

## ABSTRAK

# ANALISIS ASPEK ERGONOMI PADA PEKERJA INDUSTRI MANUFAKTUR PENERBANGAN SEBAGAI UPAYA PENCEGAHAN *CUMULATIVE TRAUMA DISORDER*

oleh:

**Sophia Shanti Meilani**

**NIM: 25311012**

Ergonomi adalah ilmu untuk merancang kesesuaian antara pekerja dengan tugas kerja, peralatan, dan tempat kerja. Tujuannya untuk mencapai kondisi yang aman dan nyaman bagi pekerja sehingga mencegah terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja. Industri manufaktur merupakan industri yang memberikan kontribusi besar pada perekonomian Indonesia. Proses yang terjadi di dalam industri tersebut melibatkan interaksi antara manusia dan mesin yang dapat menyebabkan pekerja terpapar pada faktor risiko ergonomis. Cedera yang timbul akibat akumulasi paparan risiko ergonomis disebut dengan *cumulative trauma disorder* (CTD). Saat ini di Indonesia aspek ergonomis belum banyak diperhatikan dan belum banyak perusahaan yang memiliki data mengenai cedera muskuloskeletal. Untuk mencegah terjadinya cedera muskuloskeletal pada pekerja perlu dilakukan identifikasi dan evaluasi faktor risiko ergonomi di lingkungan kerja. Penilaian faktor risiko ergonomi dapat dilakukan antara lain dengan Ovako Work Assessment System (OWAS), Quick Exposure Checklist (QEC) dan Rapid Entire Body Assessment (REBA). Berdasarkan hasil penilaian yang dilakukan pada 2 jenis pekerjaan yaitu *metal forming* (pembentukan logam) dan *assembling* (perakitan) di industri manufaktur pesawat terbang, diketahui kedua jenis pekerjaan tersebut memiliki tingkat risiko ergonomis rata-rata yang sama. Skor risiko rata-rata menggunakan metode REBA adalah 5 sedangkan berdasarkan OWAS adalah 2, yang menunjukkan tingkat risiko kategori sedang. Penilaian dengan QEC menunjukkan paparan pada punggung termasuk kategori tinggi (skor rata-rata 24) dan pada leher termasuk kategori sangat tinggi (skor rata-rata 15).

Pada pekerja metal forming keluhan muskuloskeletal paling banyak dirasakan pada leher, punggung bawah, pinggang, dan pergelangan tangan sedangkan pada pekerja assembling keluhan paling banyak dirasakan pada punggung bawah, pergelangan tangan, tangan, dan leher. Hal tersebut berkaitan dengan postur kerja yang janggal yaitu leher yang menunduk, punggung yang membungkuk, gerakan berulang, deviasi pergelangan tangan, dan postur statis. Pada penelitian ini umur berhubungan dengan keluhan muskuloskeletal ( $p < 0.05$ ). Pekerja dengan usia di atas 30 tahun merasakan keluhan muskuloskeletal lebih sedikit dibanding pekerja berusia di bawah 30 tahun. Hal tersebut dapat disebabkan karena pekerja berusia di atas 30 tahun lebih berpengalaman mengatur ritme kerja, mengetahui cara menggunakan peralatan dengan benar, dan memiliki pengetahuan lebih baik mengenai tugas yang dikerjakan. Pada penelitian ini, tidak terdapat perbedaan keluhan muskuloskeletal pada kategori masa kerja dan jam kerja ( $p > 0.05$ ).

Hasil penilaian risiko ergonomis menunjukkan perlunya dilakukan upaya perbaikan baik pada aspek fisik maupun administratif. Perbaikan pada aspek fisik meliputi postur tubuh yang netral selama bekerja, teknik menggunakan alat dengan benar, pengaturan waktu istirahat, dan olahraga. Dalam aspek administratif, upaya perbaikan dapat dilakukan melalui evaluasi risiko secara berkala, sosialisasi pentingnya aspek ergonomi, pelatihan, dan pemeriksaan kesehatan rutin.

**Kata kunci:** CTD, ergonomi, industri manufaktur, OWAS, REBA, QEC

## ABSTRACT

# ERGONOMIC ASPECT ANALYSIS IN AIRCRAFT MANUFACTURING INDUSTRY WORKERS TO PREVENT CUMULATIVE TRAUMA DISORDER

by:

**Sophia Shanti Meilani**

**NIM: 25311012**

*Manufacturing industry is one of the most contributing sectors to Indonesia's economic development. Industrial process involves interaction between human and machine which results in ergonomic factor exposure to workers. Injuries which are caused by accumulation of ergonomic factor exposure is known as cumulative trauma disorder (CTD). Currently in Indonesia ergonomic aspects have not been widely recognized and not many industries have documentation of musculoskeletal injuries. Identification and evaluation of ergonomic risk factor in working environment are required to prevent musculoskeletal injuries to workers. Ergonomic risk factor analysis can be performed with Ovako work Assessment System (OWAS), Quick Exposure Checklist (QEC) and Rapid Entire Body Assessment (REBA). Based on evaluation result to 2 types of activity, i.e. metal forming and assembling, it is concluded that both activities have the same average ergonomic risk level. Average score according to REBA is 5, while according to OWAS is 2, indicating that the risk level is in moderate category. Evaluation with QEC shows that exposure to the back is categorized as high (average score 24) while the neck is categorized as very high (average score 15).*

*Most of metal forming workers feel musculoskeletal discomfort in the neck, low back, waist, and wrist while worker from assembling department feel discomfort in the low back, wrist, hand, and neck. It is related with awkward working posture, for example bent neck, flexed back, repetitive motion, deviated wrist, and static posture. In this study there is correlation between age and musculoskeletal discomfort ( $p < 0.05$ ). Workers above the age of 30 feel less musculoskeletal discomfort compared to workers below 30 years old. The reason for this case is workers above the age of 30 have more experience to manage working pace, know better how to use tools correctly, and have a good knowledge regarding the task. In this study, there is no significant difference of musculoskeletal discomfort among workers based on working experience and working hour categories ( $p > 0.05$ ).*

*Ergonomic risk evaluation result suggests that corrective action shall be conducted to physical and administrative aspects. Corrective action to physical aspects consists of maintaining neutral posture during working, using tools correctly, taking break, and regular exercise. Administrative recommendation consists of regular risk evaluation, socialization about ergonomics, training, and medical check up.*

**Keywords:** CTD, ergonomic, manufacturing industry, OWAS, REBA, QEC

## **PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS**

Tesis S2 yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Institut Teknologi Bandung, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HaKI yang berlaku di Institut Teknologi Bandung. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh tesis haruslah seizin Direktur Program Pascasarjana, Institut Teknologi Bandung.

*Teruntuk ananda, Salma dan Faris, semoga menjadi orang-orang yang beriman dan berilmu*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan kesempatan untuk menuntut ilmu, membuka jalan serta kemudahan bagi penulis untuk menyelesaikan studi. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih pada semua pihak yang telah berkontribusi dalam menyelesaikan penelitian ini, yaitu:

1. Kedua orangtua penulis beserta seluruh keluarga besar H. Kusnadi atas segala dukungan dan doanya.
2. Dr. Ir. Tresna Dermawan Kunaefi selaku dosen pembimbing atas saran-saran dan nasihatnya.
3. Dr. Ir. Indah Rachmatiah, Ir. Idris Maxdoni Kamil, M.Sc., Ph.D., Ir. Yuniati, MT., Ph.D., selaku dosen penguji atas koreksi dan saran-saran yang sangat bermanfaat.
4. Suami tercinta yang telah banyak memberikan dukungan, bantuan, dan dorongan semangat.
5. Departemen K3LH PT Dirgantara Indonesia, khususnya Bapak Daryanto dan Bapak Dody, atas bantuan selama melakukan penelitian di PT Dirgantara Indonesia.
6. Staf Tata Usaha S2 Teknik Lingkungan ITB, khususnya Ibu Mimin, dan Perpustakaan, Ibu Sri atas semua bantuannya.
7. Rekan-rekan S2 Teknik Lingkungan ITB angkatan 2011, khususnya kelompok KKL.
8. Pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga laporan tesis ini dapat bermanfaat, khususnya bagi pihak yang membutuhkan informasi mengenai evaluasi aspek ergonomi.

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Maksud dan Tujuan .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Ruang Lingkup .....	5
1.6 Hipotesis .....	5
2 TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1 Ergonomi Kerja .....	6
2.2 Faktor Risiko Ergonomi .....	8
2.3 Cumulative Trauma Disorder (CTD) .....	12
2.4 Metode Analisis Faktor Risiko Ergonomi .....	15
2.4.1 Ovako Work Assessment System .....	16
2.4.2 Rapid Entire Body Assessment .....	18
2.4.3 Quick Exposure Checklist .....	23
3 METODOLOGI PENELITIAN .....	28
3.1 Pengumpulan Data .....	28
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	29
3.3 Jumlah Sampel .....	29
3.4 Identifikasi dan Evaluasi Faktor Risiko Ergonomis .....	29

3.5	Data Kuesioner .....	30
3.6	Pengolahan Data .....	30
4	GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN .....	32
4.1	Profil PT Dirgantara Indonesia.....	32
4.2	Struktur Organisasi Perusahaan.....	33
4.3	Program Kesehatan dan Keselamatan Kerja Perusahaan .....	34
4.4	Deskripsi Proses.....	39
4.5	Departemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja di PT DI.....	41
5	HASIL DAN PEMBAHASAN .....	44
5.1	Profil Pekerja .....	44
5.2	Penilaian Risiko Ergonomi .....	47
5.2.1	Metode REBA .....	48
5.2.2	Metode OWAS .....	54
5.2.3	Metode QEC.....	57
5.3	Perbandingan Metode Analisis Risiko Ergonomis .....	59
5.4	Faktor Risiko Ergonomi.....	61
5.5	Keluhan Muskuloskeletal .....	63
5.6	Pekerja Departemen Metal Forming.....	63
5.7	Faktor Risiko Individual .....	69
5.8	Rekomendasi Perbaikan.....	72
5.8.1	Rekomendasi Perbaikan Faktor Fisik.....	73
5.8.2	Pengontrolan Administratif .....	75
6	KESIMPULAN.....	77
6.1	Kesimpulan .....	77
6.2	Saran .....	79

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Berbagai Postur Bekerja yang Berisiko Cedera _____	9
Gambar 2.2 Postur Leher _____	18
Gambar 2.3. Postur Punggung _____	19
Gambar 2.4. Postur Kaki _____	19
Gambar 2.5. Postur Lengan Atas _____	19
Gambar 2.6 Postur Lengan Bawah _____	20
Gambar 2.7 Postur Pergelangan Tangan _____	20
Gambar 2.8 Postur punggung netral (A1), bungkuk (A2), sangat bungkuk (A3)	24
Gambar 2.9 Posisi tangan setinggi pinggang (C1), setinggi dada (C2), dan di atas bahu (C3) _____	25
Gambar 2.10 Posisi pergelangan tangan netral (E1) dan bengkok (E2) _____	25
Gambar 2.11 Posisi leher tegak (G1), Posisi leher menunduk (G2,G3) _____	26
Gambar 2.12 Lembar Penilaian Metode QEC (Li dan Buckle, 1999) _____	27
Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT DI _____	33
Gambar 4.2 Proses Produksi Pesawat Terbang _____	39
Gambar 5.1 Tingkat Pendidikan Responden _____	44
Gambar 5.2 Usia Responden _____	45
Gambar 5.3 Masa Kerja Responden _____	45
Gambar 5.4 Jumlah Pekerja Lembur _____	46
Gambar 5.5 Pekerjaan di Departemen Metal Forming _____	47
Gambar 5.6 Pekerjaan di Departemen Assembling _____	48
Gambar 5.7 Postur leher pekerja (a) tegak; (b) menunduk dengan sudut lebih 20°; (c) menunduk untuk menyesuaikan dengan badan pesawat _____	49
Gambar 5.8 Postur punggung pekerja (a) tegak; (b) membungkuk dengan sudut 20-60°; (c) membungkuk dengan sudut lebih dari 60° _____	50
Gambar 5.9 Postur kaki pekerja (a) kedua kaki tegak; (b) kaki ditekuk; (c) berjongkok. _____	51
Gambar 5.10 Postur lengan atas (a) netral; (b) membentuk sudut 20-45°; (c) membentuk sudut 45-90°; (d) membentuk sudut > 90° _____	51

Gambar 5.11 Postur lengan bawah (a) netral; (b) membentuk sudut > 100°	52
Gambar 5.12 Postur pergelangan tangan (a) netral; (b) pergelangan tangan dibengkokkan > 15°	52
Gambar 5.13 Penilaian pada punggung (a) Kode OWAS 1; (b) Kode OWAS 2; (c) Kode OWAS 4	55
Gambar 5.14 Penilaian pada lengan (a) Kode OWAS 1; (b) Kode OWAS 2; (c) Kode OWAS 3	55
Gambar 5.15 Penilaian pada kaki (a) Kode OWAS 1; (b) Kode OWAS 2; (c) Kode OWAS 3; (d) kode OWAS 4; (e) kode OWAS 6	56
Gambar 5.16 Keluhan Muskuloskeletal Pekerja di Departemen Metal Forming	63
Gambar 5.17 Keluhan Muskuloskeletal Pekerja di Departemen Assembling	66

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Keterkaitan antara Faktor Risiko dan CTD (NIOSH, 1997)	10
Tabel 2.2 Kategori Sikap Kerja OWAS (Karhu, 1977)	17
Tabel 2.3 Penghitungan Skor A (Highnett dan McAtamney, 2000)	21
Tabel 2.4 Penghitungan Skor B ((Highnett dan McAtamney, 2000)	22
Tabel 2.5 Penghitungan Skor C (Highnett dan McAtamney, 2000)	22
Tabel 2.6 Skor Tingkat Paparan	27
Tabel 5.1 Skor REBA	48
Tabel 5.2 Tingkat Risiko Pekerja Berdasarkan REBA	53
Tabel 5.3 Hasil Penilaian Risiko Ergonomis dengan Metode OWAS	54
Tabel 5.4 Tingkat Paparan Risiko Berdasarkan Metode QEC.	57
Tabel 5.5 Tingkat Paparan Pada Punggung	58
Tabel 5.6 Tingkat Paparan pada Leher	59
Tabel 5.7 Perbandingan Hasil Penilaian OWAS dan REBA.	60
Tabel 5.8 Faktor Risiko Ergonomis.	62
Tabel 5.9 Skor Keluhan Departemen Metal Forming.	64
Tabel 5.13 Perbandingan Keluhan Muskuloskeletal Antara Departemen	68
Tabel 5.14 Perbandingan Keluhan Antar Kategori Umur	69
Tabel 5.15 Perbandingan Keluhan Antar Kategori Masa Kerja	70
Tabel 5.16 Perbandingan Keluhan Antar Kategori Jam Kerja.	71
Tabel 5.17 Tingkat Risiko Ergonomis dan Faktor Risikonya	73

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Data Kuesioner

Lampiran 2 Penilaian Risiko Ergonomi

Lampiran 3 Analisis Statistik

Lampiran 4 Penilaian Faktor Risiko Ergonomi

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Aktivitas yang berlangsung di sebuah industri secara umum melibatkan banyak tenaga kerja dengan berbagai jenis beban kerja dan risikonya. Berdasarkan Undang-undang no. 1/1970 mengenai keselamatan kerja, perusahaan wajib untuk memperhatikan kesehatan dan keselamatan pekerjanya. Salah satu aspek yang harus diperhatikan untuk kesehatan dan keselamatan pekerja adalah aspek ergonomi, yaitu kesesuaian antara pekerja, tugas kerja, peralatan, dan tempat kerja untuk mencapai lingkungan kerja yang aman dan nyaman (Woodside dan Kocurek, 1997). Alat kerja dan lingkungan kerja yang tidak ergonomis berpotensi menyebabkan cedera, kelelahan, dan terjadinya kecelakaan pada pekerja.

Paparan faktor-faktor risiko ergonomis seperti postur kerja yang janggal, gerakan yang berulang, dan penggunaan tenaga yang besar saat bekerja, dapat menimbulkan cedera pada sistem muskuloskeletal, yaitu sistem tubuh yang terdiri dari otot dan rangka. Cedera pada sistem musculoskeletal akibat paparan risiko ergonomis yang berulang dan terus menerus disebut sebagai *Cumulative Trauma Disorders* (CTD) (Turhan dkk., 2008). Cedera yang timbul meliputi cedera pada tendon, otot, sendi, saraf, dan pembuluh darah (Kroemer, 1989).

CTD menimbulkan keluhan tidak nyaman pada pekerja, seperti nyeri, kebas, mudah lelah, dan sebagainya, yang apabila dibiarkan dapat menimbulkan gangguan saat bekerja, menurunkan kualitas hasil kerja atau mengurangi konsentrasi yang menyebabkan kecelakaan kerja. Bila cedera tersebut terjadi pada usia pensiun, pekerja tidak dapat menjalani hari pensiunnya dengan nyaman. Perusahaan juga mengalami kerugian karena kualitas kerja yang menurun, timbulnya kehilangan hari kerja, penggantian pekerja yang sakit, dan biaya pengobatan atau terapi untuk pekerja yang sakit.

Di Inggris Raya, jumlah kasus gangguan muskuloskeletal pada tahun 2011-2012 adalah 439.000 kasus dari 1.073.000 penyakit akibat kerja (*Health &*

*Safety Executive*, 2012) sedangkan di Amerika Serikat jumlah kasus gangguan muskuloskeletal pada tahun 2007 adalah 335.390 (*Bureau of Labor Statistics*, 2008). Di kedua negara tersebut terdapat tren penurunan selama beberapa tahun terakhir. Penurunan kasus CTD tersebut karena terus dilakukan tindakan korektif terhadap faktor risiko CTD. Hal tersebut dilakukan karena disadari bahwa CTD menyebabkan menurunnya produktivitas, antara lain akibat hilangnya hari kerja, dan besarnya kompensasi yang harus dikeluarkan untuk penyakit akibat kerja.

Gangguan muskuloskeletal akibat gerakan repetitif umum ditemukan di industri manufaktur (Spallek dkk., 2010). Penelitian pada pekerja industri manufaktur otomotif di Malaysia menunjukkan hasil pekerja terpapar pada postur yang janggal dan gerakan repetitif yang menyebabkan keluhan nyeri pada punggung bawah, kaki, dengkul, paha, dan bahu. Sebanyak 62,5% pekerja tidak masuk kerja akibat keluhan nyeri tersebut (Ismail dkk., 2009). Dalam jangka waktu lama hal tersebut menyebabkan kerugian pada perusahaan akibat pembayaran kompensasi. Di negara maju CTD telah diketahui menimbulkan konsekuensi biaya yang tinggi pada perusahaan dan sistem jaminan kesehatan. Biaya yang timbul bersumber dari turunnya produktivitas, pelatihan pegawai baru, dan pembayaran kompensasi (Nunes dan McCauley Bush, 2012).

Industri manufaktur merupakan industri yang memberikan kontribusi yang besar pada perekonomian Indonesia. Berdasarkan data dari Kementerian Perindustrian, jumlah industri manufaktur khusus untuk skala menengah dan besar di Indonesia pada tahun 2008 adalah sekitar 28.000 unit dengan jumlah tenaga kerja yang terlibat sekitar 4.500.00 orang. Industri ini banyak melibatkan interaksi antara manusia dan mesin atau peralatan. Dalam melakukan tugasnya, pekerja di industri manufaktur dapat terpapar dengan faktor risiko ergonomis, antara lain posisi kerja yang statis, getaran dari alat, mengangkat beban berat, dan lain-lain. Angka kejadian cedera muskuloskeletal di sektor manufaktur di Amerika Serikat adalah 41 per 10.000 pekerja (*Bureau of Labor Statistics*, 2007).

Buruknya kondisi kerja dan tidak adanya program pencegahan cedera akibat kerja menyebabkan tingginya angka kejadian gangguan muskuloskeletal (Choobineh dkk., 2009). Penelitian mengenai kesadaran masalah ergonomi di negara industri berkembang, Malaysia menunjukkan 35,6% industri manufaktur

belum memiliki kesadaran mengenai ergonomi (Mustafa dkk., 2009). Di Indonesia saat ini penyakit akibat kerja terutama yang disebabkan faktor ergonomi belum banyak dicatat dan dilaporkan. Industri juga belum banyak yang memiliki data mengenai cedera muskuloskeletal. Sejauh ini laporan yang tersedia masih berkisar pada jumlah kecelakaan kerja yang menimbulkan cacat dan kematian. Mengingat banyaknya jumlah tenaga kerja yang dilibatkan dalam industri manufaktur, identifikasi dan evaluasi faktor risiko ergonomis penting dilakukan untuk mengetahui tingkat risiko ergonomi dari suatu kegiatan dan menentukan upaya perbaikan dan pencegahan terjadinya cedera muskuloskeletal.

Berbagai metode telah dikembangkan untuk menilai risiko ergonomis yang terpapar pada pekerja. Setiap metode memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing tetapi semuanya memberikan gambaran risiko ergonomis terhadap pekerja, apakah tinggi, sedang, atau rendah dan urgensi dilakukannya upaya perbaikan. Penilaian faktor risiko ergonomis dilakukan melalui observasi pada pekerja industri manufaktur yang memiliki tugas berbeda-beda. Perhatian masalah ergonomi perlu diberikan pada pekerja agar pekerja mengetahui faktor risiko ergonomi yang dihadapinya, bagaimana dampaknya, dan bagaimana cara menghindari dampak negatifnya.

