

**ANALISIS RESIKO KERJA PADA AKTIFITAS *MANUAL MATERIAL HANDLING* PROSES PEMINDAHAN KAYU DENGAN METODE MAC-TOOLS  
(STUDI KASUS CV. JATI MAKMUR PASURUAN)**

**SKRIPSI**

**TEKNIK INDUSTRI**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**



**MUHAMMAD ALI  
NIM. 165060707111043**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG  
2021**



**LEMBAR PENGESAHAN**  
**ANALISIS RESIKO KERJA PADA AKTIFITAS *MANUAL MATERIAL HANDLING* PROSES PEMINDAHAN KAYU DENGAN METODE MAC-TOOLS**  
**(STUDI KASUS CV. JATI MAKMUR PASURUAN)**

**SKRIPSI**  
**TEKNIK INDUSTRI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
 memperoleh gelar Sarjana Teknik



**MUHAMMAD ALI**  
**NIM. 165060707111043**

Skrripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing pada tanggal 19 agustus 2021

**Dosen Pembimbing I**

**Sugiono, ST., MT., Ph.D.**

**NIP. 19780114 200501 1 001**

Mengetahui ,

**Ketua Jurusan Teknik Industri**



**Bambang Novareza, ST., MT., Ph.D**

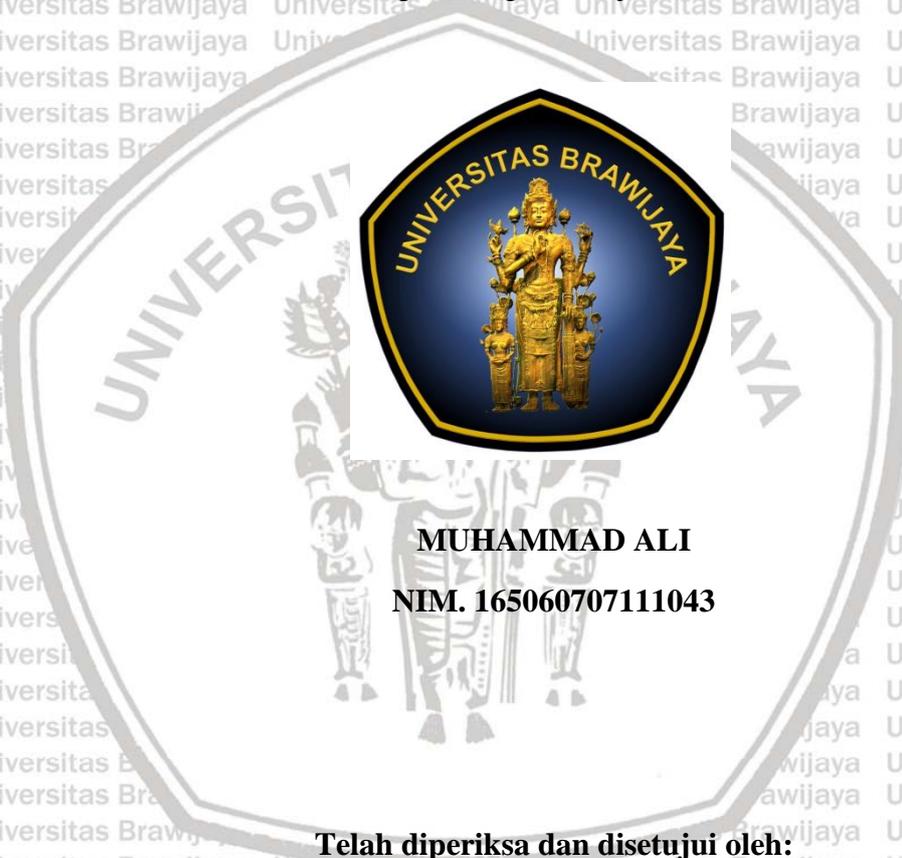
**NIP. 197411152006041002**



**LEMBAR PERSETUJUAN**  
**ANALISIS RESIKO KERJA PADA AKTIFITAS *MANUAL MATERIAL***  
***HANDLING* PROSES PEMINDAHAN KAYU DENGAN METODE MAC-**  
**TOOLS**  
**(STUDI KASUS CV. JATI MAKMUR PASURUAN)**

**SKRIPSI**  
**TEKNIK INDUSTRI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**MUHAMMAD ALI**  
**NIM. 165060707111043**

**Telah diperiksa dan disetujui oleh:**

**Dosen Pembimbing I**

**Sugiono, ST., MT., Ph.D.**

**NIP. 19780114 200501 1 001**

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xi</b>
<b>RINGKASAN.....</b>	<b>xiii</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I.....</b>	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	6
1.3 Rumusan Masalah.....	6
1.4 Tujuan penelitian.....	6
1.5 Manfaat penelitian.....	7
1.6 Batasan masalah.....	7
<b>BAB II.....</b>	<b>9</b>
<b>TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>9</b>
2.1 Penelitian Terdahulu.....	9
2.2 Ergonomi.....	11
2.3 <i>Manual Material Handling</i> (MMH).....	12
2.3.1 Risiko Kecelakaan Kerja Pada <i>Manual Material Handling</i> .....	13
2.3.2 Penanganan Risiko Kerja <i>Manual Material Handling</i> .....	13
2.4 <i>Musculoskeletal Disorders</i> (MSDs).....	14
2.4.1 Keluhan ( <i>Symptom</i> ).....	14
2.4.2 Nyeri Otot.....	15
2.4.3 <i>Neck Strain</i> .....	16
2.4.4 Gangguan Pada Bahu.....	17
2.4.5 <i>Carpal Tunnel Syndrome</i> .....	18
2.4.6 <i>Low Back Pain</i> .....	20
2.5 <i>Nordic Body Map</i> (NBM).....	20
2.6 <i>Manual Assessment Charts</i> (MAC) <i>Tool</i> .....	21

2.6.1 Langkah Penilaian <i>Lifting Operations</i> .....	22
2.6.2 Langkah Penilaian <i>Carrying Operations</i> .....	27
2.7 Lembar Penilaian <i>MAC Tool (MAC Score Sheet)</i> .....	31
2.8 Antropometri .....	31
2.8.1 Pengukuran Antropometri .....	32
2.8.2 Data antropometri .....	33
<b>BAB III.....</b>	<b>35</b>
<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>35</b>
3.1 Jenis Penelitian.....	35
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	35
3.3 Tahap Penelitian.....	35
3.3.1 Tahap Pendahuluan.....	35
3.3.2 Tahap Pengumpulan Data.....	36
3.3.3 Tahap Pengelolaan Data .....	37
3.3.4 Tahap Analisis dan Pembahasan .....	37
3.3.5 Tahap Kesimpulan dan Saran .....	37
3.4 Diagram Alir Penelitian .....	38
<b>BAB IV .....</b>	<b>39</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>39</b>
4.1 Profil Perusahaan .....	39
4.1.1 Gambaran Umum Perusahaan .....	39
4.1.2 Struktur organisasi perusahaan.....	40
4.1.3 Produk Perusahaan .....	41
4.1.4 Proses produksi.....	41
4.2 Pengumpulan data.....	45
4.2.1 Stasiun Kerja Pemandahan Kayu .....	46
4.2.2 Durasi kerja.....	46
4.2.3 Data Tenaga Kerja.....	47
4.2.4 Alat Pengumpulan Data.....	47
4.2.5 Data Lingkungan Kerja .....	47
4.3 Pengolahan Data .....	51
4.3.1 Identifikasi Risiko MSDs Pekerja Pertama dan Kedua saat mengambil Kayu.....	51
4.3.2 Identifikasi Risiko MSDs Pekerja Pertama dan Kedua saat membawa Kayu.....	58
4.3.3 Identifikasi Risiko MSDs Pekerja Pertama dan Kedua saat meletakkan Kayu .....	64

4.3.4 Perbandingan Risiko MSD's Pekerja Pemindahan Kayu pada Tiap Aktivitas ...	70
4.4 Analisis Risiko MSD's Pekerja Pemindahan Kayu Pada Tiap Aktivitas .....	73
4.5 Rekomendasi Perbaikan .....	79
4.5.1 Usulan <i>Crane</i> .....	79
4.5.2 Usulan Alat Bantu Kerja .....	81
4.5.3 Stretching bagi Pekerja.....	83
4.5.4 Rekomendasi Perbaikan Metode Kerja .....	84
4.6 Penilaian Kembali Risiko Menggunakan MAC Tool .....	86
4.7 Analisis Hasil Perbaikan .....	86
<b>BAB V .....</b>	<b>89</b>
<b>PENUTUP.....</b>	<b>89</b>
5.1 Kesimpulan .....	89
5.2 Saran .....	90
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>91</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>93</b>





## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Jumlah <i>Nordic Body Map</i> setiap pekerja.....	4
Tabel 2.1	Penelitian Terdahulu.....	10
Tabel 2.2	Data Antropometri.....	33
Tabel 4.1	Data Pekerja Pemindahan Kayu CV Jati Makmur.....	47
Tabel 4.2	Data Kecepatan Udara di CV. Jati Makmur.....	49
Tabel 4.3	Data Suhu Udara di CV Jati Makmur.....	50
Tabel 4.4	Data Pencahayaan di CV Jati Makmur.....	50
Tabel 4.5	<i>Hand Distance From The Lower Back</i> Aktivitas <i>Lifting</i> mengambil kayu.....	52
Tabel 4.6	<i>Vertical Lift Region</i> Aktivitas <i>Lifting</i> mengambil kayu.....	53
Tabel 4.7	<i>Torso Twisting And Sideways Bending</i> Aktivitas <i>Lifting</i> mengambil kayu.....	53
Tabel 4.8	<i>Postural Constraints</i> Aktivitas mengambil kayu.....	54
Tabel 4.9	<i>Grip On Load</i> Aktivitas mengambil kayu.....	55
Tabel 4.10	<i>Floor Surface</i> Aktivitas mengambil kayu.....	55
Tabel 4.11	<i>Other Enviromental Factors</i> Aktivitas <i>Lifting</i> mengambil kayu.....	57
Tabel 4.12	<i>Score</i> Penilaian Aktivitas <i>Lifting</i> mengambil kayu.....	58
Tabel 4.13	<i>Hand Distance From The Lower Back</i> Aktivitas <i>Carrying</i> .....	59
Tabel 4.14	<i>Asymmetrical Torso/Load</i> Aktivitas <i>Carrying</i> .....	59
Tabel 4.15	<i>Postural Constraints</i> Aktivitas <i>Carrying</i> kayu.....	60
Tabel 4.16	<i>Grip On Load</i> Aktivitas <i>Carrying</i> kayu.....	60
Tabel 4.17	<i>Floor Surface</i> Aktivitas <i>Carrying</i> kayu.....	61
Tabel 4.18	<i>Other Enviromental Factors</i> Aktivitas <i>Carrying</i> kayu.....	62
Tabel 4.19	<i>Carrying Distance</i> aktivitas <i>Carrying</i> Dari truk ke tempat penyimpanan kayu.....	62
Tabel 4.20	Tahap <i>Obstacle en Route</i> Aktivitas <i>Carrying</i> .....	64
Tabel 4.21	<i>Score</i> Penilaian Aktivitas <i>Carrying</i> kayu.....	64
Tabel 4.22	<i>Hand Distance From The Lower Back</i> Aktivitas <i>Lifting</i> meletakkan kayu.....	65
Tabel 4.23	<i>Vertical Lift Region</i> Aktivitas <i>Lifting</i> meletakkan kayu.....	66
Tabel 4.24	<i>Torso Twisting And Sideways Bending</i> Aktivitas <i>Lifting</i> meletakkan kayu.....	66
Tabel 4.25	<i>Postural Constraints</i> Aktivitas meletakkan kayu.....	67
Tabel 4.26	<i>Grip On Load</i> Aktivitas meletakkan kayu.....	67
Tabel 4.27	<i>Floor Surface</i> Aktivitas meletakkan kayu.....	68
Tabel 4.28	<i>Other Enviromental Factors</i> Aktivitas <i>Lifting</i> meletakkan kayu.....	69
Tabel 4.29	<i>Score</i> Penilaian Aktivitas <i>Lifting</i> meletakkan kayu.....	70

Tabel 4.30 Perbandingan Total Score <i>Manual Handling</i> .....	71
Tabel 4.31 Spesifikasi Crane.....	80
Tabel 4.32 Data Antropometri <i>Crane Control Pannel</i> .....	81
Tabel 4.33 Peregangan Tangan.....	83
Tabel 4.34 Perbandingan risiko sebelum rekomendasi dan sesudah rekomendasi.....	86



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.2 (a) dan (b) proses pemindahan kayu.....	2
Gambar 1.2 Layout Produksi CV. Jati Mamur.....	3
Gambar 1.3 Rekapitulasi nilai hasil rata rata kuisisioner <i>Nordic Body</i> pada pekerja pemindahan kayu.....	5
Gambar 2.1 Skema Warna pada MAC.....	22
Gambar 2.2 Diagram penilaian <i>lifting operations</i> .....	23
Gambar 2.3 Faktor <i>load weight/frequency</i> pada <i>lifting operations</i> .....	24
Gambar 2.4 Faktor <i>hand distance from lower back</i> pada <i>lifting operations</i> .....	24
Gambar 2.5 Faktor <i>vertical lift region</i> pada <i>lifting operations</i> .....	25
Gambar 2.6 Faktor <i>Torso Twisting And sideways Bending</i> pada <i>Lifting operations</i> .....	25
Gambar 2.7 Faktor <i>Postural Constraints</i> pada <i>Lifting operations</i> .....	25
Gambar 2.8 Faktor <i>Grip On Load</i> pada <i>lifting operations</i> .....	26
Gambar 2.9 Faktor <i>Floor Surface</i> pada <i>lifting operations</i> .....	26
Gambar 2.10 Faktor <i>Other Enviromental Factors</i> pada <i>lifting operations</i> .....	27
Gambar 2.11 Diagram penilaian <i>carrying operations</i> .....	27
Gambar 2.12 Diagram <i>colour band</i> penilaian <i>carrying operations</i> .....	28
Gambar 2.13 Faktor <i>hand distance from the lower back</i> pada <i>carrying operations</i> .....	28
Gambar 2.14 Faktor <i>asymmetrical Torso load</i> pada <i>carrying operations</i> .....	29
Gambar 2.15 Faktor <i>Postural Constraints</i> pada <i>carrying operations</i> .....	29
Gambar 2.16 Faktor <i>Grip On Load</i> pada <i>carrying operations</i> .....	29
Gambar 2.17 Faktor <i>Floor Surface</i> pada <i>carrying operations</i> .....	30
Gambar 2.18 Faktor <i>Other Enviromental Factors</i> pada <i>carrying operations</i> .....	30
Gambar 2.19 Faktor <i>carry distance</i> pada <i>carrying operations</i> .....	30
Gambar 2.20 Faktor <i>obstacle en route</i> pada <i>carrying operations</i> .....	31
Gambar 2.21 Lembar penilaian MAC <i>tool</i> .....	31
Gambar 2.22 Dimensi Antropometri.....	34
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	38
Gambar 4.1 Kantor CV Jati Makmur.....	39
Gambar 4.2 Struktur Organisasi CV. Jati Makmur.....	40
Gambar 4.3 Produk Perusahaan.....	41
Gambar 4.4 Proses Produksi CV Jati Makmur.....	42

Gambar 4.5	Penyediaan Bahan Baku.....	43
Gambar 4.6	Penyimpanan Bahan Baku.....	43
Gambar 4.7	Pemotongan Kayu.....	44
Gambar 4.8	Pembakaran Kayu.....	44
Gambar 4.9	Pemotongan Kayu Lanjutan.....	45
Gambar 4.10	Pressing Bentuk Kayu.....	45
Gambar 4.11	<i>Layout</i> Stasiun Kerja CV Jati Makmur.....	46
Gambar 4.12	Alat pengukur data lingkungan.....	48
Gambar 4.13	Hasil tahap <i>Load weight/ Frequency Lifting</i> pemindahan kayu.....	51
Gambar 4.14	Hasil tahap <i>Load weight/ Frequency Carrying</i> pemindahan kayu.....	58
Gambar 4.15	Hasil tahap <i>Load weight/ Frequency Lifting</i> meletakkan kayu.....	65
Gambar 4.16	Diagram perbandingan aktivitas pemindahan kayu.....	72
Gambar 4.17	<i>Layout</i> peletakan <i>Crane</i> .....	79
Gambar 4.18	Desain <i>Crane</i> .....	80
Gambar 4.19	Desain <i>Workstation</i> .....	81
Gambar 4.20	Sarung tangan <i>Safety</i> untuk melindungi tangan.....	82
Gambar 4.21	<i>Personal Back Support</i> untuk menunjang pengangkatan beban.....	82
Gambar 4.22	Sepatu <i>Safety Shoes</i> untuk melindungi kaki.....	83
Gambar 4.23	<i>Standart Operating Procedures</i> .....	85

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kuesioner *Nordic Body Map* Pekerja pemindahan kayu..... 93

Lampiran 2 Kuesioner *Nordic Body Map* Pekerja 1..... 94

Lampiran 3 Kuesioner *Nordic Body Map* Pekerja 2..... 95





## RINGKASAN

**Muhammad Ali**, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Juli 2021, *Analisis Resiko Kerja Pada Aktifitas Manual Material Handling Proses Pemindahan Kayu Dengan Metode Mac-Tools (Studi Kasus Cv. Jati Makmur Pasuruan)*, Dosen Pembimbing: Sugiono.

Aktivitas Manual Material Handling dalam sebuah proses produksi di perusahaan kerap kali menimbulkan masalah bagi pekerjaanya. Kegiatan seperti mengangkat dan membawa beban secara manual dapat menimbulkan keluhan *Musculoskeletal Disorders*. Hal ini terjadi pada produksi kayu lapis di CV Jati Makmur Pasuruan, dimana pekerja pemindahan kayu memiliki risiko cedera yang cukup tinggi melalui hasil perhitungan kuisisioner *Nordic Body Map*. Tujuan penelitian ini adalah memberikan rekomendasi perbaikan untuk mengurangi risiko cedera pada pekerja.

Penelitian ini menggunakan metode *Manual Assesement Charts (MAC) Tools* untuk mengetahui faktor risiko ketika mengangkat dan membawa beban dengan memberikan hasil berupa skema warna *purple, red, amber, green* yang dapat menunjukkan tinggi risiko pada aktivitas.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa proses pemindahan kayu memiliki nilai risiko yang tinggi dengan masing-masing skor yaitu aktivitas *lifting* mengangkat kayu 16 poin, *carrying* membawa kayu 11 poin, dan *lifting* meletakkan kayu 14 poin. Usulan perbaikan yang direkomendasikan adalah penambahan fasilitas berupa *crane*, penambahan alat bantu kerja, kegiatan *stretching* bagi pekerja sebelum melakukan pekerjaan, dan perbaikan administrative dalam bentuk standar operasional prosedur. Selanjutnya dilakukan perhitungan kembali setelah perbaikan yang direkomendasikan dan hasil menunjukkan adanya penurunan skor pada masing-masing aktivitas yakni *lifting* mengangkat 1 kayu poin, *carrying* membawa kayu 1 poin dan *lifting* meletakkan kayu 1 poin.

**Kata kunci:** *Manual material handling, Musculoskeletal Disorders, Manual Assesement Charts (MAC) Tools*, pekerja pemindahan kayu.



## SUMMARY

**Muhammad Ali**, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Brawijaya University, July 2021, *Work Risk Analysis On Manual Material Handling Activities Of Wood Transporting Process Using MAC-Tools Method (Case Study: CV Jati Makmur Pasuruan)*. Academic Supervisor: Sugiono

*Manual Material Handling activities in a company's production process often cause issues for workers. Manual activities, such as lifting and carrying weights, can cause complaints of Musculoskeletal Disorders. This occurred in plywood production at CV Jati Makmur Pasuruan, where wood-transport workers have a high risk of injury based on the results of the Nordic Body Map questionnaire calculation. The study aimed to provide recommendations for improvement to reduce the risk of injury to workers.*

*The study used Manual Assessment Charts (MAC) Tool method to find out the risk factors in lifting and carrying activities by showing the results in a form of certain color schemes namely purple, red, amber and green that indicate the level of risk in each activity.*

*The results revealed that the wood transporting process had a high level of risk which indicated by the score. 16 points for wood lifting activity, 11 points for wood carrying activity and 14 points for wood lifting (putting down) activity. There were several improvement recommendations, specifically adding work facility in the form of cranes, adding work aids, stretching activities for workers before doing work, and administrative improvements in the form of Standard Operating Procedures. Moreover, the recalculation after recommending the improvements showed a decrease in the scores that were 1 points for wood lifting activity, 1 points for wood carrying activity and 1 points for wood lifting (putting down) activity.*

**Keywords:** *Manual material handling, Musculoskeletal Disorders, Manual Assesement Charts (MAC) Tools, wood-transporting workers.*



## BAB I PENDAHULUAN

Dalam suatu penelitian terdapat beberapa hal penting yang digunakan sebagai dasar dalam pelaksanaan penelitian. Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang penelitian identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan asumsi penelitian.

### 1.1 Latar Belakang

Penerapan ergonomi di lingkungan kerja merupakan salah satu upaya keselamatan dan kesehatan kerja untuk mengatasi masalah dalam melakukan pekerjaan yang kurang ergonomis. Sikap kerja yang kurang ergonomis sering diakibatkan oleh letak fasilitas yang kurang sesuai dengan pekerjaan yang berat sehingga dapat mempengaruhi kinerja pekerja dalam melaksanakan pekerjaan. Postur kerja yang kurang baik misalnya postur kerja selalu berdiri, jongkok, membungkuk, mengangkat atau memindah dalam waktu yang lama dapat menyebabkan ketidaknyamanan dan nyeri pada bagian tubuh pekerja. Hal ini dapat menimbulkan suatu pekerjaan menjadi tidak efektif dan mempengaruhi produktifitas perusahaan. Oleh sebab itu, akan lebih baik perusahaan memperhatikan kinerja dari pekerja dengan menerapkan sistem kerja yang baik.

Ilmu ergonomi merupakan yang mempelajari interaksi antara manusia dengan lingkungan kerja dalam suatu sistem kerja. Ergonomi berkenaan pula dengan optimasi, efisiensi, kesehatan, keselamatan, dan kenyamanan manusia di tempat kerja, di rumah dan tempat rekreasi (Kuswana, 2014). Ilmu ergonomi berusaha untuk menjamin bahwa pekerjaan dan tugas dari suatu pekerjaan sesuai dengan kemampuan dan kapasitas tenaga kerja. Apabila penerapan ergonomi tidak dilakukan dengan baik, dapat berakibat timbulnya masalah ataupun keluhan saat kerja. Tingkat risiko ergonomi yang tinggi dalam pekerjaan dapat menimbulkan gangguan kesehatan pada pekerja. Maka dari itu, Ilmu ergonomi memiliki peran yang cukup penting untuk mengidentifikasi masalah serta memberikan solusi dalam proses produksi suatu perusahaan khususnya yang berhubungan dengan sistem yang diterapkan kepada tenaga kerja.

Tenaga kerja merupakan bagian penting dalam suatu proses produksi karena tenaga kerja adalah salah satu faktor penentu kualitas dari hasil produksi. Menurut Hamzah (2014), tenaga kerja adalah tenaga yang bekerja didalam maupun diluar hubungan kerja dengan alat produksi utama dalam proses produksi baik fisik maupun pikiran. Dalam studi kasus ini, tenaga kerja

yang dimaksud adalah pelaksana dari beberapa aktivitas yang masih bersifat manual dalam melakukan suatu proses produksi.

Di dalam dunia pekerjaan, meskipun teknologi dan penggunaan mesin terus berkembang, campur tangan manusia dalam beberapa pekerjaan yang membutuhkan kemudahan dan fleksibilitas masih terjadi. Contohnya dalam pemuatan dan bongkar muat produk ke atas pallet dan truk di dalam industri manufaktur. Pekerjaan pemuatan produk ini sering disebut dengan *Manual Material Handling* (MMH). *Manual Material Handling* merupakan kegiatan yang terdiri dari mengangkat, membengkokkan, dan gerakan memutar pada bagian torso yang menjadi penyebab utama dari cedera tulang belakang dan penyakit lainnya. (Wickens et al., 1998; Ayoub dan Mital, 1989)



(a)



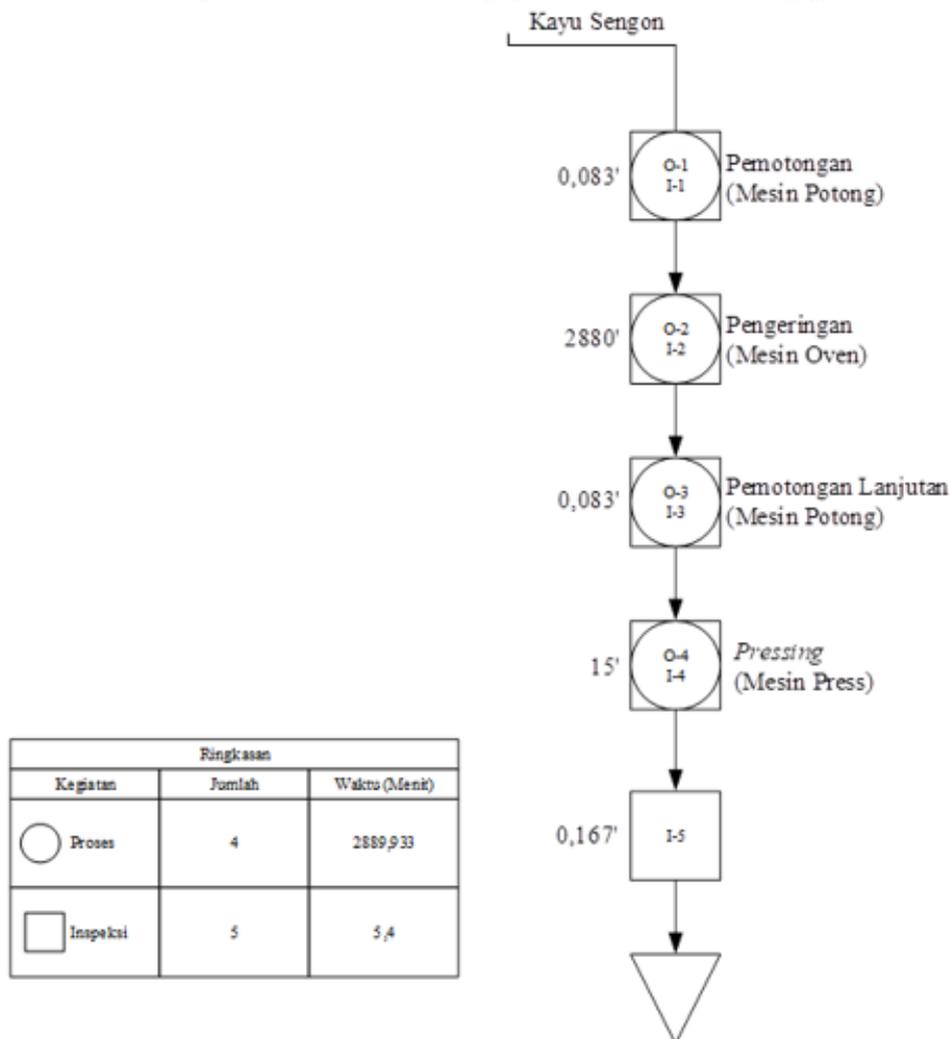
(b)

Gambar 1.1 (a) dan (b) proses pemindahan kayu (1)  
Sumber: CV. Jati Makmur

Hal yang perlu diperhatikan dalam proses produksi tersebut adalah kondisi pekerja saat mereka melakukan pekerjaan, terlebih bagi perusahaan yang melibatkan sistem kerja *Manual Material Handling* (MMH). Namun nyatanya hingga saat ini masih banyak perusahaan yang kurang memperhatikan kondisi pekerjanya, padahal produktivitas seorang pekerja dapat dipengaruhi oleh kondisi dan posisi kerja. Berbagai aktivitas pada pekerjaan secara manual dilakukan dengan postur kerja yang salah seperti posisi berdiri dan membungkuk dalam waktu yang lama ataupun berulang-ulang sehingga dapat menimbulkan resiko gangguan, nyeri, kekakuan dan rasa tidak nyaman (Rizkya, 2018). Apabila posisi kerja tersebut berlangsung dalam jangka waktu yang panjang, pekerja dapat mengalami cedera berupa gangguan pada otot rangka atau sistem muskuloskeletal yang dapat menghambat proses produksi.

CV. Jati Makmur merupakan perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur kayu selama lebih dari 15 tahun yang berada di daerah Kota Pasuruan, Jawa Timur. Kapasitas produksi yang

dilakukan di perusahaan ini cukup besar sehingga melibatkan banyak pekerja dalam proses produksinya. Proses produksi di CV. Jati Makmur melalui beberapa tahapan yaitu pemotongan serta pengupasan log kayu besar sesuai dengan persyaratan produksi. Selanjutnya, potongan kayu diproses dalam mesin pengiris hingga membentuk lembaran panjang atau *short core*.



Gambar 1.2 Layout Produksi CV. Jati Makmur

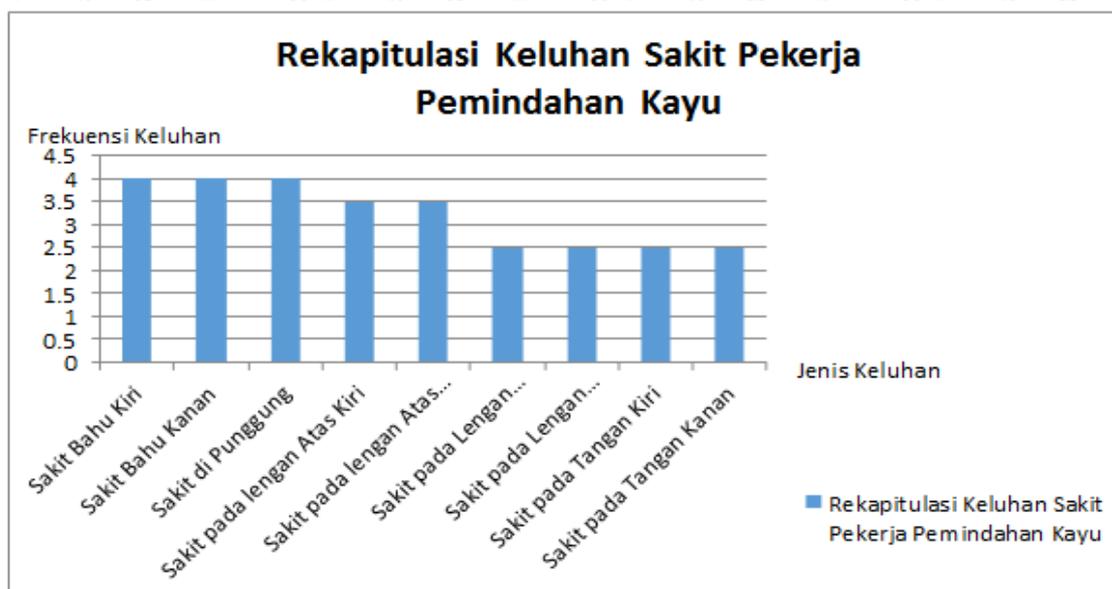
Lembaran kayu akan di keringkan dengan mesin *dryer* hingga mencapai target kadar air yang sesuai. Proses berikutnya adalah pengeleman lapisan kayu yang terdiri dari 3 lapis. Tahap selanjutnya adalah lapisan kayu pemotongan lapisan kayu sesuai ukuran menggunakan mesin *scissors*. Berikutnya proses *pressing* selama 60 menit dengan tekanan 9 kilogram dalam suhu 95°C. Hal ini bertujuan untuk mematkan lem supaya lapisan kayu tidak terbuka. Tahap terakhir adalah finisihing permukaan lapisan kayu.

Adapun dalam proses produksi kayu lapis di CV. Jati Makmur yang menjadi perhatian khusus bagi peneliti adalah aktifitas pemindahan log kayu yang dilakukan secara manual oleh pekerja. Aktifitas ini dilakukan secara *repetitive*, dengan pengulangan sebanyak 4-5 kali setiap 1 menit. Postur kerja pekerja pemindahan kayu disini terlihat kurang ergonomis dan dapat meningkatkan resiko terjadinya kecelakaan kerja maupun cedera. Oleh karena itu, peneliti melakukan wawancara dengan pekerja pemindahan kayu untuk mengetahui keluhan dari pekerja termasuk nyeri dan rasa sakit di beberapa bagian tubuh. Selain itu, peneliti juga menggunakan kuisioner Nordic Body Map kepada dua pekerja untuk mengumpulkan keluhan dari para pekerja tersebut. Kuisioner NBM sendiri terdapat dari 4 skala yaitu 1 (Tidak sakit), 2 (Agak sakit), 3 (Sakit), 4 (Sangat sakit). Tabel 1.1 di bawah menjelaskan jumlah nilai Nordic Body Map yang diambil pada setiap pekerja untuk mengetahui urgensi masalah utama yang harus segera diperbaiki di CV. Jati Makmur.

Tabel 1.1  
Jumlah Nordic Body Map setiap pekerja

No	Workstation	Nordic Body Map Score
1.	Operator pemotongan	57
2.	Operator pemindahan	68
3.	Operator pengeringan	43
4.	Operator finishing	52

Berdasarkan hasil dari kuisioner Nordic Body Map, didapatkan nilai rata-rata pekerja operator pemindahan kayu dengan skala nilai tertinggi *Nordic Body Map* yang menunjukkan terdapat masalah postur kerja yang harus segera diperbaiki pada pekerja pemindahan kayu sebesar 68 yang menunjukkan bahwa perlu adanya perbaikan sesuai dengan batasan *Nordic Body Map*. Sedangkan pada gambar 1.3 dibawah menunjukkan rekapitulasi kuisioner Nordic Body Map di CV. Jati Makmur.



