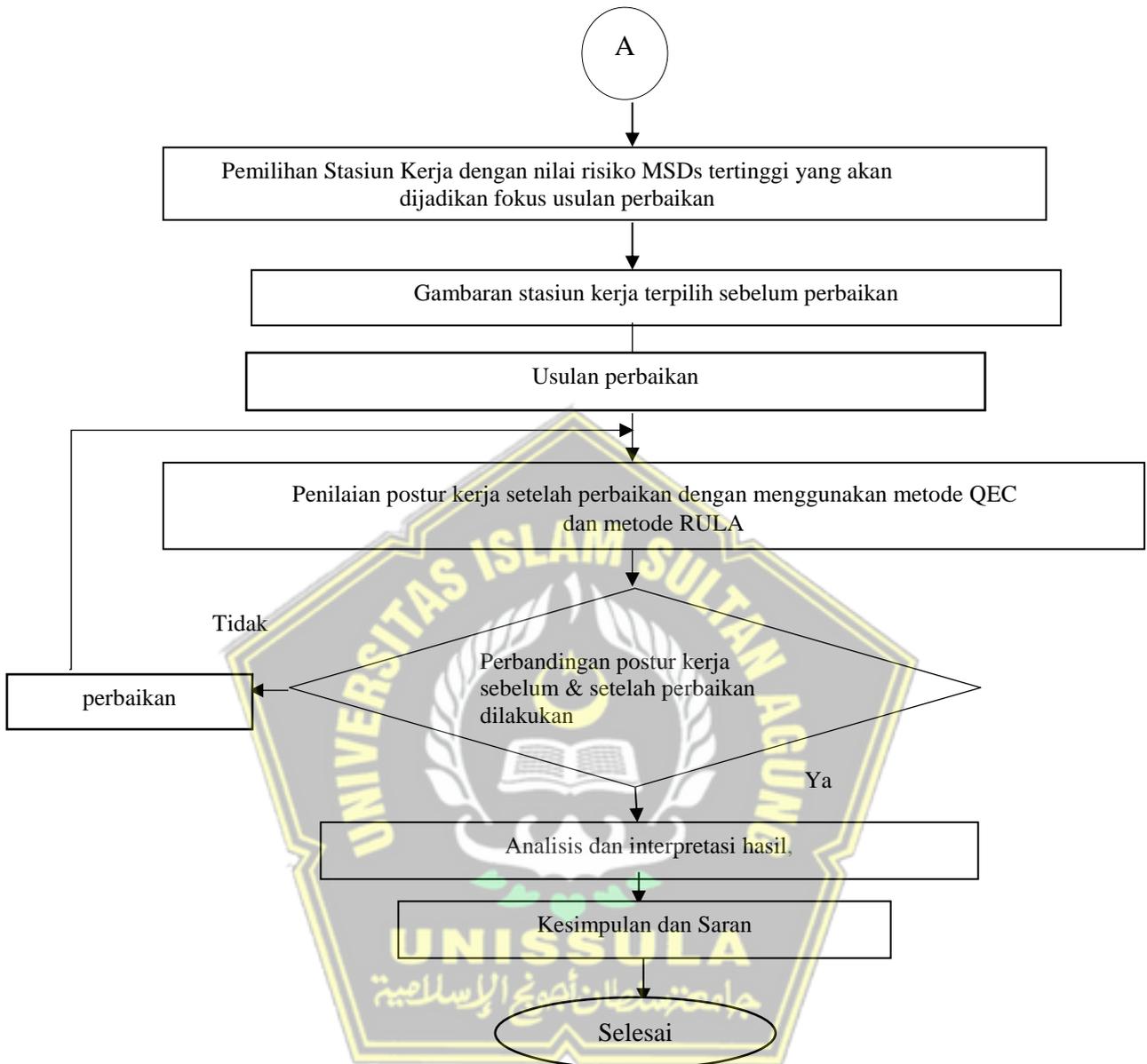
Tahap akhir dari suatu penelitian adalah penarikan kesimpulan. Kesimpulan merupakan hasil akhir dari pengolahan data dan pembahasan dengan adanya saran yang baik untuk perusahaan dengan tujuan dapat memberikan manfaat dan perbaikan untuk perusahaan.

3.6 Diagram Alir

Diagram alir adalah tahapan atau langkah – langkah yang harus dilalui peneliti untuk menyelesaikan masalah dalam penelitian yang berupa rincian proses penyelesaian dan metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan atau memecahkan suatu masalah yang diteliti sesuai dengan tujuan penelitian, Berikut ini merupakan diagram alir penelitian :







Gambar 3.1 Diagra Alir Penelitian

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Penelitian ini berfokus pada data yang berhubungan dengan proses pembuatan tahu pada UMKM Mbah Sawi Tahu di Ngawi, Jawa Timur. Data yang digunakan berupa data proses pembuatan tahu, postur kerja, hasil kuesioner NBM, dan hasil wawancara berdasarkan QEC, rekapitulasi NBM dan QEC, penilaian QEC, penilaian Rula serta usulan perbaikan.

4.1.1 Data Keluhan Pekerja Berdasarkan *Nordic Body Map* (NBM)

Pengumpulan data keluhan pekerja didapatkan dengan cara wawancara mengenai keluhan yang selama ini dirasakan oleh operator berdasarkan kuesioner *nordic body map* (NBM). Tabel 4.1. menampilkan salah satu contoh kuesioner penilaian dengan NBM pada stasiun pencucian dan untuk kuisisioner NBM stasiun kerja penggilingan sampai penggorengan ada pada lampiran 2 sampai lampiran 8. Pada tabel 4.1 responden cukup memberi tanda ceklis (√) pada bagian tubuh mana saja yang dirasakan sakit oleh responden sesuai dengan tingkat keluhan yang dirasakan responden.

Tabel 4.1. Kuesioner *Nordic Body Map* Stasiun Pencucian

No	Keluhan	Tingkat Keluhan			
		A	B	C	D
0	Leher Atas				√
1	Leher Bawah				√
2	Bahu Kiri				√
3	Bahu Kanan				√
4	Lengan Atas Kiri				√
5	Punggung				√
6	Lengan Atas Kanan				√
7	Pinggang				√
8	Bokong				√
9	pantat		√		
10	Siku Kiri				√

11	Siku Kanan				√
12	Lengan Bawah Kiri				√
13	Lengan Bawah Kanan				√
14	Pergelangan Tangan Kiri				√
15	Pergelangan Tangan Kanan				√
16	Tangan Kiri				√
17	Tangan Kanan				√
18	Paha Kiri			√	
19	Paha Kanan			√	
20	Lutut Kiri			√	
21	Lutut Kanan			√	
22	Betis Kiri		√		
23	Betis Kanan		√		
24	Pergelangan Kaki Kiri		√		
25	Pergelangan Kaki Kanan		√		
26	Talapak Kaki Kiri		√		
27	Talapak Kaki Kanan		√		

Sumber : (Fitria, 2013) Ket : A : Tidak sakit, B : Agak sakit, C: Sakit, D: Sakit sekali

4.1.2 Mengamati Aktivitas dan Wawancara dengan Pekerja Berdasarkan *Quick Exposure Check* (QEC)

Identifikasi dan penilaian postur menggunakan kuesioner *Quick Exposure Checklist* (QEC) dilakukan pada 8 stasiun kerja produksi Tahu UMKM Mbah Sawi Tahu di Ngawi, Jawa Timur. Kuesioner QEC diberikan kepada pekerja dan juga pengamat yang melihat bagaimana postur tubuh operator Ketika bekerja. Kuesioner QEC untuk pengamat dan operator berbeda, akan tetapi keduanya digunakan untuk menganalisis kondisi suatu stasiun kerja. Pada Tabel 4.2 dapat dilihat penilaian pengamat menggunakan kuesioner QEC.

Nama Pekerja:	
Tanggal Pengamatan:	
KUESIONER PENGAMAT	
Punggung	
A.	Ketika melakukan pekerjaan, apakah punggung (pilih situasi terburuk)
	A1. Hampir netral
	A2. Agak memutar atau membungkuk
	A3. Terlalu memutar atau membungkuk
B.	Pilih satu dari 2 pilihan pekerjaan
	Untuk pekerjaan dengan duduk atau berdiri secara statis. Apakah punggung berada dalam posisi statis untuk jangka waktu yang lama?
	B1. Tidak
	B2. Ya
	Atau
	Untuk pekerjaan mengangkat, mendorong/menarik. Apakah pergerakan pada punggung
	B3. Jarang (sekitar 3 kali per menit atau kurang)
	B4. Sering (sekitar 8 kali per menit)
	B5. Sangat sering (sekitar 12 kali per menit atau lebih)
Bahu/Lengan	
C.	Ketika pekerjaan dilakukan, apakah tangan (pilih situasi terburuk)
	C1. Berada di sekitar pinggang atau lebih rendah?
	C2. Berada di sekitar dada?
	C3. Berada di sekitar bahu atau lebih tinggi?
D.	Apakah pergerakan bahu/lengan
	D1. Jarang/sebentar-sebentar
	D2. Sering (pergerakan bisa dengan berhenti sesaat/istirahat)
	D3. Sangat sering (pekerjaan yang hampir kontinyu)
Pergelangan Tangan/Tangan	
E.	Apakah pekerjaan dilakukan dengan (pilih situasi terburuk)
	E1. Pergelangan tangan yang hampir lurus?
	E2. Pergelangan tangan yang tertekuk?
F.	Apakah gerakan pekerjaan diulang?
	F1. 10 kali per menit atau kurang?
	F2. 11 hingga 20 kali per menit?
	F3. Lebih dari 20 kali per menit
Leher	
G.	Ketika melakukan pekerjaan, apakah leher/kepala tertekuk atau berputar?
	G1. Tidak
	G2. Ya, terkadang
	G3. Ya, secara terus-menerus

Sumber : David dkk,2005 dalam ((Permata Sari, 2017)

Nama Pekerja:	
Tanggal Pengamatan:	
KUESIONER OPERATOR	
H.	Apakah berat maksimum yang diangkat secara manual oleh Anda pada pekerjaan ini? H1. Ringan (sekitar 5kg atau kurang) H2. Cukup berat (6 hingga 10 kg) H3. Berat (11 hingga 20 kg) H4. Sangat berat (lebih dari 20 kg)
I.	Berapa lama rata-rata Anda untuk menyelesaikan pekerjaan dalam sehari? I1. Kurang dari 2 jam I2. 2 hingga 4 jam I3. Lebih dari 4 jam
J.	Ketika melakukan pekerjaan ini, berapa kekuatan yang digunakan oleh satu tangan? J1. Rendah (Kurang dari 1 kg) J2. Sedang (1 hingga 4 kg) J3. Tinggi (lebih dari 4 kg)
K.	Apakah pekerjaan ini membutuhkan penglihatan yang K1. Rendah (hampir tidak memerlukan penglihatan yang detail) K2. Tinggi (memerlukan penglihatan yang detail)
L.	Ketika bekerja apakah Anda menggunakan kendaraan selama L1. Kurang dari 1 jam per hari atau tidak pernah? L2. Antara 1 hingga 4 jam per hari? L3. Lebih dari 4 jam per hari?
M.	Ketika bekerja apakah Anda menggunakan alat yang menghasilkan getaran selama M1. Kurang dari 1 jam per hari atau tidak pernah? M2. Antara 1 hingga 4 jam per hari? M3. Lebih dari 4 jam per hari?
N.	Apakah Anda mengalami kesulitan pada pekerjaan ini? N1. Tidak pernah N2. Terkadang N3. Sering
O.	Pada umumnya, bagaimana Anda menjalani pekerjaan ini? O1. Sama sekali tidak stres O2. Cukup stress O3. Stress O4. Sangat stress

((David dkk 2005) dalam (Permata Sari, 2017)

Respon dari kuesioner QEC pengamat dan pekerja, berupa skor – skor dengan kode – kode yang ditetapkan sesuai dengan kategori jawaban atas pertanyaan yang ada pada kuesioner, di mana kategori tersebut dibagi menjadi dua

hingga empat kategori dan pembagiannya berdasarkan tingkatan dari rendah ke tinggi. Berikut ini hasil rekapitulasi penilaian dari kuisioner QEC yang terdapat pada lampiran 9 sampai lampiran 16 yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.2 Rekapitulasi QEC

Operator	PENGAMAT							PEKERJA							
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Pencucian	A3	B4	C1	D2	E1	F1	G3	H1	I1	J2	K2	L1	M1	N3	O4
Penggilingan	A1	B1	C3	D1	E1	F1	G1	H1	I1	J2	K2	L1	M1	N1	O1
Perebusan	A1	B3	C1	D1	E1	F1	G1	H1	I1	J1	K1	L1	M1	N1	O1
Penyaringan	A1	B3	C1	D2	E1	F1	G1	H1	I1	J1	K2	L1	M1	N1	Q1
Pencetakan	A1	B3	C1	D1	E1	F1	G1	H1	I1	J1	K1	L1	M1	N1	O1
Penyimpanan	A1	B3	C2	D1	E1	F1	G1	H1	I1	J2	K1	L1	M1	N1	O1
Pemotongan	A1	B3	C1	D3	E1	F1	G1	H1	I1	J1	K2	L1	M1	N2	O2
Penggorengan	A1	B3	C1	D2	E1	F1	G1	H1	I1	J1	K2	L1	M1	N2	O2

4.1.3 Dokumentasi Pekerja

Dokumentasi postur kerja dilakukan dengan pengambilan gambar (foto) kemudian dipilih posisi yang paling menggambarkan pekerjaan pada tiap stasiun kerja. Uraian proses pembuatan tahu beserta gambar salah satu posisi operator untuk setiap stasiun kerja dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.3 Uraian Proses Pembuatan Tahu

Tahap	Stasiun Kerja	Jumlah Operator	Gambar
Pengolahan Bahan Baku	Pencucian	1	
	Penggilingan	1	

Tabel 4.1. Uraian Proses Pembuatan Tahu (Lanjutan)

Tahap	Stasiun Kerja	Jumlah Operator	Gambar
	Perebusan	1	
Pemasakan	Penyaringan	1	
	Pencetakan	1	
	Penyimpanan Sementara	1	
Tahap <i>Finishing</i>	Pemotongan	1	

Penggorengan

1



Sumber : UMKM Mbah Sawi Tahu



4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Pengolahan data keluhan pekerja dengan NBM

Hasil kuesioner secara keseluruhan penilaian NBM pada proses pembuatan tahu dapat dilihat pada tabel 4.4. Data kuisioner

Perhitungan persentase = $\frac{\text{Leher atas}}{\text{Total}} \times 100\% = 3,71\%$, untuk perhitungan selanjutnya menggunakan ban
 tuan *excel*.

Tabel 4.4 Hasil Kuesioner Keluhan Berdasarkan NBM

No	Keluhan	Pencucian	Penggilin gan	Perebusan	Penyarin gan	Pencetakan	Penyimpan an	Pemoton gan	Penggor engan	Jumlah keluhan	Persentas e
0	Leher Atas	4	4	2	1	2	1	2	1	17	3,71 %
1	Leher Bawah	4	4	2	1	2	1	2	1	17	3,71%
2	Bahu Kiri	4	3	1	2	3	1	1	1	16	3,5%
3	Bahu Kanan	4	3	3	2	3	1	1	1	18	3,94%
4	Lengan Atas Kiri	4	3	4	4	2	1	1	4	23	5,04%
5	Punggung	4	3	1	3	1	1	3	3	19	4,16%
6	Lengan Atas Kanan	4	4	4	4	2	1	1	4	24	5,26%
7	Pinggang	4	2	1	1	1	1	3	1	14	3,07%
8	Bawah Pinggang	4	4	1	1	1	1	2	1	15	3,28%
9	Bokong	2	1	2	1	1	1	1	2	11	2,41%
10	Siku Kiri	4	1	2	2	1	1	1	1	13	2,85%
11	Siku Kanan	4	1	2	2	1	1	1	3	15	3,28%
12	Lengan Bawah Kiri	4	4	4	4	2	3	1	1	23	5,04%

Tabel 4.4 Hasil Kuesioner Keluhan Berdasarkan NBM (Lanjutan)

No	Keluhan	Pencucian	Penggilingan	Perebusan	Penyaringan	Pencetakan	Penyimpanan	Pemotongan	Penggorengan	Jumlah keluhan	Persentase
13	Lengan Bawah Kanan	4	4	4	4	3	3	2	3	28	6,14%
14	Pergelangan Tangan Kiri	4	2	4	4	2	2	1	2	21	4,60%
15	Pergelangan Tangan Kanan	4	2	4	4	2	2	3	2	23	5,04%
16	Tangan Kiri	4	2	4	4	3	3	2	1	23	5,04%
17	Tangan Kanan	4	2	4	4	1	3	2	3	23	5,04%
18	Paha Kiri	3	1	2	2	1	2	1	1	13	2,85%
19	Paha Kanan	3	1	1	1	1	2	1	1	11	2,41%
20	Lutut Kiri	3	1	1	1	1	2	1	2	12	2,63%
21	Lutut Kanan	3	1	1	1	1	2	1	2	12	2,63%
22	Betis Kiri	2	1	1	1	1	2	1	2	11	2,41%
23	Betis Kanan	2	1	1	1	1	2	1	2	11	2,41%
24	Pergelangan Kaki Kiri	2	1	1	1	1	2	1	2	11	2,41%
25	Pergelangan Kaki Kanan	2	1	1	1	1	2	1	2	11	2,41%
26	Talapak Kaki Kiri	2	1	1	1	1	2	1	2	11	2,41%
27	Talapak Kaki Kanan	2	1	1	1	1	2	1	2	11	2,41%
TOTAL		94	59	60	59	43	48	40	53	456	

Ket : A : 1 B: 2 C:3 D :4

Berdasarkan tabel 4.4 dengan *Nordic Body Map* diketahui bahwa terdapat bahwa leher atas terdapat keluhan 3,71 % , leher bawah 3,71 % , bahu kiri 3,5 % , bahu kanan 3,94 % , lengan atas kiri 5,04 % , punggung 4,16 % , lengan atas kanan 5,26 % , pinggang 3,07 % , bokong 3,28 % , pantat 2,41 % , siku kiri 2,85 % , siku kanan 3,28 % , lengan bawah kiri 3,71 % , lengan bawah kanan 5,04 % , pergelangan tangan kiri 6,14 % , pergelangan tangan kanan 4,60 % , tangan kiri 5,04 % , tangan kanan 5,04 % , paha kiri 5,04 % , paha kanan 2,85 % , lutut kiri 2,41 % , lutut kanan 2,63 % , betis kiri 2,63 % , betis kanan 2,41 % , pergelangan kaki kiri 2,41 % , pergelangan kaki kanan 2,41 % , telapak kaki kiri 2,41 % , dan telapak kaki kanan 2,41 % . Dari total skor keluhan individu kemudian dilihat level tindakan yang berada pada tabel 4.5 dengan hasil ditunjukkan pada tabel 4.5

Tabel 4.5 Level Tindakan Level Resiko NBM di semua stasiun

No	Stasiun Kerja	Skor	Level Resiko NBM	Tindakan
1	Pencucian	94	Sangat tinggi	Diperlukan tindakan menyeluruh sesegera mungkin
2	Penggilingan	59	Sedang	Mungkin diperlukan tindakan di kemudian hari
3	Perebusan	55	Sedang	Mungkin diperlukan tindakan di kemudian hari
4	Penyaringan	59	Rendah	Mungkin diperlukan tindakan di kemudian hari
5	Pencetakan	43	Rendah	Belum diperlukan adanya tindakan perbaikan
6	Penyimpanan	48	Rendah	Belum diperlukan adanya tindakan perbaikan
7	Pemotongan	40	Rendah	Belum diperlukan adanya tindakan perbaikan
8	Penggorengan	45	Sedang	Belum diperlukan adanya tindakan perbaikan

Sumber : (Permata Sari, 2017)

Berdasarkan tabel 4.5 dapat dilihat bahwa sebanyak 7 stasiun kerja yang memiliki tingkat risiko otot skeletal sedang yang artinya mungkin perlu

tindakan dikemudian hari dan 1 stasiun kerja yang memiliki tingkat risiko sangat tinggi yang artinya diperlukan tindakan menyeluruh sesegara mungkin . Jika melihat jenis keluhan yang paling banyak dialami terdapat pada lengan bawah kanan sebesar 6,14 % dari total keseluruhan keluhan.