PT Dirgantara Indonesia yang menjadi lokasi penelitian merupakan industri manufaktur pesawat terbang di Indonesia yang mempekerjakan lebih dari 3000 orang karyawan. Dengan beragam pekerjaan, peralatan dan proses produksi yang spesifik, pekerja di PT Dirgantara Indonesia sangat mungkin terpapar pada berbagai faktor risiko ergonomis yang menyebabkan CTD.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Peralatan, lingkungan kerja, dan cara bekerja yang tidak ergonomis dapat menimbulkan gangguan terhadap kesehatan dan keselamatan pekerja. Paparan terhadap faktor risiko ergonomi yang berlangsung terus menerus dapat berakumulasi sehingga menimbulkan CTD. PT Dirgantara Indonesia sebagai industri manufaktur memberikan risiko ergonomi dari peralatan yang digunakan, tempat kerja, dan jenis tugas yang dilakukan. Aktivitas kerja yang dilakukan di PT

DI menimbulkan paparan faktor risiko ergonomi, antara lain berdiri dalam waktu lama, gerakan repetitif, dan bekerja dengan postur janggal.

Timbulnya CTD pada pekerja menimbulkan kerugian bagi pekerja dan perusahaan sehingga perlu dilakukan upaya untuk mengurangi dan mencegah CTD melalui identifikasi, evaluasi, dan pengontrolan. Identifikasi dan evaluasi risiko ergonomi dilakukan menggunakan beberapa metode standar antara lain Ovako Work Assessment System (OWAS), Rapid Entire Body Assessment (REBA) dan Quick Exposure Checklist (QEC). Berdasarkan hasil identifikasi tersebut dapat diketahui tingkat bahaya paparannya, perbedaan risiko antar pekerja, dan upaya perbaikan yang harus dilakukan. Upaya perbaikan untuk mencegah CTD melibatkan pengontrolan dengan rekayasa (*engineering*) dan pengontrolan administratif.

### **1.3 Maksud dan Tujuan**

Maksud dilakukannya penelitian ini adalah untuk menganalisis aspek ergonomi agar dapat mencegah dan mengurangi timbulnya CTD melalui identifikasi faktor risiko, evaluasi tingkat risiko, serta pengontrolan. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk:

- Mengevaluasi dan menentukan tingkat risiko ergonomi pada pekerja di dua departemen yang berbeda dengan menggunakan beberapa metode.
- Membandingkan tingkat risiko ergonomi pada kedua departement tersebut.
- Mengetahui faktor risiko ergonomi yang mempengaruhi timbulnya keluhan musculoskeletal.
- Memberikan rekomendasi dan tindakan korektif terhadap lingkungan kerja dan pekerja untuk mencegah timbulnya CTD.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini antara lain:

- Mengetahui faktor-faktor risiko yang dapat menyebabkan CTD di industri manufaktur.

- Memberikan saran untuk mengurangi paparan risiko ergonomi terhadap pekerja.
- Mencegah terjadinya CTD pada pekerja.
- Mengurangi kehilangan hari kerja akibat sakit atau cedera yang disebabkan CTD.

## **1.5 Ruang Lingkup**

Lokasi penelitian ini bertempat di PT Dirgantara Indonesia (PT DI) yang merupakan industri manufaktur pesawat terbang karena industri tersebut melibatkan banyak tenaga kerja dengan tugas yang beragam. Penelitian dilakukan pada pekerja/operator di dua lokasi kerja, yaitu:

- Departemen metal forming, yang bertugas untuk membentuk material logam dengan cara ditekan, ditarik, dan dibentuk manual dengan tangan atau menggunakan mesin untuk menghasilkan bentuk yang sesuai dengan standar kualitas, target waktu yang dipersyaratkan, dan biaya yang efisien..
- Departemen final assembling, yang bertugas untuk merakit, memasang dan menguji fungsi pesawat terbang sesuai dengan production order, design data, persyaratan kualitas, spesifikasi dari pembeli, dan jadwal produksi.

Metode yang digunakan untuk mengevaluasi risiko ergonomi pada penelitian ini adalah Ovako Work Assessment System (OWAS), Rapid Entire Body Assessment (REBA) dan Quick Exposure Checklist (QEC).

## **1.6 Hipotesis**

- Aktivitas yang dilakukan pekerja di industri manufaktur memiliki risiko ergonomi yang dapat menimbulkan terjadinya CTD.
- Jenis pekerjaan yang berbeda memiliki risiko ergonomi yang berbeda.
- Terdapat berbagai faktor risiko ergonomi yang mempengaruhi timbulnya CTD

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Ergonomi Kerja

Ergonomi adalah ilmu untuk merancang pekerjaan agar sesuai dengan pekerja yang melakukannya (OSHA, 2000). Dengan kata lain, peralatan dan lingkungan kerja yang harus disesuaikan dengan manusia dan bukan sebaliknya. Menurut *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA), ergonomi meliputi 5 aspek yaitu keselamatan, kenyamanan, kemudahan untuk digunakan, produktivitas, dan estetika.

- Keselamatan

Peralatan dan lingkungan kerja didesain sedemikian rupa sehingga menghindari timbulnya kondisi yang tidak aman, contoh: petunjuk kerja ditempatkan sedemikian rupa agar mudah dilihat dan dibaca oleh pekerja.

- Kenyamanan

Kenyamanan peralatan dan lingkungan kerja diperlukan agar pekerja tidak kesulitan dalam melaksanakan tugasnya dan dapat melakukannya dengan optimal. Contohnya : objek kerja ditempatkan agar sejajar dengan mata sehingga tidak menunduk atau menengadah terus menerus.

- Kemudahan untuk digunakan

Peralatan dan lingkungan kerja harus mudah digunakan, kompatibel dengan pekerja, dan mempermudah akses untuk melakukan pekerjaan.

- Produktivitas

Kenyamanan lingkungan kerja dan kemudahan penggunaan peralatan dapat meningkatkan produktivitas pekerja.

- Estetika

Estetika dapat meningkatkan kenyamanan dan semangat dalam bekerja.

*International Ergonomics Association* (IEA) membagi ergonomi ke dalam 3 bagian yaitu ergonomi fisik, ergonomi kognitif, dan ergonomi organisasi. Ergonomi fisik memberi perhatian utama pada anatomi manusia, antropometri, fisiologis dan biomekanik yang berhubungan dengan aktivitas fisik. Masalah-masalah yang dibahas meliputi postur bekerja, cara pengangkatan beban secara manual, gerakan repetitif, gangguan musculoskeletal akibat kerja, kesehatan dan keselamatan di tempat kerja. Ergonomi kognitif berhubungan dengan proses mental, seperti persepsi, ingatan, dan tanggapan yang dipengaruhi interaksi antara manusia dan elemen lainnya dari sebuah sistem. Hal-hal yang dibahas meliputi beban kerja, pengambilan keputusan, tekanan kerja, dan pelatihan. Ergonomi organisasi berhubungan dengan optimisasi sistem sosioteknikal yang meliputi struktur organisasi, kebijakan, dan proses. Hal-hal yang dibahas terdiri dari komunikasi, pengaturan sumberdaya manusia, pengaturan kerja dan waktu kerja, budaya organisasi, dan manajemen mutu.

Pekerjaan yang dilakukan dalam sebuah industri berpotensi menimbulkan gangguan terhadap keselamatan dan kesehatan pekerja. Hal-hal yang dapat menimbulkan penyakit akibat kerja dan terjadinya kecelakaan kerja dan berhubungan dengan aspek ergonomi antara lain: bekerja dengan beban berlebihan, posisi tubuh yang janggal, pekerjaan dengan gerakan berulang, pencahayaan yang kurang, kebisingan, dan lain-lain. Kurangnya pengetahuan dan perhatian perusahaan dan pekerja terhadap faktor risiko ergonomi berdampak terhadap keselamatan dan kesehatan pekerja. Salah satu penyakit akibat kerja yang timbul adalah *cumulative trauma disorder* (CTD) atau gangguan pada sistem muskuloskeletal (otot dan rangka) akibat paparan risiko ergonomis dalam waktu panjang dan berulang (Turhan dkk., 2008). Contoh gangguan yang muncul dapat berupa nyeri pada punggung bawah, leher dan bahu menjadi kaku, serta nyeri pada pergelangan tangan.

Kondisi kerja yang tidak ergonomis dapat menimbulkan kelelahan berlebihan dan gangguan musculoskeletal sehingga menurunkan konsentrasi pekerja, membahayakan keselamatan, serta menurunkan produktivitas kerja. Pendekatan aspek ergonomis bertujuan untuk memperbaiki performa kerja,

mengurangi kelelahan, mencegah timbulnya penyakit akibat kerja dan mencegah kecelakaan kerja.

Menurut Oregon OSHA, beberapa keuntungan dari penerapan aspek ergonomis di lingkungan kerja adalah:

- Mengurangi biaya yang timbul karena lebih sedikit pegawai yang cedera dan lebih sedikit biaya kompensasi yang harus dikeluarkan. Di Amerika Serikat, biaya langsung akibat cedera musculoskeletal mencapai \$ 14.120 per pekerja sedangkan biaya tidak langsung lebih dari \$32.000 (Oregon OSHA, 2007). Biaya langsung yang dikeluarkan berasal dari biaya perawatan medis, obat-obatan sedangkan biaya tidak langsung berasal dari upah lembur untuk menggantikan tugas pegawai yang sakit, menurunnya produktivitas pekerja yang sakit, membayar pekerja pengganti, merekrut tenaga kerja baru bila diperlukan, biaya investigasi, dan biaya pelatihan pegawai baru.
- Meningkatkan produktivitas kerja karena perbaikan aspek ergonomi mengurangi faktor risiko yang menimbulkan rasa sakit dan tidak nyaman selama bekerja.
- Meningkatkan moral pekerja karena merasa dihargai dengan kepedulian dari perusahaan untuk menjaga kesehatan dan keselamatan pekerja.
- Mengurangi jumlah hari tidak masuk akibat sakit.

## **2.2 Faktor Risiko Ergonomi**

Faktor risiko ergonomi yang dapat menyebabkan timbulnya CTD dapat dibagi menjadi faktor fisik, psikososial, dan faktor individual (Nunes dan McCauley Bush, 2012). Penjelasan untuk masing-masing faktor adalah sebagai berikut:

### **1. Faktor fisik**

Yang termasuk ke dalam faktor fisik antara lain (NIOSH, 1997) adalah gerakan berulang, mengangkat beban berat secara manual, postur tubuh yang janggal saat bekerja, vibrasi, dan temperatur ekstrim. Gerakan tangan dan lengan yang berulang menimbulkan risiko tinggi terhadap timbulnya CTD. Tingkat risiko CTD

semakin tinggi jika pekerjaan dilakukan dengan tenaga besar, dalam waktu cepat, dan tidak ada waktu pemulihan yang cukup.

Secara umum, berat beban maksimal yang aman diangkat pada ketinggian di bawah bahu adalah 25 kg untuk laki-laki dan 16 kg untuk perempuan. Beban yang terlalu berat dan posisi tubuh yang salah ketika mengangkat beban dapat menyebabkan cedera muskuloskeletal.

Postur tubuh yang janggal saat bekerja meningkatkan tekanan pada otot, tendon, atau syaraf sehingga memperbesar risiko terkena CTD. Ketika bekerja, postur pekerja diupayakan berada dalam posisi netral, yaitu posisi yang paling nyaman bagi persendian. Pada posisi netral pekerja memiliki kemampuan mengontrol paling maksimum, tenaga yang dihasilkan juga paling maksimum, dan mengurangi tekanan pada otot, syaraf, dan tulang. Beberapa contoh postur bekerja yang janggal (*awkward posture*) (NIOSH, 1997) antara lain menekuk leher ke depan lebih dari 30°, mengangkat siku melebihi bahu, membengkokkan pergelangan tangan lebih dari 30° dengan posisi telapak tangan menghadap ke bawah, membungkuk dengan sudut lebih dari 45°, berjongkok dalam waktu lama, menekuk leher ke samping, dan memalingkan kepala ke samping.



Gambar 2.1 Berbagai Postur Bekerja yang Berisiko Cedera

Postur yang salah dapat menyebabkan cedera karena ketika persendian tidak berada pada posisi netral, jaringan di sekitar sendi diregangkan atau ditekan. Jika postur yang salah ini berlangsung lama maka ligamen tidak segera kembali pada posisi normal. Saat persendian tidak dalam posisi netral maka tenaga yang

dihasilkan lebih kecil persentasenya sehingga otot bekerja lebih keras dan lebih cepat lelah.

Paparan terhadap vibrasi dalam durasi dan frekuensi tertentu dapat mengganggu aliran darah pada tangan dan jari yang apabila dibiarkan dapat menyebabkan kehilangan control pada jari dan tangan.

Temperatur rendah dapat menurunkan mobilitas, kepekaan, dan kekuatan otot. Lingkungan kerja bertemperatur tinggi dapat meningkatkan *physical strain* pada seluruh tubuh dan menimbulkan *heat exhaustion* dan *heat stroke*.

Hubungan antara faktor risiko fisik dan CTD telah diteliti oleh NIOSH pada tahun 1997. Hubungan keterkaitan yang didapatkan terbagi ke dalam kategori keterkaitan sangat kuat, ada keterkaitan, keterkaitan tidak kuat, dan tidak ada keterkaitan. Hasil klasifikasi faktor risiko fisik dan bagian tubuh yang dipengaruhi dirangkum dalam Tabel 2.1. Tingkat risiko yang timbul juga tergantung dari intensitas, frekuensi, dan durasi terhadap paparan.

Tabel 2.1 Keterkaitan antara Faktor Risiko dan CTD (NIOSH, 1997)

Bagian Tubuh dan Faktor Risiko	Keterkaitan sangat kuat	Ada keterkaitan	Keterkaitan tidak kuat	Tidak ada keterkaitan
<b>Leher dan Leher-Bahu</b>				
Gerakan repetitif		*		
Tenaga berlebihan		*		
Postur	*			
Vibrasi			*	
<b>Bahu</b>				
Postur		*		
Tenaga berlebihan			*	
Gerakan repetitif		*		
Vibrasi			*	
<b>Siku</b>				
Gerakan repetitif		*		
Tenaga berlebihan		*		
Postur			*	
Kombinasi	*			

<b>Bagian Tubuh dan Faktor Risiko</b>	<b>Keterkaitan sangat kuat</b>	<b>Ada keterkaitan</b>	<b>Keterkaitan tidak kuat</b>	<b>Tidak ada keterkaitan</b>
<b>Tangan/Pergelangan Tangan</b>				
<i>Carpal tunnel syndrome</i>				
<b>Gerakan repetitif</b>		*		
<b>Tenaga berlebihan</b>		*		
<b>Postur</b>			*	
<b>Vibrasi</b>		*		
<b>Kombinasi</b>	*			
<i>Tendinitis</i>				
<b>Gerakan repetitif</b>		*		
<b>Tenaga berlebihan</b>		*		
<b>Postur</b>		*		
<b>Kombinasi</b>	*			
<b>Punggung</b>				
<b>Mengangkat</b>	*			
<b>Postur janggal</b>		*		
<b>Pekerjaan fisik berat</b>		*		
<b>Vibrasi</b>	*			
<b>Postur statis</b>			*	

## 2. Faktor psikososial

Faktor psikososial berhubungan dengan organisasi kerja di suatu perusahaan dan bersifat subjektif, tergantung pada persepsi pekerja. Faktor psikososial antara lain meliputi: ritme kerja, pembagian kerja, pembagian waktu kerja dan istirahat, hubungan dengan rekan kerja dan atasan, dan kepastian ikatan kerja. Hal tersebut dapat mempengaruhi terjadinya gangguan musculoskeletal karena timbulnya ketegangan otot dan gangguan koordinasi motorik.

## 3. Faktor individual

Faktor individual antara lain terdiri dari umur, jenis kelamin, antropometri, dan aktivitas fisik. Secara umum, semakin tua usia pekerja maka kekuatan otot semakin berkurang sehingga risiko CTD semakin tinggi karena penurunan fungsi sistem muskuloskeletal. Umumnya keluhan muskulokeletal mulai dirasakan pada usia sekitar 30 dan meningkat pada usia 40 tahun. Wanita memiliki risiko CTD

lebih tinggi daripada pria karena ukuran dan kekuatan ototnya lebih kecil daripada otot pria. Selain itu, faktor antropometri dan perubahan hormonal terutama saat hamil dan menopause juga meningkatkan risiko timbulnya CTD pada wanita.

Tinggi, berat badan, indeks massa tubuh, dan kegemukan telah diidentifikasi sebagai faktor yang meningkatkan risiko timbulnya gangguan muskuloskeletal. Peralatan kerja dan tempat kerja (workstation) yang tidak sesuai dengan ukuran tubuh, misalnya posisi meja kerja yang terlalu rendah sehingga pekerja harus sering menunduk, dapat meningkatkan risiko terjadinya CTD.

Hubungan antara aktivitas fisik dengan CTD cukup rumit karena terlalu banyak aktivitas fisik dapat mengakibatkan cedera tetapi kurangnya aktivitas fisik juga membuat pekerja rentan terhadap cedera. Pengaturan waktu istirahat dan olahraga dapat mengurangi risiko gangguan muskuloskeletal pada pekerja.

### **2.3 Cumulative Trauma Disorder (CTD)**

CTD adalah cedera pada sistem muskuloskeletal yang disebabkan akumulasi paparan terhadap faktor risiko yang terus menerus selama bekerja. Istilah lain yang sering digunakan untuk CTD adalah *muskuloskeletal disorder* (MSD), *repetitive strain injuries* (RSI), atau *overuse syndrom*. Adanya pengaruh dari pekerjaan terhadap cedera muskuloskeletal telah diketahui sejak abad ke-18. Bernardino Ramazzini merupakan orang pertama yang melihat adanya hubungan antara pekerjaan dan gangguan sistem muskuloskeletal akibat gerakan yang tiba-tiba dan tidak teratur serta postur yang janggal. Saat itu masih sulit menemukan catatan kesehatan mengenai penyakit akibat kerja dan banyak pekerja yang sakit tanpa mendapatkan kompensasi dari asuransi. Apalagi cedera tersebut timbul setelah melewati periode yang panjang sehingga tidak diketahui penyebabnya.

Sebuah badan di Eropa yang terdiri dari 31 negara yang disebut *European Foundation for The Improvement of Living and Working Condition* telah melakukan survey kondisi lingkungan kerja pada tahun 2005. Hasilnya adalah 60 juta pekerja di Eropa menderita gangguan muskuloskeletal akibat pekerjaan. Hal tersebut menunjukkan bahwa timbulnya penyakit akibat kerja merupakan hal yang serius. CTD menimbulkan konsekuensi biaya tinggi pada perusahaan dan sistem

jaminan kesehatan. Biaya yang timbul bersumber dari turunnya produktivitas, pelatihan pegawai baru, dan pembayaran kompensasi (Nunes dan McCauley Bush, 2012).

Gangguan pada sistem muskuloskeletal dapat terjadi pada berbagai jenis pekerjaan dan paling sering terjadi di sektor pekerjaan yang melibatkan pengangkatan beban secara manual, proses manufaktur dan produksi, pekerjaan yang membutuhkan tenaga besar, dan posisi tubuh yang janggal selama jam kerja yang panjang.

Cedera yang timbul pada sistem musculoskeletal dapat berupa cedera pada syaraf, otot, tendon, ligamen, tulang dan persendian pada titik-titik ekstrim tubuh bagian atas (tangan, pergelangan, siku dan bahu), tubuh bagian bawah (kaki, lutut dan pinggul) dan tulang belakang (punggung dan leher). Tubuh bagian atas (*upper extremities*) terutama punggung dan lengan adalah yang paling rentan terkena CTD. Gejala timbulnya gangguan musculoskeletal dapat berupa keluhan tidak nyaman, nyeri, mudah lelah, bengkak, kaku, kebas, dan kesemutan (Oregon OSHA, 2007).

#### 1. Gangguan pada tangan dan pergelangan tangan

- *carpal tunnel syndrome* (CTS), merupakan kumpulan gejala pada tangan dan pergelangan tangan yang diakibatkan penekanan pada nervus medianus. Gejala yang timbul adalah nyeri, kesemutan, kebas pada bagian tangan. Wanita tiga kali lebih berisiko terkena CTS daripada laki-laki (McCauley Bush, 2011).
- *De Quervains Tenosynovitis*. penyakit ini mengenai pergelangan tangan, ibu jari, dan terkadang lengan bawah, disebabkan oleh inflamasi *tenosinovium* dan dua tendon yang berada di ibu jari pergelangan tangan. Aktivitas berulang seperti menggenggam, menjepit, dan memeras dapat menyebabkan inflamasi pada *tenosinovium*. Gejala yang timbul antara lain rasa sakit pada sisi ibu jari lengan bawah yang dapat menyebar ke atas dan ke bawah.

#### 2. Gangguan pada lengan dan siku

- *Tennis Elbow*, adalah suatu keadaan inflamasi tendon ekstensor, tendon yang berasal dari siku lengan bawah dan berjalan keluar ke pergelangan

tangan. *Tennis elbow* disebabkan oleh gerakan berulang dan tekanan pada tendon ekstensor

- *Radial tunnel syndrome*, terjadi karena adanya penekanan pada syaraf median yang disebabkan penebalan otot supinator. Seringkali disebabkan oleh penebalan otot supinator. Gerakan repetitif dan memutar pada lengan dan gerakan repetitif pergelangan tangan yang ditekuk seringkali menjadi penyebabnya.