Gambar 1.3 rekapitulasi nilai hasil rata-rata kuisioner Nordic Body Map pada pekerja pemindahan kayu

Gambar 1.3 menunjukkan keluhan yang dirasakan oleh pekerja pemindahan kayu yang mengalami keluhan sakit pada bagian tubuh pinggang keatas. Keluhan ini disebabkan karena pekerja pemindahan kayu melakukan aktivitas yang berulang kali berupa pengangkatan dan pemindahan material. Aktivitas tersebut perlu diukur dan dievaluasi untuk mengurangi keluhan dari rasa sakit yang dialami pekerja. Pendekatan yang dapat dilakukan untuk menilai dan mengevaluasi dari kondisi pekerja adalah dengan pendekatan *Manual Assasement Charts* (MAC). Metode ini (MAC) adalah alat yang ditujukan untuk pengusaha, manajer kesehatan dan keselamatan dan perwakilan keselamatan dan digunakan oleh pengawas kesehatan dan keselamatan. Alat ini akan membantu untuk menilai faktor risiko yang paling umum dalam mengangkat (dan menurunkan), operasi pengangkutan dan penanganan tim dan dikembangkan untuk mengidentifikasi penanganan manual berisiko tinggi. Ini akan mengarahkan pengguna ke faktor-faktor yang perlu dimodifikasi untuk mengendalikan risiko. Metode MAC sesuai untuk diterapkan pada permasalahan yang terdapat di perusahaan ini karena pada MAC terdapat penilaian factor *lifting* (pengangkatan) dan *carrying* (membawa) yang sesuai dengan aktivitas kerja yang dinamis pada stasiun pengangkatan kayu apabila dibandingkan dengan metode NIOSH, yang kurang tepat digunakan pada stasiun kerja pengangkatan kayu. Metode NIOSH kurang tepat digunakan sebagai metode pengukuran dikarenakan metode NIOSH hanya dapat digunakan pada pekerjaan yang jarak horizontal dan vertical dari pekerja terhadap objek kerja yang tetap, sedangkan pada stasiun pengangkatan kayu jarak horizontal dan vertical mengalami perubahan atau dinamis.

MAC tool terdiri dari beberapa kategori penilaian, yaitu aktivitas mengangkat (lifting), membawa dengan mengangkat (carrying) dan mengangkat beregu (team handling). Dengan menggunakan MAC Tool dapat menunjukkan risk factors mana yang memiliki 6 risiko terbesar beserta faktor yang mempengaruhi dan memberikan hasil berupa skema warna tertentu yang dapat menunjukkan seberapa tinggi risiko pada aktivitas memindahkan barang secara manual. MAC Tool memiliki 4 kategori colour band, yaitu colour band green yang berarti tingkat risiko rendah, colour band amber yang berarti tingkat risiko medium, colour band red yang berarti tingkat risiko tinggi, sedangkan colour band terakhir purple yang menunjukkan tingkat risiko yang sangat tinggi.

Setelah nilai pada MAC Tool didapatkan, dilakukan rekomendasi perbaikan untuk mengurangi risiko kerja pekerja pemindahan kayu dengan memberikan alternatif- alternatif perubahan yang memungkinkan untuk dilakukan perbaikan dan mempertimbangkan kompensasi dari perbaikan membandingkan kondisi sebelum dan setelah diaplikasikan pada masing- masing aktivitas yang ada di proses pemindahan kayu di CV Jati Makmur.

## 1.2 Identifikasi Masalah

1. Berdasarkan hasil pada *Nordic Body Map*, ditemukan adanya potensi *Work-related Musculoskeletal Disorders* (WMSDs) pada proses pemindahan kayu karena pekerjaan *manual handling* yang dilakukan pekerja.
2. Berdasarkan hasil pada *Nordic Body Map*, terdapat banyak keluhan *musculoskeletal* yang tinggi pada 15 segmen tubuh pekerja pemindahan kayui yang mencakup keseluruhan tubuh (*entire body*) pekerja.

## 1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang didapat dari permasalahan yang ada:

1. Apakah terdapat potensi cedera *Work-related Musculoskeletal Disorders* (WMSDs) pada aktivitas *manual handling* pekerja pemindahan kayu dengan pendekatan MAC (*Manual Assessment Charts*) Tool?
2. Rekomendasi perbaikan apa yang dapat diberikan untuk mengurangi keluhan pada pekerja pemindahan kayu?

## 1.4 Tujuan penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat potensi cedera pada aktivitas

pemindahan kayu CV. Jati Makmur dengan metode MAC (*Manual Assessment Charts*) Tool.

2. Memberikan rekomendasi perbaikan yang dapat dilakukan untuk mengurangi risiko MSDs pekerja pada proses pemindahan kayu dalam stasiun kerja CV. Jati Makmur.

### 1.5 Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan rekomendasi perbaikan untuk mengurangi keluhan pada pekerja pemindahan kayu saat melakukan aktivitas *manual handling* di CV. Jati Makmur.
2. Memberikan hasil analisa potensi cedera pada aktivitas *manual handling* pada aktivitas pemindahan kayu.

### 1.6 Batasan masalah

Berikut dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian tidak ada pertimbangan dari faktor biaya.
2. Penelitian hanya dilakukan pada pekerja pemindahan kayu saat melakukan aktivitas *manual handling* yaitu mengangkat (*lifting*) dan memindahkan (*carrying*) barang.



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Dalam melakukan penelitian, diperlukan beberapa teori atau sumber yang dipergunakan sebagai dasar argumentasi sebagai dasar argumentasi ilmiah terkait konsep permasalahan dan analisis penelitian. Pada bab ini, peneliti menjelaskan beberapa landasan teori dan argumentasi yang mendukung pembahasan, pengolahan, dan analisis.

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

1. Adilia dan Sugiono (2018) melakukan penelitian terkait dengan aktivitas *manual handling* yang ada pada industri pembuatan tahu UMKM Duan Tahu. Penelitian dilakukan terhadap pekerja UMKM Duan Tahu dengan menyebarkan kuisioner *NordicBody Map*. Hasilnya ditemukan bahwa pekerja penggilingan memiliki poin paling tinggi, sehingga memiliki risiko cedera yang tinggi pula. Pada aktivitas penggilingan di UMKM Duan Tahu ditemukan masih terdapat aktivitas *manual handling* diantaranya mengangkat kedelai yang telah dicuci pada bak pencucian menuju mesin penggilingan, mengangkat hasil penggilingan menuju tungku masak. Metode yang digunakan dalam evaluasi aktivitas *manual handling* tersebut adalah *MAC Tools*.
2. Wahyudi dan Hariyono (2017) melakukan penelitian terkait dengan perbandingan dua metode *manual material handling* yaitu metode *MAC tool* dan *NIOSH Lifting Equation* dalam menilai risiko aktivitas pengangkatan manual dan mengevaluasi kesesuaian hasilnya di beberapa industri. Penelitian dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung melalui gambar dan video dari 30 pekerja yang melakukan kegiatan mengangkat secara manual di tiga lokasi industri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keluhan di bagian belakang menjadi keluhan yang paling umum dirasakan oleh pekerja (56,7 %). Dari hasil penilaian aktivitas mengangkat manual, kami menemukan 70% pekerja berisiko dengan metode alat *MAC tool* dan 76,7% dengan metode *NIOSH Lifting Equation*. Kesesuaian hasil kedua metode ini dengan uji Kappa adalah 0,83 yang mengindikasikan adanya kecocokan hasil yang kuat. Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah baik alat *MAC tool* dan *NIOSH Lifting Equation* memiliki tolok ukur yang sangat kuat terhadap penilaian risiko kegiatan pengangkatan manual, sehingga dalam penggunaannya mereka dapat saling menggantikan.
3. Iskandar, Sugiono dan Hardiningtyas (2016) melakukan penelitian mengenai manual material handling pada industri pembuatan paving dan kanstin di PT. Malang Indah

Genteng Rajawali dengan menggunakan MAC Tool. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui aktivitas kerja mana yang paling berisiko dan memberikan usulan perbaikan pada pekerjaan tersebut. Dari penelitian ini diperoleh hasil bahwa total skor yang diperoleh menggunakan MAC yaitu 12, 8, 11, 17 dengan pekerjaan team handling produk paving memiliki skor terbesar yaitu 17, maka diberikan rekomendasi perbaikan berupa usulan penataan ulang stasiun kerja, usulan perbaikan fasilitas kerja, usulan perbaikan dengan membuat SOP, usulan pelatihan, usulan melakukan rotasi pekerjaan dan usulan penggunaan APD untuk pekerja. Setelah diberikan rekomendasi perbaikan, total skor dapat berkurang sehingga risiko pun berkurang.

Tabel 2.1  
Penelitian terdahulu

Peneliti	Judul	metode	Hasil
Adilia dan Sugiono (2018)	Analisis Risiko Kerja Pada Aktivitas <i>Manual Material Handling</i> Proses Penggilingan Kedelai Dengan Metode <i>Mac-Tools</i>	MAC <i>Tools</i>	Dari penelitian ini menunjukkan bahwa keseluruhan aktivitas manual handling yang dilakukan memiliki nilai yang tinggi dengan kategori penilaian yang dibutuhkan perbaikan dalam waktu dekat. Usulan perbaikan yang direkomendasikan adalah perbaikandan penambahan fasilitas kerja, perbaikan stasiun kerja, perbaikan alat pelindung diri dan perbaikan administratif. Selanjutnya dilakukan perhitungan kembali terkait perbaikan yang direkomendasi dan menunjukkan terjadi penurunan skor setelah dilakukan perbaikan.
Wahyudi dan Hariyono(2017)	Evaluasi kesesuaian hasil MAC <i>tool</i> dan NIOSH <i>Lifting Equations</i> dalam mengidentifikasi keluhan MSDs dari aktivitas angkat beban manual pada pekerja industri	NIOSH <i>Lifting Equations</i> dan MAC <i>tools</i>	Alat MAC <i>tool</i> dan NIOSH <i>Lifting Equation</i> memiliki tolok ukur yang sangat kuat terhadap penilaian risiko kegiatan pengangkatan manual, sehingga dalam penggunaannya merekadapat saling menggantikan.
Iskandar , Sugiono dan Hardiningtyas (2016)	Analisis MSDs Pekerja Paving Dan Kanstin Berbasis MAC <i>Tool</i>	MAC <i>tools</i>	Dari penelitian ini diperoleh hasil bahwa pekerjaan <i>team handling</i> produk paving memiliki skor terbesar, maka diberikan rekomendasi perbaikan berupa usulan penataan ulang stasiun kerja, usulan perbaikan fasilitas kerja, usulan perbaikan dengan membuat SOP, usulan pelatihan, usulan melakukan rotasi pekerjaan dan usulan penggunaan APD untuk pekerja.

## 2.2 Ergonomi

Manusia dalam kehidupan sehari-hari berinteraksi erat dengan peralatan atau mesin dalam melaksanakan pekerjaannya. Keberadaan manusia dan mesin juga tidak terlepas dari lingkungan sekitarnya (environment). Selanjutnya menurut Tarwaka (2004) Ergonomi adalah ilmu, seni, dan penerapan teknologi untuk menyetarakan atau menyeimbangkan antara segala fasilitas yang digunakan baik dalam beraktivitas maupun istirahat dengan kemampuan dan keterbatasan manusia baik fisik maupun mental sehingga kualitas hidup secara keseluruhan menjadi lebih baik.

Interaksi yang sering dilakukan di dalam sistem kerja adalah interaksi antara manusia dengan lingkungan yang berupa mesin. Hubungan ini sering disebut sebagai interaksi antara manusia dan mesin (*human-machine system*). Wujud dari hubungan ini dapat berupa kombinasi satu atau lebih manusia dengan satu atau lebih komponen fisik untuk saling berinteraksi.

Penerapan ergonomi pada umumnya merupakan penerapan ilmu dimana berfungsi sebagai aktivitas membangun (desain) ataupun merancang ulang (re-desain). Adanya perkembangan zaman tentu membuat perusahaan ingin selalu menjadi yang terdepan di kelasnya, dan ini artinya perusahaan menuntut pekerja lebih ekstra dalam pekerjaannya. Dilain itu perusahaan sering kali lupa dengan adanya tuntutan yang lebih tersebut mereka lupa akan keadaan pekerjanya, pekerja harus lebih sering terkena getaran, lebih sering terpapar radiasi, kebisingan yang diluar batas, serta gerakan berulang dan pengangkatan beban yang melebihi batas beban. Karena itu, ergonomi pada tempat kerja merupakan langkah tepat dan penting dalam perbaikan dan peningkatan serta mengantisipasi perlindungan pekerja terhadap risiko bahaya cedera.

Menurut Tarwaka (2004), secara umum tujuan dari penerapan ilmu ergonomi sebagai berikut.

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

### 2.3 Manual Material Handling (MMH)

Meskipun telah banyak mesin yang digunakan pada berbagai industri untuk mengerjakan tugas pemindahan, namun jarang terjadi otomasi sempurna di dalam industri. Disamping pula adanya pertimbangan ekonomis seperti tingginya harga mesin otomasi atau juga situasi praktis yang hanya memerlukan peralatan sederhana. Sebagai konsekuensinya adalah melakukan kegiatan manual di berbagai tempat kerja. Bentuk kegiatan manual yang dominan dalam industri adalah Manual Material Handling (MMH).

Definisi Manual Material Handling (MMH) menurut Heran-Le Roy Dkk (1999) adalah suatu kegiatan transportasi yang dilakukan oleh satu pekerja atau lebih dengan melakukan kegiatan pengangkatan, penurunan, mendorong, menarik, mengangkut, dan memindahkan barang.

Selama ini pengertian MMH hanya sebatas pada kegiatan *lifting* dan *lowering* yang melihat aspek kekuatan vertikal. Padahal kegiatan MMH tidak terbatas pada kegiatan tersebut saja, masih terdapat banyak kegiatan *pushing* dan *pulling* di dalam kegiatan MMH. Kegiatan MMH menurut MrCommic dan Sanders (1993) serta Alexander (1986) yang sering dilakukan oleh pekerja di dalam indsutri antara lain:

1. Kegiatan pengangkatan benda (*Lifting Task*)
2. Kegiatan pengantaran benda (*Carrying Task*)
3. Kegiatan mendorong benda (*Pushing Task*)
4. Kegiatan menarik benda (*Pulling Task*)

Pemilihan manusia sebagai tenaga kerja dalam melakukan kegiatan penanganan material bukanlah tanpa sebab, karena penanganan material secara manual memiliki beberapa keuntungan tersendiri yaitu sebagai berikut :

1. Fleksibel dalam gerakan sehingga memberikan kemudahan pemindahan beban pada ruang terbatas dan pekerjaan yang tidak beraturan
2. Untuk beban ringan biaya yang dikeluarkan perusahaan akan lebih murah dibanding dengan menggunakan mesin tidak semua material dapat dipindah dengan alat. Menurut National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Amerika Serikat, berat beban maksimum yang dapat diangkat oleh pekerja secara umum adalah 27 kg, baik dilakukan oleh pria maupun wanita. Tetapi, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan seorang pekerja mengangkat beban, antara lain:

1. Jika pada aktivitas manual handling diperlukan gerakan memutar

Untuk sudut putaran 45 derajat dari kaki nilai beban dikurangi 10% dan untuk sudut putaran 90 derajat, maka nilai beban dikurangi 20%.

## 2. Frekuensi pengangkatan dan penurunan beban

Jika dilakukan 1-2 kali per menit, beban dikurangi 30%.

Jika dilakukan 5-8 kali per menit, beban dikurangi 50%.

Jika dilakukan lebih dari 12 kali per menit, beban dikurangi 80%.

### 2.3.1 Risiko Kecelakaan Kerja Pada *Manual Material Handling*

Kegiatan MMH yang meliputi dari pengangkatan, penurunan, mendorong, dan menarik memiliki potensi untuk menimbulkan kecelakaan kerja. Kegiatan tersebut melibatkan koordinasi sistem kendali tubuh antara lain tangan, kaki, otak, otot, dan tulang belakang. Bila sistem koordinasi tubuh tidak berjalan dengan baik maka jelas akan menimbulkan risiko kecelakaan kerja pada bidang MMH. Heran-Le Roy Dkk (1999) membagi faktor penyebab terjadinya kecelakaan kerja saat dilakukan MMH menjadi dua faktor :

#### 1. Faktor Fisik (*Physical Factor*)

Faktor ini jika dijabarkan terdiri dari faktor-faktor yang mempengaruhi secara sfisikal yaitu suhu, kebisingan, bahan kimia, radiasi, gangguan penglihatan, postur kerja, gangguan sendi, getaran mesin dan alat, alat angkut, permukaan lantai.

#### 2. Faktor Psikososial (*Psychosocial Factor*)

Faktor ini terdiri dari karakteristik waktu kerja yang diberikan, antara lain adalah shift kerja, peraturan kerja, gaji yang tidak adil, rangkap kerja, stress kerja, konsekuensi kesalahan kerja, istirahat yang pendek, dan terganggu saat kerja.

Kedua faktor diatas berpengaruh pada kecelakaan kerja pada bagian muskuloskeletal. Untuk faktor Fisik (*Physical Factor*) yang menjadi faktor beresiko terhadap gangguan muskuloskeletal adalah postur/sikap kerja dan gangguan sendi akibat pekerjaan yang berulang. Sedangkan diantara faktor Psikososial yang menjadi penyebab utama adalah rendahnya pengawasan dalam aktivitas produksi dan terbatasnya keleluasan para pekerja. Hal seperti dalam proses produksi, pengoperasian mesin, dan peraturan perusahaan yang masih dilanggar para pekerja, terutama yaitu yang berhubungan dengan keselamatan kerja. Hak pekerja dalam memperoleh istirahat sebentar untuk mengendorkan saraf dan otot masih kurang.

### 2.3.2 Penanganan Risiko Kerja *Manual Material Handling*

Menurut American Tower Corporation (2012), suatu kejadian *Musculoskeletal Disorders* bisa jadi disebabkan oleh satu atau lebih faktor risiko. Namun, bukan berarti seorang pekerja tidak dapat mengendalikan penyakit yang umumnya dapat diderita oleh pekerja ini. Berikut

tups yang dapat dilakukan pekerja untuk mencegah MSDs ini, yaitu;

1. Waspadai faktor risiko MSD berupa postur *awkward*, pemberian tekanan berlebih pada otot, gerakan yang berulang, stress, getaran, postur statis dan suhu dingin.
2. Selalu mencoba bekerja dalam posisi netral
  - a. Biasakan untuk membuat bahu rileks
  - b. Siku pada sekitar sudut 90 derajat
  - c. Pergelangan tangan lurus.

## 2.4 Musculoskeletal Disorders (MSDs)

Pekerjaan menangani beban secara manual (*manual handling*) yang terdiri dari kegiatan mengangkat, menurunkan, mendorong, menarik dan membawa merupakan pekerjaan-pekerjaan yang mengandung risiko terjadinya gangguan kesehatan tubuh pada manusia. Keluhan muskuloskeletal merupakan keluhan pada bagian-bagian otot skeletal yang dirasakan para pekerja mulai dari keluhan yang sangat ringan sampai dengan keluhan dalam kategori yang berat.

Apabila otot menerima beban statis yang secara berulang dengan jangka waktu yang cukup panjang berulang dalam jangka waktu yang lama akan dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligamen dan tendon. Keluhan inilah yang biasanya di sebut sebagai *musculoskeletal disorders* (MSDs) atau cedera pada sistem muskuloskeletal (Grandjean, 1993).

Tingginya tingkat cedera atau kecelakaan kerja selain merugikan secara langsung yaitu sakit yang diderita oleh pekerja, kecelakaan tersebut juga akan berdampak buruk terhadap kinerja perusahaan yaitu berupa penurunan produktivitas perusahaan, baik melalui beban biaya pengobatan yang cukup tinggi dan juga ketidakhadiran pekerja serta penurunan dalam kualitas kerja.

### 2.4.1 Keluhan (Symptom)

Gejala MSDs biasanya sering disertai dengan keluhan yang sifatnya subjektif, sehingga sulit untuk menentukan derajat keparahan penyakit tersebut. Terdapat beberapa tanda awal yang menunjukkan terjadinya masalah terhadap muskuloskeletal yaitu bengkak (*swelling*), gemetar (*trembling*), kesemutan (*tingling*), tidak nyaman (*discomfort*), rasa terbakar (*burning sensation*), iritasi, insomnia, dan rasa kaku, keluhan yang menggambarkan tingkat keparahan (Humantech, 1995).

#### a. Tahap 1

Nyeri dan kelelahan pada saat bekerja tetapi setelah beristirahat yang cukup tubuh akan pulih kembali. Tidak mengganggu kapasitas kerja.

#### b. Tahap 2

Keluhan rasa nyeri tetap ada setelah waktu semalam, istirahat, timbul gangguan tidur, dan sedikit mengurangi performa kerja.

### c. Tahap 3

Rasa nyeri tetap ada walaupun telah istirahat, nyeri dirasakan saat bekerja, saat melakukan gerakan yang repetitif, tidur terganggu, dan kesulitan dalam menjalankan pekerjaan yang pada akhirnya akan mengakibatkan terjadinya inkapasitas.

## 2.4.2 Nyeri Otot

Keluhan nyeri pada otot diakibatkan oleh akumulasi produk limbah dalam otot yang disebut kram dan dapat disertai oleh kelemahan otot atau spasme (otot sementara mungkin kehilangan hingga 50% dari kekuatan normal ketika lelah). Kram di tangan atau lengan bawah yang dikenal lebih umum pada mereka yang pekerjaannya melibatkan tulisan tangan berkepanjangan, mengetik atau gerakan berulang lainnya (Putz-Anderson, 1988). Kram lebih sering terjadi ketika pekerja melakukan pekerjaan dengan postur janggal, kondisi ini dapat melemahkan sistem otot sendi. Patkin pada tahun 1989 melaporkan bahwa kram dapat disebabkan karena desain kerja atau alat kerja yang buruk seperti saat menulis dengan pena yang membutuhkan tekanan untuk menulis dengan baik. Penggunaan pena adalah wajib untuk anak sekolah di beberapa negara karena pena dapat digunakan dengan kekuatan rendah.

DOM (delayed-onset muscle soreness) atau nyeri otot yang berulang-ulang adalah respon alami karena peradangan, muncul hingga 12-24 jam setelah paparan, dan memuncak setelah 1-3 hari, kemudian secara bertahap menurun. DOM merupakan indikasi kerusakan otot. Hal ini dapat terjadi setelah terpapar penggunaan kekuatan otot tinggi secara mendadak, terutama selama eksentrik kontraksi seperti ketika mencoba untuk memegang benda jatuh atau melawan seorang reaksi mendadak dari alat torsi bertenaga (Patkin, 1989).

Pada tingkat jaringan mungkin terjadi kerusakan seperti serat otot, menurun triphosphat adenosin intraseluler (ATP) dan berkurangnya aliran darah lokal (Hales, 1994). Biasanya, otot akan pulih dan bahkan menjadi lebih kuat, namun beberapa peneliti percaya bahwa paparan kronis beban statis mencegah pemulihan yang tepat dan menyebabkan kerusakan permanen. Respon primer mungkin disertai dengan perasaan nyeri di otot, yang mengurangi sebagai regenerasi serat otot yang terganggu (Armstrong et al., 1993).

Pola aktivitas dalam pekerjaan industri banyak sedikit memiliki kemiripan dengan yang di program pelatihan otot. Salah satu perbedaan utama adalah bahwa waktu istirahat jauh lebih sering dalam pelatihan otot dari pada bekerja, itulah sebabnya bekerja biasanya tidak memiliki efek yang

menguntungkan yang sama seperti latihan atau pelatihan. Kerusakan jaringan otot setiap hari dapat melebihi kemampuan perbaikan otot dan pada akhirnya mengarah ke penurunan daripada peningkatan dalam kekuatan atau daya tahan serta mengakibatkan rasa sakit kronis pada otot (mialgia). Diperkirakan bahwa perubahan jaringan bertanggung jawab pada nyeri kronis, dengan tidak adanya peradangan, ini disebabkan peningkatan ergonomi desain peralatan dalam kaitannya dengan pencegahan strain dan keseleo.

### 2.4.3 Neck Strain

Tulang belakang leher memiliki beberapa fungsi, terutama untuk mendukung berat kepala dan untuk menyediakan saluran untuk saraf dan titik attachment untuk otot-otot yang mengontrol posisi kepala. Tulang belakang leher ini terdiri dari tujuh tulang yang dirancang untuk memungkinkan gerakan kepala yang kompleks. Dua yang pertama dikenal dengan vertebra serviks (dikenal sebagai atlas dan sumbu) yang berbeda dari vertebra lain dalam kolom tulang belakang. Sisanya tulang yang memiliki struktur umum yang sama seperti tulang di bagian lain dari tulang belakang dan dikelilingi oleh ligamen anterior dan posterior.

Tulang belakang leher terdiri dari tulang belakang tubuh dan diskus intervertebralis, faset sendi, tulang untuk melekatnya ligamen dan otot, dan foramen intervertebralis yang melewati sumsum tulang belakang. Kepala dapat dianggap seimbang di atas tulang belakang leher dengan titik tumpu langsung di atas vertebra servikalis pertama. Kepala dianggap berada dalam titik keseimbangan ketika seseorang melihat langsung ke depan. Karena COG kepala terletak di depan tulang belakang leher, kepala harus tegak dilakukan oleh kontraksi dari posterior otot leher.

Otot-otot yang kuat adalah otot-otot postural yang benar, otot-otot sangat penting untuk pemeliharaan postur tegak dan terus-menerus bekerja untuk mencegah kepala jatuh ke depan karena gravitasi. Peran otot-otot leher posterior sangat jelas untuk menjaga postur mengingat bagaimana orang yang duduk dengan dagu terkulai ke depan ke dada ketika orang tidur. Hal ini dapat dihargai bahwa dalam biasa berdiri dan duduk postur, struktur dari tulang belakang leher adalah untuk menjaga kepala dalam posisi tegak. Karena itu mereka rentan terhadap kelelahan karena tekanan tambahan yang diberikan oleh pekerjaan. Otot-otot posterior yang memperpanjang leher lebih kuat dari anterior otot yang melenturkan leher, karena dibantu oleh gravitasi sedangkan otot posterior harus bekerja melawan gravitasi. Sehingga, memainkan sangat penting dalam aktivitas kerja banyak. Karena orientasi miring, itu menghasilkan ekstensi, fleksi lateral dan rotasi kepala ke arah sisi kontraksi. Prolaps diskus intervertebralis dari serviks tulang jarang terjadi. Namun, cakram pasti bisa merosot, seperti pada sendi

intervertebralis, dan ini dapat menyebabkan iritasi akar saraf di tulang belakang leher. Nyeri di leher dan bahu bisa terjadi. Degenerasi tulang belakang leher, yang dikenal dengan istilah kedokteran cervical spondylosis, dapat memiliki konsekuensi serius. Kompresi tulang belakang pada tingkat tulang belakang leher dapat terjadi, sehingga dalam kelemahan dan pemborosan tungkai atas. Hal ini kemudian dapat menyebar ke tungkai bawah. Seperti halnya dengan tulang belakang lumbal, beberapa degenerasi tulang belakang leher adalah bagian dari proses alami penuaan (Kapandji, 1974).

Degenerasi tulang belakang leher merupakan penyebab potensial dari sakit leher karena mekanik perubahan yang terjadi sebagai akibat yang berkaitan dengan usia proses degeneratif. Fleksi statis dari tulang belakang leher meningkatkan lengan saat kepala sesuai ke sinus dari sudut fleksi. Hal ini meningkatkan beban pada jaringan lunak di daerah leher rahim dan otot-otot leher posterior ditempatkan di bawah beban statis meningkat dalam rangka mempertahankan kepala tertekuk ke depan dalam kesetimbangan dengan gravitasi (Barton, 1992). beban statis meningkat pada otot ini menyebabkan tekanan iskemia dan kelaparan jaringan otot terhadap bahan bakar dan oksigen. Nyeri di leher dan bahu bisa terjadi, yang menyebabkan kejang otot (kontraksi refleks dari otot-otot). Ini, pada gilirannya, dapat memperburuk rasa sakit dan menyebabkan lingkaran setan. Maju-tertekuk posisi dapat dikenai diskus intervertebralis serviks untuk kompresi meningkat dan posterior ligamen ketegangan meningkat. desain ruang kerja yang buruk, contohnya membutuhkan para pekerja harus menekuk leher, dapat menjadi penyebab sakit reversibel atau mungkin memperkuat nyeri akibat perubahan degeneratif yang ada. Sangat berulang, rendah beban pengerahan tenaga dapat menyebabkan kerusakan bertahap kekuatan jaringan, akhirnya menghasilkan deformasi dari jaringan dan nyeri pada penggunaan.

Pengendalian masalah leher di tempat kerja menyimpulkan bahwa kepala dan leher tidak boleh tertekuk ke depan oleh lebih dari 15 derajat jika stres postural berlebihan harus dihindari (Grandjean, 1987). Ada cukup bukti bahwa fleksi sering atau berkelanjutan dari kepala dan leher di luar ini terkait dengan leher kronis dan nyeri bahu. Hal ini diperburuk jika disertai fleksi oleh rotasi kepala dan jika bahu dan lengan harus bekerja dalam posisi tinggi pada waktu yang sama (Bendix dan Hagberg 1984).

#### **2.4.4 Gangguan Pada Bahu**

Bukti keterkaitan gangguan pada bahu dengan pekerjaan adalah terjadinya peningkatan risiko gangguan bahu saat bahu tertekuk lebih dari 90 derajat, dengan risiko meningkatnya proporsi dengan persentase dari siklus kerja selama lengan diadakan dalam posisi itu. Odds ratio

untuk eksposur tersebut berkisar 1,5-6,5, tapi risiko tinggi ditemukan terjadi ketika fleksi atau penculikan diadakan selama lebih dari 10% dari pekerjaan (Pinnet et al, 2000).

Kemungkinan jalur kausal Pekerjaan yang paling banyak adalah melibatkan alat-alat tangan yang berat dengan kombinasi beban berulang dan sikap statis pada tubuh, yang biasanya melibatkan bahu, menjadi penyebab gangguan pada bahu secara tidak langsung. Sendi bahu adalah bagian paling mobile di tubuh dan, bersama dengan jaringan lunak yang terikat. Oleh sebab itu, sendi bahu rentan terhadap cedera dalam kegiatan di mana gerakan-gerakan pada sendi ini dilakukan di atas titik horizontal. Bekerja dengan tangan di atas tinggi bahu adalah stres dan dapat meningkatkan risiko mengembangkan 'sindrom pelampiasan yang disebut, atau dikenal sebagai 'perenang bahu' (wieder, 1992) atau sindrom manset rotator.

Kelainan ini diketahui lebih sering terjadi pada olahragawan yang menggunakan tindakan overhead yang tinggi. Hal ini menjelaskan mengapa sendi bahu begitu mudah terkilir. Hal ini dapat dibandingkan dengan sendi panggul yang jauh lebih stabil, di mana lebih dari 50% dari kepala femoral tertutup oleh acetabulum. Bahwa sendi bahu membutuhkan aktivitas otot yang akan diadakan di tempat yang mungkin waspada ahli ergonomi untuk kerentanan kemungkinan untuk cepat lelah dan kerusakan bila terkena beban statis atau tindakan berulang-ulang. Salah satu cara paling sederhana untuk mengurangi stres pada bahu dalam pekerjaan dapat memberikan tumpuan yang berarti mendukung berat lengan untuk mengaktifkan otot-otot bahu untuk bersantai. Sebaliknya, setiap kali tangan atau lengan yang digunakan, aktivitas otot yang diperlukan untuk tetap humerus dalam soket dan untuk menahan skapula di tempat pada thorax. Para otot stabilizer skapula berada pada kerugian mekanis besar ketika lengan diadakan maju dari tubuh (atau kantilever) dan kontraksi otot statis diperlukan.

Kontraksi ini meningkatkan tekanan pada jaringan sekitarnya, merusak sirkulasi dalam tendon. Bersama dengan beban meningkat, hal ini dapat menyebabkan supraspinatus tendinitis. Iskemia pada otot dapat menyebabkan peningkatan kematian sel dan peradangan kronis yang dialami sebagai nyeri.

#### **2.4.5 Carpal Tunnel Syndrome**

Carpal tunnel syndrome (CTS) dikaitkan dengan pekerjaan yang berat dan berulang-ulang saja atau dalam kombinasi dengan faktor-faktor lain (National Institute of Occupational and Health, 1997). Getaran tangan dan pergelangan tangan juga berhubungan dengan kondisi tersebut. Gabungan stress terkait kekuatan dan postur yang ekstrim atau pengulangan sangat terkait dengan CTS. kurangnya perubahan dalam tugas-tugas atau kurangnya istirahat dan kurangnya rotasi pekerjaan juga menjadi pemicu timbulnya CTS. Otot-otot yang melenturkan

jari terletak pada lengan bawah dan tendon panjang yang melalui lubang sempit di pergelangan tangan sebelum memasukkan ke dalam jari. Otot inilah yang dikenal dengan carpal tunnel, carpal tunnel juga dilalui oleh saraf dan pembuluh darah tangan. Peningkatan tekanan dalam pergelangan karpal dapat menyebabkan carpal tunnel syndrome jika itu mempengaruhi saraf median atau mengurangi pasokan darah ke saraf dengan menekan kapiler, yang mengakibatkan kerusakan saraf dan mengurangi kecepatan konduksi sinyal saraf. Hasilnya adalah sensasi kesemutan dan mati rasa di telapak tangan dan jari. Dalam kasus yang parah, pembedahan mungkin diperlukan untuk meringankan tekanan. Syndrome sindrom pergelangan telah dilaporkan dalam pekerjaan yang membutuhkan gerakan jari yang cepat, seperti mengetik, dan ditemukan di kalangan musisi profesional. Namun, Barton tahun 1992, menyimpulkan bahwa mayoritas kasus carpal tunnel sindrom tidak disebabkan oleh pekerjaan. Hal ini umum terjadi selama kehamilan dan mungkin rekan- kondisi dari berbagai gangguan lain yang beragam seperti diabetes, tekanan darah tinggi, gangguan ginjal, penggunaan kontrasepsi oral dan arthritis (Hales, 1994).

