



TUGAS AKHIR (SE43310)

**ANALISIS PENILAIAN POSTUR KERJA DAN RISIKO GANGGUAN
OTOT RANGKA PADA PEKERJA FABRIKASI BEKISTING DI
PROYEK PEMBANGUNGAN GEDUNG APARTEMEN DAN HOTEL
BERDASARKAN SNI 9011:2021**

**Nyko Joubu Soedjana
0522040055**

**DOSEN PEMBIMBING
AULIA NADIA RACHMAT, S.ST., M.T.
AFRIGH FAJAR ROSYIDIIN, S.ST., M.T.**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA
JURUSAN TEKNIK PERMESINAN KAPAL
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA
SURABAYA
2026**

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



PPNS POLITEKNIK
PERKAPALAN
NEGERI SURABAYA

TUGAS AKHIR (SE43310)

**ANALISIS PENILAIAN POSTUR KERJA DAN RISIKO GANGGUAN
OTOT RANGKA PADA PEKERJA FABRIKASI BEKISTING DI
PROYEK PEMBANGUNGAN GEDUNG APARTEMEN DAN HOTEL
BERDASARKAN SNI 9011:2021**

Nyko Joubu Soedjana

0522040055

DOSEN PEMBIMBING

AULIA NADIA RACHMAT, S.ST., M.T.

AFRIGH FAJAR ROSYIDIIN, S.ST., M.T.

PROGRAM STUDI TEKNIK KESELAMATAN KESEHATAN KERJA

JURUSAN TEKNIK PERMESINAN KAPAL

POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA

SURABAYA

2026

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENILAIAN POSTUR KERJA DAN RISIKO GANGGUAN
OTOT RANGKA PADA PEKERJA FABRIKASI BEKISTING DI
PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG APARTEMEN DAN HOTEL
BERDASARKAN SNI 9011:2021**

**Disusun Oleh:
NYKO JOUBU SOEDJANA
0522040055**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Kelulusan
Program Studi D4 Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Jurusan Teknik Permesinan Kapal
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA**

**Disetujui oleh Tim penguji Tugas Akhir Tanggal Ujian : 10 Juli 2026
Periode Wisuda : Oktober 2026**

Menyetujui,

Dosen Penguji

NIDN

Tanda Tangan

1. Dr. Lukman Handoko, S.KM., M.T.

(0025037705)

(.....)

2. Nuke Amalia, S.KM., M.Kes.

(0706089401)

(.....)

3. Afrigh Fajar Rosyidiin, S.ST., M.T.

(0709089401)

(.....)

4. Dr. Wiediartini, SE., M.T.

(0722047602)

(.....)

Dosen Pembimbing

NIDN

Tanda Tangan

1. Aulia Nadia Rachmat, S.ST., M.T.

(0027089101)

(.....)

2. Afrigh Fajar Rosyidiin, S.ST., M.T.

(0709089401)

(.....)

**Menyetujui
Ketua Jurusan,**



Dr. L. Priyo Agus Setiawan, S.T., M.T.
NIP. 197708192005011001

**Mengetahui
Koordinator Program Studi,**

Mochamad Yusuf Santoso, S.T., M.T.
NIP. 199011272015041002

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

 PPNS	<u>PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT</u>	No. : F.WD I. 021 Date : 3 Nopember 2015 Rev. : 01 Page : 1 dari 1
--	--	---

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Nyko Joubu Soedjana

NRP. : 0522040055

Jurusan/Prodi : Teknik Permesinan Kapal/D4-Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

Tugas Akhir yang akan saya kerjakan dengan judul :

Analisis Penilaian Postur Kerja dan Risiko Gangguan Otot Rangka Pada Pekerja Fabrikasi Bekisting di Proyek Pembangunan Gedung Apartemen dan Hotel Berdasarkan SNI 9011:2021

Adalah benar karya saya sendiri dan bukan plagiat dari karya orang lain.

Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ilmiah tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan penuh tanggung jawab.

Surabaya, 30 Juli 2026

Yang membuat pernyataan,



 (Nyko Joubu Soedjana)
 NRP. 0522040055

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, dan penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Analisis Penilaian Postur Kerja Dan Risiko Gangguan Otot Rangka pada Pekerja Fabrikasi Bekisting di Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Dan Hotel Berdasarkan SNI 9011:2021" dengan baik. Penyusunan Tugas Akhir ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada program studi yang penulis tempuh. Selama proses penyusunan, penulis memperoleh banyak pengalaman, pengetahuan, serta bimbingan yang sangat bermanfaat, khususnya dalam bidang ergonomi untuk mendukung pelaksanaan keselamatan dan kesehatan kerja di lingkungan industri.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa keberhasilan penyelesaiannya tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan kemudahan, petunjuk, dan rahmat-Nya, serta Nabi Muhammad SAW sebagai suri teladan bagi umat Islam.
2. Bapak Rachmad Tri Soelistijono, S.T., M.T. selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
3. Bapak Aang Wahidin, S.T., M.T. selaku Wakil Direktur Bidang Akademik.
4. Bapak Ruddianto, S.T., M.T. selaku Wakil Direktur Bidang Perencanaan, Umum, dan Keuangan
5. Bapak Dr. Mohamad Hakam, S.T., M.T. selaku Wakil Direktur Bidang Kemahasiswaan dan Kerjasama
6. Bapak Annas Singgih Setiyoko, S.T., M.T. selaku Wakil Direktur Bidang SDM, Sarana dan Prasarana.
7. Bapak Dr. Ir. Priyo Agus Setiawan, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Permesinan Kapal Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
8. Bapak Denny Dermawan, S.T., M.T., Ph.D. selaku Sekretaris sekaligus Koordinator On The Job Training Jurusan Teknik Permesinan Kapal Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.

9. Bapak Mochamad Yusuf Santoso, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi D4 Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja Politeknik Negeri Surabaya.
10. Ibu Mey Rohma Dhani, S.ST., M.T. selaku Koordinator Tugas Program Studi D4 Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja Politeknik Negeri Surabaya.
11. Ibu Aulia Nadia Rachmat, S.ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran, motivasi, serta meluangkan waktu selama proses penyusunan Tugas Akhir.
12. Bapak Afrigh Fajar Rosyidiin, S.ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran, motivasi, meluangkan waktu selama proses penyusunan Tugas Akhir
13. Bapak Supratman S.Pd selaku Pembimbing *On The Job Training* yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan masukan selama pelaksanaan penelitian.
14. Para dosen penguji yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan yang membangun demi penyempurnaan Tugas Akhir ini
15. Seluruh dosen Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya yang telah memberikan pengetahuan, pengalaman, dan bimbingan selama masa perkuliahan.
16. Staf dan karyawan Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya yang telah membantu dalam proses administrasi maupun kegiatan akademik selama masa perkuliahan.
17. Orang tua tercinta yang telah memberikan kasih sayang, pengorbanan, dan motivasi yang menjadi inspirasi bagi penulis, yang senantiasa memberikan doa, dukungan, kasih sayang, dan semangat dalam setiap langkah penyelesaian Tugas Akhir ini.
18. Teman-teman yang telah memberikan bantuan, dukungan, semangat, serta kebersamaan selama proses penyusunan Tugas Akhir maupun selama menjalani masa perkuliahan.
19. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan, doa, serta dukungan hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki keterbatasan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan

saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan karya ini di masa mendatang. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta menjadi referensi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang Keselamatan dan Kesehatan Kerja.

Surabaya, 29 Juli 2026

Penulis

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

**ANALISIS PENILAIAN POSTUR KERJA DAN RISIKO
GANGGUAN OTOT RANGKA PADA PEKERJA FABRIKASI
BEKISTING DI PROYEK PEMBANGUNGAN GEDUNG
APARTEMEN DAN HOTEL BERDASARKAN SNI 9011:2021**

Nyko Joubu Soedjana

ABSTRAK

Industri konstruksi merupakan sektor dengan risiko gangguan otot rangka (*Musculoskeletal Disorders/MSDs*) yang tinggi akibat karakteristik pekerjaan yang menuntut ketahanan fisik. Pada proyek pembangunan gedung apartemen dan hotel, pekerja fabrikasi bekisting melakukan aktivitas pengelasan, pemotongan besi, pemotongan kayu, dan pemasangan kayu dalam postur tidak ergonomis selama 10 jam kerja. Survei GOTRAK berdasarkan SNI 9011:2021 menunjukkan keluhan risiko tinggi pada pinggul (50%), punggung bawah (40%), dan punggung atas (30%). Penelitian ini bertujuan menilai postur kerja dan risiko MSDs menggunakan daftar periksa SNI 9011:2021, serta memberikan rekomendasi perbaikan fasilitas kerja melalui simulasi CATIA V5. Hasil penilaian awal menunjukkan skor risiko berkisar 17–26. pada keenam jenis pekerjaan, seluruhnya di atas ambang batas 7 (berbahaya). Perbaikan berupa meja kerja tetap dan meja-kursi *adjustable* dirancang berdasarkan antropometri Indonesia. Simulasi ulang menggunakan CATIA V5 menunjukkan penurunan skor risiko yang signifikan pada semua pekerjaan dengan rentang skor berkisar 2–11, namun sebagian besar masih tergolong berbahaya, kecuali pengelasan besi *rebar* yang berhasil turun di bawah ambang batas.

Kata Kunci: CATIA V5, Fabrikasi Bekisting, Ergonomi, GOTRAK, MSDs, SNI 9011:2021,.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

**ANALYSIS OF WORK POSTURE ASSESSMENT AND
MUSCULOSKELETAL DISORDER RISK AMONG FORMWORK
FABRICATION WORKERS IN APARTMENT AND HOTEL
CONSTRUCTION PROJECTS BASED ON SNI 9011:2021**

Nyko Joubu Soedjana

ABSTRACT

The construction industry carries a high risk of Musculoskeletal Disorders (MSDs) due to physically demanding work. In apartment and hotel construction projects, formwork fabrication workers perform welding, steel cutting, wood cutting, and wood installation in non-ergonomic postures for 10 working hours. A GOTRAK survey based on SNI 9011:2021 revealed high-risk complaints in the hip (50%), lower back (40%), and upper back (30%). This study assesses work posture and MSD risk using the SNI 9011:2021 checklist and proposes facility improvements through CATIA V5 simulation. Initial risk scores ranged from 17–26 across six tasks, all exceeding the hazard threshold of 7. Redesigned facilities fixed work tables and adjustable table-chair sets were developed using Indonesian anthropometric data. Resimulation using CATIA V5 showed significant score reductions across all tasks ranged from 2–1, though most remained hazardous, except rebar welding, which dropped below the threshold.

Keywords: CATIA V5, Formwork Fabrication, Ergonomics, GOTRAK, MSDs, SNI 9011:2021.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT.....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK.....	xi
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR GAMBAR	xxiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.4.1 Bagi Penulis	6
1.4.2 Bagi Perusahaan	6
1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Penelitian Terdahulu.....	9
2.2 Pengelasan	12
2.3 Gerinda Tangan	13
2.4 Gergaji Bundar	13
2.5 Bor Tangan	13
2.6 Ergonomi	14
2.7 Postur Kerja	15
2.8 Faktor Penyebab Keluhan Muskuloskeletal	15
2.9 SNI 9011:2021	16
2.9.1 Survei Gangguan Otot dan Rangka (GOTRAK)	16

2.9.2	Pengambilan Dokumentasi	19
2.10	Analisis Risiko Ergonomi	19
2.11	Redesain Fasilitas Kerja	23
2.11.1	Antropometri Redesain Fasilitas Kerja	23
2.12	<i>Software CATIA V5</i>	26
BAB 3 METODE PENELITIAN		27
3.1	Tahap Identifikasi Masalah.....	29
3.1.1	Tahap Studi Lapangan	29
3.1.2	Tahap Studi Literatur	29
3.2	Tahap Identifikasi Masalah Tujuan dan Manfaat Penelitian	29
3.3	Tahap Penentuan Ruang Lingkup dan Batasan Masalah.....	30
3.4	Tahap Pengambilan Data	30
3.4.1	Data Primer.....	30
3.4.2	Data Sekunder	31
3.5	Tahap Pengolahan dan Analisis Data	31
3.6	Tahap Pemberian Rekomendasi Perbaikan.....	32
3.7	Tahap Perancangan Fasilitas Kerja.....	32
3.7.1	Tahap Desain Fasilitas Kerja.....	32
3.7.2	Tahap Simulasi Desain Fasilitas Kerja.....	33
3.7.3	Tahap Evaluasi Fasilitas Kerja	33
3.8	Tahap Penilaian Postur Kerja Setelah Rekomendasi Perbaikan	33
3.9	Tahap Kesimpulan dan Saran	34
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN		35
4.1	Gambaran Umum Perusahaan	35
4.2	Gambaran Umum Pekerjaan Fabrikasi Bekisting.....	35
4.3	Hasil Daftar Periksa Potensi Bahaya Ergonomi	38

4.3.1	Pembahasan Hasil Daftar Periksa Potensi Bahaya Ergonomi Pekerjaan Pengelasan	38
4.3.2	Pembahasan Hasil Daftar Periksa Potensi Bahaya Ergonomi Pekerjaan Pemotongan Besi	51
4.3.3	Pembahasan Hasil Daftar Periksa Potensi Bahaya Ergonomi Pekerjaan pemotongan kayu	70
4.3.4	Pembahasan Hasil Daftar Periksa Potensi Bahaya Ergonomi Pekerjaan pemasangan kayu	79
4.4	Rekomendasi	89
4.4.1	Eliminasi	89
4.4.2	Substitusi	89
4.4.3	Rekayasa Teknik	89
4.4.4	Rekayasa Administrasi	90
4.4.5	Alat Pelindung Diri	90
4.5	Pembuatan <i>Layout</i> Pada Workshop Fabrikasi Bekisting	90
4.6	Perancangan Ulang Fasilitas Kerja	93
4.6.1	Rancangan Ulang Fasilitas Kerja Pekerjaan Pengelasan	94
4.6.2	Rancangan Ulang Fasilitas Kerja Pekerjaan Pemotongan Besi	104
4.6.3	Rancangan Ulang Fasilitas Kerja Pekerjaan Pemotongan Kayu...	114
4.6.4	Rancangan Ulang Fasilitas Kerja Pemasangan Kayu	117
4.7	Perancangan Ulang Tempat Penyimpanan Material	121
4.8	Penilaian Ulang Risiko Ergonomi Pekerjaan Fabrikasi Bekisting Setelah Perbaikan Fasilitas Kerja	126
4.8.1	Penilaian Ulang Pekerjaan Pengelasan Besi <i>Hollow</i>	126
4.8.2	Penilaian Ulang Pekerjaan Pengelasan Besi <i>Rebar</i>	130
4.8.3	Penilaian Ulang Pekerjaan Pemotongan kayu	136
4.8.4	Penilaian Ulang Pekerjaan Pemotongan Besi <i>Hollow</i>	141

4.8.5	Penilaian Ulang Pekerjaan Pemotongan Besi <i>Rebar</i>	146
4.8.6	Penilaian Ulang Pekerjaan Pemasangan kayu	150
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		157
5.1	Kesimpulan	157
5.2	Saran	158
DAFTAR PUSTAKA.....		161
LAMPIRAN 1 JENIS PEKERJAAN FABRIKASI BEKISTING PADA AREA PROYEK		165
LAMPIRAN 2 HASIL SURVEI KELUHAN GANGGUAN OTOT DAN RANGKA		169
LAMPIRAN 3 SURVEI KELUHAN GANGGUAN OTOT DAN RANGKA PEKERJA		173
LAMPIRAN 4 DETAIL HASIL DESAIN FASILITAS KERJA		177
LAMPIRAN 5 SIMULASI POSTUR KERJA SETELAH PERBAIKAN		183
LAMPIRAN 6 BIOGRAFI PENULIS		193

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	9
Tabel 2. 2Tingkat Risiko Keluhan GOTRAK.....	17
Tabel 2. 3 Klasifikasi Berat Beban dan Jarak Pengangkatan.....	21
Tabel 2. 4 Daftar Periksa Pengangkatan Beban Secara Manual (langkah 1).....	21
Tabel 2. 5 Daftar Periksa Pengangkatan Beban Secara Manual (langkah 2).....	22
Tabel 2. 6 Daftar Periksa Pengangkatan Beban Secara Manual (langkah 3).....	23
Tabel 2. 7 Data Antropometri Laki – laki Indonesia tahun 2023.....	25
Tabel 4. 1 Potensi Bahaya Tubuh membungkuk ke depan	39
Tabel 4. 2 Potensi Bahaya Leher Menekuk Ke Depan	41
Tabel 4. 3 Potensi Bahaya Postur Tubuh Jongkok.....	42
Tabel 4. 4 Tubuh membungkuk ke depan.....	43
Tabel 4. 5 postur janggal Posisi berlutut atau jongkok	44
Tabel 4. 6 Postur Tubuh Leher Menekuk Ke depan	46
Tabel 4. 7 Penilaian Kategori Pengangkatan manual.....	47
Tabel 4. 8 Total Nilai Risiko Pengangkatan Manual Pekerjaan Las <i>Rebar</i>	48
Tabel 4. 9 Total Nilai Risiko Ergonomi Pekerjaan Las <i>Rebar</i>	48
Tabel 4. 10 Penilaian Kategori Pengangkatan manual.....	49
Tabel 4. 11 Total Nilai Risiko Pengangkatan Pekerjaan Las Besi <i>Hollow</i>	50
Tabel 4. 12 Total Nilai Risiko Ergonomi Pekerjaan Las Besi <i>Hollow</i>	51
Tabel 4. 13 Potensi bahaya leher menekuk ke depan.....	53
Tabel 4. 14 postur janggal membungkuk ke depan.....	54
Tabel 4. 15 Postur janggal posisi berlutut atau jongkok	55
Tabel 4. 16 Durasi Paparan Getaran Lokal	56
Tabel 4. 17 Durasi Paparan <i>Power grip</i>	57
Tabel 4. 18 Postur Janggal Leher Menekuk Ke Depan.....	58
Tabel 4. 19 Postur janggal Tubuh membungkuk ke depan.....	60
Tabel 4. 20 Postur janggal jongkok.....	61
Tabel 4. 21 Paparan Getaran Lokal.....	62

Tabel 4. 22 menggegam dengan kuat dalam posisi power grip.....	63
Tabel 4. 23 Zona Pengangkatan Manual	65
Tabel 4. 24 Total Nilai Risiko Pengangkatan Pekerjaan Pemotongan Besi <i>Hollow</i>	66
Tabel 4. 25 Total Nilai Risiko Ergonomi Pekerjaan Pemotongan Besi <i>Hollow</i> ...	67
Tabel 4. 26 Zona Pengangkatan Manual	68
Tabel 4. 27 Total Faktor Risiko Pengangkatan Pekerjaan Pemotongan Besi Rebar	69
Tabel 4. 28 Total Nilai Risiko Ergonomi Pekerjaan Pemotongan Besi Rebar.....	70
Tabel 4. 29 postur janggal badan membungkuk ke depan >45°	72
Tabel 4. 30 Postur janggal leher menekuk ke depan	73
Tabel 4. 31 Paparan Getaran Lokal (tanpa peredam)	74
Tabel 4. 32 menggegam dengan kuat dalam posisi power grip.....	76
Tabel 4. 33 Zona Pengangkatan Manual	77
Tabel 4. 34 Total Faktor Risiko Pengangkatan Pekerjaan Pemotongan Kayu.....	78
Tabel 4. 35 Total Faktor Risiko Ergonomi Pekerjaan Pemotongan Kayu	79
Tabel 4. 36 postur janggal badan membungkuk ke depan >45°	81
Tabel 4. 37 Postur janggal leher menekuk ke depan	82
Tabel 4. 38 Paparan Getaran Lokal (Tanpa Peredam).....	83
Tabel 4. 39 Postur Tubuh Berlutut atau Jongkok	84
Tabel 4. 40 Menggenggam dengan kuat dalam posisi Power grip.....	86
Tabel 4. 41 Zona Pengangkatan Manual	87
Tabel 4. 42 Total Faktor Risiko Pengangkatan Pekerjaan Pemasangan Kayu.....	88
Tabel 4. 43 Total Faktor Risiko Ergonomi Pekerjaan Pemasangan kayu	88
Tabel 4. 44 Dimensi Meja Kerja Pengelasan Besi <i>Hollow</i>	94
Tabel 4. 45 Dimensi Fasilitas Kerja Pekerjaan Pengelasan Besi Rebar	100
Tabel 4. 46 Dimensi Meja Kerja Pemotongan Besi Rebar	105
Tabel 4. 47 Dimensi Meja Kerja Pemotongan Besi Rebar	110
Tabel 4. 48 Dimensi Meja Kerja Pemotongan Kayu	114
Tabel 4. 49 Dimensi Meja Pekerjaan Pemasangan Kayu.....	118
Tabel 4. 50 Dimensi Tempat Penyimpanan Material Fabrikasi Bekisting.....	122
Tabel 4. 51 Penilaian Risiko Ergonomi tubuh bagian punggung.....	127

Tabel 4. 52 Penilaian Risiko Ergonomi tubuh bagian leher.....	128
Tabel 4. 53 Penilaian Risiko Ergonomi Pekerjaan Pengelasan Besi <i>Hollow</i>	128
Tabel 4. 54 Rekapitulasi Penilaian Ulang Risiko Bahaya Ergonomi Pekerjaan Pengelasan Besi <i>Hollow</i>	129
Tabel 4. 55 Penilaian Risiko Ergonomi tubuh bagian punggung.....	132
Tabel 4. 56 Penilaian Risiko Ergonomi tubuh bagian leher.....	133
Tabel 4. 57 Penilaian Risiko Ergonomi Pekerjaan Pengelasan Besi rebar	133
Tabel 4. 58 Rekapitulasi Penilaian Ulang Risiko Bahaya Ergonomi Pekerjaan Pengelasan Besi <i>Rebar</i>	134
Tabel 4. 59 Penilaian Risiko Ergonomi tubuh bagian punggung.....	137
Tabel 4. 60 Penilaian Risiko Ergonomi tubuh bagian leher.....	138
Tabel 4. 61 Penilaian Risiko Ergonomi Pekerjaan Pemotongan Kayu.....	138
Tabel 4. 62 Rekapitulasi Penilaian Ulang Risiko Bahaya Ergonomi Pekerjaan Pemotongan Kayu	140
Tabel 4. 63 Penilaian Risiko Ergonomi tubuh bagian punggung.....	142
Tabel 4. 64 Penilaian Risiko Ergonomi tubuh bagian punggung.....	143
Tabel 4. 65 Penilaian Risiko Ergonomi Pekerjaan Pemotongan Besi <i>Hollow</i>	144
Tabel 4. 66 Rekapitulasi Penilaian Ulang Risiko Bahaya Ergonomi Pekerjaan Pemotongan Besi <i>Hollow</i>	145
Tabel 4. 67 Penilaian Risiko Ergonomi tubuh bagian punggung.....	147
Tabel 4. 68 Penilaian Risiko Ergonomi tubuh bagian leher.....	148
Tabel 4. 69 Penilaian Risiko Ergonomi Pekerjaan Pemotongan Besi Rebar	148
Tabel 4. 70 Rekapitulasi Penilaian Ulang Risiko Bahaya Ergonomi Pekerjaan Pemotongan Besi Rebar	149
Tabel 4. 71 Penilaian Risiko Ergonomi tubuh bagian punggung.....	151
Tabel 4. 72 Penilaian Risiko Ergonomi Tubuh Bagian Leher	152
Tabel 4. 73 Penilaian Risiko Ergonomi Pekerjaan Pemasangan Kayu.....	153
Tabel 4. 74 Rekapitulasi Penilaian Ulang Risiko Bahaya Ergonomi Pekerjaan Pemasangan Kayu	154

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Hasil Survei Gangguan Otot dan Rangka Fabrikasi Bekisting	3
Gambar 1. 2 Hasil Survei Gangguan Otot dan Rangka Fabrikasi Besi	4
Gambar 2. 1 Survei Gangguan Otot dan Rangka (GOTRAK).....	18
Gambar 2. 2 Data Antropometri Indonesia	25
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	27
Gambar 4. 1 Postur Kerja Pekerjaan Las	36
Gambar 4. 2 Postur Kerja Pekerjaan pemotongan besi.....	36
Gambar 4. 3 Postur Kerja Pekerjaan pemotongan kayu	37
Gambar 4. 4 Pekerjaan Pemasangan Kayu Pada Pondasi	38
Gambar 4. 5 Postur janggal membungkuk ke depan.....	39
Gambar 4. 6 Postur Janggal Leher Menekuk ke Depan.....	40
Gambar 4. 7 Postur kerja janggal jongkok.....	41
Gambar 4. 8 Postur janggal membungkuk ke depan.....	42
Gambar 4. 9 Postur kerja janggal Jongkok	44
gambar 4. 10 postur janggal leher menekuk ke depan	45
gambar 4. 11 Aktivitas Pengangkatan Manual	46
gambar 4. 12 Aktivitas Pengangkatan Manual	49
gambar 4. 13 Postur Janggal Leher Menekuk ke Depan.....	52
gambar 4. 14 Postur janggal tubuh membungkuk ke depan	53
gambar 4. 15 Postur janggal jongkok.....	54
gambar 4. 16 Getaran lokal pada mesin gerinda	55
gambar 4. 17 <i>Power grip</i> pada mesin gerinda	56
gambar 4. 18 Postur janggal leher membungkuk ke depan	58
gambar 4. 19 Postur Janggal Tubuh Membungkuk ke depan	59
gambar 4. 20 Postur janggal jongkok.....	60
gambar 4. 21 Paparan getaran lokal (tanpa peredam)	62
gambar 4. 22 Postur janggal <i>power grip</i>	63
gambar 4. 23 Pengangkatan beban manual	64
gambar 4. 24 Pengangkatan manual pemotongan besi <i>rebar</i>	68
gambar 4. 25 postur janggal membungkuk ke depan.....	71

gambar 4. 26 Postur janggal leher menekuk ke depan	72
gambar 4. 27 Postur janggal getaran lokal (tanpa peredam)	74
gambar 4. 28 Menggenggam dengan kuat dalam posisi " <i>power grip</i> " dengan gaya > 5 kg.....	75
gambar 4. 29 Pengangkatan beban manual plywood	77
gambar 4. 30 postur janggal tubuh membungkuk ke depan	80
gambar 4. 31 Postur janggal leher menekuk ke depan	81
gambar 4. 32 Paparan getaran lokal (tanpa peredam)	83
gambar 4. 33 Postur Janggal Jongkok	84
gambar 4. 34 Potensi bahaya <i>Power grip</i>	85
gambar 4. 35 Pengangkatan beban manual	86
gambar 4. 36 Layout Workshop Fabrikasi Bekisting.....	91
gambar 4. 37 Hasil Perancangan Meja Kerja Pengelasan Besi <i>Hollow</i> (Gambar 2D)	96
gambar 4. 38 Hasil Perancangan Meja Kerja Pengelasan Besi <i>Hollow</i> (Gambar 3D)	97
gambar 4. 39 Postur Kerja Pengelasan Besi <i>Hollow</i> Sebelum dilakukan Perbaikan Fasilitas Kerja.....	97
gambar 4. 40 Postur Kerja Setelah Dilakukan Perbaikan Pada Pekerjaan Pengelasan Besi <i>Hollow</i>	98
gambar 4. 41 Postur Kerja Setelah Dilakukan Perbaikan Pada Pekerjaan Pengelasan Besi <i>Hollow</i>	98
gambar 4. 42. Postur Kerja pada Pekerjaan Pengelasan Besi <i>Hollow</i> Bagian Tengah Benda Kerja	99
gambar 4. 43 Hasil Perancangan Meja Kerja Pengelasan Besi <i>Rebar</i> (Gambar 2D)	102
gambar 4. 44 Hasil Perancangan Meja Kerja Pengelasan Besi <i>Rebar</i> (Gambar 3D)	103
gambar 4. 45 Postur Kerja Pengelasan Besi <i>Rebar</i> Sebelum dilakukan Perbaikan Fasilitas Kerja	103
gambar 4. 46 Postur Kerja Setelah Dilakukan Perbaikan Pada Pekerjaan Pengelasan Besi <i>Rebar</i>	104

gambar 4. 47 Hasil Perancangan Meja Kerja Pemotongan Besi <i>Rebar</i> (Gambar 2D)	108
gambar 4. 48 Hasil Perancangan Meja Kerja Pemotongan Besi <i>Rebar</i> (Gambar 3D)	108
gambar 4. 49 Postur Kerja Pengelasan Besi <i>Rebar</i> Sebelum dilakukan Perbaikan Fasilitas Kerja.....	108
gambar 4. 50 Postur Kerja Pengelasan Besi <i>Rebar</i> Sesudah dilakukan Perbaikan Fasilitas Kerja.....	109
gambar 4. 51 Hasil Perancangan Meja Kerja Pemotongan Besi <i>Hollow</i> (Gambar 2D)	111
gambar 4. 52 Hasil Perancangan Meja Kerja Pemotongan Besi <i>Hollow</i> (Gambar 3D)	112
gambar 4. 53 Postur Kerja Pemotongan Besi <i>Hollow</i> Sebelum Dilakukan Perbaikan	112
gambar 4. 54 Postur Kerja Pekerjaan Pemotongan Besi <i>Hollow</i> Setelah dilakukan Perbaikan.....	113
gambar 4. 55 Postur Kerja Pekerjaan Pemotongan Besi <i>Hollow</i> Setelah dilakukan Perbaikan.....	113
gambar 4. 56 Hasil Perancangan Meja Kerja Pemotongan Kayu (Gambar 2D). 115	
gambar 4. 57 Hasil Perancangan Meja Kerja Pemotongan Kayu (Gambar 3D). 116	
gambar 4. 58 Postur Kerja Pemotongan kayu Sebelum Dilakukan Perbaikan ... 116	
gambar 4. 59 Postur Kerja Pekerjaan Pemotongan Kayu Setelah dilakukan Perbaikan.....	117
gambar 4. 60 Hasil Perancangan Meja Kerja Pemasangan Kayu (Gambar 2D). 120	
gambar 4. 61 Hasil Perancangan Meja Kerja Pemasangan Kayu (Gambar 3D). 120	
gambar 4. 62 Postur Kerja Pemasangan Kayu Sebelum dilakukan Perbaikan Fasilitas Kerja.....	120
gambar 4. 63 Postur Kerja Setelah Dilakukan Perbaikan Pada Pekerjaan Pemasangan Kayu	121
gambar 4. 64 Postur Kerja Setelah Dilakukan Perbaikan Pada Pekerjaan Pemasangan Kayu	121
gambar 4. 65 Hasil Perancangan Tempat Penyimpanan Material (Gambar 2D) 123	

gambar 4. 66 Hasil Perancangan Tempat Penyimpanan Material (Gambar 3D)	124
gambar 4. 67. Postur Pengangkatan Material besi <i>hollow</i> Sebelum dilakukan Perbaikan Fasilitas Kerja	124
gambar 4. 68 Postur Pengangkatan Material kayu <i>plywood</i> Sebelum dilakukan Perbaikan Fasilitas Kerja	125
gambar 4. 69 Postur Pengangkatan Manual Kayu Setelah Dilakukan Perbaikan Pada Tempat Penyimpanan material	125
gambar 4. 70. Postur Pengangkatan Manual Besi <i>Hollow</i> Setelah Dilakukan Perbaikan Pada Tempat Penyimpanan material	125
gambar 4. 71 Penilaian Ulang Potensi Bahaya Ergonomi Tubuh Bagian punggung	126
gambar 4. 72 Penilaian Ulang Potensi Bahaya Ergonomi Tubuh Bagian leher ..	127
gambar 4. 73 Penilaian Ulang Potensi Bahaya Ergonomi Tubuh Bagian punggung	131
gambar 4. 74 Penilaian Ulang Potensi Bahaya Ergonomi Tubuh Bagian Leher.	132
gambar 4. 75 Penilaian Ulang Potensi Bahaya Ergonomi Tubuh Bagian punggung	136
gambar 4. 76 Penilaian Ulang Potensi Bahaya Ergonomi Tubuh Bagian Leher.	137
gambar 4. 77 Penilaian Ulang Potensi Bahaya Ergonomi Tubuh Bagian punggung	142
gambar 4. 78 Penilaian Ulang Potensi Bahaya Ergonomi Tubuh Bagian Leher.	143
gambar 4. 79 Penilaian Ulang Potensi Bahaya Ergonomi Tubuh Bagian punggung	146
gambar 4. 80 Penilaian Ulang Potensi Bahaya Ergonomi Tubuh Bagian leher ..	147
gambar 4. 81 Penilaian Ulang Potensi Bahaya Ergonomi Tubuh Bagian punggung	151
gambar 4. 82 Penilaian Ulang Potensi Bahaya Ergonomi Tubuh Bagian Leher.	152

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pekerjaan bidang konstruksi telah menjadi salah satu bidang penting dari perekonomian nasional baik di negara-negara maju maupun negara berkembang seperti di Indonesia. Proyek konstruksi tidak akan berjalan tanpa adanya campur tangan sumber daya manusia yang terlibat. Salah satu hal yang harus menjadi perhatian utama bagi manajer maupun kontraktor terhadap sumber daya manusia ialah penerapan sistem keselamatan dan kesehatan kerja. Data yang dirilis oleh *World Health Organization* (WHO) tahun 2021, gangguan MSDs menyerang sebanyak 1,71 miliar orang di seluruh dunia. *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) merupakan keluhan bagian otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan ringan sampai dengan keluhan berat, yang umumnya terjadi karena peregangan otot yang terlalu berat dan durasi pembebanan yang terlalu lama, sehingga dapat menyebabkan kerusakan pada sendi, ligamen, dan tendon. (Andi Hastuti dkk., 2023; Damayanti dkk., 2023; Pristiwanti dkk., 2024)

Pada proyek konstruksi pembangunan Gedung hotel dan apartemen, khususnya di sektor pekerjaan fabrikasi bekisting, terbagi menjadi beberapa pekerjaan yang mengharuskan para pekerja untuk bekerja dalam posisi kurang ergonomis. Antara lain yaitu proses pemotongan besi untuk pondasi bekisting, pengelasan besi, pemotongan dan pengukuran kayu untuk bekisting, dan pengeboran serta pemasangan baut dari kayu ke pondasi besi. Menurut Pramestari dalam Pristiwanti dkk., (2024), Jenis pekerjaan tersebut dapat menimbulkan postur kerja yang tidak ergonomis, meliputi tubuh terlalu menekuk ke depan, posisi leher yang terlalu menunduk atau mendongak ke atas ,dan melakukan gerakan yang sama dan repetitif. Selain itu, pekerjaan dengan postur kerja yang kurang ergonomis dapat

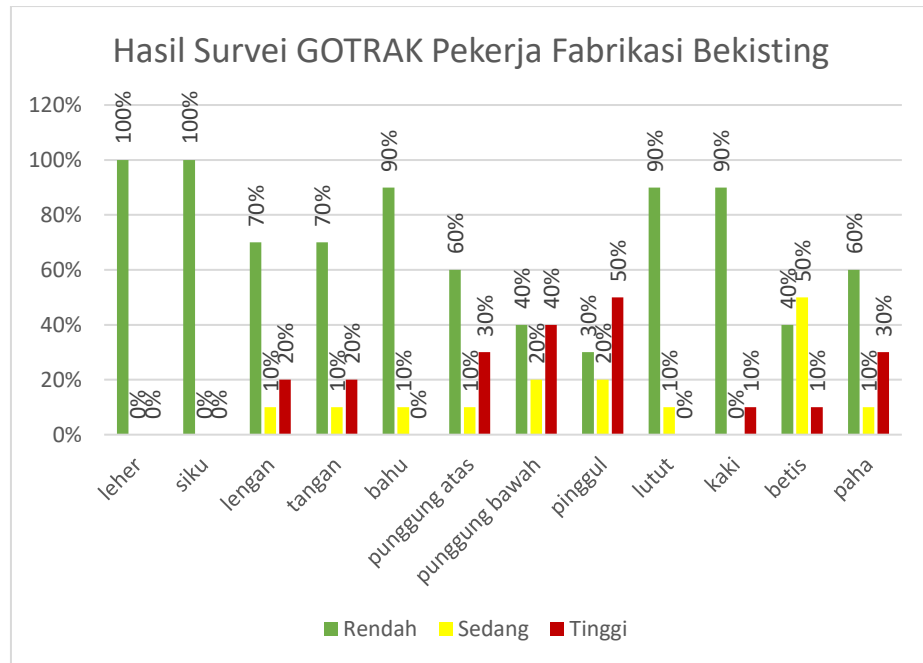
menyebabkan pengerahan tenaga kerja yang berlebihan dan kurang efisien (Dani Lestari dkk. 2022).

Pekerjaan yang telah disebutkan tersebut meliputi area konstruksi khususnya pekerjaan fabrikasi bekisting dan fabrikasi besi. Untuk fabrikasi besi, telah tersedia meja kerja yang baik dan pengangkatan material keseluruhan menggunakan *tower crane* sehingga *manual material handling* lebih minim dilakukan. Sedangkan untuk fabrikasi bekisting yang meliputi proses pemotongan besi, pengelasan besi, pemotongan kayu, pengeboran dan pemasangan baut, tidak tersedia meja kerja serta mayoritas pengangkatan material masih manual dan penggunaan *tower crane* hanya untuk hasil jadi pada bekisting tersebut. Hal ini dapat memicu keluhan gangguan otot dan rangka terlebih jam kerja pada area proyek termasuk jam kerja yang tinggi .

Observasi yang telah dilakukan di area fabrikasi bekisting proyek ditemukan postur kerja yang kurang sesuai. Beberapa posisi kerja yang tidak sesuai yaitu, berjongkok, duduk terlalu rendah dan membungkuk serta leher menekuk ke depan. Semua pekerjaan yang dilakukan pada area fabrikasi bekisting tersebut dilakukan selama 10 jam dengan waktu istirahat 3 jam. Setiap pekerjaan dilakukan dengan posisi dan postur berbeda tergantung pada benda atau media yang digunakan. Pada pekerjaan pengelasan, pekerja melakukan pengelasan untuk pemasangan antara pondasi besi yang akan dipasangkan *plywood*. Untuk pemotongan besi, pekerja menggunakan gerinda tangan untuk memotong besi yang akan digunakan untuk pondasi besi, untuk pekerjaan pemotongan kayu, pekerja memotong kayu menggunakan gergaji bundar, dan kemudian kayu tersebut akan di bor menggunakan bor tangan ke pondasi besi yang telah dibuat untuk dipasangkan pada struktur pondasi.

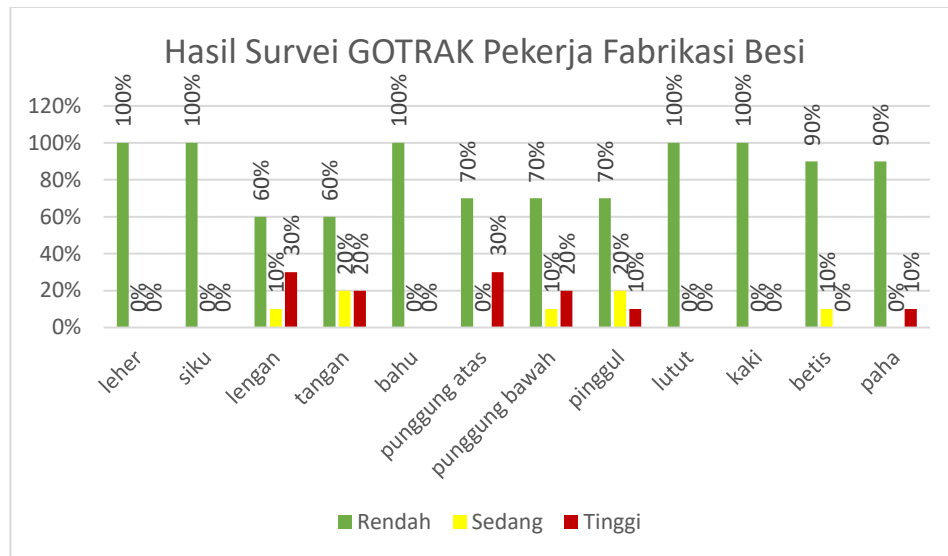
Studi awal yang dilakukan menggunakan survei keluhan gangguan otot dan rangka (GOTRAK) berdasarkan SNI 9011:2021. Survei ini dilakukan kepada 20 orang pekerja yang terdiri dari 10 orang pekerja fabrikasi bekisting, 10 orang fabrikasi besi. Menurut Badan Standarisasi Nasional Indonesia, (2021), disebutkan bahwa kriteria pemilihan

pekerja/pekerjaan didasarkan dari nilai keluhan pada bagian tubuh yang cukup tinggi dari seluruh jumlah pekerja yang di survei. Penilaian juga didasarkan atas indikator frekuensi dan keparahan pekerja. Apabila pekerja mengalami keluhan dengan tingkat risiko tinggi (nilai ≥ 8). Berikut adalah presentase dari hasil survei keluhan gangguan otot dan rangka (GOTRAK) pada Gambar 1.1



Gambar 1. 1 Hasil Survei Gangguan Otot dan Rangka Fabrikasi Bekisting

Data hasil survei keluhan gangguan otot rangka (GOTRAK) pada Gambar 1.1 menunjukkan bahwa pekerja di bagian fabrikasi bekisting menghadapi risiko kesehatan yang cukup serius. Keluhan dengan kategori risiko tinggi terlihat sangat dominan, terutama pada bagian pinggul yang dirasakan oleh 50% pekerja. Selain itu, bagian punggung bawah dan punggung atas juga banyak dikeluhkan, masing-masing oleh 40% dan 30% dari total responden. Tingginya angka keluhan ini menandakan bahwa pekerja sudah mulai mengalami gejala *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) akibat beban kerja fisik mereka. Kondisi ini tentu memerlukan perhatian serius dan tindakan lebih lanjut, karena jika dibiarkan, gangguan tersebut akan berdampak buruk pada kesehatan pekerja serta menurunkan efisiensi kerja di lapangan.



Gambar 1. 2 Hasil Survei Gangguan Otot dan Rangka Fabrikasi Besi

Hasil survei keluhan gangguan otot dan rangka (GOTRAK) pekerja fabrikasi besi yang ditunjukkan pada gambar 1.2, didapatkan hasil bahwa pekerja besi memiliki keluhan gangguan otot dan rangka yang lebih minim dengan risiko tertinggi pada bagian lengan (30%) dan punggung atas (30%). Risiko GOTRAK pada pekerja fabrikasi tidak terlalu tinggi dikarenakan terdapat fasilitas kerja yang lebih memadai serta pengangkatan material menggunakan *tower crane*. Penelitian yang dilakukan oleh Usdayana dkk., (2024) menunjukkan bahwa *Low Back Pain* (LBP) merupakan salah satu gangguan muskuloskeletal akibat dari aktivitas posisi kerja yang kurang baik, seperti memanggul barang dengan berat yang melebihi kemampuan tubuh pada pekerja buruh lapangan. Posisi kerja yang seperti ini tentu dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan yang berhubungan dengan muskuloskeletal seperti *Low Back Pain* (LBP). Beberapa pekerja fabrikasi bekisting yang ditemui saat bekerja mengaku mengalami keluhan pada bagian punggung terutama punggung bawah.