### 3. Gangguan pada leher dan bahu

- *Tension neck syndrome*, biasanya terjadi akibat peregangan berulang pada otot bagian leher. Gangguan ini umum ditemukan pada pekerjaan dengan gerakan berulang pada kepala atau posisi leher menunduk dalam waktu lama. Keluhan yang dirasakan yaitu peningkatan tegangan otot atau kaku leher.
- *Thoracic Outlet Syndrome*, merupakan keadaan yang mempengaruhi bahu, lengan, dan tangan yang ditandai dengan nyeri, kelemahan, dan mati rasa pada daerah tersebut. Terjadi jika lima saraf utama dan dua arteri yang meninggalkan leher tertekan
- *Rotator cuff tendinitis*, adalah cedera pada bahu yang sering ditemukan pada pekerjaan dengan posisi tangan diangkat melebihi bahu atau aktivitas yang menimbulkan tekanan pada tendon bahu.

### 4. Gangguan pada punggung

- *Low Back Pain*, merupakan gangguan musculoskeletal akibat pekerjaan yang sering terjadi. Penyebabnya adalah penekanan pada daerah lumbal yang berfungsi untuk menopang tubuh bagian atas. Pekerjaan yang berisiko menimbulkan keluhan *low back pain* antara lain mengangkat beban dengan cara yang salah dan posisi tubuh membungkuk ke depan.

Gejala klinis terjadinya CTD sangat bervariasi, umumnya gejala timbul adalah nyeri, bengkak, menjadi lemah, dan kaku. Gejala tersebut dapat muncul secara perlahan atau tiba-tiba. Timbulnya CTD dapat dibagi menjadi 3 tahapan, pada tahap pertama dirasakan nyeri dan kelelahan saat jam kerja dan menghilang saat istirahat malam hari atau setelah libur. Biasanya tidak terjadi penurunan

performa kerja. Kondisi ini dapat berlangsung selama beberapa minggu atau bulan dan bersifat reversible. Pada tahapan kedua, gejala muncul saat mulai jam kerja dan tidak berkurang saat istirahat malam. Kemungkinan terjadi gangguan tidur dan kemampuan untuk melakukan pekerjaan repetitif menjadi berkurang. Gejala ini dapat bertahan selama beberapa bulan. Tahapan ketiga ditandai dengan gejala yang menetap saat istirahat, nyeri yang timbul saat melakukan gerakan non repetitif, dan gangguan tidur. Kondisi ini dapat berlangsung selama beberapa bulan atau tahun. Penanganan sebaiknya dilakukan pada tahap pertama. Kondisi yang menimbulkan terjadinya gangguan seringkali dapat diatasi dengan intervensi ergonomi. Pada tahapan lanjut dibutuhkan perawatan medis (Kroemer, 1989).

#### **2.4 Metode Analisis Faktor Risiko Ergonomi**

Berbagai metode telah dikembangkan untuk menganalisis faktor risiko ergonomi, antara lain Ovako Work Assessment System (Karhu, 1977), Rapid Upper Limb Assessment (McAtamney dan Corlett, 1993), Strain Index (Moore dan Garg 1995), Quick Exposure Checklist (Li dan Buckle, 1999), Rapid Entire Body Assessment (Highnett dan McAtamney, 2000), dan FAST ERGO\_X (Nunes, 2009). Pada penelitian ini digunakan 3 metode untuk menganalisis faktor risiko ergonomi, yaitu Quick Exposure Checklist, Ovako Work Assessment System, dan Rapid Entire Body Assessment.

Untuk melakukan analisis risiko ergonomi dilakukan tahapan sebagai berikut:

1. Observasi lapangan, untuk mengetahui gambaran pekerjaan secara umum, seperti tugas yang dikerjakan, alat yang digunakan, kondisi ruangan, dan sikap kerja. Pada tahapan ini dilakukan pengambilan gambar atau video untuk dianalisis pada tahap berikutnya.
2. Menentukan postur yang akan dianalisis dengan pertimbangan postur kerja yang paling sering dan paling lama dilakukan, postur kerja yang membutuhkan tenaga paling besar, dan postur kerja yang paling ekstrim, tidak stabil atau menimbulkan ketidaknyamanan.

3. Pemberian skor sesuai dengan tabel standar yang dimiliki masing-masing metode
4. Perhitungan skor hingga mendapatkan skor akhir yang menunjukkan tingkat risiko ergonomi yang ditimbulkan

#### **2.4.1 Ovako Work Assessment System**

Ovako Work Assessment System (OWAS) merupakan metode mengevaluasi tekanan akibat postur tubuh ketika melakukan pekerjaan. Metode ini dibuat oleh O. Karhu pada tahun 1981 di *Institute of Occupational Health*, Finlandia. OWAS pertama kali dikembangkan di Ovako Oy, sebuah perusahaan baja di Finlandia. Output dari metode OWAS berupa kategori sikap kerja yang berisiko terhadap cedera pada bagian musculoskeletal.

Klasifikasi dari sikap tubuh yang diobservasi dan dievaluasi terdiri dari 4 postur punggung, 3 postur lengan, 7 postur kaki, dan 3 kategori berat beban yang diangkat. Penjelasannya secara rinci adalah sebagai berikut:

- Sikap punggung  
Bila punggung dalam posisi lurus maka diberi kode 1, bila membungkuk diberi kode 2, bila memutar atau miring ke samping di beri kode 3, bila membungkuk dan memutar atau miring ke samping diberi kode 4.
- Sikap lengan  
Bila kedua lengan berada di bawah bahu maka diberi kode 1, bila salah satu lengan berada setinggi bahu atau lebih maka diberi kode 2, dan bila kedua lengan diangkat setinggi bahu atau lebih diberi kode 3.
- Sikap kaki  
Bila bekerja dalam posisi duduk diberi kode 1, berdiri dengan kedua kaki lurus diberi kode 2, berdiri bertumpu pada satu kaki lurus diberi kode 3, berdiri bertumpu pada kedua kaki dengan lutut ditekuk diberi kode 4, berdiri bertumpu pada satu kaki dengan lutut ditekuk diberi kode 5, berlutut pada salah satu atau kedua kaki diberi kode 6, dan berjalan diberi kode 7.

- Berat beban

Bila beban yang harus diangkat saat bekerja kurang dari 10 kg maka diberi kode 1, antara 10 sampai 20 kg diberi kode 2, dan lebih dari 20 kg diberi kode 3.

Setelah dilakukan observasi pada sikap kerja kemudian ditentukan level skala sikap kerja yang berbahaya berdasarkan Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kategori Sikap Kerja OWAS (Karhu, 1977)

Back	Arms	1			2			3			4			5			6			7			Legs Load Handled
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2	
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4	
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1	
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1	
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	

Kategori sikap kerja berdasarkan OWAS adalah sebagai berikut:

- Kategori 1: sikap kerja ini tidak memberikan masalah pada sistem muskuloskeletal. Tidak perlu ada perbaikan.
- Kategori 2: sikap kerja ini berbahaya pada sistem muskuloskeletal, postur kerja mengakibatkan pengaruh ketegangan yang signifikan. Upaya perbaikan mungkin perlu dilakukan.
- Kategori 3: sikap kerja ini berbahaya pada sistem muskuloskeletal, postur kerja mengakibatkan pengaruh ketegangan yang sangat signifikan. Diperlukan upaya perbaikan segera mungkin.
- Kategori 4: sikap kerja ini sangat berbahaya pada sistem muskuloskeletal, postur kerja ini mengakibatkan risiko yang besar. Diperlukan upaya perbaikan sekarang juga.

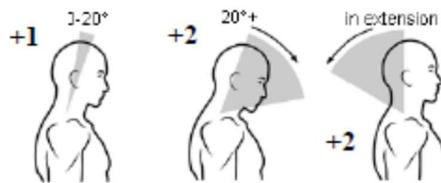
### 2.4.2 Rapid Entire Body Assessment

Rapid Entire Body Assessment (REBA) dikembangkan oleh Highnett dan McAtamney (2000) untuk mengevaluasi postur saat bekerja dihubungkan dengan risiko terjadinya cedera muskuloskeletal. Evaluasi postur bekerja dengan REBA dilakukan pada seluruh tubuh, yaitu meliputi lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, punggung, leher, dan kaki. Metode ini juga memperhitungkan tingkat beban yang dibawa, aktivitas otot akibat postur statis, dinamik, dan daya genggam alat.

REBA dapat digunakan untuk mengevaluasi pekerjaan yang statis maupun dinamis. Cara pemberian skor dengan metode REBA berikut ilustrasi postur yang bersumber dari Highnett dan McAtamney (2000) adalah sebagai berikut:

#### a. Postur leher

Ditentukan berdasarkan sudut yang dibentuk antara leher dengan garis lurus yang ditarik dari batang tubuh.

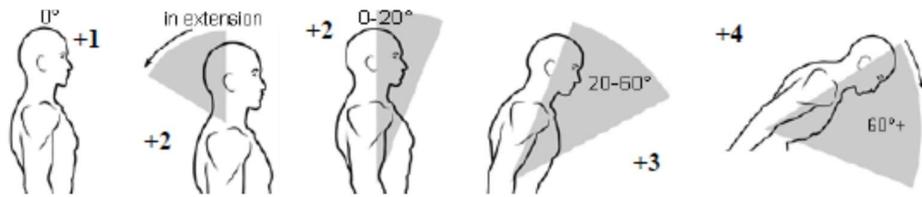


Gambar 2.2 Postur Leher

Apabila leher dalam posisi tegak maka diberi skor 1, bila leher membentuk sudut lebih dari  $20^\circ$  diberi skor 2, dan diberikan tambahan skor 1 bila posisi leher memutar atau ditekuk ke samping.

#### b. Postur punggung

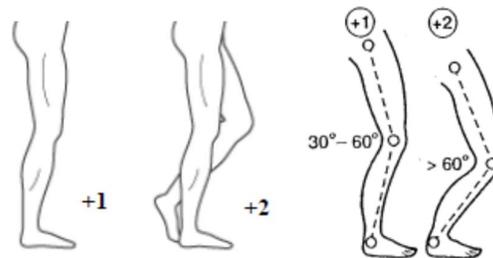
Ditentukan berdasarkan sudut yang dibentuk batang tubuh terhadap garis lurus yang ditarik dari pinggang. Bila punggung dalam posisi tegak maka diberi skor 1, bila punggung membentuk sudut sampai  $20^\circ$  maka diberi nilai 2, bila membentuk sudut  $20-60^\circ$  diberi skor 3, dan skor maksimal 4 bila membentuk sudut lebih dari  $60^\circ$ . Bila pinggang berputar atau dibengkokkan maka diberi tambahan nilai 1.



Gambar 2.3. Postur Punggung

c. Postur kaki

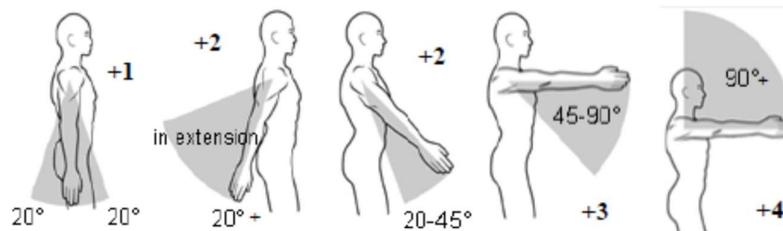
Ditentukan berdasarkan posisi kedua kaki saat bekerja. Bila tubuh bertumpu pada kedua kaki dalam posisi lurus baik dalam keadaan duduk atau berdiri maka diberi skor 1, bila posisi tubuh tidak stabil dan hanya bertumpu pada satu kaki maka diberi skor 2. Tambahan skor 1 diberikan bila lutut ditekuk membentuk sudut 30-60° dan tambahan skor 2 bila lutut ditekuk membentuk sudut lebih dari 60°.



Gambar 2.4. Postur Kaki

d. Postur lengan atas

Ditentukan berdasarkan sudut yang dibentuk oleh batang tubuh dengan lengan atas saat bekerja.

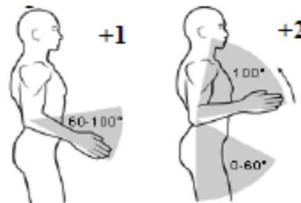


Gambar 2.5. Postur Lengan Atas

Skor 1 diberikan bila lengan atas membentuk sudut sampai  $20^\circ$ , bila membentuk sudut antara  $20-45^\circ$  diberi skor 2, bila membentuk sudut antara  $45-90^\circ$  diberi skor 3, dan skor maksimal 4 bila sudut yang dibentuk lebih dari  $90^\circ$ . Tambahan skor 1 bila bahu diangkat atau berputar, dan pengurangan skor 1 bila lengan bertopang pada sesuatu.

e. Postur lengan bawah

Ditentukan berdasarkan sudut yang dibentuk antara garis yang dibentuk oleh lengan atas dengan lengan bawah.

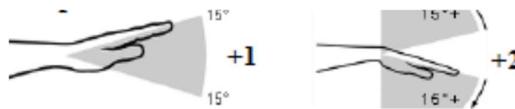


Gambar 2.6 Postur Lengan Bawah

Bila sudut yang dibentuk berkisar antara  $60-100^\circ$  maka diberi skor 1 sedangkan bila berkisar antara  $0-60^\circ$  atau lebih dari  $100^\circ$  diberi skor 2.

f. Postur pergelangan tangan

Ditentukan berdasarkan sudut yang dibentuk oleh lengan bawah dengan telapak tangan.



Gambar 2.7 Postur Pergelangan Tangan

Bila sudut yang dibentuk tidak lebih dari  $15^\circ$  maka diberi skor 1, sedangkan bila lebih dari  $15^\circ$  diberi skor 2. Tambahan skor 1 bila pergelangan tangan dibengkokkan atau berputar.

Skor yang diperoleh dari postur masing-masing bagian tubuh dikelompokkan dalam Tabel A dan Tabel B. Bentuk Tabel A sebagaimana diperlihatkan dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Penghitungan Skor A (Highnett dan McAtamney, 2000)

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

Skor dari tabel A kemudian ditambah dengan skor dari berat beban yang ditangani menjadi total skor A. Pemberian skor berdasarkan berat beban adalah sebagai berikut:

- Jika berat beban kurang dari 5 kg : 0
- Jika berat beban antara 5-10 kg: 1
- Jika berat beban lebih dari 10 kg: 2
- Jika ada gerakan yang dilakukan secara cepat atau tiba-tiba diberi tambahan skor 1.

Tabel B digunakan untuk menghitung skor postur lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan. Nilai-nilai pada Tabel B adalah sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.4. Skor dari Tabel B kemudian ditambah dengan skor untuk daya genggam alat sehingga diperoleh total skor B. Kriteria penilaian daya genggam alat adalah sebagai berikut:

- Bila daya genggam terhadap alat baik : 0
- Bila daya genggam terhadap alat cukup atau dapat ditoleransi : 1
- Bila daya genggam terhadap alat lemah tetapi masih bisa diterima : 2
- Bila daya genggam terhadap alat janggal atau tidak aman : 3

Tabel 2.4 Penghitungan Skor B ((Highnett dan McAtamney, 2000)

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

Total skor A dan total skor B digunakan untuk menghitung skor pada Tabel C seperti tercantum dalam Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Penghitungan Skor C (Highnett dan McAtamney, 2000)

Score A (score from table A +load/force score)	Table C											
	Score B, (table B value +coupling score)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Hasil perhitungan skor pada tabel C dijumlahkan dengan skor aktivitas sehingga didapat hasil akhir skor REBA. Penentuan skor aktivitas adalah sebagai berikut:

- Jika satu atau lebih bagian tubuh berada dalam posisi statis selama lebih dari satu menit : 1
- Jika terdapat gerakan yang dilakukan secara berulang lebih dari empat kali dalam satu menit (tidak termasuk berjalan) : 1

- Jika terdapat gerakan yang menyebabkan terjadinya perubahan postur yang besar atau menyebabkan posisi tidak stabil : 1

Berdasarkan skor akhir REBA kemudian ditentukan tingkat risiko sebagai berikut:

- Skor 1 : Risiko sangat rendah (*negligible risk*), tidak diperlukan tindakan korektif
- Skor 2 sampai 3: Risiko rendah (*low risk*): tindakan korektif dan evaluasi lanjutan mungkin dibutuhkan
- Skor 4 sampai 7: Risiko sedang (*medium risk*), dibutuhkan investigasi lanjutan dan tindakan korektif
- Skor 8 sampai 10: Risiko tinggi (*high risk*), investigasi lanjutan dibutuhkan dan perlu dilakukan tindakan korektif secepatnya
- Skor lebih dari 11 : Risiko sangat tinggi (*very high risk*) tindakan korektif dan evaluasi lanjutan dibutuhkan saat ini juga

### **2.4.3 Quick Exposure Checklist**

Quick Exposure Checklist (QEC) adalah salah satu metode yang dikembangkan Guanyan Li dan Peter Buckle untuk mengevaluasi paparan risiko gangguan muskuloskeletal terhadap 4 bagian tubuh, yaitu punggung, bahu, tangan, dan leher. Metode ini telah digunakan untuk mengevaluasi risiko ergonomis pada berbagai jenis pekerjaan, baik yang statis maupun dinamis, menggunakan alat atau tanpa alat, dengan posisi duduk atau berdiri, dan lain-lain.

QEC terdiri dari 2 lembar penilaian, lembar pertama berisi penilaian terhadap posisi punggung, bahu, tangan, dan leher saat bekerja dan beban kerja (jam kerja, berat beban yang diangkat, keluhan saat bekerja secara umum) yang dilakukan melalui observasi pada pekerja. Lembar kedua berisi pemberian skor masing-masing untuk keempat bagian tubuh, yaitu punggung, bahu/lengan, pergelangan tangan, dan leher.

1. Lembar pertama

a. Penilaian pada punggung

- Bila posisi punggung lurus atau netral maka diberi kode A1, bila punggung membungkuk atau berputar dengan sudut 20-60° diberi kode A2, bila punggung membungkuk atau berputar dengan sudut lebih dari 60° maka diberi kode A3. Ilustrasi postur punggung terdapat pada Gambar 2.8.
- Jika pekerjaan termasuk pekerjaan stasioner yang dilakukan pada posisi duduk atau berdiri, diberi kode B1 jika punggung tidak dalam kondisi statis selama bekerja dan kode B2 jika punggung dalam kondisi statis selama bekerja.



A1

A2

A3

Gambar 2.8 Postur punggung netral (A1), bungkuk (A2), sangat bungkuk (A3)

- Untuk pekerjaan yang dinamis (mengangkat, mendorong, membawa beban berat), diberi kode B3 jika punggung bergerak 3 kali atau kurang dalam 1 menit, kode B4 jika punggung bergerak sekitar 8 kali per menit, dan kode B5 jika punggung bergerak 12 kali per menit atau lebih.
- b. Penilaian pada bahu
- Bila posisi tangan selama bekerja kurang lebih setinggi pinggang maka diberi kode C1, jika setinggi dada diberi kode C2, dan bila setinggi bahu atau lebih diberi kode C3. Gambar 2.9. menunjukkan contoh postur bahu yang dinilai.



C1



C2



C3

Gambar 2.9 Posisi tangan setinggi pinggang (C1), setinggi dada (C2), dan di atas bahu (C3)

- Jika selama bekerja bahu atau lengan jarang digerakkan maka diberi kode D1, jika sering digerakkan disertai jeda diberi kode D2, dan diberi kode D3 jika terus menerus digerakkan.

c. Penilaian pada tangan

- Jika saat bekerja pergelangan tangan dalam posisi lurus maka diberi kode E1 tetapi jika posisinya membengkok maka diberi kode E2. Contoh postur tangan terdapat pada Gambar 2.10



E1



E2

Gambar 2.10 Posisi pergelangan tangan netral (E1) dan bengkok (E2)

- Jika tangan melakukan gerakan berulang sebanyak 10 kali per menit maka diberi kode F1, jika sebanyak 11 – 20 kali per menit maka diberi kode F2, dan jika lebih dari 20 kali per menit maka diberi kode F3.

d. Penilaian pada leher

Jika selama bekerja leher tidak menunduk atau dibengkokkan maka diberi kode G1, jika kadang-kadang menunduk atau dibengkokkan diberi kode

G2, dan jika terus menerus menunduk diberi kode G3. Ilustrasi postur leher dapat dilihat pada Gambar 2.11.