Klasifikasi dan diagnosis CTS pada studi lain telah menemukan bukti dari sebuah hubungan antara gejala CTS dan bekerja. Masalah ini (yaitu diagnosis dan kategorisasi) saat ini meliputi semua penelitian tentang keterkaitan pekerjaan dan gangguan muskuloskeletal. Spondylosis serviks dan stenosis (penyempitan) dari struktur serviks, serta terjepitnya saraf di lengan, dapat menimbulkan gejala yang menyerupai sindrom carpal tunnel. Hal ini menggambarkan bahwa diagnosis dari semua masalah lengan dan tangan sebaiknya diserahkan kepada para ahli karena sakit di daerah ini mungkin, pada kenyataannya, disebabkan oleh penyebab lain.

Loslever dan Ranaivosoa tahun 1993, dalam penelitiannya menemukan bukti bahwa faktor-faktor non-kerja lebih penting daripada faktor pekerjaan. Namun, prevalensi untuk kedua tangan ditemukan berkorelasi positif dengan langkah-langkah fleksi pergelangan tangan dan kekuatan pegangan tinggi. Tampaknya bahwa faktor-faktor seperti pekerjaan yang berulang, postur tubuh dan pergelangan tangan ditentukan oleh tugas dan desain alat dapat menimbulkan gejala CTS. Bahkan, ada bukti bahwa penderita CTS menyebabkan hilangnya sensitivitas taktil.

Pegangan penderita menjadi berlebihan sehubungan dengan tuntutan tugas, sehingga menyebabkan kenaikan lebih lanjut tekanan di dalam pergelangan tangan dan ketegangan yang berlebihan dalam struktur lain, sehingga mempercepat terjadinya gangguan (Lowe dan Frievalds, 1998). Jadi, dapat disimpulkan bahwa mendesain ulang peralatan untuk

meminimalkan paparan terhadap getaran, pekerjaan yang berulang-ulang dan postur yang ekstrim serta kombinasi dengan faktor-faktor lain mungkin akan dapat menurunkan prevalensi gejala CTS di tempat kerja, bahkan jika langkah-langkah ini tidak dapat mengurangi kejadian gangguan.

#### 2.4.6 Low Back Pain

Low back yang biasa disebut tulang belakang bagian bawah. Tulang belakang manusia tersusun dari 24 vertebrae yang dipisahkan oleh bantalan hidrolik fibrokartilago atau yang biasa dikenal dengan sebutan intervertebratebratal discs. Tulang-tulang tersusun membentuk rangka dan berakhir pada sacrum yang tersambung dengan tulang pinggul pada persendian sacro-iliac (Pheasant, 1986). Rasa nyeri atau cedera pada tulang punggung belakang dapat terjadi jika ketegangan (strain) yang berlebihan terjadi dalam mekanisme tubuh. Bahkan strain yang terlampau berat dapat menyebabkan kerusakan otot, ligamen, dan jika strain terjadi secara tiba-tiba dan dalam jangka waktu yang panjang, maka kerusakan dapat mengenai intervertebral discs. Akibat bagian dari disc yang selip ke dalam spinal canal akan menimbulkan rasa sakit atau nyeri yang amat sangat pada bagian punggung yang disebut sebagai slipped disc (Osborne, 1982).

#### 2.5 Nordic Body Map (NBM)

Metode *Nordic Body Map* (NBM) merupakan metode penilaian yang sangat subjektif artinya keberhasilan aplikasi metode ini sangat tergantung dari kondisi dan situasi yang dialami pekerja pada saat dilakukannya penelitian dan juga tergantung dari keahlian dan pengalaman observer yang bersangkutan. Kuesioner NBM ini telah secara luas digunakan oleh para ahli ergonomi untuk menilai tingkat keparahan gangguan pada sistem muskuloskeletal dan mempunyai validitas dan reabilitas yang cukup (Tarwaka, 2010).

Metode NBM menggunakan lembar kerja berupa peta tubuh (*body map*) merupakan cara yang sangat sederhana, mudah dipahami, murah dan memerlukan waktu yang sangat singkat  $\pm$  5 menit per individu. Pengamat dapat langsung mewawancarai atau menanyakan kepada responden otot skeletal bagian mana saja yang mengalami gangguan/nyeri atau sakit dengan menunjuk langsung pada setiap otot skeletal sesuai yang tercantum dalam lembar kerja kuesioner NBM. Kuesioner NBM meliputi 27 bagian otot skeletal pada kedua sisi tubuh kanan dan kiri. Dimulai dari anggota tubuh bagian atas yaitu otot leher sampai dengan otot pada kaki. Melalui kuesioner ini akan dapat diketahui bagian-bagian otot mana saja yang mengalami gangguan kenyamanan atau keluhan dari tingkat rendah (tidak ada keluhan/cedera) sampai dengan

keluhan tingkat tinggi (keluhan sangat sakit). (Tarwaka, 2010)

Pengukuran gangguan otot skeletal dengan kuesioner NBM digunakan untuk menilai tingkat keparahan gangguan otot skeletal individu dalam kelompok kerja yang cukup banyak atau kelompok sampel yang merepresentasikan populasi secara keseluruhan. Penilaian dengan menggunakan kuesioner NBM dapat dilakukan dengan desain penelitian dengan skoring (misalnya: 4 skala Likert). Apabila menggunakan skala Likert maka setiap skor atau nilai haruslah mempunyai definisi operasional yang jelas dan mudah dipahami oleh responden. (Tarwaka, 2010)

Langkah terakhir dalam penggunaan metode ini adalah melakukan upaya perbaikan pada pekerjaan yang bersangkutan maupun sikap kerja, jika diperoleh hasil tingkat keparahan pada otot skeletal yang tinggi. Tindakan perbaikan yang harus dilakukan tentunya sangat bergantung dari risiko otot skeletal mana yang mengalami adanya gangguan. Hal ini dapat dilakukan dengan melihat presentase jumlah skor pada setiap bagian otot skeletal dan kategori tingkat risiko

## 2.6 *Manual Assessment Charts(MAC) Tool*

Menurut *Healthy and Safety Executive, Manual Assessment Charts (MAC) Tool* merupakan metode yang dikembangkan oleh HSE yang pada awalnya dirancang untuk membantu pengawas keamanan dan kesehatan dalam mengidentifikasi faktor risiko pada aktivitas *manual handling* seperti mengangkat dan menaruh, membawa dan *team handling*, kemudian *tool* ini mulai digunakan oleh orang umum dan terbukti sangat populer digunakan untuk mengelola risiko pada aktivitas *manual handling*. MAC digunakan dengan cara penilaian berupa skala numerik dan skema warna yang dapat menggambarkan risiko yang ada. Terdapat 4 *colour band* pada *MAC Tool*, yaitu warna *green* yang berarti tingkat risiko rendah, warna *amber* yang berarti tingkat risiko medium, warna *red* yang berarti tingkat risiko tinggi, sedangkan warna terakhir warna *purple* yang menunjukkan tingkat risiko yang sangat tinggi.

Skema warna yang digunakan pada MAC dapat dilihat pada Gambar 2.1.

**G = GREEN - Low level of risk** Although the risk is low, consider the exposure levels for vulnerable groups such as pregnant women, disabled, recently injured, young or inexperienced workers.

**A = AMBER - Medium level of risk** Examine tasks closely.

**R = RED - High level of risk** Prompt action needed. This may expose a significant proportion of the working population to risk of injury.

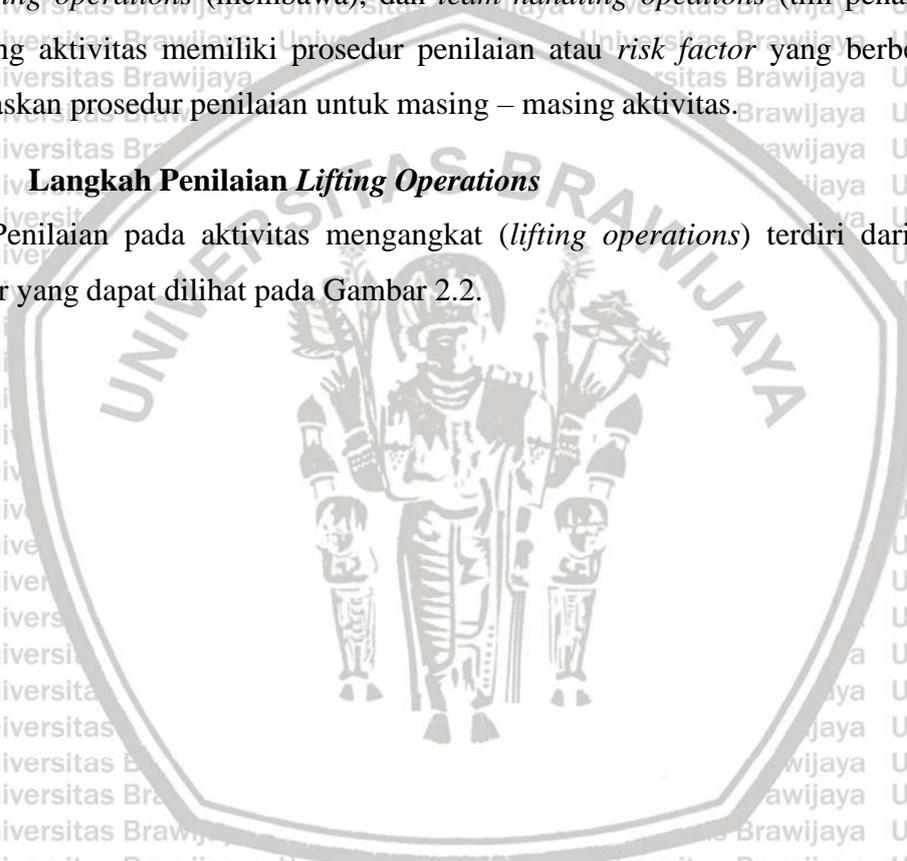
**P = PURPLE - Unacceptable level of risk** Such operations may represent a serious risk of injury and must be improved.

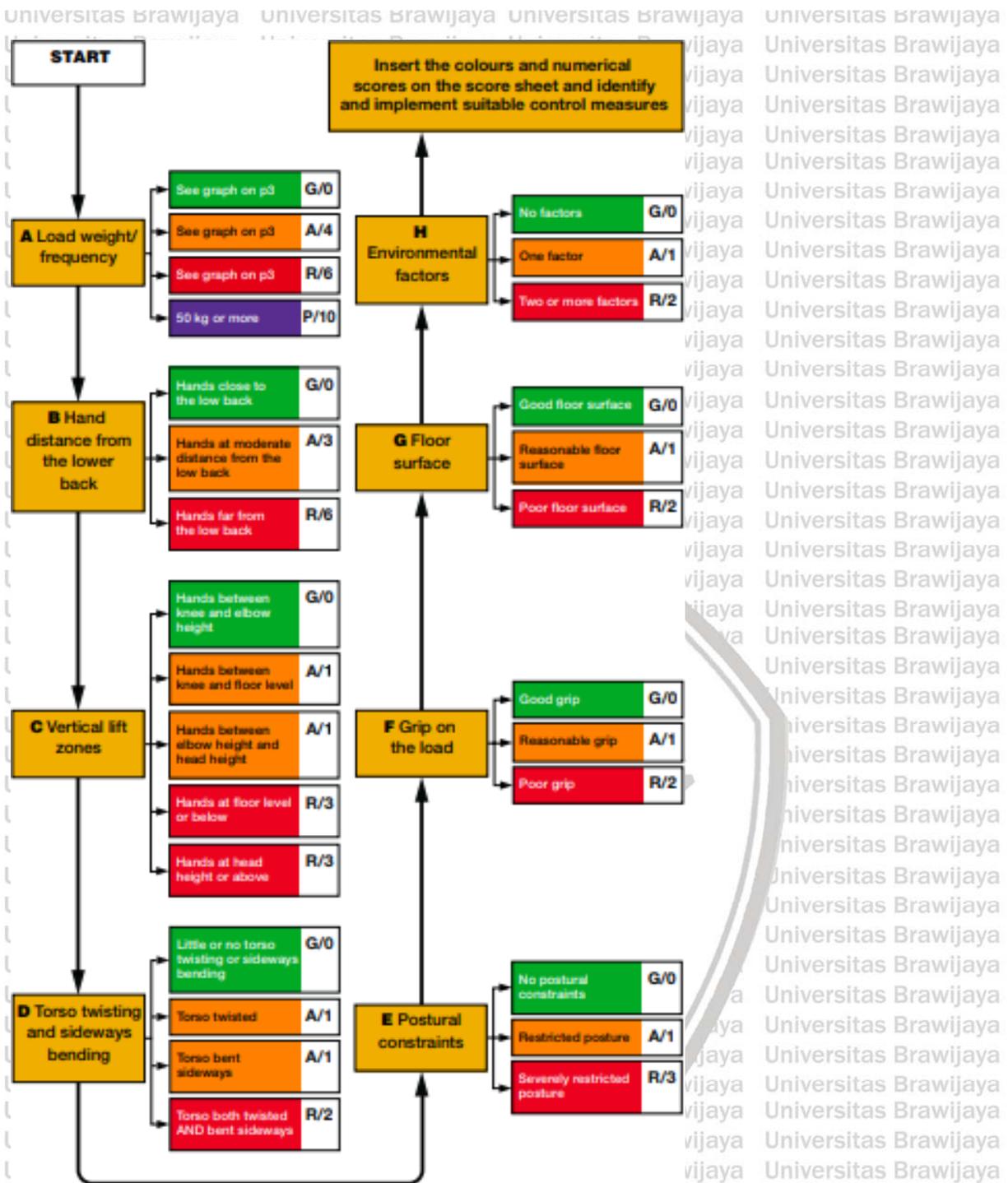
Gambar 2.1 Skema warna pada MAC-Sumber: *Health and Safety Executive* 2018

Aktivitas yang dinilai pada MAC terbagi menjadi 3, yaitu *lifting operations* (mengangkat), *carrying operations* (membawa), dan *team handling operations* (tim penanganan), masing - masing aktivitas memiliki prosedur penilaian atau *risk factor* yang berbeda, berikut akan dijelaskan prosedur penilaian untuk masing – masing aktivitas.

### 2.6.1 Langkah Penilaian *Lifting Operations*

Penilaian pada aktivitas mengangkat (*lifting operations*) terdiri dari beberapa faktor yang dapat dilihat pada Gambar 2.2.

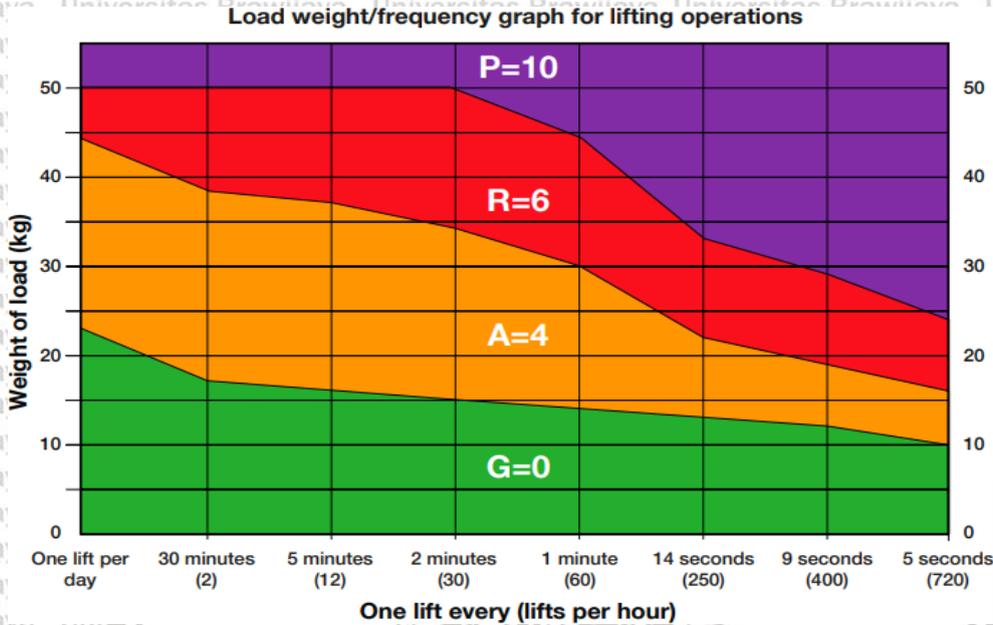




Gambar 2.2 Diagram penilaian lifting operations  
Sumber: Health and Safety Executive 2018

1. *Load Weight / Frequency*

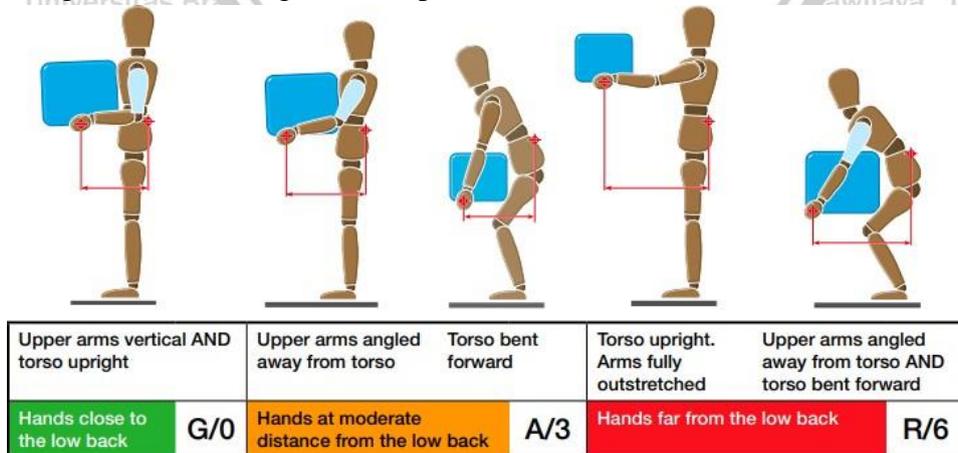
Langkah yang pertama yang dilakukan adalah menentukan berat dari beban yang diangkat dan frekuensi pengulangan pengangkatan. Semakin berat beban yang diangkat dan semakin sering frekuensi pengangkatan maka risiko terjadinya cedera akan semakin besar. Grafik untuk mengetahui *colour band* dan skor pada tahap ini dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Faktor load weight/frekuensi pada lifting operations  
Sumber: Health and Safety Executive 2018

2. *Hand Distance from Lower Back*

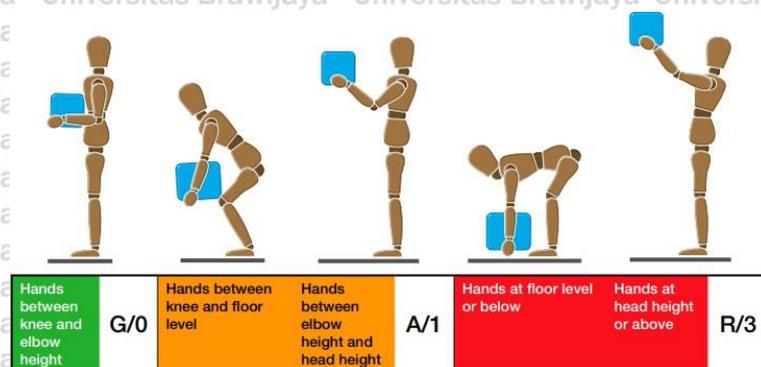
Selanjutnya yaitu mengidentifikasi jarak antara tangan operator yang mengangkat beban dengan posisi punggung operator. Jarak dikatakan aman apabila posisi tangan vertikal serta posisi batang tubuh tegak, jarak semakin jauh jika posisi tangan membentuk sudut dan posisi batang tubuh membungkuk ke depan.



Gambar 2.4 Faktor hand distance from lower back pada lifting operations  
Sumber: Health and Safety Executive 2018

### 3. Vertical Lift Region

Faktor ini menilai posisi operator ketika memulai melakukan pengangkatan secara vertikal. Risiko masuk kategori *red* apabila pengangkatan vertikal dilakukan dengan posisi sejajar dengan lantai atau di atas kepala.

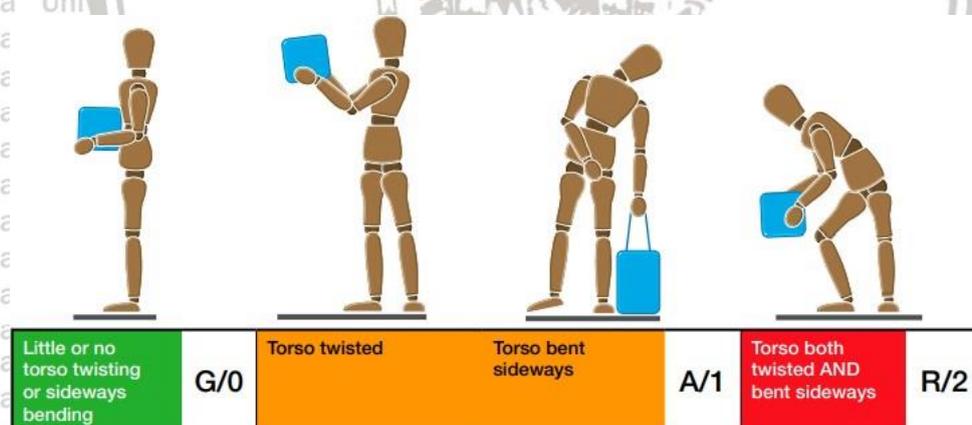


Gambar 2.5 Faktor vertical lift region pada lifting operations

Sumber : Health and Safety Executive 2018

### 4. Torso Twisting and Sideways Bending

Pada faktor ini penilaian dilakukan pada tubuh bagian belakang. Jika posisi tubuh semakin memutar dan menekuk ke samping, maka risikonya akan semakin besar dan masuk kategori *red*.



Gambar 2.6 Faktor Torso Twisting and Sideways Bending pada lifting operations

Sumber : Health and Safety Executive 2018

### 5. Postural Constraints

Pada postur ini dikategorikan *green* apabila operator dalam mengangkat tidak memiliki hambatan, dikategorikan *amber* jika agak terbatas, sedangkan jika pergerakan sangat terbatas maka masuk kategori *red*.

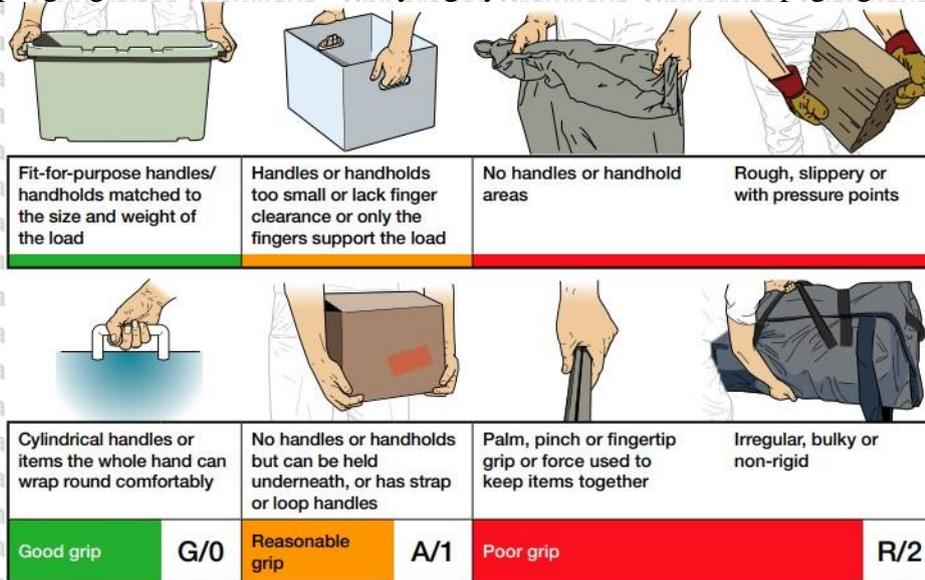


Gambar 2.7 Faktor postural constraints pada lifting operations

Sumber: Health and Safety Executive 2018

## 6. Grip on The Load

Tahap selanjutnya yang dinilai adalah pegangan pada benda pada saat aktivitas pengangkatan memiliki desain yang nyaman/mudah untuk dipegang atau tidak.



Gambar 2.8 Faktor *grip on the load* pada *lifting operations*

Sumber: *Health and Safety Executive* 2018

## 7. Floor Surface

Tahap ini merupakan penilaian mengenai permukaan lantai dalam aktivitas pengangkatan.

Jika lantai dalam kondisi kering, bersih, dan dalam keadaan yang baik berarti berisiko rendah dan masuk kategori *green*, masuk kategori *amber* jika lantai kering tetapi dalam keadaan buruk dan tidak rata, dan dikatakan *red* apabila lantai basah, miring, tidak rata atau alas kaki yang tidak cocok.

Non-slip, dry, clean, firm, level and undamaged	Mostly dry and clean (damp or some debris), OR reasonably firm OR minor damage	Slippery (greasy, oily, wet, icy) OR much debris OR soft OR unstable OR severe damage
Good floor surface	Reasonable floor surface	Poor floor surface

Gambar 2.9 Faktor *floor surface* pada *lifting operations*

Sumber: *Health and Safety Executive* 2018

## 8. Others Environmental Factors

Tahap terakhir yaitu penilaian untuk faktor lingkungan, tergantung pada jumlah faktor lingkungan yang mengganggu operator. Faktor yang dimaksud yaitu suhu, sirkulasi udara dan pencahayaan. Dikatakan *green* apabila tidak ada faktor lingkungan yang mempengaruhi, dikatakan *amber* apabila ada 1 faktor lingkungan yang mempengaruhi, dikatakan *red* apabila ada 2-3 faktor lingkungan yang mempengaruhi.



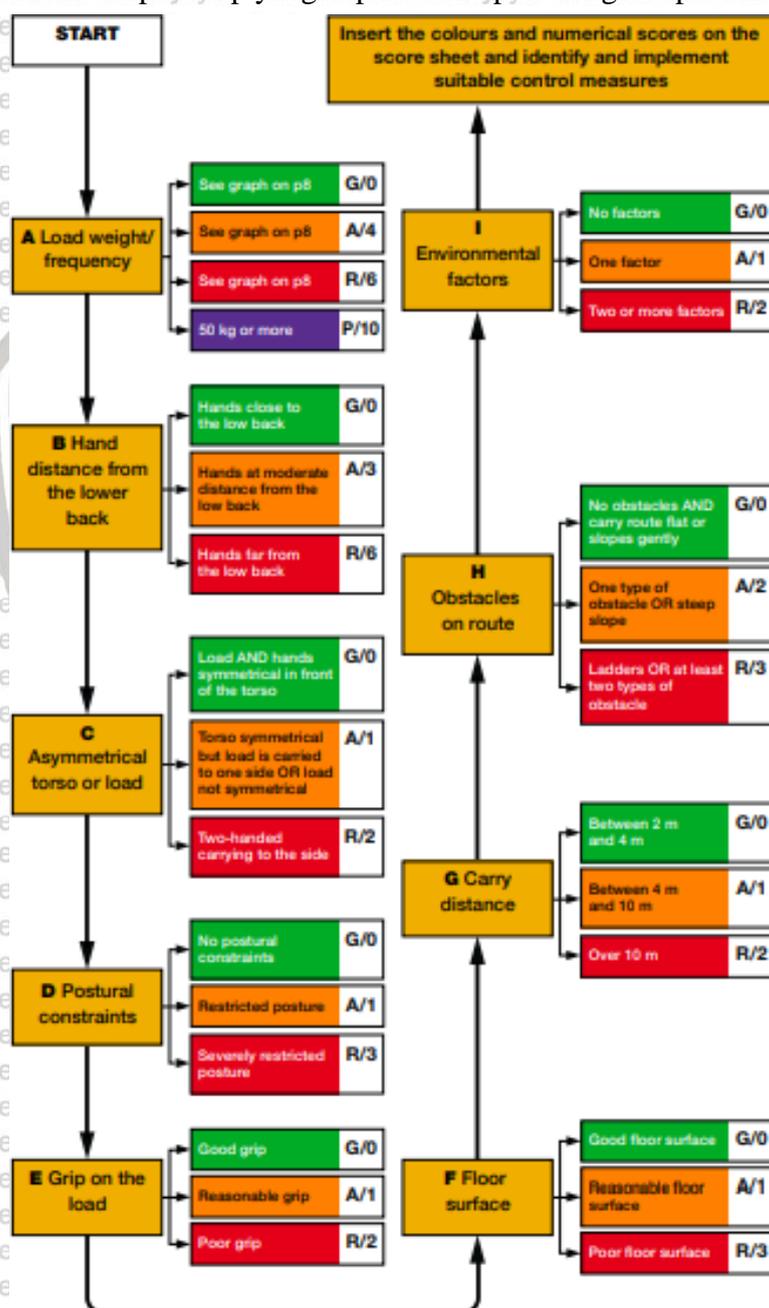
Gambar 2.10 Faktor other environment pada lifting operations

Sumber: Health and Safety Executive 2018

## 2.6.2 Langkah Penilaian Carrying Operations

Langkah penilaian yang selanjutnya yaitu untuk aktivitas membawa (*carrying operations*).

Seperti pada aktivitas mengangkat (*lifting operations*), penilaian pada aktivitas membawa juga terdiri dari beberapa tahap yang dapat dilihat pada diagram pada Gambar 2.11.

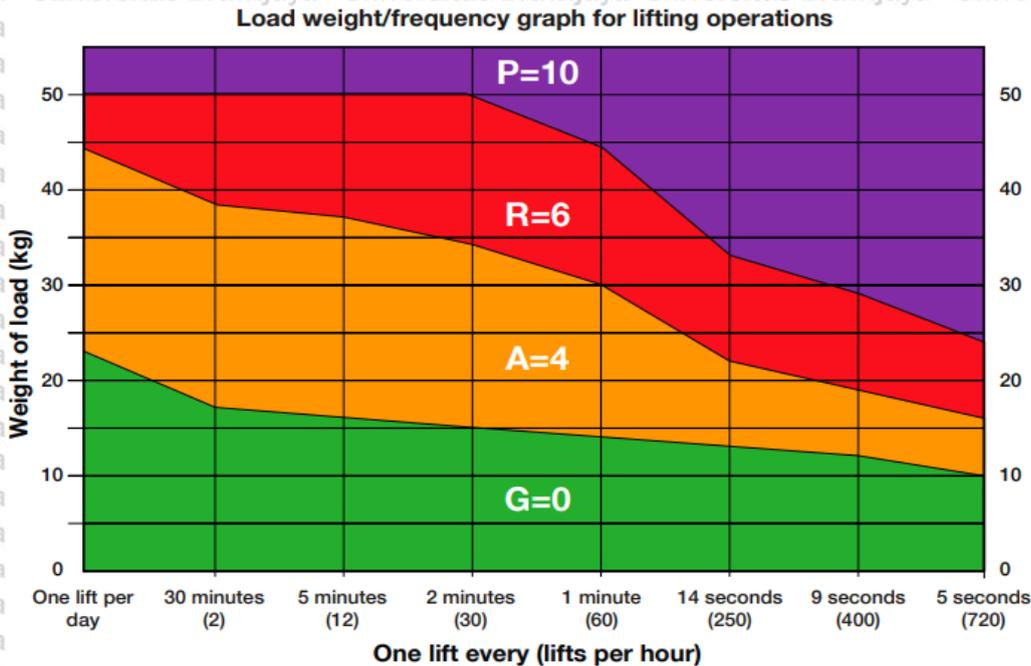


Gambar 2.11 Diagram penilaian carrying operations

Sumber: Health and Safety Executive 2018

1. *Load weight / Frequency*

Tahap yang pertama pada penilaian untuk *carrying operations* yaitu menentukan berat dari beban yang diangkat dan frekuensi pengulangan untuk aktivitas membawa. Grafik untuk mengetahui *colour band* dan skor pada tahap ini juga dilihat pada Gambar 2.12.

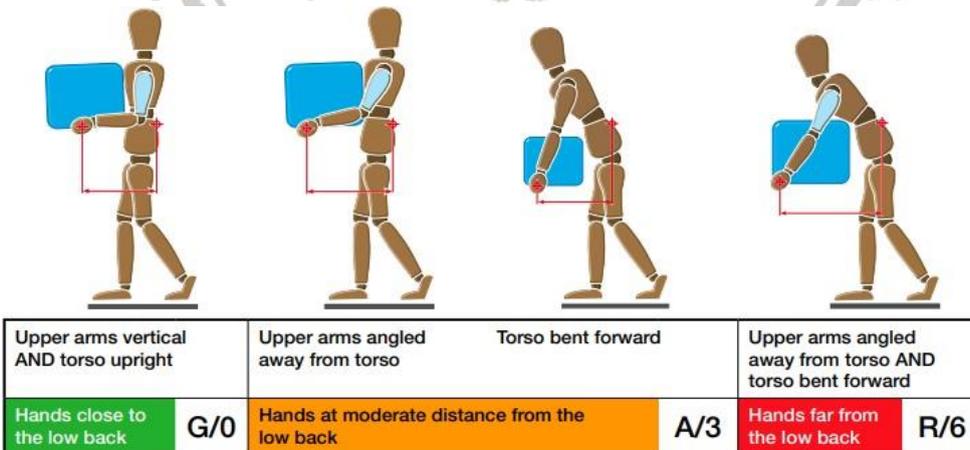


Gambar 2.12 Diagram *colour band* penilaian *carrying operations*

Sumber : Health and Safety Executive 2018

2. *Hand Distance From Lower Back*

Tahap ini merupakan penilaian dengan cara mengidentifikasi jarak antara tangan yang membawa beban dengan posisi punggung operator. Jarak dikatakan *green* apabila posisi tangan vertikal dan batang tubuh tegak, jarak semakin jauh apabila posisi tangan membentuk sudut tertentu dan posisi batang tubuh membungkuk.



