

**ANALISIS RISIKO *MUSCULOSKELETAL DISORDERS* (MSDs)
PADA PEKERJA LAS TITIK DENGAN METODE *QUICK
EXPOSURE CHECKLIST* (QEC)**

**SKRIPSI
TEKNIK INDUSTRI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**SITI BADRIYAH SHUFIYAH
NIM. 135060701111092**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2018**

**ANALISIS RISIKO *MUSCULOSKELETAL DISORDERS* (MSDs)
PADA PEKERJA LAS TITIK DENGAN METODE *QUICK
EXPOSURE CHECKLIST* (QEC)**

**SKRIPSI
TEKNIK INDUSTRI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**SITI BADRIYAH SHUFIYAH
NIM. 135060701111092**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2018**

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 10 Januari 2017

Mahasiswa



Siti Badriyah Shufiyah
NIM. 135060701111092

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, ucap syukur dipanjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Analisis Musculoskeletal Disorders (MSDs) Pada Pekerja Las Titik Dengan Metode Quick Exposure Checklist (QEC)**” dengan baik dan tepat waktu.

Skripsi ini disusun sebagai bagian dari proses memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S-1) pada Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. Setelah melewati berbagai tahapan, skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan, semangat, motivasi, dan dorongan dari berbagai pihak. Penulis sepatutnya menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kekuatan dan kesabaran tanpa henti dari awal penulis memasuki dunia perkuliahan sampai dengan penulis dapat menyelesaikan skripsi.
2. Bapak Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya yang telah memberikan motivasi, serta bimbingan selama penulis menempuh studi dan memberikan kesempatan sejak awal penentuan topik skripsi hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan banyak ilmu yang telah dibagi kepada penulis.
3. Ibu Lely Riawati, ST., MT. dan Bapak Endra Yuafanedi Arifianto, ST. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan masukan, serta motivasi selama penulis menempuh studi di Teknik Industri Universitas Brawijaya, dan memberikan kesempatan sejak awal penentuan topik skripsi hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan banyak ilmu yang telah dibagi kepada penulis.
4. Bapak Sugiono, ST., MT., Ph.D. sebagai Dosen Pembimbing atas kesabaran dalam membimbing penulis, memberikan arahan, masukan, motivasi, serta ilmu yang sangat berharga bagi penulis hingga terselesaikannya skripsi ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen, serta karyawan Jurusan Teknik Industri yang telah membagi ilmu akademik maupun non-akademik dan berbagai pengalaman hidup selama dalam dunia perkuliahan.
6. Orang tua tersayang, Ayah Zainal Arifin dan Ibu Luluk Fathiyah yang telah memberikan dukungan berupa fisik dan materi, doa yang tidak pernah putus, kesabaran, serta kasih sayang sehingga penulis dapat terus termotivasi untuk menyelesaikan skripsi.

7. Kakek dan nenek tersayang, Yai Hilmi Basyaiban dan Mak aji Luthfiah yang selalu memberi dukungan fisik maupun materi, doa yang tak pernah berhenti, dan kasih sayang sehingga penulis dapat terus termotivasi dalam menyelesaikan skripsi.
8. Bapak Didik, Bapak Bambang, dan Mbak Yuni sebagai pembimbing lapangan yang sangat baik dan sabar selama penulis melakukan observasi langsung di CV. Jayadi.
9. Adik-adik tersayang, Nafis dan Mia, yang memberikan dukungan berupa motivasi untuk segera menyelesaikan studi kepada penulis.
10. Alfita Rista Diana, Hernanda Feoshinta, Etania Desy sebagai sahabat sejak awal perkuliahan hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi. Sebagai orang yang selalu memotivasi, menemani, memberi semangat lahir batin dan membantu dalam pengerjaan skripsi dan menemani saat penulis mengerjakan skripsi.
11. Keluarga KWU 2013 yang selalu memotivasi dan menemani penulis saat suka dan duka selama penulis menjalani perkuliahan di Malang.
12. Penghuni Kos 29 Atas, Mbak Gik, Novi, Nanda, Denys, Mbak Tria, Nila, Uli, Puput, Lidia dan Mbak Eka sebagai sahabat yang menemani dan memberi semangat selama penulis mengerjakan skripsi.
13. Seluruh keluarga angkatan 2013 Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya atas kebersamaan, semangat, doa, dan kerjasama selama ini.
14. Mbak us yang selama ini membantu, memotivasi, memberikan saran dan menemani penulis dari pengerjaan awal skripsi sampai akhir skripsi.
15. Seluruh pihak untuk bantuannya yang tidak dapat disebut satu-persatu dan yang sangat berperan dalam penyusunan skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa skripsi ini mungkin belum sempurna karena keterbatasan ilmu dari penulis dan kendala-kendala yang terjadi selama pengerjaan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran untuk penyempurnaan tulisan di waktu yang akan datang. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan untuk penelitian dan pengembangan yang lebih lanjut.

Malang, 4 Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
RINGKASAN	xi
SUMMARY	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	5
1.3 Rumusan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
1.6 Batasan Penelitian.....	6
1.7 Asumsi.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Ergonomi.....	8
2.3 <i>Musculoskeletal Disorders</i> (MSDs).....	9
2.4 <i>Nordic Body Map</i> (NBM).....	9
2.5 <i>Quick Exposure Checklist</i> (QEC).....	10
2.5.1 <i>Assessment Pengamat</i>	11
2.5.2 <i>Assessment Pekerja</i>	14
2.5.3 <i>Exposure Score dan Exposure Level</i>	17
2.6 Antropometri.....	20
III METODE PENELITIAN	23
3.1 Jenis Penelitian.....	23
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	23
3.3 Langkah-langkah Penelitian.....	23
3.3.1 Tahap Pendahuluan.....	23
3.3.2 Tahap Pengumpulan Data.....	24
3.3.3 Tahap Pengolahan Data.....	25

3.3.4 Tahap Analisis dan Pembahasan	26
3.3.5 Tahap Kesimpulan dan Saran	26
3.4 Diagram Alir Penelitian	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Gambaran Umum CV. Jayadi	29
4.1.1 Profil CV. Jayadi, Sidoarjo	29
4.1.2 Struktur Organisasi	30
4.1.3 Proses Produksi Perusahaan	31
4.1.4 Produk yang Dihasilkan Perusahaan	33
4.2 Pengumpulan Data	34
4.3 Pengolahan Data	34
4.3.1 Identifikasi Risiko MSDs dengan Metode QEC	34
4.3.1.1 <i>Assessment</i> Pengamat	34
4.3.1.2 <i>Assessment</i> Pekerja	37
4.3.1.3 <i>Final Assessment</i>	38
4.4 Analisis Hasil Identifikasi Risiko MSDs	42
4.5 Rekomendasi Perbaikan.....	45
4.6 Perhitungan Ulang Nilai QEC Setelah Perbaikan.....	52
BAB V PENUTUP	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penelitian Terdahulu	8
Tabel 2.2	Faktor Punggung pada <i>Assessment</i> Pengamat	11
Tabel 2.3	Faktor Bahu atau Lengan pada <i>Assessment</i> Pengamat	12
Tabel 2.4	Faktor Pergelangan Tangan atau Tangan pada <i>Assessment</i> Pengamat.....	13
Tabel 2.5	Faktor Leher pada <i>Assessment</i> Pengamat	14
Tabel 2.6	Faktor Beban Maksimum pada <i>Assessment</i> Pekerja.....	15
Tabel 2.7	Faktor Waktu pada <i>Assessment</i> Pekerja	15
Tabel 2.8	Faktor Tingkat Gaya atau Kekuatan Maksimum pada <i>Assessment</i> Pekerja.....	15
Tabel 2.9	Faktor Permintaan Visual pada <i>Assessment</i> Pekerja	16
Tabel 2.10	Faktor Mengemudi pada <i>Assessment</i> Pekerja.....	16
Tabel 2.11	Faktor Getaran pada <i>Assessment</i> Pekerja	16
Tabel 2.12	Faktor Tempo Kerja pada <i>Assessment</i> Pekerja.....	17
Tabel 2.13	Faktor Tekanan pada <i>Assessment</i> Pekerja	17
Tabel 2.14	Lembar Penilaian <i>Exposure Score</i>	17
Tabel 2.15	Klasifikasi Penilaian <i>Exposure Level</i>	19
Tabel 2.16	Kategori <i>Action Level</i> QEC	19
Tabel 2.17	Keterangan Dimensi Tubuh Manusia	21
Tabel 4.1	Rekap Hasil Kuesioner <i>Assessment</i> Pengamat	36
Tabel 4.2	Rekap Hasil Kuesioner <i>Assessment</i> Pekerja.....	38
Tabel 4.3	Hasil Akhir <i>Exposure Score</i> dan <i>Exposure Level</i> QEC.....	41
Tabel 4.4	Data Antropometri Indonesia	46
Tabel 4.5	Dimensi Perbaikan Stasiun Kerja Las Titik.....	47
Tabel 4.6	Perlengkapan Alat Pelindung Diri	51
Tabel 4.7	Hasil Akhir <i>Exposure Score</i> dan <i>Exposure Level</i> QEC Setelah Pebaikan	55
Tabel 4.8	Perbandingan <i>Exposure Score</i> dan <i>Exposure Level</i> QEC	55

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Proses pembuatan knalpot kendaraan roda dua	2
Gambar 1.2	Postur tubuh pekerja las titik.....	2
Gambar 1.3	Rekap hasil rata-rata kuisisioner <i>Nordic Body Map</i> operator stasiun kerja las titik	3
Gambar 2.1	Kuesioner <i>Nordic Body Map</i> (NBM).....	10
Gambar 2.2	Contoh penilaian QEC pekerja	10
Gambar 2.3	Contoh postur punggung (a) membungkuk sedang (b) membungkuk (c) membengkok (d) memutar	12
Gambar 2.4	Contoh postur tangan (a) C1 (b) C2 (c) C3.....	13
Gambar 2.5	Contoh pergelangan tangan membengkok atau menekuk	13
Gambar 2.6	Contoh leher membungkuk.....	14
Gambar 2.7	Dimensi tubuh manusia.....	21
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian	27
Gambar 4.1	Struktur organisasi CV. Jayadi	30
Gambar 4.2	Knalpot yamaha <i>vixion new</i>	33
Gambar 4.3	Knalpot yamaha R15.....	33
Gambar 4.4	Knalpot Kawasaki Ninja 250 FI	33
Gambar 4.5	Postur tubuh pekerja las titik.....	35
Gambar 4.6	Postur tangan dan pergelangan tangan pekerja las titik.....	36
Gambar 4.7	Rancangan kerja stasiun kerja las titik.....	47
Gambar 4.8	Desain kursi pekerja las titik.....	48
Gambar 4.9	Desain meja kerja las titik.....	49
Gambar 4.10	Desain alat bantu penyangga benda kerja.....	49
Gambar 4.11	Desain penyangga alat las	50
Gambar 4.12	Peletakan fasilitas kerja stasiun kerja las titik.....	50
Gambar 4.13	Implementasi perbaikan dengan menggunakan peraga	51

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Kuisisioner <i>Nordic Body Map</i> (NBM)	61
Lampiran 2	Rekap Hasil Rata-rata Kuisisioner <i>Nordic Body Map</i> (NBM)	62
Lampiran 3	Kuisisioner <i>Quick Exposure Checklist</i> (QEC).....	64
Lampiran 4	Kuisisioner <i>Quick Exposure Checklist</i> (QEC) Terjemah.....	65

Halaman ini sengaja dikosongkan

RINGKASAN

Siti Badriyah Shufiyah, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Januari 2018, *Analisis Risiko Musculoskeletal Disorders (MSDs) Pada Pekerja Las Titik Dengan Metode Quick Exposure Checklist (QEC)*, Dosen Pembimbing: Sugiono

Musculoskeletal Disorders (MSDs) merupakan gangguan fungsional yang menyebabkan adanya keluhan pada sendi, ligament, dan tendon akibat dari otot yang menerima beban statis dalam waktu lama. MSDs dapat terjadi karena beberapa faktor salah satunya adalah postur kerja yang tidak normal. CV. Jayadi merupakan industri kecil yang bergerak dalam bidang produksi knalpot kendaraan roda dua. Pada proses produksi di CV. Jayadi terdapat keluhan rasa sakit yang dirasakan oleh pekerja, terutama pada stasiun kerja las titik. Dimana postur tubuh pekerja las titik dalam keadaan punggung membungkuk dan postur leher yang menekuk dengan sudut lebih dari 20°. Perbaikan stasiun kerja perlu dilakukan untuk mengurangi terjadinya risiko cedera *Musculoskeletal Disorders* (MSDs).