G1



G2, G3

Gambar 2.11 Posisi leher tegak (G1), Posisi leher menunduk (G2,G3)

e. Berat beban yang diangkat

Jika berat beban maksimum yang diangkat manual selama bekerja kurang atau sama dengan 5 kg diberi kode H1, 6 sampai 10 kg diberi kode H2, 11 sampai 20 kg diberi kode H3, dan jika lebih dari 20 kg diberi kode H4.

f. Durasi kerja

Jika pekerjaan dilakukan selama 2 jam atau kurang maka diberi kode J1, selama 2 sampai 4 jam diberi kode J2, dan jika lebih dari 4 jam maka diberi kode J3.

g. Tenaga yang digunakan

Jika tenaga yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan kurang dari 1 kg maka diberi kode K1, antara 1-4 kg diberi kode K2, dan jika lebih dari 4 kg diberi kode K3.

h. Kebutuhan Pencahayaan

Jika pekerjaan tidak memerlukan pencahayaan untuk melihat bagian yang sangat kecil maka diberi kode L1 dan jika memerlukan pencahayaan untuk melihat bagian yang sangat kecil diberi kode L1

2. Lembar kedua

Pada lembar kedua dilakukan pemberian skor pada bagian-bagian yang sudah diberi kode. Lembar penilaian metode QEC dapat dilihat pada Gambar 2.12. Hasil penjumlahan total skor dibandingkan dengan skor tingkat paparan,

yang terdiri dari 4 tingkat yaitu rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Skor untuk masing-masing tingkat paparan tersebut dijabarkan dalam Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Skor Tingkat Paparan

Jumlah Skor	Tingkat paparan			
	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
Punggung (statis)	8 – 15	16 – 22	23 – 29	29 – 40
Punggung (bergerak)	10 – 20	21- 30	31 – 40	41 – 56
Bahu/lengan	10 – 20	21- 30	31 – 40	41 – 56
Pergelangan/tangan	10 – 20	21- 30	31 – 40	41 – 56
Leher	4 – 6	8 – 10	12 – 14	16 - 18

Interpretasi dari tingkat paparan adalah sebagai berikut:

- Rendah : tingkat paparan dapat diterima.
- Sedang: diperlukan evaluasi lebih lanjut.
- Tinggi: diperlukan investigasi lanjutan dan upaya perbaikan secepatnya.
- Sangat tinggi: diperlukan investigasi dan upaya perbaikan sesegera mungkin.

<p><b>Punggung</b></p> <p>Postur punggung (A) &amp; Berat (H)</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> </table> <p>Postur punggung (A) &amp; Durasi (J)</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> <p>Berat beban (H) &amp; Durasi (J)</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>J1</td><td>J2</td><td>J3</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> </table> <p>Khusus untuk pekerjaan statis</p> <p>Postur (B) &amp; Durasi (J)</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>B1</td><td>B2</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table> <p>Khusus untuk pekerjaan mengangkat secara manual</p> <p>Berat beban (H) dan Frekuensi (B)</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>B3</td><td>B4</td><td>B5</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> </table> <p>Durasi (J) dan Frekuensi (B)</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>B3</td><td>B4</td><td>B5</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> <p><b>Score total punggung</b></p>		A1	A2	A3	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12		A1	A2	A3	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10		J1	J2	J3	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12		B1	B2	J1	2	4	J2	4	6	J3	6	8		B3	B4	B5	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12		B3	B4	B5	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10	<p><b>Bahu/Lengan</b></p> <p>Postur bahu/lengan &amp; Berat</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>C1</td><td>C2</td><td>C3</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> </table> <p>Postur bahu/lengan &amp; Durasi</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>C1</td><td>C2</td><td>C3</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> <p>Berat beban &amp; Durasi</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>J1</td><td>J2</td><td>J3</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> </table> <p>Berat beban dan frekuensi</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>D1</td><td>D2</td><td>D3</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> </table> <p>Durasi (D) dan Frekuensi (J)</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>D1</td><td>D2</td><td>D3</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> <p><b>Score total bahu</b></p>		C1	C2	C3	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12		C1	C2	C3	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10		J1	J2	J3	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12		D1	D2	D3	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12		D1	D2	D3	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10	<p><b>Tangan/Pergelangan Tangan</b></p> <p>Gerakan berulang (F) &amp; Tenaga (K)</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>F1</td><td>F2</td><td>F3</td></tr> <tr><td>K1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>K2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>K3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> <p>Gerakan berulang (F) &amp; Durasi (J)</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>F1</td><td>F2</td><td>F3</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> <p>Durasi (J) dan Tenaga (K)</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>J1</td><td>J2</td><td>J3</td></tr> <tr><td>K1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>K2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>K3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> <p>Postur pergelangan tangan (E) &amp; Tenaga (K)</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>E1</td><td>E2</td></tr> <tr><td>K1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>K2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>K3</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table> <p>Postur pergelangan tangan (E) &amp; Tenaga (K)</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>E1</td><td>E2</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table> <p><b>Score total tangan</b></p>		F1	F2	F3	K1	2	4	6	K2	4	6	8	K3	6	8	10		F1	F2	F3	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10		J1	J2	J3	K1	2	4	6	K2	4	6	8	K3	6	8	10		E1	E2	K1	2	4	K2	4	6	K3	6	8		E1	E2	J1	2	4	J2	4	6	J3	6	8	<p><b>Leher</b></p> <p>Leher (G) dan Durasi (J)</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>G1</td><td>G2</td><td>G3</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> <p>Pencapaian (L) dan Durasi</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>L1</td><td>L2</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table> <p><b>Score total leher</b></p> <p>Mengemudi</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>M1</td><td>M2</td><td>M3</td></tr> <tr><td></td><td>1</td><td>4</td><td>9</td></tr> </table> <p><b>Score total mengemudi</b></p> <p>Vibrasi</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>N1</td><td>N2</td><td>N3</td></tr> <tr><td></td><td>1</td><td>4</td><td>9</td></tr> </table> <p><b>Score total vibrasi</b></p> <p>Ritme kerja</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>P1</td><td>P2</td><td>P3</td></tr> <tr><td></td><td>1</td><td>4</td><td>9</td></tr> </table> <p><b>Score total ritme kerja</b></p> <p>Tingkat stress</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>Q1</td><td>Q2</td><td>Q3</td><td>Q4</td></tr> <tr><td></td><td>1</td><td>4</td><td>9</td><td>16</td></tr> </table> <p><b>Score total stress</b></p>		G1	G2	G3	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10		L1	L2	J1	2	4	J2	4	6	J3	6	8		M1	M2	M3		1	4	9		N1	N2	N3		1	4	9		P1	P2	P3		1	4	9		Q1	Q2	Q3	Q4		1	4	9	16
	A1	A2	A3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
H1	2	4	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
H2	4	6	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
H3	6	8	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
H4	8	10	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	A1	A2	A3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
J1	2	4	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
J2	4	6	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
J3	6	8	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	J1	J2	J3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
H1	2	4	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
H2	4	6	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
H3	6	8	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
H4	8	10	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	B1	B2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
J1	2	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
J2	4	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
J3	6	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	B3	B4	B5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
H1	2	4	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
H2	4	6	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
H3	6	8	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
H4	8	10	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	B3	B4	B5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
J1	2	4	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
J2	4	6	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
J3	6	8	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	C1	C2	C3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
H1	2	4	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
H2	4	6	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
H3	6	8	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
H4	8	10	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	C1	C2	C3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
J1	2	4	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
J2	4	6	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
J3	6	8	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	J1	J2	J3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
H1	2	4	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
H2	4	6	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
H3	6	8	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
H4	8	10	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	D1	D2	D3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
H1	2	4	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
H2	4	6	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
H3	6	8	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
H4	8	10	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	D1	D2	D3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
J1	2	4	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
J2	4	6	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
J3	6	8	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	F1	F2	F3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
K1	2	4	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
K2	4	6	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
K3	6	8	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	F1	F2	F3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
J1	2	4	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
J2	4	6	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
J3	6	8	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	J1	J2	J3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
K1	2	4	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
K2	4	6	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
K3	6	8	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	E1	E2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
K1	2	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
K2	4	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
K3	6	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	E1	E2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
J1	2	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
J2	4	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
J3	6	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	G1	G2	G3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
J1	2	4	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
J2	4	6	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
J3	6	8	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	L1	L2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
J1	2	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
J2	4	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
J3	6	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	M1	M2	M3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	1	4	9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	N1	N2	N3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	1	4	9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	P1	P2	P3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	1	4	9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	Q1	Q2	Q3	Q4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	1	4	9	16																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									

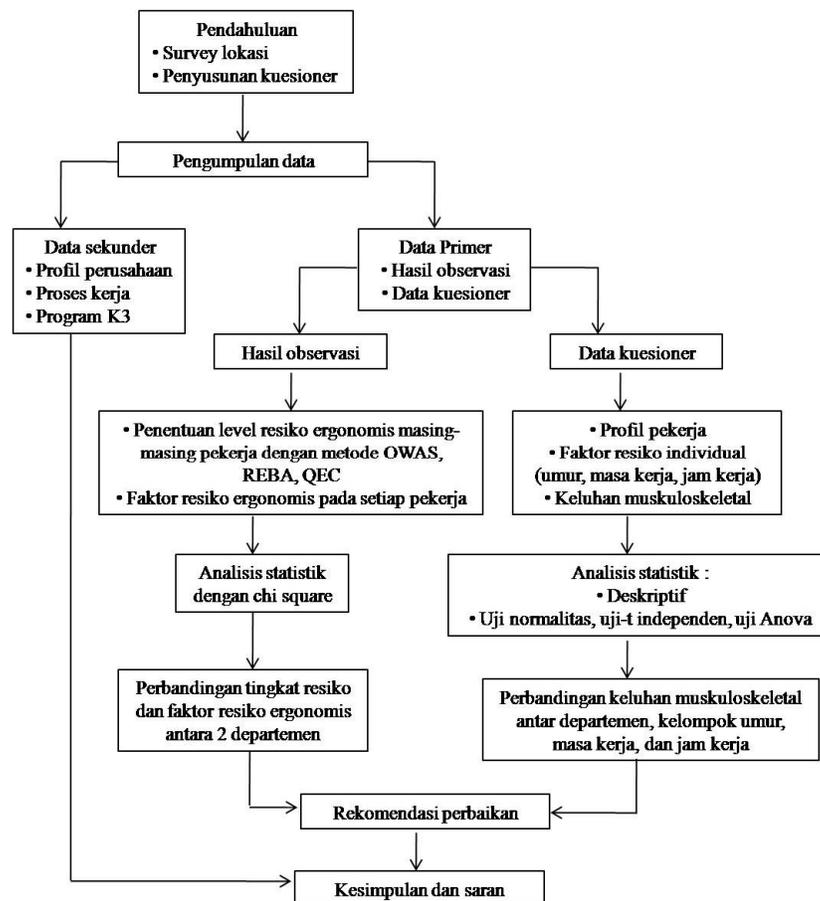
Gambar 2.12 Lembar Penilaian Metode QEC (Li dan Buckle, 1999)

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer didapatkan melalui observasi langsung pada pekerja dan lingkungan kerja dan pengajuan kuesioner yang direspon oleh pekerja. Observasi dilakukan untuk mengetahui postur saat bekerja. Data sekunder didapatkan melalui perusahaan antara lain berupa profil perusahaan, proses produksi, deskripsi kerja, dan data K3 perusahaan.



### 3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di PT Dirgantara Indonesia yang beralamat di Jl. Pajajaran no. 154, Bandung. Secara spesifik penelitian dilakukan pada 2 departemen yang melakukan kegiatan manufaktur yaitu departemen metal forming dan departemen assembling. Pengambilan data di lapangan dilakukan selama bulan September sampai Desember 2012.

### 3.3 Jumlah Sampel

Jumlah total pekerja di departemen metal forming dan assembling adalah 330 orang yang terbagi atas adalah 194 orang dari departemen metal forming dan 136 orang dari departemen assembling. Jumlah sampel yang diambil mengacu pada rumus Slovin sebagai berikut :

$$n = \frac{N}{1 + N \alpha^2}$$

Dengan taraf signifikansi,  $\alpha$  sebesar 10% maka jumlah minimum sampel yang diambil adalah:

$$n = \frac{330}{1 + (330)(0,1)^2}$$
$$n = 76,74$$

Jumlah sampel minimal dibulatkan menjadi 77 orang, dengan pembagian untuk masing-masing departemen sebagai berikut:

$$\text{Departemen metal forming} = \frac{194}{330} \times 77 \approx 45 \text{ orang}$$

$$\text{Departemen assembling} = \frac{136}{330} \times 77 \approx 32 \text{ orang}$$

Pada pelaksanaannya, penelitian dilakukan pada 110 pekerja yang terdiri atas 55 pekerja dari departemen metal forming dan 55 pekerja dari departemen assembling.

### 3.4 Identifikasi dan Evaluasi Faktor Risiko Ergonomis

Untuk mengidentifikasi faktor risiko ergonomi digunakan Ovako Work Assessment System (OWAS), Quick Exposure Checklist (QEC), dan Rapid Entire Body Assessment (REBA). Observasi dilakukan pada pekerja untuk melihat

bagaimana postur pekerja saat bekerja, cara melakukan pekerjaan, durasi bekerja, dan beban yang diangkat. Observasi dan penilaian dilakukan pada seluruh sampel yang berjumlah 110 orang dari departemen metal forming dan pekerja di departemen assembling.

### **3.5 Data Kuesioner**

Kuesioner disebarakan pada pekerja di departemen metal forming dan departemen assembling untuk mengetahui profil pekerja dan keluhan musculoskeletal yang diderita pekerja. Lembar pertama kuesioner mengenai profil pekerja terdiri atas pertanyaan yang berhubungan dengan jenis kelamin, pendidikan terakhir, usia, masa kerja, jumlah jam kerja, jam tidur, dan lain-lain.

Lembar kedua berupa terdiri dari peta anggota tubuh (*bodymap*) disertai kekerapan keluhan musculoskeletal. Kekerapan keluhan yang dirasakan dibagi menjadi 3 kategori yaitu sering, kadang-kadang, dan jarang. *Bodymap* yang digunakan mengacu pada discomfort survey yang dikeluarkan oleh *Industrial Accident Prevention Association (IAPA)* tahun 2007.

### **3.6 Pengolahan Data**

Pengolahan data OWAS, REBA, dan QEC dilakukan secara manual sesuai dengan lembar penilaian standar untuk ketiga metode tersebut. Untuk menguji hipotesis dan menarik kesimpulan dalam penelitian ini didukung dengan analisis statistik sebagai berikut:

a. Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif digunakan untuk menentukan frekuensi, nilai rata-rata, nilai minimum, nilai maksimum, dan standar deviasi.

b. Uji normalitas

Uji normalitas yang digunakan adalah Kolmogorov-Smirnov. Metode Kolmogorov-Smirnov digunakan untuk untuk menguji apakah data yang diperoleh terdistribusi normal. Uji normalitas juga dilakukan karena ada beberapa uji lanjutan yang mensyaratkan data harus terdistribusi normal, antara lain uji  $-t$  dan Anova.

c. Uji Chi-Square

Uji chi square digunakan untuk mengetahui ada tidaknya hubungan antara dua data kategorik. Pada penelitian ini uji chi square digunakan untuk melihat hubungan antara tingkat risiko ergonomi dengan departemen tempat bekerja.

d. Uji-t independen

Uji-t digunakan untuk melihat apakah terdapat perbedaan antara dua kelompok data yang independen. Syarat utama yang harus dipenuhi dalam menggunakan uji-t adalah data harus terdistribusi normal. Pada penelitian ini uji-t digunakan untuk mengevaluasi apakah terdapat perbedaan keluhan musculoskeletal pada 2 kelompok pekerja yang dibedakan berdasarkan departemen tempat bekerja, kelompok umur dan jam kerja.

e. Uji Anova

Uji Anova digunakan untuk melihat perbedaan rata-rata dari dua atau lebih kelompok data yang independen. Pada penelitian ini, digunakan untuk mengevaluasi keluhan musculoskeletal berdasarkan perbedaan masa kerja.

## BAB IV

### GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

#### 4.1 Profil PT Dirgantara Indonesia

PT Dirgantara Indonesia (PT DI) merupakan industri pesawat terbang pertama dan sampai saat ini satu-satunya di Indonesia. PT DI didirikan pada tanggal 26 April 1976 dengan nama Industri Pesawat Terbang Nurtanio kemudian berganti menjadi PT Dirgantara Indonesia pada tanggal 24 Agustus 2000. Pada tahun 1997 PT DI memasuki masa-masa sulit akibat krisis moneter di Indonesia. Strategi penyelamatan yang dilakukan meliputi reorientasi bisnis, perampingan dan penyusunan sumber daya manusia sesuai dengan beban kerja yang ada, serta kapitalisasi berdasarkan pasar yang lebih terfokus dan misi bisnis yang terkonsentrasi.

Dalam proses produksinya PT DI didukung oleh 3.720 karyawan, 232 unit mesin dan peralatan, area kerja dengan luas sekitar 86,98 hektar, serta 18 unit bisnis yang meliputi:

- *Aircraft Intergration* meliputi manufaktur pesawat terbang dan helikopter
- *Aircraft Services* meliputi jasa perawatan pesawat dan mesin pesawat
- *Aerostructure* meliputi pembuatan komponen, *sub assemblies* dan *assemblies tools & equipment*
- *Engineering Services* meliputi jasa rancang bangun teknologi komunikasi dan solusi teknologi informasi.

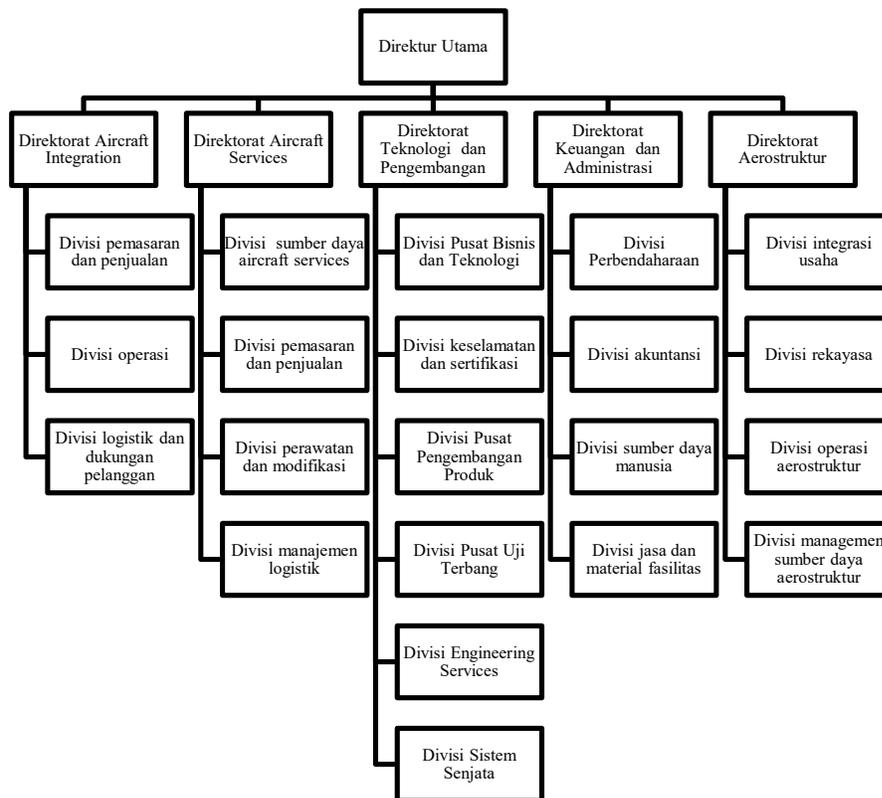
Selain memproduksi berbagai pesawat terbang dan helikopter, PT DI juga memproduksi senjata, menyediakan pelatihan dan jasa pemeliharaan (*maintenance service*) untuk mesin-mesin pesawat. PT DI juga menjadi sub-kontraktor untuk industri-industri pesawat terbang besar di dunia seperti Boeing, Airbus, EADS CASA, Bombardier dan lain sebagainya. Saat ini produksi PT DI meliputi:

- Pembuatan sayap pesawat Airbus A380.
- Manufaktur dan perakitan *D Nose*, *Pylon*, dan *leading edge skin kits* untuk A320/A321.
- Manufaktur dan perakitan *long range wing* A340.

- CN 235 *production sharing*
- Manufaktur tailboom dan fuselage untuk Eurocopter Super Puma MK II
- Manufaktur sayap pesawat Boeing 747 untuk Korean Air

#### 4.2 Struktur Organisasi Perusahaan

PT DI dipimpin oleh seorang direktur utama yang membawahi 5 Direktorat, yaitu Direktorat Aircraft Integration, Direktorat Aircraft Services, Direktorat Teknologi dan Pengembangan, Direktorat Keuangan dan Administrasi, serta Direktorat Aerostruktur.



Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT DI

Direktorat Aircraft Integration memiliki kegiatan utama merakit komponen pesawat terbang/helikopter (sub-assembly) menjadi pesawat/helikopter secara utuh (assembly). Direktorat ini memiliki tiga divisi yaitu Divisi Pemasaran dan Penjualan Aircraft Integration, Divisi Operasi Aircraft Integration, serta

Divisi Logistik dan Dukungan Pelanggan. Disamping itu, direktorat ini juga membawahi seorang Asisten Direktur Aircraft Integration Bidang Produk.

Kegiatan utama Direktorat Aircraft Services adalah menyediakan service pesawat maupun komponen-komponennya. Di bawah direktorat ini terdapat empat divisi yaitu Divisi Manajemen Sumber Daya Aircraft Services, Divisi Pemasaran dan Penjualan Aircraft Services, Divisi Perawatan dan Modifikasi, serta Divisi Manajemen Logistik. Selain itu, direktur Aircraft Services juga membawahi langsung Manager Program dan Manager Jaminan Mutu.

Direktorat Teknologi dan Pengembangan memiliki tugas utama untuk mengembangkan dan melakukan uji coba produk. Di bawah direktorat ini terdapat 6 divisi yaitu Divisi Pusat Bisnis dan Teknologi, Divisi Keselamatan dan Sertifikasi, Divisi Pusat Pengembangan Produk, Divisi Pusat Uji Terbang, Divisi Engineering Services, dan Divisi Sistem Senjata.