Gambar 2.13 Faktor *hand distance from the lower back* pada *carrying operations*

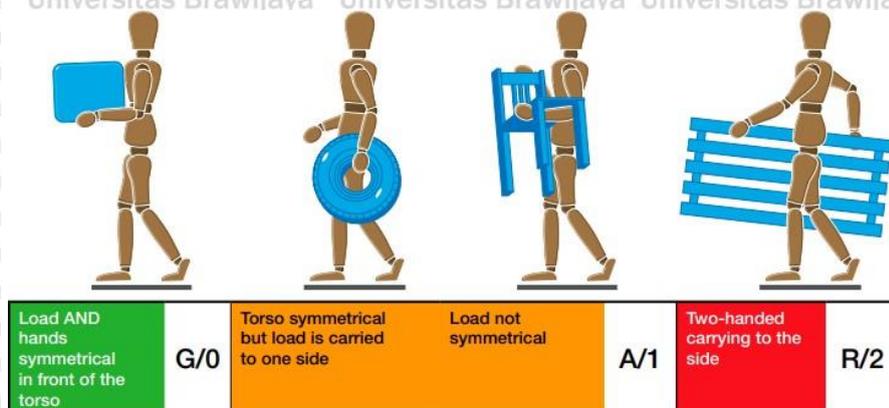
Sumber: Health and Safety Executive 2018

3. *Asymmetrical Torso/Load*

Pada tahap ini, faktor aktivitas membawa dikategorikan *green* apabila beban dan tangan



simetris di depan tubuh dengan posisi tegak, termasuk kategori *amber* jika posisi tangan dan beban asimetris dengan posisi tubuh tegak, dan termasuk kategori *red* jika operator membawa beban dengan menggunakan hanya satu tangan.



Gambar 2.14 Faktor *asymmetrical torso load* pada *carrying operations*

Sumber: *Health and Safety Executive* 2018

#### 4. *Postural Constrains*

Pada kriteria ini dikategorikan *green* apabila gerakan operator pada saat membawa tidak mengalami hambatan, dikategorikan *amber* jika agak terbatas, sedangkan jika pergelangan sangat terbatas maka dikategorikan *red*.

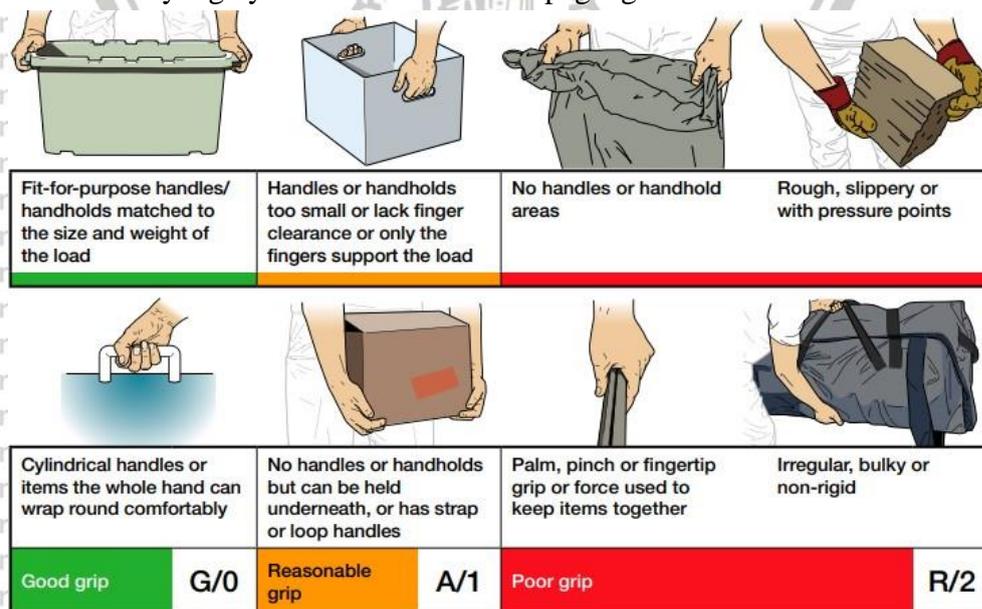
No postural constraints	G/0	Restricted posture	A/1	Severely restricted posture	R/3
-------------------------	-----	--------------------	-----	-----------------------------	-----

Gambar 2.15 Faktor *postural constraints* pada *carrying operations*

Sumber: *Health and Safety Executive* 2017

#### 5. *Grip on The Load*

Kriteria selanjutnya yang dinilai yaitu pegangan untuk aktivitas pengangkutan apakah memiliki desain yang nyaman/mudah untuk dipegang atau tidak.



Gambar 2.16 Faktor *grip on the load* pada *carrying operations*

Sumber: *Health and Safety Executive* 2018

## 6. Floor Surface

Tahap ini akan menilai permukaan lantai untuk aktivitas pengangkatan. Jika lantai dalam kondisi kering, bersih dan dalam keadaan yang baik berarti berisiko rendah dan termasuk kategori *green*. Termasuk kategori *amber* jika lantai kering tetapi dalam keadaan buruk atau tidak rata, dan dikatakan *red* apabila lantai basah, miring, tidak rata atau alaskaki yang tidak cocok.

Non-slip, dry, clean, firm, level and undamaged		Mostly dry and clean (damp or some debris), OR reasonably firm OR minor damage		Slippery (greasy, oily, wet, icy) OR much debris OR soft OR unstable OR severe damage	
Good floor surface	G/0	Reasonable floor surface	A/1	Poor floor surface	R/2

Gambar 2.17 Faktor floor surface pada carrying operations

Sumber : Health and Safety Executive 2018

## 7. Others Environmental Factors

Tahap selanjutnya adalah penilain untuk faktor lingkungan. Tergantung pada jumlah faktor yang mengganggu operator. Faktor yang dimaksud yaitu suhu, sirkulasi udara dan pencahayaan. Dikatakan *green* apabila tidak ada faktor lingkungan yang mempengaruhi, dikatakan *amber* apabila ada 1 faktor lingkungan yang mempengaruhi, dikatakan *red* apabila ada 2-3 faktor lingkungan yang mempengaruhi.

No factors	G/0	One factor	A/1	Two or more factors	R/2
------------	-----	------------	-----	---------------------	-----

Gambar 2.18 Faktor other environment factors pada carrying operations

Sumber: Health and Safety Executive 2018

## 8. Carry Distance

Kriteria selanjutnya adalah jarak ketika melakukan aktivitas membawa. Jika berjarak 2m – 4m maka termasuk kategori *green*, jika berjarak 4m – 10m maka termasuk kategori *amber*, dan jika berjarak 10m atau lebih maka termasuk kategori *red*.

Between 2 m and 4 m	G/0	Between 4 m and 10 m	A/1	Over 10 m	R/2
---------------------	-----	----------------------	-----	-----------	-----

Gambar 2.19 Faktor carry distance pada carrying operations

Sumber: Health and Safety Executive 2018

## 9. Obstacle en Route

Tahap ini adalah tahap terakhir untuk penilaian untuk aktivitas membawa. Dikatakan *green* apabila tidak terdapat hambatan pada jalur ketika membawa beban, dikatakan *amber* jika jalur yang dilalui yaitu jalan miring naik/turun, dikatakan *red* apabila operator membawa beban melalui tangga.

No obstacles AND carry route flat or slopes gently	G/0	One type of obstacle OR steep slope	A/2	Ladders OR at least two types of obstacle	R/3
--	-----	-------------------------------------	-----	---	-----

Gambar 2.20 Faktor *obstacles en route* pada *carrying operations*

Sumber: *Health and Safety Executive* 2018

## 2.7 Lembar Penilaian MAC Tool (MAC Score Sheet)

Lembar penilaian *MAC Tool* digunakan untuk mengisi ketentuan warna (*colour band*), skor numerik (*numerical score*), dari aktivitas manual *handling* yang dilakukan serta total skor yang dihasilkan dari aktivitas tersebut. Terdapat pula keterangan lain yang berhubungan dengan pekerja yang akan dinilai seperti deskripsi pekerjaan, pilihan indikasi tugas risiko tinggi serta kolom faktor individu dan *psychosocial* pada lembar penilaian ini (*Health and Safety Executive*, 2014). Lembar penilaian *MAC tool* dapat dilihat pada gambar 2.20 berikut.

Risk factors	Colour band (G, A, R or P)			Numerical score (for comparison)			Possible control measures to reduce the risk of red/amber factors – see <a href="http://www.hse.gov.uk/msd/mac/control-measures-scoresheet.htm">http://www.hse.gov.uk/msd/mac/control-measures-scoresheet.htm</a> for more information
	Lift	Carry	Team	Lift	Carry	Team	
Load weight/frequency							
Hand distance from the lower back							
Vertical lift zones		N/A			N/A		
Torso twisting and sideways bending OR Asymmetrical torso or load (carrying)							
Postural constraints							
Grip on the load							
Floor surface							
Carry distance	N/A			N/A			
Obstacles on route	N/A			N/A			
Communication, co-ordination and control	N/A	N/A		N/A	N/A		
Environmental factors							
	Total score:						

Gambar 2.21 Lembar penilaian *MAC tool*

Sumber: *Health and Safety Executive* 2018

## 2.8 Antropometri

Menurut Wignjosoebroto (2008), antropometri berasal dari “anthro” yang berarti manusia dan “metri” yang berarti ukuran. Antropometri adalah suatu studi yang berhubungan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Pada umumnya, manusia memiliki komposisi meliputi bentuk, ukuran (tinggi, lebar), dan berat yang berbeda antara satu dengan lainnya. Antropometri dapat diterapkan untuk penanganan masalah desain ruang kerja maupun stasiun kerja dan

menjadi suatu pertimbangan ergonomis dalam hal perbaikan kerja. Seorang perancang produk harus memperhatikan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi ukuran tubuh manusia diantaranya adalah umur, jenis kelamin, suku/ budaya, posisi tubuh, kehamilan, dan lain-lain.

Antropometri Indonesia mendefinisikan antropometri adalah sebuah ilmu yang mempelajari tentang pengukuran dimensi tubuh manusia (ukuran, berat, volume) dan karakteristik khusus dari tubuh seperti ruang gerak. Data antropometri digunakan untuk berbagai keperluan, seperti perancangan stasiun kerja, fasilitas kerja, dan desain produk agar diperoleh ukuran-ukuran yang sesuai dan layak dengan dimensi anggota tubuh manusia yang menggunakannya. Data antropometri sangat penting digunakan untuk mendapatkan perancangan yang baik berbasis *Human Centered Design*. Berikut merupakan prinsip-prinsip apa saja yang harus diambil di dalam aplikasi data antropometri. (Wignjosoebroto, 2008).

1. Prinsip perancangan bagi individu dengan ukuran ekstrem

Pada prinsip perancangan ekstrim ini, rancangan yang dibuat bisa digunakan oleh individu ekstrim yaitu terlalu besar atau kecil dibandingkan dengan nilai rata-ratanya agar memenuhi sasaran, maka dari itu digunakan persentil besar (persentil 90th, 95th atau 99th) atau persentil kecil (persentil 1th, 5th atau 10th).

2. Prinsip perancangan yang bisa disesuaikan

Pada prinsip ini, rancangan dapat diatur/diubah-ubah ukurannya, sehingga cukup fleksibel untuk diaplikasikan pada berbagai ukuran tubuh (berbagai populasi). Dengan menggunakan prinsip ini maka kita dapat merancang suatu produk yang dapat disesuaikan dengan keinginan konsumen. Misalnya kursi pengemudi pada kendaraan.

3. Prinsip perancangan dengan ukuran rata-rata

Rancangan didasarkan atas rata-rata ukuran tubuh manusia. Prinsip ini dipakai jika peralatan yang didisain harus dapat dipakai untuk berbagai ukuran tubuh manusia. Dalam ukuran rata-rata, persentil yang digunakan yaitu persentil rata-rata 50th.

### 2.8.1 Pengukuran Antropometri

Di dalam pengambilan data antropometri dapat dilakukan dengan menggunakan dua pengukuran, seperti:

1. Pengukuran dimensi struktur tubuh (*structural body dimension*)

Pengukuran ini dilakukan dalam berbagai posisi standar dan tidak akan bergerak (tetap vertikal seluruhnya). Pengukuran ukuran struktur tubuh disebut juga pengukuran benda statis.

2. Pengukuran dimensi fungsional tubuh (*functional body dimension*)

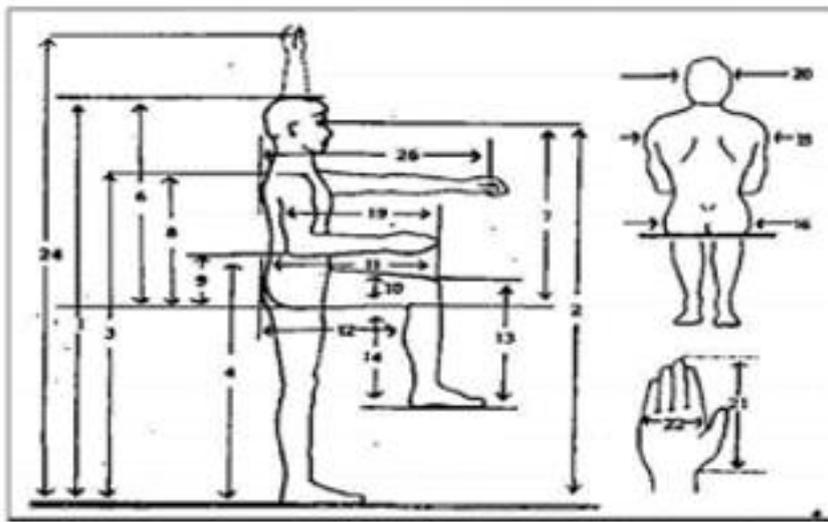
Saat melakukan tindakan tertentu yang berkaitan dengan tindakan kerja atau posisi dinamis, pengukuran ini dilakukan pada tubuh. Tujuan pengukuran dimensi fungsional adalah untuk memperoleh pengukuran antropometri terkait gerakan yang dibutuhkan oleh tubuh manusia untuk melakukan aktivitas tertentu.

### 2.8.2 Data antropometri

Tabel 2.2 dibawah data antropometri manusia berdasarkan antropometri Indonesia jenis kelamin laki-laki dengan usia 25-39 dengan satuan cm.

Tabel 2.2  
Data antropometri

Dimensi	Keterangan	5 <sup>th</sup>	50 <sup>th</sup>	95 <sup>th</sup>
D1	Tinggi tubuh	159.61	167.63	175.65
D2	Tinggi mata	150.63	157.31	163.99
D3	Tinggi bahu	130.36	138.3	146.24
D4	Tinggi siku	99.04	104.01	108.98
D5	Tinggi pinggul	91.21	93.74	96.27
D6	Tinggi tulang ruas	69.92	73.91	77.91
D7	Tinggi ujung jari	66.82	76.11	85.39
D8	Tinggi dalam posisi duduk	69.54	76.26	82.98
D9	Tinggi mata dalam posisi duduk	60.68	67.26	73.85
D10	Tinggi bahu dalam posisi duduk	56.12	70.33	84.53
D11	Tinggi siku dalam posisi duduk	34.7	34.73	34.76
D12	Tebal paha	20.2	20.2	20.2
D13	Panjang lutut	52.3	52.33	52.36
D14	Panjang popliteal	35.3	35.33	35.36
D15	Tinggi lutut	51.52	57.25	62.98
D16	Tinggi popliteal	41.32	46.23	51.13
D17	Lebar sisi bahu	45.49	50.13	54.77
D18	Lebar bahu bagian atas	30.89	37.98	45.07
D19	Lebar pinggul	35.82	40.14	44.46
D20	Tebal dada	22.04	22.33	22.63
D21	Tebal perut	21.7	30.43	39.16
D22	Panjang lengan atas	34.15	35.47	36.8
D23	Panjang lengan bawah	35.51	41.23	46.94
D24	Panjang rentang tangan ke depan	65.66	65.68	65.7
D25	Panjang bahu-genggaman tangan ke depan	55.87	61.52	67.18
D26	Panjang kepala	17.21	17.96	18.71
D27	Lebar kepala	16.27	19.31	22.34
D28	Panjang tangan	17.6	20.53	23.46
D29	Lebar tangan	13.9	13.92	13.94
D30	Panjang kaki	24.44	26.91	29.38
D31	Lebar kaki	10	10	10
D32	Panjang rentangan tangan ke samping	170.22	171.2	172.18
D33	Panjang rentangan siku	80.87	86	91.13
D34	Tinggi genggaman tangan ke atas dalam posisi berdiri	207.8	208.37	208.94
D35	Tinggi genggaman ke atas dalam posisi duduk	125.79	128.44	131.09
D36	Panjang genggaman tangan ke depan	64.24	74.22	84.19



Keterangan:

1. Tinggi Tubuh Posisi Berdiri
2. Tinggi Mata
3. Tinggi Bahu
4. Tinggi Siku
5. Tinggi Genggaman Tangan (*Knuckle*) Pada Posisi Relaks Ke Bawah
6. Tinggi Badan Pada Posisi Duduk
7. Tinggi Mata Pada Posisi Duduk
8. Tinggi Bahu Pada Posisi Duduk
9. Tinggi Siku Pada Posisi Duduk
10. Tebal Paha
11. Jarak Dari Pantat Ke Lutut
12. Jarak Dari Lipat Lutut (*Poplitea*) Ke Pantat
13. Tinggi Lutut 14. Tinggi Lipat Lutut (*Poplitea*)
14. Lebar Bahu (*Shoulder*)
15. Lebar Panggul
16. Tebal Dada
17. Tebal Perut
18. Jarak Siku Ke Ujung Jari
19. Lebar Kepala
20. Panjang Tangan
21. Lebar Tangan
22. Jarak Beban Dari Ujung Jari Tangan Kanan Ke Kiri
23. Tinggi Pegangan Tangan (*Grip*) Pada Posisi Tangan Vertikal Ke Atas & Berdiri Tegak
24. Tinggi Pegangan Tangan (*Grip*) Pada Posisi Tangan Vertikal Ke Atas & Duduk
25. Jarak Genggaman Tangan (*Grip*) Ke Panggung Pada Posisi Tangan Ke Depan (*Horizontal*)

Gambar 4.22 dimensi antropometri

## BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan langkah-langkah penyelesaian penelitian secara terstruktur agar penelitian dapat berjalan secara terarah dan sistematis. Bab ini berisikan jenis penelitian, tempat dan waktu penelitian, tahap penelitian, dan diagram alir penelitian.

### 3.1 Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan ini menggunakan tipe penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Metode penelitian yang berlandaskan filsafat positivism, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/statistik, dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan disebut sebagai metode kuantitatif. Penelitian deskriptif merupakan penelitian yang dilakukan untuk mengetahui nilai variabel mandiri, baik satu variabel atau lebih (independen) tanpa membuat perbandingan, atau menghubungkan dengan variabel yang lain. (Sugiyono, 2012)

Penelitian deskriptif memusatkan perhatian kepada pemecahan masalah-masalah aktual sebagaimana adanya pada saat penelitian dilakukan dan lebih berfungsi untuk alat pemecah praktis dari pada pengembangan ilmu pengetahuan. Aktivitas kerja manual dari proses pemindahan kayu di CV. Jati Makmur adalah objek penelitian yang dievaluasi.

### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di CV. Jati Makmur, Jl. Raya Bukir No.55 Pasuruan, Jawa Timur. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli 2020 – Januari 2021.

### 3.3 Tahap Penelitian

Terdapat beberapa tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu keberlangsungan penelitian, tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data serta tahap analisis dan pembahasan.

#### 3.3.1 Tahap Pendahuluan

Berikut merupakan tahap pendahuluan pada penelitian ini :

### 1. Studi Lapangan

Pada tahap ini dilakukan observasi secara langsung di tempat penelitian yaitu CV. Jati Makmur untuk mengumpulkan data penelitian yang valid di perusahaan tersebut.

### 2. Studi Literatur

Studi literatur merupakan metode yang digunakan untuk mendukung hasil temuan yang ada di lapangan dengan mengelaborasi teori sebagai referensi dan acuan untuk menganalisa data penelitian. Sumber literatur dapat diperoleh melalui referensi buku, jurnal, laporan penelitian terdahulu dan berbagai informasi di laman internet.

### 3. Identifikasi Masalah

Identifikasi permasalahan di dilakukan sebagai tahap awal untuk mengetahui permasalahan yang ada di CV. Jati Makmur sehingga dapat diberikan solusi.

### 4. Perumusan Masalah

Setelah mengidentifikasi permasalahan yang ada, peneliti merumuskan permasalahan yang ada sesuai dengan kenyataan di lapangan, yaitu apakah terdapat potensi cedera *Work-related Musculoskeletal Disorders* (WMSDs) pada aktivitas *manual handling* pekerja pemindahan kayu dengan pendekatan *MAC Tools* dan Rekomendasi perbaikan apa yang dapat diberikan untuk mengurangi keluhan pekerja pemindahan kayu CV Jati Makmur.

### 5. Tujuan penelitian

Tujuan penelitian untuk mengetahui tingkat potensi cedera pada aktivitas pemindahan kayu dengan metode *MAC Tools* dan memberikan rekomendasi perbaikan untuk mengurangi keluhan pada pekerja pemindahan kayu.

## 3.3.2 Tahap Pengumpulan Data

1. Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari objek penelitian di CV. Jati Makmur. Adapun data diperoleh dengan cara observasi, wawancara dan kuisisioner dengan para pekerja di CV. Jati Makmur.

#### a. Observasi

Observasi dilakukan untuk mengetahui aktivitas pekerja pada proses-proses yang terjadi dalam pengangkatan kayu.

#### b. Wawancara

Wawancara akan membantu peneliti untuk mengetahui keluhan-keluhan yang dirasakan pekerja pengangkatan kayu di CV. Jati Makmur.

#### c. Kuisisioner

Kuisisioner yang digunakan oleh peneliti adalah *Nordic Body Map* sebagai metode untuk mengidentifikasi keluhan yang terjadi di bagian tubuh perkerja pengangkat kayu.

## 2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang selama ini telah tercatat oleh pihak perusahaan yang menjadi tempat pelaksanaan penelitian. Data sekunder yang digunakan antara lain: profil perusahaan, data struktur organisasi perusahaan, data jumlah pekerja, proses produksi dan jam kerja perusahaan.

### 3.3.3 Tahap Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan selanjutnya akan diolah dan dianalisis. Adapun langkah-langkah yang digunakan untuk melakukan pengolahan data adalah sebagai berikut. Identifikasi Risiko MSDs dengan MAC Tools pada proses pemindahan kayu CV. Jati Makmur. Pengolahan Data dengan Metode MAC Tools digunakan untuk mengetahui tingkat paparan keluhan yang dirasakan pekerja dan tingkat potensi cedera pada aktivitas pekerja dari metode MAC.

### 3.3.4 Tahap Analisis dan Pembahasan

Setelah dilakukan pengolahan, berikutnya akan dilakukan analisis dan pembahasan terhadap hasil yang didapatkan serta menarik kesimpulan dan saran terkait penelitian yang dilakukan. Berikut merupakan tahapan pada analisis dan pembahasan:

#### 1. Analisis dan pembahasan

Tahap ini dilakukan setelah melakukan pengolahan data menggunakan metode *MAC Tools*. Hasil dari tahap ini akan digunakan untuk memberikan solusi yang tepat terkait permasalahan yang ditemukan.

#### 2. Rekomendasi perbaikan

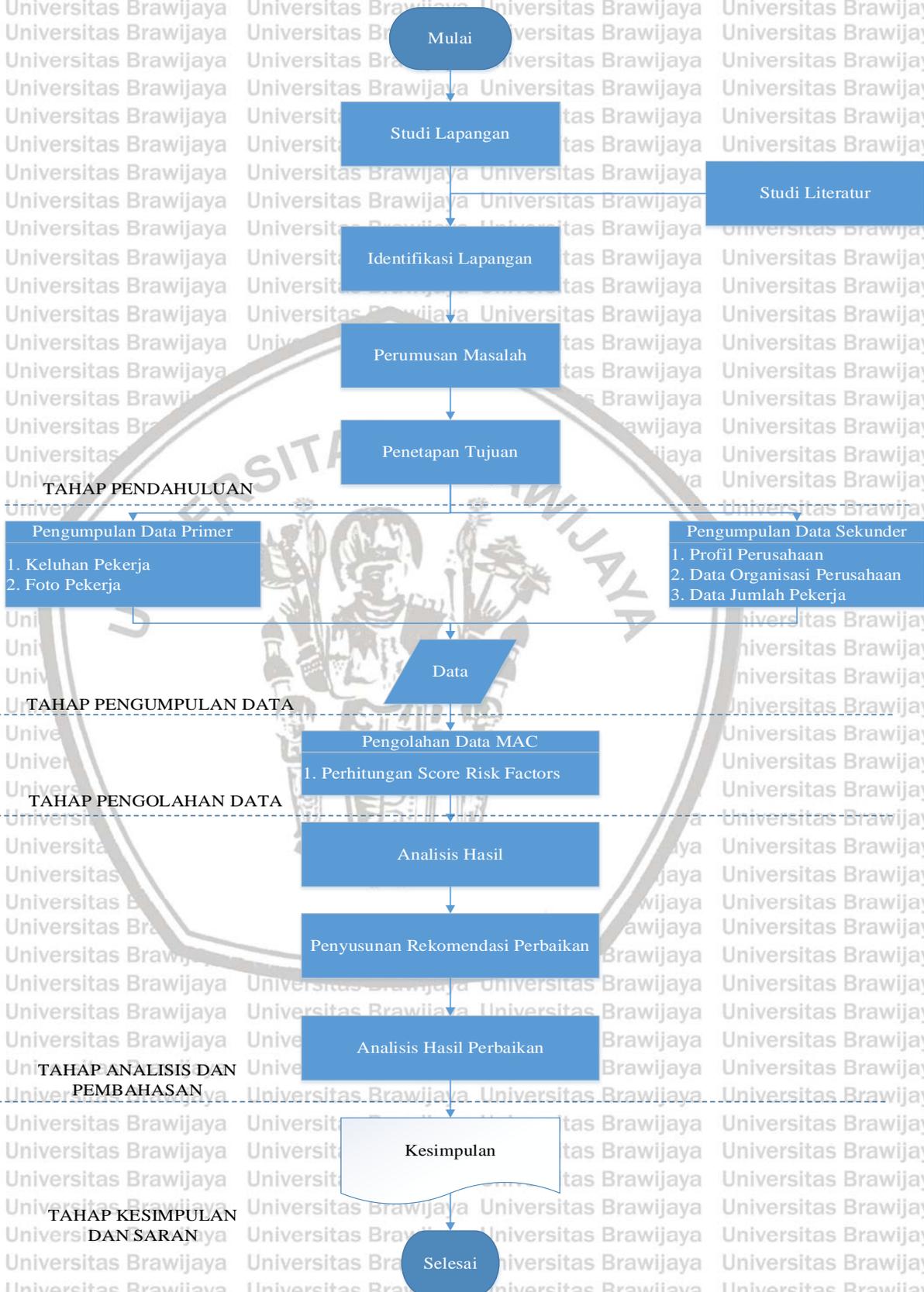
Setelah mendapatkan analisis pada poin sebelumnya menggunakan metode *MAC Tools* maka akan dilakukan perbaikan terhadap kondisi yang ada pada CV. Jati Makmur. Rekomendasi perbaikan yang mungkin diberikan yaitu menggunakan pendekatan ilmu ergonomi untuk memperbaiki postur tubuh dengan cara memberikan desain alat bantu kerja untuk fasilitas kerja, perbaikan stasiun kerja, perbaikan alat pelindung diri dan perbaikan administrasi berupa standar operasional prosedur (SOP) pada aktivitas *lifting*. Setelah itu dilakukan penilaian kembali pada kondisi sesudah dilakukan perbaikan dengan metode *MAC Tools*.

### 3.3.5 Tahap Kesimpulan dan Saran

Tahap ini merupakan proses terakhir dari keseluruhan langkah dalam penelitian ini. Kesimpulan berisi ringkasan dari seluruh kegiatan dalam proses penelitian. Saran berisi masukan yang diajukan kepada berbagai pihak dalam menindaklanjuti penelitian ini.

### 3.4 Diagram Alir Penelitian

Gambar dibawah merupakan diagram alir penelitian.



Gambar 3.1 Diagram aliran penelitian

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan mengenai analisis hasil dan pembahasan penelitian yang bertujuan untuk mendapatkan saran perbaikan masalah berdasarkan dari hasil penghitungan dan analisis data dengan menggunakan metode MAC Tools.

#### 4.1 Profil Perusahaan

Sub bab ini mendeskripsikan gambaran umum mengenai perusahaan termasuk visi perusahaan, misi perusahaan, struktur organisasi perusahaan, produk dan proses produksi di CV. Jati Makmur Pasuruan.

##### 4.1.1 Gambaran Umum Perusahaan



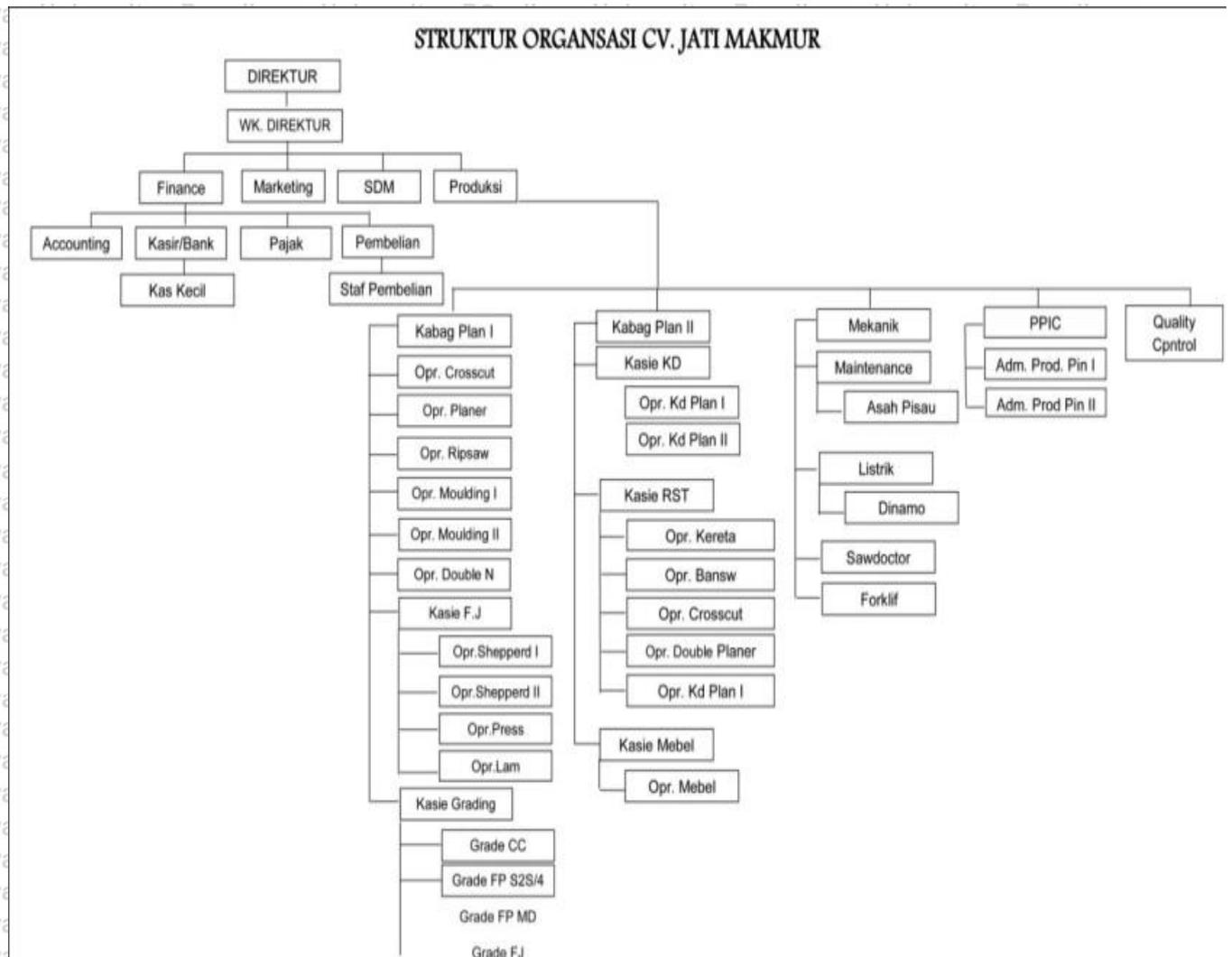
Gambar 4.1 Kantor CV Jati Makmur

Berdirinya CV. Jati Makmur, Jl. Raya Bukir No. 55 Pasuruan adalah berawal dari ramainya perdagangan kayu dan usaha mebel (furniture) yang ada di kota Pasuruan. Pada awal tahun 1988 pabrik/perusahaan ini hanya bergerak di bidang penggergajian kayu, tapi dengan semakin berkembangnya pasar, pada tahun 1998 pabrik/perusahaan mulai mengembangkan kinerja dengan memproduksi mebel (furniture) yang banyak diminati oleh konsumen-konsumen baik dalam negeri maupun luar negeri, dari produksi mebel (furniture) pabrik/perusahaan ini mulai banyak dikenal oleh konsumen dalam negeri maupun luar negeri, dari berbagai macam produk mebel (furniture) pada tahun 2001 CV. JATI MAKMUR mulai mengembangkan produk-

produk lainnya dengan memproduksi lantai atau dinding yang terbuat dari kayu untuk bahan rumah dan hotel-hotel. Sejak saat itu pabrik/perusahaan mulai berkembang dan mengekspor hasil produksinya sampai ke Australia, Hongkong, Netherland dan lain lain. Memasuki tahun 2014 CV. JATI MAKMUR membuka cabang pabrik/perusahaan lagi dengan memproduksi kayu lapis. Jam operasional produksi di CV. Jati Makmur dimulai pukul 08.00 – 16.00 WIB.