Pada penelitian ini, akan dilakukan penelitian mengenai risiko postur kerja yang mengakibatkan keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) menggunakan SNI 9011:2021 khususnya pada pekerja fabrikasi bekisting pada proyek pembangunan Gedung apartemen dan hotel yang

melakukan pekerjaan pengelasan, gerinda, pemotongan kayu, dan pemasangan kayu ke pondasi dengan posisi membungkuk, jongkok, dan posisi duduk yang terlalu rendah. Metode SNI 9011:2021 digunakan karena metode tersebut merupakan standar untuk pengukuran dan evaluasi potensi bahaya ergonomi di tempat kerja sehingga dapat menggunakan data antropometri indonesia dan dapat disimulasikan lebih lanjut untuk mengetahui adanya perubahan setelah dilakukan perancangan fasilitas kerja. Setelah didapatkan hasil penilaian postur kerja pada aktivitas kerja tersebut dengan menggunakan SNI 9011:2021 sebagai acuan dikarenakan merupakan standar pengukuran terbaru dan yang paling relevan pada postur tubuh pekerja di Indonesia, maka akan dilakukan redesain dan perancangan ulang fasilitas kerja ergonomis yang akan disimulasikan menggunakan *software* CATIA V5. CATIA V5 dipilih sebagai *software* karena simulasi tersebut menyediakan aplikasi simulasi dan analisis ergonomi untuk tubuh manusia secara lengkap dan terstruktur seperti seperti HBR (*Human Builder*), HME (*Human Measurement Editor*), HPA (*Human Posture Analysis*) dan HAA (*Human Activity Analysis*). Diharapkan rancangan produk ini nantinya dapat menjadi alat bantu kerja bagi pekerja pada area fabrikasi bekisting untuk mengurangi keluhan muskuloskeletal dan penyakit akibat kerja lainnya yang dapat terpicu karena posisi kerja yang tidak ergonomis, serta dapat memberikan rasa aman dan nyaman saat bekerja dan dapat meningkatkan produktivitas dalam proses pekerjaan dan dapat digunakan kembali untuk proyek selanjutnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana penilaian postur kerja dan risiko gangguan otot rangka pada pekerja fabrikasi bekisting di proyek pembangunan gedung apartemen dan hotel berdasarkan SNI 9011:2021.

2. Bagaimana rekomendasi perbaikan fasilitas kerja ergonomis untuk pekerja pengelasan, gerinda, dan tukang kayu pada proyek pembangunan Gedung apartemen dan hotel.
3. Bagaimana hasil penilaian risiko setelah dilakukan redesain fasilitas kerja menggunakan software CATIA V5.

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan pada penelitian adalah sebagai berikut.

1. Melakukan penilaian pada postur kerja untuk pekerjaan pengelasan, gerinda, tukang kayu di proyek pembangunan Gedung apartemen dan hotel.
2. Memberikan rekomendasi perbaikan fasilitas kerja ergonomis pada pekerjaan pengelasan, gerinda, dan tukang kayu pada proyek pembangunan Gedung apartemen dan hotel.
3. Mengetahui hasil penilaian risiko setelah dilakukan perbaikan fasilitas kerja menggunakan software CATIA V5.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1.4.1 Bagi Penulis

1. Penulis dapat mengaplikasikan ilmu keselamatan dan Kesehatan kerja yang telah dipelajari selama kuliah terutama mengenai risiko ergonomis menggunakan metode SNI 9011:2021
2. Penulis dapat memberikan saran perbaikan untuk mengurangi risiko *MSDs* bagi pekerja dan memperbaiki fasilitas kerja yang lebih ergonomis

1.4.2 Bagi Perusahaan

1. Perusahaan dapat mengetahui hasil penilaian risiko postur kerja pada pekerjaan pengelasan, gerinda, dan tukang kayu pada proses fabrikasi bekisting di proyek pembangunan Gedung apartemen dan hotel.

2. Perusahaan dapat memperoleh saran perbaikan fasilitas kerja ergonomis untuk mengurangi tingkat risiko MSDs yang dialami oleh pekerja.

1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

Adapun ruang lingkup dan Batasan masalah dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Penelitian ini dilakukan pada area fabrikasi bekisting dengan objek penelitiannya yaitu pekerja yang melakukan pekerjaan pengelasan, gerinda, dan pemotongan dan pemasangan kayu pada pondasi besi.
2. Perancangan perbaikan fasilitas kerja yang ergonomis disimulasikan menggunakan *software* CATIA V5.
3. Rekomendasi perbaikan pada fasilitas kerja merupakan usulan rancang fasilitas kerja, sehingga tidak dilakukan pembuatan produk secara nyata.
4. Penelitian ini tidak membahas mengenai rancangan biaya (*cost*).

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan penelitian telah dilakukan dan digunakan penulis sebagai referensi untuk menemukan perbandingan dalam penelitian ini. Selain itu, penelitian terdahulu membantu penulis untuk membuktikan orisinalitas dari penelitian untuk menghindari adanya dugaan plagiarism.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Nama	Judul	Metode	Hasil
1	Pristiwanti dkk., (2024)	Penilaian Risiko Ergonomi Berdasarkan SNI 9011:2021 dan Perancangan Ulang Fasilitas Kerja pada Pekerjaan Cutting Marking Fabrikasi Baja	Penilaian postur Kerja menggunakan daftar periksa potensi bahaya ergonomi sesuai SNI 9011:2021	Evaluasi ergonomi yang dilakukan pada aktivitas cutting marking menunjukkan skor awal sebesar 9, yang dikategorikan sebagai tingkat risiko tinggi. Sebagai upaya perbaikan, dilakukan perancangan ulang (redesign) terhadap fasilitas kerja. Intervensi tersebut terbukti efektif dan berhasil menurunkan tingkat risiko secara signifikan menjadi 2.
2	Fiih dkk., (2024)	Analisis Postur Pekerja Menggunakan Metode REBA dan RULA Pada Proses Pengelasan di PT. Ravana Jaya	RULA dan REBA pada pengelasan	Analisis postur kerja dengan metode RULA dan REBA menunjukkan adanya risiko ergonomi signifikan bagi pekerja pengelasan, khususnya pada area leher, punggung, dan lengan. Postur statis yang

				membungkuk serta repetisi gerakan menjadi faktor utama tingginya tingkat risiko pada segmen tubuh tersebut. Oleh karena itu, langkah perbaikan seperti penyesuaian ergonomi pada meja kerja dan kebijakan rotasi kerja sangat direkomendasikan untuk menekan skor risiko tersebut.
3	Suhendar dkk., (2023)	Analisis Risiko <i>Musculoskeletal Disorders (MSDs)</i> pada Pekerjaan Pengangkutan Galon Air Mineral	Analisis Risiko <i>Musculoskeletal Disorders (MSDs)</i> menggunakan metode <i>RULA</i> dan <i>REBA</i>	Hasil studi menunjukkan risiko tinggi <i>MSDs</i> pada pekerja galon (terutama area punggung dan lengan) dengan skor <i>REBA</i> 7 (perlu tindakan segera). Solusi yang diusulkan adalah implementasi alat bantu angkat, perbaikan postur, dan optimasi waktu kerja untuk mengurangi potensi cedera.
4	Fauzy dkk., (2025)	Analisis <i>Musculoskeletal Disorders (MSDs)</i> Pada Pekerja di Konfeksi CV. Jaya Indah Collection Menggunakan Metode <i>Rapid Upper Limb Assessment (RULA)</i> dan	Analisis postur kerja menggunakan <i>RULA</i> dan <i>REBA</i> pada pekerja konfeksi	Penelitian menemukan keluhan <i>MSDs</i> dominan di punggung bawah (75%), leher (60%), dan bahu (55%), dengan risiko tertinggi pada stasiun pemotongan kain (skor <i>REBA</i> 9) memerlukan tindakan segera seperti modifikasi meja dan posisi kerja, sementara stasiun

		Rapid Entre Body Assessment (REBA)		penjahitan (REBA 5) dan RULA rata-rata 4 menunjukkan risiko sedang hingga tinggi; rekomendasi mencakup modifikasi workstation, pelatihan postur ergonomis, serta rotasi tugas untuk menurunkan skor REBA di bawah 5 dan mencegah cedera kronis.
5	Dhonny & Mahbubah, (2025)	Evaluasi Risiko Cedera Musculoskeletal Berbasis Metode RULA Dan REBA Pada Operator Bagian Pengiriman Barang Di Pt Dcf	Pengukuran postur menggunakan REBA dan RULA pada pekerja operator pengiriman barang	Prevalensi keluhan MSDs mencapai 80% terutama pada punggung (70%) dan lengan (50%), dipicu postur ekstrem seperti membungkuk berulang yang menghasilkan skor REBA maksimal 11 dan RULA 7, menandakan risiko sangat tinggi hingga tinggi yang memerlukan intervensi segera; rekomendasi meliputi rak <i>adjustable height</i> , alat bantu angkat beban, serta jadwal istirahat terstruktur guna mengurangi cedera jangka panjang dan meningkatkan produktivitas pekerja.
6	Soedjana, (2026) (Penelitian Ini)	Analisis Penilaian Postur Kerja Dan Risiko Gangguan Otot Rangka Pada	Penilaian postur kerja dan desain fasilitas kerja pada pekerja fabrikasi	Penelitian pada sektor konstruksi menunjukkan risiko Musculoskeletal Disorders (MSDs) yang

		Pekerja Fabrikasi Bekisting Di Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Dan Hotel Berdasarkan Sni 9011:2021	bekisting berdasarkan SNI 9011:2021	tinggi pada pekerja fabrikasi bekisting akibat postur janggal (membungkuk dan berjongkok) selama 10 jam kerja. Evaluasi berbasis SNI 9011:2021 mengidentifikasi keluhan utama pada area pinggul (50%) dan punggung (40%). Sebagai solusi, dilakukan perbaikan fasilitas kerja melalui analisis antropometri dan simulasi CATIA V5 untuk menurunkan risiko ergonomi serta meningkatkan produktivitas pekerja.
--	--	---	---	--

Tabel 2.1 merangkum sejumlah penelitian terdahulu yang mengonfirmasi adanya korelasi antara postur kerja tidak ergonomis dengan tingginya risiko keluhan muskuloskeletal. Kendati bukti empiris tersebut telah tersedia, penerapan prinsip ergonomi di lingkungan kerja proyek sering kali masih terabaikan. Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini difokuskan untuk mengevaluasi aktivitas pengelasan, gerinda, pemotongan dan pemasangan kayu, dengan menggunakan instrumen daftar periksa potensi bahaya ergonomi sesuai standar SNI 9011:2021.

2.2 Pengelasan

pengelasan didefinisikan sebagai ikatan metalurgi pada sambungan logam atau paduan logam yang terjadi dalam fase cair. Secara prinsip, pengelasan adalah metode penyambungan dua material logam melalui pemanasan hingga mencapai titik leleh. Panas yang dihasilkan, misalnya dari busur listrik, menyebabkan ujung material mencair dan menyatu secara permanen. Dalam aplikasinya, teknik ini krusial untuk berbagai keperluan rekayasa, mulai dari penyambungan konstruksi, perbaikan keretakan, hingga

pemotongan komponen logam. Pada pekerjaan ini, pekerja fabrikasi bekisting melakukan pengelasan untuk pemasangan antara besi pondasi yang akan dipasangkan kayu *plywood* dan kemudian digunakan untuk pondasi pengecoran. Pekerjaan ini dilakukan selama 10 jam dengan waktu istirahat 3 jam

2.3 Gerinda Tangan

Menurut Kurniawan & Saidah, (2022) mesin gerinda tangan merupakan perkakas mekanis yang berfungsi untuk proses pemotongan dan pengasahan material, baik yang berbasis logam maupun non-logam. Dalam area proyek konstruksi, alat ini berperan penting pada proses pembangunan utama serta digunakan dalam tahapan pondasi maupun perkuatan. Pekerja fabrikasi bekisting melakukan pemotongan menggunakan gerinda tangan untuk memotong besi yang akan digunakan untuk pondasi bekisting yang akan dipasangkan kayu *plywood*. Pekerjaan ini melibatkan pekerja yang harus bekerja dalam kondisi jongkok, berdiri ataupun duduk dengan waktu yang lama. Pekerjaan ini dilakukan selama 10 jam per hari dengan waktu istirahat 3 jam

2.4 Gergaji Bundar

Gergaji bundar atau Circular Saw adalah mesin yang biasa digunakan untuk memotong kayu diatas meja kerja. Gergaji bundar memiliki prinsip kerja berdasarkan prinsip rotasi dengan menggunakan pisau atau mata gergaji berbentuk cakram yang bergerigi tajam (Perbawa dkk., 2025) Pada pekerjaan fabrikasi bekisting, gergaji bundar digunakan untuk pemotongan kayu *plywood* yang akan dipasangkan ke besi pondasi. Pekerjaan dilakukan selama 10 jam per hari dengan waktu istirahat 3 jam

2.5 Bor Tangan

Menurut Maulani dkk., (2023), Mesin bor tangan merupakan mesin yang pengoperasiannya menggunakan tangan dan biasanya digunakan untuk melubangi kayu, tembok maupun pelat logam. Khusus Mesin bor ini selain digunakan untuk membuat lubang juga bisa digunakan untuk mengencangkan baut maupun melepas baut karena dilengkapi 2 putaran yaitu kanan dan kiri. Pada Pekerjaan fabrikasi bekisting, bor tangan digunakan untuk pemasangan baut dari kayu ke pondasi besi yang telah di las untuk dijadikan pondasi bekisting

pengecoran. Pekerjaan dilakukan selama 10 jam per hari dengan waktu istirahat 3 jam

2.6 Ergonomi

Istilah ergonomi berasal dari bahasa Yunani, yaitu *ergon* yang berarti kerja dan *nomos* yang berarti aturan, sehingga dapat dimaknai sebagai hukum atau aturan dasar dalam bekerja. Ergonomi merupakan pendekatan multidisipliner yang berfokus pada optimalisasi interaksi antara manusia dengan sistem kerjanya. Tujuannya adalah untuk merancang metode, peralatan, serta lingkungan kerja yang mampu menjamin aspek kesehatan, keselamatan, kenyamanan, dan efisiensi (Hutabarat, 2017).

Implementasi ergonomi bertujuan untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman dan kondusif. Hal ini krusial karena aktivitas dengan postur yang tidak ergonomis dapat memicu berbagai dampak negatif, mulai dari ketidaknyamanan fisik, peningkatan biaya operasional, hingga tingginya risiko kecelakaan dan Penyakit Akibat Kerja (PAK). Selain itu, kondisi tersebut juga dapat menurunkan performansi pekerja yang berimplikasi langsung pada penurunan efisiensi dan produktivitas. Dari penjelasan tersebut dapat diketahui bahwa penerapan ergonomi sangat berpengaruh pada produktivitas kerja dengan mempertimbangkan aspek manusia, teknologi, dan media yang digunakan saat melakukan pekerjaan.

Tujuan umum dari penerapan ergonomi menurut Hutabarat, (2017) antara lain :

1. meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental pekerja melalui upaya preventif terhadap risiko cedera dan Penyakit Akibat Kerja (PAK). Selain itu, penerapan ini juga berfokus pada penurunan beban kerja fisik maupun mental, serta mendorong terciptanya kepuasan kerja.
2. Meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak sosial dan mengkoordinasi kerja secara tepat, guna meningkatkan jaminan sosial baik selama kurun waktu usia produktif maupun setelah tidak produktif.

3. Menciptakan keseimbangan rasional antara aspek teknis, ekonomis, dan antropologis dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas kerja dan hidup yang tinggi.

2.7 Postur Kerja

Menurut Anthony dalam Dani Lestari dkk., (2022), Pekerjaan dengan postur kerja dan perancangan yang tidak ergonomis mengakibatkan pengerahan tenaga yang berlebihan dan postur kerja yang salah seperti memutar dan membungkukkan badan, melakukan gerakan yang sama dan berulang secara terus menerus. Pekerjaan dengan postur kerja dan perancangan yang tidak ergonomis mengakibatkan pengerahan tenaga yang berlebihan dan postur kerja yang salah seperti memutar dan membungkukkan badan, melakukan gerakan yang sama dan berulang secara terus menerus. Menurut Primasari & Kurnianingtyas, (2022), Gangguan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada dasarnya merupakan hasil dari akumulasi beban fisik akibat postur kerja yang tidak ergonomis yang dilakukan secara repetitif dalam durasi yang panjang. Selain faktor postur, aktivitas penanganan material secara manual (*Manual Material Handling*) yang dilakukan dengan teknik yang keliru serta melampaui kapasitas fisik manusia menjadi faktor pemicu utama lainnya. Ketidaksesuaian antara tuntutan tugas dengan kemampuan fungsional tubuh ini menyebabkan tekanan berlebih pada sistem otot, saraf, dan tulang pekerja.

2.8 Faktor Penyebab Keluhan Muskuloskeletal

Menurut Hutabarat, (2017), Keluhan pada sistem muskuloskeletal merupakan gangguan pada area otot dan rangka yang dialami seseorang akibat beban kerja tertentu. Gejala yang muncul sangat bervariasi, mulai dari rasa tidak nyaman yang sifatnya sangat ringan hingga rasa nyeri yang sangat sakit atau kronis. Intensitas keluhan ini biasanya mencerminkan sejauh mana tingkat keterpaparan fisik yang diterima oleh tubuh, sehingga pengenalan gejala sejak dini sangat penting untuk mencegah terjadinya cedera yang lebih serius. Secara garis besar keluhan otot dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu :

1. Keluhan sementara (*reversible*), yaitu keluhan otot yang terjadi pada saat otot menerima beban statis, namun demikian keluhan tersebut akan segera hilang apabila pemberian beban dihentikan

2. Keluhan tetap (*persistent*), yaitu keluhan otot yang bersifat menetap. Walaupun pemberian beban kerja telah dihentikan, namun rasa sakit pada otot tersebut terus berlanjut.

2.9 SNI 9011:2021

SNI 9011:2021 merupakan standar resmi yang diterbitkan oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN) pada tahun 2021 dengan judul 'Pengukuran dan Evaluasi Potensi Bahaya Ergonomi di Tempat Kerja'. Standar ini berfungsi sebagai referensi utama sekaligus pedoman nasional dalam upaya melakukan identifikasi, penilaian tingkat risiko, serta penetapan langkah-langkah pengendalian bahaya ergonomi yang sistematis di lingkungan kerja. Melalui penerapan standar ini, proses evaluasi terhadap kondisi fisik dan beban kerja dapat dilakukan secara lebih terukur dan objektif. Hal tersebut sangat krusial guna memastikan bahwa strategi mitigasi yang diambil benar-benar efektif dalam menekan risiko gangguan otot rangka serta meningkatkan standar kesehatan dan keselamatan kerja (K3) bagi para tenaga kerja secara berkelanjutan. Terdapat beberapa metode kerja yang dapat digunakan dalam identifikasi dan evaluasi bahaya ergonomi antara lain sebagai berikut :

2.9.1 Survei Gangguan Otot dan Rangka (GOTRAK)

Tahap awal dalam mengidentifikasi berbagai isu ergonomi di lapangan dilakukan melalui survei Gangguan Otot Tulang dan Rangka (GOTRAK). Survei ini bertujuan untuk mendata secara akurat prevalensi gangguan otot rangka pada tenaga kerja dengan menggunakan instrumen kuesioner yang telah tervalidasi. Dalam pelaksanaannya, proses pengumpulan data dilakukan secara fleksibel, baik melalui pengisian mandiri oleh pekerja maupun melalui metode wawancara mendalam untuk memastikan akurasi informasi yang diberikan. Fokus utama dari survei ini diarahkan pada kelompok pekerja yang secara klinis atau subjektif menunjukkan potensi gangguan fisik dengan intensitas keluhan yang signifikan. Lebih lanjut, proses penilaian risiko dalam studi ini tidak hanya didasarkan pada keberadaan keluhan semata, tetapi juga dianalisis berdasarkan indikator tingkat keparahan serta frekuensi terjadinya gangguan tersebut untuk menentukan prioritas langkah perbaikan. Hasil

akhir skor survei dapat digunakan untuk menentukan tingkat risiko keluhan GOTRAK seperti pada Tabel 2.2 berikut :

Tabel 2. 2Tingkat Risiko Keluhan GOTRAK

Frekuensi	Keparahan			
	Tidak ada masalah (1)	Tidak nyaman (2)	Sakit (3)	Sakit Parah (4)
Tidak pernah (1)	1	2	3	4
Terkadang (2)	2	4	6	8
Sering (3)	3	6	9	12
Selalu (4)	4	8	12	16
Keterangan	1-4	Risiko rendah		
	6	Risiko sedang		
	8-16	Risiko Tinggi		
Tingkat keparahan	Tidak ada masalah	Tidak ada keluhan atau tidak mengganggu pekerjaan		
	Tidak nyaman	Ada keluhan dan mulai atau cenderung mengganggu pekerjaan		
	Sakit	Nyeri yang mengganggu pekerjaan		
	Sakit parah	Sangat nyeri hingga tidak dapat melakukan pekerjaan		
Tingkat frekuensi	Tidak pernah	Tidak pernah terjadi		
	Terkadang	Bisa terjadi 1-2 kali dalam 1 tahun		
	Sering	Bisa terjadi 1-2 kali dalam bulan		
	Selalu	Terjadi hampir setiap hari		

Sumber : (BSN, 2021)

Dalam melakukan survei gangguan otot tulang dan rangka akibat kerja (GOTRAK) terdapat beberapa cara yang harus dilakukan, antara lain :

1. Pengisian data diri yang meliputi nama, posisi/jabatan, tanggal yang sesuai dengan pengisian survei, dan deskripsi pekerjaan yang dilakukan disertai dengan durasi pekerjaan.
2. Pengisian daftar pertanyaan terkait karakteristik pekerja yang meliputi tangan dominan yang digunakan, lama kerja, kelelahan mental yang dialami, kelelahan fisik yang dirasakan akibat kerja, dan ketidaknyamanan atau penyakit lain yang berhubungan dengan pekerjaan.
3. Pertanyaan selanjutnya terkait rasa sakit atau ketidaknyamanan akibat pekerjaan yang dilakukan. Daftar pertanyaan yang diajukan berupa pertanyaan pernah atau tidak pernah pekerja merasakan

ketidaknyamanan atau rasa sakit pada bagian tubuh Apabila pekerja memberikan jawaban “Tidak” maka survei selesai. Jika pekerja memberikan jawaban “Ya” maka dapat dilanjutkan dengan pengisian keluhan fisik yang dirasakan seperti yang dicantumkan pada gambar 2.1 berikut :

LEHER	
Seberapa sering?	Seberapa parah?
☐ Tidak pernah	☐ Tidak ada masalah
☐ Terkadang	☐ Tidak nyaman
☐ Sering	☐ Sakit
☐ Selalu	☐ Sakit parah

BAHU		☐ Kanan ☐ Kiri
Seberapa sering?	Seberapa parah?	
☐ Tidak pernah	☐ Tidak ada masalah	
☐ Terkadang	☐ Tidak nyaman	
☐ Sering	☐ Sakit	
☐ Selalu	☐ Sakit parah	

SIKU		☐ Kanan ☐ Kiri
Seberapa sering?	Seberapa parah?	
☐ Tidak pernah	☐ Tidak ada masalah	
☐ Terkadang	☐ Tidak nyaman	
☐ Sering	☐ Sakit	
☐ Selalu	☐ Sakit parah	

PUNGGUNG ATAS	
Seberapa sering?	Seberapa parah?
☐ Tidak pernah	☐ Tidak ada masalah
☐ Terkadang	☐ Tidak nyaman
☐ Sering	☐ Sakit
☐ Selalu	☐ Sakit parah

LENGAN		☐ Kanan ☐ Kiri
Seberapa sering?	Seberapa parah?	
☐ Tidak pernah	☐ Tidak ada masalah	
☐ Terkadang	☐ Tidak nyaman	
☐ Sering	☐ Sakit	
☐ Selalu	☐ Sakit parah	

PUNGGUNG BAWAH	
Seberapa sering?	Seberapa parah?
☐ Tidak pernah	☐ Tidak ada masalah
☐ Terkadang	☐ Tidak nyaman
☐ Sering	☐ Sakit
☐ Selalu	☐ Sakit parah

TANGAN		☐ Kanan ☐ Kiri
Seberapa sering?	Seberapa parah?	
☐ Tidak pernah	☐ Tidak ada masalah	
☐ Terkadang	☐ Tidak nyaman	
☐ Sering	☐ Sakit	
☐ Selalu	☐ Sakit parah	

PINGGUL		☐ Kanan ☐ Kiri
Seberapa sering?	Seberapa parah?	
☐ Tidak pernah	☐ Tidak ada masalah	
☐ Terkadang	☐ Tidak nyaman	
☐ Sering	☐ Sakit	
☐ Selalu	☐ Sakit parah	

PAHA		☐ Kanan ☐ Kiri
Seberapa sering?	Seberapa parah?	
☐ Tidak pernah	☐ Tidak ada masalah	
☐ Terkadang	☐ Tidak nyaman	
☐ Sering	☐ Sakit	
☐ Selalu	☐ Sakit parah	

LUTUT		☐ Kanan ☐ Kiri
Seberapa sering?	Seberapa parah?	
☐ Tidak pernah	☐ Tidak ada masalah	
☐ Terkadang	☐ Tidak nyaman	
☐ Sering	☐ Sakit	
☐ Selalu	☐ Sakit parah	

BETIS		☐ Kanan ☐ Kiri
Seberapa sering?	Seberapa parah?	
☐ Tidak pernah	☐ Tidak ada masalah	
☐ Terkadang	☐ Tidak nyaman	
☐ Sering	☐ Sakit	
☐ Selalu	☐ Sakit parah	

KAKI		☐ Kanan ☐ Kiri
Seberapa sering?	Seberapa parah?	
☐ Tidak pernah	☐ Tidak ada masalah	
☐ Terkadang	☐ Tidak nyaman	
☐ Sering	☐ Sakit	
☐ Selalu	☐ Sakit parah	

Gambar 2.1 Survei Gangguan Otot dan Rangka (GOTRAK)
Sumber : (BSN, 2021)

4. Pengisian kuesioner GOTRAK (Gambar 2.1) dilakukan dengan mendata setiap area tubuh yang mengalami nyeri atau ketidaknyamanan selama beraktivitas. Melalui instrumen ini, pekerja dapat melaporkan keluhan fisik yang berkaitan langsung dengan beban kerja mereka. Selain itu, data yang terkumpul berfungsi sebagai dasar pelacakan riwayat medis untuk memastikan apakah keluhan

tersebut merupakan gejala baru atau dampak dari cedera yang pernah dialami sebelumnya.

2.9.2 Pengambilan Dokumentasi

Pendokumentasian dalam bentuk foto dan video bertujuan untuk mengumpulkan informasi mendetail terkait kondisi di lapangan. Hal ini meliputi evaluasi terhadap postur kerja dan fasilitas yang digunakan, serta berbagai aspek lingkungan lainnya yang berpotensi memengaruhi ergonomi dan posisi tubuh pekerja saat beraktivitas. Dalam penelitian ini akan dilakukan pengambilan dokumentasi berupa foto dan video untuk mempermudah dalam analisis dan penilaian postur kerja. Berikut beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengambilan dokumentasi antara lain :

- a. Informasi terkait pekerjaan yang akan dilakukan dokumentasi.
- b. Dokumentasi mencakup semua proses pekerjaan dari awal hingga akhir untuk mengamati semua aspek tugas
- c. Pengambilan dokumentasi dilakukan selama lima hingga sepuluh menit pada setiap pekerjaan. Hasil dokumentasi mencakup minimal sepuluh siklus pekerjaan lengkap, namun bisa juga dilakukan selama tiga hingga empat siklus jika memungkinkan mengumpulkan seluruh aspek pekerjaan.
- d. Pengambilan dokumentasi harus terlihat jelas seluruh tubuh, tempat duduk dan permukaan tempat pekerja berdiri serta perbesar pada bagian tertentu seperti tangan/lengan atau bagian tubuh lainnya yang menerima beban.
- e. Pengambilan video dilakukan pada beberapa pekerja dengan ukuran tubuh yang berbeda untuk mengetahui perbedaan postur kerja saat melakukan suatu pekerjaan.

2.10 Analisis Risiko Ergonomi

Analisis risiko ergonomi dilakukan dengan mengacu pada standar SNI 9011:2021 melalui instrumen daftar periksa potensi bahaya. Penggunaan daftar periksa ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan memetakan berbagai faktor bahaya yang memiliki tingkat risiko paling signifikan dalam suatu

aktivitas pekerjaan. Berikut adalah langkah – langkah yang dilakukan untuk mengisi daftar periksa potensi bahaya :

1. Menentukan potensi bahaya faktor ergonomi yang terdeteksi

Langkah pertama adalah menentukan semua potensi bahaya yang mungkin dialami oleh pekerja dalam satu hari. Pastikan untuk meninjau semua potensi bahaya sebelum melengkapi lembar daftar periksa. Observasi potensi bahaya dan mengamati pekerjaan sangat penting dilakukan untuk menentukan apakah pekerja terpapar bahaya-bahaya tersebut saat bekerja.

2. Menentukan durasi paparan dari setiap potensi bahaya

Sebelum menentukan nilai risiko ergonomi perlu dilakukan penentuan durasi paparan potensi bahaya pada pekerja. Durasi paparan yang diukur bukan berapa lama pekerja melakukan pekerjaannya, namun berapa lama pekerja masing - masing potensi bahaya yang ada dalam pekerjaan tersebut. Berapa pun durasi siklus pekerjaan, prinsip penentuan durasi paparan potensi bahaya akan tetap sama. Dalam pengukuran durasi paparan yang diterima pekerja tidak selalu berbanding lurus dengan durasi aktual pekerjaan.

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Durasi paparan dari bahaya (jam)}}{\text{Durasi kerja shift (jam)}} \times 100\%$$

Setiap kriteria dalam daftar periksa memiliki bobot nilai yang berbeda yang harus diisi pada kolom sebelah kiri untuk keperluan penjumlahan akhir. Penting untuk diperhatikan bahwa durasi shift yang melampaui 8 jam akan dihitung sebagai variabel penambah skor dalam evaluasi risiko, tanpa dipengaruhi oleh persentase paparan yang ada.

3. Melakukan penilaian penanganan beban secara manual

Penilaian risiko pada penanganan beban manual ditentukan melalui dua variabel utama, yaitu jenis beban dan jarak beban dari tubuh pekerja. Standar SNI 9011:2021 digunakan sebagai acuan dasar untuk mengklasifikasikan berat beban serta jarak angkut guna menentukan tingkat keamanan aktivitas tersebut. Klasifikasi berat beban dan jarak pengangkutan berdasarkan SNI 9011:2021 ditunjukkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Klasifikasi Berat Beban dan Jarak Pengangkatan

Jenis Klasifikasi	Kategori	Detil
Berat Beban Angkat	Beban Rendah	<9kg
	Beban Sedang	9 s/d 23kg
	Beban Tinggi	>23kg
Jarak pengangkatan beban	Dekat	0 s/d 30cm
	Menengah	30 s/d 60cm
	Jauh	60 s/d 80cm

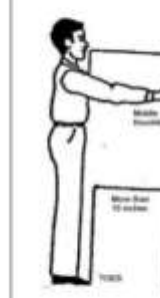
Sumber : (BSN 2021)

Berdasarkan Tabel 2.3, dapat diketahui bahwa berat beban pengangkatan diklasifikasikan menjadi 3 kategori dari beban rendah, sedang hingga tinggi, klasifikasi yang disebutkan dapat digunakan untuk dijadikan panduan dalam menentukan kategori bahaya pada pengangkatan beban secara manual

Penilaian pengangkatan beban secara manual terdiri dari 3 tahapan sebagai berikut :

- a. Menentukan jarak horizontal antara beban dengan badan. Jarak yang dimaksud merupakan jarak antara kaki dengan kepala tangan seperti pada tabel 2.4

Tabel 2. 4 Daftar Periksa Pengangkatan Beban Secara Manual (langkah 1)

33 (a). Langkah ke-1: Tentukan apakah posisi mengangkat dekat, sedang, atau jauh (dari badan ke ujungtangan)	Pengangkatan dengan jarak dekat	Pengangkatan dengan jarak sedang	Pengangkatan dengan jarak jauh
Jarak Horizontal - Gunakan jarak horizontal rata-rata jika pengangkatan dilakukan setiap 10 menit atau kurang. - Gunakan jarak horizontal terjauh jika lama antar pengangkatan lebih dari 10 menit.			

Sumber : (BSN, 2021)

- b. Estimasi berat beban yang diangkat dilakukan dengan mempertimbangkan frekuensi aktivitas. Untuk pengangkatan yang terjadi secara intensif dengan interval 10 menit atau kurang, perhitungan didasarkan pada berat rata-rata dari seluruh beban. Sebaliknya, apabila interval pengangkatan melebihi 10 menit, maka berat beban maksimum digunakan sebagai acuan. Data mengenai berat dan jarak jangkauan ini selanjutnya diintegrasikan untuk menentukan skor risiko akhir. Contoh daftar periksa pada langkah kedua dapat dilihat pada tabel 2.5

Tabel 2. 5 Daftar Periksa Pengangkatan Beban Manual (langkah 2)

33 (b). Langkah ke-2:	Pengangkatan dengan jarak dekat		Pengangkatan dengan jarak sedang		Pengangkatan dengan jarak jauh	
Estimasi berat benda yang diangkat (kg) Berat - Gunakan berat rata-rata jika pengangkatan dilakukan setiap 10 menit atau kurang. - Gunakan berat terbesar jika pengangkatan dilakukan setiap lebih dari 10menit. - Bernilai 0 pada skor total jika berat yang dipindahkan kurang dari 4.5kg.	Zona Berbahaya	Berat benda lebih dari 23 kg (5* poin)	Zona Berbahaya	Berat benda lebih dari 16 kg (6 poin)	Zona Berbahaya	Berat benda lebih dari 13 kg (6 poin)
	Zona Hati-Hati	Berat benda antara 7 hingga 23 kg (3 poin)	Zona Hati-Hati	Berat benda antara 5 hingga 16 kg (3 poin)	Zona Hati-Hati	Berat benda antara 4.5 hingga 13 kg (3 poin)
	Zona Aman	Berat benda kurang dari 7kg (0 poin)	Zona Aman	Berat benda kurang dari 5kg (0 poin)	Zona Aman	Berat benda kurang dari 4.5 kg (0 poin)

*Jika pengangkatan dilakukan lebih dari 15 kali setiap shift, beri 6 poin

Total skor langkah ke-2: _____

Sumber : (BSN, 2021)

- c. Melakukan evaluasi lebih lanjut terhadap potensi bahaya yang berhubungan dengan pengangkatan beban secara manual. Tahapan ke 3 harus sesuai dengan contoh daftar periksa yang ditunjukkan pada tabel 2.6

Tabel 2. 6 Daftar Periksa Pengangkatan Beban Manual (langkah 3)

33 (c). Langkah ke-3:	Faktor Risiko	Pengangkatan sesekali (< 1 jam/shift)	Pengangkatan sering (>1 jam/shift)	Skor
Menentukan poin untuk faktor risiko lainnya: - Isilah pada kolom "Pengangkatan sesekali" jika waktu antar pengangkatan lebih dari 10 menit. - Isilah pada kolom "Pengangkatan sering" jika faktor risiko terjadi hampir selama proses pengangkatan berlangsung dan pengangkatan dilakukan lebih dari satu jam	34. Batang tubuh memuntir saat Mengangkat	1	1	
	35. Mengangkat dengan satu Tangan	1	2	
	36. Mengangkat dengan beban yang tidak terduga/tidak diprediksi	1	2	
	37. Mengangkat 1-5 kali per menit	1	1	
	38. Mengangkat lebih dari 5 kali per menit	2	3	
	39. Posisi benda yang diangkat berada di atas bahu	1	2	
	40. Posisi benda yang diangkat berada di bawah posisi siku	1	2	
	41. Mengangkut (membawa) benda dengan jarak 3-9 meter	1	2	
	42. Mengangkut (membawa) benda dengan jarak lebih dari 9 Meter	2	3	
	43. Mengangkat benda saat duduk atau bertumpu pada lutut	1	2	
Total skor langkah ke-3				

Sumber : (BSN, 2021)

Penilaian risiko terhadap aktivitas kerja fisik dilakukan dengan merujuk pada daftar periksa yang tercantum dalam Tabel 2.6. Aktivitas yang menjadi fokus utama adalah penanganan beban secara manual, yang meliputi serangkaian tindakan seperti pengangkatan, pendorongan, penarikan, serta pemindahan material tanpa bantuan alat mekanis.

2.11 Redesain Fasilitas Kerja

Penerapan prinsip ergonomi dalam desain alat bantu kerja berperan penting dalam meningkatkan performa dan hasil kerja. Desain yang baik adalah desain yang menyesuaikan dengan profil pekerja, memberikan kenyamanan, dan menjalankan fungsinya secara maksimal. Hal ini melibatkan penyesuaian terhadap bentuk benda kerja, kemampuan jangkauan tangan pekerja, serta jenis aktivitas yang dikerjakan.

2.11.1 Antropometri Redesain Fasilitas Kerja

Menurut Hutabarat, (2017), Antropometri merupakan bidang ilmu yang berhubungan dengan dimensi tubuh manusia. Dimensi-dimensi ini

dibagi menjadi kelompok statistika dan ukuran persentil. Jika seratus orang berdiri berjajar dari yang terkecil sampai terbesar dalam suatu urutan, hal ini akan dapat diklasifikasikan dari 1 percentile sampai 100 percentile. Kenyamanan menggunakan alat bergantung pada kesesuaian ukuran alat dengan ukuran manusia. Jika tidak sesuai, maka dalam jangka waktu tertentu akan mengakibatkan stress tubuh antara lain dapat berupa lelah, nyeri, pusing.

Menurut Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 5, (2018), Antropometri dibagi menjadi dua jenis yaitu :

1. Antropometri Statis

Antropometri statis merujuk pada pengukuran dimensi fisik manusia dalam kondisi tubuh tidak bergerak atau diam. Pengukuran ini difokuskan pada bagian-bagian tubuh yang linier dengan menerapkan metodologi standar terhadap berbagai subjek. Tujuannya adalah untuk menghimpun data ukuran tubuh yang akurat dan representatif bagi suatu populasi guna keperluan desain produk atau fasilitas kerja.

2. Antropometri Dinamis

Antropometri dinamis merupakan pendekatan pengukuran dimensi tubuh dalam kondisi bergerak atau fungsional. Metode ini memiliki tingkat kompleksitas yang lebih tinggi dibandingkan metode statis karena harus mengakomodasi berbagai variabel gerakan yang muncul selama aktivitas kerja berlangsung. Contoh implementasinya meliputi analisis rotasi leher serta perubahan sudut pada persendian tangan untuk memastikan ruang kerja tetap ergonomis saat digunakan.

Data antropometri masyarakat Indonesia dapat dilihat pada website antropometriindonesia.org. berikut data antropometri masyarakat Indonesia dengan jenis kelamin laki-laki pada tahun 2023 dengan rentang umur 20 hingga 47 tahun.

Tabel 2. 7 Data Antropometri Laki – laki Indonesia tahun 2023

Dimensi	Keterangan	5th	50th	95th	SD
D1	Tinggi Tubuh	160.43	169.48	178.53	5.5
D2	Tinggi mata	148.97	158.3	167.63	5.67
D3	Tinggi bahu	132.35	141.26	150.17	5.42
D4	Tinggi siku	98	105.56	113.12	4.6
D5	Tinggi pinggul	88.65	94.94	101.23	3.82
D6	Tinggi tulang ruas	65.48	72.74	80	4.41
D7	Tinggi ujung jari	62.02	71.09	80.17	5.52
D8	Tinggi dalam posisi duduk	75.4	84.73	94.05	5.67
D9	Tinggi mata dalam posisi duduk	64.87	74.15	83.44	5.65
D10	Tinggi bahu dalam posisi duduk	52.13	62.78	73.43	6.47
D11	Tinggi siku dalam posisi duduk	23.67	31.95	40.23	5.03
D12	Tebal paha	4.84	19.49	34.14	8.91
D13	Panjang lutut	48.06	53.46	58.87	3.29
D14	Panjang popliteal	30.95	39.88	48.81	5.43
D15	Tinggi lutut	46.66	53.61	60.56	4.23
D16	Tinggi popliteal	37.79	43.56	49.34	3.51
D17	Lebar sisi bahu	36.65	44.53	52.41	4.79
D18	Lebar bahu bagian atas	30.49	37.43	44.37	4.22
D19	Lebar pinggul	27.77	35.6	43.42	4.75
D20	Tebal dada	7	22.27	37.53	9.28
D21	Tebal perut	15.89	24.62	33.35	5.31
D22	Panjang lengan atas	27.89	34.72	41.56	4.15
D23	Panjang lengan bawah	30.15	44.94	59.73	8.99
D24	Panjang rentang tangan ke depan	52.19	68.9	85.62	10.16
D25	Panjang bahu-genggaman tangan ke depan	50.12	60.35	70.59	6.22
D26	Panjang kepala	11.66	18.14	24.62	3.94
D27	Lebar kepala	13.45	17.42	21.38	2.41
D28	Panjang tangan	15.55	18.79	22.04	1.97
D29	Lebar tangan	8.3	12.44	16.58	2.52
D30	Panjang kaki	21	24.75	28.51	2.28
D31	Lebar kaki	8.13	9.81	11.49	1.02
D32	Panjang rentangan tangan ke samping	149.26	170.73	192.19	13.05
D33	Panjang rentangan siku	76.28	86.68	97.08	6.32
D34	Tinggi genggaman tangan ke atas dalam Posisi berdiri	177.97	207.21	236.45	17.77
D35	Tinggi genggaman ke atas dalam posisi duduk	106.12	126.79	147.46	12.57
D36	Panjang genggaman tangan ke depan	60.87	72.87	84.88	7.3

Sumber : (antropometriindonesia.org)

2.12 Software CATIA V5

Pesatnya kemajuan teknologi saat ini memungkinkan pemenuhan kebutuhan manusia melalui solusi digital yang canggih. Dalam konteks perancangan alat bantu kerja, CATIA (*Computer-Aided Three-Dimensional Interactive Application*) menjadi instrumen krusial. Perangkat lunak ini tidak hanya berfungsi untuk merancang visualisasi produk, tetapi juga memungkinkan desainer melakukan simulasi secara mendalam. Keunggulan utamanya terletak pada fitur pemodelan manusia (*Digital Human Modeling*) dan modul analisis ergonomi yang terintegrasi.