Direktorat Keuangan dan Administrasi memiliki tugas utama mengatur keuangan perusahaan dan mengelola laporan keuangan tiap direktorat menjadi sebuah laporan keuangan perusahaan. Direktorat ini juga mengelola kegiatan administrasi dan pengembangan sumber daya manusia di PT DI. Empat divisi yang termasuk dalam direktorat ini antara lain: Divisi Perbendaharaan, Divisi Akuntansi, Divisi Sumber Daya Manusia, Serta Divisi Jasa dan Material Fasilitas. Disamping itu, Direktorat Keuangan dan Administrasi juga membawahi Manager Sistem Informasi Manajemen.

Direktorat Aerostruktur merupakan direktorat yang memiliki tugas utama membuat bagian dan komponen-komponen dari pesawat terbang. Terdapat empat divisi yang berada di bawah direktorat ini yaitu: Divisi Integrasi Usaha, Divisi Rekayasa, Divisi Operasi Aerostruktur, serta Divisi Manajemen Sumber Daya Aerostruktur. Selain membawahi empat orang kepala divisi, direktur aerostruktur, juga membawahi langsung seorang manager jaminan mutu.

#### **4.3 Program Kesehatan dan Keselamatan Kerja Perusahaan**

PT DI memiliki komitmen dalam memelihara kesehatan dan keselamatan kerja di perusahaan. Hal ini diwujudkan dengan adanya kebijakan-kebijakan perusahaan terkait dengan masalah K3LH. Kebijakan tersebut antara lain:

1. Perusahaan melaksanakan K3LH secara terintegrasi dalam aktivitas di tempat kerja sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku dan standar yang berlaku.
2. Perusahaan menyusun, melaksanakan, mendokumentasikan, dan memelihara sistem manajemen K3LH yang terintegrasi dalam rangka mencegah dan mengurangi kecelakaan, penyakit akibat kerja dan pencemaran lingkungan serta terciptanya tempat kerja yang aman, efisien, dan produktif.
3. Perusahaan menyusun rencana program pencegahan, pengurangan, dan penanggulangan bahaya kecelakaan kerja, kebakaran, peledakan, gangguan kesehatan akibat kerja dan pencemaran lingkungan.
4. Perusahaan melaksanakan kegiatan K3LH secara efektif dengan mengembangkan kemampuan dan mekanisme pendukung yang diperlukan untuk mencapai tujuan dan sasaran K3LH.
5. Perusahaan melaksanakan inspeksi, pengukuran, atau pengujian, pemantauan dan/atau audit K3LH.
6. Perusahaan melakukan perbaikan pengelolaan K3LH berdasarkan hasil pengukuran, pemantauan, dan audit.
7. Perusahaan menumbuhkan, mengembangkan, dan memelihara kesadaran karyawan dan mitra kerja dalam melaksanakan pekerjaannya sesuai norma K3LH.
8. Perusahaan membentuk Panitia Pembina Keselamatan dan Kesehatan Kerja (P2K3) untuk mengelola pelaksanaan program K3LH.
9. Perusahaan menetapkan bahwa strategi, perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian kegiatan K3LH dikoordinasikan secara terpusat.

PT DI memiliki Departemen Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup (K3LH) berada di bawah Divisi Sumber Daya Manusia, Direktorat Keuangan dan Administrasi. Departemen ini bertanggung jawab dalam mengelola keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungan hidup guna memberikan perlindungan bagi tenaga kerja, mitra kerja, dan lingkungannya.

Agar semua kebijakan tersebut dapat diterapkan dengan baik, maka perlu dikelola melalui Sistem Manajemen K3LH yang disertai dengan pembagian tanggung jawab kepada fungsi-fungsi dan unit organisasi di perusahaan.

Tanggung jawab fungsi dan unit organisasi tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Fungsi Engineering
  - a. Mempertimbangkan faktor keselamatan, kesehatan kerja dan lingkungan hidup dalam desain dan modifikasi sarana produksi dan pendukungnya.
  - b. Mempertimbangkan faktor K3LH dalam menentukan spesifikasi bahan, peralatan, dan permesinan.
  - c. Mengintegrasikan faktor K3LH dalam menyusun spesifikasi produksi dan prosedur kerja.
2. Fungsi Pengadaan Material (Barang) dan Jasa
  - a. Mempertimbangkan faktor K3LH dalam proses pengadaan barang dan jasa.
  - b. Memberikan persyaratan K3LH bagi kontraktor atau pelaksana pekerjaan untuk pekerjaan yang berbahaya atau yang dilaksanakan di daerah berbahaya terhadap K3LH.
  - c. Mempersyaratkan *supplier* untuk melengkapi dokumen *Material Safety Data Sheet* (MSDS) pada setiap pembelian bahan kimia.
  - d. Mempersyaratkan *supplier* untuk melengkapi petunjuk keselamatan (*safety precaution*) pada setiap pembelian alat atau mesin yang berpotensi bahaya pada saat dioperasikan.
  - e. Melaksanakan persyaratan K3LH dalam aktifitas *handling*, penerimaan, dan penyimpanan material.
3. Fungsi Perencanaan, Pembangunan, dan Pemeliharaan Fasilitas
  - a. Mengintegrasikan dan/atau mengimplementasikan persyaratan K3LH dalam setiap perencanaan, pembangunan dan atau pemeliharaan fasilitas perusahaan.
  - b. Menyediakan fasilitas beserta akte ijin operasi dari instansi yang berwenang untuk instalasi boiler, crane, lift, bejana bertekanan, penangkal petir, proteksi kebakaran, pengolahan limbah, dan radioaktif.
  - c. Melaksanakan pemenuhan persyaratan K3LH dalam kegiatan konstruksi dan pemeliharaan fasilitas.

- d. Mengawasi pemenuhan persyaratan K3LH dalam kegiatan konstruksi dan pemeliharaan fasilitas yang dilaksanakan oleh kontraktor atau pihak lainnya.
  - e. Memelihara fasilitas agar tetap berfungsi secara aman.
  - f. Memelihara sarana proteksi kebakaran.
4. Fungsi Legal
- Bertindak atas nama perusahaan dalam setiap penyelesaian sengketa K3LH antara perusahaan dengan pihak lain.
5. Fungsi Humas
- Memberikan informasi atau konfirmasi tentang K3LH yang dibutuhkan oleh masyarakat.
6. Fungsi Sumber Daya Manusia
- a. Mempertimbangkan faktor kondisi kesehatan fisik dan psikologis calon tenaga kerja yang akan diperkerjakan pada lokasi kerja yang berpotensi bahaya.
  - b. Mempertimbangkan faktor kondisi kesehatan fisik dan psikologis tenaga kerja yang akan ditempatkan dan/atau dimutasikan pada lokasi kerja yang berpotensi bahaya.
  - c. Mengintegrasikan K3LH dalam kurikulum pendidikan dan latihan bagi karyawan.
  - d. Mengintegrasikan tanggung jawab K3LH pada deskripsi pekerjaan.
  - e. Mengurus klaim asuransi kecelakaan kerja ke Dinas Tenaga Kerja dan PT Jamsostek serta pihak terkait lainnya.
7. Fungsi Kesehatan
- a. Melakukan pemeriksaan kesehatan bagi calon karyawan dan/atau karyawan.
  - b. Melakukan pemeriksaan gangguan penyakit akibat kerja bagi karyawan.
  - c. Melakukan pemeriksaan kesehatan berkala bagi karyawan.
  - d. Melakukan pertolongan pertama pada kecelakaan dan/atau keadaan darurat
  - e. Memberikan layanan perawatan kesehatan terhadap korban kecelakaan kerja.
  - f. Mendokumentasikan data-data hasil pemeriksaan kesehatan karyawan.

8. Fungsi Pemadam Kebakaran dan *Search and Rescue* (SAR)
  - a. Menginventarisasi dan memelihara Alat Pemadam Api Ringan.
  - b. Menanggulangi kebakaran, peledakan, dan keadaan darurat.
  - c. Melakukan pencarian dan evakuasi korban kecelakaan/kebakaran/peledakan dan keadaan darurat di tempat kerja, pada saat uji terbang, *ground run*, dan/atau uji tembak senjata.
  - d. Melakukan koordinasi latihan gabungan pemadam kebakaran dan SAR dengan TNI, POLRI, instansi pemerintah dan swasta.
  - e. Melakukan investigasi kejadian kebakaran.
  - f. Melakukan latihan penanggulangan keadaan darurat.
9. Fungsi Keselamatan, Kesehatan, dan Lingkungan Hidup
  - a. Menyusun, mendokumentasikan, memelihara keterbaharuan SMK3LH beserta prosedur dan petunjuk atau standar yang diperlukan.
  - b. Menyusun rencana program, dan anggaran K3LH tingkat perusahaan.
  - c. Memberikan saran dan pertimbangan kepada manajemen dan karyawan dalam pelaksanaan SMK3LH dan peraturan perundangannya serta persyaratan lain yang terkait.
  - d. Mengidentifikasi dan menganalisis potensi bahaya terhadap kecelakaan, kebakaran, peledakan atau pencemaran lingkungan serta merekomendasikan tindakan pencegahan beserta pengendaliannya.
  - e. Mengembangkan teknik dan metode pengendalian bahaya.
  - f. Mengelola limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) tingkat korporasi.
  - g. Mengkomunikasikan, mensosialisasikan, dan membudayakan K3LH ke seluruh manajemen dan karyawan.
  - h. Menyiapkan prosedur dan menyelenggarakan pelatihan evakuasi dan penanggulangan keadaan darurat.
  - i. Melakukan investigasi kecelakaan, kebakaran, peledakan, pencemaran lingkungan dan atau keadaan darurat serta melaporkannya ke manajemen dan pihak terkait.
  - j. Melakukan inspeksi, pengukuran, pengujian, pemantauan, dan audit K3LH
  - k. Mencatat dan mendokumentasikan pelaksanaan SMK3LH tingkat perusahaan.

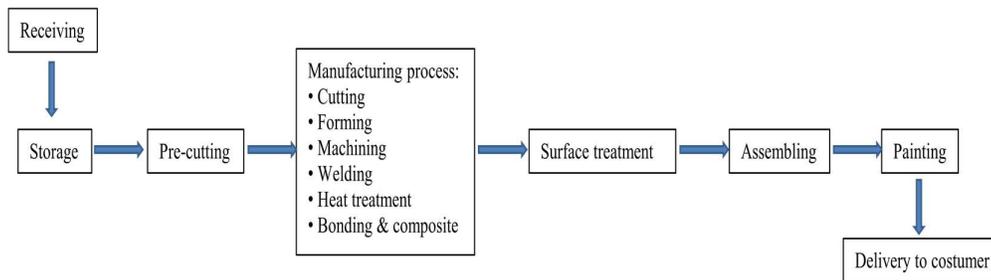
1. Menyiapkan *manajemen review* bidang K3LH tingkat perusahaan serta berkelanjutan.

Tanggung jawab dari masing-masing fungsi dan unit organisasi tersebut dapat dimplementasikan dengan dibentuknya Panitia Pembina Kesehatan dan Keselamatan Kerja (P2K3). P2K3 adalah badan pembantu di tempat kerja yang merupakan wadah kerjasama antara manajemen dan pekerja untuk mengembangkan kerjasama saling pengertian dan partisipatif efektif dalam penerapan keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungan hidup.

Setiap direktorat memiliki satu tim P2K3 yang terdiri dari ketua, sekretaris, dan anggota. Ketua dapat dipilih dari salah satu kepala divisi atau kepala unit organisasi pada direktorat yang bersangkutan. Sedangkan, sekretaris dapat dipilih dari unsur manajemen atau senior staf. Selanjutnya, anggota dapat dipilih dari unsur manajemen serta karyawan yang menjadi pengelola program K3LH di divisi yang bersangkutan.

#### 4.4 Deskripsi Proses

Secara garis besar produksi pesawat terdiri dari beberapa tahapan yaitu: penerimaan bahan baku, penyimpanan, pre-cutting (pemotongan), proses manufaktur, surface treatment, assembling, pengecatan, dan pengiriman barang jadi. Diagram alir proses produksi pesawat terbang secara sederhana dijelaskan dalam Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Proses Produksi Pesawat Terbang

### 1. Receiving

Receiving atau penerimaan bahan baku merupakan tahap awal dari proses produksi. Sebelum memasuki tahap produksi bahan baku diuji dengan metode destruktif dan non destruktif untuk memastikan bahwa material yang digunakan telah memenuhi spesifikasi tertentu. Metode destruktif antara lain terdiri dari pengujian tensile, fatigue, hardness, dan impact sedangkan metode non destruktif terdiri dari pengujian secara visual, menggunakan dye penetrant, magnetic particle, ultrasonic, eddy current, dan radiografi.

### 2. Storage

Setelah dipastikan bahwa bahan baku yang diterima telah memenuhi persyaratan kemudian dilakukan penyimpanan di gudang.

### 3. Pre-Cutting

Pre-cutting merupakan pemotongan material sesuai dengan kebutuhan bagian produksi disertai dengan job card yang tersedia. Tahapan ini dilakukan antara lain untuk menghemat bahan yang diproses, memudahkan pelaksanaan, dan pengontrolan bahan. Bahan yang telah dipotong diperiksa kembali oleh quality assurance untuk kemudian dikirim ke proses selanjutnya.

### 4. Manufacturing Process

Tahapan ini merupakan proses pembuatan komponen pesawat terbang dan helikopter serta pembuatan dan penyiapan *tool* dan *jig* sebagai alat bantu pembuatan komponen. Proses manufaktur terdiri dari bagian-bagian sebagai berikut:

#### - Cutting

Merupakan proses pemotongan material sesuai dengan bentuk dan ukuran yang diinginkan. Tahapan cutting terdiri dari 2 kegiatan utama yaitu router dan fitter. Pada proses router, material dipotong menggunakan 3 jenis alat sesuai dengan bentuk dan ukuran yang dibutuhkan sedangkan pada proses fitter material dipotong lebih kecil lagi, dihaluskan, dibor, dan dihilangkan bagian-bagian yang runcing.

#### - Forming

Yaitu proses membentuk metal sheet sesuai dengan spesifikasi desain melalui deformasi plastis.

- Machining  
Yaitu proses membentuk plat metal (ketebalan > 6.4 mm) sesuai spesifikasi desain dengan bantuan mesin khusus.
  - Welding  
Yaitu penggabungan dua komponen logam menjadi satu dengan pengelasan. Setelah pengelasan kemudian material diinspeksi menggunakan x-ray atau penetran.
  - Heat treatment  
Pada proses heat treatment, material dipanaskan sampai 548°C kemudian didinginkan secara tiba-tiba. Tujuan dari proses ini adalah untuk meningkatkan kekerasan, kekuatan, mengurangi stress pada logam, dan memperbaiki sifat-sifat logam.
  - Bonding & composite  
Merupakan penggabungan bahan-bahan composite dengan menggunakan bahan adhesive.
5. Surface Treatment  
Surface treatment merupakan proses melapisi material secara kimiawi sehingga lebih tahan terhadap korosi. Pelapisan dapat menggunakan alumunium, krom, cat, dan lain-lain.
  6. Assembling  
Merupakan penggabungan dari beberapa komponen untuk membentuk konstruksi yang diinginkan sesuai dengan fungsi pesawat tersebut. Perakitan terdiri dari perakitan fixed wing atau pesawat bersayap tetap dan rotary wing atau helikopter.
  7. Painting  
Yaitu proses pengecatan pesawat ataupun komponen yang berfungsi untuk melindungi dari korosi dan pengecatan sebagai fungsi dekoratif.

#### **4.5 Departemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja di PT DI**

PT DI memiliki Departemen Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup (K3LH) yang berada di bawah Divisi Sumber Daya Manusia, Direktorat Keuangan dan Administrasi. Departemen ini bertanggung jawab dalam

mengelola keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungan hidup guna memberikan perlindungan bagi tenaga kerja, mitra kerja, dan lingkungannya.

PT DI telah memiliki kebijakan K3LH yang isinya antara lain sebagai berikut:

- Perusahaan melaksanakan K3LH secara terintegrasi dalam aktivitas di tempat kerja sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku dan standar yang berlaku.
- Perusahaan menyusun, melaksanakan, mendokumentasikan, dan memelihara sistem manajemen K3LH yang terintegrasi dalam rangka mencegah dan mengurangi kecelakaan, penyakit akibat kerja dan pencemaran lingkungan serta terciptanya tempat kerja yang aman, efisien, dan produktif.
- Perusahaan menyusun rencana program pencegahan, pengurangan, dan penanggulangan bahaya kecelakaan kerja, kebakaran, peledakan, gangguan kesehatan akibat kerja dan pencemaran lingkungan.
- Perusahaan melaksanakan kegiatan K3LH secara efektif dengan mengembangkan kemampuan dan mekanisme pendukung yang diperlukan untuk mencapai tujuan dan sasaran K3LH.
- Perusahaan melaksanakan inspeksi, pengukuran, atau pengujian, pemantauan dan/atau audit K3LH.
- Perusahaan melakukan perbaikan pengelolaan K3LH berdasarkan hasil pengukuran, pemantauan, dan audit.
- Perusahaan menumbuhkan, mengembangkan, dan memelihara kesadaran karyawan dan mitra kerja dalam melaksanakan pekerjaannya sesuai norma K3LH.
- Perusahaan membentuk Panitia Pembina Keselamatan dan Kesehatan Kerja (P2K3) untuk mengelola pelaksanaan program K3LH.
- Perusahaan menetapkan bahwa strategi, perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian kegiatan K3LH dikoordinasikan secara terpusat.

Departemen K3LH juga menyusun Standard Operating Procedure (SOP) yang berhubungan dengan kesehatan keselamatan kerja dan lingkungan hidup. SOP yang berhubungan dengan masalah ergonomi antara lain sebagai berikut:

- Standar antropometri karyawan
- Standar kecukupan gizi kerja
- Petunjuk pelaporan penyakit akibat kerja
- Penerapan ergonomi pekerjaan computer
- Petunjuk penerangan di tempat kerja
- Petunjuk pengendalian bahaya kebisingan
- Petunjuk pengendalian bahaya iklim kerja
- Pedoman pengujian kesehatan tenaga kerja
- Manual handling

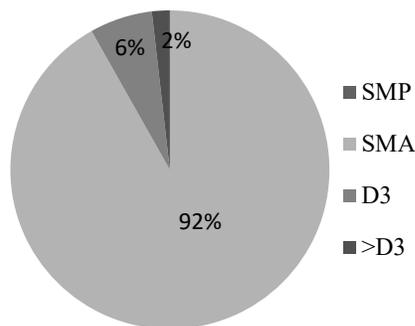
## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Profil Pekerja

Penelitian dilakukan di dua departemen di PT DI, yaitu departemen metal forming dan departemen assembling. Isi kuesioner meliputi profil pekerja, yaitu jenis kelamin, latar belakang pendidikan, umur, masa kerja, dan jumlah jam kerja. Pertanyaan lainnya berhubungan dengan stress dalam bekerja, keluhan muskuloskeletal, kebiasaan merokok, jumlah jam tidur, penggunaan APD, dan konsumsi makanan yang berlemak tinggi.

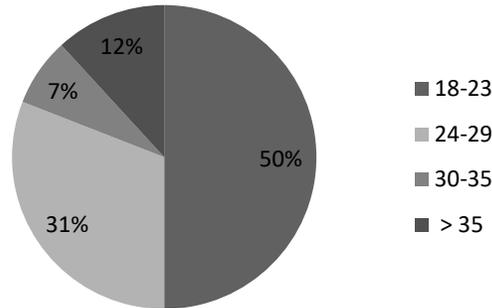
Berdasarkan respon terhadap kuesioner yang disebarkan pada 55 orang pekerja dari divisi metal forming dan 55 orang pekerja dari divisi assembling, seluruh pekerja di bengkel kedua departemen tersebut adalah laki-laki. Pendidikan terakhir responden adalah 101 orang berasal dari SMA atau sederajat, 7 orang dari D3 dan 2 orang lebih tinggi dari D3. Distribusi pendidikan terakhir responden dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Tingkat Pendidikan Responden

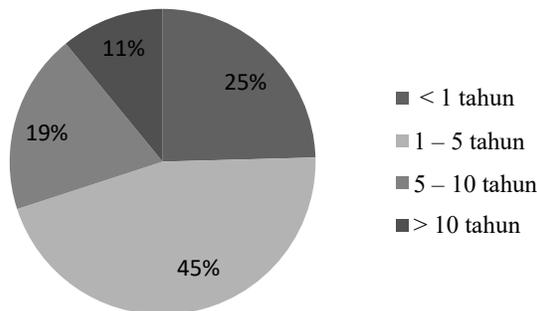
Sebagian besar pekerja berusia muda yaitu antara 18-23 tahun dengan jumlah 55 orang, 24-29 tahun sebanyak 34 orang sedangkan yang berusia mulai dari 30 tahun ke atas berjumlah 21 orang. Jumlah pekerja muda yang lebih banyak disebabkan karena PT DI melakukan rasionalisasi sejumlah besar pegawai saat terjadinya krisis ekonomi pada tahun 1998. Pada tahun 2004, PT DI melakukan

program restrukturisasi dan sekarang ini memiliki 3.720 orang karyawan. Sebagian besar di antaranya, khususnya tenaga operator, merupakan tenaga kerja berusia muda. Gambar 5.2 menunjukkan prosentase jumlah responden berdasarkan usia.