#### 4.1.2 Struktur organisasi perusahaan

Struktur organisasi perusahaan merupakan unsur yang penting untuk mengendalikan manajemen perusahaan sehingga aktivitas di perusahaan dapat berjalan dengan baik. Berikut merupakan struktur organisasi di CV Jati Makmur:



Gambar 4.2 Struktur Organisasi CV Jati Makmur

Organisasi CV Jati Makmur dipimpin oleh seorang Ketua Direktur yang dibantu oleh seorang Wakil Direktur. Wakil Direktur dibantu oleh beberapa manajer yang meliputi bidang Finance, Marketing, SDM, dan Produksi. Salah satu manajer yakni manajer produksi

membawahi beberapa jabatan pendukung yang meliputi Kabag Plan I, Kabag Plan II, Mekanik, PPIC, dan Quality.

#### 4.1.3 Produk Perusahaan

Produk yang dihasilkan oleh CV Jati Makmur berupa hasil olahan kayu seperti. Perusahaan ini mulai memproduksi olahan kayu sejak 1998. Produk-produk yang dihasilkan oleh CV Jati Makmur berupa *barecor* (lantai bawah) dan *plywood* (kayu lapis).



(a)

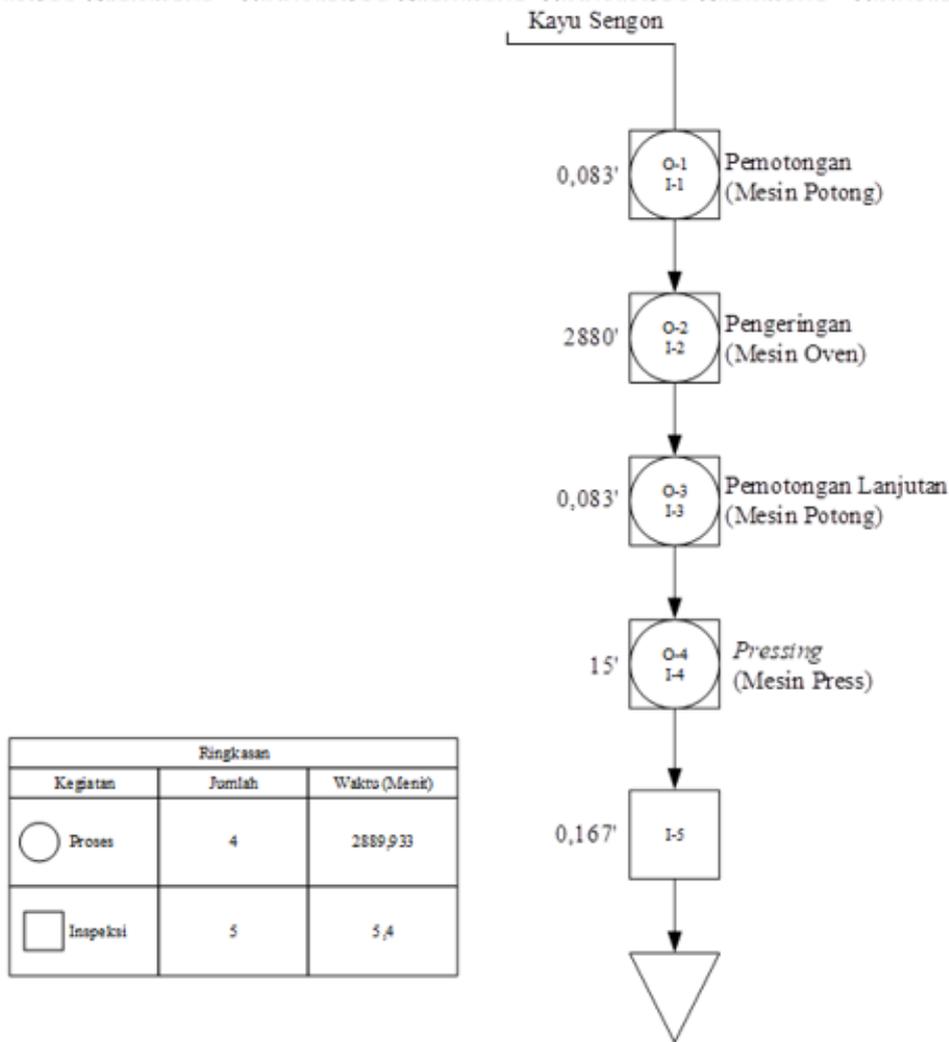


(b)

Gambar 4.3 (a) dan (b) hasil produksi perusahaan CV Jati Makmur

#### 4.1.4 Proses produksi

Proses produksi merupakan tahapan penting di perusahaan yang dilakukan untuk menghasilkan produk yang berkualitas. Proses produksi yang baik dan optimal akan menghasilkan produk yang berkualitas. Gambar 4.3 merupakan alur keseluruhan proses produksi.



Gambar 4.4 Proses Produksi CV Jati Makmur

Adapun penjelasan mengenai tiap tahapan proses produksi adalah sebagai berikut:

#### 1. Penyediaan bahan baku

Penyediaan bahan baku yang dilakukan oleh CV Jati Makmur dengan cara mendatangkan kayu log dari berbagai daerah. Setiap material kayu yang didatangkan melewati proses seleksi terlebih dahulu untuk memastikan kayu sesuai dengan standar kualitas yang diperlukan oleh CV Jati Makmur.



Gambar 4.5 Penyediaan Bahan Baku

## 2. Penyimpanan bahan baku

Proses ini dilakukan untuk menyimpan kayu yang telah didatangkan yang nantinya akan dilakukan proses-proses lanjutan untuk mengolah kayu. Dalam proses ini, kayu disusun dengan rapi dan hal yang perlu diperhatikan adalah memastikan bahwa tempat penyimpanan kayu harus kering untuk menjaga kualitas kayu tetap baik.



Gambar 4.6 Penyimpanan Bahan Baku

## 3. Pemotongan kayu

Proses pemotongan kayu dilakukan menggunakan mesin pengiris hingga kayu terbentuk menjadi lembaran panjang.



Gambar 4.7 Pemotongan Kayu

#### 4. Pembakaran kayu

Proses pembakaran dilakukan untuk mengeringkan kayu menggunakan mesin *dryer* hingga mencapai target kadar air yang sesuai. Proses ini akan memperkuat kohesi kayu ketika direkatkan pada tahap selanjutnya.



Gambar 4.8 Pembakaran Kayu

#### 5. Pemotongan kayu lanjutan

Proses pemotongan kayu lanjutan disesuaikan dengan ukuran yang ditentukan menggunakan mesin *scissors*.



Gambar 4.9 Pemotongan Kayu Lanjutan

#### 6. Pressing bentuk kayu

Proses pressing selama 60 menit dengan tekanan 9 kilogram dalam suhu 95°C. Hal ini bertujuan untuk mematkan lem supaya lapisan kayu tidak terbuka.



Gambar 4.10 Pressing Bentuk Kayu

### 4.2 Pengumpulan data

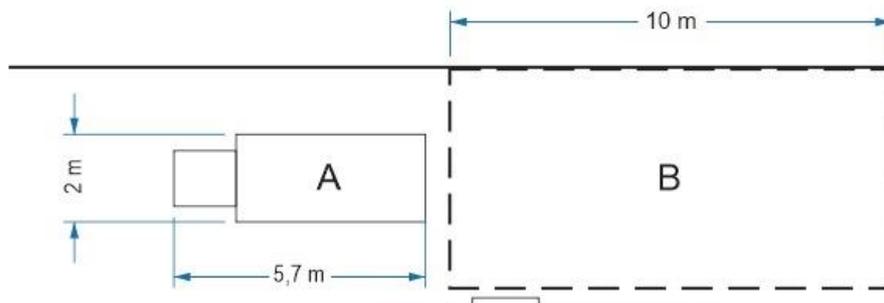
Pada sub bab ini dijelaskan mengenai pengumpulan data pada penelitian ini yaitu data alat dan bahan, dan data MAC Tools pada setiap aktivitas manual material handling. Pengumpulan data yang dilakukan mengandung dua jenis data yang dikumpulkan yaitu data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan melalui observasi dan wawancara secara langsung sedangkan data sekunder didapatkan langsung dari data perusahaan dan wawancara langsung kepada pekerja pemindahan kayu di CV Jati Makmur.

Pengumpulan data awal dilakukan dengan menyebarkan kuisioner Nordic Body Map kepada pekerja di CV Jati Makmur dimana menunjukkan hasil kelelahan paling tinggi yang dialami oleh operator pemindahan kayu dan pekerja yang diwawancarai dianggap keadaan yang normal dan dalam keadaan sehat tidak ada gangguan . Keluhan tersebut muncul karena pekerjaan pemindahan kayu yang dilakukan secara manual dan berulang serta tidak adanya

standar berat yang dapat diangkat oleh pekerja. Berdasarkan identifikasi masalah tersebut maka risiko kerja dapat diselesaikan menggunakan metode MAC Tools.

#### 4.2.1 Stasiun Kerja Pemindahan Kayu

CV Jati Makmur memiliki beberapa stasiun kerja untuk melakukan berbagai aktivitas kerja termasuk proses produksinya. Stasiun kerja pemindahan kayu sendiri berada di bagian penyimpanan kayu.



Gambar 4.11 Layout Stasiun Kerja CV Jati Makmur

*Layout* pada workstation pemindahan kayu terdapat (A) *Truck* dan (B) Tempat penyimpanan kayu. Dalam memindahkan kayu dari truck ke tempat penyimpanan pekerja melakukan carrying paling jauh 8 meter hingga 1 meter dari mulut truck.

#### 4.2.2 Durasi kerja

Durasi kerja yang berlaku untuk para pekerja di CV Jati Makmur dalam 1 hari adalah 8 jam yang di mulai pukul 08.00 – 16.00 WIB. Aktivitas produksi dimulai pada pukul 08.30 sehingga pekerja diwajibkan datang 30 menit sebelum aktivitas produksi dimulai untuk melakukan absensi dan pengecekan kelengkapan bahan. Pemindahan kayu hanya dilakukan oleh dua pekerja setiap *truck* kayu yang didatangkan dan waktu istirahat yang diberikan pada pekerja di CV Jati Makmur di sama ratakan, yaitu selama 1 jam yang diberikan pada pukul 11.30-12.30 yang biasanya digunakan oleh pekerja untuk kebutuhan pribadi pekerja yang meliputi makan siang, ibadah, dan kebutuhan istirahat lainnya. Setelah selesai istirahat pekerja melanjutkan proses produksi kayu hingga pukul 16.00. Waktu kerja 8 jam termasuk dalam kurun waktu yang cukup lama, dimana pekerja tersebut harus bekerja berat yaitu pekerjaan monoton repetitif yang terus berulang dan dengan posisi berdiri tanpa adanya jeda atau istirahat kecuali pada waktu istirahat bersama-sama. Dalam waktu satu minggu, hari kerja yang berlaku di CV. Jati Makmur adalah selama 6 hari kerja, dengan 1 hari libur dihari Minggu.

### 4.2.3 Data Tenaga Kerja

CV Jati Makmur melibatkan banyak pekerja di berbagai workstation. Pekerja dibagian pemindahan kayu dilakukan oleh 2 orang. Sehingga pada penelitian pekerja yang akan diteliti ada 2 orang. Berikut merupakan tabel pekerja yang melakukan pemindahan kayu.

Tabel 4.1  
Data Pekerja Pemindahan Kayu CV Jati Makmur

No	Nama	Umur	Tinggi Badan	Berat Badan
1	Pekerja 1	39 Tahun	169 Cm	61 Kg
2	Pekerja 2	25 Tahun	167 Cm	57 Kg

### 4.2.4 Alat Pengumpulan Data

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah.

#### 1. Kamera

Dalam pengumpulan data, kamera merupakan salah satu alat yang paling penting yang digunakan untuk mendokumentasikan pengamatan dan data di lapangan pada saat pekerja melakukan aktifitas pemindahan kayu.

#### 2. Meteran

Meteran berguna untuk mengukur panjang, sudut, dan juga dapat dipakai untuk membuat lingkaran. Pada ujung pita dilengkapi dengan pengait dan diberi magnet agar lebih mudah ketika sedang melakukan pengukuran, dan pita tidak lepas ketika mengukur. Pada stasiun kerja ini, meteran digunakan untuk mengukur jarak secara horizontal pada bagian *carry distance*.

#### 3. Timbangan

Timbangan berfungsi untuk mengukur berat kayu yang dipindahkan oleh pekerja pemindahan kayu yang didapatkan dari pengukuran langsung dilapangan. Oleh karena itu, timbangan yang digunakan adalah jenis timbangan yang memiliki kapasitas yang cukup besar.

#### 4. Envirometer

Alat ini dirancang dengan menggabungkan fungsi *Sound Level Meter*, *Light Meter*, *Humidity Meter* dan *Thermometer*. Peneliti menggunakan alat ini untuk mengukur pencahayaan dan suhu lingkungan pada stasiun kerja.

#### 5. Anemometer

Alat ini adalah instrumen yang dibuat dengan tujuan utama untuk secara instan menghitung kekuatan angin dan kecepatan angin. Disini, *Anemometer* digunakan untuk mengetahui kecepatan udara pada stasiun kerja.

6. *Worksheet*

*Worksheet* digunakan oleh peneliti untuk mencatat nilai *envirometer* yang



(1)

Kamera

(2)

Meteran

(3)

Timbangan

(4)

Envirometer

(5)

Anemometer

Gambar 4.12 Alat pengukur data lingkungan

#### 4.2.5 Data Lingkungan Kerja

##### 1. Data Kecepatan Angin

Data kecepatan angin digunakan sebagai salah satu indikator dari penilaian *other environmental factors* pada *MAC Tool* dan sesuai dengan standar ASHRAE E55-2004 diambil dalam rentang waktu rata-rata 3 menit selama setidaknya 2 jam dan dilakukan selama 3 hari pada pagi pukul 09.00-11.00 dan siang hari pada pukul 13.00 - 15.00. Pengambilan data dilakukan pada pukul tersebut untuk mengikuti sesuai dari standar untuk mendapatkan data yang ideal. Pengambilan data kecepatan angin menggunakan bantuan alat *anemometer*. Data kecepatan angin disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4.2  
Data Kecepatan Udara di CV. Jati Makmur

<b>Workstation</b>	<b>Hari Pertama</b>	<b>Hari Kedua</b>	<b>Hari Ketiga</b>
<b>Pemindahan m/s</b>	0,29	0,25	0,32
	0,25	0,23	0,29
	0,23	0,26	0,24
	0,22	0,25	0,23
	0,27	0,23	0,32
	0,26	0,2	0,26
	0,3	0,21	0,21
	0,28	0,17	0,3
	0,25	0,19	0,25
	0,21	0,2	0,29
	0,22	0,16	0,3
	0,24	0,14	0,22
	0,24	0,13	0,23
	0,23	0,15	0,25
	0,25	0,18	0,3
	0,31	0,14	0,27
	0,29	0,21	0,25
	0,26	0,24	0,24
	0,23	0,27	0,28
	0,22	0,22	0,32
	0,21	0,25	0,23
	0,24	0,21	0,27
	0,25	0,2	0,29
	0,27	0,16	0,24
	0,28	0,18	0,23
	0,32	0,13	0,32
	0,27	0,12	0,26
	0,26	0,16	0,21
	0,22	0,19	0,28
	0,21	0,23	0,3
	0,24	0,22	0,29
	0,27	0,26	0,24
	0,24	0,2	0,28
	0,23	0,12	0,25
	0,24	0,12	0,22
	0,24	0,15	0,21
	0,27	0,26	0,24
	0,29	0,23	0,28
	0,26	0,28	0,21
	0,23	0,25	0,32
<b>Rata rata</b>	0,252	0,198	0,263

## 2. Data Suhu Udara

Data suhu udara digunakan sebagai salah satu indikator dari penilaian *other environmental factors* pada *MAC Tool* dan sesuai dengan standar ASHRAE E55-2004 diambil dalam rentang waktu setiap 5 menit atau kurang lama setidaknya 2 jam dan dilakukan selama 3 hari pada siang hari pada pukul 09.00 - 11.00 dikarenakan pada siang hari pada pukul tersebut merupakan waktu dimana suhu udara paling panas. Pengambilan data suhu udara menggunakan bantuan

alat *envirometer*. Berikut merupakan data suhu udara di UMKM Duan Tahu.

Tabel 4.3  
Data Suhu Udara di CV Jati Makmur

<b>Workstation Pemindahan C*</b>	<b>Hari Pertama</b>	<b>Hari Kedua</b>	<b>Hari Ketiga</b>
	34,8	35,3	34,7
	34,5	35,5	34,2
	34,4	35,2	34,1
	34,6	35,1	34,1
	34,5	34,9	34,6
	34,7	35,5	34,2
	34,8	35,6	34,3
	34,8	35,3	34,6
	34,9	34,8	34,5
	35,2	34,4	34,1
	34,9	34,1	34,4
	34,6	34,1	34,7
	34,5	34,2	34,2
	34,1	34,0	34,2
	34,2	34,3	34,5
	34,4	34,3	34,7
	34,2	34,5	34,9
	34,1	34,7	34,7
	34,1	34,2	34,6
	34,2	34,0	34,3
	34,0	34,1	34,2
	34,3	34,2	34,3
	34,3	34,1	34,1
	34,1	34,3	34,0
<b>Rata-rata</b>	34,65	33,21	34,38

### 3. Data Pencahayaan

Data pencahayaan digunakan sebagai salah satu indikator dari penilaian *other environmental factors* pada *MAC Tool* dan diambil selama tiga hari pada siang hari dan sebelum waktu istirahat yaitu pukul 11.00, dikarenakan pekerjaan berada di dalam ruangan dengan pencahayaan lampu maka tidak perlu adanya waktu tertentu untuk pengambilan data pencahayaan. Pengambilan data pencahayaan menggunakan bantuan alat *envirometer*. Data pencahayaan disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4.4  
Data Pencahayaan di CV Jati Makmur

<b>Hari</b>	<b>Workstation Pemindahan (lux)</b>
<b>Hari Pertama</b>	217 lux
<b>Hari Kedua</b>	213 lux
<b>Hari Ketiga</b>	219 lux

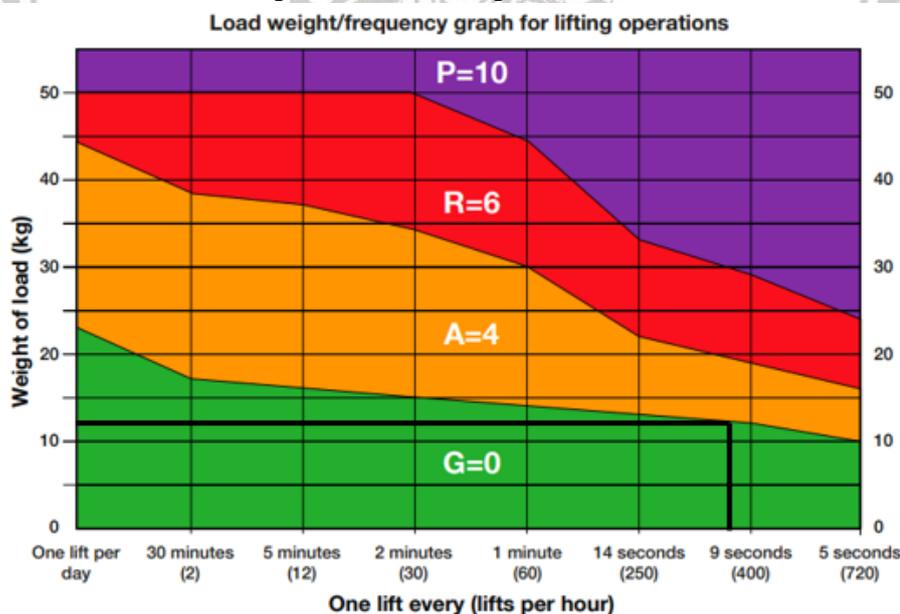
### 4.3 Pengolahan Data

Identifikasi pekerja pemindahan kayu dilakukan dengan penilaian MAC Tools. Penilaian menggunakan metode ini dilakukan dengan kriteria pada MAC Tools dan Aktivitas pemindahan kayu yang dilakukan penilaian adalah lifting. Penilaian terkait aktivitas lifting terdiri dari beberapa tahap diantaranya *load weight/frequency*, *hand distance from the lower back*, *vertical lift zones torso twisting and sideways bending*, *environmental factors*, *floor surface*, *grip on the load* dan *postural constraints*. Selanjutnya adalah penilaian terhadap aktivitas carrying pemindahan kayu. Tahap penilaian pada aktivitas carrying ini terdiri dari *load weight/frequency*, *hand distance from the lower back*, *asymmetrical torso or load*, *postural constraints*, *grip on the load*, *environmental factors*, *obstacles on route*, *carry distance* dan *floor surface*. Masing-masing aktivitas tersebut akan dilakukan pula penilaian terhadap faktor psikososial yang tidak memiliki.

#### 4.3.1 Identifikasi Risiko MSDs Pekerja Pertama dan Kedua saat mengambil Kayu

##### 1. Tahap *Load weight / Frequency*

Beban yang diangkat oleh pekerja pemindahan kayu dalam sekali pengangkatan adalah sebesar 10-12 kg per kayu. Aktivitas pengangkatan dilakukan selama 5-6 jam kerja, dimana aktivitas ini dilakukan setiap rata-rata 6 kali per menit.



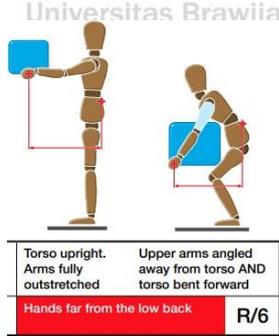
Gambar 4.13 Hasil Tahap *Load weight / Frequency Lifting* pemindahan kayu

Berdasarkan penilaian pada tahap *load weight / frequency colour band* menunjukkan kategori warna *green* dan memiliki skor 0 dengan berat beban yang diangkut sebesar 10-12 kg dan frekuensi pengangkatan sebanyak 360 kali selama satu jam.

## 2. Tahap *Hand Distance From The Lower Back*

Pada tahap ini akan dilakukan penilaian terkait jarak horizontal antara tangan pekerja hingga ke bagian belakang tubuh pekerja. Kriteria penilaian pada tahap ini terdapat pada gambar 2.6. Berikut merupakan hasil penilaian *hand distance from the lower back* pekerja pemindahan kayu.

Tabel 4.5  
*Hand Distance From The Lower Back* Aktivitas *Lifting* megambil kayu

MAC <i>Tool</i>	Gambar Pekerja 1	Gambar Pekerja 2	Keterangan
 <p>Torso upright. Arms fully outstretched</p> <p>Upper arms angled away from torso AND torso bent forward</p> <p>Hands far from the low back</p> <p>R/6</p>			<p><b>Penjelasan :</b> Pada gambar di samping, ditunjukkan bahwa posisi lengan atas pekerja sedikit menjauhi untuk meraih benda.</p> <p><b>Colour band :</b> Red</p> <p><b>Score :</b> R/6</p>

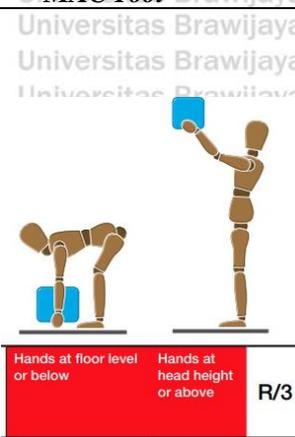
Tabel diatas menunjukkan posisi lengan atas pekerja sedikit menjauhi tubuh dan batang tubuh/ tulang punggung pekerja tegak karena berusaha meraih kayu. Oleh karena itu, penilaian pada *hand distance from the lower back* pekerja pemindahan kayu menghasilkan skor sebesar 6 (R/6) dengan *colour band red*.

## 3. Tahap *Vertical Lift Region*

Penilaian terkait jarak vertikal ketika pekerja memulai pengangkatan (posisi awal) dan juga selesai melakukan pengangkatan (posisi akhir). Kriteria penilaian pada tahap ini terdapat pada gambar 2.7. Berikut merupakan hasil penilaian *vertical lift region* pekerja pemindahan kayu.

Tabel 4.6

Vertical Lift Region Aktivitas *Lifting* mengambil kayu

MAC Tool	Gambar Pekerja 1	Gambar Pekerja 2	Keterangan
			<p><b>Penjelasan :</b> Pada gambar di samping, ditunjukkan bahwa posisi tubuh pekerja tegak dan tangan menekuk untuk memindahkan benda.</p> <p><b>Colour band :</b> Red</p> <p><b>Score :</b> R/3</p>

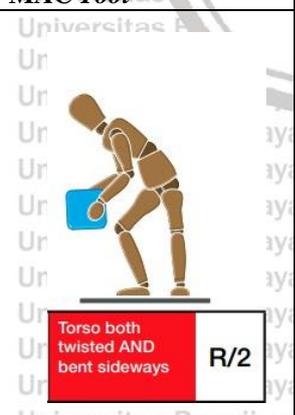
Melalui tabel tersebut, dapat dilihat bahwa posisi tangan pekerja sedikit menekuk untuk memindahkan kayu dari truk ke tempat penyimpanan. Oleh karena itu, penilaian pada *vertical lift region* pekerja pemindahan kayu menghasilkan skor sebesar 3 (R/3) dengan *colour band* Red.

#### 4. Tahap *Torso Twisting and Sideways Bending*

*Torso Twisting and Sideways Bending* menilai terkait posisi batang tubuh pekerja. Kriteria penilaian pada tahap ini terdapat pada gambar 2.8. Berikut merupakan hasil penilaian *torso twisting and sideways bending* pekerja pemindahan kayu.

Tabel 4.7

*Torso Twisting And Sideways Bending* Aktivitas *Lifting* mengambil kayu

MAC Tool	Gambar Pekerja 1	Gambar Pekerja 2	Keterangan
			<p><b>Penjelasan :</b> Pada gambar di samping, ditunjukkan bahwa posisi tubuh pekerja tegak dengan tulang belakang sedikit memutar saat memindahkan benda.</p> <p><b>Colour band :</b> Red</p> <p><b>Score :</b> R/2</p>

Dapat dilihat posisi tubuh pekerja tegak dengan tulang belakang sedikit memutar saat

*lifting* kayu. Oleh karena itu, penilaian pada *torso twisting and sideways* pekerja pemindahan kayu menghasilkan skor sebesar R (R/2) dengan *colour band red*.

#### 5. Tahap *Postural Constraints*

Tahap ini menilai pergerakan dari pekerja, apakah pergerakan pekerja terbatas sehingga menunjukkan postur yang aneh atau pergerakan pekerja normal tanpa menunjukkan postur yang aneh. Saat pekerja melakukan aktivitas *lifting* kayu terlihat bahwa pekerja memiliki keterbatasan pergerakan. Oleh karena itu, saat melakukan aktivitas ini pekerja sedikit menunjukkan postur tubuh yang aneh dikarenakan area yang terbatas. Berikut merupakan penilaian *postural constraints* pada aktivitas pengangkatan kayu.

Tabel 4.8  
*Postural Constraints* Aktivitas *Lifting* megambil kayu

MAC Tool	Keterangan
<div style="background-color: orange; padding: 5px; display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <span>Restricted posture</span> <span>A/1</span> </div>	<p><b>Penjelasan :</b> Postur pekerja kayu tidak leluasa saat menggerakkan tubuh dalam melakukan aktivitasnya.</p> <p><b>Colour band :</b> Amber</p> <p><b>Score :</b> A/1</p>

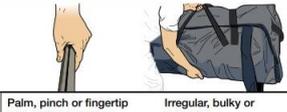
Tabel diatas menjelaskan hasil *postural constraint* pada pekerja kayu diaktivitas *lifting* menunjukkan nilai sebesar 1 (A/1) dengan *colour band amber*. Hal ini dipengaruhi oleh area yang digunakan untuk aktivitas terbatas sehingga mengakibatkan pekerja pemindahan kayu tidak leluasa saat menggerakkan tubuh.

#### 6. Tahap *Grip on Load*

*Grip on Load* membahas terkait bentuk *handle* yang dibawa oleh pekerja saat memindahkan kayu dari truk ke tempat penyimpanan. Kriteria penilaian pada tahap ini terdapat pada gambar 2.9. Berikut merupakan hasil penilaian *grip on load* pekerja pemindahan kayu.

Tabel 4.9

Grip on Load Aktivitas *Lifting* megambil kayu

MAC Tool	Gambar Pekerja 1	Gambar Pekerja 2	Keterangan
 <p>No handles or handhold areas</p> <p>Rough, slippery or with pressure points</p>			<p><b>Penjelasan :</b> Pada gambar di samping, ditunjukkan bahwa bentuk <i>handle</i> barang yang dibawa oleh pekerja tidak memiliki pegangan.</p> <p><b>Colour band :</b> <i>Red</i></p> <p><b>Score :</b> R/2</p>
 <p>Palm, pinch or fingertip grip or force used to keep items together</p> <p>Irregular, bulky or non-rigid</p> <p>Poor grip</p> <p>R/2</p>			

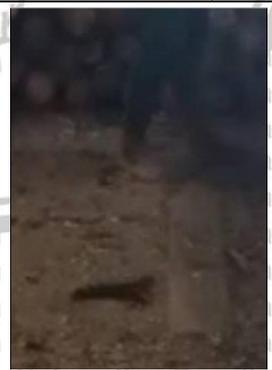
Terlihat jelas dari tabel diatas bahwa barang yang dibawa oleh pekerja tidak memiliki *handle* yang baik. Oleh karena itu, penilaian pada *Grip on Load* pekerja kayu menghasilkan skor sebesar 2 (R/2) dengan *colour band red*.

#### 7. Tahap *Floor Surface*

Tahap ini fokus terhadap kondisi lantai pada pemindahan kayu. Kriteria penilaian pada tahap ini terdapat pada gambar 2.10. Berikut merupakan hasil penilaian *floor surface* pekerja pemindahan kayu.

Tabel 4.10

Floor Surface Aktivitas *Lifting* megambil kayu

MAC Tool	Gambar Pekerja 1	Gambar Pekerja 2	Keterangan
<p>Mostly dry and clean (damp or some debris), OR reasonably firm OR minor damage</p> <p>Reasonable floor surface</p> <p>A/1</p>			<p><b>Penjelasan :</b> Pada gambar di samping, ditunjukkan bahwa kondisi lantai saat pekerja melakukan aktivitas ini termasuk kering dan kotor.</p> <p><b>Colour band :</b> <i>Amber</i></p> <p><b>Score :</b> A/1</p>

Dapat diketahui melalui gambar pada tabel bahwa kondisi lantai tempat pekerja melakukan aktivitas *lifting* pemindahan kayu. Oleh karena itu, penilaian pada *postural constrain* pekerja pemindahan kayu menghasilkan skor sebesar 1 (A/1) dengan *colour band amber*.

8. Tahap *Other Environmental Factors*

Penilaian *tahap Others Environemntal Factors* dilakukan dengan melihat kondisi lingkungan dimana pekerja pemindahan kayu melakukan aktivitas *lifiting*. Berikut ini merupakan penilaian *other environmental factors* aktivitas *lifiting* kayu.

## a. Kecepatan Angin

Data kecepatan angin pada aktivitas *lifiting* dari truk ke tempat penyimpanan kayu dapat dilihat pada tabel 4.2. Untuk penilaian faktor kecepatan angin dibutuhkan rata – rata nilai kecepatan angin pada *workstation* pemindahan kayu. Berikut ini merupakan rata – rata nilai kecepatan angin aktivitas *lifiting* kayu.

$$\frac{0,252 + 0,198 + 0,236}{3} = 0,228 \text{ m/sec}$$

Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.405/MENKES/SK/XI/2002 menyatakan bahwa kecepatan angin di lingkungan kerja industri adalah 0,15 – 0,25m/detik.

Dengan melihat peraturan tersebut maka dengan rata – rata 0,228 m/s telah memenuhi batas peraturan maka faktor kecepatan angin dianggap aman dan tidak diperhitungkan.

## b. Suhu Udara

Data suhu udara dapat dilihat pada tabel 4.3. Untuk melakukan penilaian maka dibutuhkan rata – rata dari suhu udara pada *workstation* pemindahan kayu. Berikut ini merupakan rata – rata suhu udara aktivitas *lifiting* kayu.

$$\frac{34,65 + 33,21 + 34,38}{3} = 34,08 \text{ C}^{\circ}$$

Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.405/MENKES/SK/XI/2002 menyatakan bahwa suhu udara yang diperbolehkan untuk industri adalah 18 - 30 C. Dengan melihat peraturan tersebut maka dengan rata – rata 34,08 C berada diluar batas peraturan maka faktor suhu udara dianggap tidak aman dan termasuk faktor yang diperhitungkan.

## c. Pencayaan

Data pencahayaan dapat dilihat pada tabel 4.4. Untuk melakukan penilaian maka dibutuhkan rata – rata dari pencahayaan pada *workstation* pemindahan kayu. Berikut ini merupakan rata – rata pencahayaan aktivitas *lifiting* kayu.

$$\frac{217 + 213 + 219}{3} = 216,3 \text{ Lux}$$

Faktor pencahayaan termasuk aman, karena berdasarkan keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 1405/MENKES/SK/XI/2002, tingkat pencahayaan minimal untuk

operator kasar dan terus menerus yaitu 200 lux.

Tabel 4.11

*Others Environmental Factors* Aktivitas *Lifting* mengambil kayu

Data	MAC Tool	Keterangan
Kecepatan Angin: 0,228m/s		<b>Penjelasan :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rata – rata kecepatan angin pada saat aktivitas <i>lifiting</i> dari mengambil kayu adalah 0,228 m/s dan menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.405/MENKES/SK/XI/2002 menyatakan bahwa kecepatan angin yang diperbolehkan untuk daerah industri adalah 0,15-0,25 m/s sehingga kecepatan angin dinyatakan aman.</li> <li>Rata – rata suhu udara pada saat aktivitas <i>lifiting</i> mengambil kayu adalah 34,08 C, dan menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.405/MENKES/SK/XI/2002 menyatakan bahwa suhu udara yang diperbolehkan untuk industri adalah 18-30 C, sehingga suhu udara dinyatakan tidak aman.</li> <li>Rata – rata tingkat pencahayaan pada saat aktivitas <i>lifiting</i> mengambil kayu adalah 216,3 lux Faktor pencahayaan termasuk aman, karena berdasarkan keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.1405/MENKES/SK/XI/2002, tingkat pencahayaan minimal untuk operator kasar dan terus menerus yaitu 200 lux.</li> </ul>
Suhu udara : 34,08 C	One factor	
Pencahayaan : 216,3 lux	A/1	
		<b>Colour band :</b> Amber  <b>Score :</b> 1

#### 9. Faktor Psikososial

Pekerja pemindahan kayu menyebutkan bahwa pengawasan tidak dilakukan terlalu ketat oleh pemilik. Selain itu pemindahan kayu juga mengatakan tidak ada pelatihan cara mengangkat yang baik.