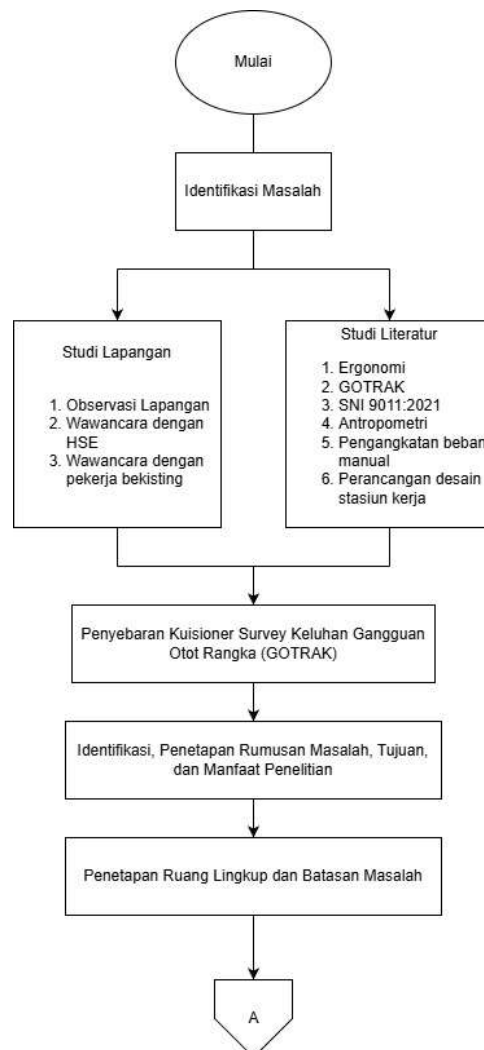
Menurut (Rahmahwati dkk., 2021), *Computer Aided Three Dimensional Interactive Application* (CATIA) adalah *software* untuk membantu proses desain, rekayasa dan manufaktur. CATIA menyediakan aplikasi simulasi dan analisa ergonomi untuk tubuh manusia, seperti HBR (*Human Builder*), HME (*Human Measurement Editor*), HPA (*Human Posture Analysis*) dan HAA (*Human Activity Analysis*). Pada *Human Activity Analysis* mengevaluasi semua elemen performansi postmanusia dari analisis postur statis hingga aktivitas pekerjaan yang kompleks.

Implementasi CATIA V5 dalam penelitian ini bertujuan menghasilkan desain alat bantu 3D yang ergonomis berdasarkan data antropometri lokal. Melalui fitur *Human Activity Analysis* dan *Human Posture Analysis*, desain dievaluasi secara digital untuk memvalidasi keamanan postur kerja. demi menekan angka keluhan muskuloskeletal pada tenaga kerja.

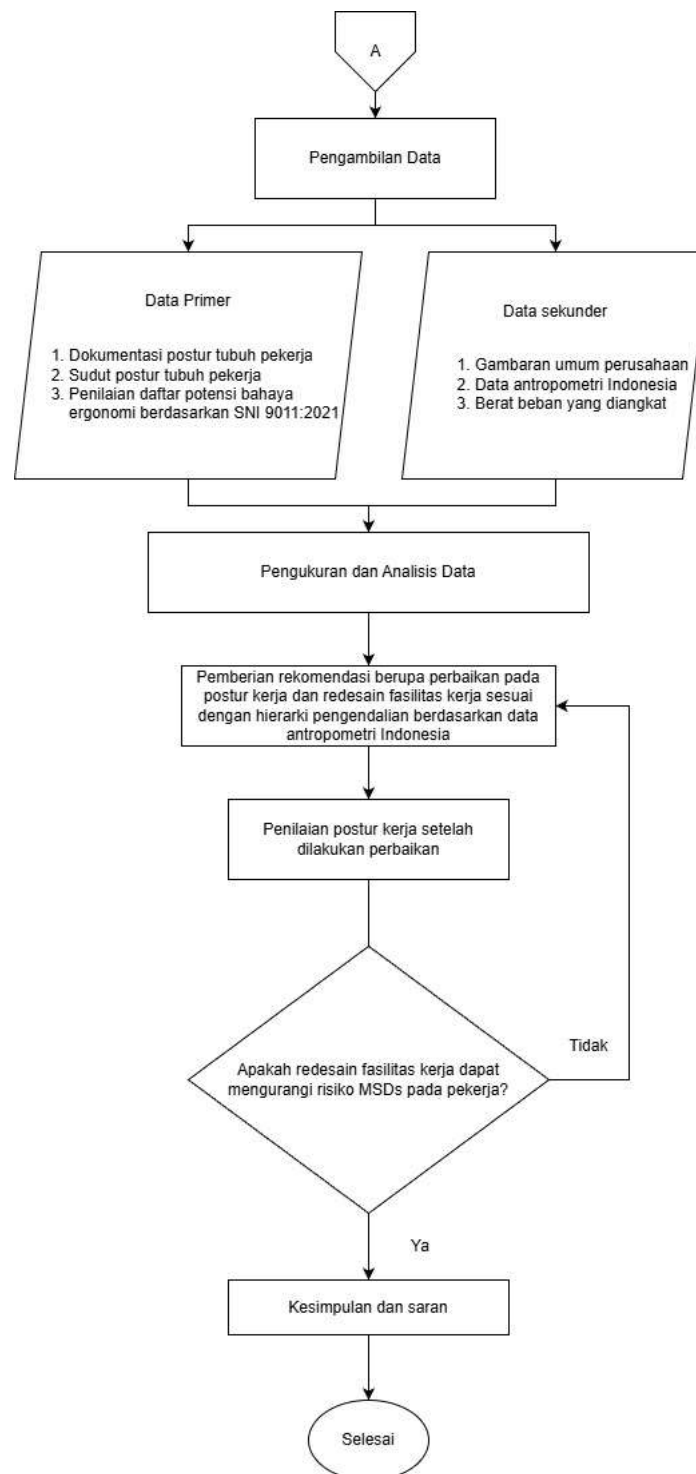
BAB 3

METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan kerangka kerja sistematis yang dirancang untuk menjaga arah dan fokus penelitian. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, diperlukan tahapan-tahapan yang saling berkesinambungan guna mendukung analisis dan penyelesaian masalah secara terstruktur. Dengan demikian, penerapan metode yang tepat diharapkan mampu menghasilkan luaran yang relevan dan selaras dengan rumusan masalah serta tujuan penelitian yang telah ditetapkan. Berikut adalah diagram alir penelitian yang dijelaskan lebih lanjut pada gambar



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



Lanjutan Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Pada diagram alir tersebut akan dijelaskan secara lebih detail dengan tujuan agar penelitian yang dilakukan dapat lebih mudah dipahami. Berikut merupakan penjelasan dari tahapan yang dilakukan untuk mencapai tujuan dari penelitian ini. Langkah – Langkah sebagai berikut :

3.1 Tahap Identifikasi Masalah

Tahap identifikasi masalah dimulai dengan melakukan observasi lapangan dan survei awal melalui kuesioner guna memetakan kendala di proyek. Fokus penelitian ini adalah menganalisis aktivitas pekerja fabrikasi bekisting pada proyek apartemen dan hotel, yang dalam proses kerjanya melibatkan postur repetitif seperti menunduk, berjongkok, serta berdiri dalam durasi yang cukup lama.

3.1.1 Tahap Studi Lapangan

Tahap studi lapangan berfungsi sebagai langkah awal observasi untuk mencatat kondisi aktual sebelum penelitian lebih lanjut dilakukan. Dalam proses ini, pengamatan langsung di lokasi dikombinasikan dengan sesi wawancara terhadap HSE area proyek dan para pekerja di area fabrikasi bekisting. Pendekatan tersebut bertujuan untuk menggali informasi primer mengenai kendala yang dirasakan pekerja, sehingga penulis dapat memetakan gambaran permasalahan di lapangan secara lebih utuh.

3.1.2 Tahap Studi Literatur

Studi literatur merupakan tahapan yang mengawali rangkaian penelitian ini. Proses ini dilaksanakan dengan menelusuri referensi dari berbagai sumber ilmiah, meliputi jurnal, artikel, buku teks, maupun dokumen pendukung lainnya yang relevan. Tujuannya adalah menyusun kerangka teoritis yang kokoh sebagai landasan utama dalam analisis masalah. Adapun fokus kajian literatur yang digunakan mencakup topik ergonomi, GOTRAK atau Musculoskeletal Disorders (MSDs), standar SNI 9011:2021, prinsip antropometri, data pengangkatan beban secara manual, serta redesain stasiun kerja menggunakan software CATIA V5.

3.2 Tahap Identifikasi Masalah Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tahap identifikasi masalah dilaksanakan setelah proses penyebaran kuesioner selesai. Pada tahap ini, dapat dilakukan identifikasi permasalahan di lapangan berdasarkan hasil analisis survei Gangguan Otot Rangka (GOTRAK). Penelitian ini memfokuskan pada keluhan muskuloskeletal yang dialami pekerja di area fabrikasi bekisting pada proyek pembangunan gedung apartemen dan hotel. Secara spesifik, aktivitas yang ditinjau meliputi pekerjaan

pengelasan, pemotongan besi, pemotongan kayu, dan pemasangan kayu pada pondasi. Pokok permasalahan yang akan dianalisis meliputi penilaian postur tubuh pekerja serta penyusunan rekomendasi perbaikan guna memitigasi risiko keluhan muskuloskeletal tersebut.

Tahap penetapan tujuan dilakukan sebagai penentuan terhadap permasalahan yang telah teridentifikasi. Tujuan utama dari penelitian ini adalah merumuskan rekomendasi perbaikan yang efektif untuk meminimalkan keluhan muskuloskeletal pada pekerja di area fabrikasi bekisting proyek pembangunan gedung apartemen dan hotel. Adapun manfaat dari penelitian ini adalah memberikan pemahaman mendalam mengenai aspek ergonomi pada fasilitas kerja. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi landasan dalam melakukan redesain fasilitas atau alat kerja guna menurunkan risiko gangguan otot rangka pada pekerja di area tersebut.

3.3 Tahap Penentuan Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

Penentuan ruang lingkup dan batasan masalah dilakukan dengan tujuan untuk memberikan batasan ruang lingkup permasalahan yang akan dibahas agar penelitian ini lebih terarah dan sesuai dengan rumusan masalah yang diangkat

3.4 Tahap Pengambilan Data

Tahap pengumpulan data merupakan tahapan untuk mengumpulkan data atau informasi yang berhubungan dengan permasalahan penelitian. Pada penelitian ini data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder.

3.4.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh saat melakukan observasi secara langsung pada objek penelitian. Data primer yang didapatkan pada penelitian ini berupa :

1. Data pengamatan postur tubuh pekerja berupa dokumentasi foto dan video saat melakukan pekerjaan
2. Data postur tubuh pekerja dan dimensi stasiun kerja
3. Data daftar pemeriksaan potensi bahaya faktor ergonomi berdasarkan SNI 9011:2021

3.4.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang sudah ada sebelum dilakukan penelitian. Data sekunder pada penelitian ini berupa gambaran umum perusahaan, data antropometri Indonesia, dan berat beban yang diangkat pekerja.

3.5 Tahap Pengolahan dan Analisis Data

Tahap pengolahan dan analisis data adalah proses pengolahan dan analisis data yang diperoleh setelah melakukan observasi sehingga dapat ditemukan rekomendasi perbaikan dari permasalahan yang ada. Berikut adalah tahapan pengolahan dan analisis data yang dilakukan yaitu :

- a. Pengambilan dokumentasi foto atau video pada saat melakukan pekerjaan pengelasan, pemotongan besi, pemotongan kayu dan pemasangan kayu ke pondasi.
- b. Melakukan penilaian risiko ergonomi menggunakan daftar periksa potensi bahaya ergonomi berdasarkan SNI 9011:2021. Tahapan penilaian dilakukan sebagai berikut :
 1. Memproyeksikan hasil dokumentasi postur kerja pada pekerjaan pengelasan, pemotongan besi, pemotongan kayu, dan pemasangan kayu ke pondasi menggunakan angulus dengan cara memasukkan dokumentasi postur kerja dalam aplikasi kemudian menentukan besar sudut yang terbentuk dari postur kerja yang dilakukan pekerja. Pada pekerjaan pengelasan subjek dibedakan menjadi tiga postur yaitu jongkok, berdiri, dan duduk.
 2. Menentukan durasi paparan dari setiap pekerjaan yang dilakukan oleh pekerja.
 3. Melakukan pengisian daftar periksa potensi bahaya faktor ergonomi berdasarkan data postur kerja pada pekerjaan pengelasan, pemotongan besi, pemotongan kayu, dan pemasangan kayu ke pondasi
 4. Menentukan nilai beban pengangkatan manual yang dilakukan pada setiap jenis pekerjaan sesuai daftar periksa pengangkatan secara manual.

5. Menghitung nilai total dari daftar periksa potensi bahaya ergonomi pada tubuh dan pengangkatan beban manual.
- c. Berdasarkan hasil penilaian postur tubuh yang mengacu pada SNI 9011:2021, disusunlah rekomendasi perbaikan berupa redesain stasiun kerja. Prioritas perbaikan ini ditujukan pada aktivitas yang memiliki skor risiko tertinggi.

3.6 Tahap Pemberian Rekomendasi Perbaikan

Tahap pemberian rekomendasi perbaikan dilakukan dengan memberikan usulan perancangan ulang fasilitas kerja untuk pekerjaan pengelasan, pemotongan besi, pemotongan kayu, dan pemasangan kayu ke pondasi berdasarkan hasil analisis penilaian menggunakan metode SNI 9011:2021. Sementara itu, dimensi ukuran desain stasiun kerja didasarkan pada data antropometri masyarakat Indonesia. Rekomendasi perbaikan dilakukan sesuai dengan hierarki pengendalian yaitu rekayasa teknik. Tujuan pemberian rekomendasi perbaikan adalah untuk mengurangi keluhan muskuloskeletal pada pekerja pengelasan, pemotongan besi, pemotongan kayu, dan pemasangan kayu ke pondasi pada proyek pembangunan gedung apartemen dan hotel

3.7 Tahap Perancangan Fasilitas Kerja

Berdasarkan hierarki pengendalian, rekomendasi yang perlu dilakukan berdasarkan data lapangan yaitu rekayasa teknik yang berupa redesain stasiun kerja dengan dilakukan perancangan berupa meja, kursi ergonomis serta kompartemen penyimpanan material. Desain perancangan fasilitas dan area kerja tersebut akan disimulasikan menggunakan *software* CATIA V5. Proses *design* fasilitas kerja disimulasikan menggunakan CATIA V5 dengan menggunakan fitur *Human Activity Analysis* dan *Human Posture Analysis* untuk memvalidasi interaksi antara pengguna dan fasilitas dan pengukuran berdasarkan data antropometri indonesia.

3.7.1 Tahap Desain Fasilitas Kerja

Pada Tahap Desain Fasilitas Kerja, dilakukan sketsa dan perancangan pada fasilitas kerja berdasarkan data primer dan sekunder

yang telah dikumpulkan dan membuat perancangan tersebut pada CATIA V5 menggunakan data persentil dari antropometri Indonesia. Di

mensi tubuh yang digunakan berdasarkan data antropometri Indonesia yaitu tinggi siku (D4) untuk mengukur tinggi meja, tinggi bahu dalam posisi duduk (D10) untuk mengukur sandaran kursi, tinggi siku dalam posisi duduk (D11) untuk mengukur tinggi meja, panjang popliteal (D14) untuk mengukur panjang kursi, tinggi Popliteal (D16) untuk mengukur tinggi kursi, lebar pinggul (D19) untuk mengukur lebar kursi, panjang rentang tangan ke depan (D24) untuk mengukur lebar meja, dan Panjang rentang tangan ke samping (D32) untuk mengukur Panjang meja.

3.7.2 Tahap Simulasi Desain Fasilitas Kerja

Pada Tahap Simulasi, hasil desain fasilitas kerja yang telah dibuat berdasarkan data primer dan sekunder akan disimulasikan menggunakan *software* CATIA V5 untuk melihat hasil dari desain fasilitas kerja yang telah dibuat

3.7.3 Tahap Evaluasi Fasilitas Kerja

Pada Tahap Evaluasi, dilakukan tinjauan ulang pada hasil desain fasilitas kerja yang telah dibuat dan disimulasikan. Apabila pada hasil simulasi tersebut tidak terjadi pengurangan risiko gangguan otot dan rangka pada pekerja, maka akan dilakukan redesain ulang pada fasilitas tersebut hingga terjadi penurunan risiko gangguan otot dan rangka.

3.8 Tahap Penilaian Postur Kerja Setelah Rekomendasi Perbaikan

Tahap ini dilakukan penilaian ulang terhadap postur kerja menggunakan metode SNI 9011:2021 pada pekerja pengelasan, pemotongan besi, pemotongan kayu, dan pemasangan kayu ke pondasi. Urutan kerja dilakukan sesuai dengan penilaian sebelumnya. Kegiatan ini bertujuan untuk mengetahui penurunan skor paparan risiko ergonomi pada pekerja setelah dilakukan rekomendasi perbaikan berupa desain fasilitas kerja meja dan kursi, serta kompartemen penyimpanan material. Pada tahap ini diharapkan adanya penurunan tingkat risiko ergonomi pada pekerja. Apabila risiko setelah dilakukan *design* fasilitas kerja tidak berkurang, maka akan kembali

melakukan *redesign* ulang pada fasilitas kerja tersebut hingga risiko gangguan otot dan rangka pekerja fabrikasi bekisting berkurang.

3.9 Tahap Kesimpulan dan Saran

Tahap kesimpulan dan saran menjadi langkah penutup dalam penelitian ini setelah rumusan masalah dan tujuan penelitian terjawab. Pada bagian ini, disajikan isi pokok dari seluruh hasil analisis yang telah dilakukan. Selain itu, penulis juga mencantumkan saran guna mendukung pengembangan penelitian sejenis di masa depan

BAB 4

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Perusahaan

Perusahaan yang menjadi objek pada penelitian terkait analisis postur kerja pada pekerjaan fabrikasi bekisting ini adalah Perusahaan konstruksi proyek Pembangunan gedung apartemen dan hotel. Pada proyek ini, Perusahaan membangun total 4 gedung yang terdiri dari 3 gedung apartemen dan 1 gedung hotel dan masing masing lantai Gedung apartemen dan hotel terdiri dari 30 dan 50 lantai. Proyek ini berlangsung dari pertengahan tahun 2025 dan target selesai pada tahun 2029.

Pada proses konstruksi Gedung apartemen dan hotel, tidak lepas dari pekerjaan fabrikasi. Khususnya pekerjaan fabrikasi bekisting yang dimana setiap lantai perlu dibuat pondasi untuk pengecoran yang disebut bekisting. Pada proses pembuatan bekisting, terdapat proses fabrikasi yang melibatkan pekerjaan

4.2 Gambaran Umum Pekerjaan Fabrikasi Bekisting

a. Pekerjaan Pengelasan

Pengelasan merupakan proses penyatuan logam atau paduan logam secara metalurgi yang berlangsung ketika material berada dalam kondisi mencair. Pada dasarnya, teknik ini menggabungkan dua buah logam dengan cara memanaskannya hingga keduanya meleleh dan bersatu. Sumber panas yang digunakan, seperti busur listrik, membuat bagian ujung logam mencair sehingga terbentuk sambungan yang bersifat permanen. Dalam dunia rekayasa, pengelasan memiliki peranan yang sangat penting, mencakup berbagai kebutuhan seperti menyambung struktur, memperbaiki bagian yang retak, hingga memotong komponen berbahan logam.

Pekerjaan pengelasan dilakukan tanpa menggunakan fasilitas atau alat bantu kerja berupa meja dan kursi las yang ergonomis, sehingga pekerja melakukan pekerjaannya dengan posisi yang tidak aman dan nyaman. Pekerjaan ini dilakukan selama 10 jam per hari dengan waktu

istirahat 3 jam. Postur kerja yang tidak ergonomi pada pekerjaan pengelasan dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4. 1 Postur Kerja Pekerjaan Las

b. Pekerjaan pemotongan besi

Mesin gerinda adalah alat mekanis yang digunakan untuk memotong berbagai jenis material. Di lingkungan proyek konstruksi, alat ini memegang peranan penting dalam proses pembangunan, mulai dari tahap pengerjaan pondasi hingga penguatan struktur. Para pekerja fabrikasi bekisting memanfaatkan gerinda untuk memotong besi *hollow* dan besi *rebar* yang akan dijadikan rangka bekisting untuk besi *hollow* tempat kayu *plywood* dipasang. Sedangkan besi *rebar* digunakan untuk perkuatan struktur Ketika pondasi bekisting akan dipasang. Pekerjaan ini melibatkan pekerja yang harus bekerja dalam kondisi jongkok, duduk dengan posisi yang kurang ergonomis dengan waktu yang lama. Pekerjaan ini dilakukan selama 10 jam per hari dengan waktu istirahat 3 jam



Gambar 4. 2 Postur Kerja Pekerjaan pemotongan besi

c. Pekerjaan pemotongan kayu

Gergaji bundar, yang dalam bahasa Inggris dikenal sebagai *Circular Saw*, merupakan salah satu mesin perkakas yang umum digunakan dalam kegiatan pertukangan, khususnya untuk keperluan pemotongan kayu di atas meja kerja. Alat ini banyak dipilih karena kemampuannya

menghasilkan potongan yang rapi dan presisi. Dari sisi cara kerjanya, gergaji bundar mengandalkan mekanisme rotasi sebagai prinsip utamanya, di mana terdapat pisau atau mata gergaji berbentuk cakram bundar yang dilengkapi dengan gerigi-gerigi tajam di sepanjang tepinya. Ketika mesin dinyalakan, cakram tersebut berputar dengan kecepatan tinggi sehingga mampu membelah material kayu dengan efisien dan cepat. gergaji bundar digunakan untuk pemotongan kayu *plywood* yang akan dipasangkan ke besi pondasi. Pekerjaan dilakukan selama 10 jam per hari dengan waktu istirahat 3 jam. Pada Gambar 4.3, terlihat bahwa pekerja melakukan pekerjaan tersebut dengan postur yang kurang ergonomis sehingga dapat menyebabkan keluhan muskuloskeletal



Gambar 4. 3 Postur Kerja Pekerjaan pemotongan kayu

d. Pekerjaan pemasangan kayu pada pondasi

Dalam proses fabrikasi bekisting, bor tangan menjadi salah satu alat yang memiliki peran cukup penting. Alat ini dimanfaatkan untuk membantu proses pemasangan baut yang menghubungkan material kayu dengan rangka besi yang sebelumnya telah melalui proses pengelasan. Rangka besi tersebut berfungsi sebagai pondasi atau kerangka utama bekisting yang nantinya akan digunakan sebagai cetakan pada tahap pengecoran beton. Dengan menggunakan bor tangan, proses pengeboran lubang untuk pemasangan baut dapat dilakukan secara lebih mudah, cepat, dan akurat, sehingga sambungan antara kayu dan besi dapat terikat dengan kuat dan kokoh sesuai kebutuhan konstruksi.



Gambar 4. 4 Pekerjaan Pemasangan Kayu Pada Pondasi

4.3 Hasil Daftar Periksa Potensi Bahaya Ergonomi

Analisis postur kerja pada pekerjaan fabrikasi bekisting dilakukan berdasarkan SNI 9011:2021. Penilaian risiko ergonomi berdasarkan SNI 9011:2021 meliputi durasi paparan bahaya, penilaian postur tubuh, dan pengangkatan beban manual. Berikut merupakan penilaian postur kerja pada pekerjaan fabrikasi yang terdiri dari empat pekerjaan pekerjaan.

4.3.1 Pembahasan Hasil Daftar Periksa Potensi Bahaya Ergonomi Pekerjaan Pengelasan

Pekerjaan pengelasan besi *hollow* dan *rebar* untuk pondasi bekisting dilakukan oleh pekerja dengan durasi 7 menit 40 detik untuk besi *rebar* dan 2 menit 39 detik untuk besi *hollow* pada setiap siklusnya untuk . Dari hasil pengamatan ditemukan beberapa postur janggal yang menyebabkan potensi bahaya ergonomi, diantaranya postur tubuh membungkuk ke depan, leher menekuk ke depan, dan posisi jongkok.

Durasi paparan bahaya ergonomi dihitung berdasarkan standar SNI 9011:2021. Nilai persentase dari hasil paparan ini kemudian digunakan untuk melengkapi daftar periksa potensi bahaya ergonomi. Tahapan penilaian potensi bahaya ergonomi dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Penilaian potensi bahaya ergonomi berdasarkan postur kerja besi *rebar*
 Penilaian potensi bahaya ergonomi berdasarkan postur kerja
 Berdasarkan hasil pengamatan pada pekerjaan pengelasan besi *rebar*

potensi bahaya ergonomi pertama yang teridentifikasi adalah postur Tubuh membungkuk ke depan atau menekuk ke samping: dengan sudut antara 20°-45° pada gambar 4.5



Gambar 4. 5 Postur janggal membungkuk ke depan

Pada Gambar 4.5 menunjukkan bahwa Tubuh membungkuk ke depan atau menekuk ke samping: dengan sudut antara 20° -45° selama melakukan pekerjaannya. Paparan potensi bahaya ergonomi dirasakan pekerja selama 6 menit 28 detik dalam 1 siklus. Durasi paparan postur kerja tersebut dapat diketahui dalam bentuk presentase melalui perhitungan berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase} &= \frac{\text{Durasi paparan dari bahaya(detik)}}{\text{Durasi kerja dalam satu siklus (detik)}} \times 100\% \\
 &= \frac{388}{460} \times 100 \\
 &= 84\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat diketahui skor untuk penilaian bahaya ergonomi untuk postur kerja tubuh membungkuk ke depan pada pekerjaan pengelasan ditunjukkan pada Tabel 4.1

Tabel 4. 1 Potensi Bahaya Tubuh membungkuk ke depan

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Jika total jam kerja >8 jam, tambah 0,5 per jam	Skor
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		

Postur janggal	Tubuh membungkuk ke depan atau menekuk ke samping: dengan sudut antara 20° - 45°	Ya	0	1	2	1	3
----------------	--	----	---	---	---	---	---

Tabel 4.1 menunjukkan potensi bahaya ergonomi tubuh membungkuk ke depan dengan skor 3 dari hasil perhitungan presentase paparan potensi bahaya ergonomi yang diterima pekerja sebesar 84%. Postur janggal selanjutnya yang ditemukan adalah leher menekuk ke depan >20°. Postur ini ditunjukkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Postur Janggal Leher Menekuk ke Depan

Pada Gambar 4.6 hasil proyeksi postur kerja menunjukkan leher menekuk ke depan sebesar 59.26° selama melakukan pekerjaannya. Paparan potensi bahaya ergonomi dirasakan oleh pekerja selama 6 menit 57 detik dalam satu siklus. Durasi paparan potensi bahaya ergonomi dari postur kerja tersebut dapat diketahui dalam bentuk presentase melalui perhitungan berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase} &= \frac{\text{Durasi paparan dari bahaya(detik)}}{\text{Durasi kerja dalam satu siklus (detik)}} \times 100\% \\
 &= \frac{417}{460} \times 100 \\
 &= 90\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat diketahui skor untuk penilaian bahaya ergonomi untuk postur kerja leher menekuk ke depan pada pekerjaan pengelasan ditunjukkan pada Tabel 4.2

Tabel 4. 2 Potensi Bahaya Leher Menekuk Ke Depan

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Jika total jam kerja >8 jam, tambah 0,5 per jam	Skor
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Leher menekuk ke depan >20°	Ya	0	1	2	1	3

Tabel 4.2 menunjukkan potensi bahaya ergonomi leher menekuk ke depan dengan skor 3 dari hasil perhitungan presentase paparan potensi bahaya ergonomi yang diterima pekerja sebesar 90%. Postur janggal ketiga yang teridentifikasi adalah postur kerja dalam kondisi jongkok. Postur ini dapat dilihat pada Gambar 4.7



Gambar 4. 7 Postur kerja janggal jongkok

Pada Gambar 4.7 menunjukkan adanya potensi bahaya pada kaki pekerja las besi *hollow*. Paparan potensi bahaya ergonomi dirasakan oleh pekerja selama 7 menit 40 detik dalam satu siklus. Durasi paparan potensi bahaya ergonomi dari postur kerja tersebut dapat diketahui dalam bentuk presentase melalui perhitungan berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase} &= \frac{\text{Durasi paparan dari bahaya (detik)}}{\text{Durasi kerja dalam satu siklus (detik)}} \times 100\% \\
 &= \frac{460}{460} \times 100
 \end{aligned}$$

$$= 100\%$$

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat diketahui skor untuk penilaian bahaya ergonomi untuk postur kerja tubuh posisi berlutut atau jongkok pada pekerjaan pengelasan ditunjukkan pada Tabel 4.3

Tabel 4. 3 Potensi Bahaya Postur Tubuh Jongkok

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Jika total jam kerja >8 jam, tambah 0,5 per jam	Skor
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Posisi berlutut atau jongkok	Ya	1	2	3	1	4

Tabel 4.3 menunjukkan potensi bahaya ergonomi posisi jongkok dengan skor 3 dari hasil perhitungan presentase paparan potensi bahaya ergonomi yang diterima pekerja sebesar 100%.

- b. Penilaian potensi bahaya ergonomi berdasarkan postur kerja besi hollow

Berdasarkan observasi postur kerja pada aktivitas pengelasan besi tulangan (*rebar*), telah dilakukan evaluasi terhadap potensi risiko ergonomi. Temuan awal mengidentifikasi bahwa bahaya utama bersumber dari sikap tubuh pekerja yang membungkuk ke arah depan >45° pada gambar 4.8 berikut :



Gambar 4. 8 Postur janggal membungkuk ke depan

Berdasarkan proyeksi postur kerja pada Gambar 4.6, terlihat bahwa pekerja melakukan aktivitas dengan posisi tubuh membungkuk

ke depan pada sudut 38.24°. Paparan terhadap potensi risiko ergonomi akibat postur janggal ini berlangsung selama detik dalam setiap siklus kerja.

$$\begin{aligned}\text{Persentase} &= \frac{\text{Durasi paparan dari bahaya(detik)}}{\text{Durasi kerja dalam satu siklus (detik)}} \times 100\% \\ &= \frac{134}{159} \times 100 \\ &= 84\%\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat diketahui skor untuk penilaian bahaya ergonomi untuk postur kerja tubuh membungkuk ke depan pada pekerjaan pengelasan ditunjukkan pada Tabel 4.4

Tabel 4. 4 Tubuh membungkuk ke depan

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Jika total jam kerja >8 jam, tambah 0,5 per jam	Skor
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Tubuh membungkuk ke depan atau menekuk ke samping; dengan sudut antara 20° - 45°	Ya	0	1	2	1	3

Tabel 4.4 menunjukkan potensi bahaya ergonomi Tubuh membungkuk ke depan atau menekuk ke samping; dengan sudut antara 20° -45° dengan skor 3 dari hasil perhitungan presentase paparan potensi bahaya ergonomi yang diterima pekerja sebesar 84%. Postur janggal kedua yang teridentifikasi adalah postur kerja dalam kondisi jongkok. Postur ini dapat dilihat pada Gambar 4. 9



Gambar 4. 9 Postur kerja janggal Jongkok

Pada Gambar 4.9 menunjukkan adanya potensi bahaya pada kaki operator las besi *hollow*. Paparan potensi bahaya ergonomi dirasakan oleh pekerja selama 141 detik dalam satu siklus. Durasi paparan potensi bahaya ergonomi dari postur kerja tersebut dapat diketahui dalam bentuk presentase melalui perhitungan berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase} &= \frac{\text{Durasi paparan dari bahaya(detik)}}{\text{Durasi kerja dalam satu siklus (detik)}} \times 100\% \\
 &= \frac{141}{159} \times 100 \\
 &= 88\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat diketahui skor untuk penilaian bahaya ergonomi untuk postur kerja tubuh posisi berlutut atau jongkok pada pekerjaan pengelasan ditunjukkan pada Tabel 4.5

Tabel 4. 5 postur janggal Posisi berlutut atau jongkok

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Jika total jam kerja >8 jam, tambah 0,5 per jam	Skor
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Posisi berlutut atau jongkok	Ya	1	2	3	1	4

Tabel 4.5 menunjukkan potensi bahaya ergonomi posisi jongkok dengan skor 4 dari hasil perhitungan presentase paparan potensi bahaya ergonomi yang diterima pekerja sebesar 88%. Selanjutnya postur janggal

ketiga yang teridentifikasi adalah leher menekuk ke depan. Postur ini dapat dilihat pada gambar 4.10



gambar 4. 10 postur janggal leher menekuk ke depan

Pada Gambar 4.10 hasil proyeksi postur kerja menunjukkan leher menekuk ke depan sebesar 69.07° selama melakukan pekerjaannya. Paparan potensi bahaya ergonomi dirasakan oleh pekerja selama 132 detik dalam satu siklus. Durasi paparan potensi bahaya ergonomi dari postur kerja tersebut dapat diketahui dalam bentuk presentase melalui perhitungan berikut :

$$\begin{aligned}\text{Persentase} &= \frac{\text{Durasi paparan dari bahaya(detik)}}{\text{Durasi kerja dalam satu siklus (detik)}} \times 100\% \\ &= \frac{132}{159} \times 100 \\ &= 83\%\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat diketahui skor untuk penilaian bahaya ergonomi untuk postur kerja leher menekuk ke depan pada pekerjaan pengelasan ditunjukkan pada Tabel 4.6

Tabel 4. 6 Postur Tubuh Leher Menekuk Ke depan

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Jika total jam kerja >8 jam, tambah 0,5 per jam	Skor
			0%- 25%	25%- 50%	50%- 100%		
Postur janggal	Leher menekuk ke depan >20°	Ya	0	1	2	1	3

Tabel 4.6 menunjukkan potensi bahaya ergonomi leher menekuk ke depan dengan skor 3 dari hasil perhitungan presentase paparan potensi bahaya ergonomi yang diterima pekerja sebesar 83%.

c. Penilaian pengangkatan manual

Pada pekerjaan pengelasan besi *rebar*, terdapat aktivitas pengangkatan manual. Aktivitas pengangkatan manual dilakukan ketika pekerja mengangkat besi *rebar* dan besi *hollow* dari tempat penyimpanan ke tempat kerja area fabrikasi bekisting. Penilaian pengangkatan manual dilakukan dengan 2 langkah, yaitu penentuan skor melalui penilaian jarak dan beban pengangkatan sebagai langkah awal. Pemindahan besi *rebar* D10 dengan berat $\pm 0.3\text{Kg}$ dalam 1 kali pengangkatan. Pemindahan besi *rebar* dapat dilihat pada Gambar 4.11



gambar 4. 11 Aktivitas Pengangkatan Manual

Gambar 4.11 merupakan postur kerja yang dilakukan pekerja saat melakukan pengangkatan manual dengan jarak dekat. Penentuan skor

pada pengangkatan beban manual berdasarkan pengkategorian zona pengangkatan ditunjukkan pada Tabel 4.7

Tabel 4. 7 Penilaian Kategori Pengangkatan manual

Pengangkatan dengan jarak dekat		Pengangkatan dengan jarak sedang		Pengangkatan dengan jarak jauh	
Zona Berbahaya	Berat benda >23 kg (5 poin)	Zona Berbahaya	Berat benda >16kg (6 poin)	Zona Berbahaya	Berat benda >13 kg (6 poin)
Zona Hati-Hati	Berat benda 7 – 23 kg (3 poin)	Zona Hati-Hati	Berat benda 5 – 16 kg (3 poin)	Zona Hati-Hati	Berat benda 4,5 – 13 kg (3 poin)
Zona Aman	Berat benda <7 kg (0 poin)	Zona Aman	Berat benda <5 kg (0 poin)	Zona Aman	Berat benda <4,5 kg (0 poin)

Berdasarkan Tabel 4.7 dapat diketahui bahwa aktivitas pengangkatan manual pekerjaan pengelasan *rebar* berada pada zona aman dengan skor 0. Hal tersebut disebabkan karena pengangkatan yang dilakukan dalam jarak jauh dengan beban ± 0.3 kg dalam satu kali pengangkatan termasuk dalam zona aman. Langkah selanjutnya untuk penilaian aktivitas pengangkatan beban manual adalah penilaian risiko pada aktivitas pengangkatan manual. Pada aktivitas pemindahan besi *rebar* yang telah di las, ditemukan batang tubuh memuntir saat mengangkat dan pengangkatan menggunakan satu tangan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.11. Aktivitas pengangkatan *rebar* dilakukan untuk mengumpulkan besi *rebar* yang telah dipotong untuk dijadikan 1 sebagai pondasi penguat bekisting. Aktivitas ini dilakukan dengan durasi kurang dari 1 jam sehingga didapatkan hasil penilaian risiko pengangkatan beban manual seperti pada Tabel 4.8

Tabel 4. 8 Total Nilai Risiko Pengangkatan Manual Pekerjaan Las Rebar

Faktor Risiko	Pengangkatan sesekali (<1 jam/shift)	Pengangkatan sering (>1 jam/shift)	Skor
Batang tubuh memuntir saat mengangkat	1	1	1
Posisi benda yang diangkat berada di bawah posisi siku	1	2	2
Pengangkatan menggunakan satu tangan	1	2	2
Mengangkat benda saat duduk atau bertumpu pada lutut	1	2	2
Total Skor			7

Dari Tabel 4.8 diketahui total skor penilaian risiko pengangkatan beban manual sebesar 7 karena durasi pemindahan hasil pengelasan *rebar* dilakukan dengan durasi lebih dari 1 jam per shift. Rekapitulasi hasil penilaian risiko ergonomi pada pekerjaan pengelasan *rebar* ditunjukkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Total Nilai Risiko Ergonomi Pekerjaan Las Rebar

No.	Daftar Periksa Potensi Ergonomi		Skor
	Aspek Ergonomi	Potensi Bahaya Ergonomi	
1	Postur Kerja	Tubuh membungkuk ke depan atau menekuk ke samping: dengan sudut antara 20° -45°	3
		Leher menekuk ke depan >20°	3
		Posisi berlutut atau jongkok	4
2	Pengangkatan Manual	Zona pengangkatan manual	0
		Risiko pengangkatan manual	7
Total Nilai Risiko Ergonomi			17

Berdasarkan Tabel 4.9 didapatkan total nilai risiko ergonomi pada pekerjaan pengelasan *rebar* sebesar 17. Skor atau nilai tersebut diperoleh

dari penjumlahan skor penilaian postur kerja dan penilaian pengangkatan manual. Selanjutnya adalah pekerjaan pengelasan besi *hollow* pada gambar 4. tabel 4.12 Berikut.



gambar 4. 12 Aktivitas Pengangkatan Manual

Gambar 4.12 merupakan postur kerja yang dilakukan pekerja saat melakukan pengangkatan manual pada pekerjaan pengelasan besi *hollow* dengan jarak sedang. Penentuan skor pada pengangkatan beban manual berdasarkan pengkategorian zona pengangkatan ditunjukkan pada Tabel 4.10

Tabel 4. 10 Penilaian Kategori Pengangkatan manual

Pengangkatan dengan jarak dekat		Pengangkatan dengan jarak sedang		Pengangkatan dengan jarak jauh	
Zona Berbahaya	Berat benda >23 kg (5 poin)	Zona Berbahaya	Berat benda >16kg (6 poin)	Zona Berbahaya	Berat benda >13 kg (6 poin)
Zona Hati-Hati	Berat benda 7 – 23 kg (3 poin)	Zona Hati-Hati	Berat benda 5 – 16 kg (3 poin)	Zona Hati-Hati	Berat benda 4,5 – 13 kg (3 poin)
Zona Aman	Berat benda <7 kg (0 poin)	Zona Aman	Berat benda <5 kg (0 poin)	Zona Aman	Berat benda <4.5 kg (0 poin)

Berdasarkan Tabel 4.10 dapat diketahui bahwa aktivitas pengangkatan manual pekerjaan pengelasan besi *hollow* berada pada zona hati-hati dengan skor 3. Hal tersebut disebabkan karena pengangkatan yang dilakukan dalam jarak sedang dengan beban ± 6 kg dalam satu kali pengangkatan termasuk dalam zona hati-hati. Langkah selanjutnya untuk penilaian aktivitas pengangkatan beban manual adalah penilaian risiko pada aktivitas pengangkatan manual. Pada aktivitas pemindahan besi *hollow*, ditemukan batang tubuh memuntir saat mengangkat dan pengangkatan menggunakan satu tangan, Posisi benda yang diangkat berada di bawah posisi siku, serta mengangkat lebih 1-5 kali per menit seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.12. Aktivitas pengangkatan besi *hollow* dilakukan untuk digunakan sebagai struktur utama pondasi bekisting yang akan las. Aktivitas ini dilakukan dengan durasi lebih dari 1 jam sehingga didapatkan hasil penilaian risiko pengangkatan beban manual seperti pada Tabel 4.11

Tabel 4. 11 Total Nilai Risiko Pengangkatan Pekerjaan Las Besi *Hollow*

Faktor Risiko	Pengangkatan sesekali (<1 jam/shift)	Pengangkatan sering (>1 jam/shift)	Skor
Mengangkat dengan satu tangan	1	2	2
Batang tubuh memuntir saat mengangkat	1	1	1
Posisi benda yang diangkat berada di bawah posisi siku	1	2	2
mengangkat lebih 1-5 kali per menit	1	1	1
Total Skor			6

Dari Tabel 4.11 diketahui total skor penilaian risiko pengangkatan beban manual sebesar 6 karena durasi pemindahan hasil pengelasan besi *hollow* dilakukan dengan durasi lebih dari 1 jam per shift. Rekapitulasi

hasil penilaian risiko ergonomi pada pekerjaan pengelasan besi *hollow* ditujukan pada tabel 4.12

Tabel 4. 12 Total Nilai Risiko Ergonomi Pekerjaan Las Besi *Hollow*

No.	Daftar Periksa Potensi Ergonomi		Skor
	Aspek Ergonomi	Potensi Bahaya Ergonomi	
1	Postur Kerja	Tubuh membungkuk ke depan atau menekuk ke samping: dengan sudut antara 20° -45°	3
		Leher menekuk ke depan >20°	3
		Posisi berlutut atau jongkok	4
2	Pengangkatan Manual	Zona pengangkatan manual	3
		Risiko pengangkatan manual	6
Total Nilai Risiko Ergonomi			19

Berdasarkan Tabel 4.12 didapatkan total nilai risiko ergonomi pada pekerjaan pengelasan *hollow* sebesar 19. Skor atau nilai tersebut diperoleh dari penjumlahan skor penilaian postur kerja

4.3.2 Pembahasan Hasil Daftar Periksa Potensi Bahaya Ergonomi Pekerjaan Pemotongan Besi

Pekerjaan pemotongan *rebar* dan besi *hollow* dilakukan oleh pekerja dalam durasi waktu masing – masing 2 menit 14 detik untuk pekerjaan pemotongan *rebar* dan 2 menit 56 detik untuk pekerjaan pemotongan besi *hollow* dalam satu siklus. Pekerjaan ini dilakukan berulang oleh pekerja selama 10 jam kerja. Hasil pengamatan ditemukan adanya postur kerja yang dapat menyebabkan bahaya ergonomi berupa leher menekuk ke depan, tubuh membungkuk ke depan, postur tubuh jongkok, paparan getaran lokal, dan *power grip*.

Perhitungan durasi paparan bahaya ergonomi pekerjaan pemotongan besi mengacu pada SNI 9011:2021 yang mana hasil presentasinya dapat digunakan untuk pengisian daftar periksa potensi bahaya faktor ergonomi. Penilaian potensi bahaya ergonomi berdasarkan SNI 9011:2021 dilakukan sebagai berikut.