4.2.2 Penilaian *Quick Exposure Check* (QEC)

Di bawah ini adalah contoh perhitungan *scorelist* penilaian *exposure score* pada stasiun pencucian untuk stasiun pengilingan sampai stasiun penggorengan terdapat pada lampiran 17 sampai lampiran 25 yang ditampilkan sebagai berikut :

PUNGGUNG				BAHU/ LENGAN				PERGELANGAN TANGAN				LEHER					
(A) & (H)				(C) & (H)				(F) & (J)				(G) & (I)					
	A1	A2	A3		C1	C2	C3		F1	F2	F3		G1	G2	G3		
H1	2	4	6	H1	2	4	6	J1	2	4	6	I1	2	4	6		
H2	4	6	8	H2	4	6	8	J2	4	6	8	I2	4	6	8		
H3	6	8	10	H3	6	8	10	J3	6	8	10	I3	6	8	10		
H4	8	10	12	H4	8	10	12	SCORE				SCORE					
SCORE				6	SCORE				2	(F) & (I)				(K) & (I)			
(A) & (I)				(C) & (I)					F1	F2	F3		K1	K2			
	A1	A2	A3		C1	C2	C2	I1	2	4	6	I1	2	4			
I1	2	4	6	I1	2	4	6	I2	4	6	8	I2	4	6			
I2	4	6	8	I2	4	6	8	I3	6	8	10	I3	6	8			
I3	6	8	10	I3	6	8	10	SCORE				SCORE					
SCORE				6	SCORE				2	(I) & (J)				TOTAL			
(I) & (H)				(I) & (H)					I1	I2	I3	Mengemudi					
	I1	I2	I3		I1	I2	I3	J1	2	4	6		L1	L2	L3		
H1	2	4	6	H1	2	4	6	J2	4	6	8		1	4	9		
H2	4	6	8	H2	4	6	8	J3	6	8	10	TOTAL					
H3	6	8	10	H3	6	8	10	SCORE				TOTAL					
H4	8	10	12	H4	8	10	12	(E) & (J)				1					

SCORE				2	SCORE				2	E1	E2			Getaran				
(B) & (I)					(D) & (H)					J1	2	4		M1	M2	M3		
	B1	B2			D1	D2	D3		J2	4	6			1	4	9		
I1	2	4		H1	2	4	6		J3	6	8		TOTAL				1	
I2	4	6		H2	4	6	8		SCORE			4	Kec. Bekerja					
I3	6	8		H3	6	8	10		(E) & (I)				N1	N2	N3			
(B) & (H)					H4	8	10	12		E1	E2			1	4	9		
	B3	B4	B5	SCORE				4	I1	2	4		TOTAL				9	
H1	2	4	6	(D) & (I)					I2	4	6		Stres					
H2	4	6	8	D1	D2	D3		I3	6	8		O1	O2	O3	O4			
H3	6	8	10	I1	2	4	6	SCORE			2	1	4	9	16			
H4	8	10	12	I2	4	6	8	TOTAL			16	TOTAL				16		
SCORE				4	I3	6	8	10	SCORE			4	TOTAL				16	
TOTAL				14	SCORE				4	TOTAL			16	TOTAL				16
(B) & (I)					TOTAL				14	TOTAL			16	TOTAL				16
	B3	B4	B5	TOTAL				14	TOTAL			16	TOTAL				16	
I1	2	4	6	TOTAL				14	TOTAL			16	TOTAL				16	
I2	4	6	8	TOTAL				14	TOTAL			16	TOTAL				16	
I3	6	8	10	TOTAL				14	TOTAL			16	TOTAL				16	
SCORE				4	TOTAL				14	TOTAL			16	TOTAL				16
TOTAL				22	TOTAL				14	TOTAL			16	TOTAL				16

Sumber : (Ilman, Yuniar and Helianty, 2013)

Berdasarkan rekapitulasi penilaian pengamat dan penilaian pekerja, maka dapat dilakukan penentuan *exposure score* dengan menjumlahkan skor dari kombinasi penilaian pengamat dan pekerja pada tiap variable. Penentuan *exposure score* dilakukan menggunakan *scorelist* yang melibatkan delapan variable. Seluruh hasil penilaian dari stasiun kerja yang diteliti dilakukan perhitungan pada lembar skor tersebut. Rekapitulasi dari hasil perhitungan *exposure score* dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.6. Rekapitulasi Perhitungan *Exposure Score* dengan QEC

Keluhan	Stasiun Kerja							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Punggung	22	8	10	10	10	10	10	10
Bahu/ Lengan	14	18	10	14	10	14	18	14
Pergelangan Tangan	16	16	10	10	10	16	10	10
Leher	10	6	4	6	4	4	6	6
Mengemudi	1	1	1	1	1	1	1	1
Getaran	1	1	1	1	1	1	1	1
Kecepatan Bekerja	9	1	1	1	1	1	4	4
Stres	16	1	1	1	1	1	4	4
TOTAL	89	52	38	44	38	48	54	50

Sumber: (David et al, 2005) dalam (Putri, 2017)

Setelah mengetahui nilai *exposure score*, maka tahap selanjutnya adalah menghitung nilai *exposure level* menggunakan rumus persamaan di bawah ini untuk stasiun pencucian :

$$E\% = \frac{X}{X_{max}} \times 100\%$$

$$E\% = \frac{89}{176} \times 100\% = 51\%$$

Di mana :

X = Total skor yang diperoleh dari penilaian postur punggung, bahu/ lengan,

pergelangan tangan, dan leher pekerja

X_{max} = Total skor maksimum yang mungkin terjadi untuk postur punggung, bahu/ lengan, pergelangan tangan dan leher pekerja. Konstanta X_{max} yang mungkin terjadi untuk pekerjaan statis adalah 162 dan untuk pekerjaan *manual handling* (mengangkat benda/ menarik benda, membawa benda) nilai X_{max} yang mungkin terjadi adalah 176.

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan persamaan (1), kemudian diperoleh nilai *exposure level* yang ditampilkan pada tabel 4.7. yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.7. Nilai *Exposure Level*

Stasiun Kerja	Total Score	E (%)	Level Tindakan	Kategori Tindakan
Pencucian	89	51	3	Tindakan dalam waktu dekat
Penggilingan	52	32	1	Aman
Perebusan	38	22	1	Aman
Penyaringan	44	25	1	Aman
Pencetakan	38	22	1	Aman
Penyimpanan	48	27	1	Aman
Pemotongan	54	31	1	Aman
Penggorengan	50	28	1	Aman

Sumber: (David et al, 2005) dalam (Putri, 2017)

Berdasarkan rekapitulasi nilai *exposure level*, dari seluruh stasiun hanya stasiun kerja pencucian yang perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dan dilakukan perubahan.

4.2.3 Penilaian RULA

Penilaian postur kerja dengan metode RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) terbagi atas dua grup, yaitu grup A yang terdiri atas lengan bawah (*lower arm*), lengan atas (*upper arm*), dan pergelangan tangan (*wrist*). Sedangkan grup B terdiri atas leher (*neck*), punggung (*trunk*), dan kaki (*legs*). Berikut adalah penilaian postur kerja terhadap sikap kerja operator menggunakan metode RULA.

- Stasiun Pencucian



Gambar 4.1. Operator Stasiun Pencucian

RULA Employee Assessment Worksheet

A. Arm and Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position:

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

4
Upper Arm Score

Step 2: Locate Lower Arm Position:

Step 2a: Adjust...
 If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

2
Lower Arm Score

Step 3: Locate Wrist Position:

Step 3a: Adjust...
 If wrist is bent from midline: Add +1

2
Wrist Score

Step 4: Wrist Twist:
 If wrist is twisted in mid-range: +1
 If wrist is at or near end of range: +2

1
Wrist Twist Score

Step 5: Look-up Posture Score in Table A:
 Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A.

4
Posture Score A

Step 6: Add Muscle Use Score
 If posture mainly static (i.e. held >10 minutes),
 Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

1
Muscle Use Score

Step 7: Add Force/Load Score
 If load < 4.4 lbs (intermittent): +0
 If load 4.4 to 22 lbs (intermittent): +1
 If load 4.4 to 22 lbs (static or repeated): +2
 If more than 22 lbs or repeated or shocks: +3

2
Force/Load Score

Step 8: Find Row in Table C
 Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

7
Wrist & Arm Score

SCORES

Table A: Wrist Posture Score

Upper Arm	Lower Arm	Wrist Posture		Wrist Twist	
		1	2	1	2
1	1	1	2	2	3
1	2	2	2	2	3
1	3	2	3	3	4
1	4	2	3	3	4
2	1	2	3	3	4
2	2	3	3	3	4
2	3	3	4	4	5
2	4	3	4	4	5
3	1	3	4	4	5
3	2	3	4	4	5
3	3	4	4	4	5
3	4	4	4	4	5
4	1	4	4	4	5
4	2	4	4	4	5
4	3	4	4	4	5
4	4	4	4	4	5
5	1	5	5	5	6
5	2	5	5	5	6
5	3	5	5	5	6
5	4	5	5	5	6
6	1	7	7	7	8
6	2	8	8	8	9
6	3	9	9	9	9

Table B: Trunk Posture Score

Neck Posture Score	Legs					
	1	2	3	4	5	6
1	1	2	3	4	5	6
2	2	3	4	5	6	7
3	3	4	5	6	7	8
4	4	5	6	7	8	9
5	5	6	7	8	9	9
6	6	7	8	9	9	9

Table C: Neck, trunk and leg score

Wrist and Arm Score	Neck, Trunk and Leg Score						
	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	4	5	6	7
2	2	3	4	5	6	7	8
3	3	4	5	6	7	8	9
4	4	5	6	7	8	9	10
5	5	6	7	8	9	10	11
6	6	7	8	9	10	11	12
7	7	8	9	10	11	12	13

Scoring: (final score from Table C)
 1 or 2 = acceptable posture
 3 or 4 = further investigation, change may be needed
 5 or 6 = further investigation, change soon
 7 = investigate and implement change

7
Final Score

B. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position:

Step 9a: Adjust...
 If neck is twisted: +1
 If neck is side bending: +1

3
Neck Score

Step 10: Locate Trunk Position:

Step 10a: Adjust...
 If trunk is twisted: +1
 If trunk is side bending: +1

4
Trunk Score

Step 11: Legs:
 If legs and feet are supported: +1
 If not: -2

1
Leg Score

Step 12: Look-up Posture Score in Table B:
 Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B.

5
Posture Score B

Step 13: Add Muscle Use Score
 If posture mainly static (i.e. held >10 minutes),
 Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

1
Muscle Use Score

Step 14: Add Force/Load Score
 If load < 4.4 lbs (intermittent): +0
 If load 4.4 to 22 lbs (intermittent): +1
 If load 4.4 to 22 lbs (static or repeated): +2
 If more than 22 lbs or repeated or shocks: +3

0
Force/Load Score

Step 15: Find Column in Table C
 Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

6
Neck, Trunk & Leg Score

Sumber : (McAtamney and Nigel Corlett, 1993)

Gambar 4.2. Penilaian Metode RULA Stasiun Pencucian

Tabel 4.8 Hasil Penilaian RULA stasiun pencucian

No	Variabel	Hasil Pengamatan	Skor
1	Lengan Atas (<i>Upper Arm</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 70 ⁰ dan bahu terangkat	4
2	Lengan Bawah (<i>Lower Arm</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 0 ⁰	2
3	Pergelangan Tangan (<i>Wrist</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 10 ⁰	2
4	Putaran Pergelangan Tangan (<i>Wrist Twist</i>)	Putaran pergelangan tangan dalam <i>mid-range</i>	1
Skor Tabel A			4
5	<i>Muscle Use</i>	Gerakan diulang 4x per menit	1
6	<i>Force/Load</i>	Beban 4,4 lbs (posisi berulang)	2
Total Skor Tabel A			7
7	Leher (<i>Neck</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 35 ⁰	2
8	Batang Tubuh (<i>Trunk</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 95 ⁰	4
9	Kaki (<i>Legs</i>)	Bertumpu pada dua kaki	1
Skor Tabel B			5
10	<i>Muscle Use</i>	statis	1
11	<i>Force/Load</i>	Beban < 4.4 lbs	0
Total Skor Tabel B			6
Skor RULA Akhir			7

- Stasiun Penggilingan



Gambar 4.3. Operator Stasiun Penggilingan

Penilaian metode RULA untuk kegiatan operator stasiun penggilingan dapat dilihat pada Gambar 4.4.

RULA Employee Assessment Worksheet

A. Arm and Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position:

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

4
Upper Arm Score

Step 2: Locate Lower Arm Position:

Step 2a: Adjust...
 If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

2
Lower Arm Score

Step 3: Locate Wrist Position:

Step 3a: Adjust...
 If wrist is bent from midline: Add +1

1
Wrist Score

Step 4: Wrist Twist:
 If wrist is twisted in mid-range: +1
 If wrist is at or near end of range: +2

4
Posture Score A

0
Muscle Use Score

1
Force/Load Score

5
Wrist & Arm Score

SCORES

Table A: Wrist Posture Score

Upper Arm	Lower Arm	Wrist Posture			
		1	2	3	4
1	1	1	2	2	3
1	2	2	2	3	3
1	3	2	3	3	4
1	4	2	3	3	4
2	1	2	3	3	4
2	2	3	3	4	4
2	3	3	4	4	5
2	4	3	4	4	5
3	1	3	4	4	5
3	2	3	4	4	5
3	3	4	4	4	5
3	4	4	4	4	5
4	1	4	4	4	5
4	2	4	4	4	5
4	3	4	4	4	5
4	4	4	4	4	5
5	1	5	5	5	6
5	2	5	5	5	6
5	3	5	5	5	6
5	4	5	5	5	6
6	1	7	7	7	8
6	2	8	8	8	9
6	3	9	9	9	9

Table B: Trunk Posture Score

Neck	Legs					
	1	2	3	4	5	6
1	2	1	2	1	2	1
2	3	2	3	3	4	5
3	3	3	3	4	4	5
4	5	5	5	6	6	7
5	7	7	7	7	8	8
6	8	8	8	8	8	9

Table C: Neck, trunk and leg score

Wrist and Arm Score	Neck, trunk and leg score						
	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	4	4	4	5	6	7	7
5	5	5	6	6	7	7	7
6	6	6	6	6	7	7	7
7	7	7	7	7	7	7	7
8+	8	8	8	8	8	8	8

Scoring: (final score from Table C)
 1 or 2 = acceptable posture
 3 or 4 = further investigation, change may be needed
 5 or 6 = further investigation, change soon
 7 = investigate and implement change

4
Final Score

B. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position:

Step 9a: Adjust...
 If neck is twisted: +1
 If neck is side bending: +1

1
Neck Score

Step 10: Locate Trunk Position:

Step 10a: Adjust...
 If trunk is twisted: +1
 If trunk is side bending: +1

1
Trunk Score

Step 11: Legs:
 If legs and feet are supported: +1
 If not: -2

1
Leg Score

Step 12: Look-up Posture Score in Table B:
 Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B

1
Posture Score B

Step 13: Add Muscle Use Score
 If posture mainly static (i.e. held > 10 minutes), Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

0
Muscle Use Score

Step 14: Add Force/Load Score
 If load < 4.4 lbs (intermittent): +0
 If load 4.4 to 22 lbs (intermittent): +1
 If load 4.4 to 22 lbs (static or repeated): +2
 If more than 22 lbs or repeated or shocks: +3

0
Force/Load Score

Step 15: Find Column in Table C
 Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

1
Neck, Trunk & Leg Score

Sumber : (McAtamney and Nigel Corlett, 1993)

Gambar 4.4. Penilaian Metode RULA Stasiun Penggilingan

Tabel 4.9 Hasil Penilaian RULA stasiun penggilingan

No	Variabel	Hasil Pengamatan	Skor
1	Lengan Atas (<i>Upper Arm</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 126°	4
2	Lengan Bawah (<i>Lower Arm</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 45°	2
3	Pergelangan Tangan (<i>Wrist</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 10°	2
4	Putaran Pergelangan Tangan (<i>Wrist Twist</i>)	Putaran pergelangan tangan dalam <i>mid-range</i>	1
Skor Tabel A			4
5	<i>Muscle Use</i>	-	0
6	<i>Force/Load</i>	Beban 4,4 lbs	1
Total Skor Tabel A			5
7	Leher (<i>Neck</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 0°	1
8	Batang Tubuh (<i>Trunk</i>)	Tegak lurus	1
9	Kaki (<i>Legs</i>)	Bertumpu pada dua kaki	1
Skor Tabel B			1
10	<i>Muscle Use</i>	-	0
11	<i>Force/Load</i>	Beban < 4.4 lbs	0
Total Skor Tabel B			1
Skor RULA Akhir			4

- Stasiun Perebusan



Gambar 4.5. Operator Stasiun Perebusan

Penilaian metode RULA untuk kegiatan operator stasiun perebusan dapat dilihat pada Gambar 4.6.

RULA Employee Assessment Worksheet

A. Arm and Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position:

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

1
Upper Arm Score

Step 2: Locate Lower Arm Position:

Step 2a: Adjust...
 If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

2
Lower Arm Score

Step 3: Locate Wrist Position:

Step 3a: Adjust...
 If wrist is bent from midline: Add +1

2
Wrist Score

Step 4: Wrist Twist:

If wrist is twisted in mid-range: +1
 If wrist is at or near end of range: +2

1
Wrist Twist Score

Step 5: Look-up Posture Score in Table A:
 Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A.

Step 6: Add Muscle Use Score
 If posture mainly static (i.e. held >10 minutes),
 Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Step 7: Add Force/Load Score
 If load < .4.4 lbs (intermittent): +0
 If load 4.4 to 22 lbs (intermittent): +1
 If load 4.4 to 22 lbs (static or repeated): +2
 If more than 22 lbs or repeated or shocks: +3

Step 8: Find Row in Table C
 Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

B. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position:

Step 9a: Adjust...
 If neck is twisted: +1
 If neck is side bending: +1

2
Neck Score

Step 10: Locate Trunk Position:

Step 10a: Adjust...
 If trunk is twisted: +1
 If trunk is side bending: +1

2
Trunk Score

Step 11: Legs:
 If legs and feet are supported: +1
 If not: -2

1
Leg Score

Step 12: Look-up Posture Score in Table B:
 Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B.