Gambar 5.2 Usia Responden

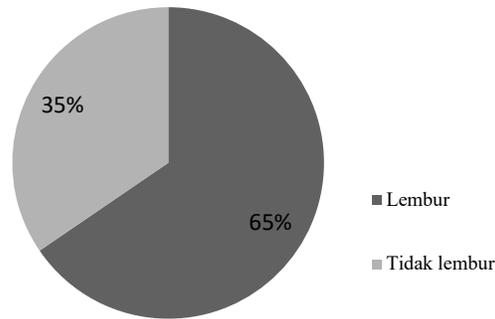
Karena alasan yang sama pula, sebagian besar tenaga kerja adalah tenaga kerja baru yang memiliki pengalaman kurang dari 5 tahun. Berdasarkan hasil kuesioner, 77 orang memiliki pengalaman kerja sampai dengan 5 tahun sedangkan 33 orang memiliki pengalaman kerja lebih dari 5 tahun. Gambar 5.3 menunjukkan distribusi responden berdasarkan masa kerja.



Gambar 5.3 Masa Kerja Responden

Jam kerja di PT DI dimulai dari jam 7.30 kemudian istirahat siang selama 1 jam pada jam 11.30 – 12.30 dan jam kerja berakhir pada jam 16.30. Total jam kerja adalah 8 jam per hari tetapi apabila diperlukan maka pekerja melakukan lembur. Alasan dilakukannya lembur adalah tingginya beban kerja di suatu

departemen dan untuk memenuhi target produksi. Berdasarkan jawaban dari responden, sebagian besar pekerja (72 orang) lembur dan 38 pekerja tidak pernah lembur. Pekerja dari departemen assembling lebih banyak yang melakukan lembur daripada pekerja daripada departemen metal forming. Distribusi jumlah responden yang lembur dan tidak lembur dijelaskan dengan Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Jumlah Pekerja Lembur

Sebagian besar responden (86,4%) mengeluhkan merasa nyeri pada bagian tubuh setelah bekerja. Hal ini dapat dikarenakan pekerjaan di workshop melibatkan aktivitas fisik yang tinggi. Sebanyak 32,7% responden menyatakan pernah tidak masuk kerja karena gangguan otot, tulang, atau sendi dan sebanyak 31,8% responden menyatakan pernah berkonsultasi mengenai gangguan musculoskeletal tersebut dengan tenaga medis.

Jumlah jam tidur responden termasuk cukup yaitu antara 6 sampai 8 jam sehari. Sebanyak 89,1% responden menjawab jam tidurnya berkisar antara 6 sampai 8 jam per hari dan hanya 10,9% responden yang jumlah jam tidurnya kurang dari 5 jam sehari. Jam tidur yang cukup merupakan faktor yang penting untuk memulihkan kondisi tubuh setelah bekerja.

Hampir seluruh responden (96,4%) menyatakan menggunakan alat pelindung diri selama bekerja. Alat pelindung diri yang penting digunakan saat bekerja di workshop metal forming dan assembling adalah pelindung telinga (*ear plug* atau *ear muff*) dan sepatu kerja (*safety shoes*). Pelindung telinga diperlukan karena kebisingan di lokasi workshop lebih dari 85 dB sedangkan *safety shoes* diperlukan karena banyaknya potongan-potongan logam di lantai.

Lebih dari separuh responden (54,5%) memiliki kebiasaan merokok sedangkan pola makanan yang dikonsumsi, sebagian besar responden (91,8%) menyatakan jarang mengkonsumsi makanan berlemak tinggi.

## 5.2 Penilaian Risiko Ergonomi

Penilaian risiko ergonomi dilakukan melalui pengamatan pada postur pekerja ketika melakukan tugasnya. Postur yang dominan dilakukan saat bekerja difoto dan direkam dengan kamera untuk kemudian dinilai dengan metode penilaian risiko ergonomi. Penilaian risiko dilakukan pada 2 departemen yang berhubungan dengan proses manufaktur, yaitu departemen metal forming dan assembling.

Tugas yang dilakukan oleh pekerja di departemen metal forming adalah membentuk material logam dengan cara ditekan, ditarik, atau dibentuk manual dengan tangan atau menggunakan mesin untuk menghasilkan bentuk yang sesuai dengan standar. Berbeda dengan departemen metal forming, tugas yang dilakukan di departemen assembling adalah merakit, memasang dan menguji fungsi pesawat terbang sesuai dengan spesifikasi. Jumlah postur pekerja yang dinilai pada masing-masing departemen adalah 55 orang.

Hampir seluruh pekerja di departemen metal forming mengerjakan tugasnya dengan posisi berdiri dalam waktu lama (lebih dari 4 jam). Proses membentuk logam terutama secara manual (*hand forming*) juga melibatkan gerakan berulang (repetitif) saat memukul menggunakan palu. Gambaran aktivitas di departemen metal forming dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Pekerjaan di Departemen Metal Forming

Bekerja dengan posisi statis baik berdiri ataupun duduk dalam waktu lama juga terjadi pada pekerja di departemen assembling. Di lokasi kerja ini pekerja juga sering melakukan tugas dalam posisi relatif sulit karena menyesuaikan dengan kontur pesawat yang sedang dirakit ataupun tiang-tiang penopangnya (jig). Gambaran pekerjaan di departemen assembling dapat dilihat pada Gambar 5.6.



Gambar 5.6 Pekerjaan di Departemen Assembling

### 5.2.1 Metode REBA

Hasil analisis risiko ergonomis pada sampel pekerja metal forming dan assembling dengan metode REBA dijabarkan dalam Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Skor REBA

Skor REBA	Departemen Metal Forming (orang)	Departemen Assembling (orang)
1	0	0
2	3	3
3	12	9
4	8	14
5	18	12
6	6	7
7	2	1
8	3	6
9	2	2
10	1	0
11	0	1

Berdasarkan hasil evaluasi risiko ergonomi dengan metode REBA, tidak terdapat pekerja dengan skor 1 yaitu skor untuk postur kerja yang tidak menimbulkan bahaya. Skor REBA terendah di kedua departemen adalah 2 yang dikategorikan sebagai risiko rendah dan mungkin memerlukan upaya perbaikan. Sebagian besar pekerja memiliki skor antara 4 sampai 7 yang dikategorikan sebagai risiko sedang dan memerlukan upaya perbaikan. Skor REBA tertinggi di departemen metal forming adalah 10 sedangkan di departemen assembling adalah 11. Skor REBA 10 termasuk kategori risiko tinggi yang memerlukan tindakan perbaikan secepatnya sedangkan skor REBA 11 merupakan kategori risiko sangat tinggi dan harus segera dilakukan upaya perbaikan.

Penilaian REBA secara rinci untuk seluruh sampel pekerja di departemen metal forming dan assembling terdapat pada Lampiran 2. Hasil analisis dengan REBA dapat dijelaskan sebagai berikut:

#### 1. Postur leher

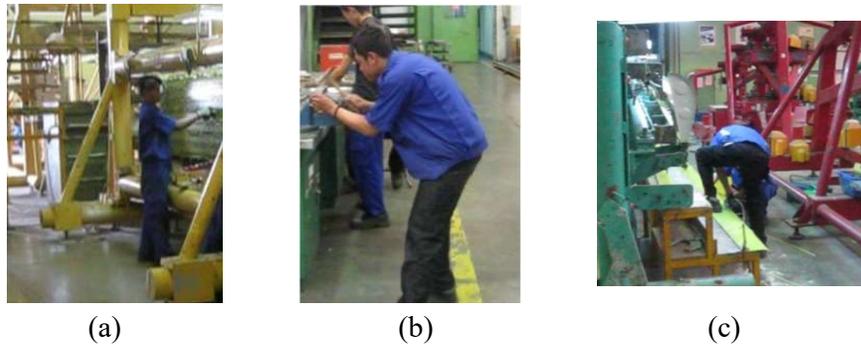
Sebagian besar pekerja mendapatkan skor 2 untuk bagian leher karena saat bekerja leher menunduk atau menengadahkan membentuk sudut lebih dari  $20^{\circ}$ . Pekerja menundukkan leher selama bekerja untuk dapat melihat dengan lebih jelas objek yang sedang dikerjakan, misalnya untuk melihat sudut atau lengkungan pada logam yang sedang dibentuk dengan proses *hand forming* atau saat memasang baut pada bagian bawah badan pesawat. Gambar 5.7 menunjukkan berbagai postur leher pekerja.



Gambar 5.7 Postur leher pekerja (a) tegak; (b) menunduk dengan sudut lebih  $20^{\circ}$ ; (c) menunduk untuk menyesuaikan dengan badan pesawat

## 2. Postur Punggung

Sebagian besar postur punggung yang diamati saat bekerja mendapatkan skor 3 yaitu punggung membungkuk membentuk sudut  $20-60^{\circ}$ . Hal tersebut disebabkan pekerja di departemen metal forming bertugas untuk membentuk logam dengan detil-detil khusus sehingga pekerja membungkuk untuk mendekatkan pandangan dengan objek yang sedang dikerjakan. Pekerja di departemen assembling banyak menghadapi area kerja yang terbatas, misalnya saat bekerja di bagian bawah pesawat, sehingga harus membungkukkan punggung saat bekerja. Contoh postur punggung pekerja terdapat dalam Gambar 5.8.



Gambar 5.8 Postur punggung pekerja (a) tegak; (b) membungkuk dengan sudut  $20-60^{\circ}$ ; (c) membungkuk dengan sudut lebih dari  $60^{\circ}$

## 3. Postur Kaki

Sebanyak 65 pekerja (60%) yang diamati bekerja dengan bertumpu pada kedua kaki yang tegak sehingga mendapatkan skor 1. Pekerja yang bertumpu pada sebelah kaki yang ditekuk sebanyak 27 orang dan mendapatkan skor 2. Yang lainnya bekerja pada sebelah atau kedua kaki yang ditekuk membentuk sudut lebih dari  $30^{\circ}$  sehingga mendapatkan skor 3 dan 4. Gambar 5.9. menunjukkan contoh postur kaki saat bekerja.



Gambar 5.9 Postur kaki pekerja (a) kedua kaki tegak; (b) kaki ditekuk; (c) berjongkok.

Pekerja di departemen assembling lebih banyak yang bekerja dengan kaki yang ditekuk atau bahkan berjongkok di area kerja yang terbatas karena menyesuaikan dengan kontur pesawat yang sedang dikerjakan.

#### 4. Postur Lengan Atas

Terdapat 45 orang yang bekerja dengan postur lengan atas netral atau membentuk sudut kurang dari  $20^\circ$  dan mendapatkan skor 1. Sebanyak 26 pekerja mendapatkan skor 2 karena bekerja dengan posisi lengan atas membentuk sudut antara  $20-45^\circ$ . Pekerja lainnya mendapatkan skor 3 dan 4 yaitu masing-masing sebanyak 34 dan 5 orang. Banyaknya postur pekerja yang mendapatkan skor lebih dari 1, terutama di departemen assembling karena posisi bagian pesawat yang harus dikerjakan lebih tinggi dari pinggang membuat pekerja harus mengangkat lengan bagian atas dengan sudut lebih dari  $20^\circ$ . Contoh postur lengan pekerja dapat dilihat pada Gambar 5.10.



Gambar 5.10 Postur lengan atas (a) netral; (b) membentuk sudut  $20-45^\circ$ ; (c) membentuk sudut  $45-90^\circ$ ; (d) membentuk sudut  $> 90^\circ$

## 5. Postur Lengan Bawah

Sebanyak 48 orang yang diamati bekerja dengan posisi lengan bawah netral atau membentuk sudut  $60^{\circ}$ - $100^{\circ}$  sehingga mendapatkan skor 1. Pekerja lainnya sebanyak 62 orang mendapatkan skor 2 karena posisi lengan bawah saat bekerja membentuk sudut kurang dari  $60^{\circ}$  atau lebih dari  $100^{\circ}$ . Contoh postur lengan bawah saat bekerja terdapat dalam Gambar 5.11.



(a)



(b)

Gambar 5.11 Postur lengan bawah (a) netral; (b) membentuk sudut  $> 100^{\circ}$

## 6. Postur Pergelangan Tangan

Sebagian besar pekerja, yaitu 86 orang, bekerja dengan posisi pergelangan tangan netral dan mendapatkan skor 1 sedangkan 24 orang lainnya membengkokkan pergelangan tangan saat bekerja sehingga mendapatkan skor 2 dan 3. Hal ini disebabkan pekerja menyesuaikan dengan bentuk alat yang dipegang dan posisi objek yang dikerjakan. Contoh postur pergelangan tangan dapat dilihat pada Gambar 5.12.



(a)



(b)

Gambar 5.12 Postur pergelangan tangan (a) netral; (b) pergelangan tangan dibengkokkan  $> 15^{\circ}$

## 7. Skor Beban Kerja, Genggaman, dan Aktivitas

Beban kerja atau alat yang harus diangkat oleh pekerja di departemen metal forming dan assembling tidak lebih dari 5 kg sehingga skor untuk beban kerja adalah nol. Sebagian besar pekerja di departemen metal forming mendapatkan tambahan skor aktivitas + 2 karena postur tubuh yang statis bersamaan dengan melakukan gerakan repetitif. Di departemen assembling, sebagian besar pekerja mendapatkan tambahan skor tambahan +1 karena postur tubuh yang statis atau berada pada posisi yang tidak stabil.

Dengan penilaian menggunakan metode REBA, lebih dari separuh (60%) pekerja yang diamati memiliki risiko ergonomis sedang, 26,4% memiliki risiko ergonomis rendah, 12,7% memiliki risiko ergonomis tinggi, dan 0,9% memiliki risiko ergonomis sangat tinggi. Rincian jumlah pekerja untuk masing-masing kategori risiko dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Tingkat Risiko Pekerja Berdasarkan REBA

Divisi Kerja	Tingkat Risiko				Tingkat Risiko Rata-Rata	Nilai p
	Rendah (2-3)	Sedang (4-7)	Tinggi (8-10)	Sangat Tinggi (11+)		
Metal forming	15	34	6	0	4,84	0.467
Assembling	12	34	8	1	5	

Untuk melihat apakah ada hubungan antara tingkat risiko ergonomis dengan departemen tempat kerja, maka dilakukan analisis statistik dengan chi square seperti dijabarkan pada Lampiran 3.

Dari uji statistik didapatkan nilai p sebesar 0,467 ( $p > 0,05$ ) yang berarti tidak terdapat hubungan antara departemen tempat kerja dengan tingkat risiko ergonomis yang ditimbulkan. Skor rata-rata untuk department metal forming adalah 4,83 sedangkan untuk departemen assembling adalah 5. Kedua departemen menimbulkan tingkat risiko ergonomis yang sama pada pekerjanya, yaitu risiko kategori sedang yang berarti memerlukan upaya perbaikan untuk mengurangi tingkat risikonya.

### 5.2.2 Metode OWAS

Penilaian tingkat risiko ergonomis dengan metode OWAS dilakukan pada bagian punggung, lengan, kaki, dan beban yang diangkat. Hasil penilaian risiko ergonomis di departemen metal forming dan assembling dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Hasil Penilaian Risiko Ergonomis dengan Metode OWAS

Departemen	<i>Action Level</i>				Tingkat Risiko Rata-Rata	Nilai p
	Tidak ada masalah (1)	Berbahaya (2)	Berbahaya, perbaikan segera (3)	Sangat berbahaya (4)		
Metal forming	14	37	2	2	1,85	0,151
Assembling	12	32	9	2	2,02	

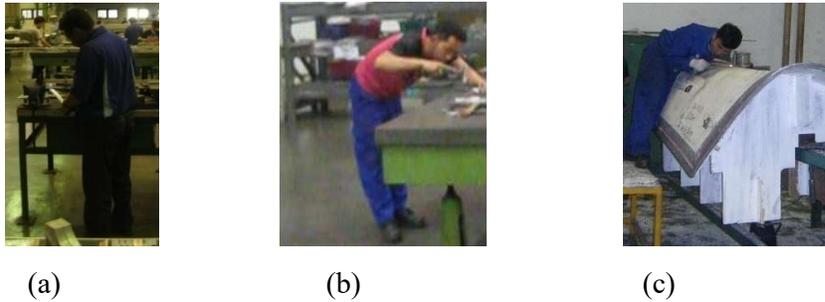
Berdasarkan metode OWAS, terdapat 26 pekerja dari kedua departemen yang posturnya saat bekerja mendapatkan kategori 1 yang berarti tidak menimbulkan risiko sehingga tidak ada perbaikan yang perlu dilakukan. Sebanyak 69 pekerja mendapatkan kategori 2 yang berarti postur kerja berbahaya pada sistem musculoskeletal dan mungkin perlu dilakukan perbaikan pada waktu yang akan datang. Pekerja yang mendapatkan kategori 3 dan 4 masing-masing sebanyak 11 dan 4 orang. Kategori 3 berarti postur kerja berbahaya dan perlu perbaikan sesegera mungkin sedangkan kategori 4 berarti postur kerja sangat berbahaya dan perlu perbaikan sekarang juga.

Cara penilaian risiko ergonomis dengan metode OWAS untuk masing-masing pekerja dapat dilihat pada Lampiran 2. Penjelasan untuk hasil penilaian dengan metode OWAS adalah sebagai berikut:

#### 1. Punggung

Kode OWAS bagian punggung untuk 29 orang pekerja adalah 1 karena saat bekerja posisi punggung dalam keadaan tegak. Sebagian besar pekerja (69 orang) mendapatkan kode 2 karena posisi punggung bungkuk saat bekerja sedangkan 18 orang pekerja lainnya mendapatkan kode 4 karena punggung

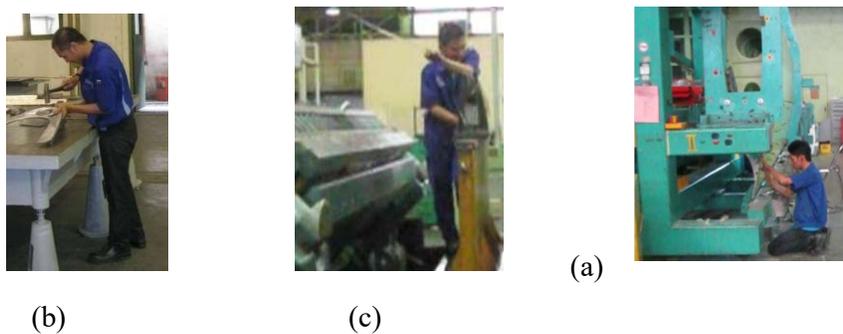
membungkuk dan dibengkokkan saat bekerja. Gambar 5.13 menunjukkan berbagai postur punggung berikut dengan kode OWAS.



Gambar 5.13 Penilaian pada punggung (a) Kode OWAS 1; (b) Kode OWAS 2; (c) Kode OWAS 4

## 2. Lengan

Postur lengan sebagian besar pekerja (76 orang) mendapatkan kode OWAS 1 karena posisi kedua lengan saat bekerja berada di bawah bahu. Posisi salah satu lengan dari 22 pekerja berada di atas bahu sehingga diberi kode 2 sedangkan 12 pekerja lainnya bekerja dengan posisi kedua lengan di atas bahu sehingga diberi kode 3. Contoh penilaian pada posisi lengan ditunjukkan pada Gambar 5.14.



Gambar 5.14 Penilaian pada lengan (a) Kode OWAS 1; (b) Kode OWAS 2; (c) Kode OWAS 3

### 3. Kaki

Sebanyak 14 orang bekerja dengan posisi duduk sehingga mendapatkan kode OWAS 1. Sebagian besar pekerja (63 orang) bekerja dengan posisi berdiri dan bertumpu pada kedua kaki yang lurus sehingga diberi kode 2. Sebanyak 16 orang bekerja dengan posisi berdiri dan bertumpu hanya pada salah satu kaki yang lurus sehingga diberi kode 3. Sebanyak 15 orang bekerja dengan posisi berjongkok dan diberi kode 4 sedangkan 2 orang lainnya mendapatkan kode 6 karena bekerja dengan posisi berlutut. Gambar 5.15 menunjukkan kode OWAS untuk berbagai posisi kaki saat bekerja.



Gambar 5.15 Penilaian pada kaki (a) Kode OWAS 1; (b) Kode OWAS 2; (c) Kode OWAS 3; (d) kode OWAS 4; (e) kode OWAS 6

### 4. Beban

Seluruh pekerja di kedua departemen mendapatkan kode 1 karena beban yang harus ditangani selama bekerja kurang dari 10 kg.

Untuk melihat apakah ada hubungan antara kategori OWAS dengan departemen kerja maka dilakukan uji statistik menggunakan chi square yang diuraikan dalam Lampiran 3. Berdasarkan uji statistik, didapatkan nilai p sebesar 0.151 ( $p > 0.05$ ) berarti departemen tempat bekerja tidak berhubungan dengan kategori risiko OWAS yang ditimbulkan. Departemen metal forming dan assembling sama-sama menimbulkan risiko dengan kategori 2, atau berbahaya bagi sistem muskuloskeletal dan perlu dipertimbangkan upaya perbaikan.

### 5.2.3 Metode QEC

Penilaian dengan metode QEC memiliki perbedaan dengan REBA dan OWAS karena tingkat risiko dijabarkan untuk masing-masing bagian, yaitu punggung, bahu, tangan dan leher. Keempat bagian tubuh tersebut dapat memiliki tingkat risiko yang berbeda. Dengan menggunakan metode QEC, hasil penilaian tingkat paparan risiko ergonomis diuraikan pada tabel 5.5.