Dalam penelitian ini digunakan metode *Quick Exposure Checklist* (QEC). *Quick Exposure Checklist* (QEC) merupakan metode kuesioner yang digunakan untuk memberikan paparan risiko yang sesuai dengan postur kerja operator, dengan menilai 5 faktor risiko yaitu punggung, bahu/ lengan, pergelangan tangan/ tangan, leher dan faktor lain seperti mengemudi, getaran, tempo kerja serta tekanan. Data yang diperoleh dalam penelitian adalah berdasarkan hasil observasi secara langsung dan wawancara dengan pihak terkait di perusahaan.

Berdasarkan analisis identifikasi risiko MSDs dengan menggunakan metode QEC diketahui bahwa nilai *action level* pada pekerja las titik adalah 67% sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut dan perlu dilakukan perubahan. Pada *final assessment* dimana yang menunjukkan nilai risiko terbesar adalah faktor leher yang tergolong dalam *exposure level* sangat tinggi dengan nilai 18, faktor punggung yang tergolong dalam *exposure level* tinggi dengan nilai 26, faktor bahu/ lengan tergolong dalam *exposure level* sedang, begitu juga dengan faktor pergelangan tangan/ tangan, tempo kerja dan tekanan dengan skor masing-masing adalah 30, 26, 4 dan 4. Untuk faktor mengemudi dan getaran tergolong dalam *exposure level* rendah dengan skor 1. Perbaikan yang dilakukan berdasarkan hasil analisis dengan metode QEC untuk mengurangi skor pada faktor punggung dan leher agar pekerja tidak membungkuk baik punggung maupun leher pada saat bekerja dilakukan perancangan ulang desain stasiun kerja dengan memberikan desain meja dan kursi kerja serta alat bantu berupa penyangga objek kerja dan alat las. Selain itu perbaikan yang dilakukan berupa saran yang diberikan kepada perusahaan terkait waktu kerja pekerja pada stasiun kerja las titik, pembuatan dan penerapan SOP dan penggunaan APD yang lengkap. Perbaikan lingkungan kerja dilakukandengan menambahkan ventilasi udara dan lampu penerangan. Hasil dari nilai *action level* mengalami penurunan setelah dilakukannya perbaikan yaitu menjadi 41% dengan penurunan pada faktor punggung dan leher tergolong dalam *exposure level* sedang dan faktor bahu/ lengan, pergelangan tangan/ tangan, tempo kerja dan tekanan turun menjadi *exposure level* rendah, serta faktor mengemudi dan getaran yang tetap pada *exposure level* rendah.

Kata Kunci: Antropometri, Ergonomi, *Musculoskeletal Disorders* (MSDs), *Quick Exposure Checklist* (QEC)

Halaman ini sengaja dikosongkan

SUMMARY

Siti Badriyah Shufiyah, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Brawijaya, January 2018, Risk Analysis of Musculoskeletal Disorders (MSDs) At Point Welding Workers Using Quick Exposure Checklist Method (QEC), Academic Supervisor: Sugiono

Musculoskeletal Disorders (MSDs) is a functional disorder that causes disorders of joints, ligaments, and tendons resulting from muscles that receive static loads for a long time. MSDs can occur due to several factors, one of which is an abnormal work posture. CV. Jayadi is a small industry focus in production of two-wheeled vehicle muffler. In production process of CV. Jayadi, there are complaints of pain that felt by workers, especially the work station of point welding. the condition of the welding point worker posture's back is bend and the neck posture is bend for more than 20 angles. Work station improvements should be made to reduce the risk of Musculoskeletal Disorders injury (MSDs).

This research was using Quick Exposure Checklist (QEC) method. Quick Exposure Checklist (QEC) is a questionnaire method which is used to provide risk exposure in accordance with the operator's work posture, assessing 5 risk factors of back, shoulder / arm, wrist / hand, neck and other factors such as driving, vibration, and pressure. The data obtained for this research is based on the results of direct observation and interviews with related parties in the company.

Based on the risk identification analysis of MSDs using the QEC method, it is known that the value of action level at the point welding worker is 67%, that further research is required and changes are needed to be made. The final assessment shows that the greatest risk value is the neck factor which is classified in very high exposure rate with the score is 18, back factor is classified in high level exposure with the score is 26, shoulder/ arm factor is classified as medium exposure, as well as wrist factor hand/ hand, work tempo and pressure which the scores of each are 30, 26, 4 and 4. The driving and vibration factors belong to low level exposure with score 1. Improvements are made based on the results of analysis with QEC method to reduce the score on back and neck factors so that workers will not bend either back or neck at the time of work is done redesigning work station design by giving design of work table and chair also tool of buffer work object and welding tool. Besides repair done in form of suggestion given to company related to working time of worker at welding work station , make and applying of SOPs, the use of complete PPE. Improvement of work environment by adding air vents and lighting lamps. The result of this research the score of action level value is decreased into 41% and the back and the neck factor are decreased into moderate exposure. Shoulder/ arm factor, wrist/ hand, work tempo and downward pressure are decreased into low level exposure. The driving factor and vibrations are still remain at low exposure levels .

Keywords: Anthropometry, Ergonomics, Musculoskeletal Disorders (MSDs), Quick Exposure Checklist (QEC)

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan tentang latar belakang penelitian, identifikasi permasalahan penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan asumsi penelitian agar penelitian dapat dilaksanakan lebih fokus.

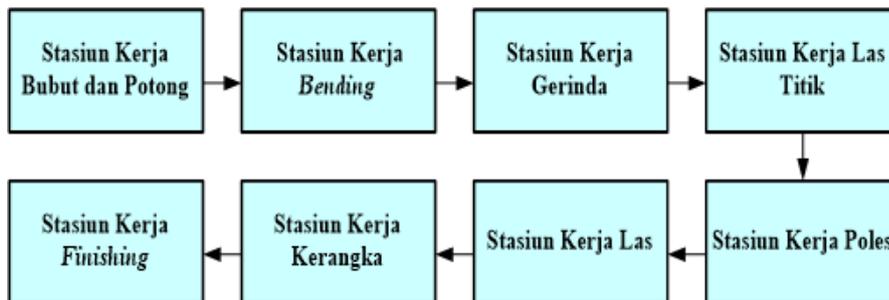
1.1 Latar Belakang

Sumber daya manusia merupakan kunci bagi suatu perusahaan yang berhubungan erat dengan tingkat produktivitas. Sumber daya manusia atau tenaga manusia masih banyak digunakan dalam dunia industri terlebih pada industri kecil, karena masih terdapat banyak aktivitas kerja yang dikerjakan dengan manual dan semi otomatis. Selain sifat pekerjaan yang dikerjakan dengan cara manual dan semi otomatis, industri kecil cenderung memiliki pekerjaan dengan pergerakan yang berulang secara terus menerus dan postur tubuh yang tidak baik. Industri kecil terkadang kurang memperhatikan lingkungan atau kondisi kerja tempat dimana operator bekerja, hal ini dapat mempengaruhi produktivitas dari operator.

Sifat pekerjaan seperti di atas jika dilakukan dengan postur tubuh serta tata cara kerja yang tidak dirancang dengan baik dan kurang memperhatikan faktor kenyamanan dapat menyebabkan pekerja merasa kelelahan dengan cepat yang berakibat pada munculnya keluhan rasa sakit pada bagian tubuh, bahkan cedera pada anggota tubuh. Salah satu dampak yang dirasakan pekerja adalah rasa sakit, nyeri dan cedera pada sistem otot rangka atau sering disebut dengan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs). Menurut Sutopo (2009) *Musculoskeletal Disorders* merupakan gangguan fungsional yang menyebabkan adanya keluhan pada sendi, ligamen dan tendon akibat dari otot yang menerima beban statis secara berulang dan dalam waktu yang lama. *Musculoskeletal Disorders* dapat terjadi karena beberapa faktor risiko yaitu postur kerja tidak normal, adanya pembebanan statis pada otot, beban kerja tinggi dan pekerjaan berulang.

CV. Jayadi merupakan industri menengah ke atas yang bergerak pada bidang pembuatan knalpot kendaraan roda dua. CV. Jayadi bertempat di Dusun Pandean, Sidoarjo. Jumlah produksi knalpot dalam satu minggu adalah sebanyak 500 buah knalpot, merek knalpot dari CV. Jayadi yang menjadi unggulan adalah knalpot kendaraan Kawasaki dan Yamaha. Jumlah pekerja yang terdapat pada CV. Jayadi sebanyak 30 orang yang bekerja pada 8 stasiun kerja dengan 10 pekerja pada stasiun kerja buut dan potong, 3 pekerja pada

stasiun kerja kerangka, 7 pekerja pada stasiun kerja las titik dan masing-masing sebanyak 2 pekerja pada stasiun kerja *bending*, gerinda, poles, las dan *finishing*. Alur produksi knalpot kendaraan roda dua pada CV. Jayadi dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Proses produksi pembuatan knalpot kendaraan roda dua

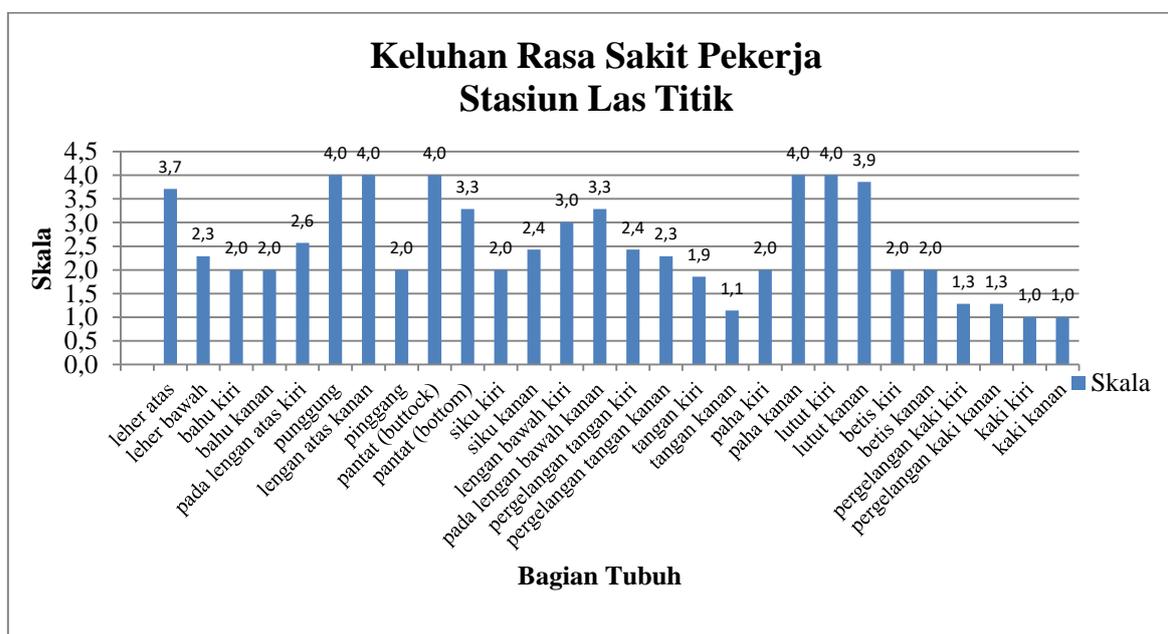
CV. Jayadi beroperasi mulai hari senin sampai sabtu dengan jam kerja mulai dari pukul 08.00 sampai dengan 16.00 WIB, dengan waktu istirahat selama 1 jam yaitu pada pukul 12.00 sampai 13.00 WIB.