#### 10. Penilaian aktivitas *lifting* pemindahan kayu dengan *MAC Score Sheet*

Tahap ini merupakan tahap penilaian akhir yaitu dengan memasukkan *colour band* dan *score* pada *score sheet*. Berikut ini merupakan hasil *MAC score sheet* pada aktivitas *lifting* pemindahan kayu.

Tabel 4.12

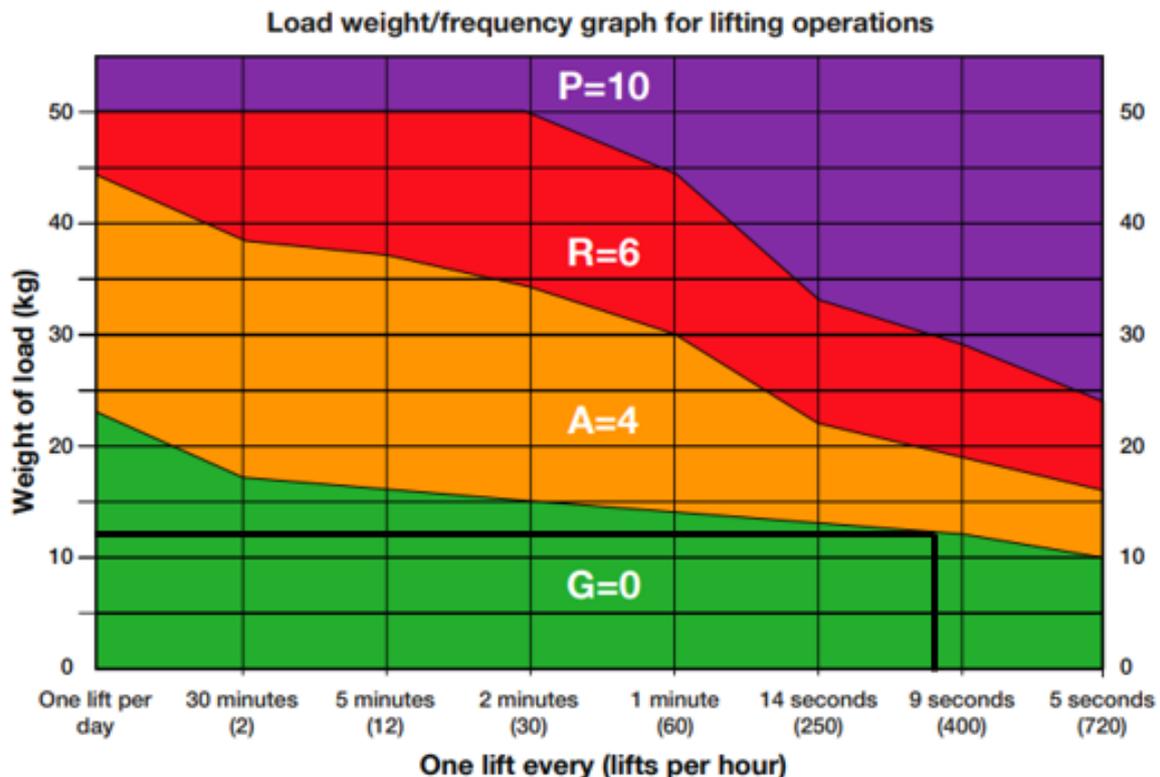
Score Penilaian Aktivitas *Lifting* mengambil kayu.

<b>Risk Factors</b>	<b>Score lifting pekerja 1</b>	<b>Score lifting pekerja 2</b>
<i>Load weight / Frequency</i>	0 (G)	0(G)
<i>Hand Distance From The Lower Back</i>	6 (R)	6(R)
<i>Vertical Lift Region</i>	3 (R)	3 (R)
<i>Torso Twisting and Sideways Bending Asymmetrical trunk / load (carrying)</i>	2 (R)	2 (R)
<i>Postural Constraints</i>	1 (A)	1 (A)
<i>Grip on Load</i>	2 (R)	2 (R)
<i>Floor Surface</i>	1 (A)	1 (A)
<i>Other Environmental Factors</i>	1 (A)	1(A)
<i>Carry distance (carrying only)</i>		
<i>Obstacles en route (carrying only)</i>		
<i>Communication and co-ordination (team handling only)</i>		
<i>Total score</i>	16	16

#### 4.3.2 Identifikasi Risiko MSDs Pekerja Pertama dan Kedua saat membawa Kayu

##### 1. Tahap *Load weight / Frequency*

Beban yang diangkat oleh pekerja pemindahan kayu dalam sekali pengangkatan adalah sebesar 10-12 kg per kayu. Aktivitas pengangkatan dilakukan selama 5-6 jam kerja, dimana aktivitas ini dilakukan setiap 6 kali per menit.



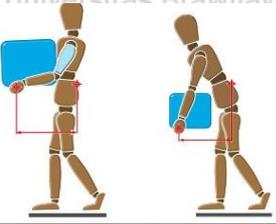
Gambar 4.14 Hasil Tahap *Load weight / Frequency* Aktivitas *Carrying* pemindahan kayu

Berdasarkan penilaian pada tahap *load weight / frequency colour band* menunjukkan kategori warna *green* dan memiliki skor 0 dengan berat beban yang diangkat sebesar 10-12 kg dan frekuensi pengangkatan sebanyak 360 kali selama satu jam.

## 2. Tahap *Hand Distance From The Lower Back*

Pada tahap ini akan dilakukan penilaian terkait jarak horizontal antara tangan pekerja hingga ke bagian belakang tubuh pekerja. Kriteria penilaian pada tahap ini terdapat pada gambar 2.6. Berikut merupakan hasil penilaian *hand distance from the lower back* pekerja pemindahan kayu.

Tabel 4.13  
*Hand Distance From The Lower Back* Aktivitas *Carrying*.

MAC Tool	Gambar Pekerja 1	Gambar Pekerja 2	Keterangan
 <p>Upper arms angled away from torso      Torso bent forward</p> <p>Hands at moderate distance from the low back</p> <p>A/3</p>			<p><b>Penjelasan :</b> Pada gambar di samping, ditunjukkan bahwa posisi lengan atas pekerja sedikit menjauhi tubuh untuk meraih benda.</p> <p><b>Colour band :</b> Amber</p> <p><b>Score :</b> A/3</p>

Dapat dilihat melalui tabel bahwa posisi lengan atas pekerja sedikit menjauhi tubuh dan batang tubuh karena berusaha meraih kayu. Oleh karena itu, penilaian pada *hand distance from the lower back* pekerja pemindahan kayu menghasilkan skor sebesar 3 (A/3) dengan *colour band amber*.

## 3. Tahap *Asymmetrical Torso/Load*

*Asymmetrical Torso/Load* menilai tentang posisi tangan dan beban ketika memindahkan barang. Kriteria penilaian terdapat pada gambar 2.16. Berikut ini merupakan hasil penilaian *asymmetrical torso/load*.

Tabel 4.14  
*Asymmetrical Torso/Load* Aktivitas *carrying*

MAC Tool	Gambar Pekerja 1	Gambar Pekerja 2	Keterangan
 <p>Torso asymmetrical but load is carried to one side      Load not asymmetrical</p> <p>A/1</p>			<p><b>Penjelasan :</b> Pada gambar di samping, ditunjukkan bahwa posisi tubuh pekerja tidak simetris untuk memindahkan benda.</p> <p><b>Colour band :</b> Amber</p> <p><b>Score :</b> A/1</p>

Dapat dilihat pada tabel bahwa pekerja kayu melakukan aktivitas pemindahan barang dengan posisi beban didepan tubuh secara asimetris, sehingga penilaian untuk *Asymmetrical*

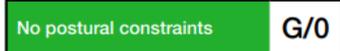
Torso/Load mendapatkan *colour band* amber dengan *score* 1 (A/1).

#### 4. Tahap *Postural Constraints*

Penilaian pada tahap ini mengenai pergerakan dari pekerja, apakah pergerakan pekerja terbatas sehingga menunjukkan postur yang aneh atau pergerakan pekerja normal tanpa menunjukkan postur yang aneh. Berikut ini merupakan hasil penilaian *postural constraints*.

Saat pekerja melakukan aktivitas *carrying* dari truk menuju tempat penyimpanan terlihat bahwa pekerja memiliki keterbatasan pergerakan dikarenakan berat beban kayu. Oleh karena itu, saat melakukan aktivitas ini pekerja sedikit menunjukkan postur tubuh yang aneh dikarenakan beban yang dibawa. Berikut merupakan penilaian *postural constraints* pada aktivitas *carrying* dari truk menuju tempat penyimpanan.

Tabel 4.15  
*Postural Constraints* Aktivitas *Carrying* kayu

MAC Tool	Keterangan
	<p><b>Penjelasan :</b> Postur pekerja tidak ada hambata ketika menggerakkan tubuh saat melakukan aktivitas ini membawa kayu.</p> <p><b>Colour band :</b> Green <b>Score :</b>G/0</p>

Melalui tabel diatas, dapat diketahui bahwa hasil *postural constraint* pada pekerja kayu diaktivitas *carrying* dari truk menuju tempat penyimpanan menunjukkan nilai sebesar 0 (G/0) dengan *colour band green*.

#### 5. Tahap *Grip on Load*

*Grip on Load* menilai terkait bentuk *handle* yang dibawa oleh pekerja saat memindahkan barang dari truk ke tempat penyimpanan. Kriteria penilaian pada tahap ini terdapat pada gambar 2.18. Berikut merupakan hasil penilaian *grip on load* pekerja kayu.

Tabel 4.16  
*Grip On Load* Aktivitas *Carrying*

MAC Tool	Gambar Pekerja 1	Gambar Pekerja 2	Keterangan
			<p><b>Penjelasan :</b> Pada gambar di samping, ditunjukkan bahwa posisi tangan pekerja saat memegang kayu tanpa handle.</p> <p><b>Colour band :Red</b> <b>Score :R/2</b></p>

Pada tabel tersebut di atas, dapat dilihat bahwa hasil *postural constraint* pada pekerja kayu aktivitas *carrying* menunjukkan nilai sebesar R (R/2) dengan *colour band red*. Hal ini dipengaruhi oleh posisi tangan pekerja saat memegang kayu tanpa handle yang cukup berisiko terjadinya cedera.

## 6. Tahap *Floor Surface*

Pada tahap ini akan dilakukan penilaian terkait kondisi lantai pada *workstation* pemindahan kayu. Kriteria penilaian pada tahap ini terdapat pada gambar 2.17. Berikut merupakan hasil penilaian *grip on load* pekerja pemindahan kayu.

Tabel 4.17  
*Floor surface* Aktivitas *carrying* kayu

MAC Tool	Gambar Pekerja 1	Gambar Pekerja 2	Keterangan
Mostly dry and clean (damp or some debris), OR reasonably firm OR minor damage			<b>Penjelasan :</b> Pada gambar di samping, ditunjukkan bahwa kondisi lantai saat pekerja melakukan aktivitas ini termasuk kering dan kotor  <b>Colour band :</b> <i>Amber</i>  <b>Score :</b> <i>A/1</i>
Reasonable floor surface	A/1		

Kondisi lantai yang tergambar melalui tabel yaitu tempat pekerja melakukan aktivitas *carrying* dari kayu menuju tempat penyimpanan termasuk kering tetapi kotor. Oleh karena itu, penilaian pada *floor surface* pekerja kayu menghasilkan skor sebesar 1 (A/1) dengan *colour band amber*.

## 7. Tahap *Other Environmental Factors*

Tahap ini melakukan penilaian dengan melihat kondisi lingkungan dimana pekerja kayu melakukan aktivitas *carrying*. Berikut ini merupakan penilaian *other environmental factors* aktivitas *carrying* dari truk ke tempat penyimpanan.

### a. Kecepatan Angin

Data kecepatan angin pada aktivitas *carrying* dari truk ke tempat penyimpanan dapat dilihat pada tabel 4.2. Untuk penilaian faktor kecepatan angin dibutuhkan rata – rata nilai kecepatan angin pada *workstation* pemasakan. Berikut ini merupakan rata – rata nilai kecepatan angin aktivitas *carrying* membawa kayu

$$\frac{0.252 + 0.198 + 0.236}{3} = 0.228 \text{ m/sec}$$

Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia

No.405/MENKES/SK/XI/2002 menyatakan bahwa kecepatan angin di lingkungan kerja industri adalah 0,15 – 0,25m/detik. Dengan melihat peraturan tersebut maka

dengan rata – rata 0,228 m/s telah memenuhi batas peraturan maka faktor kecepatan angin dianggap aman dan tidak diperhitungkan.

b. Suhu Udara

Data suhu udara dapat dilihat pada tabel 4.3. Untuk melakukan penilaian maka dibutuhkan rata – rata dari suhu udara pada membawa kayu. Berikut ini merupakan rata – rata suhu udara aktivitas *carrying* membawa kayu.

$$\frac{34.65 + 33.21 + 34.38}{3} = 34.08 \text{ C}^{\circ}$$

Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.405/MENKES/SK/XI/2002 menyatakan bahwa suhu udara yang diperbolehkan untuk industri adalah 18 - 30 C. Dengan melihat peraturan tersebut maka dengan rata – rata 34,08 C berada diluar batas peraturan maka faktor suhu udara dianggap tidak aman dan termasuk faktor yang diperhitungkan.

c. Pencayaaan

Data pencahayaan dapat dilihat pada tabel 4.4. Untuk melakukan penilaian maka dibutuhkan rata – rata dari pencahayaan pada *workstation* membawa kayu. Berikut ini merupakan rata – rata pencahayaan aktivitas *carrying* membawa kayu.

$$\frac{217 + 213 + 219}{3} = 216,3 \text{ lux}$$

Dapat dilihat hasil rata – rata bahwa pencahayaan pada aktivitas *carrying* membawa kayu adalah 216,3 lux. Faktor pencahayaan termasuk aman, karena berdasarkan keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.1405/MENKES/SK/XI/2002, tingkat pencahayaan minimal untuk operator kasar dan terus menerus yaitu 200 lux

Tabel 4.18  
Others Environmental Factors Carrying kayu

Data	MAC Tool		Keterangan
Kecepatan angin: 0,228 m/s	One factor	A/1	<b>Penjelasan :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rata – rata kecepatan angin pada saat aktivitas <i>lifiting</i> dari mengambil kayu adalah 0,228 m/s dan menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.405/MENKES/SK/XI/2002 menyatakan bahwa kecepatan angin yang diperbolehkan untuk daerah industri adalah 0,15-0,25 m/s sehingga kecepatan angin dinyatakan aman.</li> <li>Rata – rata suhu udara pada saat aktivitas <i>lifiting</i> mengambil kayu adalah 34,08 C, dan menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.405 / MENKES / SK / XI / 2002 menyatakan bahwa suhu udara yang diperbolehkan untuk industri adalah 18-30 C,</li> </ul>
Suhu udara: 34,08 C			
Pencayaaan: 216,3 lux			

	sehingga suhu udara dinyatakan tidak aman.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rata-rata tingkat pencahayaan pada saat aktivitas <i>lifting</i> mengambil kayu adalah 216,3 lux Faktor pencahayaan termasuk aman, karena berdasarkan keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.1405/MENKES/SK/X1/2002, tingkat pencahayaan minimal untuk operator kasar dan terus menerus yaitu 200 lux.</li> </ul>
	<b>Colour band :</b> Amber
	<b>Score :</b> 1

#### 8. Faktor Psikososial

Pekerja pemindahan kayu menyebutkan bahwa pengawasan tidak dilakukan terlalu ketat oleh pemilik. Selain itu pemindahan kayu juga mengatakan tidak ada pelatihan cara mengangkat yang baik.

#### 9. Tahap *Carry Distance*

Pada tahap ini merupakan tahap untuk mengukur jarak tempuh pada saat aktivitas membawa, jarak ini dihitung dari awal beban di truk hingga jarak akhir yaitu tempat penyimpanan kayu.

Tabel 4.19

*Carry Distance* Aktivitas *Carrying* Dari truk ke tempat penyimpanan kayu

Univer	MAC Tool	Keterangan
	Between 4 m and 10 m     A/1	<p><b>Penjelasan :</b> Jarak yang ditempuh pekerja kayu pada saat aktivitas <i>carrying</i> dari truk ke tempat penyimpanan kayu.</p> <p><b>Colour band :</b> Amber</p> <p><b>Score :</b> 1</p>

#### 10. Tahap *Obstacle en Route*

Pada tahap ini dilakukan penilaian terhadap jalur yang dilalui oleh pekerja kayu untuk melakukan aktivitas *carrying*. Berikut merupakan penilaian *obstacle en route* aktivitas *carrying* dari truk ke tempat penyimpanan kayu.

Tabel 4.20

*Obstacle en Route* Aktivitas *Carrying*

MAC Tool	Gambar Pekerja 1	Gambar Pekerja 2	Keterangan
G/0 One type of obstacle OR steep slope A/2			<p><b>Penjelasan :</b> Pada gambar di samping, ditunjukkan bahwa barang yang dibawa oleh pekerja memiliki <i>obstacle</i> jalan yang tidak rata.</p> <p><b>Colour band :</b> Amber</p> <p><b>Score :</b> A/2</p>

Jalur yang dilalui oleh pekerja kayu saat membawa kayu memiliki hambatan jalan yang tidak rata. Ketika aktivitas *carrying*, oleh karena itu penilaian mendapatkan *colour band* amber dengan score 2 (A/2).

#### 11. Penilaian aktivitas *carrying* dari truk menuju tempat penyimpanan dengan MAC Score Sheet

Tahap ini merupakan tahap penilaian akhir yaitu dengan memasukkan *colour band* dan *score* pada *score sheet*. Berikut ini merupakan hasil MAC *score sheet* pada aktivitas *carrying* dari truk menuju tempat penyimpanan.

Tabel 4.21

*Score* Penilaian Aktivitas *Carrying* kayu

<i>Risk Factors</i>	<i>Score carrying</i> pekerja 1	<i>Score carrying</i> pekerja 2
<i>Load weight / Frequenncy</i>	0 (G)	0 (G)
<i>Hand Distance From The Lower Back</i>	3 (A)	3 (A)
<i>Vertical Lift Region</i>		
<i>Torso Twisting and Sideways Bending</i> <i>Asymmetrical trunk / load (carrying)</i>	1 (A)	1 (A)
<i>Postural Constraints</i>	0 (G)	0 (G)
<i>Grip on Load</i>	2 (R)	2 (R)
<i>Floor Surface</i>	1 (A)	1 (A)
<i>Other Environmental Factors</i>	1 (A)	1 (A)
<i>Carry distance (carrying only)</i>	1 (A)	1 (A)
<i>Obstacles en route (carrying only)</i>	2 (A)	2 (A)
<i>Communication and co-ordination (team handling only)</i>		
<i>Total score</i>	11	11

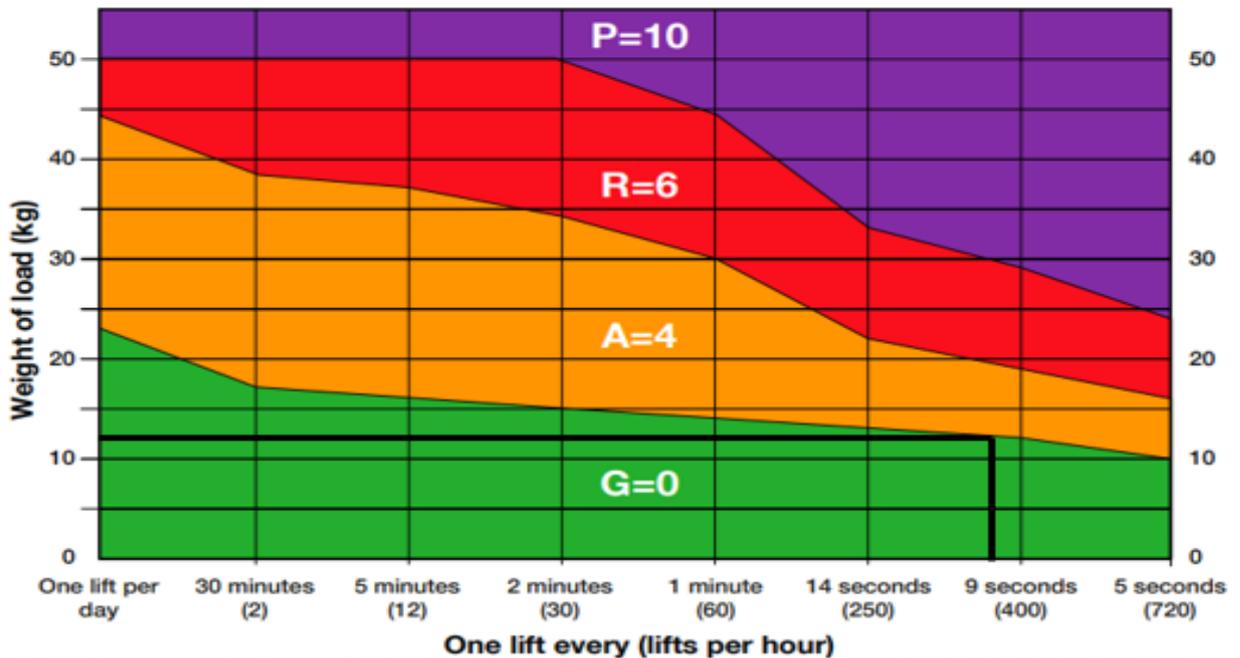
#### 4.3.3 Identifikasi MSDs Pekerja Pertama dan Kedua saat meletakkan Kayu

##### 1. Tahap *Load weight / Frequency*

Dalam sekali pengangkatan beban pekerja sebesar 10-12 kg per kayu. Aktivitas pengangkatan dilakukan selama 5-6 jam kerja, dimana aktivitas ini dilakukan setiap 6

kali per menit.

**Load weight/frequency graph for lifting operations**



Gambar 4.15 Hasil Tahap Load weight / Frequency Aktivitas Lifting meletakkan kayu

Berdasarkan penilaian pada tahap load weight / frequency colour band menunjukkan kategori warna green dan memiliki skor 0 dengan berat beban yang diangkut sebesar 12 kg dan frekuensi pengangkatan sebanyak 360 kali selama satu jam.

2. Tahap Hand Distance From The Lower Back

Tahap ini menilai jarak horizontal antara tangan pekerja hingga ke bagian belakang tubuh pekerja. Kriteria penilaian pada tahap ini terdapat pada gambar 2.6. Berikut merupakan hasil penilaian hand distance from the lower back pekerja pemindahan kayu.

Tabel 4.22

Hand Distance From The Lower Back Aktivitas Lifting meletakkan kayu

MAC Tool	Gambar Pekerja 1	Gambar Pekerja 2	Keterangan
<p>Torso upright. Arms fully outstretched</p> <p>Upper arms angled away from torso AND torso bent forward</p> <p><b>Hands far from the low back</b> R/6</p>			<p><b>Penjelasan :</b>                      Pada gambar di samping, ditunjukkan bahwa posisi lengan pekerja sedikit menjauhi tubuh dan juga batang tubuh pekerja membungkuk kedepan untuk meraih benda.</p> <p><b>Colour band :</b>                      Red</p> <p><b>Score :</b>                      R/6</p>

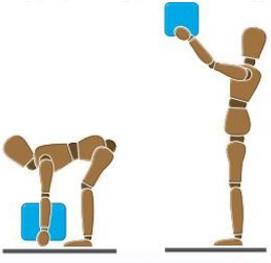
Tabel diatas menjelaskan posisi lengan atas pekerja sedikit menjauhi tubuh dan batang

tubuh/ tulang punggung pekerja sedikit membungkuk karena berusaha meraih kayu. Oleh karena itu, penilaian pada *hand distance from the lower back* pekerja pemindahan kayu menghasilkan skor sebesar 6 (R/6) dengan *colour band red*.

### 3. Tahap *Vertical Lift Region*

*Vertical Lift Region* menilai terkait jarak vertikal ketika pekerja meletakkan kayu (posisi akhir). Kriteria penilaian pada tahap ini terdapat pada gambar 2.7. Berikut merupakan hasil penilaian *vertical lift region* pekerja pemindahan kayu.

Tabel 4.23  
*Vertical Lift Region* Aktivitas *Lifting* meletakkan kayu

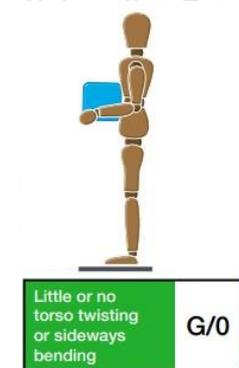
MAC Tool	Gambar Pekerja 1	Gambar Pekerja 2	Keterangan
 <p>Hands at floor level or below</p> <p>Hands at head height or above</p> <p>R/3</p>			<p><b>Penjelasan :</b> Pada gambar di samping, ditunjukkan bahwa posisi tubuh pekerja membungkuk untuk meletakkan benda.</p> <p><b>Colour band :</b> <i>Red</i></p> <p><b>Score :</b> R/3</p>

Tabel diatas menunjukkan bahwa posisi tubuh pekerja membungkuk untuk meletakkan kayu dari truk ke tempat penyimpanan. Oleh karena itu, penilaian pada *vertical lift region* pekerja pemindahan kayu menghasilkan skor sebesar 3 (R/3) dengan *colour band red*.

### 4. Tahap *Torso Twisting and Sideways Bending*

Tahap ini menganalisis terkait posisi batang tubuh pekerja. Kriteria penilaian pada tahap ini terdapat pada gambar 2.8. Berikut merupakan hasil penilaian *torso twisting and sideways bending* pekerja pemindahan kayu.

Tabel 4.24  
*Torso Twisting And Sideways Bending* Aktivitas *Lifting* meletakkan kayu

MAC Tool	Gambar Pekerja 1	Gambar Pekerja 2	Keterangan
 <p>Little or no torso twisting or sideways bending</p> <p>G/0</p>			<p><b>Penjelasan :</b> Pada gambar di samping, ditunjukkan bahwa posisi tubuh pekerja membungkuk tanpa ada gerakan memutar saat meletakkan kayu.</p> <p><b>Colour band :</b> <i>Green</i></p> <p><b>Score :</b> G/0</p>

Melalui tabel tersebut, dapat dilihat bahwa posisi tubuh pekerja membungkuk tanpa ada

gerakan memutar saat meletakkan kayu. Oleh karena itu, penilaian pada *torso twisting and sideways* pekerja kayu menghasilkan skor sebesar 0 (G/0) dengan *colour band green*.

#### 5. Tahap *Postural Constraints*

*Postural Constraints* menilai tentang pergerakan dari pekerja, apakah pergerakan pekerja terbatas sehingga menunjukkan postur yang aneh atau pergerakan pekerja normal tanpa menunjukkan postur yang aneh. Saat pekerja melakukan aktivitas *lifting* kayu terlihat bahwa pekerja memiliki keterbatasan pergerakan. Oleh karena itu, saat melakukan aktivitas ini pekerja sedikit menunjukkan postur tubuh yang aneh dikarenakan area yang terbatas. Berikut merupakan penilaian *postural constraints* pada aktivitas pengangkatan kayu.

Tabel 4.25  
*Postural Constraints* Aktivitas *Lifting* meletakkan kayu

MAC Tool	Keterangan
	<p><b>Penjelasan :</b> Postur pekerja kayu tidak leluasa saat menggerakkan tubuh dalam melakukan aktivitasnya.</p> <p><b>Colour band :</b> <i>Amber</i></p> <p><b>Score :</b> A/1</p>

Analisis melalui tabel menjelaskan bahwa hasil *postural constraint* pada pekerja kayu diaktivitas *lifting* menunjukkan nilai sebesar 1 (A/1) dengan *colour band amber*. Hal ini dipengaruhi oleh area yang digunakan untuk aktivitas terbatas sehingga mengakibatkan pekerja pemindahan kayu tidak leluasa saat menggerakkan tubuh.

#### 6. Tahap *Grip on Load*

Pada tahap ini akan dilakukan penilaian terkait bentuk *handle* yang dibawa oleh pekerja saat memindahkan kayu dari truk ke tempat penyimpanan. Kriteria penilaian pada tahap ini terdapat pada gambar 2.9. Berikut merupakan hasil penilaian *grip on load* pekerja pemindahan kayu.

Tabel 4.26  
*Grip on Load* Aktivitas *Lifting* meletakkan kayu

MAC Tool	Gambar Pekerja 1	Gambar Pekerja 2	Keterangan
			<p><b>Penjelasan :</b> Ditunjukkan bahwa bentuk <i>handle</i> barang yang diletakkan oleh pekerja tidak memiliki pegangan.</p> <p><b>Colour band :Red</b></p> <p><b>Score :R/2</b></p>

Pada tabel tersebut, dapat dilihat bahwa barang yang diletakkan oleh pekerja tidak

memiliki *handle* yang baik. Oleh karena itu, penilaian pada *Grip on load* pekerja kayu menghasilkan skor sebesar 2 (R/2) dengan *colour band red*.

#### 7. Tahap *Floor Surface*

*Floor Surface* menilai terkait kondisi lantai pada pemindahan kayu. Kriteria penilaian pada tahap ini terdapat pada gambar 2.11. Berikut merupakan hasil penilaian *floor surface* pekerja pemindahan kayu kedelai.

Tabel 4.27  
*Floor Surface* Aktivitas *Lifting* meletakkan kayu

MAC Tool	Gambar Pekerja 1	Gambar Pekerja 2	Keterangan
Reasonable floor surface A/1			<p><b>Penjelasan :</b> Pada gambar di samping, ditunjukkan bahwa kondisi lantai saat pekerja melakukan aktivitas ini termasuk kering tetapi kotor.</p> <p><b>Colour band :</b> Amber</p> <p><b>Score :</b> A/1</p>

Tabel tersebut menunjukkan bahwa kondisi lantai tempat pekerja melakukan aktivitas *lifting* pemindahan kayu. Oleh karena itu, penilaian pada *postural constrain* pekerja pemindahan kayu menghasilkan skor sebesar 1 (A/1) dengan *colour band amber*.

#### 8. Tahap *Other Environmental Factors*

Pada tahap ini penilaian dilakukan dengan melihat kondisi lingkungan dimana pekerja pemindahan kayu melakukan aktivitas *lifting*. Berikut ini merupakan penilaian *other environmental factors* aktivitas *lifting* kayu.

##### a. Kecepatan Angin

Data kecepatan angin pada aktivitas *lifting* dari truk ke tempat penyimpanan kayu dapat dilihat pada tabel 4.2. Untuk penilaian faktor kecepatan angin dibutuhkan rata – rata nilai kecepatan angin pada *workstation* pemindahan kayu. Berikut ini merupakan rata – rata nilai kecepatan angin aktivitas *lifting* meletakkan kayu.

$$\frac{0.252 + 0.198 + 0.236}{3} = 0.228 \text{ m/sec}$$

Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia

No.405/MENKES/SK/XI/2002 menyatakan bahwa kecepatan angin di lingkungan kerja industri adalah 0,15 – 0,25m/detik. Dengan melihat peraturan tersebut maka dengan rata – rata 0,228 m/s telah memenuhi batas peraturan maka faktor kecepatan angin dianggap aman dan tidak diperhitungkan.

## b. Suhu Udara

Data suhu udara dapat dilihat pada tabel 4.3. Untuk melakukan penilaian maka dibutuhkan rata – rata dari suhu udara pada *workstation* pemindahan kayu. Berikut ini merupakan rata – rata suhu udara aktivitas *lifiting* meletakkan kayu.

$$\frac{34.65 + 33.21 + 34.38}{3} = 34.08 \text{ C}^{\circ}$$

Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.405/MENKES/SK/XI/2002 menyatakan bahwa suhu udara yang diperbolehkan untuk industri adalah 18 - 30 C. Dengan melihat peraturan tersebut maka dengan rata – rata 34,08 C berada diluar batas peraturan maka faktor suhu udara dianggap tidak aman dan termasuk faktor yang diperhitungkan.

## c. Pencayahaan

Data pencayahaan dapat dilihat pada tabel 4.4. Untuk melakukan penilaian maka dibutuhkan rata – rata dari pencayahaan pada *workstation* pemindahan kayu. Berikut ini merupakan rata – rata pencayahaan aktivitas *lifiting* meletakkan kayu.

$$\frac{217 + 213 + 219}{3} = 216,3 \text{ lux}$$

Dapat dilihat hasil rata – rata bahwa pencayahaan pada aktivitas *lifiting* dari pemindahan kayu adalah 216,3 lux. Faktor pencayahaan termasuk aman, karena berdasarkan keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.1405/MENKES/SK/X1/2002, tingkat pencayahaan minimal untuk operator kasar dan terus menerus yaitu 200 lux.