Step 13: Add Muscle Use Score
 If posture mainly static (i.e. held >10 minutes),
 Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Step 14: Add Force/Load Score
 If load < .4.4 lbs (intermittent): +0
 If load 4.4 to 22 lbs (intermittent): +1
 If load 4.4 to 22 lbs (static or repeated): +2
 If more than 22 lbs or repeated or shocks: +3

Step 15: Find Column in Table C
 Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

SCORES

Table A: Wrist Posture Score

Upper Arm	Lower Arm	Wrist		Wrist		Wrist	
		Twist	Twist	Twist	Twist	Twist	Twist
1	1	1	2	2	2	3	3
1	2	2	3	3	3	4	4
2	2	3	3	3	3	4	4
2	3	3	3	3	3	4	4
3	2	3	4	4	4	5	5
3	3	4	4	4	4	5	5
4	1	4	4	4	4	5	5
4	2	4	4	4	4	5	5
5	3	4	4	4	4	5	5
5	1	5	5	5	5	6	6
5	2	5	6	6	6	7	7
6	3	6	6	6	6	7	7
6	1	7	7	7	7	8	8
6	2	8	8	8	8	9	9
	3	9	9	9	9	9	9

Table B: Trunk Posture Score

Neck Posture Score	Legs		Legs		Legs		Legs	
	1	2	1	2	1	2	1	2
1	3	3	3	3	4	5	5	6
2	3	2	3	4	5	5	6	7
3	3	3	4	4	5	5	6	7
4	5	5	5	6	6	7	7	8
5	7	7	7	7	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	9	9

Table C: Neck, trunk and leg score

Wrist and Arm Score	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	2	3	3	4	5	5		
2	2	2	3	4	4	5	5		
3	3	3	3	4	4	5	6		
4	4	4	4	5	6	7	7		
5	4	4	4	5	6	7	7		
6	4	4	5	6	6	7	7		
7	5	5	6	6	7	7	7		
8+	5	5	6	7	7	7	7		

Scoring: (final score from Table C)
 1 or 2 = acceptable posture
 3 or 4 = further investigation, change may be needed
 5 or 6 = further investigation, change soon
 7 = investigate and implement change

3
Final Score

Sumber : (McAtamney and Nigel Corlett, 1993)

Gambar 4.6. Penilaian Metode RULA Stasiun Perebusan

Tabel 4.10 Hasil Penilaian RULA stasiun perebusan

No	Variabel	Hasil Pengamatan	Skor
1	Lengan Atas (<i>Upper Arm</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 19°	1
2	Lengan Bawah (<i>Lower Arm</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 30°	2
3	Pergelangan Tangan (<i>Wrist</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 10°	2
4	Putaran Pergelangan Tangan (<i>Wrist Twist</i>)	Putaran pergelangan tangan dalam <i>mid-range</i>	1
Skor Tabel A			2
5	<i>Muscle Use</i>	Gerakan diulang 4x per menit	1
6	<i>Force/Load</i>	Beban <4,4 lbs	0
Total Skor Tabel A			3
7	Leher (<i>Neck</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 15°	2
8	Batang Tubuh (<i>Trunk</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 19°	2
9	Kaki (<i>Legs</i>)	Bertumpu pada dua kaki	1
Skor Tabel B			2
10	<i>Muscle Use</i>	statis	1
11	<i>Force/Load</i>	Beban < 4.4 lbs	0
Total Skor Tabel B			3
Skor RULA Akhir			3

- Stasiun Penyaringan



Gambar 4.7. Operator Stasiun Penyaringan

Penilaian metode RULA untuk kegiatan operator stasiun penyaringan dapat dilihat pada Gambar 4.8.

RULA Employee Assessment Worksheet

A. Arm and Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position:

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

3
Upper Arm Score

Step 2: Locate Lower Arm Position:

Step 2a: Adjust...
 If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

2
Lower Arm Score

Step 3: Locate Wrist Position:

Step 3a: Adjust...
 If wrist is bent from midline: Add +1

2
Wrist Score

Step 4: Wrist Twist:

If wrist is twisted in mid-range: +1
 If wrist is at or near end of range: +2

1
Wrist Twist Score

Step 5: Look-up Posture Score in Table A:
 Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A.

Step 6: Add Muscle Use Score
 If posture mainly static (i.e. held >10 minutes),
 Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Step 7: Add Force/Load Score
 If load < 4.4 lbs (intermittent): +0
 If load 4.4 to 22 lbs (intermittent): +1
 If load 4.4 to 22 lbs (static or repeated): +2
 If more than 22 lbs or repeated or shocks: +3

Step 8: Find Row in Table C
 Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

B. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position:

Step 9a: Adjust...
 If neck is twisted: +1
 If neck is side bending: +1

1
Neck Score

Step 10: Locate Trunk Position:

Step 10a: Adjust...
 If trunk is twisted: +1
 If trunk is side bending: +1

1
Trunk Score

Step 11: Legs:
 If legs and feet are supported: +1
 If not: +2

1
Leg Score

Step 12: Look-up Posture Score in Table B:
 Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B.

Step 13: Add Muscle Use Score
 If posture mainly static (i.e. held >10 minutes),
 Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Step 14: Add Force/Load Score
 If load < 4.4 lbs (intermittent): +0
 If load 4.4 to 22 lbs (intermittent): +1
 If load 4.4 to 22 lbs (static or repeated): +2
 If more than 22 lbs or repeated or shocks: +3

Step 15: Find Column in Table C
 Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

SCORES

Table A: Wrist Posture Score

Upper Arm	Lower Arm	Wrist Posture Score						
		1	2	3	4			
1	1	1	2	2	2	3	3	3
1	2	2	2	2	2	3	3	3
1	3	2	3	3	3	3	4	4
1	4	2	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	4	4	4
2	2	3	3	3	3	4	4	4
2	3	3	4	4	4	4	5	5
2	4	3	3	4	4	4	5	5
3	1	4	4	4	4	5	5	5
3	2	4	4	4	4	5	5	5
3	3	4	4	4	5	5	6	6
3	4	4	4	5	5	6	6	6
4	1	5	5	5	5	6	6	7
4	2	5	6	6	6	7	7	7
4	3	5	6	6	7	7	7	8
4	4	6	6	7	7	7	8	8
5	1	7	7	7	7	8	8	9
5	2	8	8	8	8	8	9	9
5	3	8	8	8	8	9	9	9
5	4	9	9	9	9	9	9	9

Table B: Trunk Posture Score

Neck Posture	Trunk Posture Score					
	1	2	3	4	5	6
1	2	1	2	1	2	1
2	3	2	3	3	4	5
3	3	3	3	4	4	5
4	5	5	5	6	6	7
5	7	7	7	7	8	8
6	8	8	8	8	8	9

Table C: Neck, trunk and leg score

Wrist and Arm Score	Neck, trunk and leg score						
	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	1	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8+	5	5	6	7	7	7	7

Scoring: (final score from Table C)
 1 or 2 = acceptable posture
 3 or 4 = further investigation, change may be needed
 5 or 6 = further investigation, change soon
 7 = investigate and implement change

Final Score: 4

Sumber : (McAtamney and Nigel Corlett, 1993)

Gambar 4.8. Penilaian Metode RULA Stasiun Penyaringan

Tabel 4.11 Hasil Penilaian RULA stasiun penyaringan

No	Variabel	Hasil Pengamatan	Skor
1	Lengan Atas (<i>Upper Arm</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 30° dan bahu terangkat	3
2	Lengan Bawah (<i>Lower Arm</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 30°	2
3	Pergelangan Tangan (<i>Wrist</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 10°	2
4	Putaran Pergelangan Tangan (<i>Wrist Twist</i>)	Putaran pergelangan tangan dalam <i>mid-range</i>	1
Skor Tabel A			4
5	<i>Muscle Use</i>	Gerakan diulang 4x per menit	1
6	<i>Force/Load</i>	Beban <4,4 lbs	0
Total Skor Tabel A			5
7	Leher (<i>Neck</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 0°	1
8	Batang Tubuh (<i>Trunk</i>)	Tegak lurus	1
9	Kaki (<i>Legs</i>)	Bertumpu pada dua kaki	1
Skor Tabel B			1
10	<i>Muscle Use</i>	statis	1
11	<i>Force/Load</i>	Beban < 4.4 lbs	0
Total Skor Tabel B			2
Skor RULA Akhir			4

- Stasiun Pencetakan



Gambar 4.9. Operator Stasiun Pencetakan

Penilaian metode RULA untuk kegiatan operator stasiun pencetakan dapat dilihat pada Gambar 4.10.

RULA Employee Assessment Worksheet

A. Arm and Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position:

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

2
Upper Arm Score

Step 2: Locate Lower Arm Position:

Step 2a: Adjust...
 If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

1
Lower Arm Score

Step 3: Locate Wrist Position:

Step 3a: Adjust...
 If wrist is bent from midline: Add +1

2
Wrist Score

Step 4: Wrist Twist:

If wrist is twisted in mid-range: +1
 If wrist is at or near end of range: +2

1
Wrist Twist Score

Step 5: Look-up Posture Score in Table A:
 Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A.

3
Posture Score A

Step 6: Add Muscle Use Score
 If posture mainly static (i.e. held > 10 minutes),
 Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

1
Muscle Use Score

Step 7: Add Force/Load Score
 If load < 4.4 lbs (intermittent): +0
 If load 4.4 to 22 lbs (intermittent): +1
 If load 4.4 to 22 lbs (static or repeated): +2
 If more than 22 lbs or repeated or shocks: +3

0
Force/Load Score

Step 8: Find Row in Table C
 Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

4
Wrist & Arm Score

SCORES

Table A: Wrist Posture Score

Upper Arm	Lower Arm	Wrist Posture		Wrist Twist	
		1	2	1	2
1	1	1	2	2	3
1	2	2	2	2	3
1	3	2	3	3	4
1	4	2	3	3	4
2	1	2	3	3	4
2	2	3	3	3	4
2	3	3	4	4	5
2	4	3	4	4	5
3	1	3	4	4	5
3	2	3	4	4	5
3	3	4	4	4	5
3	4	4	4	4	5
4	1	4	4	4	5
4	2	4	4	4	5
4	3	4	4	4	5
4	4	4	4	4	5
5	1	5	5	5	6
5	2	5	5	5	6
5	3	5	5	5	6
5	4	5	5	5	6
6	1	7	7	7	8
6	2	7	7	7	8
6	3	7	7	7	8
6	4	7	7	7	8

Table B: Trunk Posture Score

Neck Posture Score	Legs		Legs		Legs		Legs	
	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	3	3	4	5	5	6
1	2	3	3	4	5	5	6	7
1	3	3	4	4	5	5	6	7
2	2	3	3	4	5	5	6	7
2	3	3	4	4	5	5	6	7
3	3	3	4	4	5	5	6	7
4	5	5	5	6	6	7	7	8
5	7	7	7	7	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	9	9

Table C: Neck, trunk and leg score

Wrist and Arm Score	Neck, trunk and leg score						
	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	4	4	5	6	6
4	4	4	4	5	6	7	7
5	4	4	5	6	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8+	5	5	6	7	7	7	7

Scoring: (final score from Table C)
 1 or 2 = acceptable posture
 3 or 4 = further investigation, change may be needed
 5 or 6 = further investigation, change soon
 7 = investigate and implement change

3
Final Score

B. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position:

Step 9a: Adjust...
 If neck is twisted: +1
 If neck is side bending: +1

2
Neck Score

Step 10: Locate Trunk Position:

Step 10a: Adjust...
 If trunk is twisted: +1
 If trunk is side bending: +1

2
Trunk Score

Step 11: Legs:
 If legs and feet are supported: +1
 If not: -2

1
Leg Score

Step 12: Look-up Posture Score in Table B:
 Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B.

2
Posture Score B

Step 13: Add Muscle Use Score
 If posture mainly static (i.e. held > 10 minutes),
 Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

1
Muscle Use Score

Step 14: Add Force/Load Score
 If load < 4.4 lbs (intermittent): +0
 If load 4.4 to 22 lbs (intermittent): +1
 If load 4.4 to 22 lbs (static or repeated): +2
 If more than 22 lbs or repeated or shocks: +3

0
Force/Load Score

Step 15: Find Column in Table C
 Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

3
Neck, Trunk & Leg Score

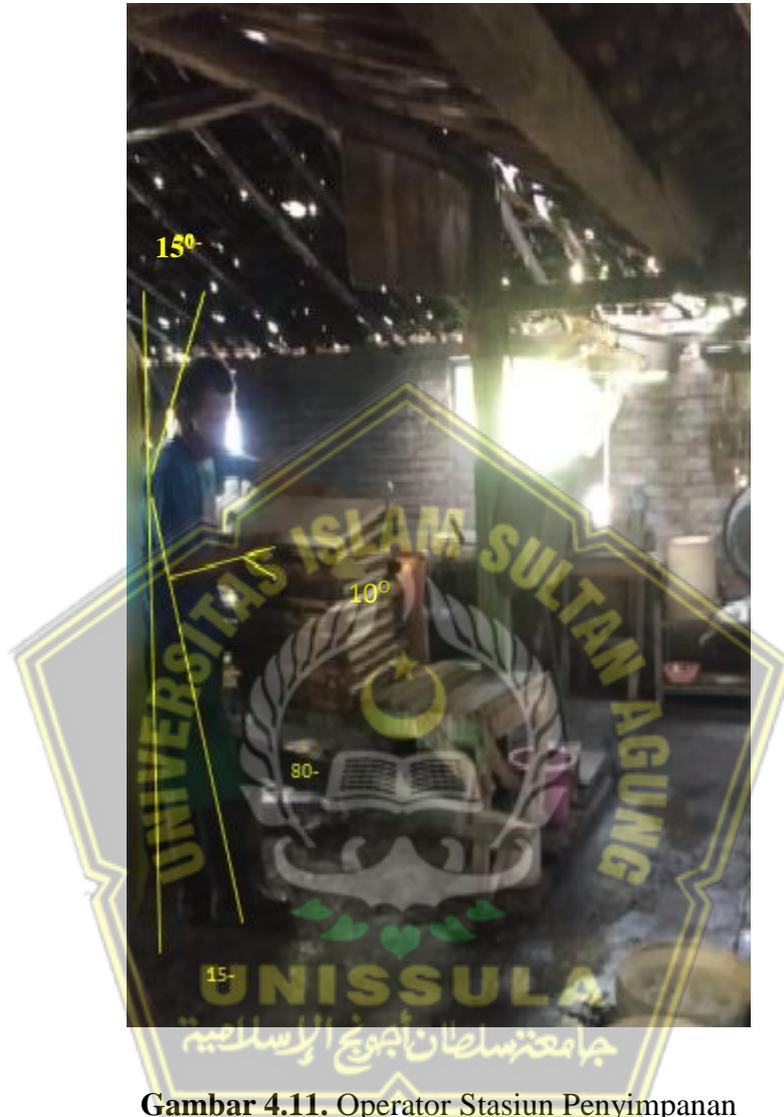
Sumber : (McAtamney and Nigel Corlett, 1993)

Gambar 4.10. Penilaian Metode RULA Stasiun Pencetakan

Tabel 4.12 Hasil penilaian RULA stasiun Pencetakan

No	Variabel	Hasil Pengamatan	Skor
1	Lengan Atas (<i>Upper Arm</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 26 ⁰	2
2	Lengan Bawah (<i>Lower Arm</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 90 ⁰	1
3	Pergelangan Tangan (<i>Wrist</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 10 ⁰	2
4	Putaran Pergelangan Tangan (<i>Wrist Twist</i>)	Putaran pergelangan tangan dalam <i>mid-range</i>	1
Skor Tabel A			3
5	<i>Muscle Use</i>	Gerakan diulang 4x per menit	1
6	<i>Force/Load</i>	Beban <4,4 lbs	0
Total Skor Tabel A			4
7	Leher (<i>Neck</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 20 ⁰	2
8	Batang Tubuh (<i>Trunk</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 19 ⁰	2
9	Kaki (<i>Legs</i>)	Bertumpu pada dua kaki	1
Skor Tabel B			2
10	<i>Muscle Use</i>	statis	1
11	<i>Force/Load</i>	Beban < 4.4 lbs	0
Total Skor Tabel B			3
Skor RULA Akhir			3

- Stasiun Penyimpanan



Gambar 4.11. Operator Stasiun Penyimpanan

Penilaian metode RULA untuk kegiatan operator stasiun penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 4.12.

RULA Employee Assessment Worksheet

A. Arm and Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position:

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

2
Upper Arm Score

Step 2: Locate Lower Arm Position:

Step 2a: Adjust...
 If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

1
Lower Arm Score

Step 3: Locate Wrist Position:

Step 3a: Adjust...
 If wrist is bent from midline: Add +1

2
Wrist Score

Step 4: Wrist Twist:

If wrist is twisted in mid-range: +1
 If wrist is at or near end of range: +2

1
Wrist Twist Score

Step 5: Look-up Posture Score in Table A:
 Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A.

3
Posture Score A

Step 6: Add Muscle Use Score
 If posture mainly static (i.e. held >10 minutes),
 Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

0
Muscle Use Score

Step 7: Add Force/Load Score
 If load < 4.4 lbs (intermittent): +0
 If load 4.4 to 22 lbs (intermittent): +1
 If load 4.4 to 22 lbs (static or repeated): +2
 If more than 22 lbs or repeated or shocks: +3

1
Force/Load Score

Step 8: Find Row in Table C
 Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

4
Wrist & Arm Score

SCORES

Table A: Wrist Posture Score

Upper Arm	Lower Arm	Wrist Posture		Wrist Twist	
		1	2	1	2
1	1	1	2	2	2
1	2	2	2	2	3
1	3	2	3	3	3
1	4	2	3	3	3
2	1	2	3	3	3
2	2	3	3	3	4
2	3	3	4	4	4
2	4	3	4	4	4
3	1	3	4	4	4
3	2	3	4	4	4
3	3	4	4	4	4
3	4	4	4	4	4
4	1	4	4	4	4
4	2	4	4	4	4
4	3	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
5	1	5	5	5	5
5	2	5	5	5	5
5	3	5	5	5	5
5	4	5	5	5	5
6	1	7	7	7	7
6	2	8	8	8	8
6	3	9	9	9	9
6	4	9	9	9	9

Table B: Trunk Posture Score

Neck Posture Score	Legs					
	1	2	1	2	1	2
1	3	2	3	3	4	5
2	3	2	3	4	5	5
3	3	3	4	4	5	5
4	5	5	5	6	6	7
5	7	7	7	7	8	8
6	8	8	8	8	8	9

Table C: Neck, trunk and leg score

Wrist and Arm Score	Neck, trunk and leg score						
	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	4	4	5	6	6
4	4	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8+	5	5	6	7	7	7	7

Scoring: (final score from Table C)
 1 or 2 = acceptable posture
 3 or 4 = further investigation, change may be needed
 5 or 6 = further investigation, change soon
 7 = investigate and implement change

3
Final Score

B. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position:

Step 9a: Adjust...
 If neck is twisted: +1
 If neck is side bending: +1

2
Neck Score

Step 10: Locate Trunk Position:

Step 10a: Adjust...
 If trunk is twisted: +1
 If trunk is side bending: +1

1
Trunk Score

Step 11: Legs:
 If legs and feet are supported: +1
 If not: +2

1
Leg Score

Step 12: Look-up Posture Score in Table B:
 Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B.

2
Posture Score B

Step 13: Add Muscle Use Score
 If posture mainly static (i.e. held >10 minutes),
 Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

0
Muscle Use Score

Step 14: Add Force/Load Score
 If load < 4.4 lbs (intermittent): +0
 If load 4.4 to 22 lbs (intermittent): +1
 If load 4.4 to 22 lbs (static or repeated): +2
 If more than 22 lbs or repeated or shocks: +3

0
Force/Load Score

Step 15: Find Column in Table C
 Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

2
Neck, Trunk & Leg Score

Sumber : (McAtamney and Nigel Corlett, 1993)

Gambar 4.12. Penilaian Metode RULA Stasiun Penyimpanan

Tabel 4.13 Hasil Penilaian RULA stasiun penyimpanan

No	Variabel	Hasil Pengamatan	Skor
1	Lengan Atas (<i>Upper Arm</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 15 ^o dan bahu terangkat	2
2	Lengan Bawah (<i>Lower Arm</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 80 ^o	1
3	Pergelangan Tangan (<i>Wrist</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 10 ^o	2
4	Putaran Pergelangan Tangan (<i>Wrist Twist</i>)	Putaran pergelangan tangan dalam <i>mid-range</i>	1
Skor Tabel A			3
5	<i>Muscle Use</i>	-	0
6	<i>Force/ Load</i>	Beban 4,4 lbs	1
Total Skor Tabel A			4
7	Leher (<i>Neck</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 15 ^o	2
8	Batang Tubuh (<i>Trunk</i>)	Tegak lurus	1
9	Kaki (<i>Legs</i>)	Bertumpu pada dua kaki	1
Skor Tabel B			2
10	<i>Muscle Use</i>	-	0
11	<i>Force/ Load</i>	Beban < 4.4 lbs	0
Total Skor Tabel B			2
Skor RULA Akhir			3

- Stasiun Pemotongan



Gambar 4.13. Operator Stasiun Pemotongan

Penilaian metode RULA untuk kegiatan operator stasiun pemotongan dapat dilihat pada Gambar 4.14.