Tabel 5.4 Tingkat Paparan Risiko Berdasarkan Metode QEC.

Tingkat Paparan	Punggung		Bahu		Tangan		Leher	
	MF	ASB	MF	ASB	MF	ASB	MF	ASB
<b>Rendah</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Sedang</b>	22	19	55	55	50	50	0	0
<b>Tinggi</b>	31	33	0	0	5	5	14	23
<b>Sangat tinggi</b>	2	3	0	0	0	0	41	32

Ket.: MF: Metal Forming, ASB: Assembling

Berdasarkan penilaian dengan metode QEC, tingkat paparan risiko ergonomis terhadap bagian punggung sebagian besar pekerja (64 orang) berkategori tinggi, sedangkan paparan pada bahu dan tangan berkategori sedang, dan paparan pada leher sebagian besar pekerja (74 orang) berkategori sangat tinggi.

Penilaian tingkat paparan risiko ergonomis dengan metode QEC untuk masing-masing pekerja dijabarkan dalam Lampiran 2. Penjelasan untuk hasil penilaian dengan QEC adalah sebagai berikut:

#### 1. Punggung

Tingkat paparan pada punggung sebagian besar pekerja di departemen metal forming dan assembling adalah tinggi dan tidak ada pekerja yang tingkat paparannya dikategorikan rendah. Tingkat paparan yang tinggi ini disebabkan tugas yang dikerjakan membuat pekerja membungkukkan punggung agar lebih dekat dengan objek yang dikerjakan.

## 2. Bahu

Tingkat paparan pada bahu seluruh pekerja dikategorikan sedang. Berat beban yang harus diangkat tidak lebih dari 5 kg dan letak objek yang dikerjakan umumnya tidak lebih tinggi dari bahu.

## 3. Tangan

Tingkat paparan pada tangan sebagian besar pekerja dikategorikan sedang. Hal ini disebabkan terdapat pekerja yang melakukan gerakan repetitif, waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pekerjaan tersebut lebih dari 4 jam per hari, dan tenaga yang dikeluarkan tidak lebih dari 4 kg.

## 4. Leher

Tingkat paparan pada leher termasuk kategori tinggi dan sangat tinggi. Hal ini disebabkan sebagian besar pekerja menundukkan leher untuk mendekatkan pandangan ke objek yang sedang dikerjakan dan waktu yang diperlukan untuk mengerjakan tugas tersebut lebih dari 4 jam sehari.

Analisis statistik dengan chi square dilakukan untuk mengetahui apakah ada hubungan antara tingkat paparan pada masing-masing bagian tubuh dengan departemen tempat bekerja. Tidak dilakukan analisis statistik paparan pada bahu dan tangan karena tidak terdapat perbedaan tingkat risiko antara pekerja departemen metal forming dan assembling.

Tabel 5.5 Tingkat Paparan Pada Punggung

Departemen	Tingkat Paparan			Nilai p
	Sedang (16-22)	Tinggi (23-29)	Sangat Tinggi (29-40)	
<b>Metal forming</b>	22	31	2	0,693
<b>Assembling</b>	19	33	3	

Tabel 5.6 Tingkat Paparan pada Leher

Departemen	Tingkat Paparan		Nilai p
	Tinggi (12-14)	Sangat Tinggi (16-18)	
Metal forming	14	41	0,106
Assembling	23	32	

Berdasarkan analisis statistik, didapatkan nilai p untuk tingkat paparan pada bahu sebesar 0,693 ( $p > 0.05$ ) dan untuk tingkat paparan pada leher sebesar 0,106 ( $p > 0.05$ ). Dengan demikian tidak terdapat hubungan antara departemen tempat kerja dengan tingkat paparan pada bahu dan leher. Pekerjaan pada kedua departemen tersebut menimbulkan tingkat risiko ergonomis yang sama pada bahu dan leher.

### 5.3 Perbandingan Metode Analisis Risiko Ergonomis

Ketiga metode yang digunakan di atas telah digunakan secara luas untuk menilai risiko ergonomis. Hasil penilaiannya berupa skor yang kemudian diterjemahkan ke dalam kategori risiko. Metode OWAS membagi kategori risiko ke dalam 4 bagian yaitu tidak berbahaya, berbahaya, berbahaya dan perlu segera diperbaiki, dan sangat berbahaya. Metode REBA membagi kategori risiko ke dalam 5 bagian yaitu tidak berbahaya, risiko rendah, risiko sedang, risiko tinggi, dan risiko sangat tinggi.

Berbeda dengan OWAS dan REBA, hasil penilaian akhir dengan QEC berupa tingkat paparan pada masing-masing anggota tubuh yaitu punggung, bahu, tangan, dan leher. Setiap anggota tubuh tersebut masing-masing diberi skor yang kemudian diterjemahkan ke dalam beberapa kategori yaitu risiko rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Bila dilakukan perbandingan hasil akhir penilaian dengan OWAS dan REBA maka diperoleh hasil sebagaimana Tabel 5.7. Untuk membandingkan kedua metode, tingkat risiko dibagi menjadi 4 kategori yaitu tidak berbahaya, risiko rendah, risiko sedang, risiko tinggi dan sangat tinggi.

Tabel 5.7 Perbandingan Hasil Penilaian OWAS dan REBA.

Tingkat Risiko	Jumlah Pekerja Terpapar	
	OWAS	REBA
Tidak berbahaya	26	0
Risiko rendah	69	29
Risiko sedang	11	66
Risiko tinggi dan sangat tinggi	4	15

Berdasarkan penilaian dengan OWAS, terdapat 26 pekerja dikategorikan memiliki postur kerja yang tidak berbahaya dan tidak perlu ada tindakan perbaikan sedangkan berdasarkan metode REBA tidak ada pekerja yang postur saat bekerjanya dikategorikan tidak berbahaya. Skor penilaian terendah dengan REBA termasuk kategori risiko rendah, yaitu sebanyak 29 orang.

OWAS tidak memasukan posisi leher dan pergelangan tangan dalam penilaian tingkat risiko ergonomi. Penilaian pada postur punggung juga tidak mempertimbangkan besarnya sudut yang dibentuk saat membungkuk. Metode OWAS lebih sederhana penggunaannya dan dapat digunakan secara luas tetapi sensitivitasnya rendah dan kurang detail (Highnett, 1994).

Berdasarkan penilaian OWAS, sebagian besar postur kerja dikategorikan memiliki risiko rendah dan hanya ada 11 pekerja yang dikategorikan memiliki postur kerja dengan risiko sedang. Berbeda dengan hasil penilaian dengan metode REBA yang menggolongkan sebagian besar postur pekeja ke dalam risiko sedang sehingga perlu dilakukan upaya perbaikan dalam waktu dekat.

Pekerja dengan kategori risiko tinggi dan sangat tinggi berdasarkan metode OWAS hanya ada 4 orang sedangkan berdasarkan metode REBA ada 15 orang. Untuk kategori risiko tinggi dan sangat tinggi, upaya perbaikan perlu dilakukan secepatnya.

Berdasarkan hasil penilaian tersebut terlihat bahwa metode OWAS lebih banyak mengkategorikan postur kerja ke dalam level tidak berisiko dan risiko rendah. Dengan hasil penilaian tersebut upaya perbaikan tidak mendesak sedangkan berdasarkan metode REBA perlu dilakukan banyak perbaikan dalam waktu dekat pada postur pekerja karena hasil penilaian menunjukkan sebagian besar pekerja memiliki risiko sedang. Terlihat bahwa metode OWAS cenderung

untuk memberikan penilaian dengan risiko lebih rendah. Hasil penelitian yang telah dilakukan Kee dan Karwowski (2007) juga menunjukkan hasil yang sama, yaitu metode OWAS cenderung untuk memberikan penilaian dengan tingkat risiko lebih rendah dibandingkan REBA.

#### **5.4 Faktor Risiko Ergonomi**

Faktor risiko ergonomi yang terdapat pada pekerjaan di departemen metal forming dan assembling adalah postur statis, gerakan repetitif, leher yang menunduk, punggung yang bungkuk, dan pergelangan tangan yang dibengkokkan.

##### **1. Postur statis**

Pekerja departemen metal forming dan assembling sama-sama memiliki risiko postur statis selama bekerja. Jumlah pekerja yang terpapar postur statis di departemen metal forming lebih banyak daripada di departemen assembling. Hampir seluruh pekerja metal forming bekerja dengan postur statis berdiri dalam waktu lama ketika membentuk logam. Pekerja assembling bekerja dengan postur statis berdiri atau duduk ketika memasang komponen pesawat.

##### **2. Gerakan repetitif**

Pekerja departemen metal forming lebih banyak yang melakukan gerakan repetitif yaitu ketika membentuk logam secara manual dengan menggunakan palu.

Pekerjaan repetitif yang dilakukan di departemen assembling tidak banyak, antara lain adalah saat menggunakan rivet atau bor.

##### **3. Leher menunduk**

Pekerja di departemen metal forming dan assembling terpapar pada risiko ergonomis pada leher karena bekerja dengan posisi leher menunduk. Hal tersebut dilakukan untuk mendekatkan jarak pandang dengan objek yang dikerjakan atau menyesuaikan dengan kontur bagian pesawat yang sedang dirakit. Berdasarkan hasil pengamatan, jumlah pekerja dengan posisi leher menunduk di departemen metal forming lebih banyak daripada di departemen assembling.

4. Punggung membungkuk

Pekerja di kedua departemen terpapar pada risiko ergonomis pada bagian punggung karena melakukan pekerjaannya dalam posisi membungkuk. Hal ini dilakukan untuk mendekatkan jangkauan dengan objek yang sedang dikerjakan.

5. Pergelangan tangan dibengkokkan

Risiko ergonomis pada pergelangan tangan tidak setinggi empat risiko yang sudah dijelaskan sebelumnya. Pekerja di departemen assembling lebih banyak yang membengkokkan pergelangan tangan seperti saat memegang alat, seperti bor atau rivet.

Berdasarkan pengamatan pada 110 orang pekerja di departemen metal forming dan assembling, distribusi faktor risiko pada masing-masing departemen dijelaskan pada Tabel 5.8. Analisis statistik dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan faktor risiko yang terpapar pada pekerja departemen metal forming dan assembling.

Tabel 5.8 Faktor Risiko Ergonomis.

Departemen	Faktor risiko					Nilai P
	Postur statis	Leher menunduk	Gerakan repetitif	Punggung bungkuk	Pergelangan tangan bengkok	
<b>Metal forming</b>	46	50	26	42	7	0.01
<b>Assembling</b>	41	39	5	38	12	

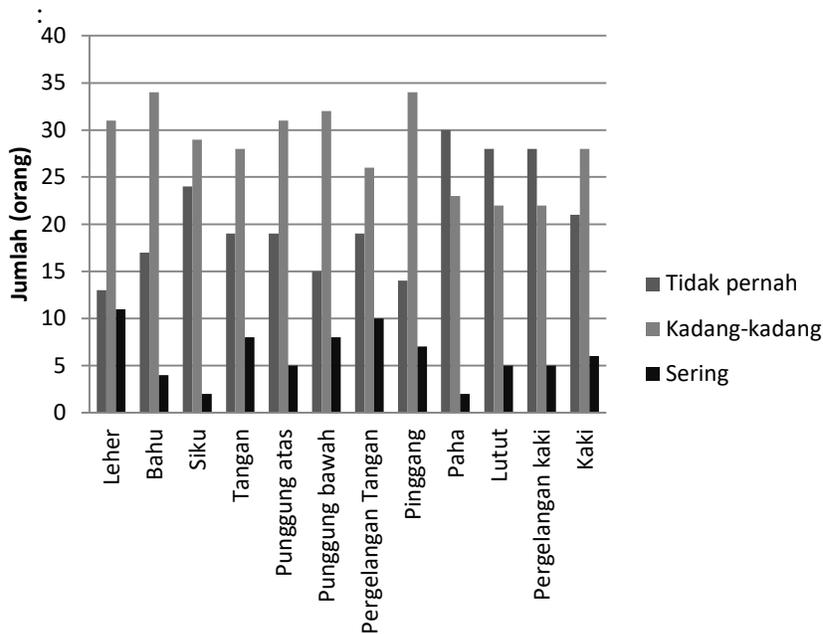
Berdasarkan analisis statistik menggunakan chi square, didapatkan nilai p 0.01 ( $p < 0.01$ ), yang berarti terdapat hubungan antara departemen tempat bekerja dengan faktor risiko ergonomis yang terpapar pada pekerja. Pada Tabel 5.8 juga terlihat bahwa pekerja departemen metal forming lebih banyak yang memiliki postur janggal saat bekerja dibandingkan departemen assembling.

## 5.5 Keluhan Muskuloskeletal

Data mengenai keluhan musculoskeletal didapatkan melalui kuesioner menggunakan *body map* (IAPA, 2007) yang terdiri atas leher, bahu, siku, tangan, punggung atas, punggung bawah, pergelangan tangan, pinggang, paha, lutut, pergelangan kaki, dan kaki. Skala keluhan yang digunakan adalah sering, kadang-kadang, dan jarang. Untuk menganalisis keluhan musculoskeletal, respon keluhan diberi skor, yaitu skor 0 untuk tidak pernah, 1 untuk kadang-kadang, dan 2 untuk sering.

## 5.6 Pekerja Departemen Metal Forming

Hasil yang diperoleh adalah untuk pekerja departemen metal forming dijelaskan dalam Gambar 5.16.



Gambar 5.16 Keluhan Muskuloskeletal Pekerja di Departemen Metal Forming

Pada Gambar 5.16. terlihat bahwa bagian tubuh yang sering dikeluhkan oleh pekerja departemen metal forming adalah leher, pergelangan tangan, tangan, dan punggung bawah sedangkan yang paling sedikit dikeluhkan adalah paha dan

lutut. Hasil penilaian respon keluhan untuk departemen metal forming sebagaimana dijelaskan dalam Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Skor Keluhan Departemen Metal Forming.

Lokasi Keluhan Muskuloskeletal	Jumlah Respon Keluhan (orang)			Skor
	Tidak pernah	Kadang-kadang	Sering	
Leher	13	31	11	53
Bahu	17	34	4	42
Siku	24	29	2	33
Tangan	19	28	8	44
Punggung atas	19	31	5	41
Punggung bawah	15	32	8	48
Pergelangan Tangan	19	26	10	46
Pinggang	14	34	7	48
Paha	30	23	2	27
Lutut	28	22	5	32
Pergelangan kaki	28	22	5	32
Kaki	21	28	6	40

Bagian tubuh memperoleh skor keluhan tertinggi dari pekerja metal forming secara berurutan adalah leher, punggung bawah, pinggang, dan pergelangan tangan. Tingginya keluhan pada leher berhubungan dengan postur leher yang banyak menunduk saat bekerja. Sebagaimana yang terdapat pada Tabel 5.8, sebanyak 50 dari 55 pekerja yang diobservasi bekerja dengan posisi leher menunduk.

Berdasarkan penilaian dengan metode QEC, paparan pada leher sebagian besar pekerja di departemen metal forming termasuk kategori sangat tinggi. Tabel 5.10 menunjukkan pekerja metal forming yang terpapar risiko sangat tinggi lebih banyak jumlahnya daripada pekerja assembling. Pekerja metal forming memiliki kecenderungan 2,1 kali lebih besar daripada pekerja assembling untuk terpapar pada postur leher dengan tingkat risiko sangat tinggi.

Postur statis dan punggung yang membungkuk pada pekerja metal forming dapat menjadi penyebab banyaknya keluhan nyeri pada punggung bawah dan

pinggang. Berdasarkan hasil observasi, sebanyak 84% pekerja metal forming bekerja dengan postur statis dan 76% bekerja dengan posisi punggung membungkuk. Hal ini juga sejalan dengan hasil penilaian dengan metode QEC yang menunjukkan paparan pada bagian punggung sebagian besar pekerja termasuk kategori tinggi. Gerakan repetitif saat membentuk logam secara manual dengan palu dapat menyebabkan keluhan nyeri pada pergelangan tangan.

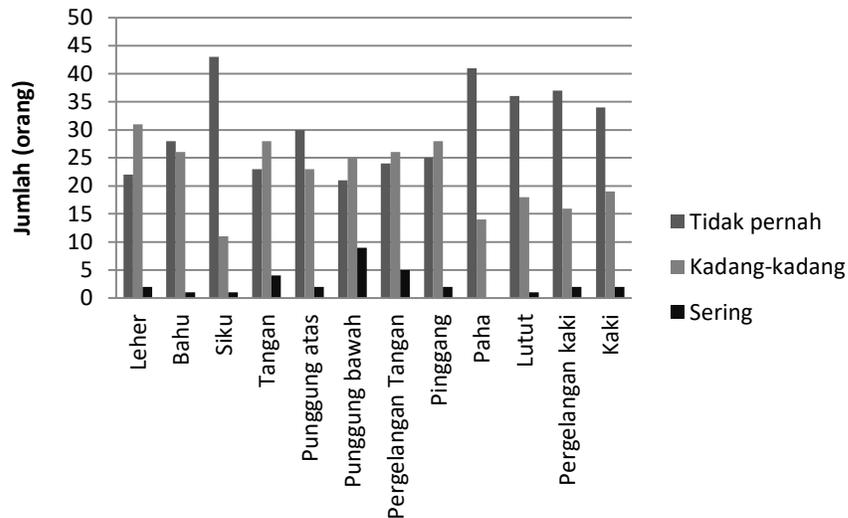
Tabel. 5.10 Perbandingan Paparan Risiko Pada Leher Berdasarkan QEC

Segmen Tubuh	Departemen	Jumlah Pekerja Terpapar		OR
		Risiko Sangat Tinggi	Risiko Tinggi	
Leher	MF	41	14	2,10
	ASB	32	23	

Menurut NIOSH (1997) sebagaimana diuraikan dalam Tabel 2.1, terdapat hubungan yang sangat erat antara postur statis dalam waktu lama, postur kerja janggal yang ekstrim dengan meningkatnya risiko gangguan musculoskeletal pada leher dan bahu. Dari 12 penelitian yang dikumpulkan oleh NIOSH secara konsisten menunjukkan asosiasi yang kuat antara timbulnya *tension neck syndrome* dengan postur kerja yang statis. Penelitian yang dikumpulkan NIOSH (1997) juga menunjukkan adanya keterkaitan antara postur kerja yang janggal dengan cedera pada punggung dan keterkaitan antara gerakan repetitif dengan cedera pada tangan dan pergelangan tangan.

### 5.5.1. Pekerja Departemen Assembling

Pada pekerja departemen assembling, sebagaimana terlihat pada Gambar 5.17, bagian tubuh yang mendapat keluhan paling sering adalah punggung bawah pergelangan tangan, tangan, dan leher sedangkan yang paling sedikit mendapat keluhan adalah siku dan paha.



Gambar 5.17 Keluhan Muskuloskeletal Pekerja di Departemen Assembling

Berdasarkan hasil perhitungan skor keluhan, di departemen assembling, bagian tubuh yang paling banyak dikeluhkan pekerja adalah punggung bawah, tangan, pergelangan tangan, dan leher. Hasil perhitungan skor keluhan pekerja departemen assembling terdapat pada Tabel 5.11

Tabel 5.11 Skor Keluhan Departemen Assembling

Lokasi Keluhan Muskuloskeletal	Jumlah Respon Keluhan Nyeri			Skor
	Tidak pernah	Kadang-kadang	Sering	
Leher	13	31	1	35
Bahu	17	34	4	28
Siku	24	29	2	13
Tangan	19	28	8	36
Punggung atas	19	31	5	27
Punggung bawah	15	32	8	43
Pergelangan Tangan	19	26	0	36
Pinggang	14	34	7	32
Paha	30	23	2	14
Lutut	28	22	5	20
Pergelangan kaki	28	22	5	20
Kaki	21	28	6	23

Banyaknya keluhan pada punggung bawah dapat disebabkan posisi punggung yang membungkuk saat bekerja. Berdasarkan penilaian dengan QEC, paparan pada punggung sebagian besar pekerja departemen assembling termasuk kategori tinggi. Pada Tabel 5.12 terlihat jumlah pekerja assembling yang terpapar risiko tinggi pada punggung lebih banyak daripada pekerja metal forming. Pekerja assembling memiliki kecenderungan 1,3 kali lebih besar daripada pekerja metal forming untuk terpapar pada postur punggung dengan tingkat risiko tinggi. Berdasarkan penelitian yang dikumpulkan NIOSH (1997) terdapat keterkaitan antara postur yang janggal dengan timbulnya cedera pada punggung.

Tabel 5.12 Perbandingan Paparan Risiko Pada Punggung Berdasarkan Metode QEC

Segmen Tubuh	Departemen	Jumlah Pekerja Terpapar		OR
		Risiko Tinggi	Risiko Sedang	
Punggung	MF	33	22	0,79
	ASB	36	19	

Pekerja di departemen assembling banyak menggunakan *hand tools* yang memberikan tekanan pada tangan dan pergelangan tangan, misalnya bor dan rivet, sehingga dapat menyebabkan timbulnya keluhan pada kedua bagian tubuh tersebut. Postur pergelangan tangan yang janggal juga dapat menimbulkan keluhan pada pergelangan tangan. Keluhan pada bagian leher pekerja assembling juga termasuk tinggi dan hal ini sejalan dengan hasil penilaian dengan metode QEC yang menunjukkan tingginya paparan risiko pada leher sebagian besar pekerja. Menurut NIOSH (1997) terdapat hubungan antara vibrasi, misalnya yang dihasilkan dari *hand tools*, dan postur tangan yang janggal dengan timbulnya cedera pada tangan dan pergelangan tangan. Postur leher yang janggal juga memiliki keterkaitan sangat kuat dengan cedera pada leher dan bahu.