Tabel 4.28  
Others Environmental Factors Aktivitas *Lifiting* meletakkan kayu

Data	MAC Tool	Keterangan
Kecepatan Angin: 0,228 m/s	One factor	<b>Penjelasan :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rata – rata kecepatan angin pada saat aktivitas <i>lifiting</i> meletakkan kayu adalah 0,228 m/s dan menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.405/MENKES/SK/XI/2002 menyatakan bahwa kecepatan angin yang diperbolehkan untuk daerah industri adalah 0,15-0,25 m/s sehingga kecepatan angin dinyatakan aman.</li> <li>Rata – rata suhu udara pada saat aktivitas <i>lifiting</i> dari bak rendam menuju bak cuci adalah 34,08 C, dan menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.405/MENKES/SK/XI/2002 menyatakan bahwa suhu udara yang diperbolehkan untuk industri adalah 18-30 C, sehingga suhu udara dinyatakan tidak</li> </ul>
Suhu udara : 34,08 C	A/1	
Pencayahaan : 216,3 lux		

	<p>aman.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rata – rata tingkat pencahayaan pada saat aktivitas <i>lifiting</i> dari bak rendam menuju bak cuci adalah 216,3 lux. Faktor pencahayaan termasuk aman, karena berdasarkan keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.1405/MENKES/SK/X1/2002, tingkat pencahayaan minimal untuk operator kasar dan terus menerus yaitu 200 lux</li> </ul> <p><b>Colour band :</b> Amber</p> <p><b>Score :</b> 1</p>
--	--

### 9. Faktor Psikososial

Pekerja pemindahan kayu menyebutkan bahwa pengawasan tidak dilakukan terlalu ketat oleh pemilik. Selain itu pemindahan kayu juga mengatakan tidak ada pelatihan cara mengangkat yang baik.

### 10. Penilaian aktivitas *lifiting* pemindahan kayu dengan MAC Score Sheet

Tahap ini merupakan tahap penilaian akhir yaitu dengan memasukkan *colour band* dan *score* pada *score sheet*. Berikut ini merupakan hasil *MAC score sheet* pada aktivitas *lifiting* pemindahan kayu.

Tabel 4.29  
Score Penilaian Aktivitas *Lifting* meletakkan kayu

<b>Risk Factors</b>	<b>Score lifting pekerja 1</b>	<b>Score lifting pekerja 2</b>
<i>Load weight / Frequency</i>	0 (G)	0 (G)
<i>Hand Distance From The Lower Back</i>	6 (R)	6 (R)
<i>Vertical Lift Region</i>	3 (R)	3 (R)
<i>Torso Twisting and Sideways Bending Asymmetrical trunk / load (carrying)</i>	0 (G)	0 (G)
<i>Postural Constraints</i>	1 (A)	1 (A)
<i>Grip on Load</i>	2 (R)	2 (R)
<i>Floor Surface</i>	1 (A)	1 (A)
<i>Other Environmental Factors</i>	1 (A)	1(A)
<i>Carry distance (carrying only)</i>		
<i>Obstacles en route (carrying only)</i>		
<i>Communication and co-ordination (team handling only)</i>		
<b>Total score</b>	14	14

#### 4.3.4 Perbandingan Risiko MSD's Pekerja Pemindahan Kayu pada Tiap Aktivitas

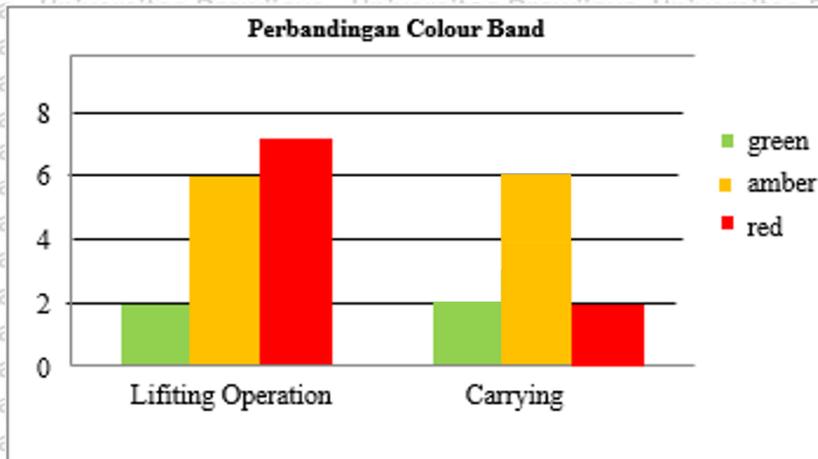
Setelah mengidentifikasi risiko MSDs pekerja pemindahan kayu pada aktivitas manual handling yang dilakukan saat memindahkan kayu menggunakan MAC Tool, sub bab ini menjelaskan mengenai perbandingan total *score* pada tiap aktivitas, dimana aktivitas dengan

total score terbesar yang akan menjadi prioritas untuk dilakukan perbaikan. Perbandingan pada tiap aktivitas dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.30  
Perbandingan Total Score Manual Handling

Risk Factors	Aktivitas Mengambil Kayu		Aktivitas Membawa Kayu		Aktivitas Meletakkan Kayu	
	P1	P2	P1	P2	P1	P2
Load weight / Frequenncy	0(G)	0(G)	0(G)	0(G)	0(G)	0(G)
Hand Distance From The Lower Back	6 (R)	6 (R)	3(A)	3(A)	6(R)	6(R)
Vertical Lift Region	3 (R)	3 (R)			3(R)	3 (R)
Torso Twisting and Sideways Bending Asymmetrical trunk / load (carrying)	2(R)	2 (R)	1(A)	1(A)	0(G)	0(G)
Postural Constraints	1(A)	1 (A)	0(G)	0(G)	1(A)	1(A)
Grip on Load	2(R)	2(R)	2(R)	2(R)	2(R)	2(R)
Floor Surface	1(A)	1(A)	1(A)	1(A)	1(A)	1(A)
Other Environmental Factors	1(A)	1(A)	1(A)	1(A)	1(A)	1(A)
Carry distance (carrying only)			1(A)	1(A)		
Obstacles en route (carrying only)			2(A)	2(A)		
Communication and co- ordination (team handling only)						
Total score	16	16	11	11	14	14

Berdasarkan data perbandingan pada tabel 4.30 diatas, dapat diketahui bahwa pada aktivitas *lifting* mengangkat dari truk pembawa kayu menuju tempat penyimpanan terdapat 1 faktor risiko bernilai 0 dengan *colour band green*, 3 faktor risiko bernilai 1,1,1 dengan *colour band amber*, dan 4 faktor risiko bernilai 6, 3, 2,2 dengan *colour band red*. Selanjutnya pada aktivitas *carrying* ketika membawa kayu dapat diketahui bahwa terdapat 2 faktor risiko bernilai 0 dengan *colour band green*, 6 faktor risiko bernilai 3,1,1,1,1,2 dengan *colour band amber*, terdapat 1 faktor risiko bernilai 1 dengan *colour band red*. Pada aktivitas *lifting* ketika meletakkan kayu terdapat 2 faktor risiko bernilai 0 dengan *colour band green*, 3 faktor risiko bernilai 1,1,1 dengan *colour band amber*, serta 3 faktor risiko bernilai 3, 6, dan 2 dengan *colour band red*.



Gambar 4.16 Diagram perbandingan aktivitas pemindahan kayu

Berdasarkan gambar diatas, pada *lifting operations* pada workstation pemindahan kayu terdapat 7 faktor risiko dengan *colour band red* yang berarti memiliki risiko tinggi sehingga membutuhkan tindakan atau perbaikan. Faktor- faktor yang mempengaruhi risiko dengan *colour band red* disebabkan oleh postur vertikal, *hand distance*, *torso twisting*, *grip on load*. Selanjutnya terdapat 6 faktor risiko dengan *colour band amber* yang dipengaruhi oleh risiko sedang sehingga memerlukan pemeriksaan lebih lanjut terhadap faktor bentuk lantai, dan keterbatasan pergerakan yang dialami oleh pekerja. Pada *colour band green* terdapat 3 faktor risiko yang dipengaruhi oleh beban yang diangkat pekerja, dan *torso twisting*. Disisi lain, pada *carrying operations* terdapat 1 faktor risiko dengan *colour band red* yang berarti memiliki risiko tinggi. Selanjutnya terdapat 6 faktor risiko dengan *colour band amber* yang berarti memiliki risiko sedang sehingga memerlukan pemeriksaan lebih lanjut yang dipengaruhi dengan keterbatasan pergerakan yang dialami oleh pekerja dan *hand distance*, *torso twisting*, *obstacle en route*, *floor surface*, *carry distance* dan *other environmental factors*. Pada *colour band green* yang memiliki tingkat risiko rendah terdapat 2 faktor risiko yang dipengaruhi oleh jarak perpindahan, beban yang diangkat dan keterbatasan pergerakan tubuh pekerja saat memindahkan kayu.

Perbandingan total skor pada masing- masing aktivitas dengan metode *MAC Tools* didapatkan hasil bahwa aktivitas *lifting* mengambil kayu dari truk yaitu sebesar 16 poin. sedangkan aktivitas *lifting* meletakkan kayu menuju tempat penyimpanan sebesar 14 poin dan aktivitas *carrying* membawa kayu dari truk menuju tempat penyimpanan sebesar 11 poin. Menurut Shokri (2015), skor 7- 13 termasuk dalam kategori penilaian dibutuhkan aksinya dengan jangka waktu di masa depan dan skor 14- 18 termasuk dalam kategori penilaian yang dibutuhkan aksinya dengan jangka waktu dekat atau tidak lama lagi. Berdasarkan pernyataan diatas, aktivitas yang dilakukan oleh pekerja pemindahan kayu termasuk dalam aktivitas yang

mebutuhkan aksi atau perbaikan dalam waktu dekat dan segera. Oleh karena itu, perbaikan akan dilakukan pada semua aktivitas yang dilakukan oleh pekerja pemindahan kayu CV Jati Makmur.

#### 4.4 Analisis Risiko MSD's Pekerja Pemindahan Kayu Pada Tiap Aktivitas

Pada sub bab sebelumnya, telah dilakukan perbandingan terhadap setiap aktivitas pada proses pemindahan kayu. Dari perbandingan tersebut, peneliti menemukan bahwa perlunya perbaikan terhadap aktivitas *manual handling* yang dilakukan oleh pekerja pemindahan kayu yang terdiri dari aktivitas *lifting* dan aktivitas *carrying*. Terdapat lima kategori *color band* dalam metode MAC Tools seperti yang dapat dilihat pada gambar 2.2, dimana *colour band* ini berfungsi untuk menunjukkan tingkat risiko yang dapat dialami oleh pekerja. Kategori pertama yaitu *green* yang menunjukkan level risiko rendah. Namun meskipun risiko yang didapatkan dalam perhitungan rendah tetap harus mempertimbangkan faktor- faktor risiko lain seperti apakah pekerja tersebut dalam kondisi hamil, dalam masa penyembuhan setelah kecelakaan, maupun faktor pengalaman kerja yang dimiliki oleh pekerja. Selanjutnya adalah *amber* yang menunjukkan level risiko medium, dimana dibutuhkan penilaian kembali terkait dengan aktifitas yang dilakukan pekerja. Pada *colour band red* menunjukkan level risiko tinggi, dimana membutuhkan perbaikan dan evaluasi segera karena dapat menyebabkan proporsi risiko pekerja terdampak kecelakaan kerja semakin besar. *Colour band* terakhir yaitu *purple* yang menunjukkan risiko kerja sudah tidak dapat diterima. Hal ini dikarenakan beberapa operasi yang memiliki nilai ini menunjukkan adanya potensi kecelakaan dan harus segera diperbaiki.

##### 1. Aktivitas *Lifting* Mengambil Kayu

Aktivitas Membawa Kayu Aktivitas ini memiliki total skor sebesar 16 poin seperti yang dapat dilihat pada tabel 4.12 dan termasuk dalam kategori dibutuhkan perbaikan dalam waktu dekat. Total skor ini dipengaruhi oleh beberapa faktor risiko dengan kategori *colour band green*, *amber* dan *red*. Faktor risiko terendah dengan kategori *green* adalah faktor *load weight/frequency* yang menilai beban serta frekuensi yang diangkat maupun diturunkan oleh pekerja.

Beban yang diangkat oleh pekerja kayu dalam sekali pengangkatan adalah sebesar 10-12 kg per kayu dan frekuensi pengangkatan sebanyak 360 kali selama satu jam. Meskipun beban yang diturunkan oleh pekerja menunjukkan skor yang tidak tinggi, namun kelelahan yang dirasakan oleh pekerja pemindahan kayu juga disebabkan karena kondisi stasiun kerja yang memiliki perbedaan ketinggian truk pembawa kayu dan tempat penyimpanan sehingga mempengaruhi postur tubuh pekerja saat melakukan aktivitas *lifiting*.

Selanjutnya adalah faktor risiko dengan *colour band amber* yang menunjukkan risiko

medium yaitu faktor risiko *other environmental factors*, *postural constraints* dan *floor surface*.

Faktor risiko *postural constraints* yang menilai pergerakan pekerja, terbatas didapatkan nilai *amber* dengan skor 1. Postur pekerja kayu tidak leluasa saat menggerakkan tubuh dalam melakukan aktivitasnya yang membuat tubuh pekerja sedikit merapat ke area truk. Hal ini disebabkan oleh area aktivitas terbatas dan kayu yang berada di atas truk sehingga pergerakan pekerja terbatas. Skor akan memiliki nilai 0 ketika pekerja leluasa melakukan pergerakan saat melakukan pengangkatan maupun penurunan barang, dimana lokasi aktivitas tersebut tidak membuat pekerja terpaksa untuk merapat ke salah satu sisi.

Selanjutnya, pada faktor risiko *floor surface* dilakukan penilaian terkait kondisi lantai pada *workstation* pemindahan kayu. Nilai yang didapatkan dari faktor ini adalah *amber* dengan skor 1. Kondisi lantai tempat pekerja melakukan aktivitas *lifting* dari truk ke tempat penyimpanan kering namun kotor dan tidak rata dipenuhi oleh serpihan kayu yang berisiko untuk terjadinya cedera, terlebih pekerja tidak menggunakan alas kaki. Lantai yang baik dan memiliki skor 0 adalah ketika lantai tersebut tidak menyebabkan kemungkinan terpeleset, kering, dan rata.

*Environmental Factors* menilai kondisi lingkungan pekerja pemindahan kayu. Kondisi yang dihitung dalam faktor risiko ini adalah kecepatan angin, suhu udara dan pencahayaan. Nilai yang didapatkan dari faktor risiko ini adalah *amber* dengan skor 1 dimana ada satu. Faktor tersebut adalah faktor suhu. Hal ini disebabkan karena minimnya aliran udara dan cahaya, Hal ini disebabkan karena minimnya aliran udara dan cahaya, sehingga udara di *workstation* pemindahan kayu terasa cukup panas. Suhu yang panas akan mengurangi kenyamanan dan dapat mempengaruhi performa pekerja saat memindahkan kayu, bahkan kesehatan tubuh pekerja pun dapat terganggu apabila suhu melebihi nilai ambang batas. Sistem tubuh pekerja akan mempertahankan suhu normalnya dengan cara mengeluarkan keringat. Dalam kondisi tersebut jantung akan berkerja sangat keras. Jika hal ini terjadi dalam jangka yang panjang, saat itu lah kesehatan pekerja akan berisiko terganggu.

Faktor risiko dengan kategori *red* dimiliki oleh faktor risiko *hand distance from the lower back* dan *grip on load*. Faktor risiko *hand distance from the lower back* melakukan penilaian terkait jarak horizontal antara tangan pekerja hingga ke bagian belakang tubuh pekerja yang bernilai *red* dengan poin 6. Posisi pada saat pekerja kayu akan mengangkat kayu adalah lengan atas pekerja menjauhi tubuh meraih benda karena posisi kayu berada di atas, sehingga memberikan sedikit tekanan pada bagian tulang belakang pekerja. Posisi yang sebaiknya dilakukan oleh pekerja adalah dengan menjaga posisi lengan atas stabil dan sejajar dengan posisi badan serta menjaga tangan tidak menjauhi tubuhnya.

*Grip on load* dilakukan untuk menilai bentuk *handle* yang dibawa oleh pekerja saat

memindahkan barang dari truk ke tempat penyimpanan. Nilai yang didapatkan adalah *red* dengan skor 2. Hal ini dikarenakan barang yang dibawa oleh pekerja tidak memiliki *handle* yang baik. Selain itu bentuk barang yang bulat dan panjang membuat benda rentan jatuh karena gampang memutar bila diangkat tanpa *handle*. *Handle* yang baik adalah *handle* yang memiliki pegangan yang menyesuaikan ukuran tangan dengan bentuk silindris sehingga tangan dapat menggenggam dengan sempurna dan juga mempertimbangkan berat beban. Berdasarkan penjelasan diatas dan dapat dilihat pula pada tabel 4.31, diketahui bahwa faktor yang berisiko adalah faktor risiko *vertical lift region, torso twisting and hand distance*.

## 2. Aktivitas Carrying Membawa Kayu

Aktivitas ini memiliki total skor sebesar 11 poin seperti yang dapat dilihat pada tabel 4.31 dan termasuk dalam kategori dibutuhkan perbaikan dengan jangka waktu dimasa mendatang. Total skor ini dipengaruhi oleh beberapa faktor risiko dengan kategori *colour band green, amber dan red*. Faktor risiko terendah dengan kategori *green* adalah *load weight, postural constraints* dan. Selanjutnya adalah faktor risiko dengan *colour band amber* yang menunjukkan risiko medium yaitu faktor risiko *hand distance from the lower back, torso twisting and sideways bending, floor surface, carry distance dan obstacle en route*. Faktor dengan resiko *colour band red* terdapat pada factor *Grip on Load*.

Tahap *load weight/frequency* yang menilai beban serta frekuensi yang diangkat maupun diturunkan oleh pekerja. Beban yang diangkat oleh pekerja pemindahan kayu dalam sekali pengangkatan adalah sebesar 10-12 kg per kayu dengan frekuensi pengangkatan sebanyak 360 kali selama satu jam. Skor yang didapatkan dari faktor risiko ini adalah *green* dengan nilai 0. Beban yang diangkat oleh pekerja menunjukkan skor yang tidak terlalu berat, namun selain hal tersebut kelelahan yang dirasakan oleh pekerja kayu juga disebabkan karena posisi pekerja saat memindahkan kayu. Factor *carry distance* juga dipertimbangkan dalam aktivitas *carrying* ini. Nilai yang didapatkan adalah *green* dengan skor 0. Hal ini dikarenakan jarak yang ditempuh pekerja pemindahan kayu dari truk ke tempat penyimpanan kayu tidak melebihi 4 meter.

Selanjutnya, faktor risiko *hand distance from the lower back* melakukan penilaian terkait jarak horizontal antara tangan pekerja hingga ke bagian belakang tubuh pekerjayang bernilai *amber* dengan poin 3. Posisi lengan atas pekerja menjauhi tubuh dan juga, hal ini dikarenakan pekerja harus menahan beban kayu ketika dipindahkan. Posisi yang sebaiknya dilakukan oleh pekerja adalah dengan menjada posisi lengan atas stabil dan sejajar dengan posisi badan serta menjaga tangan tidak menjauhi tubuhnya.

Pada faktor risiko *asymmetrical trunk/ load* juga bernilai *amber* dengan skor 1. Posisi pekerja menggunakan 2 tangan dengan benda dibawa di depan tubuh pekerja saat melakukan aktivitas *carrying* tetapi beban yang diangkat tidak simetris. Posisi yang ideal untuk mengurangi hal tersebut adalah dengan tetap menjaga postur tubuh tegak dengan tangan tetap dekat dengan tubuh dan barang dipegang didepan tubuh pekerja.

*Floor surface* memiliki risiko yang diketahui dengan melakukan penilaian terkait kondisi lantai pada *workstation* pemindahan kayu dari truk menuju tempat penyimpanan. Nilai yang didapatkan dari faktor ini adalah *amber* dengan skor 1. Kondisi lantai tempat pekerja melakukan aktivitas *carrying* dari truk menuju tempat penyimpanan kotor, penuh dengan serpihan kayu yang berisiko bagi pekerja untuk mengalami cedera, terlebih para pekerja tidak menggunakan alas kaki. Lantai yang baik dan memiliki skor 0 adalah ketika lantai tersebut tidak menyebabkan kemungkinan terpeleset, kering, dan rata. Faktor risiko *obstacles en route* menilai jalur pekerja kayu saat membawa kayu dari truk ke tempat penyimpanan, nilai yang didapatkan dari *obstacles en route* adalah *amber* dengan skor 2 dikarenakan pekerja kayu saat membawa kayu dari truk ke tempat penyimpanan memiliki hambatan jalan yang miring dan pekerja naik turun.

Selanjutnya faktor *environmental* dimana penilaian dilakukan dengan melihat kondisi lingkungan pekerja pemindahan kayu. Kondisi yang dihitung dalam faktor risiko ini adalah kecepatan angin, suhu udara dan pencahayaan. Nilai yang didapatkan dari faktor risiko ini adalah *amber* dengan skor 1 dimana ada satu. Faktor tersebut adalah faktor suhu. Hal ini disebabkan karena minimnya aliran udara dan cahaya, Hal ini disebabkan karena minimnya aliran udara dan cahaya, sehingga udara di *workstation* pemindahan kayu terasa cukup panas. Suhu yang panas akan mengurangi kenyamanan dan dapat mempengaruhi performa pekerja saat memindahkan kayu, bahkan kesehatan tubuh pekerja pun dapat terganggu apabila suhu melebihi nilai ambang batas. Sistem tubuh pekerja akan mempertahankan suhu normalnya dengan cara mengeluarkan keringat. Dalam kondisi tersebut jantung akan berkerja sangat keras. Jika hal ini terjadi dalam jangka yang panjang, saat itu lah kesehatan pekerja akan berisiko terganggu.

Faktor risiko *grip on load* dilakukan untuk menilai bentuk *handle* yang dibawa oleh pekerja saat memindahkan barang dari truk ke tempat penyimpanan. Nilai yang didapatkan adalah *red* dengan skor 2. Hal ini dikarenakan kayu tidak memiliki *handle* sehingga pekerja harus memegang dengan tangan dan bentuk kayu silindris yang cukup licin. Pekerja menjaga keseimbangan ketika memindahkan kayu.

### 3. Aktivitas Meletakkan Kayu

Aktivitas ini memiliki total skor sebesar 14 poin seperti yang dapat dilihat pada table 4.31 dan termasuk dalam kategori dibutuhkan perbaikan dalam waktu dekat. Total skor ini dipengaruhi oleh beberapa faktor risiko dengan kategori *colour band green, amber* dan *red*. Faktor risiko terendah dengan kategori *green* diantaranya adalah faktor *load weight/frequency* dan *torso twisting and sideways bending*. Faktor *load weight/frequency* yang menilai beban serta frekuensi yang diangkat maupun diturunkan oleh pekerja. Beban yang diangkat oleh pekerja kayu dalam sekali pengangkatan adalah sebesar 10-12 kg dengan frekuensi pengangkatan sebanyak 360 kali selama satu jam. Skor yang didapatkan dari faktor risiko ini adalah *green* dengan nilai 0. Beban yang diangkat oleh pekerja menunjukkan skor yang tidak tinggi, namun selain hal tersebut kelelahan yang dirasakan oleh pekerja pemindahan kayu juga disebabkan karena perbedaan ketinggian lokasi truk menuju tempat penyimpanan sehingga mempengaruhi postur tubuh pekerja saat melakukan aktivitas *lifiting*.

*Torso twisting and sideways bending* juga memiliki risikobernilai *green* denganskor 0. Posisi tubuh pekerja dalam kondisi tegak dan sesuai posisi yang ideal untuk mengurangi hal tersebut dengan tetap menjaga postur tubuh tegak dengan tangan tetap dekat dengan tubuh sehingga tekanan pada tulang belakang dapat dikurangi.

Selanjutnya adalah faktor risiko dengan *colour band amber* yang menunjukkan risiko medium yaitu faktor risiko *postural constraint* dan *floor surface*. Faktor risiko *postural constraints* yang menilai apakah pergerakan pekerja terbatas. Pada faktor risiko ini nilai yang didapatkan adalah *amber* dengan skor 1. Postur pekerja kayu tidak leluasa saat menggerakkan tubuh dalam melakukan aktivitasnya disebabkan karena lokasi pemindahan yang berbeda ketinggian dan juga pekerja harus berhati- hati agar kayu tidak jatuh dan diletakkan secara benar sehingga pekerja memposisikan tubuh membungkuk. Skor akan memiliki nilai 0 ketika pekerja leluasa melakukan pergerakan saat melakukan pengangkatan maupun penurunan barang, dimana lokasi aktivitas tersebut tidak membuat pekerja terpaksa untuk merapat kesalahsatu sisi.

Risiko *Floor surface* dilakukan penilaian terkait kondisi lantai pada *workstation* pemindahan kayu. Nilai yang didapatkan dari faktor ini adalah *amber* dengan skor 1. Kondisi lantai tempat pekerja melakukan aktivitas *lifiting* meletakkan kayu dari truk ke tempat penyimpanan kayu kotor dikarenakan serpihan kayu yang berserakan di lantai *workstation* ini. Lantai yang baik dan memiliki skor 0 adalah ketika lantai tersebut tidak menyebabkan kemungkinan terpeleset, kering, dan rata.

Selanjutnya factor *environmental* dimana penilaian dilakukan dengan melihat kondisi lingkungan pekerja pemindahan kayu. Kondisi yang dihitung dalam faktor risiko ini adalah kecepatan angin, suhu udara dan pencahayaan. Nilai yang didapatkan dari faktor risiko ini adalah amber dengan skor 1 dimana ada satu. Faktor tersebut adalah faktor suhu. Hal ini disebabkan karena minimnya aliran udara dan cahaya, Hal ini disebabkan karena minimnya aliran udara dan cahaya, sehingga udara di *workstation* pemindahan kayu terasa cukup panas. Suhu yang panas akan mengurangi kenyamanan dan dapat mempengaruhi performa pekerja saat memindahkan kayu, bahkan kesehatan tubuh pekerja pun dapat terganggu apabila suhu melebihi nilai ambang batas. Sistem tubuh pekerja akan mempertahankan suhu normalnya dengan cara mengeluarkan keringat. Dalam kondisi tersebut jantung akan berkerja sangat keras. Jika hal ini terjadi dalam jangka yang panjang, saat itu lah kesehatan pekerja akan berisiko terganggu.

Faktor risiko dengan kategori *red* dimiliki oleh faktor risiko *hand distance from lower back, vertical lift region, grip on load* dan faktor *environmental* yang membutuhkan perbaikan dalam waktu dekat. Faktor risiko *hand distance from the lower back* melakukan penilaian terkait jarak horizontal antara tangan pekerja hingga ke bagian belakang tubuh pekerja yang bernilai *red* dengan poin 6. Posisi pada saat pekerja meletakkan kayu dari ke tempat penyimpanan posisi lengan atas pekerja menjauhi tubuh dan juga batang tubuh pekerja membungkuk kedepan untuk menurunkan benda. Hal ini dikarenakan pekerja berusaha memegang kayu supaya bisa diletakkan dengan benar tanpa kayu terjatuh. Posisi yang sebaiknya dilakukan oleh pekerja adalah dengan menjada posisi lengan atas stabil dan sejajar dengan posisi badan serta menjaga tangan tidak menjauhi tubuhnya.

Pada risiko *vertical lift region* yang bernilai *red* dengan skor 3. Posisi tangan pekerja ke arah bawah untuk meletakkan kayu ke tempat penyimpanan. Hal ini dikarenakan lokasi tempat penyimpanan dengan memiliki perbedaan ketinggian, sehingga pekerja harus menyesuaikan postur untuk menurunkan kayu. Posisi yang sebaiknya dilakukan oleh pekerja saat menurunkan kayu adalah dengan tetap menjaga postur dalam kondisi tegak dan tangan berada diketinggian antara batas lutut dan juga siku, sehingga tekanan pada bagian punggung pekerja dapat dihindarkan.

Risiko *Grip On Load* dilakukan untuk menilai bentuk *handle* yang dibawa oleh pekerja saat memindahkan barang dari truk ke tempat penyimpanan. Nilai yang didapatkan adalah *red* dengan skor 2. Hal ini dikarenakan kayu tidak memiliki *handle* dengan bentuk kayu yang bulat memanjang. Hal ini sangat berisiko tergelincir bagi pekerja karena tidak aman. *Handle* yang baik adalah *handle* yang memiliki pegangan yang menyesuaikan ukuran tangan dengan bentuk

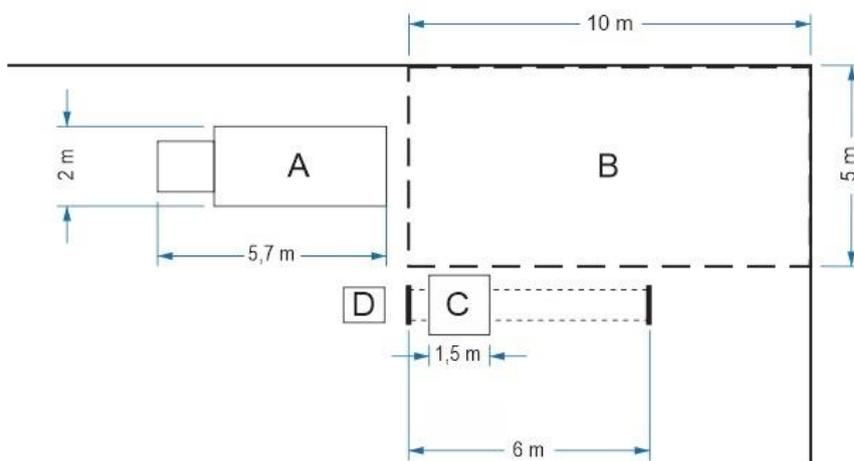
silindris sehingga tangan dapat menggenggam dengan sempurna dan juga mempertimbangkan berat beban.

#### 4.5 Rekomendasi Perbaikan

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan pada sub bab sebelumnya, jadi dilakukan usulan maupun rekomendasi perbaikan untuk mengurangi risiko cedera yang dapat dialami oleh pekerja pemindahan kayu. Perbaikan yang dilakukan adalah

##### 4.5.1 Usulan Crane

Usulan yang diberikan yaitu penambahan alat *Crane* yang akan dipasang di dekat stasiun kerja bongkar muat. *Crane* akan dilengkapi dengan rel agar memudahkan pemindahan kayu dari truk ke tempat penyimpanan. Dengan menambahkan *Crane* diharapkan mampu mempermudah pekerja untuk memindahkan kayu dari truk pengiriman. Gambar 4.11 menunjukkan desain layout peletakan *Crane*, dimana letak *Crane* ditandai dengan huruf C. Sistem kerja yang digunakan yakni pekerja mengoperasikan *Crane* dengan menekan tombol-tombol yang ada di *Control Panel*. *Crane* diarahkan ke atas truk, kemudian pekerja yang berada di atas truk mengaitkan ujung *Crane* ke kawat yang telah mengikat kayu-kayu yang ada di dalam truk. Setelah ujung crane terikat sempurna, operator *Crane* mengoperasikan *Crane* agar terangkat dan menggerakkannya ke arah tempat penyimpanan kayu. Gambar 4.12 menunjukkan desain *Crane* yang diusulkan. Control panel Crane memiliki beberapa tombol, tombol tersebut antara lain tombol panah atas dan bawah yang berfungsi untuk menurunkan dan menarik tali diujung *Crane*. Tombol panah kanan dan kiri berfungsi untuk menggerakkan *Crane* di lintasan rel nya. Tombol merah besar merupakan tombol *on/off*. Dan *joy stick* berfungsi untuk menggerakkan lengan *Crane*.