RULA Employee Assessment Worksheet

A. Arm and Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position:

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

2
Upper Arm Score

Step 2: Locate Lower Arm Position:

Step 2a: Adjust...
 If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

3
Lower Arm Score

Step 3: Locate Wrist Position:

Step 3a: Adjust...
 If wrist is bent from midline: Add +1

2
Wrist Score

Step 4: Wrist Twist:

If wrist is twisted in mid-range: +1
 If wrist is at or near end of range: +2

1
Wrist Twist Score

Step 5: Look-up Posture Score in Table A:
 Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A.

Step 6: Add Muscle Use Score
 If posture mainly static (i.e. held >10 minutes),
 Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Step 7: Add Force/Load Score
 If load < 4.4 lbs (intermittent): +0
 If load 4.4 to 22 lbs (intermittent): +1
 If load 4.4 to 22 lbs (static or repeated): +2
 If more than 22 lbs or repeated or shocks: +3

Step 8: Find Row in Table C
 Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

SCORES

Table A: Wrist Posture Score

Upper Arm	Lower Arm	Wrist Posture						
		1	2	3	4			
1	1	1	2	2	2	3	3	3
1	2	2	3	3	3	4	4	4
1	3	3	4	4	4	5	5	5
2	1	2	3	3	3	4	4	4
2	2	3	3	3	3	4	4	4
2	3	4	4	4	4	5	5	5
3	1	2	3	3	3	4	4	4
3	2	3	4	4	4	5	5	5
3	3	4	4	4	4	5	5	5
4	1	2	3	3	3	4	4	4
4	2	3	4	4	4	5	5	5
4	3	4	4	4	4	5	5	5
5	1	2	3	3	3	4	4	4
5	2	3	4	4	4	5	5	5
5	3	4	4	4	4	5	5	5
6	1	2	3	3	3	4	4	4
6	2	3	4	4	4	5	5	5
6	3	4	4	4	4	5	5	5

Table B: Trunk Posture Score

Neck Posture	Legs					
	1	2	1	2	1	2
1	2	1	2	1	2	1
2	3	2	3	2	3	2
3	4	3	4	3	4	3
4	5	4	5	4	5	4
5	6	5	6	5	6	5
6	7	6	7	6	7	6

Table C: Neck, trunk and leg score

Wrist and Arm Score	Neck, trunk and leg score						
	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	3	4	4	5	6	6
3	3	4	5	5	6	7	7
4	4	5	6	6	7	8	8
5	5	6	7	7	8	9	9
6	6	7	8	8	9	10	10
7	7	8	9	9	10	11	11
8+	8	9	10	10	11	12	12

Scoring: (final score from Table C)
 1 or 2 = acceptable posture
 3 or 4 = further investigation, change may be needed
 5 or 6 = further investigation, change soon
 7 = investigate and implement change

B. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position:

Step 9a: Adjust...
 If neck is twisted: +1
 If neck is side bending: +1

1
Neck Score

Step 10: Locate Trunk Position:

Step 10a: Adjust...
 If trunk is twisted: +1
 If trunk is side bending: +1

1
Trunk Score

Step 11: Legs:
 If legs and feet are supported: +1
 If not: +2

1
Leg Score

Step 12: Look-up Posture Score in Table B:
 Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B.

Step 13: Add Muscle Use Score
 If posture mainly static (i.e. held >10 minutes),
 Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Step 14: Add Force/Load Score
 If load < 4.4 lbs (intermittent): +0
 If load 4.4 to 22 lbs (intermittent): +1
 If load 4.4 to 22 lbs (static or repeated): +2
 If more than 22 lbs or repeated or shocks: +3

Step 15: Find Column in Table C
 Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

3
Final Score

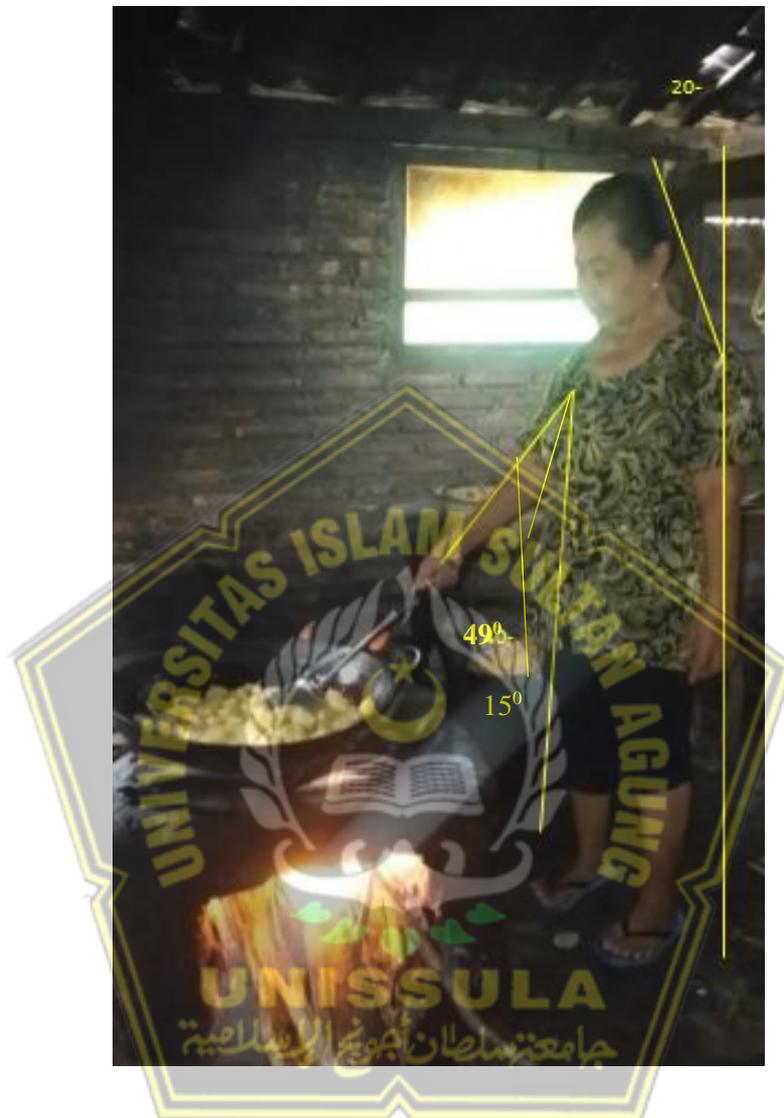
Sumber : (McAtamney and Nigel Corlett, 1993)

Gambar 4.14. Penilaian Metode RULA Stasiun Pemotongan

Tabel 4.14 Hasil Penilaian RULA stasiun pemotongan

No	Variabel	Hasil Pengamatan	Skor
1	Lengan Atas (<i>Upper Arm</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 40°	2
2	Lengan Bawah (<i>Lower Arm</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 30°	3
3	Pergelangan Tangan (<i>Wrist</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 10°	2
4	Putaran Pergelangan Tangan (<i>Wrist Twist</i>)	Putaran pergelangan tangan dalam <i>mid-range</i>	1
Skor Tabel A			3
5	<i>Muscle Use</i>	Gerakan diulang 4x per menit	1
6	<i>Force/ Load</i>	Beban <4,4 lbs	0
Total Skor Tabel A			4
7	Leher (<i>Neck</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 0°	1
8	Batang Tubuh (<i>Trunk</i>)	Tegak lurus	1
9	Kaki (<i>Legs</i>)	Bertumpu pada dua kaki	1
Skor Tabel B			1
10	<i>Muscle Use</i>	Statis	1
11	<i>Force/ Load</i>	Beban < 4.4 lbs	0
Total Skor Tabel B			2
Skor RULA Akhir			3

- Stasiun Penggorengan



Gambar 4.15. Operator Stasiun Penggorengan

Penilaian metode RULA untuk kegiatan operator stasiun penggorengan dapat dilihat pada Gambar 4.16.

RULA Employee Assessment Worksheet

A. Arm and Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position:

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

1
Upper Arm Score

Step 2: Locate Lower Arm Position:

Step 2a: Adjust...
 If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

2
Lower Arm Score

Step 3: Locate Wrist Position:

Step 3a: Adjust...
 If wrist is bent from midline: Add +1

2
Wrist Score

Step 4: Wrist Twist:

If wrist is twisted in mid-range: +1
 If wrist is at or near end of range: +2

1
Wrist Twist Score

Step 5: Look-up Posture Score in Table A:
 Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A.

2
Posture Score A

Step 6: Add Muscle Use Score
 If posture mainly static (i.e. held >10 minutes),
 Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

1
Muscle Use Score

Step 7: Add Force/Load Score
 If load < .4.4 lbs (intermittent): +0
 If load 4.4 to 22 lbs (intermittent): +1
 If load 4.4 to 22 lbs (static or repeated): +2
 If more than 22 lbs or repeated or shocks: +3

0
Force/Load Score

Step 8: Find Row in Table C
 Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

3
Wrist & Arm Score

SCORES

Table A: Wrist Posture Score

Upper Arm	Lower Arm	Wrist Posture		Wrist Twist	
		1	2	3	4
1	1	1	2	2	3
1	2	2	3	3	3
2	2	2	3	3	3
2	3	3	3	3	4
3	3	3	4	4	4
3	4	4	4	4	5
4	4	4	4	4	5
4	5	5	5	5	6
5	5	5	6	6	7
5	6	6	6	6	7
6	6	6	7	7	8
6	7	7	7	7	8
6	8	8	8	8	9
6	9	9	9	9	9

Table B: Trunk Posture Score

Neck Posture Score	Legs		Legs		Legs		Legs	
	1	2	1	2	1	2	1	2
1	3	2	3	3	4	5	5	6
2	3	2	3	4	5	5	6	7
3	3	3	4	4	5	5	6	7
4	5	5	5	6	6	7	7	8
5	7	7	7	7	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	9	9

Table C: Neck, trunk and leg score

Wrist and Arm Score	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	2	3	3	4	5	5	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6	6	6
4	4	4	4	4	5	6	7	7	7
5	4	4	4	5	6	6	7	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7	7	7
8+	5	5	6	7	7	7	7	7	7

Scoring: (final score from Table C)
 1 or 2 = acceptable posture
 3 or 4 = further investigation, change may be needed
 5 or 6 = further investigation, change soon
 7 = investigate and implement change

3
Final Score

B. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position:

Step 9a: Adjust...
 If neck is twisted: +1
 If neck is side bending: +1

2
Neck Score

Step 10: Locate Trunk Position:

Step 10a: Adjust...
 If trunk is twisted: +1
 If trunk is side bending: +1

1
Trunk Score

Step 11: Legs:
 If legs and feet are supported: +1
 If not: +2

1
Leg Score

Step 12: Look-up Posture Score in Table B:
 Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B.

2
Posture Score B

Step 13: Add Muscle Use Score
 If posture mainly static (i.e. held >10 minutes),
 Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

1
Muscle Use Score

Step 14: Add Force/Load Score
 If load < .4.4 lbs (intermittent): +0
 If load 4.4 to 22 lbs (intermittent): +1
 If load 4.4 to 22 lbs (static or repeated): +2
 If more than 22 lbs or repeated or shocks: +3

0
Force/Load Score

Step 15: Find Column in Table C
 Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

3
Neck, Trunk & Leg Score

Sumber : (McAtamney and Nigel Corlett, 1993)

Gambar 4.16. Penilaian Metode RULA Stasiun Penggorengan

Tabel 4.15 Hasil Penilaian RULA stasiun pengorengan

No	Variabel	Hasil Pengamatan	Skor
1	Lengan Atas (<i>Upper Arm</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 15°	1
2	Lengan Bawah (<i>Lower Arm</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 49°	2
3	Pergelangan Tangan (<i>Wrist</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 10°	2
4	Putaran Pergelangan Tangan (<i>Wrist Twist</i>)	Putaran pergelangan tangan dalam <i>mid-range</i>	1
Skor Tabel A			2
5	<i>Muscle Use</i>	Gerakan diulang 4x per menit	1
6	<i>Force/Load</i>	Beban <4,4 lbs	0
Total Skor Tabel A			3
7	Leher (<i>Neck</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 20°	2
8	Batang Tubuh (<i>Trunk</i>)	Tegak lurus	1
9	Kaki (<i>Legs</i>)	Bertumpu pada dua kaki	1
Skor Tabel B			2
10	<i>Muscle Use</i>	Statis	1
11	<i>Force/Load</i>	Beban < 4.4 lbs	0
Total Skor Tabel B			3
Skor RULA Akhir			3

Setelah penilaian skor RULA didapatkan maka dilakukan rekapitulasi hasil skor RULA serta level resiko dan Tindakan mengenai postur kerja tersebut. Rekapitulasi penilaian postur kerja terhadap operator pada proses pembuatan tahu menggunakan metode RULA dapat dilihat pada tabel 4.8 berikut.

Tabel 4.16. Rekapitulasi Hasil Penilaian Postur Kerja dengan RULA

Aktivitas	Skor Akhir	Tingkat Resiko	Keterangan
Pencucian	7	Tinggi	Penyelidikan dan perubahan dibutuhkan sesegera mungkin (mendesak)
Penggilingan	4	Kecil	Penyelidikan lebih jauh dibutuhkan dan mungkin saja perubahan diperlukan
Perebusan	3	Kecil	Penyelidikan lebih jauh dibutuhkan dan mungkin saja perubahan diperlukan
Penyaringan	4	Kecil	Penyelidikan lebih jauh dibutuhkan dan mungkin saja perubahan diperlukan
Pencetakan	3	Kecil	Penyelidikan lebih jauh dibutuhkan dan mungkin saja perubahan diperlukan
Penyimpanan	3	Kecil	Penyelidikan lebih jauh dibutuhkan dan mungkin saja perubahan diperlukan
Pemotongan	3	Kecil	Penyelidikan lebih jauh dibutuhkan dan mungkin saja perubahan diperlukan
Penggorengan	3	Kecil	Penyelidikan lebih jauh dibutuhkan dan mungkin saja perubahan diperlukan

Sumber : (McAtamney and Nigel Corlett, 1993)

Berdasarkan hasil perhitungan RULA dapat dilihat bahwa stasiun pencucian memiliki skor akhir 7 dengan tingkat resiko yang tinggi dan memerlukan Tindakan sekarang juga

Tabel 4. 17 Rekapitulasi postur kerja dengan NBM, QEC, dan RULA

No	Stasiun kerja	Skor akhir			Keterangan		
		NBM	QEC	RULA	NBM	QEC	RULA
1	Pencucian	94	3	7	Diperlukan tindakan menyeluruh sesegera mungkin	Tindakan dalam waktu dekat	Penyelidikan dan perubahan dibutuhkan sesegera mungkin (mendesak)
2	Penggilingan	59	1	4	Mungkin diperlukan tindakan di kemudian hari	Aman	Penyelidikan lebih jauh dibutuhkan dan mungkin saja perubahan diperlukan
3	Perebusan	55	1	3	Mungkin diperlukan tindakan di kemudian hari	Aman	Penyelidikan lebih jauh dibutuhkan dan mungkin saja perubahan diperlukan
4	Penyaringan	59	1	4	Mungkin diperlukan tindakan di kemudian hari	Aman	Penyelidikan lebih jauh dibutuhkan dan mungkin saja perubahan diperlukan
5	Pencetakan	43	1	3	Belum diperlukan adanya tindakan perbaikan	Aman	Penyelidikan lebih jauh dibutuhkan dan mungkin saja perubahan diperlukan
6	Penyimpanan	48	1	3	Belum diperlukan adanya tindakan perbaikan	Aman	Penyelidikan lebih jauh dibutuhkan dan mungkin saja perubahan diperlukan
7	Pemotongan	40	1	3	Belum diperlukan adanya tindakan perbaikan	Aman	Penyelidikan lebih jauh dibutuhkan dan

							mungkin saja perubahan diperlukan
8	Penggorengan	45	1	3	Belum diperlukan adanya tindakan perbaikan	Aman	Penyelidikan lebih jauh dibutuhkan dan mungkin saja perubahan diperlukan

Dapat disimpulkan pada stasiun kerja pencucian memiliki nilai tertinggi dengan penilaian metode QEC dan RULA maka perlu diadakannya perbaikan sekarang juga.



4.2.4 Penyusunan Konsep Rancangan

Penyusunan konsep rancangan bertujuan untuk memberikan solusi pada desain fasilitas kerja yang dibutuhkan oleh pekerja di stasiun pencucian proses pembuatan tahu. Penyusunan konsep rancangan dilakukan dengan cara mencatat keluhan dan harapan pekerja. Penyusunan konsep rancangan meliputi :

1. Identifikasi Kebutuhan dalam perancangan (*Need*)

Berdasarkan penilaian postur kerja menggunakan metode QEC dan RULA, yang didukung oleh hasil kuesioner *Nordic Body Map* didapatkan postur kerja dengan nilai tertinggi pada stasiun pencucian. Dari informasi yang diperoleh maka diperlukan perbaikan desain fasilitas kerja untuk mengurangi keluhan dan memperbaiki postur kerja dari pekerja. Penjabaran kebutuhan dibuat untuk menyusun konsep perbaikan pada fasilitas kerja yang didapat berdasarkan kebutuhan operator di stasiun pencucian. Kemudian informasi ini digunakan untuk memberikan solusi terhadap keluhan yang dialami oleh pekerja pada saat melakukan aktivitas pada stasiun pencucian. Berikut merupakan data mengenai keluhan dan penjabaran kebutuhan :

Tabel 4.18. Keluhan dan Kebutuhan Pekerja pada Stasiun Pencucian

Keluhan Pekerja	Penjabaran Kebutuhan
Pekerja pada stasiun pencucian mengeluhkan nyeri pada pinggang, punggung, paha kanan, paha kiri, lutut kanan, lutut kiri	Fasilitas kerja yang nyaman dan menyesuaikan ukuran anthropometri sehingga mengurangi pekerja untuk membungkuk dan membuat lutut teretekuk

Lanjutan Tabel 4.18 Keluhan dan Kebutuhan Pekerja pada Stasiun Pencucian

Keluhan Pekerja	Penjabaran Kebutuhan
Pekerja sering mengeluhkan nyeri di bagian leher atas, leher bawah	Fasilitas kerja yang nyaman dan menyesuaikan ukuran anthropometri sehingga mengurangi pekerja untuk menekuk leher karena menyesuaikan alat kerja
Pekerja juga mengeluhkan nyeri di bagian lengan , tangan, pergelangan tangan	Fasilitas kerja yang nyaman dan menyesuaikan ukuran anthropometri sehingga mengurangi pekerja untuk penggunaan tangan, lengan,dan pergelangan tangan yang berulang.

Sumber: UMKM Mbah Sawi Tahu

2. Pembangkit gagasan dalam Perancangan (Idea)

Berdasarkan keluhan dan penjabaran kebutuhan pada tabel 4.12 kemudian dapat dikembangkan ide pemecahan masalah. Gagasan atau ide dalam perancangan yang dikembangkan berdasarkan kebutuhan pekerja dengan menyesuaikan prinsip ergonomic agar pekerja dapat menggunakan rancangan desain fasilitas kerja (mesin pencucui kedelai) dengan nyaman. Gagasan atau ide yang telah dirancang diharapkan dapat mengatasi permasalahan dan memenuhi kebutuhan yang ada pada stasiun pencucian.