- a. Penilaian potensi bahaya ergonomi berdasarkan postur kerja pemotongan besi *rebar*

Berdasarkan hasil pengamatan pada pekerjaan pemotongan besi *rebar* potensi bahaya ergonomi pertama yang teridentifikasi adalah potur janggal pada leher pekerja yang menekuk ke depan $>20^\circ$ yang dapat dilihat pada Gambar 4.13



gambar 4. 13 Postur Janggal Leher Menekuk ke Depan

Pada Gambar 4.13 hasil proyeksi postur kerja menunjukkan leher pekerja menekuk ke depan sebesar 67.31° selama melakukan pekerjaannya. Paparan potensi bahaya ergonomi dirasakan oleh pekerja selama 127 detik dalam satu siklus dengan durasi 10 jam kerja. Durasi paparan potensi bahaya ergonomi dari postur kerja tersebut dapat diketahui dalam bentuk presentase melalui perhitungan berikut :

$$\begin{aligned}\text{Persentase} &= \frac{\text{Durasi paparan dari bahaya(detik)}}{\text{Durasi kerja dalam satu siklus (detik)}} \times 100\% \\ &= \frac{127}{134} \times 100 \\ &= 94\%\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan terebut dapat diketahui skor untuk penilaian bahaya ergonomi untuk postur kerja leher menekuk ke depan pada pekerjaan pemotongan *rebar* ditunjukkan pada Tabel 4.4

Tabel 4. 13 Potensi bahaya leher menekuk ke depan

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Jika total jam kerja >8 jam, tambah 0,5 per jam	Skor
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Leher menekuk ke depan >20°	Ya	0	1	2	1	3

Tabel 4.13 menunjukkan potensi bahaya ergonomi leher menekuk ke depan dengan skor 2 dari hasil perhitungan presentase paparan potensi bahaya ergonomi yang diterima pekerja sebesar 94%. Potensi janggal berikutnya yang ditemukan adalah tubuh membungkuk ke depan yang ditunjukkan pada Gambar 4.14



gambar 4. 14 Postur janggal tubuh membungkuk ke depan

Berdasarkan Gambar 4.14 hasil proyeksi postur tubuh membungkuk ke depan sebesar 50.62° selama melakukan pekerjaannya. Paparan potensi bahaya ergonomi dirasakan oleh pekerja selama 124 detik selama satu siklus. Durasi paparan potensi bahaya ergonomi dari postur kerja tersebut dapat diketahui dalam bentuk presentase melalui perhitungan berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase} &= \frac{\text{Durasi paparan dari bahaya (detik)}}{\text{Durasi kerja dalam satu siklus (detik)}} \times 100\% \\
 &= \frac{124}{134} \times 100 \\
 &= 92\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat diketahui skor untuk penilaian bahaya ergonomi untuk postur kerja tubuh menekuk ke depan pada pekerjaan pemotongan *rebar* ditunjukkan pada Tabel 4.14

Tabel 4. 14 postur janggal membungkuk ke depan

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparasi Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Jika total jam kerja >8 jam, tambah 0,5 per jam	Skor
			0%- 25%	25%- 50%	50%- 100%		
Postur janggal	Tubuh membungkuk ke depan > 45°	Ya	1	2	3	1	4

Tabel 4.14 menunjukkan potensi bahaya ergonomi tubuh membungkuk ke depan > 45° dengan skor 4 dari hasil perhitungan presentase paparan potensi bahaya ergonomi yang diterima pekerja sebesar 92%. Selanjutnya, yaitu postur janggal ketiga yang teridentifikasi postur janggal jongkok. Postur ini dapat dilihat pada gambar 4.9



gambar 4. 15 Postur janggal jongkok

Berdasarkan gambar 4.15 hasil proyeksi terdapat postur kerja janggal posisi tubuh berlutut atau jongkok selama melakukan pekerjaannya. Paparan potensi bahaya ergonomi dirasakan oleh pekerja selama 130 detik selama satu siklus. Durasi paparan potensi bahaya ergonomi dari postur kerja tersebut dapat diketahui dalam bentuk presentase melalui perhitungan berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase} &= \frac{\text{Durasi paparan dari bahaya(detik)}}{\text{Durasi kerja dalam satu siklus (detik)}} \times 100\% \\
 &= \frac{130}{134} \times 100 \\
 &= 97\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat diketahui skor untuk penilaian bahaya ergonomi untuk postur kerja lengan tidak ditopang dengan tinggi diatas perut pada pekerjaan pemotongan *rebar* ditunjukkan pada Tabel 4.15

Tabel 4. 15 Postur janggal posisi berlutut atau jongkok

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Jika total jam kerja >8 jam, tambah 0,5 per jam	Skor
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Posisi berlutut atau jongkok	Ya	1	2	3	1	4

Tabel 4.15 menunjukkan potensi bahaya ergonomi posisi berlutut atau jongkok dengan skor 3 dari hasil perhitungan presentase paparan potensi bahaya ergonomi yang diterima pekerja sebesar 97%. Selanjutnya, terdapat getaran lokal (tanpa peredam) pada alat gerinda tersebut. postur ini dapat dilihat pada gambar 4.9



gambar 4. 16 Getaran lokal pada mesin gerinda

Berdasarkan gambar 4.16 hasil proyeksi paparan getaran lokal selama melakukan pekerjaannya. Paparan potensi bahaya ergonomi dirasakan oleh pekerja selama 128 detik selama satu siklus. Durasi

paparan potensi bahaya ergonomi dari postur kerja tersebut dapat diketahui dalam bentuk presentase melalui perhitungan berikut :

$$\begin{aligned}\text{Persentase} &= \frac{\text{Durasi paparan dari bahaya(detik)}}{\text{Durasi kerja dalam satu siklus (detik)}} \times 100\% \\ &= \frac{128}{134} \times 100 \\ &= 95\%\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat diketahui skor untuk penilaian bahaya ergonomi pekerjaan pemotongan besi *rebar* getaran lokal (tanpa peredam). Tabel durasi paparan pekerjaan pemotongan besi *rebar* ditunjukkan pada Tabel 4.16

Tabel 4. 16 Durasi Paparan Getaran Lokal

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Jika total jam kerja >8 jam, tambah 0,5 per jam	Skor
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Getaran lokal (tanpa peredam)	Ya	0	1	2	1	3

Tabel 4.16 menunjukkan potensi bahaya ergonomi getaran lokal (tanpa peredam) dengan skor 3 dari hasil perhitungan presentase paparan potensi bahaya ergonomi yang diterima pekerja sebesar 95%.



gambar 4. 17 *Power grip* pada mesin gerinda

Berdasarkan gambar 4.17 hasil proyeksi terdapat postur kerja *power grip* selama melakukan pekerjaannya. Paparan potensi bahaya ergonomi

dirasakan oleh pekerja selama 126 detik selama satu siklus. Durasi paparan potensi bahaya ergonomi dari postur kerja tersebut dapat diketahui dalam bentuk presentase melalui perhitungan berikut :

$$\begin{aligned}\text{Persentase} &= \frac{\text{Durasi paparan dari bahaya(detik)}}{\text{Durasi kerja dalam satu siklus (detik)}} \times 100\% \\ &= \frac{126}{134} \times 100 \\ &= 94\%\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat diketahui skor untuk penilaian bahaya ergonomi pekerjaan pemotongan besi *rebar power grip*. Tabel durasi paparan pekerjaan pemotongan besi *rebar* ditunjukkan pada Tabel 4.17

Tabel 4. 17 Durasi Paparan *Power grip*

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Jika total jam kerja >8 jam, tambah 0,5 per jam	Skor
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Menggenggam dengan kuat dalam posisi " <i>power grip</i> " dengan gaya > 5 kg	Ya	0	1	3	1	4

Tabel 4.17 menunjukkan potensi bahaya ergonomi Menggenggam dengan kuat dengan posisi *power grip*. dari hasil perhitungan presentase paparan potensi bahaya ergonomi yang diterima pekerja sebesar 94%.

- b. Penilaian potensi bahaya ergonomi berdasarkan postur kerja pemotongan besi *hollow*

Berdasarkan hasil pengamatan pada pekerjaan pemotongan besi *hollow* potensi bahaya ergonomi pertama yang teridentifikasi adalah potur janggal pada leher pekerja yang menekuk ke depan >20° yang dapat dilihat pada Gambar 4.12



gambar 4. 18 Postur janggal leher membungkuk ke depan

Pada Gambar 4.18 hasil proyeksi postur kerja menunjukkan leher pekerja menekuk ke depan sebesar 52.15° selama melakukan pekerjaannya. Paparan potensi bahaya ergonomi dirasakan oleh pekerja selama 146 detik dalam satu siklus dengan durasi 10 jam kerja. Durasi paparan potensi bahaya ergonomi dari postur kerja tersebut dapat diketahui dalam bentuk presentase melalui perhitungan berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase} &= \frac{\text{Durasi paparan dari bahaya(detik)}}{\text{Durasi kerja dalam satu siklus (detik)}} \times 100\% \\
 &= \frac{146}{177} \times 100 \\
 &= 82\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan terebut dapat diketahui skor untuk penilaian bahaya ergonomi untuk postur kerja leher menekuk ke depan pada pekerjaan pemotongan besi *hollow* ditunjukkan pada Tabel 4.18

Tabel 4. 18 Postur Janggal Leher Menekuk Ke Depan

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Jika total jam kerja >8 jam, tambah 0,5 per jam	Skor
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Leher menekuk ke depan >20°	Ya	0	1	2	1	3

Tabel 4.18 menunjukkan potensi bahaya ergonomi leher menekuk ke depan dengan skor 3 dari hasil perhitungan presentase paparan potensi

bahaya ergonomi yang diterima pekerja sebesar 82%. Potensi janggal berikutnya yang ditemukan adalah tubuh membungkuk ke depan atau ke samping sebesar $>20^{\circ}$ - 45° yang ditunjukkan pada Gambar 4.19



gambar 4. 19 Postur Janggal Tubuh Membungkuk ke depan

Berdasarkan proyeksi postur kerja pada Gambar 4.19, terlihat bahwa pekerja melakukan aktivitas dengan posisi tubuh membungkuk ke depan pada sudut 34.80° . Paparan terhadap potensi risiko ergonomi akibat postur janggal ini berlangsung selama 150 detik dalam setiap siklus kerja dengan durasi 10 jam kerja. Durasi paparan potensi bahaya ergonomi dari postur kerja tersebut dapat diketahui dalam bentuk presentase melalui perhitungan berikut :

$$\begin{aligned}\text{Persentase} &= \frac{\text{Durasi paparan dari bahaya (detik)}}{\text{Durasi kerja dalam satu siklus (detik)}} \times 100\% \\ &= \frac{150}{177} \times 100 \\ &= 84\%\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat diketahui skor untuk penilaian bahaya ergonomi untuk postur kerja tubuh menekuk ke depan pada pekerjaan pemotongan besi *hollow* ditunjukkan pada Tabel 4.19

Tabel 4. 19 Postur janggal Tubuh membungkuk ke depan

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparasi Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Jika total jam kerja >8 jam, tambah 0,5 per jam	Skor
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Tubuh membungkuk ke depan atau menekuk ke samping: dengan sudut antara 20° - 45°	Ya	0	1	2	1	3

Tabel 4.19 menunjukkan potensi bahaya ergonomi Tubuh membungkuk ke depan atau menekuk ke samping: dengan sudut antara 20° - 45° dengan skor 3 dari hasil perhitungan presentase paparan potensi bahaya ergonomi yang diterima pekerja sebesar 84%. Selanjutnya, yaitu postur janggal ketiga yang teridentifikasi postur janggal jongkok. Postur ini dapat dilihat pada gambar 4.20



gambar 4. 20 Postur janggal jongkok

Berdasarkan gambar 4.20 hasil proyeksi terdapat postur kerja janggal posisi tubuh berlutut atau jongkok selama melakukan pekerjaannya. Paparan potensi bahaya ergonomi dirasakan oleh pekerja selama 152 detik selama satu siklus. Durasi paparan potensi bahaya

ergonomi dari postur kerja tersebut dapat diketahui dalam bentuk presentase melalui perhitungan berikut :

$$\begin{aligned}\text{Persentase} &= \frac{\text{Durasi paparan dari bahaya(detik)}}{\text{Durasi kerja dalam satu siklus (detik)}} \times 100\% \\ &= \frac{152}{177} \times 100 \\ &= 85\%\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat diketahui skor untuk penilaian bahaya ergonomi untuk postur kerja lengan tidak ditopang dengan tinggi diatas perut pada pekerjaan pemotongan besi *hollow* ditunjukkan pada Tabel 4.20

Tabel 4. 20 Postur janggal jongkok

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Jika total jam kerja >8 jam, tambah 0,5 per jam	Skor
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Posisi berlutut atau jongkok	Ya	1	2	3	1	4

Tabel 4.20 menunjukkan potensi bahaya ergonomi Posisi berlutut atau jongkok dengan skor 4. dari hasil perhitungan presentase paparan potensi bahaya ergonomi yang diterima pekerja sebesar 85%. Selanjutnya, terdapat getaran lokal (tanpa peredam) pada alat gerinda tersebut. postur ini dapat dilihat pada gambar 4.21



gambar 4. 21 Paparan getaran lokal (tanpa peredam)

Berdasarkan gambar 4.21 hasil proyeksi terdapat paparan kerja getaran lokal (tanpa peredam) selama melakukan pekerjaannya. Paparan potensi bahaya ergonomi dirasakan oleh pekerja selama 107 detik selama satu siklus. Durasi paparan potensi bahaya ergonomi dari postur kerja tersebut dapat diketahui dalam bentuk presentase melalui perhitungan berikut

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase} &= \frac{\text{Durasi paparan dari bahaya(detik)}}{\text{Durasi kerja dalam satu siklus (detik)}} \times 100\% \\
 &= \frac{107}{177} \times 100 \\
 &= 60\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat diketahui skor untuk penilaian bahaya ergonomi pekerjaan pemotongan besi *hollow* getaran lokal (tanpa peredam). Tabel durasi paparan pekerjaan pemotongan besi *hollow* ditunjukkan pada Tabel 4. 21

Tabel 4. 21 Paparan Getaran Lokal

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Jika total jam kerja >8 jam, tambah 0,5 per jam	Skor
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Getaran lokal (tanpa peredam)	Ya	0	1	2	1	3

Tabel 4.21 menunjukkan potensi bahaya ergonomi getaran lokal (tanpa peredam) dengan skor 3 dari hasil perhitungan presentase paparan potensi bahaya ergonomi yang diterima pekerja sebesar 60%.



gambar 4. 22 Postur janggal *power grip*

Berdasarkan gambar 4.22 hasil proyeksi terdapat paparan postur tubuh *power grip* selama melakukan pekerjaannya. Paparan potensi bahaya ergonomi dirasakan oleh pekerja selama 106 detik selama satu siklus. Durasi paparan potensi bahaya ergonomi dari postur kerja tersebut dapat diketahui dalam bentuk presentase melalui perhitungan berikut

$$\begin{aligned}\text{Persentase} &= \frac{\text{Durasi paparan dari bahaya (detik)}}{\text{Durasi kerja dalam satu siklus (detik)}} \times 100\% \\ &= \frac{106}{177} \times 100 \\ &= 59\%\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat diketahui skor untuk penilaian bahaya ergonomi pekerjaan pemotongan besi *hollow Power grip*. Tabel durasi paparan pekerjaan pemotongan besi *hollow* ditunjukkan pada Tabel 4. 22

Tabel 4. 22 memegang dengan kuat dalam posisi *power grip*

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Jika total jam kerja >8 jam, tambah 0,5 per jam	Skor
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur Janggal	Menggenggam dengan kuat dalam posisi " <i>power grip</i> "	Ya	0	1	3	1	4

	dengan gaya > 5 kg						
--	-----------------------	--	--	--	--	--	--

Tabel 4.22 menunjukkan potensi bahaya ergonomi menggegam dengan kuat dalam posisi *power grip* dengan skor 4 dari hasil perhitungan presentase paparan potensi bahaya ergonomi yang diterima pekerja sebesar 59%.

c. Penilaian pengangkatan beban manual

Analisis terhadap aktivitas manual material handling pada proses pemotongan besi *hollow* menunjukkan adanya kegiatan pengangkatan manual saat pekerja memindahkan material dari area penyimpanan menuju tempat fabrikasi bekisting. Penilaian risiko ergonomi untuk aktivitas ini diterapkan melalui metode dua tahap, di mana langkah awal difokuskan pada penentuan skor berdasarkan variabel jarak jangkauan dan berat beban pengangkatan. Berdasarkan data lapangan, massa beban besi *hollow* yang dipindahkan dalam satu kali ritasi adalah sebesar ± 6 kg, yang mana visualisasi detail dari aktivitas pemindahan material tersebut dapat dicermati pada Gambar 4.23.



gambar 4. 23 Pengangkatan beban manual

Gambar 4.23 merupakan postur kerja yang dilakukan pekerja saat melakukan pengangkatan manual dengan jarak sedang. Penentuan skor pada pengangkatan beban manual berdasarkan pengkategorian zona pengangkatan ditunjukkan pada Tabel 4.23

Tabel 4. 23 Zona Pengangkatan Manual

Pengangkatan dengan jarak dekat		Pengangkatan dengan jarak sedang		Pengangkatan dengan jarak jauh	
Zona Berbahaya	Berat benda >23 kg (5 poin)	Zona Berbahaya	Berat benda >16kg (6 poin)	Zona Berbahaya	Berat benda >13 kg (6 poin)
Zona Hati-Hati	Berat benda 7 – 23 kg (3 poin)	Zona Hati-Hati	Berat benda 5 – 16 kg (3 poin)	Zona Hati-Hati	Berat benda 4,5 – 13 kg (3 poin)
Zona Aman	Berat benda <7 kg (0 poin)	Zona Aman	Berat benda <5 kg (0 poin)	Zona Aman	Berat benda <4.5 kg (0 poin)

Berdasarkan Tabel 4.23 dapat diketahui bahwa aktivitas pengangkatan manual pekerjaan pemotongan besi berada pada zona hati – hati dengan skor 3. Hal tersebut disebabkan karena pengangkatan yang dilakukan dalam jarak sedang dengan beban ± 6 kg dalam satu kali pengangkatan termasuk dalam zona hati - hati. Langkah selanjutnya untuk penilaian aktivitas pengangkatan beban manual adalah penilaian risiko pada aktivitas pengangkatan manual. Pada aktivitas pemindahan besi *hollow*, ditemukan Posisi benda yang diangkat berada di bawah posisi siku, Batang tubuh memuntir saat mengangkat, dan pengangkatan menggunakan satu tangan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.23.

Aktivitas pengangkatan besi *hollow* dilakukan untuk mengumpulkan besi *hollow* dari tempat penyimpanan untuk dipotong sebagai pondasi bekisting. Aktivitas ini dilakukan dengan durasi kurang dari 1 jam sehingga didapatkan hasil penilaian risiko pengangkatan beban manual seperti pada Tabel 4.24

Tabel 4. 24 Total Nilai Risiko Pengangkatan Pekerjaan Pemotongan Besi *Hollow*

Faktor Risiko	Pengangkatan sesekali (<1 jam/shift)	Pengangkatan sering (>1 jam/shift)	Skor
Mengangkat dengan satu tangan	1	2	2
Batang tubuh memuntir saat mengangkat	1	1	1
Posisi benda yang diangkat berada di bawah posisi siku	1	2	2
mengangkat lebih 1-5 kali per menit	1	1	1
Total Skor			6

Dari Tabel 4.24 diketahui total skor penilaian risiko pengangkatan beban manual sebesar 6 karena durasi pemindahan hasil pengelasan *rebar* dilakukan dengan durasi lebih dari 1 jam per shift. Rekapitulasi hasil penilaian risiko ergonomi pada pekerjaan pemotongan besi *hollow* ditunjukkan pada Tabel 4.25

Tabel 4. 25 Total Nilai Risiko Ergonomi Pekerjaan Pemotongan Besi *Hollow*

No.	Daftar Periksa Potensi Ergonomi		Skor
	Aspek Ergonomi	Potensi Bahaya Ergonomi	
1	Postur Kerja	Tubuh membungkuk ke depan atau menekuk ke samping: dengan sudut antara 20° -45°	3
		Leher menekuk ke depan >20°	3
		Posisi berlutut atau jongkok	4
		Getaran lokal (tanpa peredam)	3
		Menggenggam dengan kuat dalam posisi "power grip" dengan gaya > 5 kg	4
2	Pengangkatan Manual	Zona pengangkatan manual	3
		Risiko pengangkatan manual	6
Total Nilai Risiko Ergonomi			26

Berdasarkan Tabel 4.25 didapatkan total nilai risiko ergonomi pada pekerjaan pemotongan besi *rebar* sebesar 26. Skor atau nilai tersebut diperoleh dari penjumlahan skor penilaian postur kerja dan penilaian pengangkatan manual. Selanjutnya adalah pekerjaan pemotongan besi *rebar* pada gambar 4.24 berikut.



gambar 4. 24 Pengangkatan manual pemotongan besi rebar

Pada gambar 4.24 merupakan pekerjaan pemotongan besi *rebar* yang terdapat aktivitas pengangkatan manual. Aktivitas pengangkatan manual dilakukan ketika pekerja mengangkat besi *rebar* dari tempat penyimpanan ke tempat kerja area fabrikasi bekisting. Penilaian pengangkatan manual dilakukan dengan 2 langkah, yaitu penentuan skor melalui penilaian jarak dan beban pengangkatan sebagai langkah awal. Pemindahan besi *rebar* D10 dengan berat $\pm 0.3\text{Kg}$ dalam 1 kali pengangkatan. Tabel zona pengangkatan manual pada pekerjaan pemotongan besi *rebar* ditunjukkan pada tabel 4.26 berikut.

Tabel 4. 26 Zona Pengangkatan Manual

Pengangkatan dengan jarak dekat		Pengangkatan dengan jarak sedang		Pengangkatan dengan jarak jauh	
Zona Berbahaya	Berat benda >23 kg (5 poin)	Zona Berbahaya	Berat benda >16kg (6 poin)	Zona Berbahaya	Berat benda >13 kg (6 poin)
Zona Hati-Hati	Berat benda 7 – 23 kg (3 poin)	Zona Hati-Hati	Berat benda 5 – 16 kg (3 poin)	Zona Hati-Hati	Berat benda 4,5 – 13 kg (3 poin)
Zona Aman	Berat benda <7 kg (0 poin)	Zona Aman	Berat benda <5 kg (0 poin)	Zona Aman	Berat benda <4.5 kg (0 poin)

Berdasarkan Tabel 4.26 dapat diketahui bahwa aktivitas pengangkatan manual pekerjaan pemotongan *rebar* berada pada zona aman dengan skor 0. Hal tersebut disebabkan karena pengangkatan yang dilakukan dalam jarak dekat dengan beban ± 0.3 kg dalam satu kali pengangkatan termasuk dalam zona aman. Langkah selanjutnya untuk penilaian aktivitas pengangkatan beban manual adalah penilaian risiko pada aktivitas pengangkatan manual. Pada aktivitas pemindahan besi *rebar* yang telah dipotong, ditemukan batang tubuh memuntir saat mengangkat dan pengangkatan menggunakan satu tangan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.11. Aktivitas pengangkatan *rebar* dilakukan untuk mengumpulkan besi *rebar* yang telah dipotong untuk dijadikan 1 sebagai pondasi penguat bekisting. Aktivitas ini dilakukan dengan durasi kurang dari 1 jam sehingga didapatkan hasil penilaian risiko pengangkatan beban manual seperti pada Tabel 4.27

Tabel 4. 27 Total Faktor Risiko Pengangkatan Pekerjaan Pemotongan Besi *Rebar*

Faktor Risiko	Pengangkatan sese kali (<1 jam/shift)	Pengangkatan sering (>1 jam/shift)	Skor
Mengangkat dengan satu tangan	1	2	2
Posisi benda yang diangkat berada di bawah posisi siku	1	2	2
Mengangkat benda saat duduk atau bertumpu pada lutut	1	2	2
mengangkat lebih 1-5 kali per menit	1	1	1
Total Skor			7

Dari Tabel 4.27 diketahui total skor penilaian risiko pengangkatan beban manual sebesar 6 karena durasi pemindahan hasil pengelasan *rebar* dilakukan dengan durasi lebih dari 1 jam per shift. Rekapitulasi hasil

penilaian risiko ergonomi pada pekerjaan pengelasan *rebar* ditunjukkan pada Tabel 4.28.

Tabel 4. 28 Total Nilai Risiko Ergonomi Pekerjaan Pemotongan Besi *Rebar*

No.	Daftar Periksa Potensi Ergonomi		Skor
	Aspek Ergonomi	Potensi Bahaya Ergonomi	
1	Postur Kerja	Tubuh membungkuk ke depan >45°	4
		Leher menekuk ke depan >20°	3
		Posisi berlutut atau jongkok	4
		Getaran lokal (tanpa peredam)	3
		Menggenggam dengan kuat dalam posisi "power grip" dengan gaya > 5 kg	4
2	Pengangkatan Manual	Zona pengangkatan manual	0
		Risiko pengangkatan manual	7
Total Nilai Risiko Ergonomi			25

Berdasarkan Tabel 4.28 didapatkan total nilai risiko ergonomi pada pekerjaan pemotongan *rebar* sebesar 25. Skor atau nilai tersebut diperoleh dari penjumlahan skor penilaian postur kerja

4.3.3 Pembahasan Hasil Daftar Periksa Potensi Bahaya Ergonomi Pekerjaan pemotongan kayu

Pekerjaan pemotongan kayu dilakukan oleh pekerja dalam durasi waktu 32 detik dalam satu siklus. Pekerjaan ini dilakukan berulang oleh pekerja selama 10 jam kerja. Hasil pengamatan ditemukan adanya postur kerja yang dapat menyebabkan bahaya ergonomi berupa leher menekuk ke depan, tubuh membungkuk ke depan, paparan getaran lokal serta *power grip*.

Perhitungan durasi paparan bahaya ergonomi pekerjaan pemotongan kayu mengacu pada SNI 9011:2021 yang mana hasil presentasinya dapat digunakan untuk pengisian daftar periksa potensi bahaya faktor ergonomi. Penilaian potensi bahaya ergonomi berdasarkan SNI 9011:2021 dilakukan sebagai berikut.

a. Penilaian potensi bahaya ergonomi berdasarkan postur kerja

Berdasarkan observasi postur kerja pada aktivitas pemotongan kayu, telah dilakukan evaluasi terhadap potensi risiko ergonomi. Temuan awal mengidentifikasi bahwa bahaya utama bersumber dari sikap tubuh pekerja yang membungkuk ke arah depan $>45^\circ$ pada gambar 4.11 berikut.



a: 66.9°

gambar 4. 25 postur janggal membungkuk ke depan

Berdasarkan proyeksi postur kerja pada Gambar 4.11, terlihat bahwa pekerja melakukan aktivitas dengan posisi tubuh membungkuk ke depan pada sudut lebih dari 45° dengan membungkuk sebesar 66.9° . Paparan terhadap potensi risiko ergonomi akibat postur janggal ini berlangsung selama 31 detik dalam setiap siklus kerja.

$$\begin{aligned}\text{Persentase} &= \frac{\text{Durasi paparan dari bahaya(detik)}}{\text{Durasi kerja dalam satu siklus (detik)}} \times 100\% \\ &= \frac{31}{32} \times 100 \\ &= 96\%\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat diketahui skor untuk penilaian bahaya ergonomi untuk postur kerja tubuh membungkuk ke depan $>45^\circ$ adalah 96%. pada pekerjaan pemotongan kayu ditunjukkan pada Tabel 4.29

Tabel 4. 29 postur janggal badan membungkuk ke depan $>45^\circ$

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Jika total jam kerja >8 jam, tambah 0,5 per jam	Skor
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Tubuh membungkuk ke depan $>45^\circ$	Ya	1	2	3	1	4

Tabel 4.29 menunjukkan potensi bahaya ergonomi tubuh membungkuk ke depan $>45^\circ$ dengan skor 4 dari hasil perhitungan presentase paparan potensi bahaya ergonomi yang diterima pekerja sebesar 96%. Selanjutnya, yaitu postur janggal kedua yang teridentifikasi adalah leher menekuk ke depan $>20^\circ$. Postur ini dapat dilihat pada gambar 4.12



gambar 4. 26 Postur janggal leher menekuk ke depan

Pada Gambar 4.26 hasil proyeksi postur kerja menunjukkan leher pekerja menekuk ke depan sebesar 66.40° selama melakukan pekerjaannya. Paparan potensi bahaya ergonomi dirasakan oleh pekerja selama 32 detik dalam satu siklus dengan durasi 10 jam kerja. Durasi

paparan potensi bahaya ergonomi dari postur kerja tersebut dapat diketahui dalam bentuk presentase melalui perhitungan berikut :

$$\begin{aligned}\text{Persentase} &= \frac{\text{Durasi paparan dari bahaya(detik)}}{\text{Durasi kerja dalam satu siklus (detik)}} \times 100\% \\ &= \frac{32}{32} \times 100 \\ &= 100\%\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat diketahui skor untuk penilaian bahaya ergonomi untuk postur kerja leher menekuk ke depan pada pekerjaan pemotongan ditunjukkan pada Tabel 4.30

Tabel 4. 30 Postur janggal leher menekuk ke depan

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Jika total jam kerja >8 jam, tambah 0,5 per jam	Skor
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Leher menekuk ke depan >20°	Ya	0	1	2	1	3

Tabel 4.30 menunjukkan potensi bahaya ergonomi leher menekuk ke depan dengan skor 3 dari hasil perhitungan presentase paparan potensi bahaya ergonomi yang diterima pekerja sebesar 100%. Selanjutnya postur janggal ketiga yaitu getaran lokal (tanpa peredam) pada mesin gergaji bundar. Postur ini dapat dilihat pada gambar 4.



gambar 4. 27 Postur janggal getaran lokal (tanpa peredam)

Pada Gambar 4.27 hasil proyeksi postur kerja menunjukkan pekerja tepapar getaran lokal selama melakukan pekerjaannya. Paparan potensi bahaya ergonomi dirasakan oleh pekerja selama 31 detik dalam satu siklus dengan durasi 10 jam kerja. Durasi paparan potensi bahaya ergonomi dari postur kerja tersebut dapat diketahui dalam bentuk presentase melalui perhitungan berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase} &= \frac{\text{Durasi paparan dari bahaya(detik)}}{\text{Durasi kerja dalam satu siklus (detik)}} \times 100\% \\
 &= \frac{31}{32} \times 100 \\
 &= 96\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan terebut dapat diketahui skor untuk penilaian bahaya ergonomi untuk postur kerja paparan getaran lokal pada pekerjaan pemotongan kayu ditunjukkan pada Tabel 4.8

Tabel 4. 31 Paparan Getaran Lokal (tanpa peredam)

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Jika total jam kerja >8 jam, tambah 0,5 per jam	Skor
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Getaran lokal (tanpa peredam)	Ya	0	1	2	1	3

Tabel 4.31 menunjukkan potensi bahaya ergonomi paparan getaran lokal (tanpa peredam) dengan skor 4. dari hasil perhitungan presentase paparan potensi bahaya ergonomi yang diterima pekerja sebesar 96%. Selanjutnya, yaitu postur janggal kedua yang teridentifikasi adalah Menggenggam dengan kuat dalam posisi "*power grip*" dengan gaya > 5 kg. Postur ini dapat dilihat pada gambar 4.28



gambar 4. 28 Menggenggam dengan kuat dalam posisi *power grip*

Pada Gambar 4.28 hasil proyeksi postur kerja menunjukkan terdapat paparan Menggenggam dengan kuat dalam posisi "*power grip*" dengan gaya > 5 kg selama melakukan pekerjaannya. Paparan potensi bahaya ergonomi dirasakan oleh pekerja selama 30 detik dalam satu siklus dengan durasi 10 jam kerja. Durasi paparan potensi bahaya ergonomi dari postur kerja tersebut dapat diketahui dalam bentuk presentase melalui perhitungan berikut :

$$\begin{aligned}\text{Persentase} &= \frac{\text{Durasi paparan dari bahaya (detik)}}{\text{Durasi kerja dalam satu siklus (detik)}} \times 100\% \\ &= \frac{30}{32} \times 100 \\ &= 96\%\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat diketahui skor untuk penilaian bahaya ergonomi pekerjaan pemotongan kayu yaitu *power grip*. Tabel durasi paparan pekerjaan pemotongan kayu ditunjukkan pada Tabel 4.32

Tabel 4. 32 menggegam dengan kuat dalam posisi *power grip*

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Jika total jam kerja >8 jam, tambah 0,5 per jam	Skor
			0%- 25%	25%- 50%	50%- 100%		
Postur Janggal	Menggenggam dengan kuat dalam posisi " <i>power grip</i> " dengan gaya > 5 kg	Ya	0	1	3	1	4

Tabel 4.32 menunjukkan potensi bahaya ergonomi menggegam dengan kuat dalam posisi *power grip* dengan skor 4 dari hasil perhitungan presentase paparan potensi bahaya ergonomi yang diterima pekerja sebesar 96%.

b. Penilaian pengangkatan beban manual

Pada pekerjaan pemotongan kayu, terdapat aktivitas pengangkatan manual. Aktivitas pengangkatan manual dilakukan ketika pekerja mengangkat kayu plywood dari tempat penyimpanan utama untuk di angkut ke area fabrikasi bekisting. Penilaian pengangkatan manual dilakukan dengan 2 langkah, yaitu penentuan skor melalui penilaian jarak dan beban pengangkatan sebagai langkah awal. Pemindahan besi *hollow* dengan berat 21Kg dalam 1 kali pengangkatan. Pemindahan besi *rebar* dapat dilihat pada Gambar 4.29



gambar 4. 29 Pengangkatan beban manual plywood

Gambar 4.29 merupakan postur kerja yang dilakukan pekerja saat melakukan pengangkatan manual dengan jarak dekat. Penentuan skor pada pengangkatan beban manual berdasarkan pengkategorian zona pengangkatan ditunjukkan pada Tabel 4.33

Tabel 4. 33 Zona Pengangkatan Manual

Pengangkatan dengan jarak dekat		Pengangkatan dengan jarak sedang		Pengangkatan dengan jarak jauh	
Zona Berbahaya	Berat benda >23 kg (5 poin)	Zona Berbahaya	Berat benda >16kg (6 poin)	Zona Berbahaya	Berat benda >13 kg (6 poin)
Zona Hati-Hati	Berat benda 7 – 23 kg (3 poin)	Zona Hati-Hati	Berat benda 5 – 16 kg (3 poin)	Zona Hati-Hati	Berat benda 4,5 – 13 kg (3 poin)
Zona Aman	Berat benda <7 kg (0 poin)	Zona Aman	Berat benda <5 kg (0 poin)	Zona Aman	Berat benda <4.5 kg (0 poin)

Berdasarkan Tabel 4.33 dapat diketahui bahwa aktivitas pengangkatan manual pekerjaan pemotongan besi berada pada zona aman dengan skor 3. Hal tersebut disebabkan karena pengangkatan yang dilakukan dalam jarak dekat dengan beban $\pm 7-21$ kg dalam satu kali pengangkatan dan termasuk dalam zona hati-hati. Langkah selanjutnya untuk penilaian aktivitas pengangkatan beban manual adalah penilaian risiko pada aktivitas pengangkatan manual. Pada aktivitas pemindahan kayu plywood, ditemukan Mengangkat dengan beban yang tidak terduga/tidak diprediksi yang ditunjukkan pada Gambar 4.. Aktivitas pengangkatan plywood dilakukan untuk membawa kayu plywood tersebut untuk dipotong sebagai pondasi utama bekisting. Aktivitas ini dilakukan dengan durasi kurang dari 1 jam sehingga didapatkan hasil penilaian risiko pengangkatan beban manual seperti pada Tabel 4.34

Tabel 4. 34 Total Faktor Risiko Pengangkatan Pekerjaan Pemotongan Kayu

Faktor Risiko	Pengangkatan sesekali (<1 jam/shift)	Pengangkatan sering (>1 jam/shift)	Skor
Batang tubuh memuntir saat mengangkat	1	2	2
Posisi benda yang diangkat berada di bawah posisi siku	1	2	2
mengangkat lebih 1-5 kali per menit	1	1	1
Total Skor			5

Dari Tabel 4.34 diketahui total skor penilaian risiko pengangkatan beban manual sebesar 4 karena durasi pemindahan kayu plywood dilakukan dengan durasi lebih dari 1 jam per shift. Rekapitulasi hasil penilaian risiko ergonomi pada pekerjaan pemotongan *rebar* dan besi *hollow* ditunjukkan pada Tabel 4.35

Tabel 4. 35 Total Faktor Risiko Ergonomi Pekerjaan Pemotongan Kayu

No.	Daftar Periksa Potensi Ergonomi		Skor
	Aspek Ergonomi	Potensi Bahaya Ergonomi	
1	Postur Kerja	Tubuh membungkuk ke depan > 45°	4
		Leher menekuk ke depan >20°	3
		Getaran Lokal (tanpa Peredam)	3
		Power grip	4
2	Pengangkatan Manual	Zona pengangkatan manual	3
		Risiko pengangkatan manual	5
Total Nilai Risiko Ergonomi			22

Berdasarkan Tabel 4. didapatkan total nilai risiko ergonomi pada pekerjaan pengelasan *rebar* sebesar 22. Skor atau nilai tersebut diperoleh dari penjumlahan skor penilaian postur kerja

4.3.4 Pembahasan Hasil Daftar Periksa Potensi Bahaya Ergonomi Pekerjaan pemasangan kayu

Pekerjaan pemotongan kayu dilakukan oleh pekerja dalam durasi waktu 1 menit 9 detik dalam satu siklus. Pekerjaan ini dilakukan berulang oleh pekerja selama 10 jam kerja. Hasil pengamatan ditemukan adanya postur kerja yang dapat menyebabkan bahaya ergonomi berupa leher menekuk ke depan, tubuh membungkuk ke depan, tubuh jongkok paparan getaran lokal dan *power grip*.

Perhitungan durasi paparan bahaya ergonomi pekerjaan pemotongan kayu mengacu pada SNI 9011:2021 yang mana hasil presentasinya dapat digunakan untuk pengisian daftar periksa potensi bahaya faktor ergonomi.