Gambar 4.17 Layout peletakan Crane

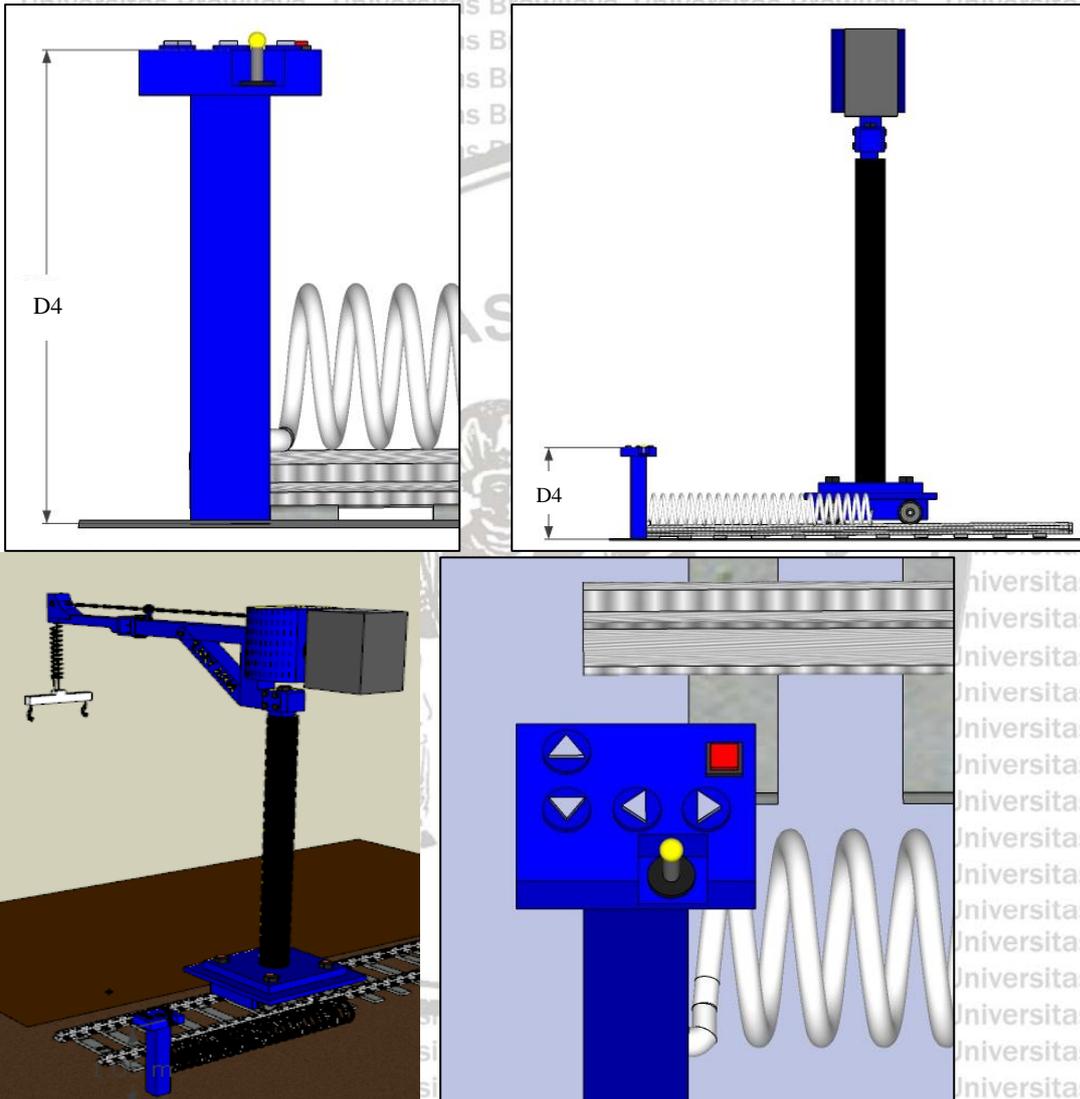
Keterangan :

A = Truk

B = Tempat Penyimpanan

C = Crane

D = Control Panel



Gambar 4.18 Desain Crane

Tabel 4.31  
Spesifikasi Crane

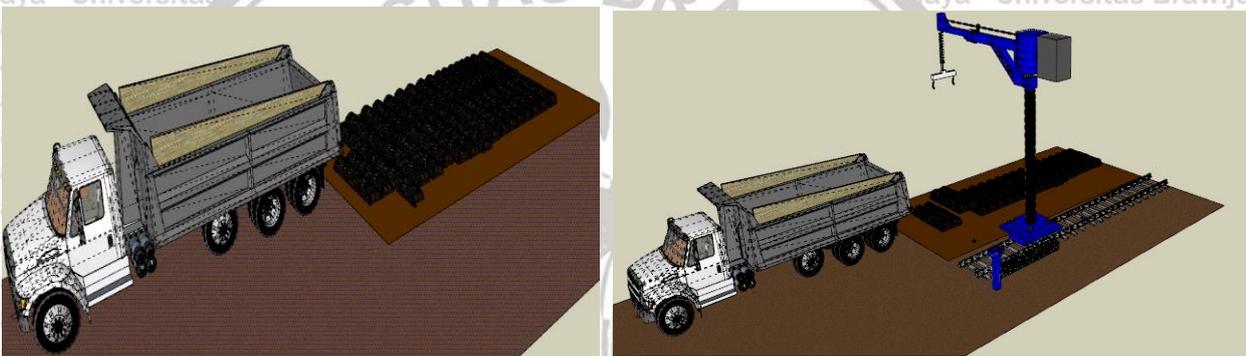
No	Bagian	Ukuran
1	Tinggi	6 m
2	Panjang lengan	4,5 m
3	Panjang Rel	6 m
4	Lebar alas	1,5 m
5	Panjang Balok Baja	0,8 m
6	Lebar Balok Baja	0,6 m
7	Tinggi Balok Baja	1 m

Berdasarkan spesifikasi *crane* dan desain diatas, bahan yang paling optimal untuk digunakan adalah baja, baja sendiri memiliki keunggulan dari segi kekuatan, kekakuan serta daktilitasnya. Berat Balok baja dalam *crane* 3768 kg dan maximal pengangkutan kayu yaitu 200 kg. Oleh karena itu, desain *crane* yang terbuat dari baja ini memiliki kekuatan dan ketahanan saat mengangkut kayu tersebut sehingga dengan berat *crane* dan beban maximal pengangkutan kayu yang optimal dalam membantu proses pemindahan kayu, tidak akan terjadi patah atau terjungkal.

Tabel 4.32  
Data Antropometri *Crane Control Pannel*

No.	Dimensi	Penggunaan	Persentil	Allowance	Ukuran (cm)
1.	D4 (Tinggi siku)	Untuk menenentukan tinggi <i>Control Panel</i>	50 <sup>th</sup>	2	104.01

Berikut merupakan desain workstation sebelum dan setelah diberikan rekomendasi perbaikan



Gambar 4.19 Desain Workstation

#### 4.5.2 Usulan Alat Bantu Kerja

Pada proses pemindahan kayu pekerja memindahkan kayu dari truk menuju tempat penyimpanan dengan total beban sekali angkut adalah kurang lebih sekitar 10-12 kilogram, untuk mengurangi risiko tersebut, perlu ditambahkan beberapa alat bantu, yaitu:

##### a. Sarung tangan *Safety*

Untuk menghindari risiko akibat tertimpa kayu, tangan tergores, serta karena pekerjaan membutuhkan gerakan tangan yang presisi, tepat, dan cepat maka disarankan mengganti *hand glove* yang lebih nyaman. Gambar berikut merupakan gambar *hand glove* usulan untuk digunakan oleh seluruh pekerja pemindahan kayu.



Gambar 4.20 Sarung tangan *Safety* untuk melindungi tangan.

b. *Personal Back Support*

Menurut Widayat, W., Satalaksana (2003) dan Ningsih (2016) berpendapat bahwa penambahan alat *Personal Back Support* untuk pekerja berpengaruh positif untuk pemakaian berjangka terhadap penurunan aktivitas otot dan konsumsi energi, serta dapat mengurangi rasa nyeri pada punggung dan pinggang pada pekerja yang menggunakan. Gambar 4.15 berikut ini merupakan gambar pakaian *Personal Back Support* usulan untuk digunakan oleh pekerja di proses pemindahan kayu.



Gambar 4.21 *Personal Back Support* untuk menunjang pengangkatan beban

c. Sepatu *Safety* (*Safety Shoes*) adalah salah satu Alat Pelindung Diri (APD) yang dipakai pekerja ketika bekerja guna menghindari resiko kecelakaan dan juga melindungi dari benda tajam atau serpihan kayu yang pastinya sangat membahayakan kaki dari pekerja pemindahan kayu. Para pekerja wajib menggunakan *safety shoes* sesuai standar EN ISO 20345:2011. Beberapa poin yang harus diperhatikan dalam memilih *safety shoes* yaitu pastikan sepatu memenuhi EN ISO 20345, bahan sepatu kulit atau sintesis, penggunaan *safety shoes* di *indoor* atau *outdoor*, suhu area kerja panas atau dingin, iklim di lingkungan kerja dan bahaya minyak atau penggunaan bahan kimia



Gambar 4.22 sepatu *safety shoes* untuk melindungi kaki

#### 4.5.3 *Stretching* bagi Pekerja

Kebiasaan olahraga yang baik ditemukan berhubungan dengan keluhan Muskuloskeletal, kurangnya aktifitas olahraga merupakan salah satu faktor risiko untuk terjadinya gangguan muskuloskeletal pada badan pekerja.. Pelatihan terkait aspek ergonomi dapat dilakukan di CV. Jati Makmur untuk mengurangi risiko MSDs terhadap pekerjaan yang terus menerus dilakukan secara berulang.

Pemindahan kayu dilakukan manual oleh pekerja, dimana bagian tubuh yang terus menerus bekerja adalah jari, pergelangan, dan tangan pekerja. Pekerjaan selama 5-6 jam dapat mengakibatkan risiko MLDs pada pekerja terutama pada bagian pergerakan utama tubuh pekerja. Dengan adanya jeda waktu untuk melakukan short break selama 3 menit pekerja dapat melakukan pelepasan dengan tepat dan sesuai. Menurut Bob Anderson (2000) latihan peregangan otot dapat dilakukan dengan cara statis, dinamis. Pasif dan kontraksi relaksasi. Pelepasan otot secara statis dapat dipilih sebagai upaya pencegahan dan pengobatan cedera otot dengan memfokuskan gerakan pada daerah otot pergelangan tangan, tangan, dan jari dan dapat dilakukan dengan posisi duduk maupun berdiri. Tabel 4.34 berikut merupakan peregangan otot lengan, tangan, dan jari.

Tabel 4.33  
Peregangan Tangan

No	Keterangan	Gambar
1.	Telapak, punggung dan pergelangan tangan dalam keadaan lurus sempurna kemudian jari-jari tangan mencengkram.	<p>Fist Extension Exercises</p>
2.	Lipat jari-jari tangan ke arah dalam sehingga membentuk sudut 90° kemudian jari-jari tangan dalam posisi menggenggam. Lakukan gerakan ini secara berulang-ulang sebanyak 3 kali.	

3.	Luruskan tangan kemudian buka jari-jari tangan selebar-lebarnya sampai terasa adanya tekanan pada jari-jari tangan.	
4.	Luruskan kedua lengan tepat di depan posisi kita, kemudian tekuk pergelangan tangan dengan jari-jari mengarah ke arah atas, pertahankan posisi tersebut selama 8-10 detik. Gerakan ini bertujuan untuk melatih kelenturan otot pergelangan lengan bawah.	
5.	Luruskan kedua lengan tepat di depan posisi kita, kemudian tekuk pergelangan tangan dengan jari-jari mengarah ke arah bawah, pertahankan posisi tersebut selama 8-10 detik. Gerakan ini bertujuan untuk melatih kelenturan otot pergelanganr lengan atas.	
6.	Pegang dan putar tiap jari tangan searah kemudian berlawanan arah jarum jam dengan ibu jari dan telunjuk tangan yang berlawanan. Kemudian tarik jari-jari sampai terasa ada tekanan pada masing-masing jari dan tahan selama 2 detik	

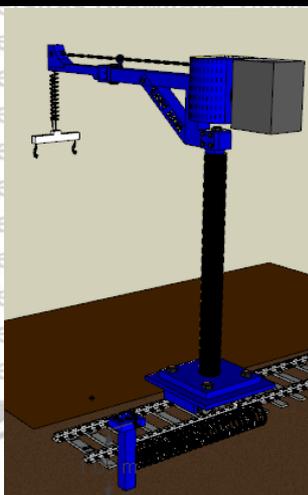
Sumber: Bob Anderson (2000)

Peregangan otot berfungsi dapat mengurangi sensasi nyeri pada persendian dan dapat meningkatkan pasokan oksigen ke jaringan tubuh yang dapat membuat sirkulasi darah menjadi lancar serta penimbunan asam laktat di dalam tubuh tidak terbentuk, sehingga tidak menimbulkan nyeri otot. Pada umumnya, peregangan yang dianjurkan adalah 10-15 menit sebelum dan setelah bekerja dengan durasi tidak lebih dari 5 menit tiap kali pelaksanaannya dan dapat diulang sebanyak 3-4 kali dalam sehari.

#### 4.5.4 Rekomendasi Perbaikan Metode Kerja

Berdasarkan hasil penilaian menggunakan metode *MAC Tools* dan pengamatan secara langsung ditemukan bahwa aktivitas tersebut memiliki faktor risiko yang tinggi disebabkan oleh metode kerja yang salah, maka dari itu dalam mengurangi risiko tersebut maka dapat dilakukan usulan perbaikan metode kerja dengan memberikan SOP (*Standard Operating Procedure*) penggunaan *crane*. Dikarenakan kurangnya pengetahuan dan tidak terdapatnya pelatihan dari CV. Jati Makmur kepada pekerja pemindah kayu terkait bagaimana melakukan *material handling* dengan baik maka menyebabkan rasio terjadinya risiko cedera pada pekerja semakin tinggi. Berikut adalah 4.35 merupakan SOP untuk pekerja dalam menggunakan *crane*.

## STANDART OPERATING PROCEDURES



### 1. Sebelum Memulai :

- Pastikan semua operator terlatih dan memegang sertifikat atau lisensi.
- Operator tidak mengoperasikan di bawah pengaruh obat atau minuman beralkohol.
- Mematuhi rambu rambu peringatan bahaya yang tertera pada mesin/unit.
- Melaporkan kerusakan kepada pengawas dan mesin/unit jangan digunakan.
- Melakukan pemeriksaan dan pengamatan terhadap kemampuan *crane* serta merawat kondisinya termasuk alat-alat keselamatan dan perlengkapan lainnya.
- Mematuhi SOP perusahaan dan *truck crane* itu sendiri.

### 2. Pengoperasian :

- Pastikan tanah dapat menopang beban *truck loader crane* itu sendiri.
- Sebelum dilakukan pengangkatan pastikan *outrigger* telah di setting dengan benar, dan pada roda depan/belakang dipasang *stopper* sebagai pengaman tambahan.
- Sebelum dilakukan pengangkatan pastikan *boom/arm* telah disetting dengan benar.
- Pastikan beban yang diangkat tidak melebihi kapasitas angkat *crane*.
- Hanya merespon/memperhatikan aba-aba dari rigger/pengawas yang telah ditugaskan.
- Pastikan ada pengawas/rigger Ketika melakukan pengangkatan/penurunan.
- Pastikan area kerja tidak ada kabel udara yang melintang.
- Perhatikan kecepatan manuver ketika berputar, diusahakan konsisten tidak bergerak dan berhenti secara mendadak untuk menghindari beban kejut

Gambar 4.23 Standart Operating Procedures

#### 4.6 Penilaian Kembali Risiko Menggunakan MAC Tool

Tabel 4.34  
Perbandingan risiko sebelum rekomendasi dan sesudah rekomendasi

Risk Factors	SEBELUM REKOMENDASI						SESUDAH REKOMENDASI					
	Mengambil Kayu		Membawa Kayu		Meletakkan Kayu		Mengambil kayu		Membawa kayu		Meletakkan kayu	
	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
<i>Load weight / Frequency</i>	0(G)	0(G)	0(G)	0(G)	0(G)	0(G)	0(G)	0(G)	0(G)	0(G)	0(G)	0(G)
<i>Hand Distance From The Lower Back</i>	6(R)	6(R)	3(R)	3(R)	6(R)	6(R)	0(G)	0(G)	0(G)	0(G)	0(G)	0(G)
<i>Vertical Lift Region</i>	3(R)	3(R)			3(R)	3(R)	0(G)	0(G)			0(G)	0(G)
<i>Torso Twisting and Sideways Bending Asymmetrical trunk /load (carrying)</i>	2(R)	2(R)	1(A)	1(A)	0(G)	0(G)	0(G)	0(G)	0(G)	0(G)	0(G)	0(G)
<i>Postural Constraints</i>	1(A)	1(A)	0(G)	0(G)	1(A)	1(A)	0(A)	0(G)	0(G)	0(G)	0(G)	0(G)
<i>Grip on Load</i>	2(R)	2(R)	2(R)	2(R)	2(R)	2(R)	0(G)	0(G)	0(G)	0(G)	0(G)	0(G)
<i>Floor Surface</i>	1(A)	1(A)	1(A)	1(A)	1(A)	1(A)	0(G)	0(G)	0(G)	0(G)	0(G)	0(G)
<i>Other Environmental Factors</i>	1(A)	1(A)	1(A)	1(A)	1(A)	1(A)	1(A)	1(A)	1(A)	1(A)	1(A)	1(A)
<i>Carry distance (carrying only)</i>			1(A)	1(A)					0(G)	0(G)		
<i>Obstacles en route (carrying only)</i>			2(A)	2(A)					0(G)	0(G)		
<i>Communication and co- ordination (team handling only)</i>												
<i>Total score</i>		16		11		14	1	1				

#### 4.7 Analisis Hasil Perbaikan

Setelah dilakukan penilaian kembali menggunakan metode MAC Tool, diketahui bahwa *colour band* dan skor mengalami perubahan menjadi lebih baik. Berikut ini merupakan analisis hasil perbaikan untuk aktivitas *lifting* dan *Carrying* proses penggilingan.

##### 1. *Load weight / Frequency*

Pada aktivitas *lifting* dan *carrying* mengambil kayu dan meletakkan kayu tidak terjadi perubahan skor karena sebelum rekomendasi menunjukkan kategori warna *green* dengan skor

0.

##### 2. *Hand Distance From The Lower Back*

Seluruh aktivitas pada tahap ini menunjukkan bahwa skor yang didapatkan mengalami penurunan setelah dilakukan usulan perbaikan. Skor yang tinggi didapatkan karena pekerja

kayu memiliki postur dengan batang tubuh membungkuk dan posisi lengan atas menjauhi tubuh untuk meraih benda yang akan diangkat. Dengan adanya usulan perbaikan mengenai tata cara (SOP) personal back support dan usulan *crane* maka skor pada aktivitas *lfiting* dan *carrying* proses pemindahan kayu berubah menjadi 0 dengan *colour band green*.

### 3. *Vertical Lift Region*

Faktor ini mengalami penurunan skor setelah dilakukan usulan perbaikan. Skor yang tinggi didapatkan karena pekerja kayu memiliki postur dengan batang tubuh membungkuk dan posisi lengan atas menjauhi tubuh untuk meraih benda yang akan diangkat. Dengan adanya usulan perbaikan mengenai tata cara (SOP) personal back support dan usulan *crane* maka skor pada aktivitas *lfiting* proses pemindahan kayu berubah menjadi 0 dengan *colour band green*.

### 4. *Torso Twisting and Sideways Bending*

*Torso Twisting and Sideways Bending* pada semua aktivitas menunjukkan bahwa skor yang didapatkan mengalami penurunan setelah dilakukan usulan perbaikan. Hal ini terjadi dikarenakan ketika pekerja pemindahan kayu melakukan pengangkatan barang, batang tubuh pekerja membungkuk kesamping dan memutar batang tubuhnya. Dengan adanya usulan perbaikan mengenai tata cara (SOP), personal back support dan usulan *crane* maka skor pada aktivitas *lfiting* dan *carrying* proses pemindahan kayu berubah menjadi 0 dengan *colour band green*.

### 5. *Postural Constraints*

Pada aktivitas *lifting* proses pemindahan kayu yang terdiri dari aktivitas *lifting* mengambil kayu, *lifting* meletakkan kayu dan aktifitas *carrying* membawa kayu. Hal ini disebabkan oleh postur pekerja kayu tidak leluasa menggerakkan tubuh dalam melakukan aktivitasnya. Dengan adanya usulan *crane* maka skor pada aktivitas *lifting* dan *carrying* proses pemindahan kayu berubah menjadi 0 dengan *color band green*.

### 6. *Grip on Load*

*Grip on Load* juga merupakan faktor yang mengalami penurunan skor. Hal ini disebabkan oleh *handle* yang digenggam oleh pekerja tidak memiliki tempat yang dikhususkan untuk pegangan dan bentuk kayu yang licin dan kasar. Oleh karena itu diberikan usulan perbaikan berupa sarung tangan *safety* yang mengurangi resiko pekerja saat membawa kayu, *stretching* untuk setiap pekerja pemindahan kayu dan usulan *crane*. Setelah dilakukan usulan perbaikan terlihat bahwa skor berubah menjadi 0 dengan *colour band green*.

### 7. *Floor Surface*

Pada aktivitas ini, skor berubah menjadi 0 dengan *color band green*. Hal ini disebabkan karena area proses pemindahan kayu yang termasuk tetapi kotor dan bahaya untuk pekerja saat melakukan aktivitas pemindahan kayu. Oleh karena itu usulan perbaikan yang dilakukan berupa sepatu *safety shoes* untuk melindungi telapak kaki dari benda tajam dan serpihan kayu yang pastinya sangat membahayakan bagi pekerja pemindahan kayu.

### 8. *Other Environmental Factors*

Pada aktivitas *lifting* proses pemindahan kayu yang terdiri dari aktivitas *lifting* mengambil kayu, *lifting* meletakkan kayu dan aktifitas *carrying* membawa kayu. Untuk aspek penellian postural constrain tidak terjadi perubahan nilai karena peneliti tidak memberikan rekomendasi yang berkaitan dengan aspek penelian tersebut.

### 9. *Carry Distance*

Faktor Carry Distance mengalami penurunan skor karena jarak yang ditempuh pada saat melakukan *carrying* sekitar 8 meter. Oleh karena itu diberikan usulan *crane* untuk menggantikan pekerja dalam melakukan aktivitas *carrying*. Setelah dilakukan usulan perbaikan terlihat bahwa skor berubah menjadi 0 dengan *colour band green*.

## BAB V PENUTUP

Bab ini mendeskripsikan kesimpulan dari penelitian yang merupakan jawaban dari tujuan yang telah dirumuskan sebelumnya, serta saran yang merupakan masukan terkait penelitian selanjutnya berdasarkan penelitian yang telah dilakukan.

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, terdapat beberapa kesimpulan dari penelitian yang merupakan jawaban dari tujuan yang telah dirumuskan.

1. Setelah melakukan pengamatan postur pekerja pemindahan kayu di CV Jati Makmur pada aktivitas manual handling proses pemindahan kayu, terdapat potensi cedera yang diindikasikan melalui total skor yang didapatkan dari analisis metode MAC Tools. Total skor masing-masing aktivitas adalah lifting mengambil kayu dari truk sebesar 16 poin, carrying dari truk menuju tempat penyimpanan 11 poin, dan lifting meletakkan kayu ke tempat penyimpanan sebesar 14 poin. Dari hasil tersebut, perlu dilakukan perbaikan pada keseluruhan aktivitas karena skor yang menunjukkan hasil bahwa terdapat potensi cedera pada pekerja kayu dan harus dilakukan perbaikan pada aktivitas manual handling proses pemindahan kayu.
2. Berdasarkan nilai yang telah didapatkan dari metode MAC Tools pada aktivitas mengambil kayu dari truk, carrying dari truk menuju tempat penyimpanan dan lifting meletakkan kayu ke tempat penyimpanan, terdapat 4 rekomendasi perbaikan yang diusulkan berupa:
  - Penambahan alat *Crane* dengan tujuan untuk membantu pekerja dalam menyelesaikan pekerjaannya, sehingga potensi cedera dapat diminimalisir. *Crane* dapat dipasang di dekat stasiun kerja bongkar muat. *Crane* akan dilengkapi dengan rel agar memudahkan pemindahan kayu dari truk ke tempat penyimpanan.
  - *Stretching* bagi pekerja saat melakukan aktivitas pemindahan kayu. Pemindahan kayu dilakukan manual oleh pekerja, dimana bagian tubuh yang terus menerus bekerja adalah jari, pergelangan, dan tangan pekerja. Pekerjaan selama 5-6 jam dapat mengakibatkan risiko MLDs pada pekerja terutama pada bagian pergerakan utama tubuh pekerja. Dengan adanya jeda waktu untuk melakukan *short break* selama 3 menit pekerja dapat melakukan pelepasan dengan tepat dan sesuai. Peregangan otot berfungsi dapat mengurangi sensasi nyeri pada persendian dan dapat meningkatkan pasokan oksigen ke jaringan tubuh yang

dapat membuat sirkulasi darah menjadi lancar serta penimbunan asam laktat di dalam tubuh tidak terbentuk, sehingga tidak menimbulkan nyeri otot

- Penggunaan alat bantu juga termasuk rekomendasi bagi pekerja untuk menghindari risiko akibat tertimpa kayu, tangan tergores, serta karena pekerjaan membutuhkan gerakan tangan yang presisi, tepat, dan cepat maka disarankan mengganti hand glove yang lebih nyaman dan tebal karena sebelumnya pekerja hanya menggunakan hand glove seadanya saja. Penambahan alat Personal Back Support untuk pekerja juga dapat dilakukan untuk pemakaian berjangka terhadap penurunan aktivitas otot dan konsumsi energi, serta dapat mengurangi rasa nyeri pada punggung dan pinggang pada pekerja yang menggunakan dan usulan *crane* untuk menggantikan aktivitas *lifting* dan *carrying*.
- Rekomendasi berikutnya adalah mengenai metode kerja dengan memberikan SOP (Standard Operating Procedure) pelaksanaan aktivitas *lifting*. Dikarenakan kurangnya pengetahuan dan tidak terdapatnya pelatihan dari CV. Jati Makmur kepada pekerja pemindah paving terkait bagaimana melakukan material handling dengan baik maka menyebabkan rasio terjadinya risiko cedera pada pekerja semakin tinggi. Berikut ini merupakan perbaikan yang dilakukan dengan memberikan SOP cara yang baik saat melakukan aktivitas pengangkatan kayu.

## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, berikut ini merupakan saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya. Metode MAC Tool yang digunakan pada penelitian ini terbatas hanya pada posisi tubuh operator yang janggal dan belum mempertimbangkan sudut yang dibentuk dari posisi tubuh pekerja, oleh karena itu penelitian selanjutnya diharapkan peneliti dapat lebih memperhatikan hal tersebut dengan penambahan metode agar penilaian menjadi lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

Adilia & Sugiono. (2020). Analisis Risiko Kerja Pada Aktivitas *Manual Material Handling* Proses Penggilingan Kedelai Dengan Metode Mac- Tools. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Industri*, Vol. 8 No.3

Corlett, E., & Clark, T. (1995). *The Ergonomics of Workspaces and Machines. A Design Manual*. USA: Taylor & Francais.

Heran Le-Roy 1999. *Manual Materials Handling And Related Occupational Hazards: A National Survey In France*.

Iskandar, A. J., Sugiono, S., & Hardiningtyas, D. (2016). Analisis Risiko Muskuloskeletal Disorders Pekerja Paving dan Kanstin Berbasis Manual Handling Assessment Chart (MAC) Tool. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, Vol 4 No 8.

Jeyaratnam, J. NAA. Textbook Of Occupational Medicine Practice. In: Widyastuti P, Editor. *Buku Ajar Praktik Kedokteran Kerja [Internet]*. Jakarta: Egc; P. 351.

Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. (2002). *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1045/Menkes/SK/XI/2002 Tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri*. Jakarta: Kementrian Kesehatan Republik Indonesia.

Kuswana, S.K. (2014). *Ergonomi dan K3*. Bandung: PT. Remaja Rosda Karya.

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). 1998. *Occupational Noise Exposure: Revised Criteria 1998*. Amerika Serikat: Departemen Kesehatan dan Pelayanan Masyarakat. dari <http://www.niosh.com>

Rizkya, I. (2018). *Evaluation Of Work Posture and Quantification of Fatigue By Rapid Entire Body Assessment (REBA)*: IOP conf.

Saleh, Lalu M (2018). *Man Behind the Scene Aviation Safety Ed. 1* Yogyakarta: Deepublish

Silverstein, Barbara; Fine, Lawrence dan Armstrong, Thomas. 1987. *Occupational Factors and Carpal Tunnel Syndrome. American Journal of Industrial Medicine*. 11(3): 343-358.

Tarwaka. 2004. *Ergonomi Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. Surakarta: UNIBA PRESS.

Tarwaka. 2010. *Ergonomi Industri, Dasar-Dasar Pengetahuan Ergonomi dan Aplikasi di Tempat Kerja*. Surakarta: Harapan Press.

Wahyudi, P., & Hariyono, W. (2017). Kesesuaian Manual Assessment Chart Tool dan NIOSHLifting Equation dalam Identifikasi Keluhan Muskuloskeletal Pekerja Industri. *BKM Journal of Community Medicine and Public Health*, 377-382.

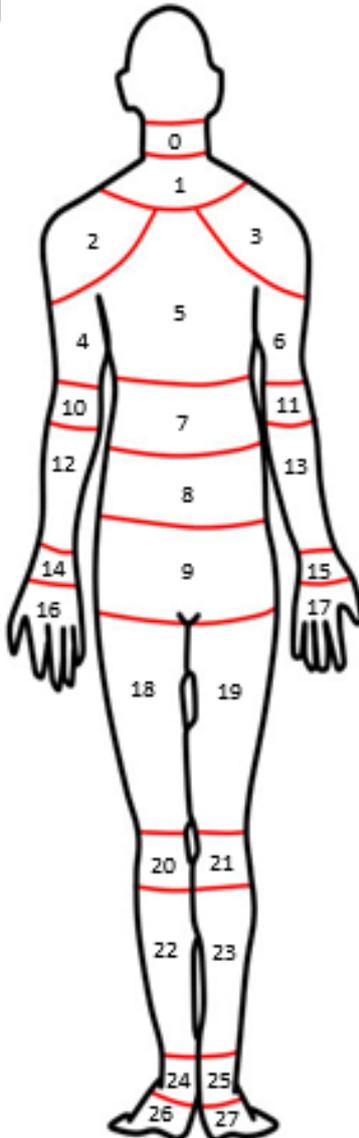
Wignjosebroto, Sritomo. (2008). *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*. Guna Widya. Jakarta.



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kuisisioner Nordic Body Map Pekerja Pemindahan Kayu

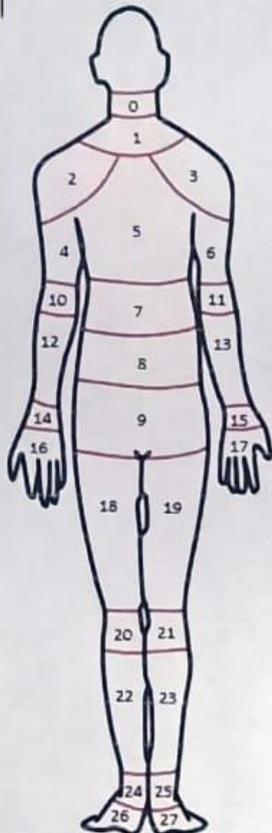
Nama :  
 Umur :  
 Berat badan :  
 Lama bekerja :  
 Waktu bekerja :



No	Jenis Keluhan	Tidak Sakit	Agak Sakit	Sakit	Sangat Sakit
0	Sakit di leher bagian atas				
1	Sakit kaku pada bagian leher bawah				
2	Sakit di bahu kiri				
3	Sakit di bahu kanan				
4	Sakit pada lengan atas kiri				
5	Sakit di punggung				
6	Sakit pada lengan atas kanan				
7	Sakit pada pinggang				
8	Sakit pada bawah pinggang				
9	Sakit pada pantat				
10	Sakit pada siku kiri				
11	Sakit pada siku kanan				
12	snipping				
13	Sakit pada lengan bawah kanan				
14	Sakit pada pergelangan tangan kiri				
15	Sakit pada pergelangan tangan kanan				
16	Sakit pada jari jari tangan kiri				
17	Sakit pada jari jari tangan kanan				
18	Sakit pada paha kiri				
19	Sakit pada paha kanan				
20	Sakit pada lutut kiri				
21	Sakit pada lutut kanan				
22	Sakit pada betis kiri				
23	Sakit pada betis kanan				
24	Sakit pada pergelangan kaki kiri				
25	Sakit pada pergelangan kaki kanan				
26	Sakit pada jari kaki kiri				
27	Sakit pada jari kaki kanan				

Lampiran 2 Hasil Kuisisioner Nordic Body Map Pekerja 1

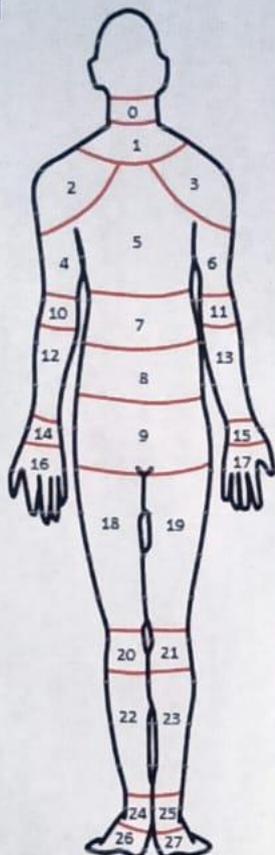
Nama : Pekerja 1  
 Umur : 39 tahun  
 Berat badan : 61 kg  
 Lama bekerja : 5-6 jam  
 Waktu bekerja : 08.00 - 15.00



No	Jenis Keluhan	Tidak Sakit	Agak Sakit	Sakit	Sangat Sakit
0	Sakit di leher bagian atas		✓		
1	Sakit kaku pada bagian leher bawah		✓		
2	Sakit di bahu kiri				✓
3	Sakit di bahu kanan				✓
4	Sakit pada lengan atas kiri				✓
5	Sakit di punggung		✓		
6	Sakit pada lengan atas kanan				✓
7	Sakit pada pinggang				✓
8	Sakit pada bawah pinggang				✓
9	Sakit pada pantat	✓			
10	Sakit pada siku kiri			✓	
11	Sakit pada siku kanan			✓	
12	snipping	✓			
13	Sakit pada lengan bawah kanan		✓		
14	Sakit pada pergelangan tangan kiri		✓		
15	Sakit pada pergelangan tangan kanan	✓			
16	Sakit pada jari jari tangan kiri	✓			
17	Sakit pada jari jari tangan kanan	✓			
18	Sakit pada paha kiri		✓		
19	Sakit pada paha kanan		✓		
20	Sakit pada lutut kiri			✓	
21	Sakit pada lutut kanan			✓	
22	Sakit pada betis kiri	✓			
23	Sakit pada betis kanan	✓			
24	Sakit pada pergelangan kaki kiri	✓			
25	Sakit pada pergelangan kaki kanan	✓			
26	Sakit pada jari kaki kiri	✓			
27	Sakit pada jari kaki kanan	✓			

## Lampiran 3 Hasil Kuisisioner Nordic Body Map Pekerja 2

Nama : Pekerja 2  
 Umur : 25 tahun  
 Berat badan : 57 kg  
 Lama bekerja : 5-6 jam  
 Waktu bekerja : 08.00 - 15.00



No	Jenis Keluhan	Tidak Sakit	Agak Sakit	Sakit	Sangat Sakit
0	Sakit di leher bagian atas		✓		
1	Sakit kaku pada bagian leher bawah			✓	
2	Sakit di bahu kiri				✓
3	Sakit di bahu kanan				✓
4	Sakit pada lengan atas kiri				✓
5	Sakit di punggung				✓
6	Sakit pada lengan atas kanan				✓
7	Sakit pada pinggang				✓
8	Sakit pada bawah pinggang				✓
9	Sakit pada pantat	✓			
10	Sakit pada siku kiri			✓	
11	Sakit pada siku kanan			✓	
12	snipping	✓			
13	Sakit pada lengan bawah kanan			✓	
14	Sakit pada pergelangan tangan kiri			✓	
15	Sakit pada pergelangan tangan kanan		✓		
16	Sakit pada jari tangan kiri	✓			
17	Sakit pada jari tangan kanan	✓			
18	Sakit pada paha kiri			✓	
19	Sakit pada paha kanan			✓	
20	Sakit pada lutut kiri		✓		
21	Sakit pada lutut kanan		✓		
22	Sakit pada betis kiri	✓			
23	Sakit pada betis kanan	✓			
24	Sakit pada pergelangan kaki kiri	✓			
25	Sakit pada pergelangan kaki kanan	✓			
26	Sakit pada jari kaki kiri	✓			
27	Sakit pada jari kaki kanan	✓			