Pada tahap awal identifikasi kuesioner *Nordic Body Map* diberikan kepada seluruh pekerja di CV. Jayadi untuk mengetahui tingkat paparan keluhan rasa sakit yang dirasakan oleh pekerja. Berdasarkan hasil rata-rata kuesioner *Nordic Body Map* dapat diketahui bahwa pada stasiun kerja las titik memiliki paparan keluhan rasa sakit yang tinggi yaitu mencapai skala 3 yaang menunjukkan adanya rasa sakit pada beberapa bagian tubuh dan skala 4 yang menunjukkan rasa sangat sakit pada beberapa bagian tubuh. Pada stasiun kerja las titik berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara langsung, pembuatan knalpot merupakan proses produksi yang setiap aktivitasnya dilakukan secara berulang, dengan posisi kerja yang tidak ergonomis dengan beban yang statis serta membungkuk dengan waktu kerja selama 7 jam, dimana pekerja melakukan pekerjaannya dengan posisi punggung membungkuk dan duduk bersila. Posisi kerja tersebut menjadi salah satu penyebab munculnya risiko *Musculoskeletal Disorders* (MSDs). Berdasarkan hasil diskusi dengan kepala produksi CV. Jayadi, pada area produksi pembuatan knalpot diketahui belum pernah dilakukan evaluasi ergonomi berkaitan dengan sistem kerja dan lingkungan kerja pada stasiun kerja las titik, bahkan perancangan stasiun kerja tersebut belum memperhatikan prinsip ergonomi. Gambar 1.2 merupakan gambar dari postur tubuh pekerja pada proses pembuatan leher knalpot stasiun kerja las titik CV. Jayadi. Pekerja las titik yang berjumlahkan 7 orang, sudah bekerja minimal selama 2 tahun dan paling lama 7 tahun kerja sehingga hal ini mendorong munculnya keluhan rasa sakit yang dirasakan pekerja pada bagian tubuhnya.



Gambar 1.2 Postur tubuh pekerja las titik

Dari hasil wawancara yang dilakukan dengan pekerja las titik dan hasil kuesioner *Nordic Body Map* (NBM), pekerja banyak mengeluhkan rasa sakit dan kelelahan otot seperti sakit leher, sakit pinggang, sakit punggung, lengan tangan, dan pergelangan tangan. Penilaian dengan menggunakan kuesioner *Nordic Body Map* (NBM) menggunakan skoring 4 skala yaitu tidak sakit, agak sakit, sakit dan sangat sakit pada 28 bagian otot tubuh. Kuesioner dan wawancara dilakukan pada setiap pekerja di stasiun kerja las titik CV. Jayadi. Gambar 1.3 merupakan hasil kuesioner *Nordic Body Map* (NBM) yang menyebutkan keluhan rasa sakit pekerja las titik CV. Jayadi.



Gambar 1.3 Rekap hasil rata-rata kuesioner *Nordic Body Map* (NBM) pada pekerja stasiun las titik

Gambar 1.3 hanya menunjukkan rata-rata skala dengan nilai skala yang diperoleh berdasarkan perhitungan rata-rata dari jumlah responden dikalikan dengan tingkat kesakitan yang dirasakan responden. Rasa sakit pada bagian tubuh seperti kaki kiri dan kanan, tangan kiri dan kanan, pergelangan kaki kiri dan kanan memiliki rata-rata skala 1 dimana hal ini menunjukkan bahwa pekerja tidak memiliki keluhan rasa sakit pada bagian

tubuh tersebut. Keluhan rasa sakit dengan rata-rata skala 2 yang menunjukkan dimana pekerja mengeluhkan sedikit sakit pada bagian tubuh. Sedangkan keluhan rasa sakit dirasakan pekerja pada bagian tubuh seperti leher atas dan bawah, lengan atas kiri dan kanan, punggung, pantat *buttock* dan *bottom*, siku dan lengan bawah kanan, pergelangan tangan serta lutut kaki kanan dan kiri. Keluhan rasa sakit cenderung terletak pada anggota tubuh bagian atas, dibandingkan keluhan rasa sakit pada anggota tubuh bagian bawah seperti kaki, pergelangan kaki, dan betis. Apabila keluhan rasa sakit ini dibiarkan saja tanpa dilakukan perbaikan, risiko MSDs yang akan diderita pekerja tidak hanya pada anggota tubuh bagian atas namun juga berlanjut ke cedera pada anggota tubuh bagian bawah. Identifikasi perlu dilakukan supaya tidak ada dampak negatif berkelanjutan yang terjadi pada pekerja dari CV. Jayadi, agar tidak mempengaruhi produktivitas pekerja dari perusahaan sendiri.

Untuk menganalisa risiko cedera *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) menurut *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) (2000) dapat menggunakan metode seperti *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) yaitu metode yang memberikan perhitungan penilaian beban *musculoskeletal* dari suatu aktivitas kerja yang memiliki risiko penggunaan anggota tubuh bagian atas dan leher digunakan untuk menilai postur tubuh, gaya dan gerakan aktivitas kerja (Stanton, 2005), *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) yaitu metode yang dikembangkan untuk menilai postur kerja dengan menggunakan data postur tubuh, kekuatan yang digunakan, jenis gerakan, repetisi dan kopling dengan skor akhir yang mengindikasikan tingkat risiko dan tindakan yang harus dilakukan (Stanton, 2005), *Baseline Risk Identification Ergonomic Factor* (BRIEF) yaitu metode penilaian postur kerja terhadap faktor-faktor risiko ergonomi dengan menilai tubuh bagian belakang dan leher, lengan dan tangan serta kaki saat duduk maupun berdiri (Arezes, 2016), *Ovako Working Posture Analysis System* (OWAS) yaitu metode yang digunakan mengevaluasi beban sistem *musculoskeletal* dengan menggunakan klasifikasi posisi punggung, lengan dan kaki selama aktivitas kerja dengan penilaian risiko kerja tinggi, menengah atau rendah (Koradecka, 2010), maupun *Quick Exposure Checklist* (QEC) yaitu metode pengukuran beban postur tubuh yang menilai empat area tubuh yang terpapar risiko *musculoskeletal* pada seorang pekerja (*Health and Safety Executive*, 2005).

Quick Exposure Checklist secara tepat dapat memberikan paparan risiko yang sesuai dengan postur pekerja pada stasiun kerja las titik. Penggunaan metode tersebut bertujuan untuk mengetahui risiko *Musculoskeletal Disorders* secara signifikan. Metode *Quick Exposure Checklist* menilai risiko dengan menggunakan 5 faktor risiko yaitu faktor

punggung, pergelangan tangan dan tangan, bahu dan lengan, leher, dan faktor lain seperti mengemudi, getaran, tekanan, serta tempo kerja. Hasil akhir yang diperoleh dari perhitungan *Quick Exposure Checklist* adalah nilai *exposure* dimana angka yang diperoleh tersebut menunjukkan seberapa besar potensi MSDs pada pekerja pembuatan leher knalpot stasiun kerja las titik. Hasil identifikasi dengan metode tersebut menjadi dasar yang kemudian digunakan untuk melakukan upaya perbaikan dengan pendekatan ergonomi yaitu perbaikan rancangan stasiun kerja. Perbaikan dengan pendekatan ergonomi dilakukan agar dapat mengurangi *exposure score* dan *exposure level* yang sudah diperoleh dengan metode *Quick Exposure Checklist* sehingga dapat mengurangi risiko terjadinya *Musculoskeletal Disorders* dan cedera pada bagian tubuh lain pada pekerja stasiun kerja las titik CV. Jayadi.

1.2 Identifikasi Masalah

Permasalahan yang diteliti berdasarkan latar belakang yang ada adalah sebagai berikut.

1. Dari hasil observasi awal diketahui bahwa terdapat keluhan tentang gangguan *Musculoskeletal Disorders*, yaitu merasa sakit pada bagian tubuh seperti punggung, lengan, leher, pantat, pergelangan tangan, tangan dan lutut.
2. Belum ada evaluasi dari CV. Jayadi mengenai sistem kerja yang menyebabkan timbulnya keluhan *Musculoskeletal Disorders* pada pekerja stasiun kerja las titik.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang didapatkan dari permasalahan yang ada pada perusahaan adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana tingkat paparan keluhan yang dirasakan oleh pekerja las titik CV. Jayadi berdasarkan metode *Quick Exposure Checklist*?
2. Bagaimana perbaikan yang dapat dilakukan untuk mengurangi risiko *Musculoskeletal Disorders* pekerja las titik?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi *exposure score* dan *exposure level* pekerja las titik di CV. Jayadi.
2. Memberikan rekomendasi perbaikan yang dapat dilakukan untuk mengurangi risiko *Musculoskeletal Disorders* pekerja las titik di CV. Jayadi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memberikan hasil evaluasi pada CV. Jayadi mengenai sistem kerja yang sedang diterapkan sampai sekarang.
2. Mengurangi risiko *Musculoskeletal Disorders* pada pekerja las titik di CV. Jayadi dengan memperhatikan kondisi kesehatan dan lingkungan kerja.

1.6 Batasan Penelitian

Batasan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian tidak mempertimbangkan faktor biaya.
2. Penelitian tidak dilakukan sampai implementasi rekomendasi perbaikan.

1.7 Asumsi Penelitian

Asumsi dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Sistem kerja yang dilakukan pada perusahaan tidak mengalami perubahan selama penelitian dilakukan.
2. Kondisi fisik pekerja yang menjadi objek pengamatan dianggap sama dan normal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai dasar teori tentang penelitian terdahulu yang telah dilakukan, ergonomi, *Musculoskeletal Disorders*, metode *Quick Exposure Checklist*, dan antropometri.

2.1 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu merupakan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dan akan dijadikan acuan untuk penelitian yang akan dilakukan. Penelitian terdahulu yang digunakan sebagai acuan penelitian ini sebagai berikut.