Tabel 4.19 Pernyataan keluhan, penyebab keluhan, dan alternatif penyelesaian

Pernyataan keluhan	Penyebab Keluhan	Alternatif Penyelesaian
<p>Pekerja pada stasiun pencucian kedelai mengeluhkan nyeri pada pinggang, punggung, paha kanan, paha kiri, lutut kanan, lutut kiri yang disebabkan alat pencuci kedelai yang masih manual yang hanya menggunakan ember untuk mencucinya dan juga mengharuskan pekerja membungkuk secara terus menerus</p>	<p>Alat kerja yang masih manual sehingga punggung pekerja membungkuk dan kaki yang menekuk dikarenakan menyukaikan ukuran ember yang menyebabkan rasa sakit pada beberapa bagian tubuh.</p>	<p>Mendesain mesin pencuci kedelai yang tingginya sudah sesuai dengan <i>anthropometri</i> sehingga pekerja tidak perlu membungkuk dalam waktu yang lama</p>
<p>Pekerja di stasiun pencucian kedelai mengeluhkan nyeri pada lengan kiri, lengan kanan, tangan kiri, tangan kanan, pergelangan tangan kiri dan pergelangan tangan kanan</p>	<p>Pekerja di stasiun pencucian kedelai yang masih manual di mana posisi tangan dan pergelangan tangan yang menekuk dengan</p>	<p>Mendesain alat pencuci kedelai yang tidak membuat pekerja harus mengangkat beban secara berulang-ulang dikarenakan alat pencuci kedelai yang sudah secara otomatis mencuci kedelai</p>

dikarenakan alat pencuci kedelai yang masih manual di mana pekerja harus menyesuaikan ukuran ember dan beban yang ada.	membawa beban secara terus-menerus	tanpa membuat gerakan tangan secara berulang-ulang dengan alat bantu mesin diesel untuk menjalankan alat pencuci kedelai yang berada di bak berputar.
Pekerja di stasiun pencucian kedelai mengeluhkan nyeri pada leher atas dan leher bawah dikarenakan alat pencuci kedelai yang masih manual yaitu ukuran ember yang mengharuskan pekerja membungkuk dan juga secara tidak langsung membuat posisi kepala menekuk dengan jangka waktu yang lama	Pekerja di stasiun pencucian kedelai yang masih manual di mana posisi kepala yang menekuk secara terus-menerus yang membuat posisi tidak nyaman	Mendesain alat pencuci kedelai dengan ukuran <i>anthropometri</i> yang sesuai sehingga pekerja dapat melakukan pekerjaan dengan nyaman yaitu dengan mendesain bak pencuci kedelai yang ukuran <i>anthropometri</i> yang sudah sesuai

Sumber : UMKM Mbah Sawi Tahu

3. Keputusan Rancangan Produk (*Decission*)

Pada tahap keputusan rancangan produk dilakukan penilaian dengan memutuskan (*decision*) konsep yang akan digunakan. Dengan munculnya berbagai ide atau gagasan, disimpulkan bahwa perlu adanya perancangan fasilitas kerja yang

dapat membantu operator pencucian kedelai. Perancangan fasilitas kerja (mesin pencuci kedelai) harus memberikan kenyamanan dan kemudahan bagi operator. Berdasarkan analisis kebutuhan dari pekerja serta ide atau gagasan yang ada maka ditetapkan rancangan produk yaitu desain alat pencuci kedelai yang disesuaikan dengan *anthropometri* pekerja dengan menabuh mesin pencuci kedelai agar pekerja pada stasiun pencucian tidak membungkuk saat melakukan pekerjaannya di mana pekerjaannya itu dapat meningkatkan risiko MSDs (*Musculoskeletal Disorders*)

4. Pembuatan Rancangan Desain (*Action*)

Pada rancangan desain membahas detail ide pada perancangan ulang fasilitas kerja (alat pencuci kedelai) pada stasiun pencucian. Hasil dari detail ide tersebut adalah perancangan fasilitas kerja (mesin pencuci kedelai) untuk memperbaiki postur tubuh pekerja. Mesin ini dirancang sedemikian rupa agar proses yang dijalankan dapat mempermudah pengguna (user) untuk mengoperasikannya. Alat ini menggunakan mesin diesel untuk menjalankan alatnya. Air dan kedelai akan dimasukkan secara manual kedalam bak dengan bantuan mesin diesel ini kedelai akan dicuci secara otomatis. Jika proses telah selesai maka air akan otomatis terbuang dengan membuka kran yang berada di bawah bak. Setelah itu dengan memutar roda pembalik bak makan bak akan miring lalu merapikan kedelai ke dalam satu arah lalu masukkan kedelai yang telah dirapikan ke dalam ember yang telah disediakan. Untuk ukuran mesin pencuci kedelai dibuat dengan menyesuaikan *anthropometri* pekerja. Dengan adanya penyesuaian alat dengan *anthropometri* pekerja diharapkan dapat membuat pekerja nyaman dalam melakukan pekerjaannya.

4.2.5 Penentuan *Anthropometri* pada Desain Alat

Data *anthropometri* yang digunakan adalah operator yang berhubungan langsung dengan stasiun pencucian. Data *anthropometri* yang diperoleh yaitu :Berikut merupakan data pengukuran *anthropometri*

Tabel 4.20 Pengukuran *Anthropometri*

No	Data yang Diukur	Simbol	Pengukuran Ke-				
			1	2	3	4	5
1	Tinggi pinggang berdiri	Tpgb	96	105	93	108	100
2	Tinggi lutut berdiri	Tld	44	45	46	48	46
3	Panjang lengan bawah	Plb	51	50	52	50	51
4	Jangkauan tangan ke depan	Jtd	62	61	60	63	62
5	Rentangan tangan	Rt	119	117	117	118	119

Berikut merupakan pengolahan data *anthropometri*, meliputi uji kenormalan data, uji keseragaman data, uji kecukupan data dan perhitungan persentil.

1. Uji Kenormalan Data

Uji kenormalan data ini menggunakan *Software* SPSS 21.0. Pengujian dengan SPSS ini berdasarkan pada uji *Kolmogorov-Smirnov*. Pada bagian ini hanya akan ditampilkan gambar hasil uji normalitas data dari tinggi pinggang berdiri Berikut adalah hasil uji kenormalan data *anthropometri* tinggi pinggang berdiri

Tabel 4.21 Uji kenormalan Tinggi pinggang berdiri**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		Tinggi_pinggang _berdiri
N		5
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	100,40
	Std. Deviation	6,189
	Absolute	,171
Most Extreme Differences	Positive	,161
	Negative	-,171
Kolmogorov-Smirnov Z		,383
Asymp. Sig. (2-tailed)		,999

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Karena nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* yaitu 0.999 > nilai α yaitu 0.05 maka data tinggi pinggang berdiri adalah normal. Untuk tabel uji kenormalan data tinggi lutut berdiri, panjang lengan bawah, jangkauan tangan *ke depan*, dan rentangan tangan ada pada lampiran 26 sampai lampiran 30

Tabel 4.22 Rekapitulasi Hasil Uji Kenormalan Data Anthropometri

No	Data yang Diukur	Simbol	Nilai Signifikansi	Batas (α)	Keterangan
1	Tinggi pinggang berdiri	Tpgb	0.999	0.05	Normal
2	Tinggi lutut berdiri	Tlp	0.922	0.05	Normal
3	Panjang lengan bawah	Plb	0,953	0.05	Normal
4	Jangkauan tangan ke depan	Jta	0,941	0.05	Normal
5	Rentangan tangan	Rt	0,933	0.05	Normal

2. Uji Kesergaman Dataa

Uji kesergaman dataa dilakukan untuk mengetahui apakah dataa yang diperoleh dalam keadaan terkendali atau tidak. Dataa yang ada di dalam sedapat mungkin diatur, yaitu BKA (Batas Kendali Atas) dan BKB (Batas Kenddali Bawah) tertentu dapat dikatakan datas tersebut dalam keadaan terkendali. lagi pula, jika suatu dqata berada di luar BKA dan BKB, maka dattaa tersebut seharusnya bersifat tidavk trkendali. Dta yang berada dalam kondisi tidak terkendali harus dibuang dan selanjutnya diuji kembali konsistensinya sampai tidak ada lagi dnata yang berada di luar BKA dan BKB. Pengujian harus dimungkinkan secara manualh menggunakan resep yang menyertainya:

$$\text{BKA} = \bar{x} + k \sigma$$

$$\text{BKB} = \bar{x} - k \sigma$$

dan

Dibmana:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{N-1}}$$

Dengan \bar{x} = Rata-rata waktu yang diukur

k = Konstanta tingkat keyakinan

99% \approx 3

$$95\% \approx 2$$

$$90\% \approx 1$$

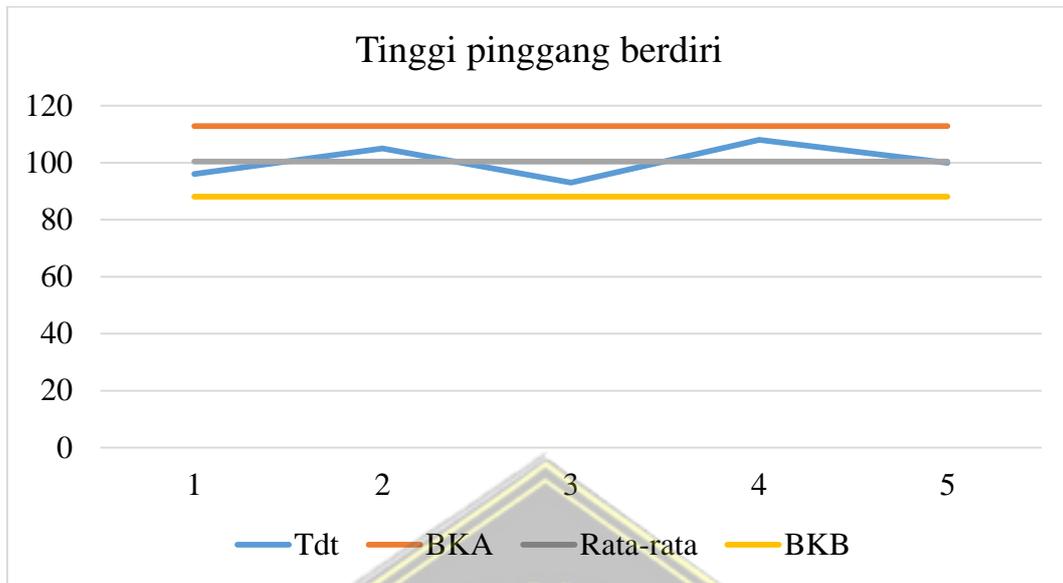
σ = Standar deviasi

N = Jumlah data pengamatan

Pada pengujian keseragaman data *anthropometri* pengolahan ini menggunakan *microsoft excel*. Pada pengolahan data melalui *microsoft excel* ini digunakan nilai dengan tingkat keyakinan (k) $95\% \approx 2$. Uji keseragaman data juga dapat ditampilkan dalam bentuk grafik atau peta keseragaman data. Pada bagian ini hanya akan ditampilkan tabel dan grafik hasil uji keseragaman data tinggi pinggang berdiri (Tpgb). tabel dan grafik hasil uji keseragaman data-data lainnya akan ditampilkan pada lampiran modul ini. data-data lainnya akan ditampilkan dalam bentuk tabel rekapitulasi. Berikut adalah hasil uji keseragaman data *anthropometri* tinggi pinggang berdiri (Tpgb).

Tabel 4.23 Uji Keseragaman Data

No	Tpgb	BKA	Rata-rata	BKB
1	96	112,78	100,4	88,02
2	105	112,78	100,4	88,02
3	93	112,78	100,4	88,02
4	108	112,78	100,4	88,02
5	100	112,78	100,4	88,02



Gambar 4.17 Grafik Hasil Uji Keserragaman Data Tinggi Pinggang Berdiri

Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui bahwa data tinggi pinggang berdiri adalah terkendali. karena tidak terdapat salah satu data yang berada diluar BKA dan BKB. Untuk grafik uji keseragaman data pada tinggi lutut berdiri, panjang lengan bawah, jangkauan tangan *ke depan*, dan rentangan tangan ada pada lampiran 31 sampai lampiran 35

Tabel 4.24 Rekapitulasi Hasil Uji Keseragaman Data *Anthropometri*

No	Kode	Rata-rata	Standar Deviasi	BKA	BKB	Min	Maks	Keterangan
1	Tpgb	100,40	6,19	112,78	88,02	93,00	108,00	Terkendali
2	Tlp	45,80	1,48	48,77	42,83	44	48	Terkendali
3	Plb	50,80	0,84	52,47	49,13	50,00	52	Terkendali
4	Jta	61,60	1,14	63,88	59,32	60,00	63	Terkendali
5	Rt	118,00	1,00	120	116	117	119	Terkendali

2. UJI KECUKUPAN DATA

Uji kecukupan data dilakukan untuk mengetahui apakah data yang diolah sudah cukup atau belum untuk diolah lebih lanjut. Hasil uji kecukupan data dapat diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2$$

Dengan: k = konstanta tingkat keyakinan

99% \approx 3

95% \approx 2

90% \approx 1

S = derajat ketelitian

10% $\rightarrow \alpha = 0.1$

5% $\rightarrow \alpha = 0.05$

N = jumlah data pengamatan

N' = jumlah data teoritis

Jika $N' \leq N$, data dianggap cukup. Jika $N' > N$ data tidak cukup (kurang) dan perlu dilakukan penambahan data sejumlah $N' - N$. Pada perhitungan kali ini menggunakan bantuan *Microsoft Excel*.

Berikut akan ditampilkan perhitungan data *anthropometri* tinggi pinggang berdiri (Tpgb) data-data lainnya akan ditampilkan dalam bentuk tabel rekapitulasi.

Tabel 4.25 Rekapitulasi Uji Kecukupan Data

No	Simbol	$\sum x$	$(\sum x)^2$	$\sum x^2$	N'	Keterangan
1	Tpgb	502	252004	50554,00	4,86	Cukup
2	Tlp	229	52441	10497,00	1,34	Cukup

3	Plb	254	64516	12906,00	0,35	Cukup
4	Jta	308	94864	18978,00	0,44	Cukup
5	Rt	591	349821	69859,00	0,09	Cukup

3. PERHITUNGAN PERSENTIL DATA

Pada bagian ini hanya akan ditampilkan persentil data *anthropometri* hasil *output* pengolahan menggunakan *software* SPSS 21.0, untuk persentil 5 sama persentil 95 menggunakan manual . Hasil tabel perhitungan persentil dapat dilihat pada lampiran 36 sampai lampiran 45. Persentil yang dicari pada *software* ini adalah P5. P25. P50. P75. dan P95

Tabel 4.26 Persentil Data *Anthropometri*

No	Symbol	Persentil				
		P5	P25	P50	P75	P95
1	Tpgb	90,22	95,25	100,40	105,75	110,58
2	Tld	43,37	44,75	45,80	47,00	48,23
3	Plb	49,42	50,13	50,80	51,50	51,9
4	Jta	59,73	60,75	61,60	62,50	63,47
5	Rt	116,5	117,17	118,20	118,83	119,8

Alat pencuci kedelai adalah mesin yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan sehari-hari. Mesin ini memiliki kenyamanan dan nilai fungsi yang berkualitas.

Visualisasi rancangan produk merupakan penentuan ukuran dimensi mesin berdasarkan data *anthropometri* yang telah diukur.

Tabel 4.27 Data Anthropometri yang digunakan dan tujuan penggunaan

No	Data Anthropometri	Tujuan
1	Tinggi Pinggang Berdiri	Untuk menentukan tinggi rangka
2	Tinggi Lutut Duduk	Untuk menentukan tinggi sekat
3	Rentangan Tangan	Untuk menentukan panjang rangka dan panjang lobang
4	Jangkauan Tangan Ke Depan	Untuk menentukan lebar bak
5	Panjang Lengan Bawah	Untuk menentukan diameter lobang

Tabel 4.28 Perkiraan ukuran rancangan alat pencuci kedelai

No	Dimensi	Ukuran (cm)	Allowance (cm)
1	PANJANG RANGKA	120	-
2	DIAMETER LOBANG	49	-
3	TINGGI RANGKA	110	-
4	TINGGI SEKAT	48,23	7
5	PANJANG LOBANG	90	-
6	LEBAR BAK	60	-

Tabel 4.29 Hasil Penentuan Ukuran Rancangan Alat Pencuci Kedelai

No	Dimensi	Ukuran (cm)
1	PANJANG RANGKA	120
2	DIAMETER LOBANG	49
3	TINGGI RANGKA	110
4	TINGGI SEKAT	55,2
5	PANJANG LOBANG	90
6	LEBAR BAK	60

4.2.6 Hubungan Metode Penilaian dengan Perancangan Alat

Pada subbab ini akan dijelaskan hubungan desain kerja dengan nilai yang dihasilkan dengan metode QEC dan RULA

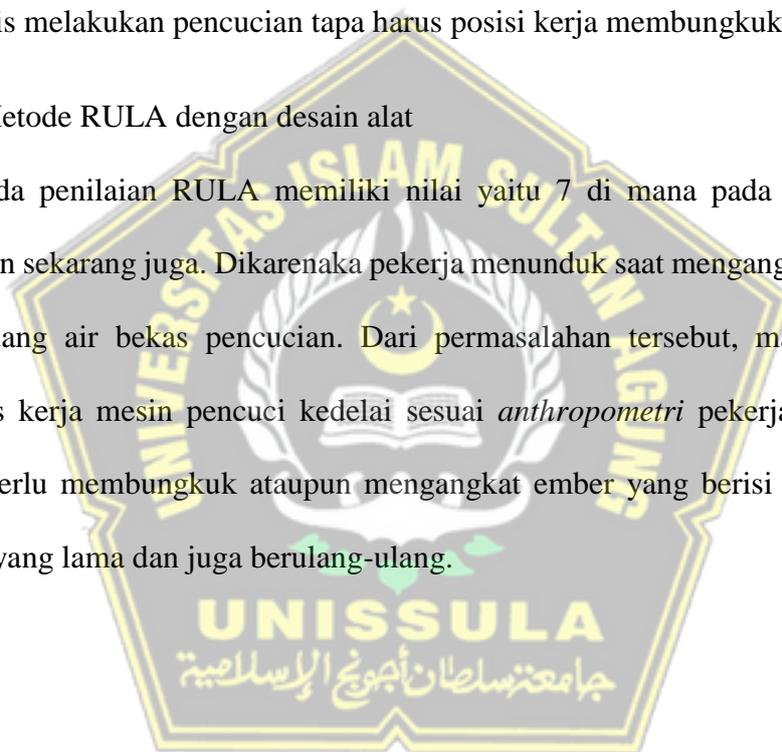
1. Metode QEC dengan desain alat

Pada penelitian QEC terdapat 4 aspek penilaian antara lain penilaian punggung, bahu/ lengan, pergelangan tangan dan leher dan juga 4 aspek tambahan yaitu mengemudi, getaran, kecepatan bekerja/ tingkat kesulitan, dan tingkat stress. Hasil penilaian QEC yang nilai exposure score sebesar 89 dengan nilai keluhan pada punggung 22, bahu/lengan 14, pergelangan tangan 16, leher 10, mengemudi 1, getaran 1, kecepatan bekerja 9, stress 16. Maka dapat dihitung nilai exposure level yaitu nilai total dibagi 176 dikali 100% yaitu 51 % dan masuk kategori tindakan dalam waktu dekat. Hal tersebut dikarenakan pada saat melakukan pembuangan air bekas pencucian kedelai pekerja harus mengangkat ember berisi kedelai dan dalam

keadaan membungkuk. Posisi membungkuk dilakukan secara berulang – ulang. Dari kondisi ini, maka perlu dilakukan perbaikan dengan perancangan fasilitas kerja baru (alat pencucui kedelai). Posisi kerja mengangkat ember dan membungkuk diperbaiki dengan perancangan alat yang tingginya menyesuaikan tinggi siku kerja agar pekerja tidak perlu membungkuk saat melakukan pekerjaan. Kemudian pekerja tidak perlu mengangkat ember berisi kedelai karena mesin ini dapat secara otomatis melakukan pencucian tanpa harus posisi kerja membungkuk.