Penilaian potensi bahaya ergonomi berdasarkan SNI 9011:2021 dilakukan sebagai berikut.

a. Penilaian potensi bahaya ergonomi berdasarkan postur kerja

Berdasarkan observasi postur kerja pada aktivitas pemotongak kayu, telah dilakukan evaluasi terhadap potensi risiko ergonomi. Temuan awal mengidentifikasi bahwa bahaya utama bersumber dari sikap tubuh pekerja yang membungkuk ke arah depan $>45^\circ$ pada gambar 4.12 berikut



gambar 4. 30 postur janggal tubuh membungkuk ke depan

Berdasarkan proyeksi postur kerja pada Gambar 4.30, terlihat bahwa pekerja melakukan aktivitas dengan posisi tubuh membungkuk ke depan pada sudut lebih dari 45° . Paparan terhadap potensi risiko ergonomi akibat postur janggal ini berlangsung selama 46 detik dalam setiap siklus kerja.

$$\begin{aligned}\text{Persentase} &= \frac{\text{Durasi paparan dari bahaya(detik)}}{\text{Durasi kerja dalam satu siklus (detik)}} \times 100\% \\ &= \frac{44}{69} \times 100 \\ &= 63\%\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat diketahui skor untuk penilaian bahaya ergonomi untuk postur kerja tubuh membungkuk ke depan $>45^\circ$ adalah 63%. pada pekerjaan pemotongan kayu ditunjukkan pada Tabel 4.36

Tabel 4. 36 postur janggal badan membungkuk ke depan >45°

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparasi Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Jika total jam kerja >8 jam, tambah 0,5 per jam	Skor
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Tubuh membungkuk ke depan > 45°	Ya	1	2	3	1	4

Tabel 4.36 menunjukkan potensi bahaya ergonomi Tubuh membungkuk ke depan > 45° dengan skor 4 dari hasil perhitungan presentase paparan potensi bahaya ergonomi yang diterima pekerja sebesar 63%. Selanjutnya, yaitu postur janggal kedua yang teridentifikasi adalah leher menekuk ke depan >20°. Postur ini dapat dilihat pada gambar 4.



gambar 4. 31 Postur janggal leher menekuk ke depan

Pada Gambar 4.31 hasil proyeksi postur kerja menunjukkan leher pekerja menekuk ke depan sebesar 88.97° selama melakukan pekerjaannya. Paparan potensi bahaya ergonomi dirasakan oleh pekerja selama 55 detik dalam satu siklus dengan durasi 10 jam kerja. Durasi paparan potensi bahaya ergonomi dari postur kerja tersebut dapat diketahui dalam bentuk presentase melalui perhitungan berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase} &= \frac{\text{Durasi paparan dari bahaya(detik)}}{\text{Durasi kerja dalam satu siklus (detik)}} \times 100\% \\
 &= \frac{55}{69} \times 100 \\
 &= 79\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat diketahui skor untuk penilaian bahaya ergonomi untuk postur kerja leher menekuk ke depan pada pekerjaan pemasangan kayu ditunjukkan pada Tabel 4.37

Tabel 4. 37 Postur janggal leher menekuk ke depan

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Jika total jam kerja >8 jam, tambah 0,5 per jam	Skor
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Leher menekuk ke depan >20°	Ya	0	1	2	1	3

Tabel 4.37 menunjukkan potensi bahaya ergonomi leher menekuk ke depan dengan skor 3 dari hasil perhitungan presentase paparan potensi bahaya ergonomi yang diterima pekerja sebesar 79%. Selanjutnya postur janggal ketiga yaitu getaran lokal (tanpa peredam) pada mesin bor. Postur ini dapat dilihat pada gambar 4.32



gambar 4. 32 Paparan getaran lokal (tanpa peredam)

Berdasarkan gambar 4.32 hasil proyeksi terdapat paparan kerja getaran lokal (tanpa peredam) selama melakukan pekerjaannya. Paparan potensi bahaya ergonomi dirasakan oleh pekerja selama 41 detik selama satu siklus. Durasi paparan potensi bahaya ergonomi dari postur kerja tersebut dapat diketahui dalam bentuk presentase melalui perhitungan berikut

$$\begin{aligned}\text{Persentase} &= \frac{\text{Durasi paparan dari bahaya(detik)}}{\text{Durasi kerja dalam satu siklus (detik)}} \times 100\% \\ &= \frac{41}{69} \times 100 \\ &= 59\%\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat diketahui skor untuk penilaian bahaya ergonomi untuk paparan getaran lokal (tanpa peredam) pada pekerjaan pemasangan kayu ditunjukkan pada Tabel 4.38

Tabel 4. 38 Paparan Getaran Lokal (Tanpa Peredam)

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Jika total jam kerja >8 jam, tambah 0,5 per jam	Skor
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Getaran lokal (tanpa peredam)	Ya	0	1	2	1	3

Tabel 4.38 menunjukkan potensi bahaya ergonomi getaran lokal (tanpa peredam) dengan skor 3 dari hasil perhitungan presentase paparan potensi bahaya ergonomi yang diterima pekerja sebesar 59%. Selanjutnya, yaitu postur janggal keempat yang teridentifikasi postur janggal jongkok. Postur ini dapat dilihat pada gambar 4.33



gambar 4. 33 Postur Janggal Jongkok

Berdasarkan gambar 4.33 hasil proyeksi terdapat postur kerja janggal posisi tubuh berlutut atau jongkok selama melakukan pekerjaannya. Paparan potensi bahaya ergonomi dirasakan oleh pekerja selama 4 detik selama satu siklus. Durasi paparan potensi bahaya ergonomi dari postur kerja tersebut dapat diketahui dalam bentuk presentase melalui perhitungan berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase} &= \frac{\text{Durasi paparan dari bahaya(detik)}}{\text{Durasi kerja dalam satu siklus (detik)}} \times 100\% \\
 &= \frac{4}{69} \times 100 \\
 &= 5\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat diketahui skor untuk penilaian bahaya ergonomi pekerjaan pemasangan kayu ke pondasi. Tabel durasi paparan pekerjaan pemasangan kayu ditunjukkan pada Tabel 4.39

Tabel 4. 39 Postur Tubuh Berlutut atau Jongkok

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Jika total jam kerja >8 jam, tambah 0,5 per jam	Skor
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Posisi berlutut atau jongkok	Ya	1	2	3	1	2

Tabel 4.6 menunjukkan potensi bahaya ergonomi posisi berlutut atau jongkok dengan skor 2 dari hasil perhitungan presentase paparan potensi bahaya ergonomi yang diterima pekerja sebesar 5%. Selanjutnya adalah paparan bahaya ergonomi menggenggam dengan kuat dalam posisi "*power grip*" dengan gaya > 5 kg yang ditunjukkan pada gambar 4. 34



gambar 4. 34 Potensi bahaya *Power grip*

Berdasarkan gambar 4.34 hasil proyeksi terdapat paparan menggenggam dengan kuat dalam posisi "*power grip*" dengan gaya > 5 kg selama melakukan pekerjaannya. Paparan potensi bahaya ergonomi dirasakan oleh pekerja selama 40 detik selama satu siklus. Durasi paparan potensi bahaya ergonomi dari postur kerja tersebut dapat diketahui dalam bentuk presentase melalui perhitungan berikut

$$\begin{aligned}\text{Persentase} &= \frac{\text{Durasi paparan dari bahaya (detik)}}{\text{Durasi kerja dalam satu siklus (detik)}} \times 100\% \\ &= \frac{40}{69} \times 100 \\ &= 57\%\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat diketahui skor untuk penilaian bahaya ergonomi untuk paparan menggenggam dengan kuat dalam posisi "*power grip*" dengan gaya > 5 kg pada pekerjaan pemasangan kayu ditunjukkan pada Tabel 4.40

Tabel 4. 40 Menggenggam dengan kuat dalam posisi *Power grip*

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparasi Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Jika total jam kerja >8 jam, tambah 0,5 per jam	Skor
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	menggenggam dengan kuat dalam posisi " <i>power grip</i> " dengan gaya > 5 kg	Ya	0	1	3	1	4

Tabel 4.40 menunjukkan potensi bahaya menggenggam dengan kuat dalam posisi "*power grip*" dengan gaya > 5 kg dengan skor 4 dari hasil perhitungan presentase paparan potensi bahaya ergonomi yang diterima pekerja sebesar 57%.

b. Penilaian pengangkatan beban manual

Pada pekerjaan pemasangan kayu ke pondasi, terdapat aktivitas pengangkatan manual. Aktivitas pengangkatan manual dilakukan ketika pekerja bor tangan untuk memasang baut. Penilaian pengangkatan manual dilakukan dengan 2 langkah, yaitu penentuan skor melalui penilaian jarak dan beban pengangkatan sebagai langkah awal pengangkatan bor tangan dengan berat 1.6Kg dalam 1 kali pengangkatan.



gambar 4. 35 Pengangkatan beban manual

Gambar 4.35 merupakan postur kerja yang dilakukan pekerja saat melakukan pengangkatan manual dengan jarak dekat. Penentuan skor pada pengangkatan beban manual berdasarkan pengkategorian zona pengangkatan ditunjukkan pada Tabel 4.41

Tabel 4. 41 Zona Pengangkatan Manual

Pengangkatan dengan jarak dekat		Pengangkatan dengan jarak sedang		Pengangkatan dengan jarak jauh	
Zona Berbahaya	Berat benda >23 kg (5 poin)	Zona Berbahaya	Berat benda >16kg (6 poin)	Zona Berbahaya	Berat benda >13 kg (6 poin)
Zona Hati-Hati	Berat benda 7 – 23 kg (3 poin)	Zona Hati-Hati	Berat benda 5 – 16 kg (3 poin)	Zona Hati-Hati	Berat benda 4,5 – 13 kg (3 poin)
Zona Aman	Berat benda <7 kg (0 poin)	Zona Aman	Berat benda <5 kg (0 poin)	Zona Aman	Berat benda <4.5 kg (0 poin)

Berdasarkan Tabel 4.41 dapat diketahui bahwa aktivitas pengangkatan manual pekerjaan pemotongan besi berada pada zona aman dengan skor 0. Hal tersebut disebabkan karena pengangkatan yang dilakukan dalam jarak sedang dengan beban 1.6 kg dalam satu kali pengangkatan termasuk dalam zona aman. Langkah selanjutnya untuk penilaian aktivitas pengangkatan beban manual adalah penilaian risiko pada aktivitas pengangkatan manual. Pada aktivitas pengangkatan bor tangan, ditemukan Mengangkat dengan satu Tangan, Posisi benda yang diangkat berada di bawah posisi siku, dan Mengangkat 1-5 kali per menit seperti yang ditunjukkan pada gambar 4. Aktivitas pengangkatan bor tangan yaitu sebagai alat untuk pemasangan baut untuk kayu plywood ke besi *hollow* yang akan dijadikan sebagai pondasi bekisting. Aktivitas ini

dilakukan dengan durasi kurang dari 1 jam sehingga didapatkan hasil penilaian risiko pengangkatan beban manual seperti pada Tabel 4.42

Tabel 4. 42 Total Faktor Risiko Pengangkatan Pekerjaan Pemasangan Kayu

Faktor Risiko	Pengangkatan sesekali (<1 jam/shift)	Pengangkatan sering (>1 jam/shift)	Skor
Mengangkat dengan satu Tangan	1	2	2
Mengangkat 1-5 kali per menit	1	2	2
Posisi benda yang diangkat berada di bawah posisi siku	1	2	2
mengangkat lebih 1-5 kali per menit	1	1	1
Total Skor			7

Dari Tabel 4.42 diketahui total skor penilaian risiko pengangkatan beban manual sebesar 6 karena durasi pemindahan bor tangan dilakukan dengan durasi lebih dari 1 jam per shift. Rekapitulasi hasil penilaian risiko ergonomi pada pekerjaan pemotongan *rebar* dan besi *hollow* ditunjukkan pada Tabel 4.43

Tabel 4. 43 Total Faktor Risiko Ergonomi Pekerjaan Pemasangan kayu

No.	Daftar Periksa Potensi Ergonomi		Skor
	Aspek Ergonomi	Potensi Bahaya Ergonomi	
1	Postur Kerja	Tubuh membungkuk ke depan > 45°	4
		Leher menekuk ke depan >20°	3
		Getaran lokal (tanpa peredam)	3
		Posisi berlutut atau jongkok	2
		menggenggam dengan kuat dalam posisi " <i>power grip</i> " dengan gaya > 5 kg	4
2	Pengangkatan Manual	Zona pengangkatan manual	0
		Risiko pengangkatan manual	7
Total Nilai Risiko Ergonomi			23

Berdasarkan Tabel 4.43 didapatkan total nilai risiko ergonomi pada pekerjaan pengelasan *rebar* sebesar 23. Skor atau nilai tersebut diperoleh dari penjumlahan skor penilaian postur kerja

4.4 Rekomendasi

Setelah mengetahui nilai risiko pada pekerjaan terkait, maka tahapan selanjutnya yaitu rekomendasi. Rekomendasi ini diberikan dengan menggunakan hirarki pengendalian yang terdiri dari eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, administratif dan Alat Pelindung Diri (APD). Tahapan ini dilakukan guna menciptakan aktivitas kerja yang aman dan menurunkan risiko sekecil mungkin. Berikut merupakan tahapan pengendalian risiko pada aktivitas kerja di area fabrikasi bekisting

4.4.1 Eliminasi

Eliminasi merupakan upaya penghilangan potensi bahaya pada pekerjaan. Dalam konteks pekerjaan di area fabrikasi bekisting, Eliminasi tidak dapat diterapkan karena pekerjaan seperti pemotongan besi, pemotongan kayu, pengelasan dan pemasangan kayu. Merupakan proses inti yang wajib dilakukan karena merupakan pondasi suatu bangunan. Menghilangkan aktivitas ini akan mengganggu proses pembangunan gedung.

4.4.2 Substitusi

Substitusi merupakan mengganti potensi bahaya pada pekerjaan dengan pengganti yang lebih aman. Dalam konteks pekerjaan di area fabrikasi bekisting, Substitusi tidak memungkinkan karena belum tersedia metode atau alat alternatif yang dapat menggantikan pekerjaan inti pada fabrikasi bekisting dengan cara yang lebih aman tanpa mengurangi fungsi dan efektivitas kerja.

4.4.3 Rekayasa Teknik

Rekayasa teknik difokuskan pada perancangan ulang alat fasilitas kerja sesuai dengan karakteristik antropometri serta prinsip ergonomi. Perancangan ulang fasilitas kerja dapat dilihat pada Sub 4.5.

4.4.4 Rekayasa Administrasi

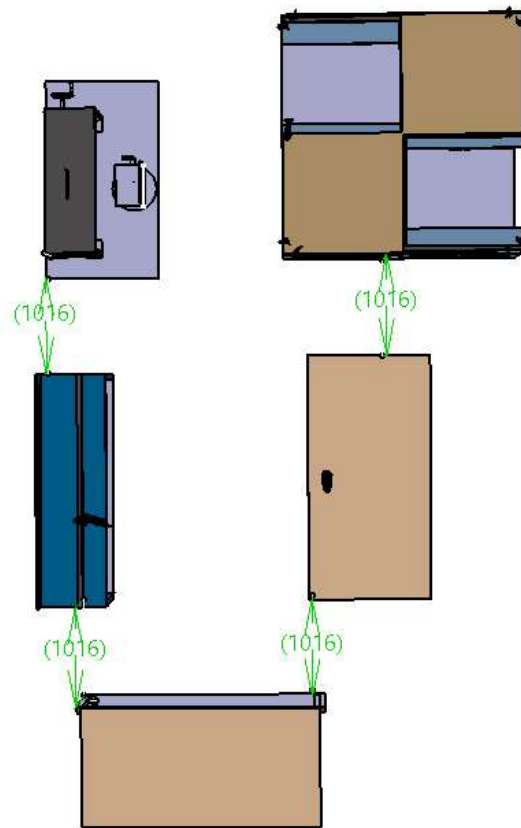
Pengendalian administratif diterapkan dalam bentuk pengaturan waktu kerja, pembentukan standar operasional prosedur pada instruksi kerja, serta rotasi kerja. menurut Albulescu dkk., (2022), Salah satu bentuk pengendalian yang efektif adalah penerapan *microbreak* atau istirahat mikro dengan waktu kurang dari 10 menit untuk memulihkan energi serta mengurangi keluhan fisik.

4.4.5 Alat Pelindung Diri

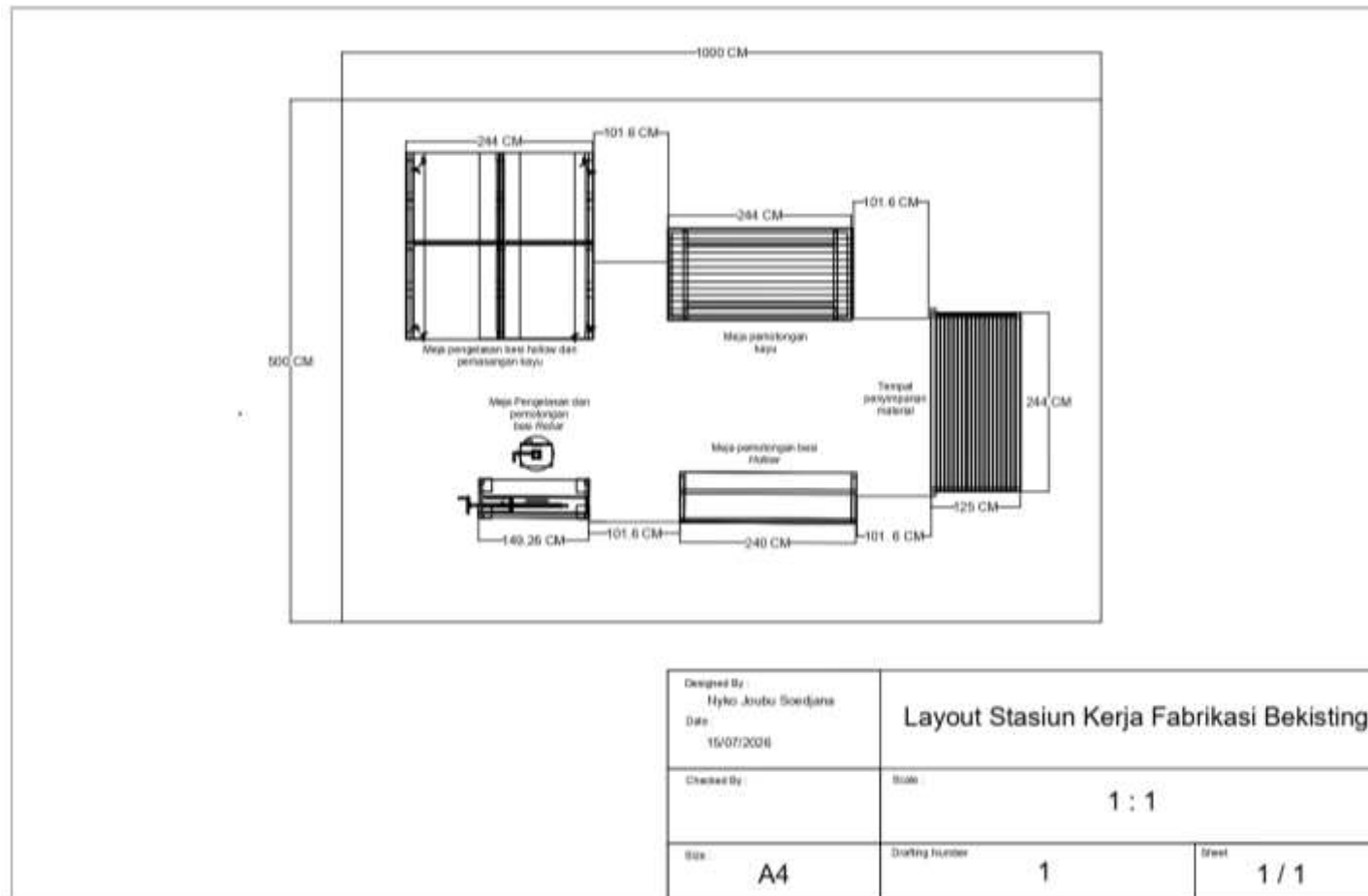
Penggunaan APD direkomendasikan sebagai upaya terakhir dalam pengendalian risiko ergonomi untuk melindungi bagian tubuh yang berisiko. Pada pekerjaan rafaksi, penggunaan kacamata dapat membantu mempertajam penglihatan dekat tanpa perlu menundukkan kepala secara berlebihan. Dengan demikian, posisi kepala tetap netral dan ketegangan otot leher dapat dikurangi.

4.5 Pembuatan *Layout* Pada Workshop Fabrikasi Bekisting

Selain memperbaiki fasilitas kerja, tata letak (*layout*) di workshop fabrikasi bekisting juga perlu dirancang ulang supaya lebih ergonomis. Dari hasil pengamatan di lapangan, penataan material besi di area kerja saat ini masih berantakan dan membuat alur kerja jadi tidak teratur. Penempatan material yang sembarangan ini jelas mengganggu jalur pergerakan pekerja, membuat jarak angkut material jadi lebih jauh, dan memaksa pekerja melakukan gerakan-gerakan yang tidak perlu seperti membungkuk, menarik, menjangkau, atau memutar badan. Berikut adalah gambar layout pada workshop fabrikasi bekisting yang dapat dilihat pada gambar 4.36



gambar 4. 36 Layout Workshop Fabrikasi Bekisting



gambar 4. 37 Layout Stasiun Kerja Workshop Fabrikasi Bekisting

Rancangan usulan tata letak (*layout*) dan stasiun kerja untuk workshop fabrikasi bekisting diperlihatkan pada Gambar 4.36 dan 4.37 dengan ukuran area kerja 500 CM x 1000CM . Layout baru ini dibuat dengan memperhitungkan kebutuhan ruang di setiap tahapan kerja agar seluruh proses fabrikasi jadi lebih rapi dan teratur. Salah satu poin pentingnya adalah pembuatan jalur khusus pekerja selebar 101,6 cm. Dengan ukuran ini, mobilitas pekerja maupun pemindahan material bisa berjalan dengan aman dan efisien. Penataan ini juga membuat jarak jangkauan material jadi lebih dekat, sehingga bisa mengurangi risiko postur kerja yang tidak ergonomis (seperti terpaksa menjangkau atau menarik bahan dari posisi yang terlalu jauh).

Selain membuat pekerjaan menjadi lebih nyaman, usulan layout ini juga mendukung penerapan budaya 5R di tempat kerja, khususnya poin Ringkas dan Rapi. Aspek 'Ringkas' dicapai dengan membagi area khusus untuk penyimpanan material, dan pekerjaan. sehingga tidak ada penumpukan barang yang tidak perlu di area lalu lalang. Sementara aspek 'Rapi' diterapkan lewat penataan fasilitas kerja secara terstruktur. Hasil akhirnya, jalur lalu lintas pekerja jadi lebih bersih, hambatan kerja berkurang, dan lingkungan workshop menjadi jauh lebih aman serta mendukung kelancaran produksi bekisting.

4.6 Perancangan Ulang Fasilitas Kerja

Salah satu pendekatan dalam hierarki pengendalian risiko bahaya adalah melalui rekayasa teknik, yang salah satu bentuknya adalah perancangan ulang. Dalam konteks ini, perancangan ulang diterapkan sebagai upaya perbaikan fasilitas kerja dengan mengacu pada data antropometri tubuh masyarakat Indonesia, khususnya kelompok usia dewasa dengan rentang umur 20 hingga 47 tahun dan berjenis kelamin laki-laki. Adapun hasil perancangan ulang fasilitas kerja tersebut diuraikan sebagai berikut sebagai langkah dalam mereduksi risiko ergonomi yang dialami oleh pekerja.

4.6.1 Rancangan Ulang Fasilitas Kerja Pekerjaan Pengelasan

Perancangan ulang fasilitas kerja setelah dilakukan penilaian risiko ergonomi terbagi menjadi 2 kategori. yaitupada pekerjaan pengelasan besi *hollow* serta pengelasan besi *rebar*. Penjelasan pada rancangan ulang fasilitas kerja akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Perancangan Ulang Pekerjaan Pengelasan Besi *Hollow*

Pada pekerjaan pengelasan besi *hollow* yang digunakan untuk pondasi bekisting, tidak terdapat fasilitas kerja yang memadai sehingga pekerja diharuskan melakukan pekerjaan pengelasan dengan postur tubuh yang berisiko. Sehingga perlu dilakukan perancangan ulang fasilitas kerja dengan menambahkan meja pengelasan yang khusus untuk pekerjaan pengelasan besi *hollow* untuk pondasi bekisting sehingga pekerja tidak perlu melakukan pekerjaan dengan jongkok, membungkuk dan tetap bisa menjangkau struktur tengah untuk dilakukan pengelasan.

Tabel 4. 44 Dimensi Meja Kerja Pengelasan Besi *Hollow*

Keterangan	Persentil	Dimensi awal	Kriteria dimensi	Data antropometri	allowance	Dimensi akhir
Tinggi meja (A)	50 th	-	Tinggi siku berdiri (D4)	105.56 cm	+2.5 cm (Sepatu) - 5 cm (Benda kerja) + 5 cm (pekerjaan ketelitian)	108.06 cm
Ruang akses meja (B)	-	-	-	81.3 cm (menggunakan ruang bebas gerak horizontal untuk lalu Lalang)	-	81.3cm
Lebar alas meja (C)	-	-	-	27.14 cm (menggunakan ukuran benda kerja)	-	27.14 cm

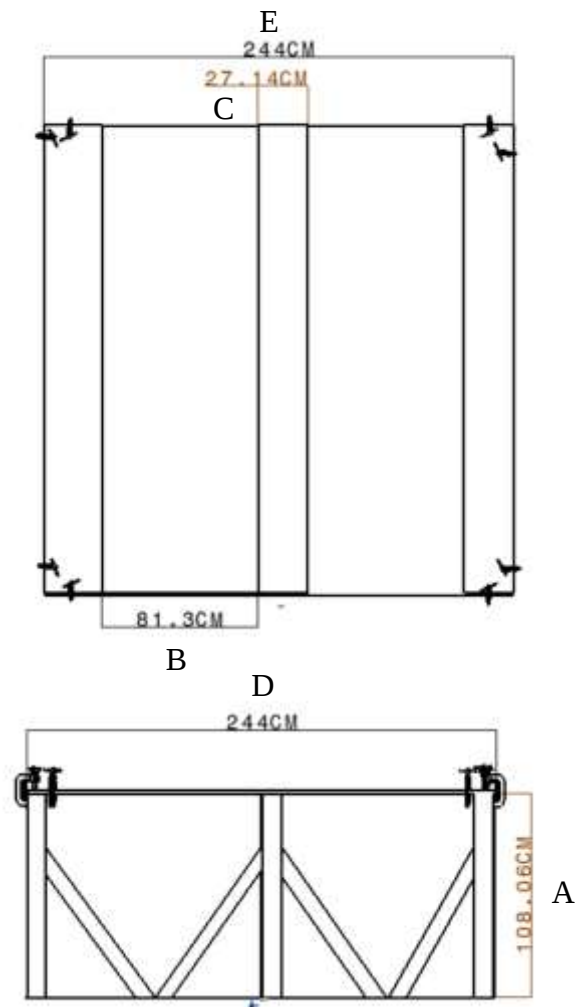
Panjang meja (D)	-	-	-	244 cm (menggunakan ukuran benda kerja)	-	244 cm
Lebar meja (E)	-	-	-	244 cm (menggunakan ukuran benda kerja)	-	244 cm

Berdasarkan Tabel 4.44, perancangan meja kerja pengelasan mencakup tiga dimensi utama, yaitu panjang, lebar, dan tinggi meja. Proses perancangan ulang meja kerja tersebut berlandaskan pada data antropometri Indonesia untuk kategori individu dewasa dengan rentang umur 20 hingga 47 tahun berjenis kelamin laki-laki, mengingat aktivitas pengelasan di lingkungan kerja ini seluruhnya dilakukan oleh pekerja laki-laki.

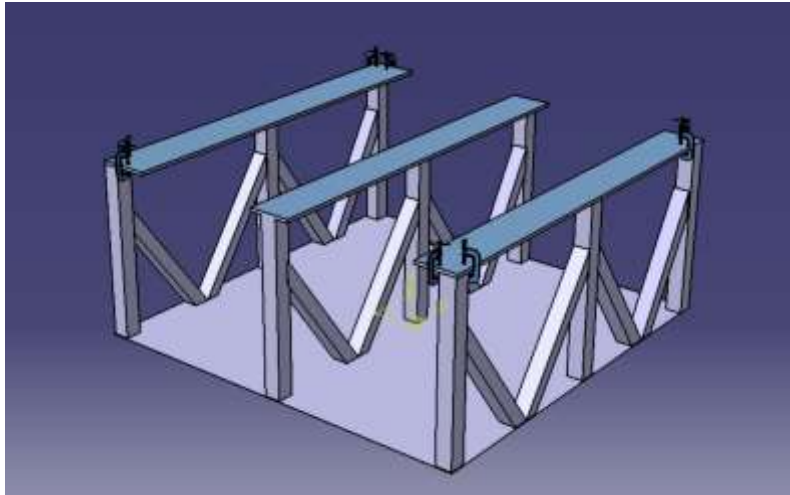
Dimensi panjang dan lebar meja ditetapkan sebesar 250 cm dengan menyesuaikan ukuran benda kerja yang digunakan. Penetapan ukuran ini bertujuan untuk memperkirakan lebar meja yang proporsional terhadap dimensi benda kerja. Pada ukuran ruang akses meja pekerja, Digunakan ruang gerak bebas horizontal untuk lalu lalang berdasarkan permenaker nomor 5 tahun 2018 sebesar 81.3 cm agar pekerja dapat mengakses titik tengah pada pengelasan dan melakukan pengelasan tanpa membungkuk hingga lebih dari 45 derajat.

Ukuran tinggi meja berdasarkan data antropometri tinggi siku berdiri (D4) dengan persentil 50 th yaitu 105,56 cm. Penambahan allowance sebesar 5 cm karena pekerjaan pengelasan tergolong dalam pekerjaan yang membutuhkan ketelitian, kemudian ditambah allowance 2.5 cm untuk ketinggian Sepatu serta dikurang 5 cm untuk ketebalan benda kerja. Berdasarkan Permenaker No. 05 Tahun 2018 untuk pekerjaan yang memerlukan ketelitian tinggi landasan kerja adalah 5 cm di atas tinggi siku berdiri. Penentuan presentil

50 th agar desain meja kerja dapat dipakai untuk berbagai ukuran tubuh manusia karena pengguna dari meja tersebut memiliki ukuran tubuh yang beragam. Berikut hasil rancangan meja kerja untuk pekerjaan pengelasan ditunjukkan pada Gambar 4.37 dan Gambar 4.38.



gambar 4. 37 Hasil Perancangan Meja Kerja Pengelasan Besi *Hollow* (Gambar 2D)



gambar 4. 38 Hasil Perancangan Meja Kerja Pengelasan Besi *Hollow* (Gambar 3D)

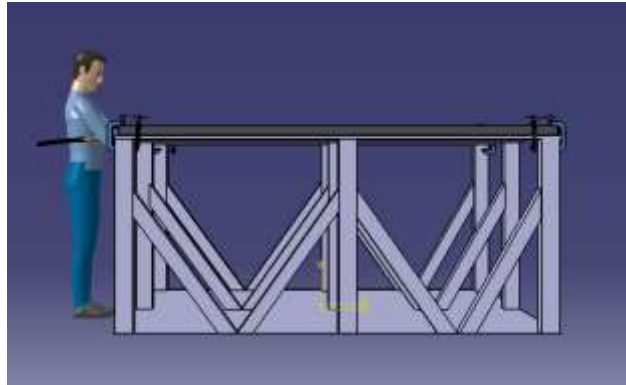
Perancangan meja kerja pada pekerjaan pengelasan besi *hollow* bertujuan untuk mengubah postur janggal pada saat melakukan pekerjaan. Informasi lebih detail terkait ukuran dan hasil gambar dapat dilihat pada Lampiran 4. Perubahan postur kerja sebelum dilakukan perbaikan dan setelah dilakukan perbaikan berupa perancangan meja kerja ditunjukkan pada Gambar 4.39 dan 4.40



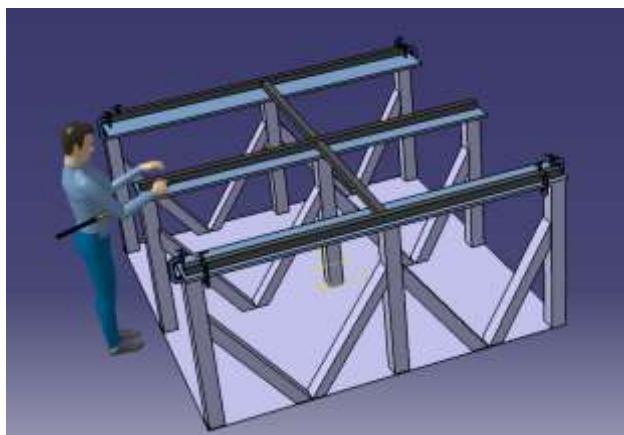
gambar 4. 39 Postur Kerja Pengelasan Besi *Hollow* Sebelum dilakukan Perbaikan Fasilitas Kerja

Gambar 4.39 menunjukkan postur kerja pada pekerjaan pengelasan besi *hollow* sebelum dilakukan perbaikan berupa desain fasilitas kerja. Pada gambar tersebut diketahui bahwa pekerja melakukan pekerjaan dengan posisi jongkok karena tidak ada meja kerja yang memadai. Benda

kerja hanya ditopang balok besi dan kaki scaffolding dengan tinggi 30 cm untuk penyangga. Oleh karena itu dilakukan perbaikan fasilitas kerja berupa meja kerja.



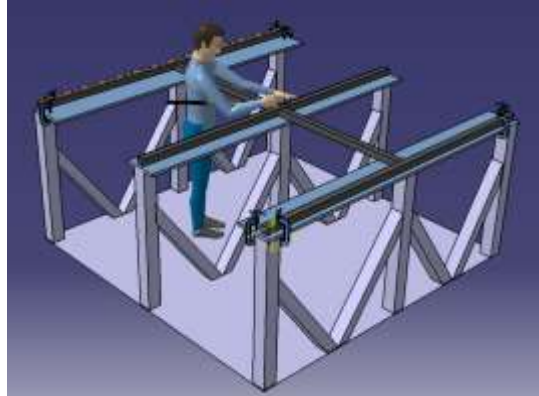
gambar 4. 40 Postur Kerja Setelah Dilakukan Perbaikan Pada Pekerjaan Pengelasan Besi *Hollow*



gambar 4. 41 Postur Kerja Setelah Dilakukan Perbaikan Pada Pekerjaan Pengelasan Besi *Hollow*

Gambar 4.40 dan 4.41 merupakan perubahan postur kerja setelah dilakukan perancangan meja kerja untuk pekerjaan pengelasan besi *hollow*. Hasil simulasi menunjukkan pekerjaan pengelasan dilakukan dengan posisi berdiri sehingga pekerja tidak perlu membungkuk karena tinggi meja telah disesuaikan data antropometri tinggi siku berdiri. Dengan demikian pekerjaan pengelasan dapat

dilakukan dengan postur kerja yang lebih ergonomis dari sebelumnya



gambar 4. 42. Postur Kerja pada Pekerjaan Pengelasan Besi *Hollow*
Bagian Tengah Benda Kerja

Gambar 4.41 menunjukkan postur kerja setelah dilakukan perbaikan untuk pengelasan besi *hollow* bagian tengah benda. Berdasarkan hasil simulasi pekerja dapat melakukan pengelasan bagian tengah dengan masuk ke sela – sela bagian tengah meja dan tidak perlu membungkuk untuk mencapai titik tengah benda kerja untuk dilakukan pengelasan.

2. Perancangan Ulang Pekerjaan Pengelasan Besi *Rebar*

Dalam proses pengelasan besi *rebar* tidak tersedia meja kerja yang layak, melainkan pekerjaan dilakukan di lantai. Akibatnya, pekerja harus melakukan pengelasan dengan posisi jongkok diantara benda kerja. Berdasarkan penilaian risiko ergonomi sesuai SNI 9011:2021, pengendalian potensi bahaya melalui pendekatan rekayasa teknik dapat dilakukan dengan merancang meja kerja dengan kursi yang ergonomis, disesuaikan dengan postur tubuh rata-rata masyarakat Indonesia berdasarkan data antropometri. Perancangan meja kerja ditunjukkan pada Tabel 4.45.

Tabel 4. 45 Dimensi Fasilitas Kerja Pekerjaan Pengelasan Besi *Rebar*

Keterangan	Persentil	Dimensi awal	Kriteria dimensi	Data antropometri	allowance	Dimensi akhir
Meja Pengelasan <i>Rebar Adjustable</i>						
Tinggi meja (A)	5-95 th	-	Tinggi siku dalam posisi duduk(D11)+Tinggi Popliteal(D16)	23.67 cm(5 th)-40.23 cm(95 th)+37.79 cm(5 th)-43.56 cm(95 th)	+2.5 cm (Sepatu) +5 cm (ketelitian)	68.96 (5 th) - 97.07 cm (95 th)
Panjang meja (B)	5 th	-	Panjang rentang tangan ke depan(D24)	52.19 cm	-	52.19 cm
Lebar meja (C)	5 th	-	panjang rentang tangan ke samping(D32)	149.26 cm	-	149.26 cm
Kursi Pengelasan <i>Rebar Adjustable</i>						
Tinggi kursi (D)	5-95 th	-	Tinggi popliteal(D16)	37.79 cm(5 th)-43.56 cm (50 th)-49.34 cm(95 th)	+2.5 cm (Sepatu)	40.29 cm(5 th) 46.06 cm (50 th)– 51.84 cm(95 th)
Lebar kursi (E)	95 th	-	Lebar pinggul(D19)	43.42 cm	-	43.42 cm
Panjang kursi (F)	5 th	-	Panjang popliteal(D14)	30.95 cm	-	30.95 cm
Tinggi sandaran kursi (G)	5 th	-	Tinggi bahu dalam posisi duduk(D10)	52.13 cm	-	52.13 cm

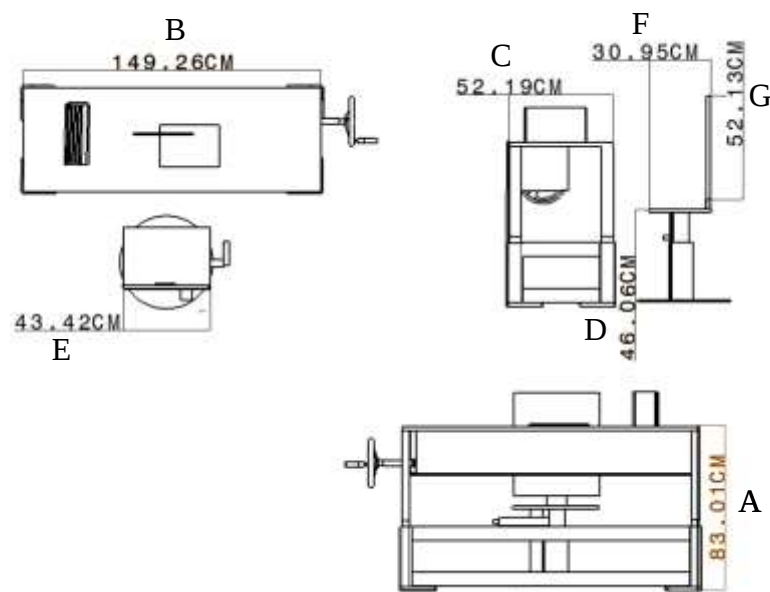
Pada Tabel 4.45 diketahui bahwa perancangan meja kerja pengelasan terdiri dari panjang, lebar, dan tinggi meja. Perancangan ulang meja kerja pekerjaan pengelasan mengacu pada data antropometri Indonesia dengan dimensi orang dewasa umur 20 hingga 47 tahun dengan jenis kelamin laki-laki. Sedangkan untuk kursi pengelasan *rebar* terdiri dari Panjang lebar dan tinggi kursi yang mengacu pada

data antropometri dengan dimensi orang dewasa umur 20 hingga 47 tahun dengan jenis kelamin laki-laki. Hal tersebut dikarenakan pekerjaan pengelasan dilakukan oleh pekerja laki-laki

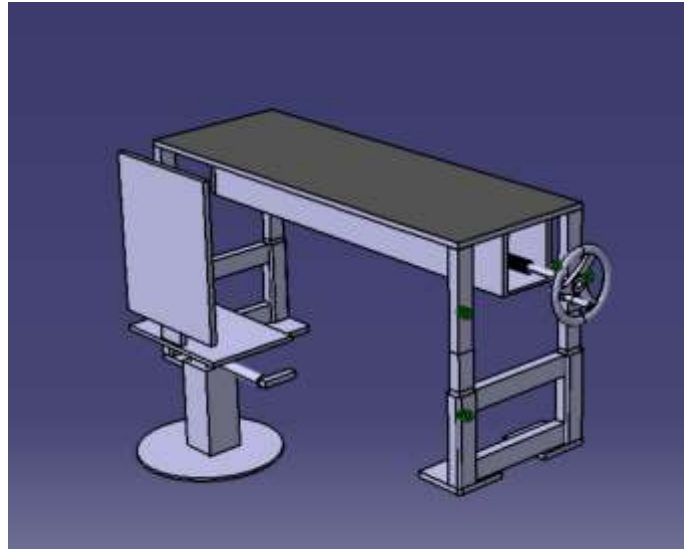
Ukuran panjang meja berdasarkan pada data antropometri Panjang rentang tangan ke depan, ukuran lebar meja berdasarkan data antropometri panjang rentang tangan ke depan dan untuk tinggi meja menggunakan persentil 5-95th dengan dimensi antropometri tinggi siku dalam posisi duduk yang bisa diatur tinggi dan rendahnya agar memudahkan pekerja menentukan posisi yang ergonomis. Untuk tebal paha menggunakan gabungan dimensi tebal paha dengan tinggi popliteal lalu dilakukan pengurangan terhadap tinggi meja agar dapat menentukan ruang kosong kolong meja setelah pekerja duduk agar kaki pekerja bisa masuk dan leluasa dalam melakukan pekerjaan pengelasan. Penentuan presentil 5th ditujukan agar meja kerja tidak terlalu besar sehingga tidak menghalangi mobilitas pekerja saat mengerjakan pengelasan. Selain itu, pekerja dengan panjang tangan lebih pendek tidak akan kesulitan dalam menjangkau benda kerja. Penambahan allowance sebesar 5 cm karena pekerjaan pengelasan tergolong dalam pekerjaan yang membutuhkan ketelitian. Dimensi pada kursi *adjustable* yang meliputi tinggi kursi, lebar kursi, panjang kursi dan Panjang sandaran kursi disesuaikan dengan data antropometri Indonesia terbaru dengan jenis kelamin laki – laki pada rentang usia 20 – 47 tahun. Tinggi kursi dibuat bisa diatur agar pekerja dapat mudah mendapatkan posisi yang paling ergonomis mengikuti tinggi meja yang dapat diatur.

Penggunaan meja dan kursi yang dapat diatur ketinggiannya bertujuan agar pekerja dapat melakukan pekerjaan dengan nyaman dan ergonomis mengingat durasi

pekerjaan hingga 10 jam serta pekerja di bidang *rebar* tidak ada pergantian shift selama 1 hari kerja sehingga meja dan kursi dapat diatur dari awal hingga akhir durasi jam kerja tersebut. Berdasarkan Permenaker No. 05 Tahun 2018 untuk pekerjaan yang memerlukan ketelitian tinggi landasan kerja adalah 5 cm di atas tinggi siku berdiri. Berikut hasil rancangan meja kerja untuk pekerjaan pengelasan ditunjukkan pada Gambar 4.42 dan Gambar 4.43.



gambar 4. 43 Hasil Perancangan Meja Kerja Pengelasan Besi *Rebar*
(Gambar 2D)



gambar 4. 44 Hasil Perancangan Meja Kerja Pengelasan Besi *Rebar*
(Gambar 3D)

Perancangan meja kerja pada pekerjaan pengelasan besi *rebar* bertujuan untuk mengubah postur janggal pada saat melakukan pekerjaan. Informasi lebih detail terkait ukuran dan hasil gambar dapat dilihat pada Lampiran 4. Perubahan postur kerja sebelum dilakukan perbaikan dan setelah dilakukan perbaikan berupa perancangan meja dan kursi kerja ditunjukkan pada Gambar 4.44 dan 4.45.



gambar 4. 45 Postur Kerja Pengelasan Besi *Rebar* Sebelum
dilakukan Perbaikan Fasilitas Kerja

Gambar 4.44 menunjukkan postur kerja pada pekerjaan pengelasan besi *rebar* sebelum dilakukan perbaikan berupa desain fasilitas kerja. Pada gambar tersebut

diketahui bahwa pekerja melakukan pekerjaan dengan posisi jongkok karena tidak ada meja kerja yang memadai. Benda kerja hanya ditopang besi *rebar* buatan untuk penyangga. Oleh karena itu dilakukan perbaikan fasilitas kerja berupa meja kerja.



gambar 4. 46 Postur Kerja Setelah Dilakukan Perbaikan Pada Pekerjaan Pengelasan Besi *Rebar*

Gambar 4.45 merupakan perubahan postur kerja setelah dilakukan perancangan meja kerja untuk pekerjaan pengelasan *rebar*. Hasil simulasi menunjukkan pekerjaan pengelasan dilakukan dengan posisi duduk sehingga pekerja tidak perlu membungkuk karena tinggi meja dan tinggi kursi dapat disesuaikan serta pengukuran didasarkan pada data antropometri Indonesia laki – laki dengan rentang umur 20 – 47 tahun. Pada simulasi berikut menggunakan persentil manekin 50th dengan dimensi kursi dan meja 50th. Simulasi yang diambil berupa 50th untuk merepresentasikan posisi rata-rata pekerja. Dengan demikian pekerjaan pengelasan dapat dilakukan dengan postur kerja yang lebih ergonomis dari sebelumnya

4.6.2 Rancangan Ulang Fasilitas Kerja Pekerjaan Pemotongan Besi

Perancangan ulang fasilitas kerja setelah dilakukan penilaian risiko ergonomi pada pekerjaan pemotongan besi yaitu:

1. Perancangan Ulang Pekerjaan Pemotongan Besi *Rebar*

Pada pekerjaan pemotongan besi *rebar* yang digunakan untuk struktur tambahan bekisting Ketika ingin dipasang, tidak terdapat fasilitas kerja yang memadai sehingga pekerja diharuskan melakukan pekerjaan pemotongan dengan postur tubuh yang berisiko. Sehingga perlu dilakukan perancangan ulang fasilitas kerja dengan menambahkan meja pemotongan yang khusus untuk pekerjaan pemotongan besi *rebar* untuk pondasi bekisting sehingga pekerja tidak perlu melakukan pekerjaan dengan jongkok ataupun membungkuk.