1. Ilman, Yuniar, Helianty (2013) melakukan penelitian untuk perancangan perbaikan stasiun kerja pada bengkel sepatu di Cibaduyut dengan menggunakan metode QEC. Dalam penelitian diperoleh nilai *action level* yang berada pada range 50%-69% atau masuk pada level pengusulan penelitian lebih lanjut dan perbaikan postur kerja. Nilai dari *exposure score* menunjukkan bahwa *score* pada leher dan punggung memiliki risiko terjadinya cedera sangat tinggi atau berada pada *level score very high*. Perbaikan stasiun kerja dilakukan dengan memberikan solusi perbaikan berupa desain meja dan kursi kerja untuk memperbaiki postur kerja operator bengkel sepatu.
2. Sanjaya, Wahyudi, Soenoko (2013) melakukan penelitian dengan tujuan perbaikan fasilitas kerja pembatik dengan pendekatan ergonomi untuk mengurangi *Musculoskeletal Disorders*. Metode yang digunakan adalah metode QEC. Hasil yang diperoleh dari perhitungan awal *exposure level* adalah 26 untuk punggung, 30 untuk lengan, 16 untuk leher dan 26 untuk pergelangan tangan, perhitungan setelah dilakukan perbaikan fasilitas kerja nilai *exposure level* mengalami penurunan menjadi 22 untuk punggung, lengan dan pergelangan tangan, serta 14 untuk leher. Perbaikan fasilitas kerja yang diberikan adalah perbaikan ukuran kursi dan gawangan, serta penambahan peralatan kerja seperti kursi dan landasan untuk tungku.
3. Malihatn (2015) melakukan penelitian dengan melakukan penilaian postur kerja pada perusahaan karet dengan menggunakan metode REBA dan QEC. Hasil penilaian dengan metode REBA menunjukkan skor tertinggi adalah skor 12 yang terjadi pada aktivitas pemindahan *sheet*, sehingga hal ini termasuk dalam kategori perbaikan saat ini juga. Sedangkan hasil penilaian dengan metode QEC nilai *exposure level* 73%

terjadi pada aktivitas yang sama yaitu pemindahan *sheet* dan *exposure level* 72% pada aktivitas memanggul *sheet*, kedua nilai *exposure level* tersebut tergolong dalam kategori perlu dilakukan perbaikan sekarang juga. Tabel 2.1 menunjukkan perbandingan penelitian terdahulu dan penelitian saat ini meliputi metode yang digunakan, objek, dan hasil yang dicapai.

Tabel 2.1
Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Objek	Metode		Rekomendasi perbaikan
			QEC	REBA	
1.	Ilman, Yuniar, Helianty (2013)	Stasiun kerja sol, jahit dan <i>finishing</i> pada bengkel sepatu Cibaduyut	√		Perancangan kembali stasiun kerja dengan menambahkan kursi dan meja di stasiun kerja
2.	Sanjaya, Wahyudi, Soenoko (2013)	Stasiun kerja pembuatan batik tulis karang Tuban	√		Perancangan kembali stasiun kerja dengan perbaikan ukuran kursi dan gawangan serta penambahan peralatan kerja
3.	Malihatn (2015)	Stasiun kerja sortasi pada perusahaan karet Jember	√	√	-
4	Penelitian ini	Stasiun kerja las titik pada perusahaan knalpot Sidoarjo	√		

2.2 Ergonomi

Ergonomi merupakan istilah yang berasal dari bahasa latin yaitu *Ergon* yang berarti kerja dan *Nomos* yang berarti hukum. Ergonomi menurut *The International Ergonomics Association* (2006) adalah disiplin ilmu yang memperhatikan interaksi antara manusia dengan elemen sistem dalam suatu sistem dan profesi dengan menggunakan teori, prinsip, data serta metode dalam mendesain perancangan dengan tujuan untuk mengoptimalkan kesejahteraan manusia dan kinerja sistem secara keseluruhan.

Menurut Nurmianto (2003) penerapan ergonomi pada umumnya merupakan aktivitas rancang bangun (*design*) maupun racang ulang (*redesign*) di stasiun kerja, seperti pada perangkat keras, misalnya, bangku kerja, kursi, alat kerja, pegangan kerja, alat peraga, pintu, sistem pengendali. Desain pekerjaan pada suatu organisasi, misalnya adalah penentuan jumlah jam istirahat, pemilihan jadwal penggantian waktu kerja, meningkatkan variasi pekerjaan. Meningkatkan faktor keselamatan dan kesehatan kerja, seperti desain suatu sistem kerja untuk mengurangi rasa nyeri dan ngilu pada sistem kerangka dan otot

manusia, desain stasiun kerja untuk alat peraga visual. Hal itu untuk mengurangi ketidaknyamanan visual dan postur kerja, desain suatu perkakas kerja untuk mengurangi kelelahan kerja, desain suatu peletakan instrumen dan sistem pengendalian agar didapat optimasi dalam proses transfer informasi.

2.3 *Musculoskeletal Disorders (MSDs)*

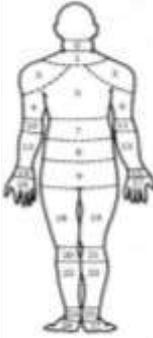
Menurut *World Health Organization* (2003), *Musculoskeletal Disorders (MSDs)* merupakan gangguan yang terjadi akibat seseorang melakukan aktivitas kerja dengan kondisi pekerjaan yang signifikan sehingga mempengaruhi fungsi normal jaringan halus seperti saraf, tendon dan otot. Gejala yang sering dirasakan pada saat seseorang menderita MSDs adalah nyeri punggung yang terjadi pada bagian bawah yaitu pada tulang rusuk dan bagian atas kaki, sedangkan gejala pada atas tubuh seperti sendi dan otot yang kaku, serta pembengkakan pada bagian tertentu. Selain itu gejala yang dialami dapat berupa mati rasa pada bagian tubuh, perubahan warna kulit dan penurunan keringat pada tangan.

Menurut *Institution of Occupational Health and Safety Council of Ontario* (2007) , *Musculoskeletal Disorders (MSDs)* adalah kondisi yang mempengaruhi saraf, tendon, otot dan struktur penunjang, sehingga satu atau lebih jaringan tersebut harus bekerja lebih keras. Beberapa hal yang meningkatkan risiko terjadinya MSDs antara lain, *force*, postur tidak nyaman dan pengulangan pada suatu pekerjaan. Menyediakan tempat kerja yang aman dan sehat bagi pekerja, dapat mengurangi tingkat keparahan MSDs akibat kelelahan fisik dapat dilakukan dengan cara menerapkan prinsip ergonomi pada tempat kerja.

2.4 *Nordic Body Map (NBM)*

Kuesioner *Nordic Body Map (NBM)* banyak digunakan oleh para ahli ergonomi untuk menilai tingkat keparahan gangguan yang terjadi pada sistem muskuloskeletal dengan validitas dan realibilitas yang cukup. Perhitungan skala pada kuesioner NBM memiliki 4 skala skoring dengan nilai yang berbeda. Nilai penilaian yang digunakan dalam kuesioner NBM adalah 1 untuk keluhan tidak sakit, 2 untuk keluhan agak sakit, 3 untuk keluhan sakit dan 4 untuk keluhan sangat sakit yang meliputi 28 bagian otot kedua sisi tubuh baik kanan maupun kiri yang dimulai dari anggota tubuh bagian atas yaitu otot leher sampai dengan otot kaki (Tarwaka, 2010). Data hasil dari pengisian kuesioner NBM adalah berupa estimasi jenis dan tingkat keluhan, kelelahan dan kesakitan pada bagian otot yang dirasakan pekerja.

No	Lokasi	Tingkat Kesakitan				No	Lokasi	Tingkat Kesakitan			
		TS	AS	S	SS			TS	AS	S	SS
0	Sakit/kaku pada leher atas					15	sakit pada pergelangan tangan kanan				
1	Sakit pada leher bawah					16	sakit pada tangan kiri				
2	Sakit pada bahu kiri					17	sakit pada tangan kanan				
3	sakit pada bahu kanan					18	sakit pada paha kiri				
4	sakit pada lengan atas kiri					19	sakit pada paha kanan				
5	sakit pada punggung					20	sakit pada lutut kiri				
6	sakit pada lengan atas kanan					21	sakit pada lutut kanan				
7	sakit pada pinggang					22	sakit pada betis kiri				
8	sakit pada pantat (<i>buttock</i>)					23	sakit pada betis kanan				
9	sakit pada pantat (<i>bottom</i>)					24	sakit pada pergelangan kaki kiri				
10	sakit pada siku kiri					25	sakit pada pergelangan kaki kanan				
11	sakit pada siku kanan					26	sakit pada kaki kiri				
12	sakit pada lengan bawah kiri					27	sakit pada kaki kanan				
13	sakit pada lengan bawah kanan										
14	sakit pada pergelangan tangan kiri										



Gambar 2.1 Kuesioner Nordic Body Map (NBM)

2.5 Quick Exposure Checklist (QEC)

Quick Exposure Checklist (QEC) dikembangkan untuk membantu praktisi kesehatan dan keamanan dalam melakukan penilaian *exposure* dari pekerja terhadap faktor risiko muskuloskeletal (*Health and Safety Executive, 2005*). QEC berfokus pada penilaian dan perubahan *exposure* terhadap faktor risiko utama dari *Musculoskeletal Disorders (MSDs)*. QEC pertama kali muncul pada dokumentasi laporan kerja Divisi *Contract Research Health and Safety Executive*.

Menurut *Health and Safety Executive (2005)*, manfaat dari QEC adalah untuk menilai perubahan *exposure* pada faktor risiko muskuloskeletal sebelum dan sesudah penilaian ergonomi dengan melibatkan pihak pengamat dan pekerja, untuk menghasilkan penilaian dan identifikasi kemungkinan perubahan atau perbaikan, mendorong untuk melakukan perbaikan stasiun kerja. QEC juga bermanfaat dalam meningkatkan kewaspadaan manajer tentang faktor risiko muskuloskeletal yang terdapat di tempat kerja. Terdapat beberapa pertimbangan perubahan stasiun kerja, peralatan, perlengkapan dan metode kerja untuk mengeliminasi atau meminimalisasi *exposure level* pada pekerja dalam penilaian QEC seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Contoh penilaian QEC pekerja
Sumber: *Health and Safety Executive (2005:28)*

2.5.1 Assessment Pengamat

Terdapat 4 faktor dari bagian tubuh yang diamati untuk penilaian dari pengamat, yaitu faktor punggung, bahu atau lengan, pergelangan tangan atau tangan dan leher. Dalam menilai faktor-faktor tersebut, pengamat melakukan pengisian kuesioner dengan memperhatikan pekerja sesuai dengan pertanyaan-pertanyaan yang terdapat dalam *assessment* pengamat pada *Quick Exposure Checklist*.