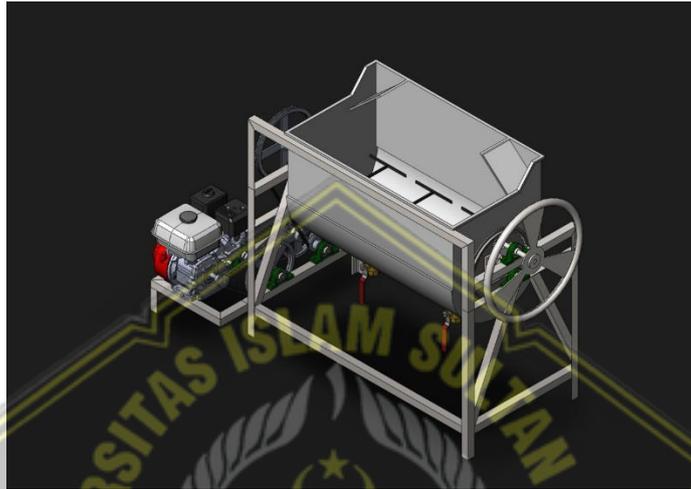
2. Metode RULA dengan desain alat

Pada penilaian RULA memiliki nilai yaitu 7 di mana pada kategori level tindakan sekarang juga. Dikarenakan pekerja menunduk saat mengangkat ember dan membuang air bekas pencucian. Dari permasalahan tersebut, maka dirancang fasilitas kerja mesin pencuci kedelai sesuai *anthropometri* pekerja agar pekerja tidak perlu membungkuk ataupun mengangkat ember yang berisi kedelai dalam waktu yang lama dan juga berulang-ulang.



4.2.7 Pembuatan Desain Fasilitas Kerja

Pembuatan desain fasilitas kerja dilakukan dengan pertimbangan penilaian dengan metode QEC dan RULA. Pembuatan gambar rancangan alat dilakukan dengan menggunakan software AutoCad. Berikut hasil rancangan 3D dari fasilitas kerja di stasiun pencucian berdasarkan kebutuhan pekerja.



Gambar 4.18. Fasilitas Kerja Stasiun Pencucian

4.2.8 Biaya Pembuatan Fasilitas Kerja Baru dan Biaya operasional alat

Desain mesin pencuci kedelai dibuat berdasarkan kebutuhan dan keluhan yang dirasakan oleh pekerja. Ukuran desain mesin disesuaikan dengan *anthropometri* pekerja. Berdasarkan desain fasilitas kerja pada gambar 4.24 kemudian dilakukan estimasi biaya pada tabel 4.22

Tabel 4.30 Biaya Pembuatan fasilitas kerja baru

No	Bahan	Jumlah	Harga
1	Bak	1	3.550.000
2	Mesin Diesel bekas (700 rpm)	1	1.000.000
3	Pulley (50 cm/20 mm)	1	300.000
4	Bearing(70 mm)	3	225.000
5	Ass(1,34 cm)	1	300.000
Total			5.375.000

Sumber : Bengkel Las Srijaya

Untuk sumber data pembelian dari alat-alat tersebut bisa dilihat di bawah ini

1. Bak : Pembuatan dan pembelian bahan dari bengkel las seharga 3.550.000.
Pembelian plat besi di toko besi Sragen Sumber Baja
2. Mesin Diesel : Menggunakan mesin diesel bekas sedot air yang dibeli seharga 1.000.000. Pembelian di tempat Pak Yitno.
3. Pulley : Menggunakan pulley bekas yang dibeli seharga 300.000. Di pengepul besi Pak Buluk.
4. Bearing : Menggunakan bearing yang dibeli dari bengkel las seharga 225.000.
Pembelian di toko onderdiel diesel.
5. Ass : Pembelian ass besi di toko besi Sragen Sumber Baja. Pembuatan ass yaitu dengan membubut sendiri dari bengkel las. Total harga yaitu 300.000

- Biaya operasional alat :

1 jam = 1 liter

Tiap operasi membutuhkan waktu 3 menit x 4 kali pencucian = 12 menit

1 jam = 60 menit

60 menit = 5

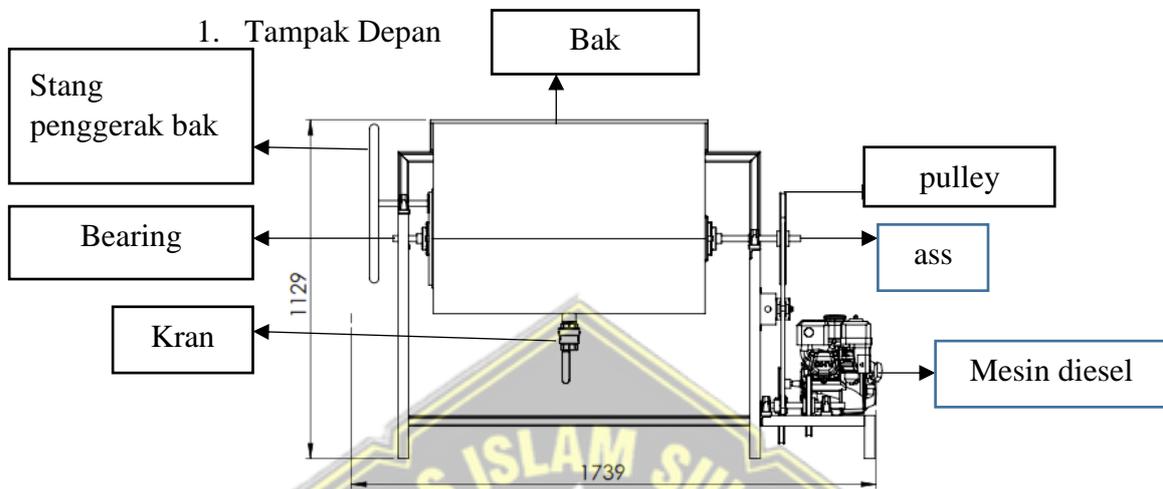
12 menit

1 liter = Rp. 10.000

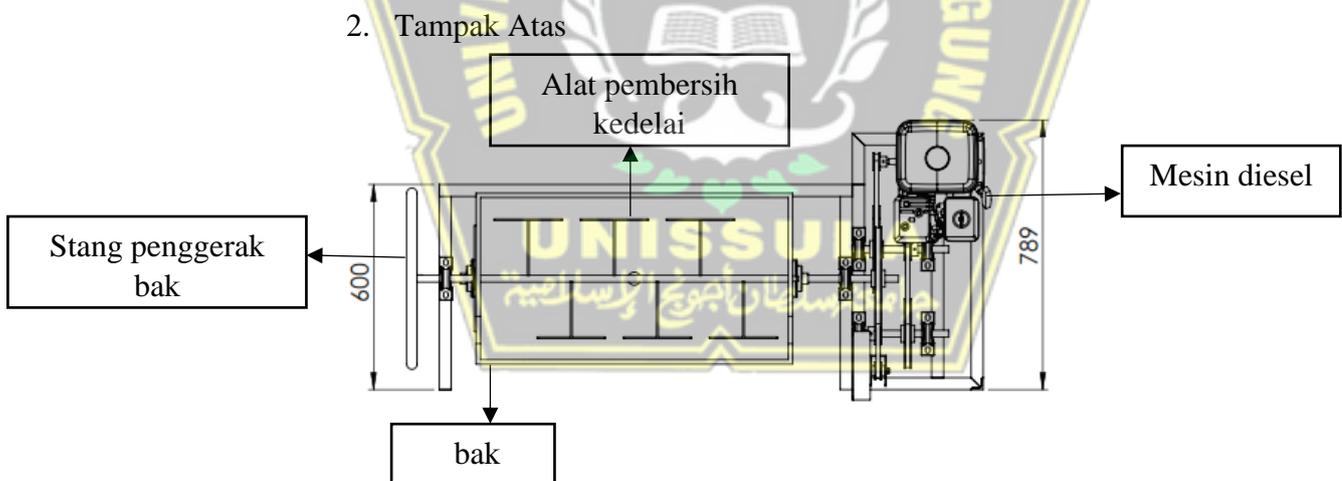
Jadi untuk tiap hari kerja membutuhkan Rp 2000,00

4.2.8 Dimensi Desain Fasilitas Kerja

Pada subbab ini akan ditampilkan dimensi desain fasilitas kerja (alat pencuci kedelai).

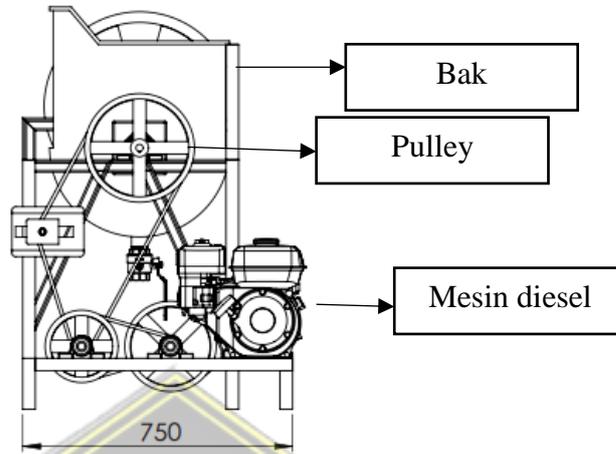


Gambar 4.19. Tampak Depan Fasilitas Kerja Stasiun Pencucian



Gambar 4.20. Tampak Atas Fasilitas Kerja Stasiun Pencucian

3. Tampak Samping



Gambar 4.21. Tampak Samping Fasilitas Kerja Stasiun Pencucian

4.2.9 Gambar Asli Fasilitas Kerja Baru

Pada subbab ini akan ditampilkan gambar desain fasilitas kerja (mesin pencuci kedelai yang telah dibuat.



Gambar 4.22 Gambar asli fasilitas Kerja Baru

Cara pembuatan produk :

1. Membuat rangka dari plat besi dengan ukuran panjang rangka 120 cm,tinggi rangka 110 cm, tinggi sekat 55,2 cm
2. Pembuatan bak dari plat besi untuk pengadukan dengan ukuran diameter lobang 49 cm, panjang lobang 90 cm dan lebar bak 60 cm
3. Pemasangan ass dengan ukuran 2,6 cm dan bearing sebanyak 3 buah dengan ukuran 7 cm
4. Pemasangan pulley dengan ukuran 50 cm/19,6 inci
5. Pemasangan transmisi untuk perputaran tinggi ke kecepatan rendah
6. Pemasangan diesel dengan kecepatan 700 rpm
7. Pembuatan kran dan pemasangan selang
8. Pengecatan dengan menggunakan cat emco

4.2.10 Cara Kerja Fasilitas Kerja Baru

Alat pencuci kedelai merupakan mesin otomatis yang digunakan untuk membersihkan kedelai secara merata dan juga tidak membuat pekerja kesusahan dalam pembersihan kedelai dikarenakan terlalu membungkuk saat bekerja sehingga sangat tidak efektif dan membuat pekerja tidak nyaman saat bekerja. Berikut merupakan cara kerja mesin pembersih kedelai

1. Masukkan air
2. Masukkan kedelai sebesar 6 kg
3. Lalu nyalakan mesin diesel nya
4. Setelah itu tunggu sampai bersih kurang lebih 2 menit
5. Lalu buka kran yang ada di bawah sampai air mengalir melalui selang
6. Apabila air tinggal sedikit putar roda pembalik bak supaya kedelainya tumpah ke dalam ember yang sudah disediakan.

4.2.11 Perbandingan Sebelum dan Setelah Perbaikan Dilakukan

Operator Pencucian Kedelai

Bagian ini menjelaskan mengenai perbandingan postur kerja serta skor penilaian QEC dan RULA operator pencucian kedelai sebelum menggunakan alat pencuci kedelai dan setelah menggunakan alat pencuci kedelai. Target harian Industri Mbah Sawi Tahu yaitu 24 kg kedelai, dalam satu siklus pencetakan menghasilkan 2 kg . Perbandingan postur tubuh pada elemen-elemen kerja operator pencucian kedelai ditampilkan pada tabel 4.31 berikut.

Tabel 4.31 Perbandingan Postur Kerja Operator Pencucian Kedelai

Sebelum Implementasi	Setelah Implementasi
Mencuci kedelai	
	

Lama waktu implementasi yaitu selama 7 hari dengan 28 kali percobaan pencucian dengan waktu pengukuran yaitu pada tanggal 19 Agustus 2021. Penilaian dengan metode QEC dan metode RULA dilakukan setelah 7 hari percobaan dengan menggunakan alat pencuci kedelai. Penilaian dengan metode QEC dan RULA dilakukan terhadap operator pencucian kedelai agar dapat dilakukan perbandingan

dengan skor QEC dan RULA sebelum diterapkannya perbaikan dan setelah diterapkannya perbaikan. Jadi dalam 7 jam ada 12 kali pencucian maka dengan adanya alat ini akan menghemat menjadi 4 kali pencucian dengan posisi kerja tidak membungkuk. Pada stasiun penggilingan, perebusan, penyaringan, pencetakan pemotongan dan penggorengan masih pada 12 kali masakan tetapi dengan adanya produk ini bisa mengurangi keluhan MSDs (*Musculoskeletal Disorders*)



Berikut merupakan penilaian metode QEC setelah perbaikan berdasarkan kuisioner yang terdapat pada lampiran 46

PUNGGUNG				BAHU/ LENGAN				PERGELANGAN TANGAN				LEHER						
(A) & (H)				(C) & (H)				(F) & (J)				(G) & (I)						
	A1	A2	A3		C1	C2	C3		F1	F2	F3		G1	G2	G3			
H1	2	4	6	H1	2	4	6	J1	2	4	6	I1	2	4	6			
H2	4	6	8	H2	4	6	8	J2	4	6	8	I2	4	6	8			
H3	6	8	10	H3	6	8	10	J3	6	8	10	I3	6	8	10			
H4	8	10	12	H4	8	10	12	SCORE				2	SCORE				2	
SCORE				2	SCORE				2	(F) & (I)				(K) & (I)				
(A) & (I)				(C) & (I)					F1	F2	F3		K1	K2				
	A1	A2	A3		C1	C2	C2	I1	2	4	6	I1	2	4				
I1	2	4	6	I1	2	4	6	I2	4	6	8	I2	4	6				
I2	4	6	8	I2	4	6	8	I3	6	8	10	I3	6	8				
I3	6	8	10	I3	6	8	10	SCORE				2	SCORE				2	
SCORE				2	SCORE				2	(I) & (J)				TOTAL				4
(I) & (H)				(I) & (H)					I1	I2	I3		Mengemudi					
	I1	I2	I3		I1	I2	I3		J1	2	4	6		L1	L2	L3		
H1	2	4	6	H1	2	4	6	J2	4	6	8							

H2	4	6	8		H2	4	6	8		J3	6	8	10			1	4	9				
H3	6	8	10		H3	6	8	10		SCORE			2	TOTAL				1				
H4	8	10	12		H4	8	10	12		(E) & (J)				Getaran								
SCORE				2	SCORE				2		E1	E2		M1				M2	M3			
(B) & (I)					(D) & (H)					J1	2	4			1	4	9	TOTAL				1
	B1	B2				D1	D2	D3		J2	4	6		TOTAL				1				
I1	2	4			H1	2	4	6		J3	6	8		SCORE				2				
I2	4	6			H2	4	6	8		(E) & (I)				Kec. Bekerja								
I3	6	8			H3	6	8	10			E1	E2			N1	N2	N3	TOTAL				4
SCORE				2	H4	8	10	12		I1	2	4			1	4	9	TOTAL				4
TOTAL				8	SCORE				2	I2	4	6		TOTAL				4				
					(D) & (I)					I3	6	8		SCORE				2				
						D1	D2	D3		SCORE			2	TOTAL				10				
					I1	2	4	6		(E) & (I)				Stres								
					I2	4	6	8			E1	E2		O1	O2	O3	O4	TOTAL				1
					I3	6	8	10		I1	2	4		1	4	9	16	TOTAL				1
					SCORE				2	I2	4	6		TOTAL				1				
					TOTAL				10	I3	6	8		TOTAL				1				

sumber : (Ilman, Yuniar and Helianty, 2013)

Setelah mengetahui nilai *exposure score*, maka tahap selanjutnya adalah menghitung nilai *exposure level* menggunakan rumus persamaan di bawah ini untuk stasiun pencucian :

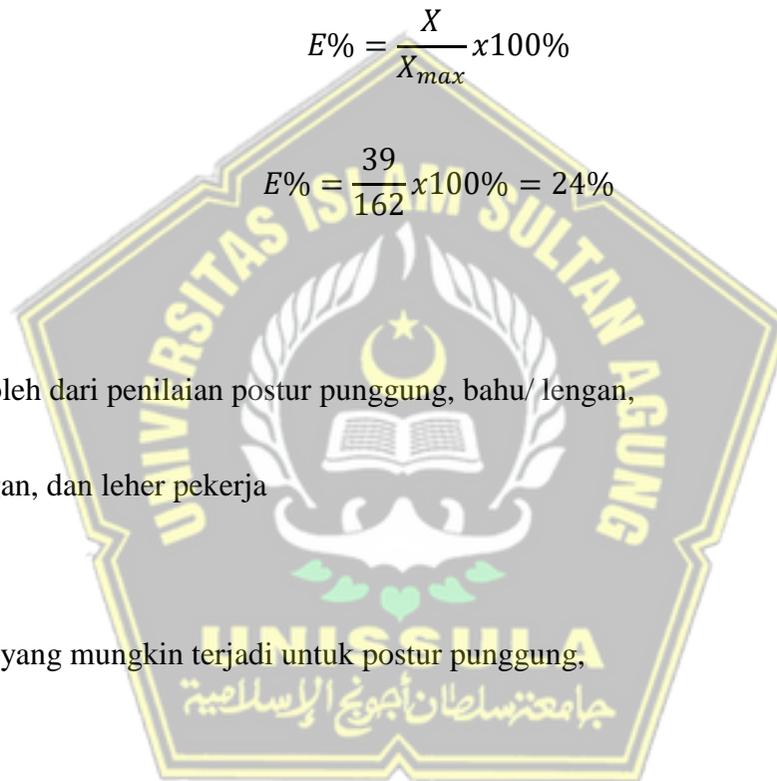
$$E\% = \frac{X}{X_{max}} \times 100\%$$

$$E\% = \frac{39}{162} \times 100\% = 24\%$$

Di mana

X = Total skor yang diperoleh dari penilaian postur punggung, bahu/ lengan, pergelangan tangan, dan leher pekerja

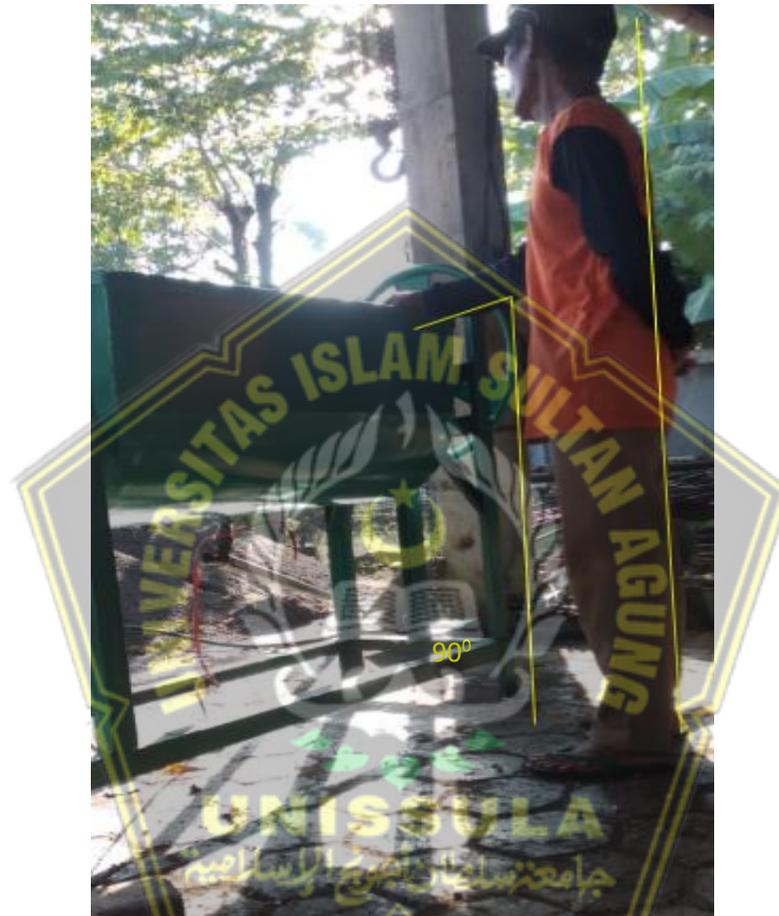
X_{max} = Total skor maksimum yang mungkin terjadi untuk postur punggung,



bahu/ lengan, pergelangan tangan dan leher pekerja. Konstanta X_{max} yang mungkin terjadi untuk pekerjaan statis adalah 162 dan untuk pekerjaan *manual handling* (mengangkat benda/ menarik benda, membawa benda) nilai X_{max} yang mungkin terjadi adalah 176.