Tabel 4. 46 Dimensi Meja Kerja Pemotongan Besi *Rebar*

Keterangan	Persentil	Dimensi awal	Kriteria dimensi	Data antropometri	allowance	Dimensi akhir
Meja Pengelasan <i>Rebar Adjustable</i>						
Tinggi meja (A)	5-95 th	-	Tinggi siku dalam posisi duduk(D11)+Tinggi Popliteal(D16)	23.67 cm(5 th)-31.95 cm(95 th)+37.79 cm(5 th)-43.56 cm(95 th)	+2.5 cm (Sepatu) +5 cm (ketelitian)	68.96 (5 th) - 97.07 cm (95 th)
Panjang meja (B)	5 th	-	Panjang rentang tangan ke depan(D24)	52.19 cm	-	52.19 cm
Lebar meja (C)	5 th	-	panjang rentang tangan ke samping(D32)	149.26 cm	-	149.26 cm

Lanjutan tabel 4. 46 Dimensi Meja Kerja Pemotongan Besi Rebar

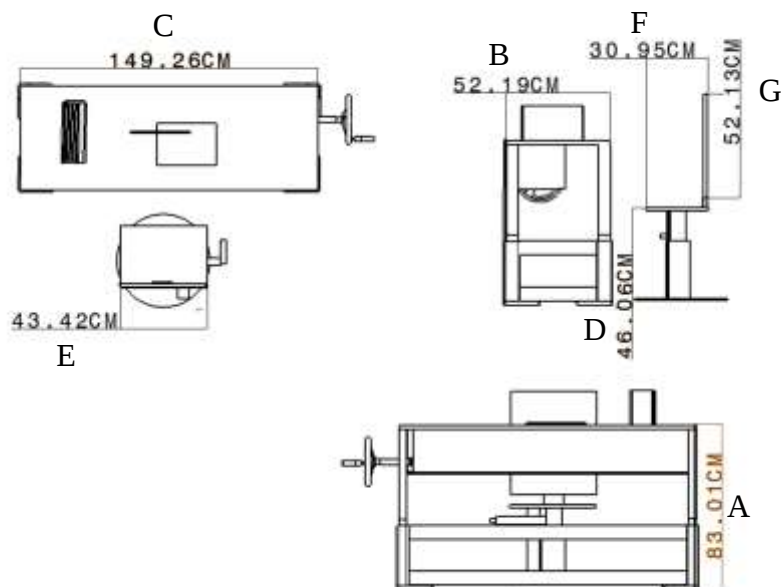
Kursi Pengelasan <i>Rebar Adjustable</i>						
Tinggi kursi (D)	5-95 th	-	Tinggi popliteal(D16)	37.79 cm(5 th)- 43.56 cm(50 th)- 49.34 cm(95 th)	+2,5 cm (Sepatu)	40.29 cm(5 th) – 46.06 cm(50 th)- 51.84 cm(95 th)
Lebar kursi (E)	95 th	-	Lebar pinggul(D19)	43.42 cm	-	43.42 cm
Panjang kursi (F)	5 th	-	Panjang popliteal(D14)	30.95 cm	-	30.95 cm
Tinggi sandaran kursi (G)	5 th	-	Tinggi bahu dalam posisi duduk(D10)	52.13 cm	-	52.13 cm

Pada Tabel 4.46 diketahui bahwa perancangan meja kerja pemotongan *rebar* terdiri dari panjang, lebar, dan tinggi meja. Perancangan ulang meja kerja pekerjaan pengelasan mengacu pada data antropometri Indonesia dengan dimensi orang dewasa umur 20 hingga 47 tahun dengan jenis kelamin laki-laki. Sedangkan untuk kursi pengelasan *rebar* terdiri dari Panjang lebar dan tinggi kursi yang mengacu pada data antropometri dengan dimensi orang dewasa umur 20 hingga 47 tahun dengan jenis kelamin laki-laki. Hal tersebut dikarenakan pekerjaan pengelasan dilakukan oleh pekerja laki-laki

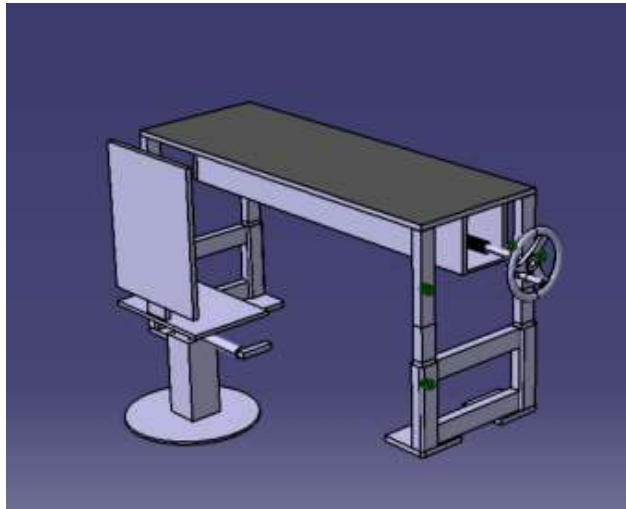
Ukuran panjang meja berdasarkan pada data antropometri Panjang rentang tangan ke depan, ukuran lebar meja berdasarkan data antropometri panjang rentang tangan ke depan dan untuk tinggi meja menggunakan persentil 5-95th dengan dimensi antropometri tinggi siku dalam posisi duduk yang bisa diatur tinggi dan rendahnya agar memudahkan pekerja menentukan posisi yang ergonomis. Penentuan presentil 5th ditujukan agar meja kerja tidak terlalu besar sehingga tidak menghalangi mobilitas pekerja saat mengerjakan pemotongan. Selain itu, pekerja dengan

panjang tangan lebih pendek tidak akan kesulitan dalam menjangkau benda kerja. Penambahan allowance sebesar 5 cm karena pekerjaan pengelasan tergolong dalam pekerjaan yang membutuhkan ketelitian. Dimensi pada kursi *adjustable* yang meliputi tinggi kursi, lebar kursi, panjang kursi dan Panjang sandaran kursi disesuaikan dengan data antropometri Indonesia terbaru dengan jenis kelamin laki – laki pada rentang usia 20 – 47 tahun. Tinggi kursi dibuat bisa diatur agar pekerja dapat mudah mendapatkan posisi yang paling ergonomis mengikuti tinggi meja yang dapat diatur juga

Penggunaan meja dan kursi yang dapat diatur ketinggiannya bertujuan agar pekerja dapat melakukan pekerjaan dengan nyaman dan ergonomis mengingat durasi pekerjaan hingga 10 jam serta pekerja di bidang *rebar* tidak ada pergantian shift selama 1 hari kerja sehingga meja dan kursi dapat diatur dari awal hingga akhir durasi jam kerja tersebut. Berikut hasil rancangan meja kerja untuk pekerjaan pengelasan ditunjukkan pada Gambar 4.46 dan Gambar 4.47.



gambar 4. 47 Hasil Perancangan Meja Kerja Pemotongan Besi *Rebar* (Gambar 2D)



gambar 4. 48 Hasil Perancangan Meja Kerja Pemotongan Besi *Rebar* (Gambar 3D)

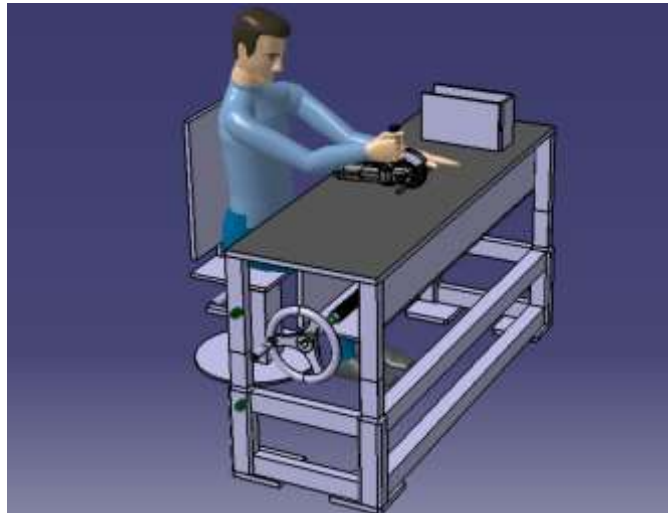
Perancangan meja kerja pada pekerjaan pengelasan besi *hollow* bertujuan untuk mengubah postur janggal pada saat melakukan pekerjaan. Informasi lebih detail terkait ukuran dan hasil gambar dapat dilihat pada Lampiran 4. Perubahan postur kerja sebelum dilakukan perbaikan dan setelah dilakukan perbaikan berupa perancangan meja dan kursi kerja ditunjukkan pada Gambar 4.49 dan 4.50.



gambar 4. 49 Postur Kerja Pengelasan Besi *Rebar* Sebelum dilakukan Perbaikan Fasilitas Kerja

Gambar 4.49 menunjukkan postur kerja pada pekerjaan pengelasan besi *rebar* sebelum dilakukan perbaikan berupa desain fasilitas kerja. Pada gambar tersebut

diketahui bahwa pekerja melakukan pekerjaan dengan posisi jongkok karena tidak ada meja kerja yang memadai. Benda kerja hanya ditopang plat untuk penyangga. Oleh karena itu dilakukan perbaikan fasilitas kerja berupa meja kerja.



gambar 4. 50 Postur Kerja Pengelasan Besi *Rebar* Sesudah dilakukan Perbaikan Fasilitas Kerja

Gambar 4.50 merupakan perubahan postur kerja setelah dilakukan perancangan fasilitas kerja. Hasil simulasi menunjukkan pekerjaan pemotongan besi *rebar* dilakukan dengan posisi duduk dengan tinggi kursi dan meja yang bisa diatur. Pada simulasi tersebut dapat dilihat bahwa pekerja tidak perlu menekuk leher dan punggungnya karena tinggi meja telah disesuaikan data antropometri rata – rata laki – laki Indonesia dengan rentang umur 20 hingga 47 tahun. Pada simulasi berikut menggunakan persentil manekin 50th dengan dimensi tinggi kursi dan meja 50th. Simulasi yang diambil berupa 50th untuk merepresentasikan posisi rata-rata pekerja. Dengan demikian pekerjaan pemotongan besi *rebar* dapat dilakukan dengan postur kerja yang lebih ergonomis.

2. Perancangan Ulang Pekerjaan Pemotongan Besi *Hollow*

Pada pekerjaan pemotongan besi *hollow* yang digunakan untuk pondasi bekisting, tidak terdapat fasilitas kerja yang

memadai sehingga pekerja diharuskan melakukan pekerjaan pemotongan dengan postur tubuh yang berisiko. Sehingga perlu dilakukan perancangan ulang fasilitas kerja dengan menambahkan meja pemotongan yang khusus untuk pekerjaan pemotongan besi *hollow* untuk pondasi bekisting sehingga pekerja tidak perlu melakukan pekerjaan dengan jongkok ataupun membungkuk.

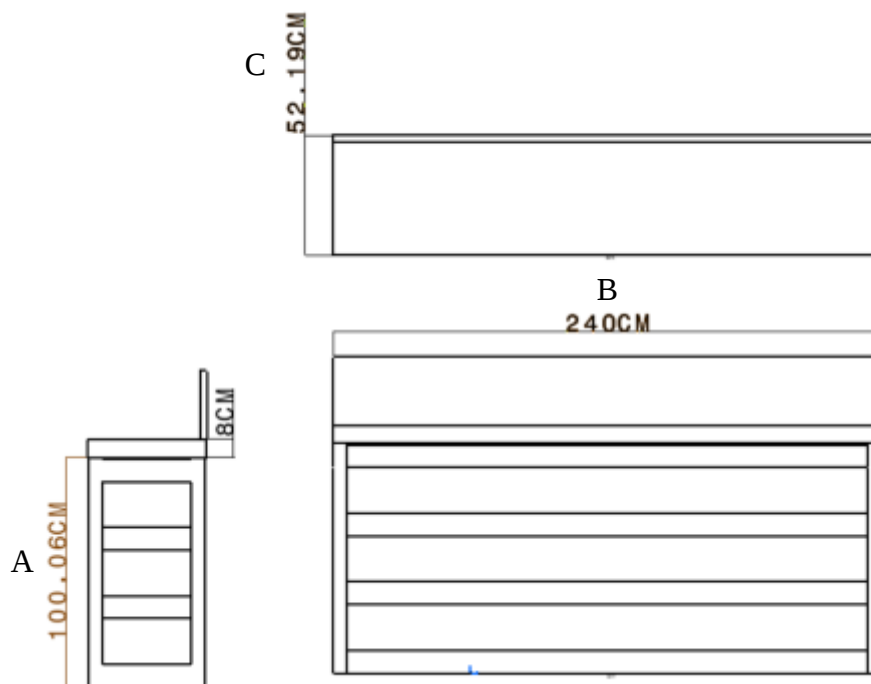
Tabel 4. 47 Dimensi Meja Kerja Pemotongan Besi *Rebar*

Keterangan	Persentil	Dimensi awal	Kriteria dimensi	Data antropometri	allowance	Dimensi akhir
Tinggi meja (A)	50 th	-	Tinggi siku berdiri(D4)	105.56 cm	+2.5 cm (Sepatu) - 5 cm (Benda kerja) + 5 cm (pekerjaan ketelitian)	108.06 cm
Panjang meja (B)	5 th	-	Panjang rentang tangan ke depan(D24)	52.19 cm	-	52.19 cm
Lebar meja (C)	-	-	-	240 cm (menggunakan ukuran benda kerja)	-	240 cm

Berdasarkan Tabel 4.47, perancangan meja kerja pemotongan besi *hollow* mencakup tiga dimensi utama, yaitu panjang, lebar, dan tinggi meja. Proses perancangan ulang meja kerja tersebut berlandaskan pada data antropometri Indonesia untuk kategori individu dewasa berjenis kelamin laki-laki dengan rentang umur 20 hingga 47 tahun. Dimensi lebar meja ditetapkan sebesar 240 cm dengan menyesuaikan ukuran benda kerja yang digunakan. Penetapan ukuran ini bertujuan untuk memperkirakan lebar meja yang proporsional terhadap dimensi benda kerja.

Ukuran tinggi meja berdasarkan data antropometri tinggi siku berdiri (D4) dengan persentil 50th yaitu 108,06 cm serta panjang meja menggunakan persentil 5th yaitu 52.19 cm agar semua pekerja

dapat menjangkau ujung meja dengan mudah dan ergonomis. Penambahan allowance sebesar 5 cm karena pekerjaan pengelasan tergolong dalam pekerjaan yang membutuhkan ketelitian, kemudian ditambah allowance 2.5 cm untuk ketinggian Sepatu serta dikurang 5 cm untuk ketebalan benda kerja. Berdasarkan Permenaker No. 05 Tahun 2018 untuk pekerjaan yang memerlukan ketelitian tinggi landasan kerja adalah 5 cm di atas tinggi siku berdiri. Penentuan presentil 50 th agar desain meja kerja dapat dipakai untuk berbagai ukuran tubuh manusia karena pengguna dari meja tersebut memiliki ukuran tubuh yang beragam. Berikut hasil rancangan meja kerja untuk pekerjaan pengelasan ditunjukkan pada Gambar 4.51 dan Gambar 4.52.



gambar 4. 51 Hasil Perancangan Meja Kerja Pemotongan Besi *Hollow* (Gambar 2D)



gambar 4. 52 Hasil Perancangan Meja Kerja Pemotongan Besi *Hollow* (Gambar 3D)

Perancangan meja kerja pada pekerjaan Pemotongan besi *hollow* bertujuan untuk mengubah postur janggal pada saat melakukan pekerjaan. Perubahan postur kerja sebelum dilakukan perbaikan dan setelah dilakukan perbaikan berupa perancangan meja kerja ditunjukkan pada Gambar 4.53 dan 4.54.



gambar 4. 53 Postur Kerja Pemotongan Besi *Hollow* Sebelum Dilakukan Perbaikan

Gambar 4.53 menunjukkan postur kerja pada pekerjaan pengelasan besi *hollow* sebelum dilakukan perbaikan berupa desain fasilitas kerja. Pada gambar tersebut diketahui bahwa pekerja melakukan pekerjaan dengan posisi jongkok,

membungkuk dengan leher dan punggung menekuk ke depan sebesar $20^{\circ} - 45^{\circ}$ karena tidak ada meja kerja yang memadai. Benda kerja hanya ditopang balok kayu setebal 5 cm sebagai penyangga. Oleh karena itu dilakukan perbaikan fasilitas kerja berupa meja kerja.



gambar 4. 54 Postur Kerja Pekerjaan Pemotongan Besi *Hollow* Setelah dilakukan Perbaikan



gambar 4. 55 Postur Kerja Pekerjaan Pemotongan Besi *Hollow* Setelah dilakukan Perbaikan

Gambar 4.54 dan 4.55 merupakan perubahan postur kerja setelah dilakukan perancangan meja kerja. Informasi lebih detail terkait ukuran dan hasil gambar dapat dilihat pada Lampiran 4. Hasil simulasi menunjukkan pekerjaan pemotongan besi *hollow* dilakukan dengan posisi berdiri karena hasil pemotongan akan langsung dipindahkan ke meja pengelasan. Pada simulasi tersebut dapat dilihat bahwa pekerja tidak perlu menekuk leher dan punggungnya karena tinggi meja telah disesuaikan data antropometri rata- rata masyarakat Indonesia. Dengan demikian

pekerjaan pemotongan besi *hollow* dapat dilakukan dengan postur kerja yang lebih ergonomis.

4.6.3 Rancangan Ulang Fasilitas Kerja Pekerjaan Pemotongan Kayu

Pada pekerjaan pemotongan kayu yang digunakan untuk pondasi bekisting, tidak terdapat fasilitas kerja untuk melakukan pekerjaan tersebut sehingga pekerja diharuskan melakukan pekerjaan pemotongan dengan postur tubuh yang berisiko. Sehingga perlu dilakukan perancangan ulang fasilitas kerja dengan menambahkan meja pemotongan yang khusus untuk pekerjaan pemotongan kayu untuk pondasi bekisting sehingga pekerja tidak perlu melakukan pekerjaan dengan membungkuk dan menekuk leher.

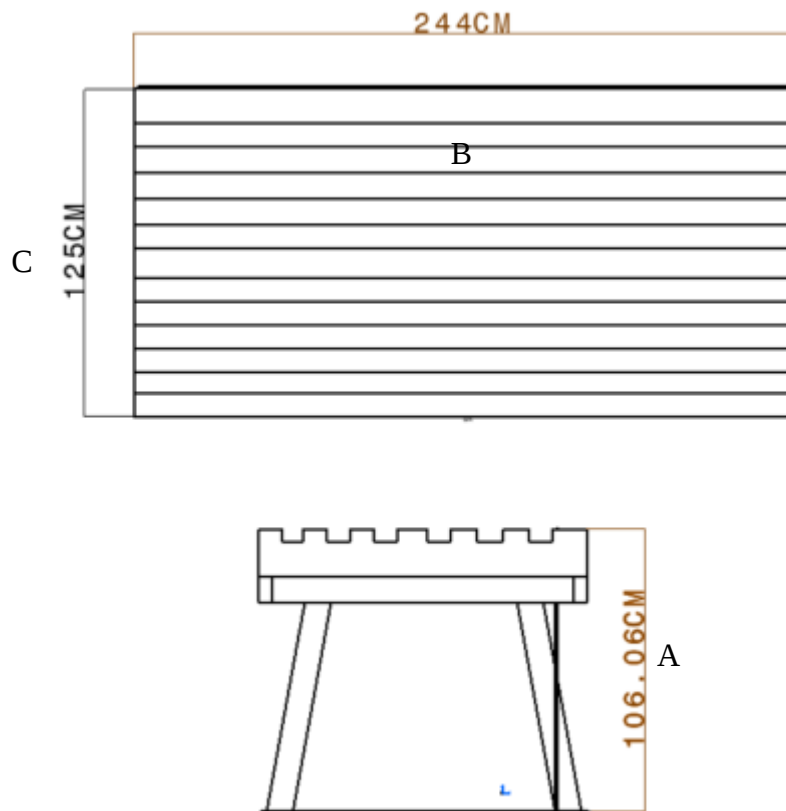
Tabel 4. 48 Dimensi Meja Kerja Pemotongan Kayu

Keterangan	Persentil	Dimensi awal	Kriteria dimensi	Data antropometri	allowance	Dimensi akhir
Tinggi meja (A)	50 th	-	Tinggi siku berdiri(D4)	105.56 cm	+2.5 cm (Sepatu) – 2 cm (benda Kerja)	106.06 cm
Panjang meja (B)	-	-	-	244 cm (menggunakan ukuran benda kerja)	-	244 cm
Lebar meja (C)	-	-	-	125 cm (menggunakan ukuran benda kerja)	-	125 cm

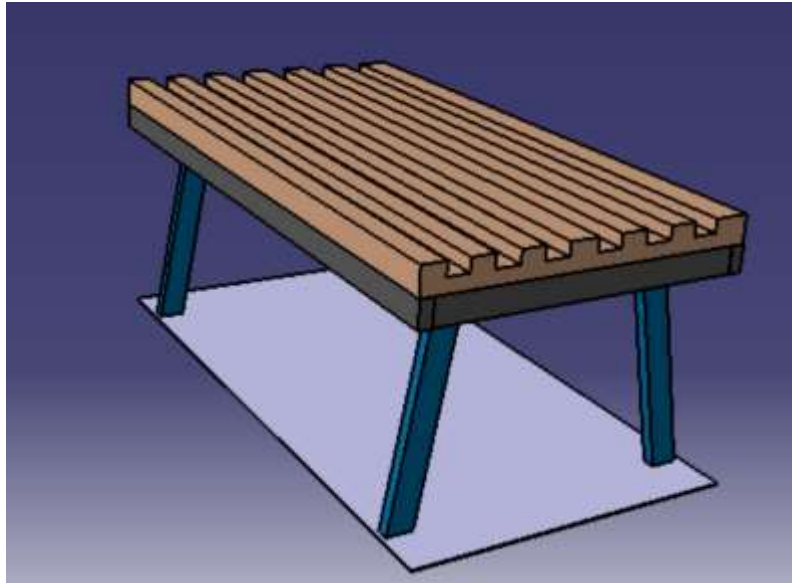
Berdasarkan Tabel 4.48, perancangan meja kerja pemotongan kayu mencakup tiga dimensi utama, yaitu panjang, lebar, dan tinggi meja. Proses perancangan ulang meja kerja tersebut berlandaskan pada data antropometri Indonesia untuk kategori individu dewasa berjenis kelamin laki-laki dengan rentang umur 20 hingga 47 tahun. Dimensi panjang lebar meja ditetapkan sebesar 244 cm dengan menyesuaikan ukuran benda kerja yang digunakan. Penetapan ukuran ini bertujuan untuk memperkirakan lebar meja yang proporsional terhadap dimensi benda kerja.

Ukuran tinggi meja berdasarkan data antropometri tinggi siku berdiri (D4) dengan persentil 50th yaitu 105,56 cm. Penambahan allowance 2.5 cm untuk ketinggian Sepatu serta dikurang 5 cm untuk ketebalan benda

kerja. Berdasarkan Permenaker No. 05 Tahun 2018 untuk pekerjaan yang memerlukan ketelitian tinggi landasan kerja adalah 5 cm di atas tinggi siku berdiri. Penentuan presentil 50 th agar desain meja kerja dapat dipakai untuk berbagai ukuran tubuh manusia karena pengguna dari meja tersebut memiliki ukuran tubuh yang beragam. Berikut hasil rancangan meja kerja untuk pekerjaan pemotongan kayu ditunjukkan pada Gambar 4.56 dan 4.57.



gambar 4. 56 Hasil Perancangan Meja Kerja Pemotongan Kayu (Gambar 2D)



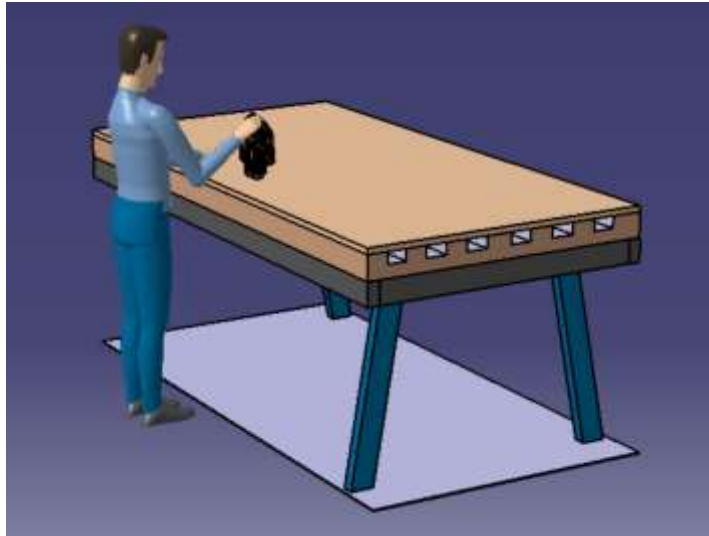
gambar 4. 57 Hasil Perancangan Meja Kerja Pemotongan Kayu (Gambar 3D)

Perancangan meja kerja pada pekerjaan Pemotongan kayu bertujuan untuk mengubah postur janggal pada saat melakukan pekerjaan. Perubahan postur kerja sebelum dilakukan perbaikan dan setelah dilakukan perbaikan berupa perancangan meja kerja ditunjukkan pada Gambar 4.58 dan 4.59



gambar 4. 58 Postur Kerja Pemotongan kayu Sebelum Dilakukan Perbaikan

Gambar 4.58 menunjukkan postur kerja pada pekerjaan pengelasan besi *hollow* sebelum dilakukan perbaikan berupa desain fasilitas kerja. Pada gambar tersebut diketahui bahwa pekerja melakukan pekerjaan dengan posisi membungkuk dengan leher dan punggung menekuk ke depan lebih dari 45° karena tidak ada meja kerja yang memadai. Benda kerja hanya ditopang oleh besi setebal 5-10 cm sebagai penyangga. Oleh karena itu dilakukan perbaikan fasilitas kerja berupa meja kerja.



gambar 4. 59 Postur Kerja Pekerjaan Pemotongan Kayu Setelah dilakukan Perbaikan

Gambar 4.59 merupakan perubahan postur kerja setelah dilakukan perancangan meja kerja. Hasil simulasi menunjukkan pekerjaan pemotongan kayu dilakukan dengan posisi berdiri karena hasil pemotongan akan langsung dipindahkan meja pengelasan untuk dipasang menjadi pondasi bekisting. Pada simulasi tersebut dapat dilihat bahwa pekerja tidak perlu menekuk leher dan punggungnya karena tinggi meja telah disesuaikan data antropometri rata- rata masyarakat Indonesia. Dengan demikian pekerjaan pemotongan kayu dapat dilakukan dengan postur kerja yang lebih ergonomis.

4.6.4 Rancangan Ulang Fasilitas Kerja Pemasangan Kayu

Pada pekerjaan pemasangan kayu ke pondasi bekisting, tidak terdapat fasilitas kerja untuk melakukan pekerjaan tersebut sehingga pekerja diharuskan melakukan pekerjaan pemasangan dengan bor dengan postur tubuh yang berisiko. Sehingga perlu dilakukan perancangan ulang fasilitas kerja dengan menambahkan meja pemotongan yang khusus untuk pekerjaan pemotongan kayu untuk pondasi bekisting sehingga pekerja tidak perlu melakukan pekerjaan dengan membungkuk dan menekuk leher.

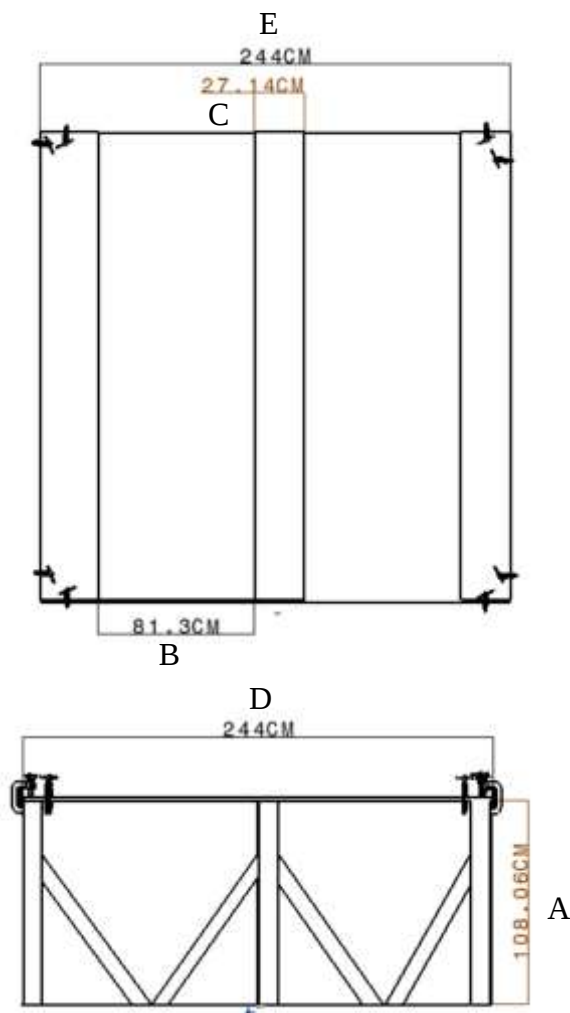
Tabel 4. 49 Dimensi Meja Pekerjaan Pemasangan Kayu

Keterangan	Persentil	Dimensi awal	Kriteria dimensi	Data antropometri	allowance	Dimensi akhir
Tinggi meja (A)	50 th	-	Tinggi siku berdiri(D4)	105.56 cm	+2.5 cm (Sepatu) - 5 cm (Benda kerja) + 5 cm (pekerjaan ketelitian)	108.06 cm
Ruang akses meja (B)	-	-	-	81.3 cm (menggunakan ruang bebas gerak horizontal untuk lalu Lalang)	-	81.3cm
Lebar alas meja (C)	-	-	-	27.14 cm (menggunakan ukuran benda kerja)	-	27.14 cm
Panjang meja (D)	-	-	-	244 cm (menggunakan ukuran benda kerja)	-	244 cm
Lebar meja (E)	-	-	-	244 cm (menggunakan ukuran benda kerja)	-	244 cm

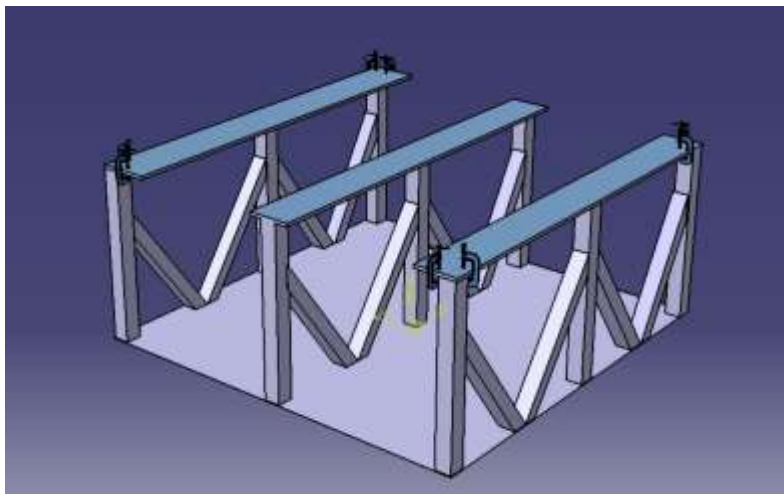
Berdasarkan Tabel 4.49, perancangan meja kerja pengelasan mencakup tiga dimensi utama, yaitu panjang, lebar, dan tinggi meja. Proses perancangan ulang meja kerja tersebut berlandaskan pada data antropometri Indonesia untuk kategori individu dewasa berjenis kelamin laki-laki, mengingat aktivitas pengelasan di lingkungan kerja ini seluruhnya dilakukan oleh pekerja laki-laki. Dimensi panjang dan lebar meja ditetapkan sebesar 244 cm dengan menyesuaikan ukuran benda kerja yang digunakan. Penetapan ukuran ini bertujuan untuk memperkirakan lebar meja yang proporsional terhadap dimensi benda kerja.

Ukuran tinggi meja berdasarkan data antropometri tinggi siku berdiri (D4) dengan persentil 50th yaitu 108,06 cm. Penambahan allowance sebesar 5 cm karena pekerjaan pengelasan tergolong dalam pekerjaan yang membutuhkan ketelitian, kemudian ditambah allowance

2.5 cm untuk ketinggian Sepatu serta dikurang 5 cm untuk ketebalan benda kerja. Berdasarkan Permenaker No. 05 Tahun 2018 untuk pekerjaan yang memerlukan ketelitian tinggi landasan kerja adalah 5 cm di atas tinggi siku berdiri. Penentuan presentil 50 th agar desain meja kerja dapat dipakai untuk berbagai ukuran tubuh manusia karena pengguna dari meja tersebut memiliki ukuran tubuh yang beragam. Berikut hasil rancangan meja kerja untuk pekerjaan pengelasan ditunjukkan pada Gambar 4.59 dan Gambar 4.60



gambar 4. 60 Hasil Perancangan Meja Kerja Pemasangan Kayu (Gambar 2D)



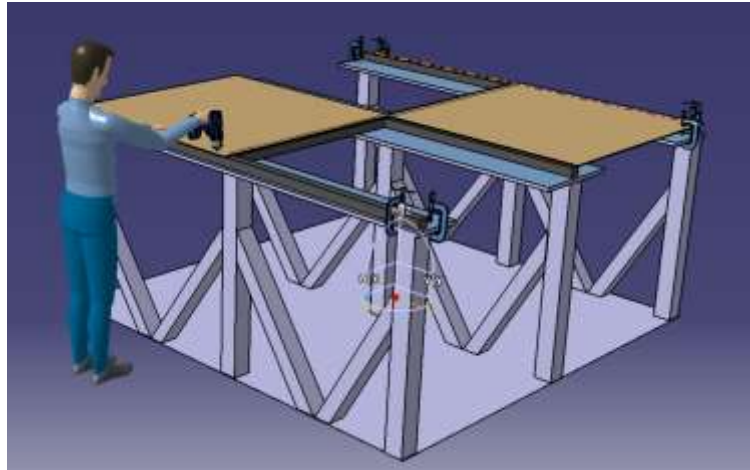
gambar 4. 61 Hasil Perancangan Meja Kerja Pemasangan Kayu (Gambar 3D)

Perancangan meja kerja pada pekerjaan pemasangan kayu bertujuan untuk mengubah postur janggal pada saat melakukan pekerjaan. Perubahan postur kerja sebelum dilakukan perbaikan dan setelah dilakukan perbaikan berupa perancangan meja kerja ditunjukkan pada Gambar 4.61 dan 4.62

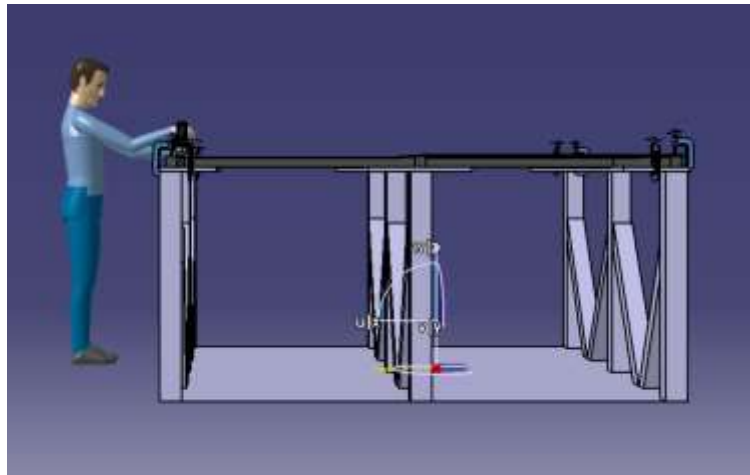


gambar 4. 62 Postur Kerja Pemasangan Kayu Sebelum dilakukan
Perbaikan Fasilitas Kerja

Gambar 4.61 menunjukkan postur kerja pada pekerjaan pemasangan kayu sebelum dilakukan perbaikan berupa desain fasilitas kerja. Pada gambar tersebut diketahui bahwa pekerja melakukan pekerjaan dengan posisi membungkuk ke depan karena tidak ada meja kerja yang memadai. Benda kerja yang hanya ditopang oleh besi *hollow* dengan tinggi 5 cm untuk penyangga. Oleh karena itu dilakukan perbaikan fasilitas kerja berupa meja kerja.



gambar 4. 63 Postur Kerja Setelah Dilakukan Perbaikan Pada Pekerjaan Pemasangan Kayu



gambar 4. 64 Postur Kerja Setelah Dilakukan Perbaikan Pada Pekerjaan Pemasangan Kayu

Gambar 4.62 dan 4.63 merupakan perubahan postur kerja setelah dilakukan perancangan meja kerja untuk pekerjaan pengelasan besi *hollow*. Hasil simulasi menunjukkan pekerjaan pengelasan dilakukan dengan posisi berdiri sehingga pekerja tidak perlu membungkuk karena tinggi meja telah disesuaikan data antropometri tinggi siku berdiri. Dengan demikian pekerjaan pengelasan dapat dilakukan dengan postur kerja yang lebih ergonomis dari sebelumnya

4.7 Perancangan Ulang Tempat Penyimpanan Material

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis pada area fabrikasi bekisting, ditemukan bahwa belum ada tempat khusus atau rak penyimpanan material yang memadai di sekitar stasiun kerja. Kondisi ini memaksa para pekerja untuk menaruh material langsung di atas lantai, sehingga setiap kali membutuhkan

bahan baku, mereka harus membungkuk dan melakukan pengangkatan manual secara berulang kali. Aktivitas ini memicu faktor risiko ergonomi yang sangat tinggi. Melihat permasalahan nyata tersebut, perlu dilakukan upaya perancangan ulang pada tempat penyimpanan. Dengan demikian, faktor risiko pengangkatan manual dapat ditekan seminim mungkin.

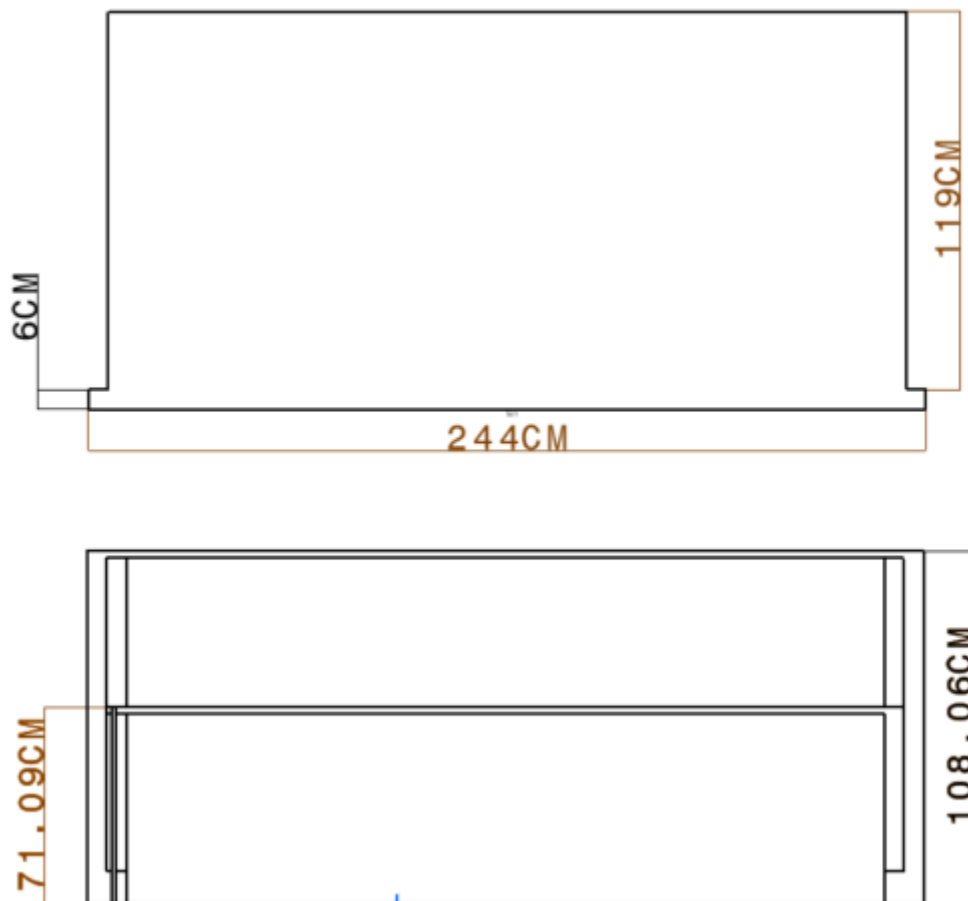
Tabel 4. 50 Dimensi Tempat Penyimpanan Material Fabrikasi Bekisting

Keterangan	Persentil	Dimensi awal	Kriteria dimensi	Data antropometri	allowance	Dimensi akhir
Tinggi tempat penyimpanan	50 th	-	Tinggi siku berdiri	105.56 cm	+2.5 cm (Sepatu)	108.06 cm
Panjang tempat penyimpanan	-	-	Panjang rentang tangan ke depan	244 cm (menggunakan ukuran benda kerja)	-	244 cm
Lebar tempat penyimpanan	-	-	-	125 cm (menggunakan ukuran benda kerja)	-	125 cm
Tinggi rak	50 th	-	Tinggi Ujung Jari	71.09 cm	-	71.09 cm

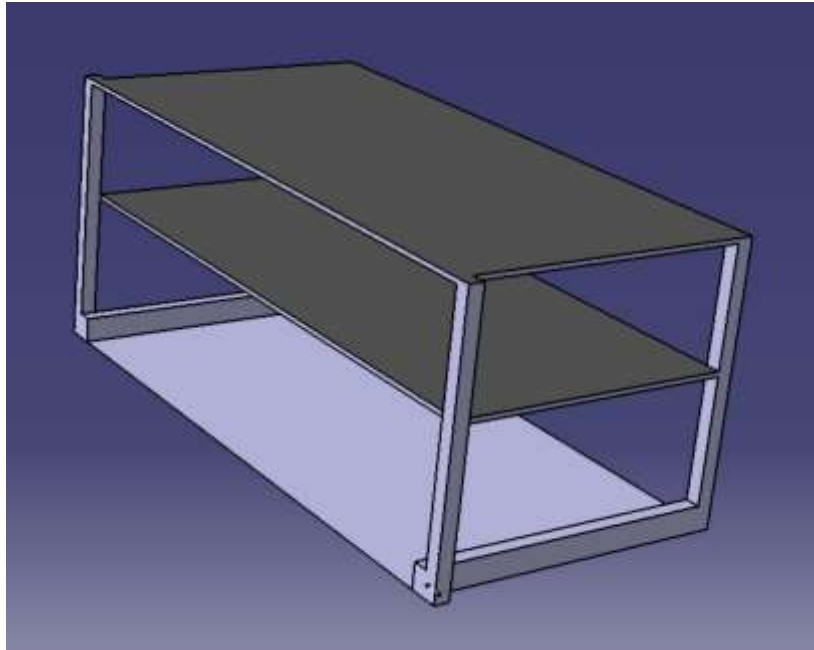
Berdasarkan Tabel 4.50, perancangan tempat penyimpanan material mencakup empat dimensi utama, yaitu panjang, lebar, tinggi tempat penyimpanan serta tinggi rak pada tempat penyimpanan. Proses perancangan ulang meja kerja tersebut berlandaskan pada data antropometri Indonesia untuk kategori individu dewasa berjenis kelamin laki-laki dengan umur 20 hingga 47 tahun, dikarenakan pada pekerjaan fabrikasi bekisting di lingkungan kerja ini seluruhnya dilakukan oleh pekerja laki-laki. Dimensi panjang tempat penyimpanan ditetapkan sebesar 244 cm dan lebar tempat penyimpanan sebesar 125 cm dengan menyesuaikan ukuran benda kerja yang digunakan.

Penetapan ukuran ini bertujuan untuk memperkirakan lebar meja yang proporsional terhadap dimensi benda kerja.