1. Faktor Punggung

Penilaian postur punggung dilakukan ketika momen dimana punggung terkena beban paling berat, misalnya ketika mengangkat kardus, punggung mengalami beban tertinggi saat punggung pekerja sedikit mengarah ke belakang atau ke depan atau saat membungkuk mengambil beban. Penilaian untuk punggung dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2

Faktor Punggung pada *Assessment* Pekerja

A	Ketika melakukan pekerjaan apakah punggung... (pilih situasi paling buruk)	
A1		Hampir netral
A2		Membengkok atau berputar atau membungkuk dalam situasi sedang
A3		Membengkok atau berputar atau membungkuk dalam situasi berlebihan
B	Pilih <u>hanya satu</u> dari kedua pilihan pekerjaan <u>SALAH SATU</u> Untuk stasiun kerja duduk atau berdiri, apakah punggung tetap dalam posisi statis hampir dalam keseluruhan waktu?	
B1		Tidak
B2		Ya
ATAU		
Untuk pekerjaan pengangkatan, pendorongan/ penarikan dan membawa (misal memindahkan beban), apakah ada pergerakan dari punggung...		
B3		Jarang (sekitar 3 kali per menit atau kurang)?
B4		Sering (sekitar 8 kali per menit)?
B5		Sangat sering (sekitar 12 kali per menit atau lebih)?

Sumber: *Health and Safety Executive* (2005:42)

Untuk tahap A, punggung dapat dikatakan masuk kategori A1 (hampir netral) ketika punggung membengkok atau berputar atau membungkuk dengan sudut kurang dari 20°, punggung dapat dikatakan masuk kategori A2 (dalam situasi sedang) ketika punggung membengkok atau berputar atau membungkuk dengan sudut lebih dari 20° tetapi kurang dari 60°, dan A3 saat punggung membengkok atau berputar atau membungkuk dengan sudut lebih dari 60°. Contoh postur punggung *awkward* ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Contoh postur punggung (a) membungkuk sedang (b) membungkuk, (c) membengkok, (d) berputar

Sumber: *Health and Safety Executive* (2005:33)

Sedangkan untuk tahap B (pergerakan punggung), jika pekerjaan statis pada posisi duduk atau berdiri pilih B1 atau B2 dan hiraukan B3-B5. Jika punggung dalam keadaan statis hampir pada keseluruhan waktu, pilihlan B2. Jika pekerjaan dalam posisi mengangkat, mendorong/ menarik atau membawa, nilailah B3-B5 dan hiraukan B1-B2. Pertanyaan pada tahap ini mengenai seberapa sering pekerja membengkokkan atau memutar punggung ketika bekerja.

2. Faktor Bahu atau Lengan

Penilaian dilakukan berdasarkan posisi tangan ketika lengan atau bahu menerima beban paling berat pada saat bekerja. Penilaian untuk faktor bahu atau lengan dapat dilihat pada Tabel 2.3.

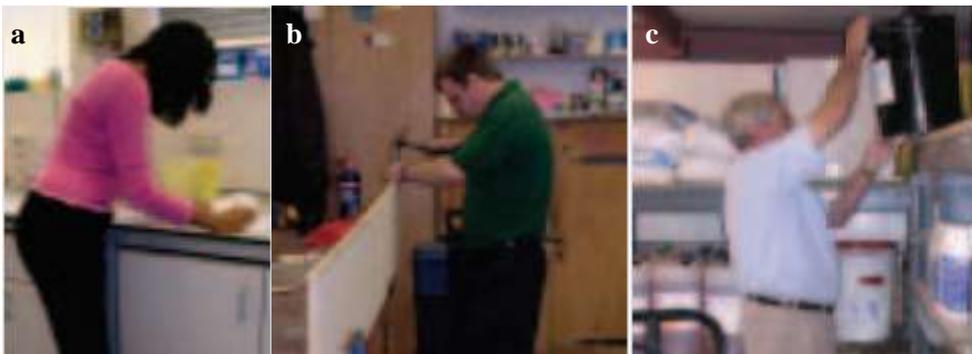
Tabel 2.3

Faktor Bahu atau Lengan pada *Assessment* Pengamat

C	Ketika melakukan pekerjaan, apakah tangan... (pilih situasi paling buruk)	
C1	<input type="checkbox"/>	Pada atau dibawah ketinggian pergelangan tangan?
C2	<input type="checkbox"/>	Pada ketinggian sekitar tinggi dada?
C3	<input type="checkbox"/>	Pada atau diatas ketinggian bahu?
D	Apakah pergelangan bahu/ lengan...	
D1	<input type="checkbox"/>	Jarang (beberapa pergerakan <i>intermitten</i>)?
D2	<input type="checkbox"/>	Sering (pergerakan regular dengan beberapa jeda)?
D3	<input type="checkbox"/>	Sangat sering (hampir bergerak secara terus menerus)?

Sumber: *Health and Safety Executive* (2005:42)

Penilaian tahap C tidak harus terdapat pada waktu yang sama dengan ketika *exposure* punggung dinilai. Misalnya, beban pada bahu mungkin tidak berada pada tingkatan tertinggi ketika pekerja membungkuk untuk mengangkat kardus dari lantai, tetapi mungkin menjadi beban yang paling berat ketika kardus ditempatkan pada tingkatan ketinggian paling tinggi. Contoh postur tangan ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Contoh postur tangan (a) C1, (b) C2, (c) C3
Sumber: *Health and Safety Executive* (2005:34)

3. Faktor Pergelangan tangan atau tangan

Postur ini dinilai saat pekerjaan berada dalam posisi pergelangan tangan paling buruk, dapat diartikan sebagai *flexion/ extension* atau pembengkokkan ke samping (*urnal/ radial deviation*) dari pergelangan tangan. Penilaian untuk faktor pergelangan tangan atau tangan dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4

Faktor Pergelangan Tangan atau Tangan pada *Assessment* Pengamat

E	Apakah pekerjaan dilakukan dengan... (pilih situasi paling buruk)	
E1	<input type="checkbox"/>	Pada keadaan pergelangan tangan hampir lurus?
E2	<input checked="" type="checkbox"/>	Pergelangan tangan membengkok atau menekuk?
F	Apakah pola gerakan yang sama diulangi selama...	
F1	<input type="checkbox"/>	10 kali per menit atau kurang?
F2	<input checked="" type="checkbox"/>	11 sampai 20 kali per menit?
F3	<input type="checkbox"/>	Lebih dari 20 kali per menit?

Sumber: *Health and Safety Executive* (2005:42)

Penilaian tahap E, pergelangan tangan dianggap hampir lurus (E1) jika pergerakan terbatas dengan cakupan sudut kecil (kurang dari 15° dari posisi netral pergelangan tangan). Sebaliknya, jika sudut pergelangan tangan dianggap sedang dalam keadaan membengkok atau menekuk. Contoh postur pergelangan tangan ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Contoh pergelangan tangan membengkok atau menekuk
Sumber: *Health and Safety Executive* (2005:34)

Pada tahap F (pergerakan pergelangan tangan atau tangan), hal ini merujuk pada pergerakan pergelangan tangan atau tangan dan lengan bawah, tidak termasuk gerakan dari jari-jari. Satu gerakan dihitung setiap waktu ketika pola gerakan yang sama mirip diulangi dalam periode waktu tertentu misalkan 1 menit.

4. Faktor Leher

Postur ini dinilai dengan mengamati postur leher saat sedang berada pada keadaan bekerja. Penilaian untuk faktor leher dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5

Faktor Leher Pada *Assessment* Pengamat

G	Ketika melakukan pekerjaan, apakah kepala/ leher membungkuk atau memutar?
G1	Tidak
G2	Ya, kadang-kadang
G3	Ya, terus menerus

Sumber: *Health and Safety Executive* (2005:42)

Penelitian postur leher didefinisikan sebagai membungkuk atau memutar yang berlebihan jika sudut lebih besar dari 20° dari posisi batang tubuh. Jika sudut ini terjadi maka pilihlah G2 atau G3 tergantung pada seberapa sering pekerja membungkuk atau memutar. Jika terjadi sebaliknya, pilihlah G1. Contoh postur leher membungkuk ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Contoh leher membungkuk

Sumber: *Health and Safety Executive* (2005:34)

2.5.2 *Assessment* Pekerja

Untuk penilaian dari pekerja, terdapat 8 faktor yang dinilai, yaitu beban maksimum yang dikerjakan (H1-H4), waktu yang dihabiskan dalam pekerjaan (J1-J3), tingkat gaya atau kekuatan maksimum (K1-K3), permintaan visual (L1-L2), mengemudi (M1-M3), getaran (N1-N3), tempo kerja (P1-P3) dan tekanan (Q1-Q4).

1. Beban maksimum yang dikerjakan

Pertanyaan pada tahap ini berhubungan dengan beban yang dikerjakan oleh pekerja. Dimana beban yang dikerjakan tidak dengan menggunakan suatu perlengkapan seperti troli. Penilaian faktor beban maksimum dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6

Faktor Beban Maksimum pada *Assessment* Pekerja

H	Berapa beban maksimum yang dikerjakan oleh anda dalam pekerjaan ini?	
H1		Ringan (5 kg atau kurang)
H2		Sedang (6 sampai 10 kg)
H3		Berat (11 sampai 20 kg)
H4		Sangat Berat (lebih dari 20 kg)

Sumber: *Health and Safety Executive* (2005:42)

2. Waktu yang dihabiskan dalam pekerjaan

Pertanyaan ini memperhatikan total waktu per hari yang dihabiskan pekerja dalam melakukan pekerjaannya. Penilaian untuk faktor waktu dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7

Faktor Waktu pada *Assessment* Pekerja

J	Rata-rata, berapa banyak waktu yang anda habiskan per hari untuk pekerjaan ini?	
J1		Kurang dari 2 jam
J2		2 sampai 4 jam
J3		Lebih dari 4 jam

Sumber: *Health and Safety Executive* (2005:42)

3. Tingkat gaya atau kekuatan maksimum

Pertanyaan pada tahap ini merujuk pada tingkat kekuatan atau gaya maksimum yang dikeluarkan oleh satu tangan ketika mengerjakan pekerjaan tersebut. Penilaian untuk faktor tingkat gaya atau kekuatan maksimum dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8

Faktor Tingkat Gaya atau Kekuatan Maksimum pada *Assessment* Pekerja

K	Ketika melakukan pekerjaan, berapakah tingkat kekuatan atau gaya yang dikeluarkan oleh satu tangan?	
K1		Rendah (kurang dari 1 kg)
K2		Medium (1 sampai 4 kg)
K3		Tinggi (lebih dari 4 kg)

Sumber: *Health and Safety Executive* (2005:42)

4. Permintaan visual

Pada tahap ini pekerja akan menspesifikkan tingkat permintaan visual dari pekerjaan yang dilakukan dalam kategori rendah atau tinggi. Apabila tingkat kebutuhan permintaan visual adalah tinggi, tanyakan pada pekerja tentang aspek dari pekerjaan tersebut. Penilaian untuk faktor permintaan visual dapat dilihat pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9
Faktor Permintaan Visual pada *Assessment* Pekerja

I	Apakah permintaan visual dari pekerjaan...	
I1		Rendah (hampir tidak membutuhkan untuk melihat detail cara kerja)
I2		Tinggi (membutuhkan untuk melihat beberapa detail cara kerja)? *Jika tinggi, tolong berikan detail dalam kolom paling bawah

Sumber: *Health and Safety Executive* (2005:42)

5. Mengemudi

Pertanyaan pada tahap ini untuk mengetahui getaran keseluruhan tubuh yang mungkin terjadi akibat dari mengendarai kendaraan pada pekerjaan serta untuk mengetahui estimasi waktu total yang dihabiskan untuk mengemudi kendaraan dalam satu hari kerja. Apabila pekerja tidak mengemudikan kendaraan, kolom jawaban yang dipilih adalah pada M1. Pertanyaan ini merujuk pada pengemudi saat pekerja sedang bekerja. Penilaian untuk faktor mengemudi dapat dilihat pada Tabel 2.10.