Penilaian metode RULA untuk kegiatan operator stasiun pencucian dapat dilihat pada Gambar 4.24.





Gambar 4.23 Postur kerja di stasiun pencucian setelah perbaikan

RULA Employee Assessment Worksheet

A. Arm and Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position:

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

Step 2: Locate Lower Arm Position:

Step 2a: Adjust...
 If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

Step 3: Locate Wrist Position:

Step 3a: Adjust...
 If wrist is bent from midline: Add +1

Step 4: Wrist Twist:

Step 4a: Adjust...
 If wrist is twisted in mid-range: +1
 If wrist is at or near end of range: +2

Step 5: Look-up Posture Score in Table A:
 Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A.

Step 6: Add Muscle Use Score
 If posture mainly static (i.e. held >10 minutes), Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Step 7: Add Force/Load Score
 If load < 4.4 lbs (intermittent): +0
 If load 4.4 to 22 lbs (intermittent): +1
 If load 4.4 to 22 lbs (static or repeated): +2
 If more than 22 lbs or repeated or shocks: +3

Step 8: Find Row in Table C
 Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

SCORES

Table A: Wrist Posture Score

Upper Arm	Lower Arm	Wrist Twist		Wrist Twist	
		1	2	3	4
1	1	1	2	2	3
1	2	2	2	3	3
1	3	2	3	3	4
2	2	2	3	3	4
2	3	3	3	3	4
3	3	4	4	4	5
4	1	3	4	4	5
4	2	3	4	4	5
4	3	4	4	4	5
5	1	5	5	5	6
5	2	5	6	6	7
5	3	6	6	7	8
6	1	7	7	7	8
6	2	8	8	8	9
6	3	9	9	9	9

Table B: Trunk Posture Score

Neck Posture	Legs		Legs		Legs		Legs	
	1	2	1	2	1	2	1	2
1	3	2	3	3	4	5	5	6
2	3	2	3	4	5	5	6	7
3	3	3	3	4	5	5	6	7
4	5	5	5	6	7	7	7	8
5	7	7	7	7	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	9	9

Table C: Neck, trunk and leg score

Wrist and Arm Score	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	2	3	3	4	5	5	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6	6	6
4	4	4	4	5	6	7	7	7	7
5	5	5	6	6	7	7	7	7	7
6	6	6	6	7	7	7	7	7	7
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8+	8	8	8	8	8	8	8	8	8

Table C: Neck, trunk and leg score

Scoring: (final score from Table C)
 1 or 2 = acceptable posture
 3 or 4 = further investigation, change may be needed
 5 or 6 = further investigation, change soon
 7 = investigate and implement change

B. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position:

Step 9a: Adjust...
 If neck is twisted: +1
 If neck is side bending: +1

Step 10: Locate Trunk Position:

Step 10a: Adjust...
 If trunk is twisted: +1
 If trunk is side bending: +1

Step 11: Legs:
 If legs and feet are supported: +1
 If not: +2

Step 12: Look-up Posture Score in Table B:
 Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B.

Step 13: Add Muscle Use Score
 If posture mainly static (i.e. held >10 minutes), Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Step 14: Add Force/Load Score
 If load < 4.4 lbs (intermittent): +0
 If load 4.4 to 22 lbs (intermittent): +1
 If load 4.4 to 22 lbs (static or repeated): +2
 If more than 22 lbs or repeated or shocks: +3

Step 15: Find Column in Table C
 Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

Upper Arm Score: **1**

Lower Arm Score: **1**

Wrist Score: **2**

Wrist Twist Score: **1**

Posture Score A: **2**

Muscle Use Score: **0**

Force/Load Score: **0**

Wrist & Arm Score: **2**

Final Score

2

Neck Score: **1**

Trunk Score: **1**

Leg Score: **1**

Posture Score B: **1**

Muscle Use Score: **0**

Force/Load Score: **0**

Neck, Trunk & Leg Score: **1**

Sumber : (McAtamney and Nigel Corlett, 1993) **Gambar 4.24.** Penilaian Metode RULA Stasiun Pencucian setelah perbaikan

Tabel 4.32 Hasil penilaian RULA setelah perbaikan stasiun pencucian

No	Variabel	Hasil Pengamatan	Skor
1	Lengan Atas (<i>Upper Arm</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 0°	1
2	Lengan Bawah (<i>Lower Arm</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 90°	1
3	Pergelangan Tangan (<i>Wrist</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 10°	2
4	Putaran Pergelangan Tangan (<i>Wrist Twist</i>)	Putaran pergelangan tangan dalam <i>mid-range</i>	1
Skor Tabel A			2
5	<i>Muscle Use</i>	-	0
6	<i>Force/Load</i>	Beban <4,4 lbs	0
Total Skor Tabel A			2
7	Leher (<i>Neck</i>)	Terjadi fleksi dengan sudut 0°	1
8	Batang Tubuh (<i>Trunk</i>)	Tegak lurus	1
9	Kaki (<i>Legs</i>)	Bertumpu pada dua kaki	1
Skor Tabel B			1
10	<i>Muscle Use</i>	-	0
11	<i>Force/Load</i>	Beban < 4.4 lbs	0
Total Skor Tabel B			1
Skor RULA Akhir			2

Tabel 4.33 menunjukkan rekapitulasi skor QEC dan RULA operator pencucian kedelai.

Tabel 4.33 Rekapitulasi Operator Pencucian Kedelai

Metode	Sebelum Implementasi		Setelah Implementasi	
	Skor	Risiko	Skor	Risiko
QEC	51	Tindakan dalam waktu dekat	24	Aman
RULA	7	Penyelidikan dan perubahan dibutuhkan sesegera mungkin (mendesak)	2	Postur dapat diterima selama tidak dijaga atau berulang untuk waktu yang lama

Sebelum adanya perbaikan yaitu alat pencuci kedelai dengan menggunakan metode QEC berdasarkan kuisioner yang dibagikan lagi pada stasiun pencucian yaitu sebelumnya memiliki nilai 51% dengan nilai punggung 22, bahu/lengan 14, pergelangan tangan 16, leher 10, mengemudi 1, getaran 1, kecepatan bekerja 9, stress 16. Maka dapat dihitung nilai exposure level yaitu nilai total dibagi 176 dikali 100% yaitu 51 % dan masuk kategori tindakan dalam waktu dekat, di mana harus adanya tindakan dalam waktu dekat setelah adanya perbaikan memiliki skor 24% yaitu aman. Yang dapat disimpulkan bahwa penggunaan alat pencuci kedelai ini sangat efektif untuk pekerja pada stasiun pencucian. Yaitu dengan nilai nilai keluhan pada punggung 8, bahu/lengan 10, pergelangan tangan 10, leher 4, mengemudi 1, getaran 1, kecepatan bekerja 4, stress 1. Maka dapat dihitung nilai exposure level yaitu nilai total dibagi 162 dikali 100% yaitu 24 % dan masuk kategori tindakan aman.

Sebelum adanya perbaikan yaitu alat pencuci kedelai dengan menggunakan metode RULA berdasarkan perhitungan sebelumnya bernilai 7 dengan tingkat risiko tinggi di mana harus adanya tindakan sekarang juga tetapi setelah adanya perbaikan memiliki nilai 2 yaitu dengan tingkat risiko kecil. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan alat pencuci kedelai ini sangat efektif untuk pekerja pada stasiun pencucian.

4.3 ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL

Bab ini berisi mengenai analisis dan interpretasi hasil berdasarkan pembahasan pada bab-bab sebelumnya. Analisis dan interpretasi hasil bertujuan untuk menjelaskan hasil dan pengolahan data sehingga hasil penelitian menjadi lebih jelas.

4.3.1 Analisis NBM

Berdasarkan tabel 4.4 dengan *Nordic Body Map* diketahui bahwa terdapat bahwa leher atas terdapat keluhan 3,71 % %, leher bawah 3,71 %, bahu kiri 3,5 % , bahu kanan 3,94 %, lengan atas kiri 5,04 %, punggung 4,16 %, lengan atas kanan 5,26 %, pinggang 3,07 %, bokong 3,28 %, pantat 2,41 % , siku kiri 2,85 %, siku kanan 3,28 %, lengan bawah kiri 3,71 %, lengan bawah kanan 5,04 %, pergelangan tangan kiri 6,14 %, pergelangan tangan kanan 4,60 %, tangan kiri 5,04 %, tangan kanan 5,04 %, paha kiri 5,04 % , paha kanan 2,85 %, lutut kiri 2,41 %, lutut kanan 2,63 %, betis kiri 2,63 %, betis kanan 2,41 %, pergelangan kaki kiri 2,41 %, pergelangan kaki kanan 2,41 %, telapak kaki kiri 2,41 %, dan telapak kaki kanan 2,41 % . Dari total skor keluhan individu kemudian dilihat level tindakan yaitu sebanyak 7 stasiun kerja yang memiliki tingkat risiko otot skeletal sedang yang artinya mungkin perlu tindakan dikemudian hari dan 1 stasiun kerja yang memiliki tingkat risiko sangat tinggi yang artinya diperlukan tindakan menyeluruh sesegara mungkin . Jika melihat jenis keluhan yang paling banyak dialami terdapat pada lengan bawah kanan sebesar 6,14 % dari total keseluruhan keluhan.

4.3.2 Analisis QEC

Pada pekerja pabrik tahu dapat diketahui dari indenfikasi keluhan pekerja bahwa pada pekerja pabrik tahu terdapat keluhan dari bagian bagian tertentu pada tubuh. Maka dari itu perlu dilakukan penilaian lebih lanjut dengan menggunakan penilaian dengan menggunakan metode QEC. Berikut merupakan analisis menggunakan metode QEC

1. Pada stasiun kerja pencucian dapat diketahui nilai exposure score yaitu 89 dengan nilai keluhan pada punggung 22, bahu/lengan 14, pergelangan tangan 16, leher 10, mengemudi 1, getaran 1, kecepatan bekerja 9, stress 16. Maka dapat

dihitung nilai exposure level yaitu nilai total dibagi 176 dikali 100% yaitu 51 % dan masuk kategori tindakan dalam waktu dekat.

2. Pada stasiun kerja penggilingan dapat diketahui nilai exposure score yaitu 52 dengan nilai keluhan pada punggung 8, bahu/lengan 18, pergelangan tangan 16, leher 6, mengemudi 1, getaran 1, kecepatan bekerja 1, stress 1. Maka dapat dihitung nilai exposure level yaitu nilai total dibagi 162 dikali 100% yaitu 32 % dan masuk kategori tindakan aman
3. Pada stasiun kerja perebusan dapat diketahui nilai exposure score yaitu 38 dengan nilai keluhan pada punggung 10, bahu/lengan 10, pergelangan tangan 10, leher 4, mengemudi 1, getaran 1, kecepatan bekerja 1, stress 1. Maka dapat dihitung nilai exposure level yaitu nilai total dibagi 176 dikali 100% yaitu 22 % dan masuk kategori tindakan aman.
4. Pada stasiun kerja penyaringan dapat diketahui nilai exposure score yaitu 44 dengan nilai keluhan pada punggung 10, bahu/lengan 14, pergelangan tangan 10, leher 6, mengemudi 1, getaran 1, kecepatan bekerja 1, stress 1. Maka dapat dihitung nilai exposure level yaitu nilai total dibagi 176 dikali 100% yaitu 25 % dan masuk kategori tindakan aman.
5. Pada stasiun kerja pencetakan dapat diketahui nilai exposure score yaitu 38 dengan nilai keluhan pada punggung 10, bahu/lengan 10, pergelangan tangan 10, leher 4, mengemudi 1, getaran 1, kecepatan bekerja 1, stress 1. Maka dapat dihitung nilai exposure level yaitu nilai total dibagi 176 dikali 100% yaitu 22 % dan masuk kategori tindakan aman.
6. Pada stasiun kerja penyimpanan dapat diketahui nilai exposure score yaitu 48 dengan nilai keluhan pada punggung 10, bahu/lengan 14, pergelangan tangan 16, leher 4, mengemudi 1, getaran 1, kecepatan bekerja 1, stress 1. Maka dapat dihitung nilai exposure level yaitu nilai total dibagi 176 dikali 100% yaitu 27 % dan masuk kategori tindakan aman..
7. Pada stasiun kerja pemotongan dapat diketahui nilai exposure score yaitu 54 dengan nilai keluhan pada punggung 10, bahu/lengan 18, pergelangan tangan

10, leher 6, mengemudi 1, getaran 1, kecepatan bekerja 4, stress 4. Maka dapat dihitung nilai exposure level yaitu nilai total dibagi 176 dikali 100% yaitu 31 % dan masuk kategori tindakan aman..

8. Pada stasiun kerja penggorengan dapat diketahui nilai exposure score yaitu 50 dengan nilai keluhan pada punggung 10, bahu/lengan 14, pergelangan tangan 10, leher 6, mengemudi 1, getaran 1, kecepatan bekerja 4, stress 4. Maka dapat dihitung nilai exposure level yaitu nilai total dibagi 176 dikali 100% yaitu 28 % dan masuk kategori tindakan aman.



4.3.3 Analisis RULA

Metode RULA merupakan penilaian postur kerja yang dilakukan oleh tubuh bagian atas yaitu lengan, pergelangan tangan, leher, punggung, dan kaki. Berikut merupakan analisis dari metode RULA

1. Pada stasiun pencucian memiliki nilai skor akhir 7 yaitu penyelidikan dan perubahan dibutuhkan sesegera mungkin (mendesak)
2. Pada stasiun penggilingan memiliki nilai skor akhir 4 yaitu penyelidikan lebih jauh dibutuhkan dan mungkin saja perubahan diperlukan
3. Pada stasiun perebusan memiliki nilai skor akhir 3 yaitu penyelidikan lebih jauh dibutuhkan dan mungkin saja perubahan diperlukan
4. Pada stasiun penyaringan memiliki nilai skor akhir 4 yaitu penyelidikan lebih jauh dibutuhkan dan mungkin saja perubahan diperlukan
5. Pada stasiun pencetakan memiliki nilai skor akhir 3 yaitu penyelidikan lebih jauh dibutuhkan dan mungkin saja perubahan diperlukan
6. Pada stasiun penyimpanan memiliki nilai skor akhir 3 yaitu penyelidikan lebih jauh dibutuhkan dan mungkin saja perubahan diperlukan
7. Pada stasiun pemotongan memiliki nilai skor akhir 3 yaitu penyelidikan lebih jauh dibutuhkan dan mungkin saja perubahan diperlukan
8. Pada stasiun penggorengan memiliki nilai skor akhir 3 yaitu penyelidikan lebih jauh dibutuhkan dan mungkin saja perubahan diperlukan

4.3.4 Analisis penyusunan konsep rancangan

Analisis penentuan *anthropometri* pada desain alat

1. Tinggi pinggang berdiri pada pengukuran pertama 96, kedua 105, ketiga 93, keempat 108, dan kelima 100,
2. Tinggi lutut berdiri pada pengukuran pertama 44, kedua 45, ketiga 46, keempat 48, dan kelima 46
3. Panjang lengan bawah pada pengukuran pertama 31, kedua 50, ketiga 52,

keempat 50, dan kelima 51

4. Jangkauan tangan *ke depan* pada pengukuran pertama 62, kedua 61, ketiga 60, keempat 63, dan kelima 62
5. Rentangan tangan pada pengukuran pertama 119, kedua 117, ketiga 117, keempat 118, kelima 119.

4.3.5 Analisis uji kenormalan data *anthropometri*

1. Tinggi pinggang berdiri dengan nilai signifikansi 0,999 dengan batas 0,05 . Karena nilai *Asymp. Sig (2-tailed)* yaitu 0,999 > nilai α yaitu 0,05 maka data tinggi pinggang berdiri adalah normal.
2. Tinggi lutut berdiri dengan nilai signifikansi 0,922 dengan batas 0,05. Karena nilai *Asymp. Sig (2-tailed)* yaitu 0,922 > nilai α yaitu 0,05 maka data tinggi lutut berdiri adalah normal.
3. Panjang lengan bawah dengan nilai signifikansi 0,953 dengan batas 0,05 . Karena nilai *Asymp. Sig (2-tailed)* yaitu 0,953 > nilai α yaitu 0,05 maka data tinggi panjang lengan bawah adalah normal.
4. Jangkauan tangan *ke depan* dengan nilai signifikansi 0,941 dengan batas 0,05 . Karena nilai *Asymp. Sig (2-tailed)* yaitu 0,941 > nilai α yaitu 0,05 maka data jangkauan tangan *ke depan* adalah normal.
5. Rentangan tangan dengan nilai signifikansi 0,933 dengan batas 0,05. Karena nilai *Asymp. Sig (2-tailed)* yaitu 0,933 > nilai α yaitu 0,05 maka data rentangan tangan adalah normal.

4.3.6 Analisis uji kecukupan data

1. Tinggi pinggang berdiri dengan jumlah data 502 , jumlah data kuadrat $(\sum x)^2$ yaitu 252004, jumlah data kuadrat $\sum x^2$ yaitu 50554,00 , jumlah data teoritis yaitu 1,22. Jika $N' \leq N$. data dianggap cukup. Jika $N' > N$ data tidak cukup (kurang) dan perlu dilakukan penambahan data sejumlah $N' - N$. Dikarenakan nilai data N' $1,22 \leq 5$ maka data cukup.
2. Tinggi lutut berdiri dengan jumlah data 229 , jumlah data kuadrat $(\sum x)^2$ yaitu 52441, jumlah data kuadrat $\sum x^2$ yaitu 10497,00 , jumlah data teoritis yaitu

0,34. Jika $N' \leq N$. data dianggap cukup. Jika $N' > N$ data tidak cukup (kurang) dan perlu dilakukan penambahan data sejumlah $N' - N$. Dikarenakan nilai data $N' 0,34 \leq 5$ maka data cukup.