Ukuran tinggi meja berdasarkan data antropometri tinggi siku berdiri (D4) dengan persentil 50th yaitu 108,06 cm. Penambahan allowance sebesar 2.5 cm untuk ketinggian Sepatu. Penentuan presentil 50th agar tempat penyimpanan dapat dipakai untuk berbagai ukuran tubuh manusia karena pengguna dari tempat penyimpanan tersebut memiliki ukuran tubuh yang beragam. Tinggi rak untuk tempat penyimpanan besi *hollow* menggunakan persentil 50th agar semua pekerja dapat menjangkau rak penyimpanan besi *hollow* dengan ergonomis. Berikut hasil rancangan tempat penyimpanan material untuk keseluruhan pekerjaan fabrikasi bekisting yang ditunjukkan pada Gambar 4.64 dan Gambar 4.65



gambar 4. 65 Hasil Perancangan Tempat Penyimpanan Material (Gambar 2D)



gambar 4. 66 Hasil Perancangan Tempat Penyimpanan Material (Gambar 3D)

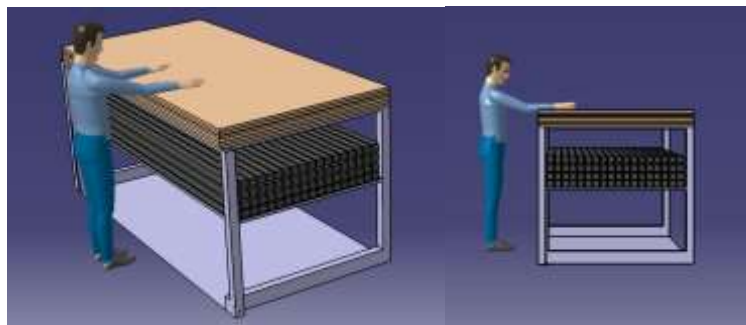
Perancangan tempat penyimpanan material bertujuan untuk mengubah postur janggal pada saat melakukan pengangkatan. Perubahan postur sebelum dilakukan perbaikan dan setelah dilakukan perbaikan berupa perancangan tempat penyimpanan material ditunjukkan pada Gambar 4.66 , Gambar 4.67, Gambar 4.68 dan Gambar 4.69



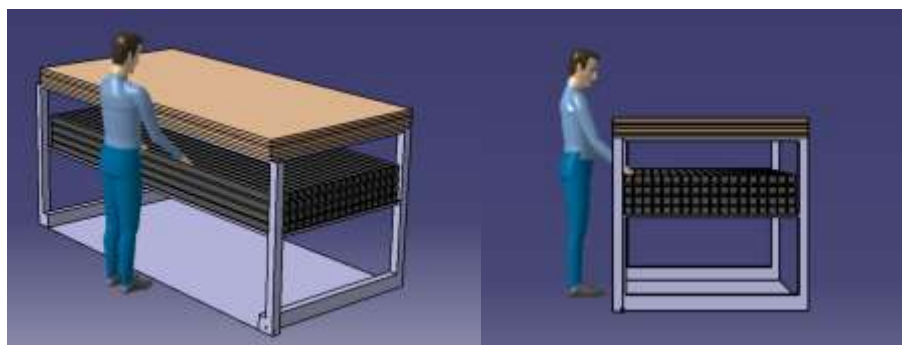
gambar 4. 67. Postur Pengangkatan Material besi *hollow* Sebelum dilakukan Perbaikan Fasilitas Kerja



gambar 4. 68 Postur Pengangkatan Material kayu *plywood* Sebelum dilakukan Perbaikan Fasilitas Kerja



gambar 4. 69 Postur Pengangkatan Manual Kayu Setelah Dilakukan Perbaikan Pada Tempat Penyimpanan material



gambar 4. 70. Postur Pengangkatan Manual Besi *Hollow* Setelah Dilakukan Perbaikan Pada Tempat Penyimpanan material

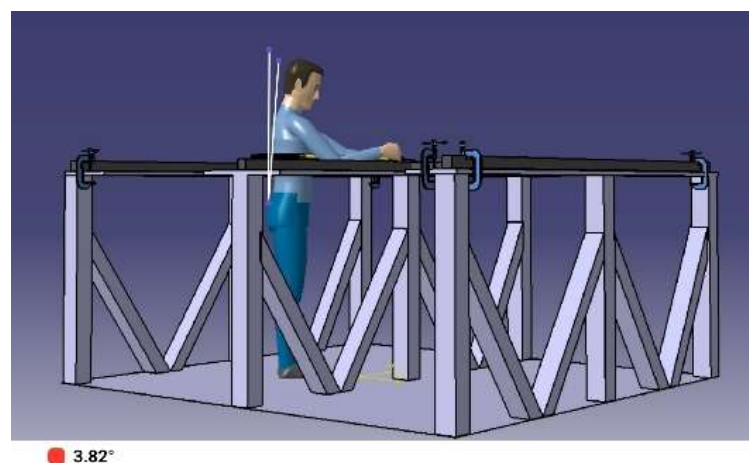
Gambar 4.68 dan 4.69 merupakan perubahan postur pengangkatan manual setelah dilakukan perancangan tempat penyimpanan material. Hasil simulasi

menunjukkan pekerjaan pengangkatan manual dengan posisi berdiri sehingga pekerja tidak perlu membungkuk karena tinggi meja telah disesuaikan data antropometri tinggi siku berdiri. Dengan demikian pekerjaan pengelasan dapat dilakukan dengan postur kerja yang lebih ergonomis dari sebelumnya

4.8 Penilaian Ulang Risiko Ergonomi Pekerjaan Fabrikasi Bekisting Setelah Perbaikan Fasilitas Kerja

4.8.1 Penilaian Ulang Pekerjaan Pengelasan Besi *Hollow*

Perancangan fasilitas kerja dilakukan dengan tujuan menurunkan risiko ergonomi yang timbul akibat postur kerja yang tidak alami. Mengacu pada rancangan meja las yang telah dipaparkan pada subbab sebelumnya, dilakukan simulasi menggunakan software CATIA untuk selanjutnya melakukan evaluasi ulang terhadap postur kerja pada aktivitas pengelasan. Evaluasi ulang ini bertujuan untuk mengukur tingkat efektivitas dari rancangan perbaikan yang telah diterapkan. Efektivitas sendiri dapat dimaknai sebagai parameter yang menunjukkan sejauh mana suatu target dapat dicapai. Dalam konteks penelitian ini, target yang dimaksud adalah penurunan skor risiko ergonomi dari kategori berbahaya menjadi kategori yang lebih aman. Hasil evaluasi ulang terhadap postur kerja pada aktivitas pengelasan besi *hollow* dapat dilihat pada Gambar 4.70 dan Gambar 4.71.



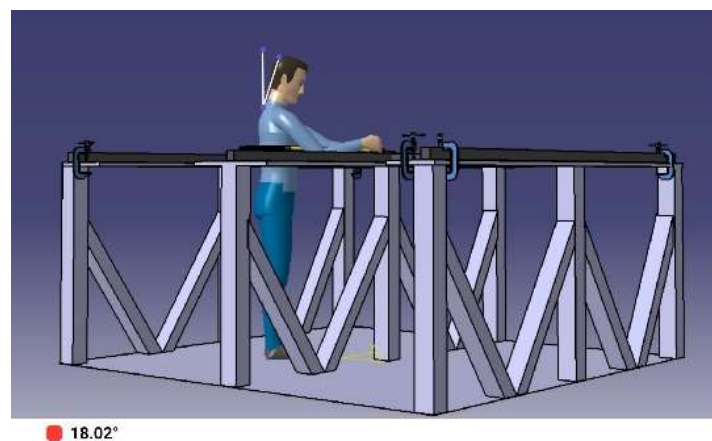
gambar 4. 71 Penilaian Ulang Potensi Bahaya Ergonomi Tubuh Bagian punggung

Hasil simulasi pada pekerjaan pengelasan besi *hollow* menunjukkan bahwa posisi kerja berdiri yang diterapkan mampu menekan potensi

bahaya ergonomi pada bagian punggung hingga sudut kemiringan sebesar 3,82°. Hal ini dapat tercapai berkat adanya rancangan ulang fasilitas kerja pada pekerjaan pengelasan besi *hollow*. Hasil penilaian ulang terhadap potensi bahaya ergonomi pada bagian punggung disajikan pada Tabel 4.51 berikut.

Tabel 4. 51 Penilaian Risiko Ergonomi tubuh bagian punggung

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Skor awal	Skor setelah perbaikan
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Tubuh membungkuk ke depan atau menekuk ke samping: dengan sudut antara 20° - 45°	Tidak	0	1	2	3	0
Total Skor Postur Tubuh						3	0



gambar 4. 72 Penilaian Ulang Potensi Bahaya Ergonomi Tubuh Bagian leher

Berdasarkan hasil simulasi, posisi kerja berdiri pada pekerjaan pengelasan besi *hollow* terbukti mampu menekan sudut kemiringan leher hingga mencapai 18,02°. Capaian ini tidak lepas dari peran rancangan ulang fasilitas kerja yang telah diterapkan pada pekerjaan pengelasan besi *hollow*. Hasil penilaian ulang terhadap potensi bahaya ergonomi pada bagian leher selengkapnya disajikan pada Tabel 4.52.

Tabel 4. 52 Penilaian Risiko Ergonomi tubuh bagian leher

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Skor awal	Skor setelah perbaikan
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Leher menekuk ke depan >20°	Tidak	0	1	2	3	0
Total Skor Postur Tubuh						3	0

Simulasi pekerjaan pengelasan besi *hollow* dilakukan dalam posisi berdiri, karena selama bekerja pekerja perlu bergerak dan berpindah dari satu titik ke titik lainnya. Pada Gambar 4.70 terlihat sudut kemiringan leher sebesar 3,82°, sementara Gambar 4.71 menunjukkan sudut kemiringan punggung sebesar 18,02°. Penilaian ulang kemudian dilakukan menggunakan form daftar periksa potensi bahaya ergonomi sesuai SNI 9011:2021, dengan hasilnya disajikan pada Tabel 4.53.

Tabel 4. 53 Penilaian Risiko Ergonomi Pekerjaan Pengelasan Besi *Hollow*

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Skor awal	Skor setelah perbaikan
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Tubuh membungkuk ke depan atau menekuk ke samping: dengan sudut antara 20° - 45°	Tidak	0	1	2	3	0
	Posisi berlutut atau jongkok	Tidak	1	2	3	4	0
	Leher menekuk ke depan >20°	ya	0	1	2	3	0
Total Skor Postur Tubuh						10	0

Tabel 4.53 menunjukkan hasil penurunan risiko postur kerja, di mana skor yang diperoleh adalah sebesar 0. Nilai ini mengalami penurunan signifikan dari skor awal sebesar 10 dengan kategori berbahaya menjadi skor 0 dengan kategori aman. Penurunan skor risiko

tersebut terjadi karena postur janggal seperti membungkuknya leher ke arah depan, tubuh membungkuk ke depan serta posisi jongkok telah berhasil dihilangkan melalui perancangan ulang fasilitas kerja.

Sesuai dengan ketentuan SNI 9011:2021, penilaian risiko ergonomi tidak hanya difokuskan pada postur tubuh, tetapi juga mencakup penilaian terhadap aktivitas pengangkatan beban secara manual. Pada pekerjaan pengelasan, aktivitas pengangkatan beban manual ini tidak dapat dihindari, mengingat pekerja perlu mengangkat besi *hollow* dari area penyimpanan atau meja pemotongan menuju meja pengelasan pondasi. Secara keseluruhan, hasil rekapitulasi penilaian ulang terhadap potensi bahaya ergonomi pada pekerjaan pengelasan setelah dilakukan perancangan meja kerja dapat dilihat pada Tabel 4.54.

Tabel 4. 54 Rekapitulasi Penilaian Ulang Risiko Bahaya Ergonomi Pekerjaan Pengelasan Besi *Hollow*

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Skor awal	Skor setelah perbaikan
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Tubuh membungkuk ke depan atau menekuk ke samping: dengan sudut antara 20° - 45°	Tidak	0	1	2	3	0
	Posisi berlutut atau jongkok	Tidak	1	2	3	4	0
	Leher menekuk ke depan >20°	Tidak	0	1	2	3	0
Pengangkatan beban manual	Zona Pengangkatan Manual	Ya	-	-	-	3	3
	Batang tubuh memuntir saat mengangkat	Tidak	-	-	-	2	0
	Pengangkatan menggunakan satu tangan	Ya	-	-	-	2	2

Lanjutan Tabel 4. 54 Rekapitulasi Penilaian Ulang Risiko Bahaya Ergonomi Pekerjaan Pengelasan Besi *Hollow*

	Posisi benda yang diangkat berada di bawah posisi siku	tidak	-	-	-	2	0
	mengangkat lebih 1-5 kali per menit	ya	-	-	-	1	1
Total Nilai Risiko						20	6

Tabel 4.54 menunjukkan hasil rekapitulasi penilaian ulang terhadap potensi bahaya ergonomi pada pekerjaan pengelasan, yang mengalami penurunan cukup signifikan. Potensi risiko bahaya ergonomi tercatat menurun dari skor 20 menjadi skor 6. Mengacu pada SNI 9011:2021, skor 6 tersebut menunjukkan bahwa kondisi tempat kerja telah berada pada kategori yang perlu pengamatan lebih lanjut. Meskipun demikian, penurunan skor menunjukkan bahwa rekomendasi perbaikan fasilitas kerja mampu mengurangi beberapa faktor risiko ergonomi, terutama pada postur membungkuk, jongkok, berlutut, leher menekuk. Penurunan risiko ini terjadi karena hasil simulasi perancangan fasilitas kerja berhasil menghilangkan atau menghindari beberapa postur janggal yang sebelumnya muncul, seperti leher yang menekuk ke depan, tubuh yang membungkuk, serta posisi berlutut atau berdiri yang tidak ergonomis. Selain itu, risiko yang berasal dari aktivitas pengangkatan beban manual juga dapat dieliminasi seiring dengan adanya rancangan ulang meja kerja dan tempat penyimpanan material yang lebih ergonomis.

4.8.2 Penilaian Ulang Pekerjaan Pengelasan Besi *Rebar*

Perancangan fasilitas kerja dilakukan dengan tujuan untuk menekan risiko ergonomi yang muncul akibat postur kerja yang kurang ideal. Mengacu pada rancangan meja las *adjustable* yang telah diuraikan pada bagian sebelumnya, rancangan tersebut kemudian disimulasikan menggunakan software CATIA, yang hasilnya dijadikan dasar untuk melakukan penilaian ulang terhadap postur kerja pada pekerjaan pengelasan besi rebar. Penilaian ulang ini dilakukan guna mengetahui

seberapa efektif perubahan rancangan yang telah diterapkan. Efektivitas dalam hal ini dipahami sebagai ukuran yang menggambarkan sejauh mana target yang telah ditetapkan dapat tercapai. Target yang dimaksud adalah turunnya skor risiko ergonomi dari kategori berbahaya menjadi kategori yang lebih aman. Hasil penilaian ulang terhadap postur kerja pada pekerjaan pengelasan besi rebar ditampilkan pada Gambar 4.72 dan Gambar 4.73.



gambar 4. 73 Penilaian Ulang Potensi Bahaya Ergonomi Tubuh Bagian punggung

Hasil simulasi pada pekerjaan pengelasan besi rebar menunjukkan bahwa posisi kerja duduk yang diterapkan mampu menekan potensi bahaya ergonomi pada bagian punggung hingga sudut kemiringan sebesar 2,50°. Hal ini dapat tercapai berkat rancangan ulang fasilitas kerja pada pekerjaan pengelasan besi rebar yang menggunakan meja dan kursi adjustable. Hasil penilaian ulang terhadap potensi bahaya ergonomi pada bagian punggung disajikan pada Tabel 4.55 berikut.

Tabel 4. 55 Penilaian Risiko Ergonomi tubuh bagian punggung

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Skor awal	Skor setelah perbaikan
			0%- 25%	25%- 50%	50%- 100%		
Postur janggal	Tubuh membungkuk ke depan atau menekuk ke samping: dengan sudut antara 20° - 45°	Tidak	0	1	2	3	0
Total Skor Postur Tubuh						3	0



gambar 4. 74 Penilaian Ulang Potensi Bahaya Ergonomi Tubuh Bagian Leher

Hasil simulasi pada pekerjaan pengelasan besi rebar menunjukkan bahwa posisi kerja berdiri yang diterapkan mampu menekan potensi bahaya ergonomi pada bagian leher hingga sudut kemiringan sebesar 15,51°. Capaian ini dapat diraih berkat rancangan ulang fasilitas kerja yang telah dilakukan pada pekerjaan pengelasan besi rebar. Hasil penilaian ulang terhadap potensi bahaya ergonomi pada bagian punggung pada Tabel 4.56 berikut.

Tabel 4. 56 Penilaian Risiko Ergonomi tubuh bagian leher

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Skor awal	Skor setelah perbaikan
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Leher menekuk ke depan >20°	Tidak	0	1	2	3	0
Total Skor Postur Tubuh						3	0

Simulasi pada pekerjaan pengelasan besi rebar dilaksanakan dalam posisi berdiri, mengingat selama bekerja pekerja perlu melakukan gerakan dan perpindahan tempat dari satu titik ke titik lainnya. Berdasarkan Gambar 4.72, diperoleh sudut kemiringan punggung sebesar 2,50°, sementara pada Gambar 4.73 terlihat sudut kemiringan leher tercatat sebesar 15,51°. Setelah diperoleh hasil simulasi tersebut, proses selanjutnya adalah melakukan penilaian ulang terhadap potensi bahaya ergonomi dengan menggunakan form daftar periksa yang mengacu pada standar SNI 9011:2021. Adapun hasil penilaian ulang terhadap potensi bahaya ergonomi pada pekerjaan pengelasan besi rebar tersebut pada Tabel 4.57.

Tabel 4. 57 Penilaian Risiko Ergonomi Pekerjaan Pengelasan Besi *rebar*

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Skor awal	Skor setelah perbaikan
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Tubuh membungkuk ke depan atau menekuk ke samping: dengan sudut antara 20° - 45°	Tidak	0	1	2	3	0
	Posisi berlutut atau jongkok	Tidak	1	2	3	4	0
	Leher menekuk ke depan >20°	Tidak	0	1	2	3	0
Total Skor Postur Tubuh						10	0

Tabel 4.57 memperlihatkan hasil penurunan risiko postur kerja pada pekerjaan pengelasan besi rebar, dengan skor akhir yang diperoleh sebesar 0. Skor ini turun secara signifikan dari nilai awal sebesar 10 yang tergolong dalam kategori berbahaya, menjadi 0 yang berada pada kategori aman. Penurunan skor risiko tersebut terjadi karena postur janggal yang sebelumnya muncul, seperti menekuknya leher ke arah depan dan posisi jongkok, berhasil dihilangkan melalui perancangan ulang fasilitas kerja. Selaras dengan ketentuan SNI 9011:2021, penilaian risiko ergonomi tidak hanya terbatas pada aspek postur tubuh, melainkan juga mencakup penilaian terhadap aktivitas pengangkatan beban secara manual. Pada pekerjaan pengelasan besi rebar, aktivitas tersebut merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dari rangkaian pekerjaan, sehingga tetap diperhitungkan dalam penilaian. Hasil rekapitulasi penilaian ulang terhadap keseluruhan potensi bahaya ergonomi pada pekerjaan pengelasan besi rebar setelah dilakukan perancangan ulang meja kerja selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.58.

Tabel 4. 58 Rekapitulasi Penilaian Ulang Risiko Bahaya Ergonomi Pekerjaan Pengelasan Besi *Rebar*

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Skor awal	Skor setelah perbaikan
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Tubuh membungkuk ke depan atau menekuk ke samping: dengan sudut antara 20° - 45°	Tidak	0	1	2	3	0
	Posisi berlutut atau jongkok	Tidak	1	2	3	4	0

Lanjutan tabel 4.58 Rekapitulasi Penilaian Ulang Risiko Bahaya Ergonomi Pekerjaan Pengelasan Besi Rebar

	Leher menekuk ke depan >20°	Tidak	0	1	2	3	0
Pengangkatan beban manual	Zona Pengangkatan Manual	Tidak	-	-	-	0	0
	Batang tubuh memuntir saat mengangkat	Tidak	-	-	-	1	0
	Posisi benda yang diangkat berada di bawah posisi siku	Tidak	-	-	-	2	0
	Mengangkat benda saat duduk atau bertumpu pada lutut	Tidak				2	0
	Pengangkatan menggunakan satu tangan	Ya	-	-	-	2	2
	Total Nilai Risiko					17	2

Tabel 4.58 menunjukkan hasil rekapitulasi penilaian ulang terhadap potensi bahaya ergonomi pada pekerjaan pengelasan besi rebar, yang menunjukkan penurunan cukup signifikan. Potensi risiko bahaya ergonomi tercatat berkurang dari skor awal 17 menjadi skor 2. Berdasarkan SNI 9011:2021, skor 2 tersebut mengindikasikan bahwa kondisi tempat kerja telah masuk dalam kategori aman. Penurunan ini terjadi karena melalui simulasi perancangan fasilitas kerja, beberapa postur janggal yang sebelumnya muncul berhasil dihilangkan atau dihindari, di antaranya leher yang menekuk ke depan, tubuh yang membungkuk, serta posisi berlutut maupun berdiri yang tidak ergonomis. Di samping itu, risiko dari aktivitas pengangkatan beban manual juga sebagian besar dapat dieliminasi berkat adanya rancangan ulang meja

kerja dan tempat penyimpanan material yang lebih ergonomis. Meskipun demikian, masih terdapat satu faktor risiko pengangkatan manual yang belum dapat dihindari, yaitu aktivitas pengangkatan menggunakan satu tangan, sehingga faktor risiko tersebut masih diperhitungkan dalam hasil penilaian.

4.8.3 Penilaian Ulang Pekerjaan Pemotongan kayu

Perancangan fasilitas kerja dilakukan dengan tujuan untuk menekan risiko ergonomi yang timbul akibat postur kerja yang tidak ergonomis selama aktivitas pemotongan kayu berlangsung. Mengacu pada rancangan meja untuk pekerjaan pemotongan kayu yang telah diuraikan secara rinci pada bagian sebelumnya, rancangan tersebut kemudian disimulasikan menggunakan software CATIA V5, yang hasilnya dijadikan dasar untuk melakukan penilaian ulang terhadap postur kerja pada pekerjaan pemotongan kayu. Penilaian ulang ini dilakukan dengan maksud untuk mengetahui dan mengevaluasi seberapa besar tingkat efektivitas dari perubahan rancangan yang telah diterapkan. Efektivitas dalam konteks ini dipahami sebagai ukuran yang menggambarkan sejauh mana target yang telah ditetapkan dapat tercapai, yaitu turunnya skor risiko ergonomi dari kategori berbahaya menjadi kategori yang lebih aman. Hasil penilaian ulang terhadap postur kerja pada aktivitas pemotongan kayu selengkapnya ditampilkan pada Gambar 4.75 dan Gambar 4.76.



gambar 4. 75 Penilaian Ulang Potensi Bahaya Ergonomi Tubuh Bagian punggung

Hasil simulasi pada Gambar 4.75 menunjukkan bahwa posisi kerja berdiri pada pekerjaan pemotongan kayu mampu menekan potensi bahaya ergonomi pada bagian punggung hingga sudut kemiringan sebesar 2,50°. Hal ini dapat tercapai berkat rancangan ulang fasilitas kerja yang telah diterapkan pada pekerjaan pemotongan kayu. Hasil penilaian ulang terhadap potensi bahaya ergonomi pada bagian punggung disajikan pada Tabel 4.59 berikut.

Tabel 4. 59 Penilaian Risiko Ergonomi tubuh bagian punggung

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Skor awal	Skor setelah perbaikan
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Tubuh membungkuk ke depan >45°	Tidak	1	2	3	4	0
Total Skor Postur Tubuh						4	0



gambar 4. 76 Penilaian Ulang Potensi Bahaya Ergonomi Tubuh Bagian Leher

Hasil simulasi pada Gambar 4.76 menunjukkan bahwa posisi kerja berdiri pada pekerjaan pemotongan kayu mampu menekan potensi bahaya ergonomi pada bagian leher hingga sudut kemiringan sebesar 16,07°. Hal ini dapat tercapai berkat rancangan ulang fasilitas kerja yang telah diterapkan pada pekerjaan pemotongan kayu. Hasil penilaian ulang

terhadap potensi bahaya ergonomi pada bagian leher disajikan pada Tabel 4.60 berikut.

Tabel 4. 60 Penilaian Risiko Ergonomi tubuh bagian leher

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Skor awal	Skor setelah perbaikan
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Leher menekuk ke depan >20°	Tidak	0	1	2	3	0
Total Skor Postur Tubuh						3	0

Simulasi pada pekerjaan pemotongan kayu dilaksanakan dalam posisi berdiri, karena selama bekerja pekerja perlu berpindah tempat dari satu titik ke titik lainnya. Berdasarkan Gambar 4.75, diperoleh sudut kemiringan punggung sebesar 3,64°, sementara pada Gambar 4.76 terlihat sudut kemiringan leher sebesar 16,07°. Setelah hasil simulasi diperoleh, dilakukan penilaian ulang terhadap potensi bahaya ergonomi menggunakan formulir daftar periksa yang mengacu pada standar SNI 9011:2021, dengan hasilnya disajikan pada Tabel 4.59.

Tabel 4. 61 Penilaian Risiko Ergonomi Pekerjaan Pemotongan Kayu

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Skor awal	Skor setelah perbaikan
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Tubuh membungkuk ke depan atau menekuk ke samping: dengan sudut antara 20° -45°	Tidak	0	1	2	3	0
	Posisi berlutut atau jongkok	Tidak	1	2	3	4	0

Lanjutan tabel 4. 61 Penilaian Risiko Ergonomi Pekerjaan Pemotongan Kayu

	Leher menekuk ke depan >20°	Tidak	0	1	2	3	0
	Getaran lokal (tanpa peredam)	ya	0	1	2	3	3
	Menggenggam dengan kuat dalam posisi "power grip" dengan gaya > 5 kg	ya	0	1	3	4	4
Total Skor Postur Tubuh						13	7

Tabel 4.61 memperlihatkan hasil penurunan risiko postur kerja pada pekerjaan pemotongan kayu, dengan skor akhir yang diperoleh sebesar 7. Nilai ini mengalami penurunan dari skor awal sebesar 13 menjadi 7, namun masih berada pada kategori berbahaya. Penurunan skor risiko tersebut terjadi karena beberapa postur janggal yang sebelumnya muncul, seperti menekuknya leher ke arah depan, tubuh membungkuk ke depan, serta posisi berlutut atau jongkok, berhasil dihindari melalui perancangan ulang fasilitas kerja. Sesuai dengan ketentuan SNI 9011:2021, penilaian risiko kemudian dilanjutkan dengan pengukuran terhadap aktivitas pengangkatan beban secara manual. Selain itu, faktor getaran yang dihasilkan oleh mesin pemotong kayu juga turut diperhitungkan, mengingat faktor tersebut merupakan risiko yang tidak dapat dihindari dalam pekerjaan ini. Adapun hasil rekapitulasi penilaian ulang terhadap risiko bahaya ergonomi pada pekerjaan pemotongan kayu secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 4.62.

Tabel 4. 62 Rekapitulasi Penilaian Ulang Risiko Bahaya Ergonomi Pekerjaan Pemotongan Kayu

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Skor awal	Skor setelah perbaikan
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Tubuh membungkuk ke depan atau menekuk ke samping; dengan sudut antara 20° -45°	Tidak	0	1	2	3	0
	Leher menekuk ke depan >20°	tidak	0	1	2	3	0
	Getaran lokal (tanpa peredam)	ya	0	1	2	3	3
	Menggenggam dengan kuat dalam posisi "power grip" dengan gaya > 5 kg	ya	0	1	2	4	4
Pengangkatan beban manual	Zona Pengangkatan Manual	ya	-	-	-	3	3
	Batang tubuh memuntir saat mengangkat	Tidak	-	-	-	2	0
	Posisi benda yang diangkat berada di bawah posisi siku	Tidak	-	-	-	2	0
	mengangkat lebih 1-5 kali per menit	ya	-	-	-	1	1
Total Nilai Risiko						22	11

Tabel 4.62 menunjukkan hasil penilaian ulang terhadap risiko postur kerja pada pekerjaan pemotongan kayu, dengan skor akhir yang diperoleh sebesar 11. Skor ini mengalami penurunan dari nilai awal sebesar 22 menjadi 11, namun kondisi kerja masih berada pada kategori berbahaya. Penurunan tersebut terjadi karena beberapa postur janggal yang sebelumnya muncul, seperti menekuknya leher ke arah depan, tubuh membungkuk ke depan, serta posisi berlutut atau jongkok, berhasil

dihindari melalui perancangan ulang fasilitas kerja. Meskipun demikian, terdapat beberapa faktor risiko ergonomi yang tidak dapat dihindari, yaitu paparan getaran lokal dan aktivitas menggenggam kuat dengan posisi *power grip*, mengingat pekerjaan ini mengharuskan penggunaan alat pemotong kayu yang berpotensi menimbulkan kedua faktor bahaya tersebut. Di sisi lain, faktor risiko pengangkatan beban manual sebagian dapat dieliminasi berkat perancangan ulang tempat penyimpanan material. Namun demikian, risiko pada zona pengangkatan manual masih belum dapat sepenuhnya dihindari, mengingat berat benda yang diangkat masih termasuk dalam kategori hati-hati.

4.8.4 Penilaian Ulang Pekerjaan Pemotongan Besi *Hollow*

Perancangan fasilitas kerja dilakukan dengan tujuan untuk menekan risiko ergonomi yang muncul akibat postur kerja yang kurang ideal. Mengacu pada rancangan meja pemotongan besi *hollow* yang telah diuraikan pada bagian sebelumnya, rancangan tersebut kemudian disimulasikan menggunakan software CATIA, yang hasilnya dijadikan dasar untuk melakukan penilaian ulang terhadap postur kerja pada pekerjaan pemotongan besi *hollow*. Penilaian ulang ini dilakukan guna mengetahui seberapa efektif perubahan rancangan yang telah diterapkan. Efektivitas dalam hal ini dipahami sebagai ukuran yang menggambarkan sejauh mana target yang telah ditetapkan dapat tercapai. Target yang dimaksud adalah turunnya skor risiko ergonomi dari kategori berbahaya menjadi kategori yang lebih aman. Hasil penilaian ulang terhadap postur kerja pada pekerjaan pemotongan besi *hollow* ditampilkan pada Gambar 4.77 dan Gambar 4.78.



gambar 4. 77 Penilaian Ulang Potensi Bahaya Ergonomi Tubuh Bagian punggung

Berdasarkan hasil simulasi yang ditampilkan pada Gambar 4.77, pekerjaan pemotongan besi *hollow* yang dilakukan dalam posisi berdiri terbukti mampu menekan potensi bahaya ergonomi pada bagian punggung hingga mencapai sudut kemiringan sebesar 2,85°. Capaian ini dapat diraih karena telah dilakukan perancangan ulang fasilitas kerja pada pekerjaan pemotongan besi *hollow*. Hasil penilaian ulang terhadap potensi bahaya ergonomi pada bagian punggung tersebut ditunjukkan pada Tabel 4.63 berikut.

Tabel 4. 63 Penilaian Risiko Ergonomi tubuh bagian punggung

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparasi Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Skor awal	Skor setelah perbaikan
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Tubuh membungkuk ke depan atau menekuk ke samping: dengan sudut antara 20° - 45°	Tidak	0	1	2	3	0
Total Skor Postur Tubuh						3	0



gambar 4. 78 Penilaian Ulang Potensi Bahaya Ergonomi Tubuh Bagian Leher

Simulasi sudut yang terdapat pada gambar 4.78 pada pekerjaan pemotongan besi *hollow* menjelaskan bahwa pekerjaan pengelasan pemotongan kayu dengan posisi berdiri dapat menurunkan potensi bahaya ergonomi tubuh bagian leher menjadi 10.05° . hal tersebut dapat dicapai karena telah dilakukan rancangan ulang fasilitas kerja pada pekerjaan pemotongak kayu. Hasil penilaian ulang potensi bahaya ergonomi tubuh bagian punggung ditunjukkan pada tabel 4.64 berikut.

Tabel 4. 64 Penilaian Risiko Ergonomi tubuh bagian punggung

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Skor awal	Skor setelah perbaikan
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Leher menekuk ke depan $>20^{\circ}$	Tidak	0	1	2	3	0
Total Skor Postur Tubuh						3	0

Simulasi pada aktivitas pemotongan besi *hollow* dilakukan dengan posisi tubuh berdiri, mengingat pekerja perlu bergerak dan berpindah tempat selama melaksanakan pekerjaannya. Berdasarkan Gambar 4.77, diperoleh sudut kemiringan punggung sebesar $2,85^{\circ}$, sedangkan pada Gambar 4.78 terlihat sudut kemiringan punggung sebesar $10,05^{\circ}$.

Selanjutnya, dilakukan penilaian ulang menggunakan form daftar periksa potensi bahaya ergonomi yang mengacu pada SNI 9011:2021. Hasil penilaian ulang terhadap potensi bahaya ergonomi tersebut disajikan pada Tabel 4.65.

Tabel 4. 65 Penilaian Risiko Ergonomi Pekerjaan Pemotongan Besi *Hollow*

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Skor awal	Skor setelah perbaikan
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Tubuh membungkuk ke depan atau menekuk ke samping: dengan sudut antara 20° -45°	Tidak	0	1	2	3	0
	Posisi berlutut atau jongkok	Tidak	1	2	3	4	0
	Leher menekuk ke depan >20°	tidak	0	1	2	3	0
	Getaran lokal (tanpa peredam)	ya	0	1	2	3	3
	Menggenggam dengan kuat dalam posisi "power grip" dengan gaya > 5 kg	ya	0	1	3	4	4
Total Skor Postur Tubuh						17	7

Tabel 4.65 merupakan hasil penurunan risiko postur kerja dengan hasil yang didapatkan sebesar 7. Nilai tersebut mengalami penurunan dari skor awal sebesar 17 menjadi 7 dengan kategori bahaya. Penurunan skor risiko terjadi karena postur janggal seperti tubuh leher menekuk ke depan dan tubuh membungkuk serta jongkok dapat dihindari. Mengacu pada SNI 9011:2021 penilaian risiko dilanjutkan dengan pengukuran pengangkatan beban manual. Rekapitulasi hasil penilaian ulang risiko bahaya ergonomi pada pekerjaan pemotongan besi *hollow* dapat dilihat pada Tabel 4.66

Tabel 4. 66 Rekapitulasi Penilaian Ulang Risiko Bahaya Ergonomi Pekerjaan Pemotongan Besi *Hollow*

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Skor awal	Skor setelah perbaikan
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Tubuh membungkuk ke depan atau menekuk ke samping: dengan sudut antara 20° -45°	Tidak	0	1	2	3	0
	Posisi berlutut atau jongkok	Tidak	1	2	3	4	0
	Leher menekuk ke depan >20°	tidak	0	1	2	3	0
	Getaran lokal (tanpa peredam)	ya	0	1	2	3	3
	Menggenggam dengan kuat dalam posisi "power grip" dengan gaya > 5 kg	ya	0	1	3	4	4
Pengangkatan beban manual	Zona Pengangkatan Manual	Ya	-	-	-	3	3
	Pengangkatan menggunakan satu tangan	Tidak	-	-	-	2	0
	Batang tubuh memuntir saat mengangkat	Tidak	-	-	-	2	0
	Posisi benda yang diangkat berada di bawah posisi siku	Tidak	-	-	-	2	0
	mengangkat lebih 1-5 kali per menit	ya	-	-	-	1	1
Total Nilai Risiko						27	11

Tabel 4.66 memaparkan hasil penilaian ulang terhadap risiko postur kerja, di mana skor akhir yang diperoleh adalah sebesar 11. Capaian ini menunjukkan adanya penurunan dari skor awal sebesar 27 menjadi 11,

yang menempatkan kondisi kerja pada kategori bahaya. Penurunan skor tersebut terjadi karena postur janggal berupa menekuknya leher ke arah depan telah dapat dihindari berkat adanya perancangan ulang fasilitas kerja serta perancangan ulang tempat penyimpanan material yang dapat mengurangi postur janggal Ketika mengangkat material kerja. Namun, untuk paparan getaran lokal dan *power grip* tidak dapat dihindari karena paparan tersebut berasal dari alat kerja dan tidak dapat digantikan serta beberapa faktor risiko pengangkatan manual yang tidak dapat dihindari berupa mengangkat lebih dari 1-5 kali per menit.

4.8.5 Penilaian Ulang Pekerjaan Pemotongan Besi *Rebar*

Setelah rancangan fasilitas kerja untuk pekerjaan pemotongan besi *rebar* dijabarkan pada bagian sebelumnya, rancangan tersebut kemudian disimulasikan menggunakan software CATIA. Hasil simulasi ini menjadi acuan untuk menilai ulang postur kerja pada pekerjaan pemotongan besi *rebar*, sekaligus untuk melihat seberapa efektif perubahan rancangan yang telah dibuat. Efektivitas di sini diukur dari seberapa besar target yang ditetapkan dapat tercapai, yaitu turunnya skor risiko ergonomi dari kategori berbahaya ke kategori yang lebih aman. Hasil penilaian ulang ini ditampilkan pada Gambar 4.79 dan Gambar 4.80.



gambar 4. 79 Penilaian Ulang Potensi Bahaya Ergonomi Tubuh Bagian punggung

Simulasi sudut yang terdapat pada gambar 4.78 pada pekerjaan pemotongan besi *rebar* menjelaskan bahwa pekerjaan pengelasan pemotongan kayu dengan posisi berdiri dapat menurunkan potensi bahaya ergonomi tubuh bagian punggung menjadi 2.62°. hal tersebut dapat

dicapai karena telah dilakukan rancangan ulang fasilitas kerja pada pekerjaan pemotongak kayu. Hasil penilaian ulang potensi bahaya ergonomi tubuh bagian punggung ditunjukkan pada tabel 4.67 berikut.

Tabel 4. 67 Penilaian Risiko Ergonomi tubuh bagian punggung

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Skor awal	Skor setelah perbaikan
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Tubuh membungkuk ke depan >45°	Tidak	1	2	3	4	0
Total Skor Postur Tubuh						4	0



gambar 4. 80 Penilaian Ulang Potensi Bahaya Ergonomi Tubuh Bagian leher

Simulasi sudut yang terdapat pada gambar 4.80 pada pekerjaan pemotongan besi *rebar* menjelaskan bahwa pekerjaan pengelasan pemotongan kayu dengan posisi berdiri dapat menurunkan potensi bahaya ergonomi tubuh bagian leher menjadi 18.70°. hal tersebut dapat dicapai karena telah dilakukan rancangan ulang fasilitas kerja pada pekerjaan pemotongak kayu. Hasil penilaian ulang potensi bahaya ergonomi tubuh bagian punggung ditunjukkan pada tabel 4.68 berikut.

Tabel 4. 68 Penilaian Risiko Ergonomi tubuh bagian leher

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparasi Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Skor awal	Skor setelah perbaikan
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Leher menekuk ke depan >20°	Tidak	0	1	2	3	0
Total Skor Postur Tubuh						3	0

Simulasi pekerjaan pemotongan besi *rebar* dilakukan dengan posisi berdiri, karena pekerja perlu bergerak dan berpindah tempat selama bekerja. Dari Gambar 4.79, terlihat sudut kemiringan punggung sebesar 2,62°, sementara Gambar 4.80 menunjukkan sudut kemiringan punggung sebesar 18,70°. Setelah itu, penilaian ulang dilakukan menggunakan form daftar periksa potensi bahaya ergonomi sesuai SNI 9011:2021, dengan hasilnya pada Tabel 4.69.

Tabel 4. 69 Penilaian Risiko Ergonomi Pekerjaan Pemotongan Besi Rebar

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparasi Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Skor awal	Skor setelah perbaikan
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Tubuh membungkuk ke depan >45°	Tidak	1	2	3	4	0
	Posisi berlutut atau jongkok	Tidak	1	2	3	4	0
	Leher menekuk ke depan >20°	tidak	0	1	2	3	0
	Getaran lokal (tanpa peredam)	ya	0	1	2	3	3
	Menggenggam dengan kuat dalam posisi "power grip" dengan gaya > 5 kg	ya	0	1	3	4	4
Total Skor Postur Tubuh						18	7

Tabel 4.69 memperlihatkan hasil penurunan risiko postur kerja, dengan skor akhir yang diperoleh sebesar 3. Skor ini turun dari nilai awal 18 menjadi 7, sehingga masuk dalam kategori bahaya. Penurunan ini terjadi karena postur janggal seperti leher yang menekuk ke depan, tubuh membungkuk, serta posisi jongkok berhasil dihindari melalui perbaikan rancangan fasilitas kerja. Mengacu pada SNI 9011:2021, penilaian risiko kemudian dilanjutkan dengan pengukuran terhadap aktivitas pengangkatan beban manual. Rekapitulasi hasil penilaian ulang risiko bahaya ergonomi pada pekerjaan pemotongan besi *rebar* dapat dilihat pada Tabel 4.70.

Tabel 4. 70 Rekapitulasi Penilaian Ulang Risiko Bahaya Ergonomi Pekerjaan Pemotongan Besi *Rebar*

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Skor awal	Skor setelah perbaikan
			0%- 25%	25%- 50%	50%- 100%		
Postur janggal	Tubuh membungkuk ke depan >45°	Tidak	1	2	3	4	0
	Posisi berlutut atau jongkok	Tidak	1	2	3	4	0
	Leher menekuk ke depan >20°	tidak	0	1	2	3	0
	Getaran lokal (tanpa peredam)	ya	0	1	2	3	3
	Menggenggam dengan kuat dalam posisi "power grip" dengan gaya > 5 kg	ya	0	1	3	4	4

\

Lanjutan tabel 4.70 Rekapitulasi Penilaian Ulang Risiko Bahaya Ergonomi Pekerjaan Pemotongan Besi Rebar

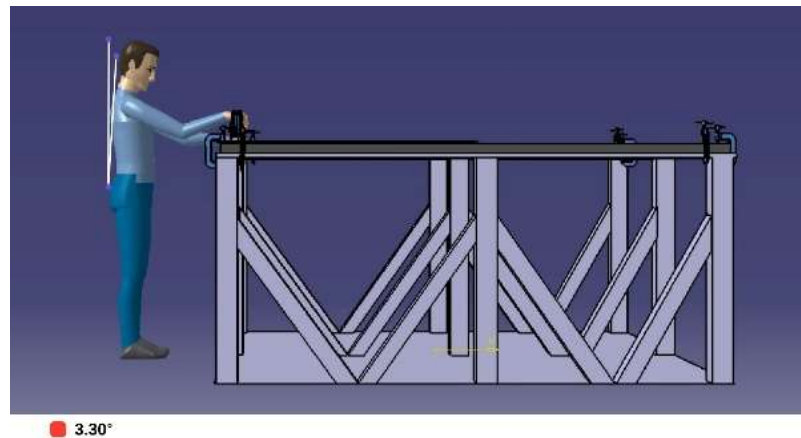
Pengangkatan beban manual	Zona Pengangkatan Manual	Tidak	-	-	-	0	0
	Pengangkatan menggunakan satu tangan	Ya	-	-	-	2	2
	Pengangkatan berada dibawah posisi siku	Tidak	-	-	-	2	0
	Mengangkat benda saat duduk atau bertumpu pada lutut	Tidak	-	-	-	2	0
	mengangkat lebih 1-5 kali per menit	ya	-	-	-	1	1
Total Nilai Risiko						25	10

Tabel 4.70 memaparkan hasil penilaian ulang terhadap risiko postur kerja, di mana skor akhir yang diperoleh adalah sebesar 10. Capaian ini menunjukkan adanya penurunan dari skor awal sebesar 25 menjadi 10, yang menempatkan kondisi kerja pada kategori perlu pengamatan lebih lanjut. Penurunan skor tersebut terjadi karena postur janggal berupa menekuknya leher ke arah depan, tubuh membungkuk kedepan, dan postur jongkok telah dapat dihindari berkat adanya perancangan ulang fasilitas kerja serta perancangan ulang tempat penyimpanan material yang dapat mengurangi postur janggal Ketika mengangkat material kerja. Namun, untuk paparan getaran lokal dan *power grip* tidak dapat dihindari karena paparan tersebut berasal dari alat kerja dan tidak dapat digantikan.