Tabel 2.10
Faktor Penilaian pada *Assessment* Pekerja

M	Pada pekerjaan, apakah anda mengemudi kendaraan selama?	
M1		Kurang dari 1 jam per hari atau tidak pernah?
M2		Antara 1 sampai 4 jam per hari?
M3		Lebih dari 4 jam per hari

Sumber: *Health and Safety Executive* (2005:42)

6. Getaran

Pertanyaan pada tahap ini memperhatikan getaran lengan dan tangan yang terjadi karena penggunaan alat yang bergetar pada pekerjaan yang dilakukan pekerja. Pertanyaan juga digunakan untuk mengestimasi total waktu yang dihabiskan menggunakan alat yang bergetar pada satu hari kerja. Apabila pekerja tidak menggunakan alat yang bergetar pada kolom jawaban isikan pada N1. Penilaian untuk faktor getaran dapat dilihat pada Tabel 2.11.

Tabel 2.11
Faktor Getaran pada *Assessment* Pekerja

N	Pada pekerja, apakah anda memakai alat yang bergetar selama...	
N1		Kurang dari 1 jam per hari atau tidak pernah?
N2		Antara 1 sampai 4jam per hari?
N3		Lebih dari 4 jam per hari?

Sumber: *Health and Safety Executive* (2005:42)

7. Tempo kerja

Pada tahap ini pertanyaan yang diajukan berhubungan dengan kesulitan pekerja dalam mempertahankan tempo kerja. Jika jawaban adalah sering, maka tanyakan informasi lebih lanjut mengenai aspek pekerjaan tersebut yang menyebabkan munculnya kesulitan dalam mempertahankan tempo kerja. Penilaian untuk faktor tempo kerja dapat dilihat pada Tabel 2.12.

Tabel 2.12
Faktor Tempo Kerja pada *Assessment* Pekerja

P	Apakah anda kesulitan dalam mempertahankan tempo kerja pada pekerjaan ini?	
P1		Tidak Pernah
P2		Kadang-kadang
P3		Sering *Jika sering, tolong berikan detail pada kolom paling bawah

Sumber: *Health and Safety Executive* (2005:42)

8. Tekanan

Pada tahap ini pertanyaan diajukan untuk mengetahui seberapa besar pekerjaan ini memberikan tekanan pada pekerja. Jika jawaban adalah sedang atau sangat, tanyakan informasi lebih lanjut mengenai aspek tekanan ini. Penilaian untuk faktor tekanan dapat dilihat pada Tabel 2.13.

Tabel 2.13
Faktor Tekanan pada *Assessment* Pekerja

Q	Secara umum, bagaimana anda menilai pekerjaan ini?	
Q1		Tidak memberikan tekanan sama sekali
Q2		Memberikan tekanan sedikit
Q3		Memberikan tekanan sedang *Jika sedang, tolong berikan detail pada kolom paling bawah
Q4		Memberikan tekanan sangat banyak *Jika sangat banyak, tolong berikan detail pada kolom paling bawah

Sumber: *Health and Safety Executive* (2005:42)

2.5.3 Exposure Score dan Exposure Level

Pertanyaan-pertanyaan yang ada pada *assessment* perkerja dan pengamat dihubungkan sesuai dengan Tabel 2.14 untuk memperoleh nilai dari masing-masing faktor dalam menghitung *exposure score*.

Tabel 2.14
Lembar Penilaian *Exposures Score*

PUNGGUNG			BAHU/LENGAN			PERGELANGAN			LEHER						
Postur punggung (A) & Beban (H)			Tinggi (C) & Gaya (K)			Gerakan (F) & Gaya (K)			Postur leher (G) & Durasi (J)						
	A1	A2	A3		C1	C2	C3		F1	F2	F3		G1	G2	G3
H1	2	4	6	H1	2	4	6	K1	2	4	6	J1	2	4	6
H2	4	6	8	H2	4	6	8	K2	4	6	8	J2	4	6	8
H3	6	8	10	H3	6	8	10	K3	6	8	10	J3	6	8	10
H4	8	10	12	H4	8	10	12								
Score 1			Score 1			Score 1			Score 1						
Postur punggung (A) & Durasi (J)			Tinggi (C) & Durasi (J)			Gerakan (F) & Durasi (J)			Permintaan Visual (L) & Durasi (J)						
	A1	A2	A3		C1	C2	C3		F1	F2	F3		L1	L2	
J1	2	4	6	J1	2	4	6	J1	2	4	6	J1	2	4	
J2	4	6	8	J2	4	6	8	J2	4	6	8	J2	4	6	

Tabel 2.15
Klasifikasi Penilaian *Exposure Level*

Score	<i>Exposure Level</i>			
	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
Faktor Lain				
Mengemudi	1	4	9	-
Getaran	1	4	9	-
Tempo kerja	1	4	9	-
Tekanan	1	4	9	16

Sumber: *Health and Safety Executive* (2005:37)

Untuk menentukan apakah pekerjaan tersebut aman atau berbahaya sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk melakukan perbaikan pada pekerjaan tersebut, digunakan *action level* QEC dengan cara menjumlahkan *exposure score* dari keseluruhan faktor dibagi dengan total *exposure score* yang bisa diperoleh dari keseluruhan faktor. Rumus *action level* terbagi menjadi 2, yaitu rumus *action level* untuk pekerjaan duduk atau berdiri yang statis dan rumus *action level* untuk pekerjaan yang berpindah-pindah. Berikut ini merupakan rumus *action level* untuk pekerjaan duduk atau berdiri yang statis.

$$\text{action level} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{exposure scores})_i}{162} \times 100\% \quad (2-1)$$

Sumber: Steffi (2012)

Berikut ini merupakan rumus *action level* untuk pekerjaan yang berpindah-pindah.

$$\text{action level} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{exposure scores})_i}{176} \times 100\% \quad (2-2)$$

Sumber: Steffi (2012)

Setelah mendapatkan nilai *action level*, hal selanjutnya yang dilakukan adalah menentukan nilai *action level* yang telah dihitung berada pada kategori yang ditunjukkan pada Tabel 2.16.

Tabel 2.16
Kategori *Action Level* QEC

<i>Action Level</i>	<i>Action</i>
< 40%	Aman
40% – 49%	Perlu Penelitian lebih lanjut
50% – 69%	Perlu penelitian lebih lanjut dan dilakukan perubahan
≥ 70%	Dilakukan penelitian dan perubahan secepatnya

Sumber: Steffy (2012)

2.6 Antropometri

Antropometri adalah studi yang berkaitan dengan ukuran tubuh manusia seperti berat badan, posisi ketika berdiri, ketika merentangkan tangan, lingkar tubuh, panjang tungkai, dan sebagainya (Wignjosoebroto, 2008). Fungsi dari data antropometri digunakan dalam perancangan produk dengan tujuan mencari keserasian dengan manusia yang memakainya. Rancangan yang memiliki keserasian dengan manusia sangat mengurangi kelelahan kerja yang dapat menjadikan timbulnya kesalahan kerja akibat kesalahan desain stasiun kerja. Pada proses pengukuran tersebut sering ditemui berbagai kesulitan seperti adanya variasi dalam ukuran tubuh manusia. Oleh sebab itu, digunakan prinsip-prinsip penerapan data antropometri.

1. Prinsip perancangan dengan ukuran ekstrim

Berdasarkan prinsip ini, rancangan yang dibuat bisa digunakan oleh individu ekstrim yaitu terlalu besar atau kecil dibandingkan dengan rata-ratanya agar memenuhi sasaran. Persentil besar yaitu persentil 90th, 95th atau 99th dan persentil kecil yaitu persentil 1th, 5th atau 10th.

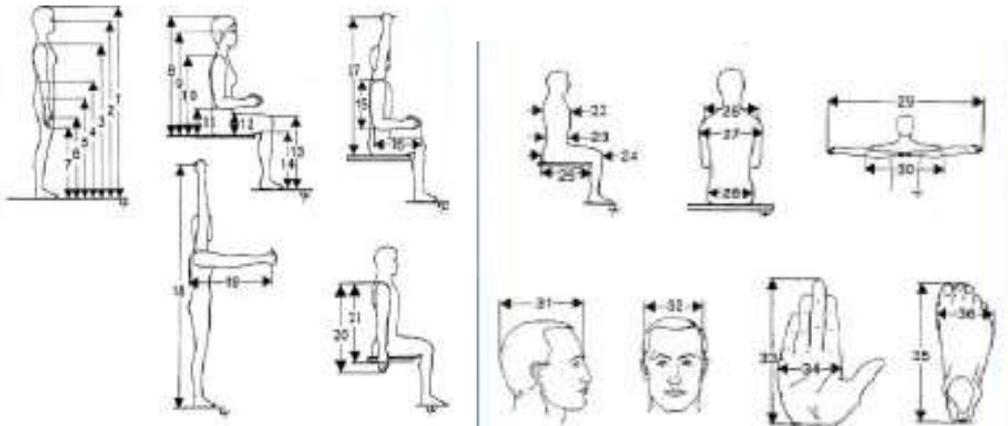
2. Prinsip perancangan yang bisa disesuaikan

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

3. Prinsip perancangan dengan ukuran rata-rata

Rancangan didasarkan atas rata-rata ukuran manusia. Prinsip ini dipakai jika peralatan yang didisain harus dapat dipakai untuk berbagai ukuran tubuh manusia.

Adapun data antropometri yang digunakan dalam perancangan desain adalah data yang terdapat pada data antropometri Indonesia yang terdiri dari 36 dimensi tubuh manusia. Tabel 2.17 menunjukkan keterangan dari 36 dimensi dalam antropometri tubuh manusia dan penjelasan setiap dimensi tubuh.