### 5.5.2. Perbandingan Keluhan Muskuloskeletal

Untuk melihat apakah ada hubungan antara keluhan musculoskeletal dengan departemen tempat kerja, dilakukan uji t tidak berpasangan. Sebelum dilakukan uji t, dilakukan uji normalitas terhadap skor keluhan musculoskeletal seperti terdapat dalam Lampiran 3. berdasarkan hasil uji normalitas, skor keluhan terdistribusi normal sehingga bisa dilakukan uji t. Tabel 5.13 menunjukkan perbandingan skor keluhan musculoskeletal antara departemen metal forming dan assembling.

Tabel 5.103 Perbandingan Keluhan Muskuloskeletal Antara Departemen

Lokasi Muskuloskeletal	Keluhan	Skor keluhan		Nilai p
		Metal Forming	Assembling	
Leher		53	35	0,01
Bahu		42	28	
Siku		33	13	
Tangan		44	36	
Punggung atas		41	27	
Punggung bawah		48	43	
Pergelangan Tangan		46	36	
Pinggang		48	32	
Paha		27	14	
Lutut		32	20	
Pergelangan kaki		32	20	
Kaki		40	23	

Berdasarkan hasil uji t diperoleh nilai p 0.01 ( $p < 0.05$ ) berarti terdapat perbedaan keluhan musculoskeletal antara 2 departemen. Keluhan musculoskeletal dirasakan pada bagian tubuh yang berbeda dengan intensitas yang berbeda pula. Pada Tabel 5.13 juga terlihat bahwa skor keluhan musculoskeletal pekerja departemen metal forming lebih tinggi daripada departemen assembling. Lebih tingginya keluhan musculoskeletal tersebut dapat disebabkan pekerja departemen metal forming lebih banyak yang bekerja dengan postur janggal dibandingkan pekerja departemen assembling sebagaimana hasil yang ditunjukkan pada Tabel 5.8.

## 5.7 Faktor Risiko Individual

Faktor risiko individual yang akan dibahas hubungannya dengan keluhan musculoskeletal adalah umur, masa kerja, dan jam kerja. Hasil analisis untuk masing-masing faktor tersebut adalah sebagaimana dijelaskan di bawah ini.

### 1. Umur

Analisis statistik dengan uji t dilakukan untuk melihat hubungan antara umur pekerja dengan keluhan musculoskeletal. Pekerja dibagi ke dalam dua kategori umur yaitu di bawah 30 tahun dan di atas 30 tahun. Hasil yang didapatkan adalah sebagaimana dijelaskan dalam Tabel 5.14.

Tabel 5.114 Perbandingan Keluhan Antar Kategori Umur

Umur	Jumlah	Skor Keluhan Rata-rata per orang	Nilai p
< 30 tahun	89	7.81	0.027
≥ 30 tahun	21	5.19	

Berdasarkan hasil analisis statistik dengan uji t independen, didapatkan nilai p 0.027 ( $p < 0.05$ ) berarti terdapat perbedaan keluhan antara pekerja berusia kurang dari 30 tahun dan pekerja berusia lebih dari 30 tahun. Pekerja berusia kurang dari 30 tahun memberikan respon keluhan yang lebih banyak daripada pekerja berusia lebih dari 30 tahun.

Pada umumnya keluhan musculoskeletal dimulai pada usia 30 tahun dan meningkat pada usia 40 tahun ke atas. Sebagian besar orang merasakan keluhan nyeri punggung yang pertama pada usia 35 tahun (Guo dkk., 1995 dalam NIOSH, 1997). Sebagian besar penelitian menunjukkan adanya hubungan antara umur dan masa kerja dengan keluhan musculoskeletal. Meskipun demikian, ada pula penelitian yang menunjukkan tidak terdapat hubungan antara ketiga hal tersebut. Salah satunya adalah penelitian oleh Torell, Sanden, dan Jarvholm (1988) pada pekerja galangan kapal yang menunjukkan tidak adanya hubungan antara umur dengan keluhan musculoskeletal. Pada pekerja tersebut timbulnya keluhan lebih dipengaruhi oleh beban kerja.

Pada penelitian ini, lebih sedikitnya keluhan muskuloskeletal yang dirasakan oleh pekerja berusia di atas 30 tahun dapat disebabkan karena pekerja berusia di atas 30 tahun lebih berpengalaman mengatur ritme kerja, mengetahui cara menggunakan peralatan dengan benar, dan memiliki pengetahuan lebih baik mengenai tugas yang dikerjakan. Sebelum tahun 1998 ketika terjadinya krisis moneter, seluruh operator mendapatkan training lebih dari 1 tahun sebelum bekerja agar memiliki pengetahuan yang cukup mengenai tugas yang akan dikerjakan, misalnya operator di departemen metal forming mengetahui cara penggunaan alat-alat untuk membentuk logam menjadi bagian dari komponen yang dibutuhkan.

## 2. Masa kerja

Untuk melihat hubungan antara masa kerja dengan keluhan musculoskeletal maka dilakukan uji anova. Masa kerja dibagi menjadi 4 kategori yaitu kurang dari 1 tahun, 1 sampai 5 tahun, 5 sampai 10 tahun, dan lebih dari 10 tahun. Tabel 5.15 memperlihatkan perbandingan keluhan musculoskeletal berdasarkan kategori masa kerja. Untuk melihat hubungan antara masa kerja dengan keluhan musculoskeletal dilakukan uji Anova.

Tabel 5.125 Perbandingan Keluhan Antar Kategori Masa Kerja

<b>Masa Kerja</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Skor Keluhan Rata-rata per orang</b>	<b>Nilai p</b>
<b>&lt; 1 tahun</b>	27	6.48	0.178
<b>1-5 tahun</b>	50	8.2	
<b>5-10 tahun</b>	21	7.52	
<b>&gt;10 tahun</b>	12	5.08	

Berdasarkan hasil analisis statistik dengan uji anova, didapatkan nilai p 0.178 ( $p > 0.05$ ) berarti tidak terdapat perbedaan keluhan antara pekerja dengan berbagai masa kerja. Pada Tabel 5.16 terlihat tingkat keluhan rata-rata pekerja dengan pengalaman kerja lebih dari 10 tahun lebih sedikit dari tingkat keluhan rata-rata pekerja dengan pengalaman kurang dari 10 tahun.

Umumnya paparan dalam waktu lama meningkatkan risiko timbulnya keluhan pada leher dan tubuh bagian atas tetapi ada juga penelitian yang menunjukkan hasil berbeda (Häkkinen dkk., 2001). Penelitian pada pekerja perakitan trailer oleh Häkkinen dkk. (2001) menunjukkan keluhan nyeri dan hari tidak masuk kerja akibat gangguan musculoskeletal lebih tinggi jumlahnya pada pekerja baru daripada pekerja berpengalaman. Hal tersebut berhubungan dengan belum terbiasanya pekerja baru dengan tugas yang harus dikerjakan. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Malchaire dkk. (1996) menunjukkan pekerja yang berpengalaman mengeluarkan tenaga lebih sedikit untuk pekerjaan yang dilakukan secara manual. Hal tersebut berhubungan dengan tingkat keahlian yang lebih tinggi dari pekerja yang berpengalaman.

Hasil penelitian di PT DI ini juga menunjukkan pekerja dengan masa kerja lebih dari 10 tahun memiliki keluhan muskuloskeletal rata-rata lebih sedikit dibandingkan dengan pekerja dengan pengalaman kurang dari 10 tahun. Sama dengan faktor umur, sedikitnya keluhan musculoskeletal yang dirasakan disebabkan pekerja yang berpengalaman memiliki keahlian yang lebih tinggi daripada pekerja baru.

### 3. Jam Kerja

Jam kerja dibagi ke dalam kategori tidak lembur yaitu bekerja 8 jam sehari/40 jam seminggu dan lembur yaitu bekerja lebih dari 8 jam sehari atau 40 jam seminggu. Umumnya jam kerja lebih dari 8 jam sehari atau 40 jam seminggu dapat memberikan beban lebih besar pada sistem musculoskeletal. Perbandingan keluhan berdasarkan jam kerja dijelaskan dalam Tabel 5.16.

Tabel 5.1613 Perbandingan Keluhan Antar Kategori Jam Kerja.

<b>Jam Kerja</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Skor Keluhan Rata-rata per orang</b>	<b>Nilai p</b>
<b>Tidak lembur</b>	38	8.03	0.268
<b>Lembur</b>	72	6.93	

Berdasarkan hasil analisis statistik dengan uji t independen diperoleh nilai  $p = 0.268$  ( $p > 0.05$ ). Dengan demikian, tidak terdapat perbedaan keluhan antara pekerja yang lembur ataupun tidak. Umumnya pekerja secara psikologis merasa senang jika ada lembur karena berhubungan dengan peningkatan pendapatan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Hendra dan Suwandi Rahardjo (2009) mengenai risiko ergonomi dan keluhan MSD pada pekerja panen kelapa sawit ditemukan bahwa lembur tidak berpengaruh terhadap keluhan MSD. Penelitian lainnya oleh Allen dkk. (2007) pada pekerja industri manufaktur menunjukkan tidak terdapat hubungan antara bekerja lembur sampai dengan 60 jam per minggu dengan cedera pada sistem muskuloskeletal. Pekerja yang bekerja lebih dari 60 jam per minggu lebih berisiko untuk menderita cedera muskuloskeletal tetapi hal tersebut lebih dipengaruhi oleh kondisi kesehatan awal pekerja (Allen dkk., 2007).

Pada penelitian ini jumlah jam lembur pekerja berkisar antara 1 sampai 20 jam per minggu. Data jam lembur setiap responden selengkapnya terdapat pada Lampiran 1. Lembur tidak rutin dilakukan oleh pekerja tetapi berdasarkan permintaan dari supervisor untuk menyelesaikan target produksi. Karena rata-rata jam lembur pekerja kurang dari 60 jam per minggu dan lembur tidak dilakukan secara rutin setiap hari, maka keluhan muskuloskeletal yang timbul tidak berbeda secara nyata antara pekerja yang lembur dan tidak.

## **5.8 Rekomendasi Perbaikan**

Berdasarkan hasil penilaian risiko ergonomis dengan 3 metode diketahui bahwa perlu dilakukan upaya perbaikan untuk mencegah terjadinya gangguan akibat akumulasi paparan risiko ergonomis atau *cumulative trauma disorder*. Faktor risiko ergonomis yang dominan pada pekerja di kedua departemen berikut jumlah pekerja yang terpapar untuk setiap kategori risiko dijabarkan dalam Tabel 5.17. Rekomendasi perbaikan terdiri atas perbaikan faktor fisik dan pengontrolan administratif.

Tabel 5.14 Tingkat Risiko Ergonomis dan Faktor Risikonya

Faktor Risiko	Risiko Rendah	Risiko Sedang	Risiko Tinggi & Sangat Tinggi
Postur statis	26	53	8
Gerakan repetitif	9	22	1
Leher menunduk	19	56	14
Punggung membungkuk dengan sudut < 20°	7	17	1
Punggung membungkuk dengan sudut 20-60°	0	34	8
Punggung membungkuk dengan sudut >60°	0	3	4
Pergelangan tangan dibengkokkan	1	16	4

### 5.8.1 Rekomendasi Perbaikan Faktor Fisik

Rekomendasi yang berhubungan dengan faktor fisik disusun berdasarkan tingkat risikonya, yaitu risiko rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Penjelasan rekomendasi perbaikan fisik adalah sebagaimana dijelaskan di bawah ini.

#### - Risiko Rendah

Faktor risiko terbanyak pada pekerja dengan tingkat risiko ergonomi rendah adalah postur statis. Sebanyak 26 dari 27 pekerja berisiko rendah bekerja dengan postur statis. Selain postur statis, faktor risiko lainnya pada pekerja dengan tingkat risiko ergonomi rendah adalah posisi leher yang menunduk dan gerakan repetitif.

Upaya perbaikan yang dapat dilakukan untuk faktor risiko rendah antara lain:

- Diusahakan memperbaiki postur kerja dengan leher tegak.
- Pencahayaan yang baik sehingga objek yang dikerjakan terlihat jelas dan leher tidak perlu menunduk.
- Beristirahat sejenak selama 5 menit atau berganti posisi setiap beberapa jam (The Hartford Loss Control Department, 2002)
- Berolahraga secara teratur

- Risiko Sedang

Sebanyak 56 orang dari 66 pekerja yang terpapar pada faktor risiko ergonomi tingkat sedang bekerja dengan posisi leher menunduk. Faktor risiko tertinggi lainnya adalah postur statis dan punggung yang membungkuk dengan sudut antara 20-60°. Rekomendasi perbaikan untuk pekerja dengan paparan risiko ergonomi sedang antara lain:

- Menjaga postur leher dan punggung tetap tegak saat bekerja
- Beristirahat sejenak setiap jamnya untuk mengurangi tekanan pada leher, punggung, dan pinggang (The Hartford Loss Control Department, 2002)
- Mendekatkan jarak objek yang sedang dikerjakan dengan mata dan pengaturan cahaya yang baik di ruangan kerja
- Menggunakan peralatan dengan teknik yang tepat dan kekuatan yang sesuai terutama untuk pekerjaan hand forming.
- Berolahraga secara teratur

- Risiko Tinggi dan Sangat Tinggi

Faktor risiko yang paling banyak terdapat pada pekerja dengan tingkat risiko tinggi dan sangat tinggi adalah posisi leher yang menunduk, postur statis, dan punggung yang membungkuk dengan sudut antara 20-60°. Upaya perbaikan yang dapat dilakukan adalah:

- Bekerja dengan postur leher dan punggung yang netral saat bekerja. Posisi pinggang yang berputar bersamaan dengan punggung yang membungkuk sebaiknya dihindari. Posisi leher yang berputar dan menunduk bersamaan sebaiknya juga dihindari.
- Tidak mengambil benda sambil membungkuk atau bekerja dengan objek terletak jauh di bawah pinggang.
- Bekerja dengan postur statis dalam posisi berjongkok atau berlutut sebaiknya dihindari.
- Pengaturan jarak objek dan pencahayaan dengan baik sehingga objek yang dikerjakan terlihat jelas dan leher tidak perlu menunduk.

- Beristirahat sejenak (sekitar 5 menit) setiap jamnya. Tujuan istirahat adalah untuk menghentikan sejenak postur statis dan gerakan repetitif serta memberikan waktu pemulihan pada bagian leher, punggung, dan tangan (The Hartford Loss Control Department, 2002).
- Menggunakan peralatan kerja dengan teknik dan kekuatan yang sesuai, pergelangan tangan berada pada posisi netral saat memegang alat.
- Olahraga secara teratur.

### **5.8.2 Pengontrolan Administratif**

Upaya pengontrolan administratif melalui program ergonomi juga perlu dilakukan untuk mengurangi risiko ergonomis pada pekerja. Pengontrolan administratif dapat dilakukan antara lain dengan cara:

- Sosialisasi mengenai pentingnya memperhatikan aspek ergonomis saat bekerja. Sosialisasi dapat dilakukan melalui pelatihan atau penyuluhan secara berkala.
- Evaluasi risiko ergonomis secara berkala. Dapat dilakukan menggunakan berbagai metode seperti REBA, OWAS, ataupun QEC. Setelah dilakukan upaya perbaikan, perlu dilakukan evaluasi ulang untuk menilai efektivitas upaya perbaikan. Untuk evaluasi awal bisa digunakan metode OWAS karena lebih sederhana dan mudah digunakan sedangkan untuk program evaluasi lanjutan dapat digunakan metode yang lebih detail seperti REBA dan QEC.
- Pemeriksaan kesehatan secara rutin dengan mempertimbangkan keluhan musculoskeletal.
- Pelatihan untuk meningkatkan keterampilan teknik yang spesifik untuk pekerjaan metal forming dan assembling, terutama bagi pekerja dengan pengalaman kurang dari 5 tahun. Tujuannya agar pekerja dapat bekerja dengan cara yang sesuai, menggunakan peralatan dengan tepat, dan menghindari penggunaan tenaga berlebihan saat bekerja.

- Pelatihan sebelum operator mulai bekerja agar saat bekerja sudah menguasai teknik dengan benar.
- Pengecekan aspek ergonomi dari peralatan yang digunakan.

## BAB VI

### KESIMPULAN

#### 6.1 Kesimpulan

- Aktivitas yang dilakukan di industri manufaktur pesawat yaitu di departemen metal forming dan assembling, menimbulkan risiko ergonomis pada pekerjaannya. Berdasarkan hasil penilaian dengan metode OWAS dan REBA tidak terdapat perbedaan tingkat risiko ergonomis pada departemen metal forming dan assembling. Kedua departemen menimbulkan tingkat risiko rata-rata dengan kategori sedang yang berarti diperlukan upaya perbaikan untuk mengurangi tingkat risikonya.
- Melalui penilaian dengan QEC diketahui bahwa pekerja di departemen metal forming dan assembling terpapar risiko ergonomis kategori tinggi pada bagian punggung, sangat tinggi pada bagian leher, sedangkan pada bagian bahu dan tangan termasuk kategori sedang. Upaya perbaikan perlu dilakukan terutama untuk mencegah terjadinya cedera pada bagian punggung dan leher.
- Faktor risiko ergonomi yang terdapat di departemen metal forming dan assembling antara lain postur tubuh yang statis, posisi leher yang banyak menunduk, punggung yang membungkuk, gerakan repetitif, dan pergelangan tangan yang dibengkokkan. Pada kedua departemen terdapat perbedaan faktor risiko ergonomis yang terpapar pada pekerja. Pekerja departemen metal forming lebih banyak yang bekerja dengan postur janggal dibandingkan pekerja departemen assembling.
- Keluhan muskuloskeletal pekerja di departemen metal forming paling banyak dirasakan pada bagian leher, punggung atas, pinggang, dan pergelangan tangan. Hal tersebut dapat dipengaruhi posisi leher yang banyak menunduk saat bekerja, punggung yang membungkuk, postur tubuh yang statis, dan gerakan tangan yang repetitif saat membentuk logam secara manual.

- Di departemen assembling bagian yang paling banyak dikeluhkan adalah punggung bawah, tangan, pergelangan tangan, dan leher. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh posisi punggung yang membungkuk, penggunaan *hand tools*, dan leher yang menunduk saat bekerja.
- Keluhan musculoskeletal pekerja departemen metal forming lebih banyak dibandingkan pekerja departemen assembling. Hal ini berhubungan dengan paparan faktor ergonomi fisik yang lebih tinggi pada pekerja departemen metal forming.
- Pada penelitian ini terdapat hubungan antara faktor umur dengan keluhan muskuloskeletal. Pekerja yang berusia di atas 30 tahun memberikan respon keluhan nyeri yang lebih sedikit daripada pekerja di bawah 30 tahun. Hal tersebut dapat disebabkan karena pekerja berusia di atas 30 tahun lebih berpengalaman mengatur ritme kerja, mengetahui cara menggunakan peralatan dengan benar, dan memiliki pengetahuan lebih baik mengenai tugas yang dikerjakan.
- Pada penelitian ini faktor masa kerja dan lembur tidak berhubungan dengan keluhan muskuloskeletal. Dari hasil pengolahan data kuesioner pekerja dengan masa kerja di atas 10 tahun memberikan respon keluhan nyeri paling sedikit. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh tingkat keahlian yang lebih tinggi dari pekerja yang berpengalaman lebih dari 10 tahun. Keluhan musculoskeletal pekerja yang lembur tidak berbeda secara nyata dengan pekerja yang tidak lembur. Hal tersebut dapat disebabkan karena lembur tidak dilakukan secara rutin dan tidak lebih dari 60 jam per minggu.
- Faktor risiko ergonomi yang bersifat fisik lebih berpengaruh terhadap timbulnya keluhan muskuloskeletal daripada faktor risiko individual.
- Untuk mencegah terjadinya CTD perlu dilakukan upaya perbaikan baik pada aspek fisik maupun administratif. Untuk aspek fisik, pekerja diupayakan menjaga postur netral selama bekerja terutama pada bagian punggung dan leher, beristirahat sebentar (*micro break*) setiap 1 jam untuk mengurangi tekanan pada otot, dan berolahraga secara teratur. Upaya perbaikan administratif dapat dilakukan dengan sosialisasi pada pekerja

mengenai pentingnya memperhatikan aspek ergonomis saat bekerja, melakukan evaluasi risiko ergonomi secara berkala, dan pemeriksaan kesehatan dengan memperhatikan keluhan muskuloskeletal.

## **6.2 Saran**

Saran untuk penelitian berikutnya yaitu:

1. Dilakukan evaluasi risiko ergonomi kembali setelah dilakukan intervensi untuk menurunkan tingkat risiko ergonomi saat ini sehingga bisa diketahui efektivitas tindakan korektif tersebut.
2. Dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai faktor psikososial yang mempengaruhi timbulnya keluhan muskuloskeletal.
3. Aplikasi program ergonomi partisipatif yang melibatkan pekerja, supervisor, departemen K3LH (Kesehatan, Keselamatan Kerja, dan Lingkungan Hidup), dan manajemen.
4. Kajian lanjutan untuk desain tempat kerja yang lebih ergonomis bagi pekerja di kedua departemen.