4.8.6 Penilaian Ulang Pekerjaan Pemasangan kayu

Perancangan fasilitas kerja ditujukan untuk menurunkan risiko ergonomi akibat postur tidak ergonomis. Simulasi desain kursi dan meja untuk pekerjaan pemasangan kayu dilakukan dengan CATIA V5. Selanjutnya dilakukan penilaian ulang untuk mengukur efektivitasnya. Nilai efektifitas ditandai dengan penurunan skor risiko dari berbahaya

menjadi lebih aman. Hasil penilaian ditampilkan pada Gambar 4. dan Gambar 4.81

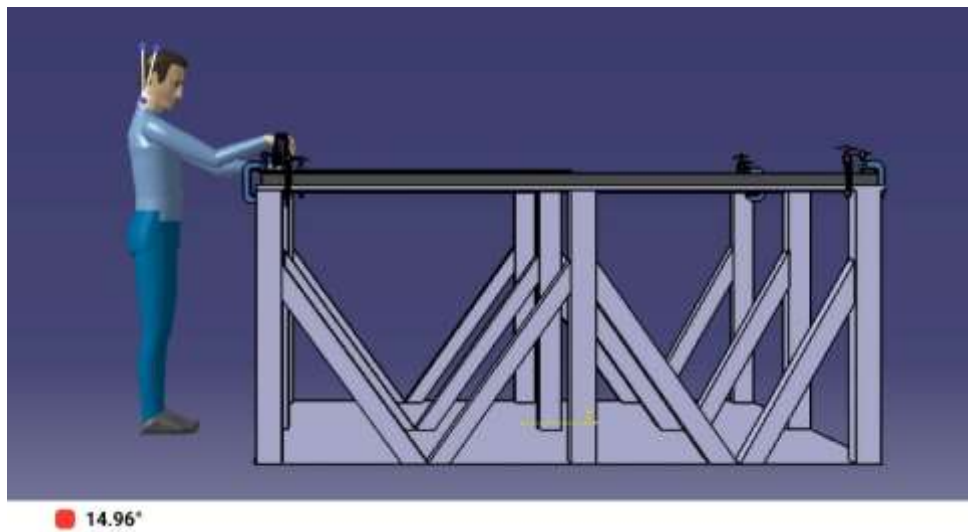


gambar 4. 81 Penilaian Ulang Potensi Bahaya Ergonomi Tubuh Bagian punggung

Simulasi sudut yang terdapat pada gambar 4.81 pada pekerjaan pemotongan pemasangan kayu menjelaskan bahwa pekerjaan pemasangan kayu dengan posisi berdiri dapat menurunkan potensi bahaya ergonomi tubuh bagian punggung menjadi 3.30°. hal tersebut dapat dicapai karena telah dilakukan rancangan ulang fasilitas kerja pada pekerjaan pemotongak kayu. Hasil penilaian ulang potensi bahaya ergonomi tubuh bagian punggung ditunjukkan pada tabel 4.71 berikut.

Tabel 4. 71 Penilaian Risiko Ergonomi tubuh bagian punggung

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparasi Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Skor awal	Skor setelah perbaikan
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Tubuh membungkuk ke depan >45°	Tidak	1	2	3	4	0
Total Skor Postur Tubuh						4	0



gambar 4. 82 Penilaian Ulang Potensi Bahaya Ergonomi Tubuh Bagian Leher

Simulasi sudut yang terdapat pada gambar 4.82 pada pekerjaan pemotongan pemasangan kayu menjelaskan bahwa pekerjaan pemasangan kayu dengan posisi berdiri dapat menurunkan potensi bahaya ergonomi tubuh bagian punggung menjadi 3.30°. hal tersebut dapat dicapai karena telah dilakukan rancangan ulang fasilitas kerja pada pekerjaan pemasangan kayu. Hasil penilaian ulang potensi bahaya ergonomi tubuh bagian punggung ditunjukkan pada tabel 4.71 berikut.

Tabel 4. 72 Penilaian Risiko Ergonomi Tubuh Bagian Leher

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Skor awal	Skor setelah perbaikan
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Leher menekuk ke depan >20°	Tidak	0	1	2	3	0
Total Skor Postur Tubuh						3	0

Hasil simulasi pekerjaan bending ditunjukkan pada Gambar 4. dan Gambar 4.81 Pekerjaan pemasangan kayu dilakukan pada posisi berdiri. pada Gambar 4.82 postur tubuh menekuk ke depan >45° dapat dihilangkan. Sehingga pada penilaian ulang potensi bahaya ergonomi menggunakan formulir SNI 9011:2021, didapatkan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 4.73.

Tabel 4. 73 Penilaian Risiko Ergonomi Pekerjaan Pemasangan Kayu

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Skor awal	Skor setelah perbaikan
			0%- 25%	25%- 50%	50%- 100%		
Postur janggal	Tubuh membungkuk ke depan atau menekuk ke samping; dengan sudut antara 20° -45°	Tidak	0	1	2	3	0
	Posisi berlutut atau jongkok	Tidak	1	2	3	4	0
	Leher menekuk ke depan >20°	tidak	0	1	2	3	0
	Getaran lokal (tanpa peredam)	ya	0	1	2	3	4
	Menggenggam dengan kuat dalam posisi "power grip" dengan gaya > 5 kg	ya	0	1	3	4	3
Total Skor Postur Tubuh						17	7

Tabel 4.73 merupakan hasil penurunan risiko postur kerja dengan hasil yang didapatkan sebesar 7. Nilai tersebut mengalami penurunan dari skor awal sebesar 17 menjadi 7 dengan kategori berbahaya. Penurunan skor risiko terjadi karena postur janggal seperti tubuh leher menekuk ke depan dapat dihindari. Mengacu pada SNI 9011:2021 penilaian risiko dilanjutkan dengan pengukuran pengangkatan beban manual. Namun getaran yang dihasilkan dari mesin pemotong kayu tidak dapat dihindari. Rekapitulasi hasil penilaian ulang risiko bahaya ergonomi pada pekerjaan pemasangan kayu dapat dilihat pada Tabel 4.74

Tabel 4. 74 Rekapitulasi Penilaian Ulang Risiko Bahaya Ergonomi Pekerjaan Pemasangan Kayu

Kategori Potensi bahaya	Potensi bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Pilihan Skor			Skor awal	Skor setelah perbaikan
			0%-25%	25%-50%	50%-100%		
Postur janggal	Tubuh membungkuk ke depan >45°	Tidak	1	2	3	4	0
	Posisi berlutut atau jongkok	Tidak	1	2	3	2	0
	Leher menekuk ke depan >20°	tidak	0	1	2	3	0
	Getaran lokal (tanpa peredam)	ya	0	1	2	3	3
	Menggenggam dengan kuat dalam posisi "power grip" dengan gaya > 5 kg	ya	0	1	3	4	4
Pengangkatan beban manual	Zona Pengangkatan Manual	Tidak	-	-	-	0	0
	Posisi benda yang diangkat berada di bawah posisi siku	Tidak	-	-	-	2	0
	Pengangkatan menggunakan satu tangan	Ya	-	-	-	2	2
	Pengangkatan 1-5 kali per menit	Ya				1	1
Total Nilai Risiko						21	10

Tabel 4.74 rekapitulasi penilaian ulang potensi bahaya ergonomi pada pekerjaan pemotongan kayu mengalami penurunan yang cukup signifikan. Potensi risiko bahaya ergonomi mengalami penurunan dari skor 21 menjadi 10. Berdasarkan SNI 9011:2021 nilai 10 merupakan kondisi tempat kerja yang berbahaya. Penurunan risiko terjadi karena pada hasil simulasi perancangan fasilitas kerja postur tubuh leher menekuk ke depan, Tubuh membungkuk ke depan atau menekuk ke samping, serta posisi berlutut atau jongkok dapat dihilangkan atau

dihindari dengan adanya redesain meja posisi benda yang diangkat berada dibawah posisi siku dapat dihilangkan. namun, pada paparan getaran lokal dan *power grip* tidak dapat dihindari dikarenakan pekerjaan tersebut memerlukan peralatan alat bor yang digunakan untuk pemasangan kayu ke pondasi yang Dimana getaran dan *power grip* tidak dapat dihindari.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Analisis postur kerja untuk pekerjaan fabrikasi bekisting dengan mengacu pada SNI 9011:2021. Langkah pertama yang ditempuh adalah survei Gangguan Otot dan Tulang Rangka Akibat Kerja (GOTRAK) pada pekerja di empat jenis pekerjaan, yaitu pengelasan, pemotongan besi, pemotongan kayu, dan pemasangan kayu. Setelah itu, dilakukan penilaian menggunakan daftar periksa potensi bahaya ergonomi, yang menghasilkan skor sebesar 19 untuk pengelasan besi *hollow*, 17 untuk pengelasan besi *rebar*, 26 untuk pemotongan besi *hollow*, 25 untuk pemotongan besi *rebar*, 21 untuk pemasangan kayu ke pondasi, dan 22 untuk pemotongan kayu. Berdasarkan SNI 9011:2021, skor risiko pada kelima pekerjaan tersebut tergolong berbahaya karena nilainya berada di atas ambang batas 7, sehingga diperlukan perbaikan.
2. Perancangan fasilitas kerja sebagai rekomendasi perbaikan berupa meja kerja untuk pekerjaan pengelasan besi *hollow*, pemotongan besi *hollow*, pemotongan kayu *plywood*, dan pemasangan kayu ke pondasi. Sedangkan untuk pekerjaan pengelasan dan pemotongan *rebar* dilakukan perbaikan berupa meja dan kursi kerja dengan konsep *adjustable*. Pada meja Kerja pengelasan Besi *Hollow* dan pemasangan kayu ke pondasi menggunakan Panjang dan lebar 244 cm dikarenakan mengikuti ukuran benda kerja serta tinggi 108.06 cm yang menggunakan data dari antropometri Indonesia dan ruang akses pekerja untuk mencapai titik tengah pekerjaan menggunakan ruang gerak bebas horizontal untuk lalu Lalang dengan lebar 81.3 cm. Untuk meja pemotongan besi *hollow* Panjang menggunakan 240 cm dikarenakan mengikuti ukuran Panjang benda kerja, untuk lebar menggunakan ukuran 52.19 cm dan tinggi 108.06 cm mengikuti data antropometri Indonesia. Untuk meja

pemotongan kayu menggunakan Panjang dan lebar yang mengikuti benda kerja yaitu 244 cm dan 125 cm. untuk tinggi meja yaitu 108.06 cm.

3. Penilaian ulang risiko ergonomi menggunakan software CATIA menunjukkan adanya penurunan skor setelah dilakukan perbaikan terhadap fasilitas kerja. Pekerjaan pengelasan besi *hollow* dengan total skor 19 turun menjadi 5, Pekerjaan pengelasan besi *rebar* dengan total skor 17 turun menjadi 2, Pemotongan besi *hollow* dengan total skor 26 turun menjadi 11, pekerjaan pemotongan besi *rebar* dengan total skor 25 turun menjadi 10, pekerjaan pemasangan kayu ke pondasi dengan total skor 21 turun menjadi 10, dan pekerjaan pemotongan kayu dengan total skor 22 turun menjadi 11. Menurunnya skor ini menunjukkan keefektifan perbaikan terhadap fasilitas kerja. pada pekerjaan pengelasan besi *hollow* diperlukan pengamatan lebih lanjut dikarenakan skor berada pada area 2 hingga 6. Namun, , pekerjaan pemotongan besi *hollow*, pemotongan besi *rebar*, pemasangan kayu ke pondasi, dan pemotongan kayu masih dalam kategori bahaya karena skor hasil penilaian ulang menunjukkan skor diatas 7

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini telah disimulasikan menggunakan software CATIA, namun desain terebut belum direalisasikan. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk memfokuskan pada pembuatan prototipe hasil redesain fasilitas kerja, serta dilakukan pengujian langsung untuk mengetahui nilai efektivitasnya.
2. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan rancangan fasilitas kerja pada pekerjaan yang masih berada dalam kategori berbahaya setelah dilakukan re-design, khususnya pekerjaan pemotongan besi *rebar* dan *hollow*, pemotongan kayu serta pemasangan kayu ke pondasi. Pengembangan dapat difokuskan pada redesain alat kerja yang efektif menurunkan potensi bahaya, atau mekanisme kerja yang dapat mengurangi

aktivitas manual handling, menggenggam serta menurunkan getaran pada alat secara langsung.

3. Penelitian selanjutnya dapat mencantumkan rincian biaya dalam perancangan ulang fasilitas kerja agar memudahkan perusahaan dalam mengimplementasikan hasil rancangan tersebut.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Albulescu, P., Macsinga, I., Rusu, A., Sulea, C., Bodnar, A., & Tulbure, B. T. (2022). "Give me a break!" A systematic review and meta-analysis on the efficacy of micro-breaks for increasing well-being and performance. Dalam *PLoS ONE* (Vol. 17, Nomor 8 August). Public Library of Science. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0272460>
- Andi Hastuti, Yuliati, & Andi Mansur Sulolipu. (2023). Faktor Yang Berhubungan Dengan Keluhan Musculoskeletal Disorders (MSDs) Pada Pegawai Yang Menggunakan Komputer Di RSUP Dr. Tadjuddin Chalid Kota Makassar. *Window of Public Health Journal*, 493–504. <https://doi.org/10.33096/woph.v4i3.812>
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. (2021). www.bsn.go.id
- Damayanti, A. D., Masgode, M. B., Rustan, F. R., & Dirgantara, A. (2023). Analisis Implementasi Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Proyek Konstruksi. *Mining Science And Technology Journal*, 2(2), 133–139. <https://doi.org/10.54297/minetech-journal.v2i2.485>
- Dani Lestari, K., Hendra, dan, Studi Magister Keselamatan dan Kesehatan Kerja, P., Kesehatan Masyarakat, F., & Keselamatan dan Kesehatan Kerja, D. (2022). Postur Kerja dan Gangguan Otot Rangka Akibat Kerja Pada Juru Las. *Jurnal Ergonomi Indonesia*, 8(1), 30–36. <https://doi.org/10.24843/JEI.2022.v08.i01.p01>
- Dhonny, M. A., & Mahbubah, N. A. (2025). EVALUASI RISIKO CEDERA MUSCULOSKELETAL BERBASIS METODE RULA DAN REBA PADA OPERATOR BAGIAN PENGIRIMAN BARANG DI PT DCF. *Sigma Teknika*, 8(2), 237–249.
- Fauzy, M. R., Syiam, K. L., Dalulia, P., Kautsar, F., & Wiati, N. M. (2025). Analisis Musculoskeletal Disorders (MSDs) Pada Pekerja di Konfeksi CV. Jaya Indah Collection Menggunakan Metode Rapid Upper Limb Assessment (RULA) dan Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Jumantara Jurnal Manajemen dan Teknologi Rekayasa*, 4(2), 91. <https://doi.org/10.28989/jumantara.v4i2.2932>

- Fiih, A. L., Jufriyanto, Moh., Hidayat, H., & Muhammad, K. (2024). Analisis Postur Pekerja Menggunakan Metode REBA dan RULA Pada Proses Pengelasan di PT. Ravana Jaya. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia*, 4(4), 123–128. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.443>
- Hutabarat, J. (2017). Dasar- Dasar Pengetahuan Ergonomi. *Media Nusa Creative*.
- Kurniawan, W., & Saidah, A. (2022). *METAL AND NON METAL CUTTING MACHINE DESIGN*. <http://journal.uta45jakarta.ac.id/index.php/jktm/index>
- Maulani, I. S., Abidin, Z., Setiawan, T., & Abidin, Z. (2023). *ANALISIS PENGUKURAN GEOMETRIK PADA MESIN DRILLING (BOR) DI SMK MUHAMADIYAH CIMANGGU KABUPATEN CILACAP* (Vol. 1, Nomor 1). <https://ojs.unigal.ac.id/index.php/jmg>
- Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 5. (2018). <https://jdih.kemnaker.go.id/peraturan/detail/1546/peraturan-menteri-nomor-5-tahun-2018>
- Perbawa, D. A., Akbar, A., Firdaus, R., & Mulyadi, M. (2025). Analisis Kinerja Mesin Circular saw Berorientasi Potong 45-90 Derajat Untuk Aplikasi Industri Kayu Studi Eksperimental. *Jurnal Mesin Nusantara*, 8(1), 125–136. <https://doi.org/10.29407/jmn.v8i1.24694>
- Primasari, M. S., & Kurnianingtyas, C. D. (2022). *ANALISIS POSTUR KERJA DAN MANUAL MATERIAL HANDLING PADA AKTIVITAS PEMINDAHAN MATERIAL DI BENGKEL BUBUT BP. XVI(2)*, 124–135.
- Pristiwanti, M., Amrullah, H. N., & Resmi, F. (2024). Penilaian Risiko Ergonomi Menggunakan SNI 9011:2021 dan Perancangan Ulang Stasiun Kerja Pada Pekerjaan Pemotongan Plat Baja Menggunakan Mesin CNC di Perusahaan Fabrikasi Baja. *Journal of Safety, Health, and Environmental Engineering*. <https://doi.org/10.35991/jshee.v2i2.42>
- Rahmahwati, R., Prawatya, Y. E., Lumbantoruan, B., Masyarakat, A., Barat Khususnya Di, K., Punggur, D., & Kakap, K. S. (2021). Rancang Bangun Alat Pengupas Kulit Kopi Mentah Dengan Metode Rapid Upper Limb Assesment (RULA) Untuk Mengurangi Keluhan Muskuloskeletal (Engineering design of raw coffee peel using Rapid Upper Limb Assessment (RULA) method to

reduce musculoskeletal disorders). Dalam *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering* (Vol. 2021, Nomor 1).

Suhendar, A., Sinaga, A. B., Firmansyah, A., Supriyadi, S., & Kusmasari, W. (2023). Analisis Risiko Musculoskeletal Disorders (MSDs) pada Pekerjaan Pengangkutan Galon Air Mineral. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 9(1), 71–78. <https://doi.org/10.30656/intech.v9i1.5641>

Usdayana, I. G. N. Y., Djaali, N. A., & Endarti, A. T. (2024). Hubungan Posisi Kerja terhadap Keluhan LBP (Low Back Pain) pada Pekerja Buruh Lapangan Bekisting di PT Cipta Dimensi. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Perkotaan*, 4(1), 13–21. <https://doi.org/10.37012/jkmp.v4i1.2218>

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN 1
JENIS PEKERJAAN FABRIKASI BEKISTING PADA
AREA PROYEK

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

Pekerjaan Pengelasan



Pekerjaan pemotongan besi



Pekerjaan Pemotongan Kayu



Pekerjaan Pemasangan kayu ke pondasi



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN 2
HASIL SURVEI KELUHAN GANGGUAN OTOT DAN
RANGKA

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

No	Grafik GOTRAK Pekerja fabrikasi Bekisting											
	Leher	Siku	lengan	tangan	bahu	punggung atas	punggung bawah	pinggul	lutut	kaki	betis	paha
1	1	1	9	4	1	4	3	2	4	1	6	9
2	1	1	1	9	1	9	12	9	1	1	6	1
3	1	1	6	9	1	9	9	9	1	9	1	1
4	2	1	1	1	2	1	9	8	6	1	6	1
5	1	1	1	1	1	1	1	8	3	1	1	2
6	1	1	9	4	1	4	2	3	1	1	6	9
7	1	1	4	6	1	4	4	4	1	1	6	6
8	1	1	1	1	6	6	6	9	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1	9	6	1	1	9	9
10	1	1	1	1	1	9	6	6	1	1	1	1

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN 3
SURVEI KELUHAN GANGGUAN OTOT DAN RANGKA
PEKERJA

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

Lampiran B
(normatif)
Survei keluhan gangguan otot rangka

1. Perusahaan : PT. WLS
2. Tanggal : 12-11-2015
3. Nama (opsional) : Arjuna
4. Posisi/jabatan : Tukang las / Pakar las
5. Deskripsikan tugas-tugas yang Anda lakukan pada pekerjaan ini dan durasi waktu (untuk tiap shift kerja) yang Anda habiskan untuk melaksanakan setiap tugas
 Tugas: belah tang (dibaca) Waktu: 12 jam
ketang (gigit)

6. Manakah yang merupakan tangan dominan Anda?
☒ Kanan ☐ Kiri ☐ Keduanya
7. Sudah berapa lama Anda bekerja pada posisi/jabatan saat ini?
☐ Kurang dari 3 bulan ☒ 5 – 10 Tahun
☐ 3 Bulan – 1 Tahun ☐ Lebih dari 10 tahun
☐ 1 – 5 Tahun
8. Seberapa sering Anda merasakan kelelahan mental setelah bekerja?
☒ Tidak pernah ☐ Sering
☐ Kadang-kadang ☐ Selalu
9. Seberapa sering Anda merasakan kelelahan fisik setelah bekerja?
☒ Tidak pernah ☐ Sering
☐ Kadang-kadang ☐ Selalu
10. Pernahkah Anda mengalami rasa sakit/nyeri atau ketidaknyaman yang Anda anggap berhubungan dengan pekerjaan dalam satu tahun terakhir?
☒ Ya ☐ Tidak
11. Jika Ya, silakan mengisi survei pada halaman selanjutnya; untuk setiap bagian tubuh yang disebutkan, dimohon untuk menjelaskan tentang:
 - Seberapa sering Anda merasakan ketidaknyamanan pada setiap bagian tubuh
 - Tingkat ketidaknyamanan
 - Apakah rasa sakit itu mengganggu kemampuan Anda untuk melakukan pekerjaan Anda?
 - Pada bagian tubuh mana ketidaknyamanan dirasakan

Catatan: 'sakit' dapat berupa nyeri, kaku, mati rasa, kesemutan, atau rasa terbakar

LEHER

Seberapa sering? Seberapa parah?

☒ Tidak pernah ☒ Tidak ada masalah

☐ Terkadang ☐ Tidak nyaman

☐ Sering ☐ Sakit

☐ Selalu ☐ Sakit parah

BAHU

Seberapa sering? Seberapa parah?

☐ Tidak pernah ☐ Tidak ada masalah

☐ Terkadang ☐ Tidak nyaman

☐ Sering ☒ Sakit

☐ Selalu ☐ Sakit parah

SIKU

Seberapa sering? Seberapa parah?

☒ Tidak pernah ☐ Tidak ada masalah

☐ Terkadang ☐ Tidak nyaman

☐ Sering ☐ Sakit

☐ Selalu ☐ Sakit parah

PUNGGUNG ATAS

Seberapa sering? Seberapa parah?

☒ Tidak pernah ☐ Tidak ada masalah

☐ Terkadang ☐ Tidak nyaman

☐ Sering ☐ Sakit

☐ Selalu ☐ Sakit parah

LENGAN

Seberapa sering? Seberapa parah?

☒ Tidak pernah ☐ Tidak ada masalah

☐ Terkadang ☐ Tidak nyaman

☐ Sering ☐ Sakit

☐ Selalu ☐ Sakit parah

PUNGGUNG BAWAH

Seberapa sering? Seberapa parah?

☐ Tidak pernah ☐ Tidak ada masalah

☒ Terkadang ☐ Tidak nyaman

☐ Sering ☒ Sakit

☐ Selalu ☐ Sakit parah

TANGAN

Seberapa sering? Seberapa parah?

☒ Tidak pernah ☐ Tidak ada masalah

☐ Terkadang ☐ Tidak nyaman

☐ Sering ☐ Sakit

☐ Selalu ☐ Sakit parah

PINGGUL

Seberapa sering? Seberapa parah?

☐ Tidak pernah ☐ Tidak ada masalah

☐ Terkadang ☐ Tidak nyaman

☒ Sering ☒ Sakit

☐ Selalu ☐ Sakit parah

PAHA

Seberapa sering? Seberapa parah?

☒ Tidak pernah ☐ Tidak ada masalah

☐ Terkadang ☐ Tidak nyaman

☐ Sering ☐ Sakit

☐ Selalu ☐ Sakit parah

LUTUT

Seberapa sering? Seberapa parah?

☒ Tidak pernah ☐ Tidak ada masalah

☐ Terkadang ☐ Tidak nyaman

☐ Sering ☐ Sakit

☐ Selalu ☐ Sakit parah

BETIS

Seberapa sering? Seberapa parah?

☒ Tidak pernah ☐ Tidak ada masalah

☐ Terkadang ☐ Tidak nyaman

☐ Sering ☐ Sakit

☐ Selalu ☐ Sakit parah

KAKI

Seberapa sering? Seberapa parah?

☒ Tidak pernah ☐ Tidak ada masalah

☐ Terkadang ☐ Tidak nyaman

☐ Sering ☐ Sakit

☐ Selalu ☐ Sakit parah

Pada setiap bagian tubuh dengan keterangan "sakit" atau "sakit parah", atau "selalu" merasakan "tidak nyaman", jelaskan pekerjaan yang menurut Anda menyebabkan masalah tersebut, dan apakah sebelumnya Anda pernah mengalami cedera di bagian tubuh tersebut.

Bagian Tubuh	Pernah Mengalami Cedera Sebelumnya		Kemungkinan Pekerjaan yang Menyebabkan Masalah
Pinggul	Ya	☒ Tidak	Pegawai polis' lugh
	Ya	☐ Tidak	
	Ya	☐ Tidak	
	Ya	☐ Tidak	

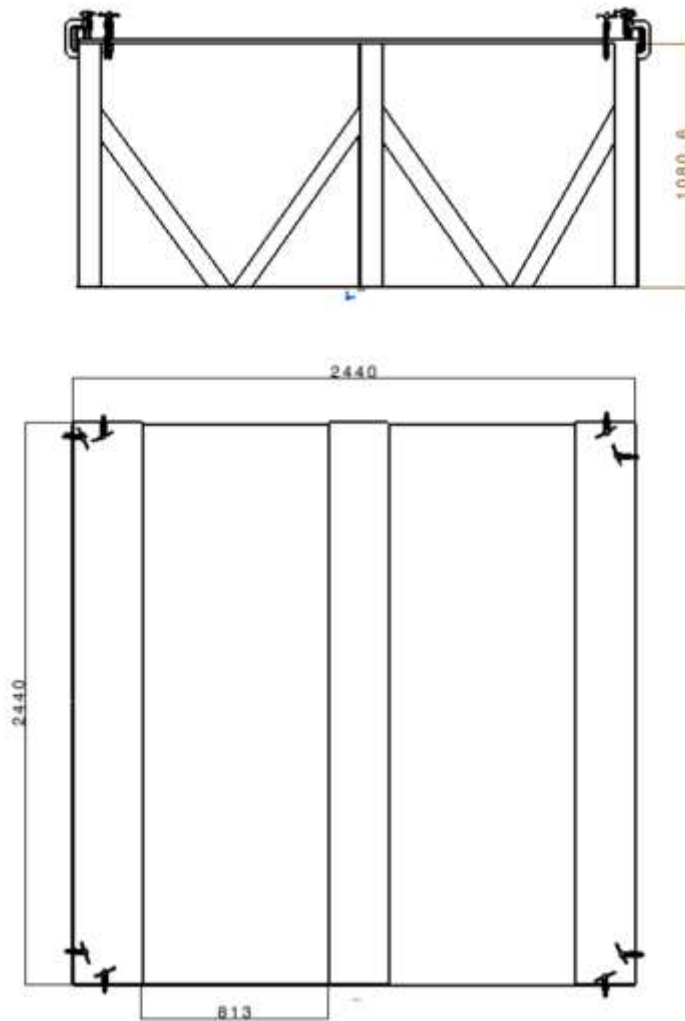
Penguji K3/ Ahli K3 Lingkungan
Kerja Muda/ Madya/ Utama

(.....)
NIP/No.REG.....

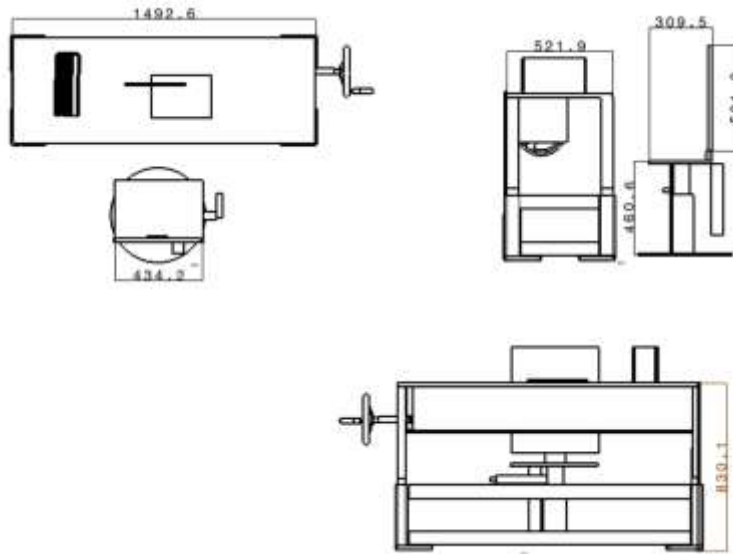


LAMPIRAN 4
DETAIL HASIL DESAIN FASILITAS KERJA

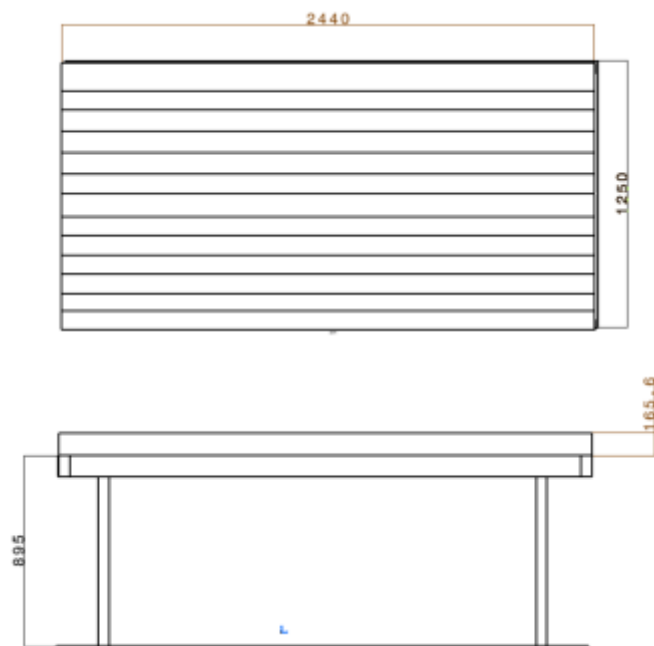
(Halaman ini sengaja dikosongkan)



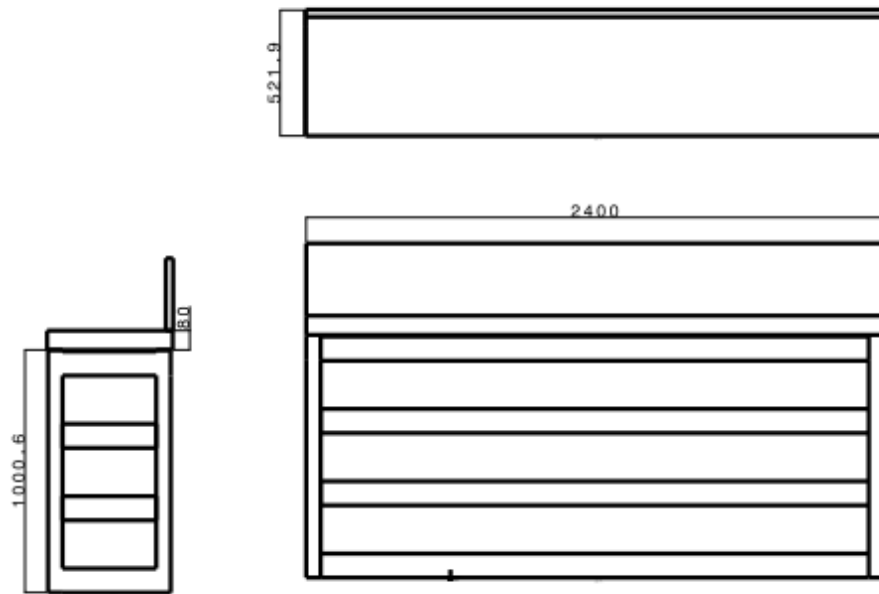
MEJA PENGELASAN BESI *HOLLOW* DAN PEMASANGAN KAYU KE
PONDASI



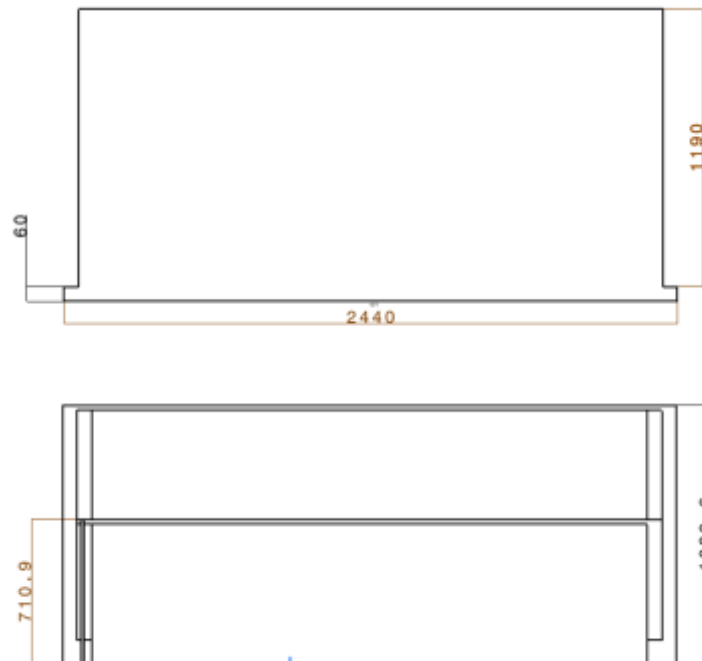
MEJA PENGELASAN DAN PEMOTONGAN BESI *REBAR*



MEJA PEMOTONGAN KAYU *PLYWOOD*



MEJA PEMOTONGAN BESI *HOLLOW*



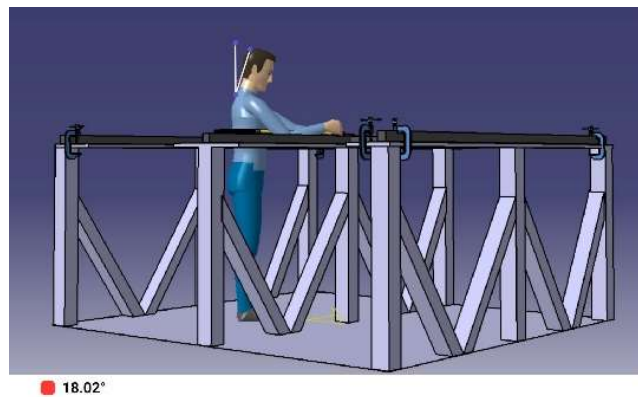
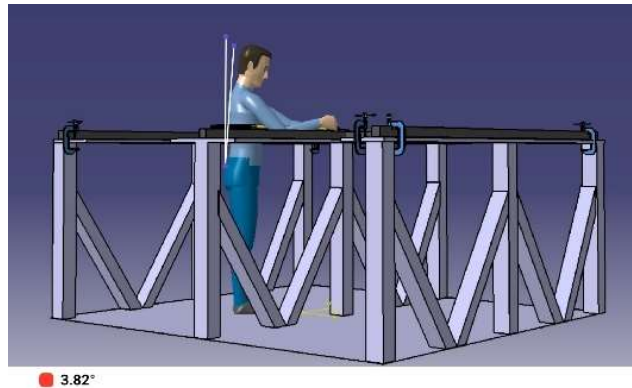
TEMPAT PENYIMPANAN MATERIAL

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN 5
SIMULASI POSTUR KERJA SETELAH PERBAIKAN

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

SIMULASI PEKERJAAN PENGELASAN BESI *HOLLOW*



SIMULASI PEKERJAAN PENGELASAN BESI *REBAR*



2.50°



15.51°



SIMULASI PEKERJAAN PEMOTONGAN BESI *HOLLOW*





SIMULASI PEKERJAAN PEMOTONGAN BESI *REBAR*





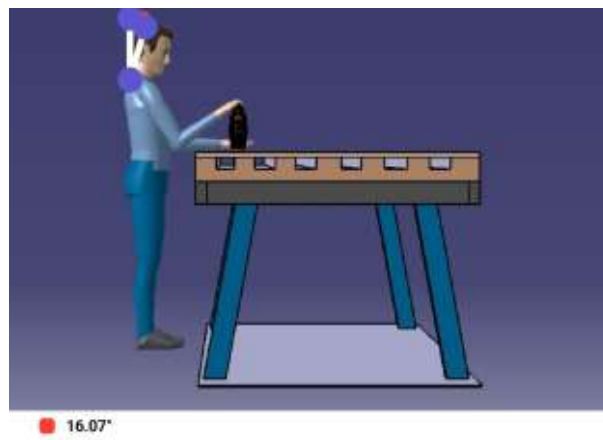
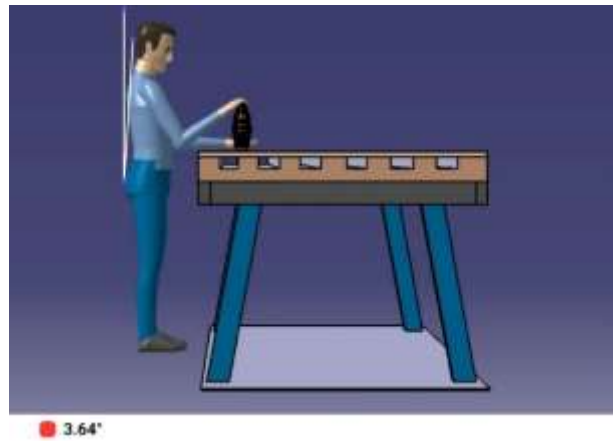
2.62°



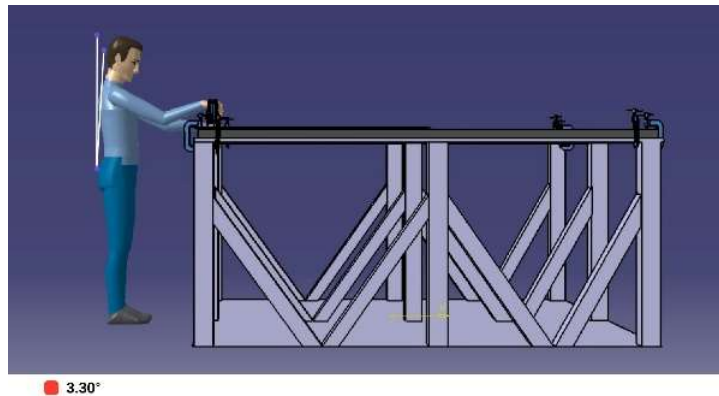
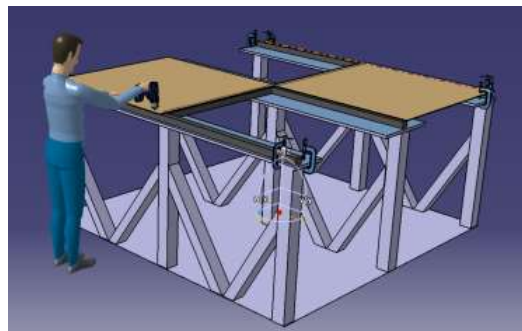
18.70°

SIMULASI PEKERJAAN PEMOTONGAN KAYU

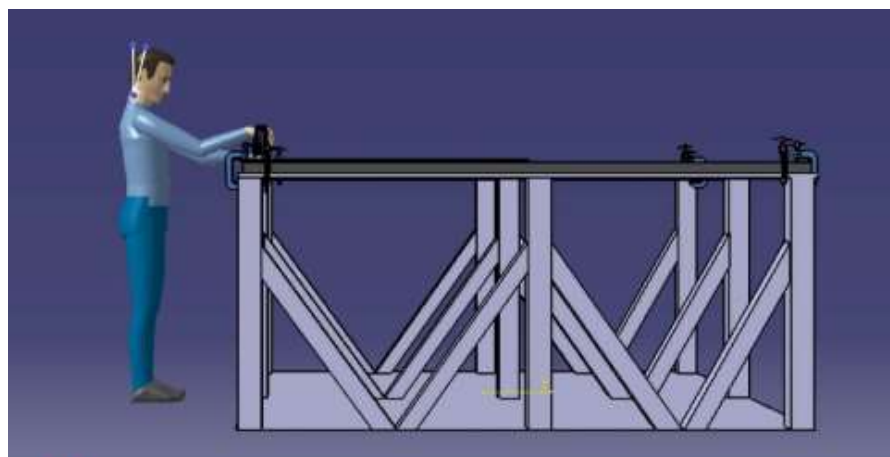




SIMULASI PEKERJAAN PEMASANGAN KAYU KE PONDASI



3.30°



14.96°

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



LAMPIRAN 6
BIOGRAFI PENULIS

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIOGRAFI PENULIS



Saya, Nyko Joubu Soedjana, lahir di Kota Surabaya, Jawa Timur, pada 12 Agustus 2003. Penulis memulai pendidikan di SD Laboratorium UNESA Surabaya, kemudian melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 12 Surabaya dan SMA Negeri 16 Surabaya. Setelah menyelesaikan pendidikan menengah, penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang perguruan tinggi pada Program Studi D4 Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya pada tahun 2022–2026. Selama menempuh pendidikan, penulis memperoleh berbagai pengetahuan dan pengalaman yang berkaitan dengan keselamatan dan Kesehatan kerja, baik melalui kegiatan akademik maupun kegiatan di luar perkuliahan. Sebagai bagian dari proses pembelajaran dan pengembangan kompetensi, penulis memiliki pengalaman On the Job Training (OJT) selama dua semester di tiga perusahaan pada bidang HSSE, yaitu PT PAL Indonesia selama 6 bulan, PT Kembar Jaya Abadi selama 2 bulan, dan PT Prima Cipta Konstruksi selama 3 bulan. Berbekal pengalaman akademik serta dukungan penuh dari keluarga, sahabat, dan dosen, penulis berhasil menyelesaikan Tugas Akhir ini sebagai syarat meraih gelar Sarjana Terapan Teknik. Penulis berharap ilmu yang diperoleh dapat menjadi bekal untuk terus berkontribusi secara nyata di bidang Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) ke depannya. Kritik dan saran yang membangun terkait penelitian ini sangat diharapkan dan dapat disampaikan kepada penulis melalui email nykojoubu@gmail.com atau [LinkedIn http://www.linkedin.com/in/nyko-joubu-soedjana-a698882a1](http://www.linkedin.com/in/nyko-joubu-soedjana-a698882a1).