Gambar 2.7 Dimensi tubuh manusia

Tabel 2.17

Keterangan Dimensi Tubuh Manusia untuk D1 hingga D36

	Nama Dimensi	Definisi
D1	Tinggi tubuh	Jarak vertikal dari lantai ke bagian paling atas kepala
D2	Tinggi mata	Jarak vertikal dari lantai ke bagian luar sudut mata kanan
D3	Tinggi bahu	Jarak vertikal dari lantai ke bagian atas bahu kanan (<i>acrominus</i>) atau ujung tulang bahu kanan
D4	Tinggi siku	Jarak vertikal dari lantai ke titik terbawah di sudut siku bagian kanan
D5	Tinggi pinggul	Jarak vertikal dari lantai ke bagian pinggu kanan
D6	Tinggi tulang ruas	Jarak vertikal dari lantai ruas/buku jari tangan kanan (<i>metacarpals</i>)
D7	Tinggi ujung jari	Jarak vertikal dari lantai ke ujung jari tengah tangan kanan (<i>dactylion</i>)
D8	Tinggi dalam posisi duduk	Jarak vertikal dari alas duduk ke bagian paling atas kepala
D9	Tinggi mata posisi duduk	Jarak vertikal dari alas duduk ke bagian luar sudut mata kanan
D10	Tinggi bahu dalam posisi duduk	Jarak vertikal dari alas duduk ke bagian atas bahu kanan
D11	Tinggi siku dalam posisi duduk	Jarak vertikal dari alas duduk ke bagian bawah lengan bawah tangan kanan
D12	Tebal paha	Jarak vertikal dari alas duduk ke bagian paling atas paha
D13	Panjang lutut	Jarak horizontal dari bagian belakang pantat (pinggul) ke bagian depan lutut kaki kanan
D14	Panjang <i>popliteal</i>	Jarak horizontal dari bagian belakang pantat (pinggul) ke bagian belakang lutut kanan
D15	Tinggi lutut	Jarak vertikal dari lantai ke tempurung lutut kanan.
D16	Tinggi <i>popliteal</i>	Jarak vertikal dari lantai ke sudut popliteal yang terletak di bawah paha, tepat di bagian belakang lutut kanan
D17	Lebar sisi bahu	Jara horizontal antara sisi paling luar bahu kiri dan sisi paling luar bahu kanan
D18	Lebar bahu bagian atas	Jara horizontal antara bahu atas kanan dan bahu atas kiri
D19	Lebar pinggul	Jarak horizontal antara sisi luar pinggul kiri dan sisi luar pinggul kanan

	Nama Dimensi	Definisi
D20	Tebal dada	Jarak horizontal dari belakang tubuh ke bagian dada untuk subyek laki-laki atau ke bagian buah dada untuk subyek wanita
D21	Tebal perut	Jarak horizontal dari bagian belakang tubuh ke bagian yang paling menonjol di bagian perut
D22	Panjang lengan atas	Jarak vertikal dari bagian bawah lengan bawah kanan ke bagian atas bahu kanan
D23	panjang lengan bawah	Jarak horizontal dari lengan bawah diukur dari bagian belakang siku kanan ke bagian ujung dari jari tengah
D24	Panjang rentang tangan ke depan	Jarak dari bagian atas bahu kanan (<i>acromion</i>) ke ujung jari tengah tangan kanan dengan siku dan pergelangan tangan kanan lurus
D25	Panjang bahu-genggaman tangan ke depan	Jarak dari bagian atas bahu kanan (<i>acromion</i>) ke pusat batang silinder yang digenggam oleh tangan kanan, dengan siku dan pergelangan tangan lurus
D26	Panjang kepala	Jarak horizontal dari bagian paling depan dahi (bagian tengah antara 2 alis) ke bagian tengah kepala
D27	Lebar kepala	Jarak horizontal dari sisi kepala bagian kiri ke sisi kepala bagian kanan, tepat di atas telinga
D28	Panjang tangan	Jarak dari lipatan pergelangan tangan ke ujung jari tengah tangan kanan dengan posisi tangan dan seluruh dari lurus dan terbuka
D29	Lebar tangan	Jarak antara kedua sisi luar empat buku jari tangan kanan yang diposisikan lurus dan rapat
D30	Panjang kaki	Jarak horizontal dari bagian belakang kaki (tumit) ke bagian paling ujung dari jari kaki kanan
D31	Lebar kaki	Jarak antara kedua sisi paling luar kaki
D32	Panjang rentangan tangan ke samping	Jarak maksimum ujung jari tengah tangan kanan ke ujung jari tengah tangan kiri
D33	Panjang rentangan siku	Jarak yang diukur dari ujung siku tangan kanan ke ujung siku tangan kiri
D34	Tinggi genggaman tangan ke atas dalam posisi berdiri	Jarak vertikal dari lantai ke pusat batang silinder (<i>centre of a cylindrical rod</i>) yang digenggam oleh telapak tangan kanan
D35	Tinggi genggaman tangan ke atas saat posisi duduk	Jarak vertikal dari alas duduk ke pusat batang silinder
D36	Panjang genggaman tangan ke depan	Jarak yang diukur dari bagian belakang bahu kanan (tulang belikat) ke pusat batang silinder yang digenggam oleh telapak tangan kanan

Sumber: Antropometri Indonesia (2015)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini akan menjelaskan langkah-langkah penyelesaian penelitian serta pelaksanaan penelitian yang terstruktur agar penelitian berjalan secara sistematis. Sub bab yang terdapat pada bab ini adalah jenis penelitian, tempat dan waktu penelitian, tahap penelitian, dan diagram alir penelitian.

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian deskriptif, hal ini dikarenakan peneliti mencoba mendiskripsikan permasalahan yang ada pada suatu objek untuk mendapatkan solusi permasalahan berupa rekomendasi perbaikan. Objek yang dievaluasi adalah proses pembuatan leher knalpot pada stasiun kerja las titik CV. Jayadi.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di CV. Jayadi yang merupakan perusahaan knalpot, berlokasi di Dusun Pandean, Sidoarjo, Jawa Timur. Waktu pelaksanaan pada bulan September 2017 hingga Januari 2018.

3.3 Langkah-langkah Penelitian

Berikut merupakan tahap penelitian yang akan dilakukan, terdiri dari tahap pendahuluan, pengumpulan data, pengolahan data dan pembahasan serta kesimpulan dan saran.

3.3.1 Tahap Pendahuluan

Tahap pendahuluan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi lapangan

Metode ini digunakan untuk mengumpulkan data yang dilakukan secara langsung baik melalui observasi lapangan maupun wawancara. Observasi lapangan dilakukan dengan penyebaran kuesioner *Nordic Body Map* (NBM) kepada para pekerja lantai produksi CV. Jayadi, dan wawancara dilakukan dengan pimpinan pabrik, *staff* HRD, maupun pekerja. Kegiatan ini dilakukan untuk memperoleh data aktual mengenai keadaan yang sebenarnya dalam perusahaan.

2. Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan metode yang digunakan untuk memperoleh data dengan cara mempelajari literatur dan membaca sumber data informasi yang berkaitan dengan permasalahan yang akan dibahas. Studi pustaka dapat diperoleh dari buku cetak, jurnal ilmiah dan *e-book*.

3. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah adalah tahap awal untuk mengetahui dan memahami permasalahan pada perusahaan agar dapat diberikan solusi perbaikan dari permasalahan yang ada.

4. Perumusan Masalah

Setelah mengidentifikasi permasalahan yang ada, peneliti merumuskan permasalahan sesuai dengan kenyataan di lapangan. Bagaimana tingkat paparan keluhan yang dirasakan oleh operator stasiun kerja las titik CV. Jayadi berdasarkan metode QEC dan upaya perbaikan seperti apa yang dapat dilakukan untuk mengurangi risiko *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja las titik CV. Jayadi.

5. Penetapan Tujuan

Penetapan tujuan penelitian ditentukan berdasarkan perumusan masalah yang telah dijabarkan sebelumnya. Tujuan ditetapkan agar penulisan dapat dilakukan dengan sistematis dan tidak menyimpang dari permasalahan yang dibahas.

3.3.2 Tahap Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan dua jenis data yaitu data primer dan data sekunder.

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari objek penelitian dan diamati di tempat pelaksanaan penelitian. Data primer yang dikumpulkan merupakan data yang berkaitan dengan permasalahan pada perusahaan dengan metode *Quick Exposure Checklist* (QEC). Data primer pada penelitian ini meliputi wawancara dengan pimpinan pabrik, *staff* HRD, dan pekerja rantai produksi. Data yang diperoleh dari penyebaran kuesioner *Nordic Body Map* (NBM) berupa tingkat paparan rasa sakit, kuesioner NBM diberikan kepada seluruh pekerja di CV. Jayadi untuk mengetahui keluhan rasa sakit apa saja yang dirasakan oleh pekerja dan seberapa tinggi paparan rasa sakit yang dirasakan. Data yang diperoleh dari kuesioner *Quick Exposure Checklist*, berupa foto postur kerja, pengisian kuesioner *Quick Exposure*

Checklist dan wawancara yang dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai pekerjaan yang dilakukan pekerja dalam kesehariannya.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang telah tersedia atau data yang sudah disajikan dari pihak perusahaan tempat penelitian dilakukan. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini antara lain profil perusahaan, data organisasi perusahaan, proses produksi, produk yang dihasilkan perusahaan dan jumlah pekerja pada CV. Jayadi.

3.3.3 Tahap Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan akan diolah dan dianalisis. Analisis permasalahan faktor risiko pekerjaan dilakukan dengan metode *Quick Exposure Checklist*. Berikut merupakan langkah pengolahan data yang dilakukan pada penelitian ini.

1. Perhitungan *exposure score* pada setiap anggota tubuh yang diamati yaitu bahu/ lengan, punggung, pergelangan tangan/ tangan, leher dan faktor lain seperti mengemudi, getaran, tempo kerja dan tekanan. Perhitungan *exposure score* ini digunakan untuk mengetahui bagian tubuh manakah yang memiliki paparan rasa sakit yang paling tinggi berdasarkan penilaian pengamat dan pekerja. Faktor-faktor yang dinilai pihak pengamat adalah faktor punggung, bahu/ lengan, pergelangan tangan/ tangan, dan leher. Kuesioner untuk *assessment* pengamat dapat dilihat pada Tabel 2.2 – Tabel 2.5. Faktor-faktor yang dinilai pihak pekerja adalah faktor beban maksimum, durasi kerja, tingkat kekuatan atau gaya, permintaan visual, mengemudi, getaran, tempo kerja, dan tekanan. Kuesioner untuk *assessment* pekerja dapat dilihat pada Tabel 2.6 – Tabel 2.13. Setelah mengetahui tingkatan dari setiap pertanyaan kuesioner, langkah selanjutnya adalah mengisikan kombinasi hasil dari penilaian *assessment* pengamat dan hasil *assessment* pekerja pada kuesioner Tabel 2.14 yaitu lembar penilaian *total exposure score*. Selanjutnya skor yang diperoleh dari setiap faktor dijumlahkan untuk mendapatkan total skor per faktor.
2. Perhitungan *exposure level*. *Exposure level* digunakan untuk mengetahui tingkat risiko dari setiap faktor yang diidentifikasi yaitu dari *assessment* pengamat dan *assessment* pekerja. *Exposure level* menghasilkan nilai tinggi yang menunjukkan bahwa adanya risiko cedera pada operator yang bekerja didalamnya. Sehingga perlu dilakukan wawancara dengan operator untuk membuat sebuah perbaikan.
3. Perhitungan *action level*. *Action level* merupakan persentase yang menunjukkan tergolong ke dalam kategori mana postur/ pekerjaan yang diidentifikasi. Persentase

action level diperoleh dari jumlah seluruh total skor faktor penilaian dibagi dengan total skor maksimum dari pekerjaan yang diidentifikasi dikalikan dengan 100.

3.3.4 Tahap Analisis dan Pembahasan

Setelah tahap pengolahan data, dilakukan analisis dan pembahasan dari hasil yang telah diperoleh sebagai berikut.

1. Analisis dan Pembahasan

Analisis dan pembahasan dilakukan terhadap hasil yang diperoleh dari tahap pengolahan data. Hasil tersebut digunakan untuk acuan dalam pemberian solusi untuk pada permasalahan yang ada. Hasil dari pengolahan data dengan metode *Quick Exposure Checklist* digunakan sebagai acuan dalam pembuatan desain stasiun kerja yang akan direkomendasikan untuk digunakan oleh pekerja.