3. Panjang lengan bawah dengan jumlah data 254 , jumlah data kuadrat $(\sum x)^2$ yaitu 64516, jumlah data kuadrat $\sum x^2$ yaitu 12906,00 , jumlah data teoritis yaitu 0,09. Jika $N' \leq N$. data dianggap cukup. Jika $N' > N$ data tidak cukup (kurang) dan perlu dilakukan penambahan data sejumlah $N' - N$. Dikarenakan nilai data $N' 0,09 \leq 5$ maka data cukup.
4. Jangkauan tangan *ke depan* dengan jumlah data 308 , jumlah data kuadrat $(\sum x)^2$ yaitu 94864, jumlah data kuadrat $\sum x^2$ yaitu 18978,00 , jumlah data teoritis yaitu 0,11. Jika $N' \leq N$. data dianggap cukup. Jika $N' > N$ data tidak cukup (kurang) dan perlu dilakukan penambahan data sejumlah $N' - N$. Dikarenakan nilai data $N' 0,11 \leq 5$ maka data cukup.
5. Rentangan tangan dengan jumlah data 591 , jumlah data kuadrat $(\sum x)^2$ yaitu 349821, jumlah data kuadrat $\sum x^2$ yaitu 69859,00 , jumlah data teoritis yaitu 0,02. Jika $N' \leq N$. data dianggap cukup. Jika $N' > N$ data tidak cukup (kurang) dan perlu dilakukan penambahan data sejumlah $N' - N$. Dikarenakan nilai data $N' 0,02 \leq 5$ maka data cukup.

4.3.7 Analisis perhitungan persentil Data

1. Tinggi pinggang berdiri dengan nilai P5 yaitu 90,22, P25 yaitu 95,25, P50 yaitu 100,40, P75 yaitu 105,75, P95 yaitu 110,58.
2. Tinggi lutut berdiri dengan nilai P5 yaitu 43,37, P25 yaitu 44,75, P50 yaitu 45,80, P75 yaitu 47,00, dan P95 yaitu 48,23.
3. Panjang lengan bawah dengan nilai P5 yaitu 49,42 , P25 yaitu 50,13, P50 yaitu 50,80, P75 yaitu 51,50, dan P95 yaitu 51,9.
4. Jangkauan tangan *ke depan* dengan nilai P5 yaitu 59,73, P25 yaitu 60,75, P50 yaitu 61,60, P75 yaitu 62,50, dan P95 yaitu 63,47.
5. Rentangan tangan dengan nilai P5 yaitu 116,5, P25 yaitu 117,17, P50 yaitu 118,2, P75 yaitu 118,83, dan P95 yaitu 119,8.

4.3.8 Analisis hasil penentuan ukuran Rancangan Alat pencuci kedelai

Untuk hasil penentuan ukuran rancangan alat pencuci kedelai disini tinggi pinggang berdiri digunakan untuk mengukur tinggi rangka menggunakan P75 yaitu 105,75 , tinggi lutut duduk digunakan untuk menentukan tinggi sekat menggunakan P95 yaitu 55,2, panjang lengan bawah digunakan untuk menentukan diameter lobang dengan menggunakan P5 yaitu 49, jangkauan tangan *ke depan* untuk menentukan lebar bak dengan menggunakan P5 60, rentangan tangan digunakan untuk menentukan panjang bak dan panjang lobang dengan menggunakan P95 yaitu 120 dan 90.

4.3.9 Analisis perbandingan sebelum dan setelah adanya perbaikan

Sebelum adanya perbaikan dengan menggunakan metode QEC berdasarkan kuisioner yang dibagikan pada pekerja stasiun pencucian yaitu memiliki nilai 51% dengan nilai punggung 22, bahu/lengan 14, pergelangan tangan 16, leher 10, mengemudi 1, getaran 1, kecepatan bekerja 9, stress 16. Maka dapat dihitung nilai exposure level yaitu nilai total dibagi 176 dikali 100% yaitu 51 % dan masuk kategori tindakan dalam waktu dekat, di mana harus adanya tindakan dalam waktu dekat setelah adanya perbaikan dengan diadakannya alat pencuci kedelai memiliki skor 24% yaitu aman. Yang dapat disimpulkan bahwa penggunaan alat pencuci kedelai ini sangat efektif untuk pekerja pada stasiun pencucian. Yaitu dengan nilai nilai keluhan pada punggung 8, bahu/lengan 10, pergelangan tangan 10, leher 4, mengemudi 1, getaran 1, kecepatan bekerja 4, stress 1. Maka dapat dihitung nilai exposure level yaitu nilai total dibagi 162 dikali 100% yaitu 24 % dan masuk kategori tindakan aman.

Sebelum adanya perbaikan yaitu alat pencuci kedelai dengan menggunakan metode RULA berdasarkan perhitungan sebelumnya bernilai 7 dengan tingkat risiko tinggi di mana harus adanya tindakan sekarang juga tetapi setelah adanya perbaikan yaitu dengan diadakannya alat pencuci kedelai memiliki nilai 2 yaitu dengan tingkat risiko kecil. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan alat pencuci kedelai ini sangat efektif untuk pekerja pada stasiun pencucian.

4.3.8 Kelebihan dan Kekurangan Fasilitas Kerja Baru

Kelebihan fasilitas kerja baru, antara lain :

1. Fasilitas kerja ini membuat kedelai dapat digulir dan karenanya lebih bersih.
2. Kemudian mesin akan mengalirkan air secara otomatis setelah kedelai dibersihkan dengan adanya fungsi kran yang disambungkan dengan selang sehingga air dapat mengalir ke saluran pembuangan.
3. Membuat pekerja tidak membungkuk saat melakukan pekerjaan sehingga mengurangi tingkat risiko MSDs (*Musculoskeletal Disorders*)

Kekurangan fasilitas kerja baru antara lain :

1. Harus memindahkan kedelai ke alat pencuci kedelai secara manual
2. Perawatan mesin secara berkala
3. Merapikan kedelai yang ada di sela sela bak secara manual

Saran terhadap kekurangan :

1. Dengan menempatkan ember berisi kedelai ke meja dengan ukuran yang sama dengan alat pencuci kedelai.
2. Melakukan pemanggilan montir bengkel setiap 3 bulan sekali
3. Mengambil kedelai yang ada di sela sela dengan centong.

4.3.9 Kelebihan dan kekurangan metode QEC dan metode RULA

Berikut merupakan kekurangan dan kelebihan metode QEC:

Adapun kelebihanannya :

Dapat digunakan untuk sebagian besar faktor risiko fisik MSDs

1. Mempertimbangkan kebutuhan peneliti beserta bisa dipakai untuk peneliti yang tidak berpengalaman
2. Mempertimbangkan kombinasi dan interaksi berbagai faktor risiko di tempat kerja (*multiple risk factors*), baik yang bersifat fisik maupun psikososial
3. Mudah dipelajari dan efektif untuk digunakan.

Adapun kekurangannya:

1. Metode hanya fokus pada faktor fisik di tempat kerja

2. Pelatihan beserta praktek tambahan dibutuhkan untuk penggunaan yang belum berpengalaman sebagai pengembangan reliabilitas pengukuran. (Staton,dkk, 2005) dalam (Adha, Yuniar and Desrianty, 2014)

Berikut merupakan kelebihan dan kekurangan metode RULA :

Adapun kelebihannya:

1. Spesifik untuk postur tubuh bagian atas
2. Menyediakan perhitungan yang mudah
3. Menyediakan skor tunggal untuk masing-masing tugas sebagai satu bidikan

Adapun kekurangannya :

1. RULA banyak digunakan untuk proses perancangan dan pengembangan
2. Perlu adanya pelatihan pendahuluan
3. Perlu dipadukan dengan metode lain misal : REBA atau QEC((Selvianti, 2019)



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan berdasarkan analisis yang telah diuraikan pada bab sebelumnya serta saran yang diberikan untuk penelitian lebih lanjut, dijelaskan pada sub bab berikut ini.

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dihasilkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Postur kerja paling beresiko adalah pada stasiun stasiun kerja pencucian dengan nilai pada metode QEC sebesar 51 % yaitu berada pada level tindakan dala waktu dekat dan pada metode RULA dengan nilai sebesar 7 di mana pada level tindakan sekarang juga. Dengan adanya fasilitas kerja baru maka didapatkan nilai dari metode QEC yaitu *exposure level* sebesar nilai 51% dengan nilai punggung 22, bahu/lengan 14,pergelangan tangan 16, leher 10, mengemudi 1, getaran 1, kecepatan bekerja 9, stress 16. Maka dapaat dihitung nilai exposure level yaitu nilai total dibagi 176 dikali 100% yaitu 51 % dan masuk kategori tindakan dalam waktu dekat, di mana harus adanya tindakan dalam waktu dekat setelah adanya perbaikan memiliki skor 24 % yaitu aman. Yang dapat disimpulkan bahwa penggunaan alat pencuci kedelai ini sangat efektif untuk pekerja pada stasiun pencucian. Yaitu dengan nilai nilai keluhan pada punggung 8, bahu/lengan 10,pergelangan tangan 10, leher 4, mengemudi 1, getaran 1, kecepatan bekerja 4, stress 1. Maka dapat dihitung nilai exposure level yaitu nilai total dibagi 162 dikali 100% yaitu 24 % dan masuk kategori tindakan aman sedangkan dengan menggunakan metode RULA yang dihasilkan mengalami penurunan sebanyak 5 poin menjadi 2 yang tergolong kedalam level resiko kecil dengan tindakan aman.
2. Rancangan fasilitas kerja dapat diaplikasikan di stasiun kerja pencucian yang terdiri dari bak pencuci yang tinggi rangka nya sesuai dengan anthropometri dan keluhan di bagian tubuh yang dirasakan pekerja dan juga dilengkapi mesin diesel supaya saat pencucian tidak menggunakan tenaga

secara berulang-ulang.

3. Alat pencuci kedelai tersebut memiliki kekurangan yaitu harus memindahkan kedelai ke alat pencuci kedelai secara manual, perlu diadakannya perawatan mesin secara berkala, dan merapikan kedelai yang ada di sela-sela bak secara manual .

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian lebih lanjut yaitu perlu dilakukan pengembangan terhadap rancangan fasilitas kerja yang telah diwujudkan



DAFTAR PUSTAKA

A. Aghnia (2017) *PEMETAAN KELUHAN MUSKULOSKELETAL DISORDERS BERDASARKAN FAKTOR RISIKO PEKERJAAN PEKERJA PRODUKSI BAKSO CV UNIQUE MANDIRI PERKASA BEKASI*, *Journal of Chemical Information and Modeling*. Available at: <https://www.oecd.org/dac/accountable-effective-institutions/Governance Notebook 2.6 Smoke.pdf>.

A. Rahman (2017) 'ANALISIS POSTUR KERJA DAN FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN KELUHAN MUSCULOSKELETAL DISORDERS (MSDs) PADA PEKERJA BETON SEKTOR INFORMAL', 549, pp. 40–42.

Adha, E. Z. I. R., Yuniar and Desrianty, A. (2014) 'Usulan Perbaikan Stasiun Kerja pada PT . Sinar Advertama Servicindo (SAS) Berdasarkan Hasil Evaluasi Menggunakan Metode Quick Exposure Check (QEC) *', *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 02(04), p. 13.

Afandi, M. T. (2017) 'Analisis pengaruh postur dan beban kerja terhadap keluhan muskuloskeletal pada tenaga kerja bongkar muat (TKBM) di PT. Pelabuhan Indonesia 1 (PERSERO) Medan', 1(2), pp. 6–38.

Amrulloh, F., Lady, L. and Mariawati, A. S. (2015) 'Analisis Resiko Cidera Kerja pada Kegiatan Proses Produksi dengan Metode Quick Exposure Checklist (QEC)', *Teknik Industri Universitas Sultan Agung Tirtayasa*, p. 7.

Arta, A. D. (2011) 'Perancangan Ulang Alat Mesin Pembuat Es'.

Asy, S. and Wahid, A. (2019) 'Pembuatan Mesin Pengayak Tepung Jagung Dengan Pendekatan Antropometri', *Journal of Industrial Hygiene and Occupational Health*, 4(1), pp. 68–79. Available at: <http://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/JIHOH>.

Azis, M. R. (2021) 'Usulan Perbaikan Metode Kerja Terhadap Cedera Musculoskeletal Disorder (MSDS) dengan Metode Quick Exposure Checklist (QEC) pada Proses Pembuatan Batik Printing Di Umkm Batik Empat Saudara Pekalongan', 5(Kimu 5), pp. 28–37.

C. Aprilia (2019) 'ANALISISFAKTORRISIKOKELUHANMUSCULOSKELETALDISORDERS(MSDs)PADAPENGRAJINSONGKETRADISIONAL', pp. 22–38.

Dzibrillah, N. and Yuliani, E. N. S. (2017) 'Analisis Postur Kerja Menggunakan Metode Rapid Upper Limb Assessment (Rula) Studi Kasus Pt Tj Forge Indonesia', *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 3(3), pp. 150–155. doi: 10.24912/jitiuntar.v3i3.466.

Eraliesia, F. (2008) 'HUBUNGAN FAKTOR INDIVIDU DENGAN KELELAHAN KERJA PADA TENAGA KERJA BONGKAR MUAT DI

PELABUHAN TAPAKTUAN’.

Evadariato, N. and Dwiyaniti, E. (2017) ‘Postur Kerja Dengan Keluhan Musculoskeletal Disorders Pada Pekerja Manual Handling bagian Rolling Mill’, *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 6(1), p. 97. doi: 10.20473/ijosh.v6i1.2017.97-106.

Fitria (2013) ‘**濟無**No Title No Title’, *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), pp. 1689–1699.

Hafidzah, F. (2018) ‘PERBAIKAN SISTEM KERJA DAN PERALATAN ALAT BANTU PENGUMPUL KOTORAN AYAM PADA USAHA TERNAK AYAM FAJRY MENGGUNAKAN METODE QEC DAN METODE RASIONAL’. doi: 10.31227/osf.io/n4f68.

Ilman, A., Yuniar and Helianty, Y. (2013) ‘Rancangan Perbaikan Sistem Kerja dengan Metode Quick Exposure Check (QEC) di Bengkel Sepatu X di Cibaduyut’, *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional Oktober*, 1(2), pp. 120–128.

Indriastuti, M. (2012) ‘Analisis Faktor Risiko Gangguan Muskuloskeletal Dengan Metode Quick Exposure Checklist (Qec) Pada Perajin Gerabah Di Kasongan Yogyakarta’, *Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro*, 1(2), p. 18770.

Kusumo, F. and Pudjiantoro, P. (2020) ‘Perancangan meja kerja untuk memperbaiki postur kerja operator pemasangan kawat fret pada industri gitar sukoharjo’.

M.A., M. I., Sabilu, Y. and Pratiwi, A. (2016) ‘FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN KELUHAN MUSCULOSKELETAL DISORDERS (MSDs) PADA PENJAHIT WILAYAH PASAR PANJANG KOTA KENDARI TAHUN 2016’, *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kesehatan Masyarakat Unsyiah*, 1(2), p. 184143.

Mardiyanto (2008) ‘ANALISA POSTUR KERJA MENGGUNAKAN METODE RAPID UPPER LIMB ASSESSMENT (RULA)’, *Ilusi Senja*, p. 31.

McAtamney, L. and Nigel Corlett, E. (1993) ‘RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders’, *Applied Ergonomics*, 24(2), pp. 91–99. doi: 10.1016/0003-6870(93)90080-S.

Mufti, D., Suryani, E. and Sari, N. (2013) ‘Kajian Postur Kerja Pada Pengrajin Tenun Songket Pandai Sikek’, *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 12(1), pp. 62–72. Available at: <http://journals.ums.ac.id/index.php/jiti/article/view/661>.

Muhfaisol, A. (2016) ‘ANALISIS ERGONOMI MENGGUNAKAN METODE RULA PADA BAGIAN GUDANG PT. FLORINDO MAKMUR KABUPATEN SERDANG BEDAGAI KABUPATEN SERDANG BEDAGAI’.

Nasrum, A. (2018) ‘untuk Penelitian’, *Yogyakarta: Pustaka Pelajar Offset*.

Nugroho, A. D. (2010) 'METODE NASA-TLX DAN QEC SEBAGAI DASAR USULAN'.

Nurjannah (2014) 'Hubungan Antara Beban Kerja Dengan Kelelahan Kerja Pada Karyawan Bagian Cutting PT. Dan Liris Banaran Kabupaten Sukoharjo', *Kesehatan Masyarakat*, pp. 1–14. Available at: http://eprints.ums.ac.id/30981/13/NASKAH_PUBLIKASI.pdf.

Pangaribuan, D. M. (2009) 'Analisa Postur Kerja Dengan Metode RULA Pada Pegawai Bagian Pelayanan Perpustakaan USU Medan', *Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara Medan*, p. 140. Available at: www.ilo.org.

Permata Sari, F. (2017) 'Perbaikan postur kerja sebagai usulan dalam upaya menurunkan resiko cedera muskuloskeletal di cv. valasindo sentra usaha'.

Pramestari, D. (2017) 'Analisis Postur Tubuh Pekerja Menggunakan Metode Ovako Work Posture Analysis System (OWAS)', *Ikraith Teknologi*, 1(2), pp. 22–29. Available at: <https://journals.upi-yai.ac.id/index.php/ikraith-teknologi/article/view/83/26>.

Pratama, D. N. (2017) 'Identifikasi Risiko Muskuloskeletal Disorders(Msds) Pada Pekerja Pandai Besi', *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 6(1), p. 78. doi: 10.20473/ijosh.v6i1.2017.78-87.

Putri, D. W. K. (2017) 'PERBAIKAN POSTUR KERJA UNTUK MEMINIMALKAN KELUHAN MUSKULOSKELETAL DISORDER PADA YESSY SHOES'.

Ramdhani, D. and Zalynda, P. M. (2018) 'ANALISIS POSTUR KERJA PENGRAJIN HANDYCRAFT MENGGUNAKAN NORDIC BODY MAP DAN METODE RAPID UPPER LIMB ASSESSMENT (RULA) Dani', *Institutional repositories and scientific journals*, pp. 1–13. Available at: Dani Ramdhani1), IR.Putri Mety Zalynda, MT2).

S. Hanifah (2019) 'PERANCANGAN MEJA KERJA PRODUKSI TAHU BERDASARKAN ANALISIS NORDIC BODY MAP (NBM), QUICK EXPOSURE CHECKLIST (QEC), DAN RAPID UPPER LIMB ASSESSMENT (RULA)'.

Santosa, A. and Ariska, D. K. (2018) 'Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Muskuloskeletal Disorders pada Pekerja Batik di Kecamatan Sokaraja Banyumas', *Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Kesehatan*, 16(1), pp. 42–46.

Selvianti, R. (2019) 'GAMBARAN TINGKAT RISIKO MUSKULOSKELETALDISORDERS (MSDs) DENGAN METODE RAPID ENTIRE BODY ASSESSMENT (REBA) PADA PEKERJAAN MENGANGKAT PASIEN OLEH PERAWAT UNIT GAWAT DARURAT (UGD) DI RUMAH SAKIT ATMA JAYA TAHUN 2009', pp. 1–146.

Suhardi, B. (2015) *Perancangan Sistem Kerja*.

Syahabuddin, W., Hildayanti, A. and Kara, A. (2019) 'Gender Aspects Based on Anthropometric Norms at the Traditional House of Karampuang', *Proceedings of the 2Nd International Conference on Gender Research (Icgr 2019)*, pp. 599–605.

Tannady, H. and Munardi, W. E. (2017) 'Pengamatan Waktu Pelayanan Operator Pintu Tol dengan Uji Hipotesis Analysis of Variance (ANOVA) (Studi Kasus: Gerbang Tol Ancol Timur, Jakarta Utara)', *Journal of Industrial Engineering and Management Systems*, 8(1), pp. 26–54. Available at: <https://journal.ubm.ac.id/index.php/jiems/article/view/133>.

Tarwaka and Bakri, S. H. A. (2016) *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. Available at: <http://shadibakri.uniba.ac.id/wp-content/uploads/2016/03/Buku-Ergonomi.pdf>.

Wadhikh, M. K. (2019) 'ANALISA POSTUR KERJA OPERATOR REWORK DENGAN PENDEKATAN METODE OWAS DAN RULA DI PT. JEBE KOKO INDONESIA', *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, pp. 7–27.

WHO (2003) 'Preventing Musculoskeletal Disorders in the Workplace', *World Health Organisation Report Geneva*, (5), pp. 1-38lu.