2. Rekomendasi Perbaikan

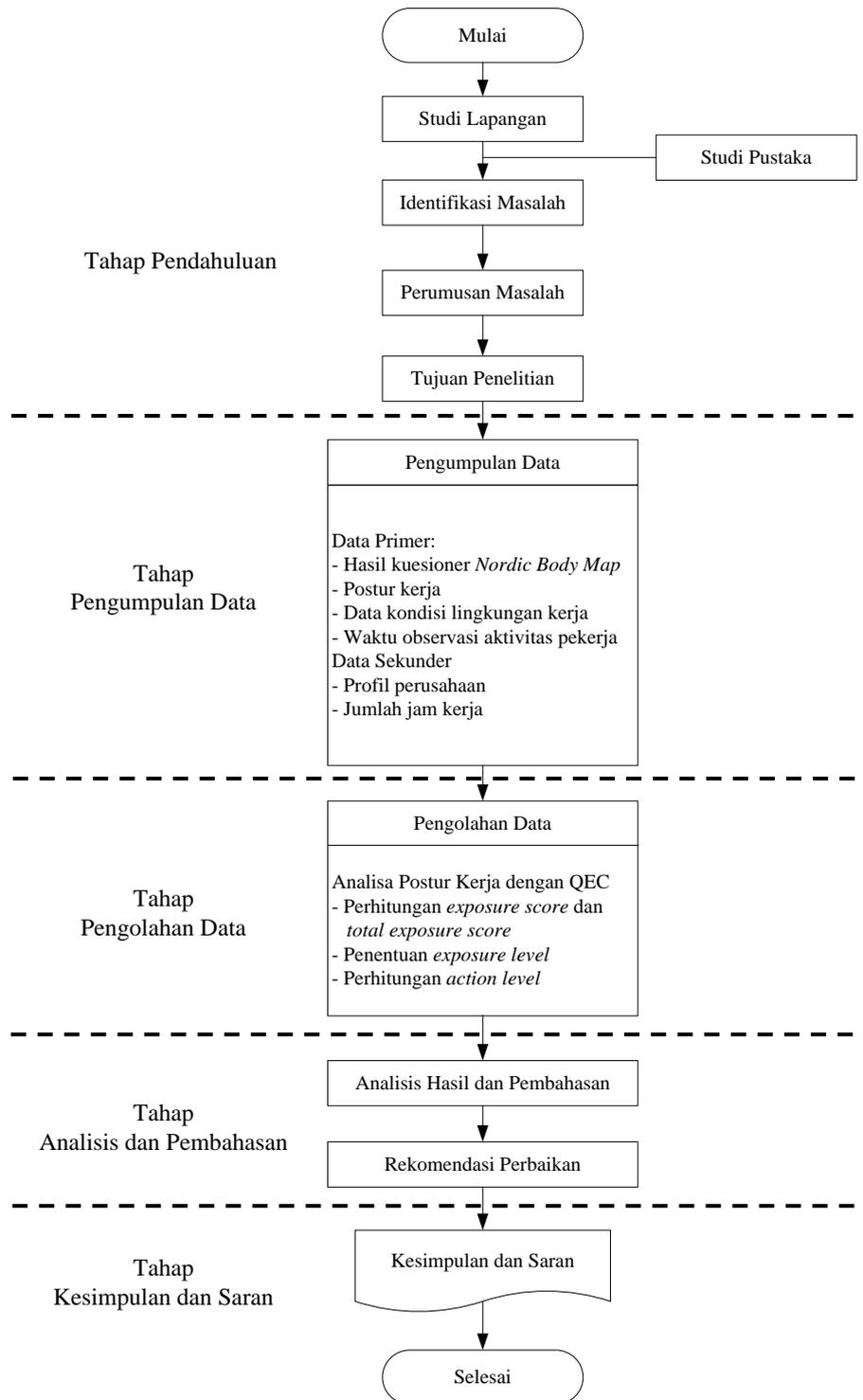
Untuk meminimalisir potensi risiko *Musculoskeletal Disorders* pada pekerja diberikan rekomendasi perbaikan dengan pendekatan ergonomi seperti pembuatan rancangan stasiun kerja, perbaikan metode kerja atau penjadwalan ulang waktu kerja. Rekomendasi perbaikan dilakukan dengan memberikan rancangan perbaikan stasiun kerja. Setelah melakukan rekomendasi perbaikan, dilakukan analisis kembali menggunakan *Quick Exposure Checklist* untuk mengetahui dampak dari dilakukannya perbaikan.

3.3.5 Tahap Kesimpulan dan Saran

Tahap ini merupakan tahap akhir dari penulisan penelitian ini. Kesimpulan diperoleh dari hasil pengumpulan, pengolahan dan analisis data dengan menjawab tujuan dari penelitian. Saran berisi tentang rekomendasi perbaikan dan juga masukan yang diberikan kepada berbagai pihak untuk menindaklanjuti penelitian ini.

3.4 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian yang dilakukan ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai gambaran umum perusahaan, pengumpulan data penelitian, identifikasi risiko MSDs pada pekerja las titik, rekomendasi perbaikan yang diberikan dan perhitungan ulang risiko MSDs setelah perbaikan.

4.1 Gambaran Umum CV. Jayadi

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai gambaran umum CV. Jayadi, Sidoarjo yang meliputi profil perusahaan, struktur organisasi, produk yang dihasilkan dan proses produksi perusahaan.

4.1.1 Profil CV. Jayadi, Sidoarjo

CV. Jayadi adalah salah satu perusahaan knalpot *racing* di Sidoarjo, Jawa Timur. Pada awalnya, perusahaan ini berdiri sejak tahun 2007 di Jalan Tidar No. 146, Surabaya. Perusahaan keluarga ini bergerak dibidang *accessories* motor dan memproduksi knalpot motor yang biasanya digunakan oleh motor seperti Yamaha, Honda, Suzuki dan Kawasaki. Perusahaan keluarga tersebut kini dikelola oleh Bapak Didik Suwardianto dan Bapak Bambang.

Sesuai dengan perjalanan waktu dengan tujuan untuk memperluas lahan proses produksi, lokasi yang awalnya berada di Surabaya berpindah ke Dusun Pandean RT 7/ RW 02, Desa Jati Alun-alun, Kecamatan Prambon, Sidoarjo, Jawa Timur. Pada saat ini kapasitas produksi CV. Jayadi mencapai 1.600 unit per bulannya dengan wilayah pemasaran yang meliputi regional Jawa.

CV. Jayadi memiliki visi dan misi sebagai berikut:

1. Visi

Menjadi perusahaan produk knalpot yang mampu bersaing, berkembang dan mengutamakan hasil serta kepuasan konsumen.

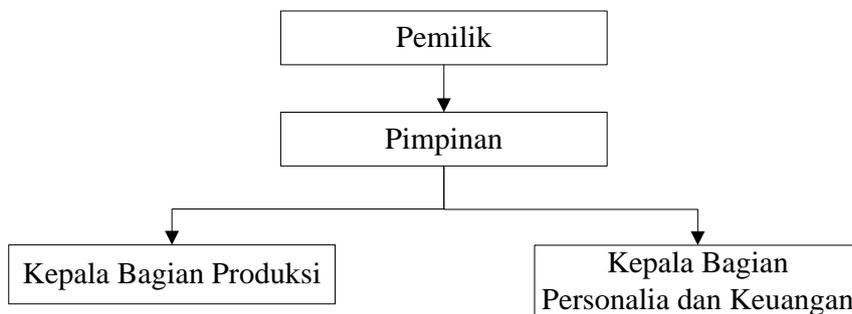
2. Misi

- a. Memproduksi produk knalpot yang berkualitas melalui penggunaan bahan baku serta proses produksi yang baik.
- b. Menjalin hubungan yang baik dengan konsumen melalui pelayanan dan jaminan produk yang berkualitas.

- c. Menjalin hubungan yang baik dengan *supplier* dan distributor sebagai mitra kerja.
- d. Memberikan kesejahteraan bagi karyawan
- e. Memproduksi produk knalpot dengan kualitas tinggi dan inovatif sehingga mampu bersaing dengan pasar.

4.1.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Organisasi perusahaan sangat penting dalam menjamin kelangsungan dan kelancaran mekanisme kerja perusahaan. Adanya struktur organisasi dimaksudkan untuk menciptakan suatu sistem pembagian kerja atau tugas yang sesuai dengan kebutuhan perusahaan sehingga mempermudah kegiatan operasional perusahaan dalam mencapai tujuan.



Gambar 4.1 Struktur organisasi CV. Jayadi

Berdasarkan struktur organisasi tersebut, dapat dijelaskan tugas dan wewenang dari masing-masing jabatan pada CV. Jayadi, yaitu sebagai berikut:

1. Pemilik

Tugas dan wewenang dari pemilik adalah sebagai berikut.

- a. Merumuskan strategi dan kebijakan yang akan diberlakukan pada perusahaan
- b. Menjaga stabilitas perusahaan dan hubungan dengan instansi pemerintah atau kerabat kerja lainnya

2. Pimpinan

Tugas dan wewenang dari pimpinan adalah sebagai berikut.

- a. Merumuskan sasaran dari tujuan yang telah ditetapkan perusahaan
- b. Menetapkan strategi perusahaan dan menjalankannya
- c. Menyusun kebijakan dalam penyusunan anggaran dana
- d. Melaksanakan kebijakan dalam bidang keuangan, administrasi dan produksi

3. Kepala bagian personalia dan keuangan

Tugas dan wewenang dari kepala personalia dan keuangan adalah sebagai berikut.

- a. Merencanakan dan memantau neraca keuangan serta aliran kas pada perusahaan

- b. Mengumpulkan dan mengolah dana perusahaan dari bagian-bagian yang ada dalam perusahaan
 - c. Melaksanakan pembayaran gaji, upah lembur dan lain-lain yang berhubungan dengan hak karyawan
 - d. Menyimpan dokumen-dokumen terkait dengan keuangan perusahaan
 - e. Menyimpan dokumen-dokumen terkait wewenang yang berlaku dalam perusahaan
 - f. Melaksanakan kebijakan terkait penggajian karyawan kesejahteraan dan pelayanan serta keselamatan kerja karyawan
4. Kepala bagian produksi
- Tugas dan wewenang dari kepala bagian produksi adalah sebagai berikut:
- a. Bertanggung jawab atas ketersediaan bahan baku untuk pembuatan knalpot
 - b. Membuat rencana atau jadwal kegiatan produksi dan melaksanakannya sesuai dengan jadwal
 - c. Menjaga aliran bahan baku sesuai dengan kebutuhan agar tidak terjadi kehabisan bahan baku atau kelebihan bahan baku
 - d. Bertanggung jawab atas kelancaran proses produksi knalpot
 - e. Mengkoordinasi pekerja serta menegakkan kedisiplinan karyawan dalam bidang produksi

4.1.3 Proses Produksi Perusahaan

Pada knalpot terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian leher dan bagian *silencer*. Untuk bagian leher terbuat dari penggabungan beberapa pipa *stainless steel*, sedangkan untuk bagian *silencer* terbuat dari plat *stainless steel* serta, plat lubang, *glasswool* dan penutup tabung knalpot. Proses produksi CV. Jayadi yaitu, pemotongan, pengelasan, perakitan, *finishing* dan pengemasan. Proses tersebut dilakukan pada masing-masing bahan baku, apabila bagian leher dan bagian *silencer* telah selesai dirakit maka akan ada perakitan akhir agar kedua bagian tersebut menjadi satu. Berikut akan dijelaskan secara rinci proses produksi yang ada pada CV. Jayadi.

1. Pemotongan

Proses awal dalam pembuatan knalpot adalah bahan baku. Bahan baku meliputi pipa *stainless steel*, plat *stainless steel* dan plat berlubang. Ketiga bahan baku tersebut dipotong berdasarkan ukuran masing-masing. Proses pemotongan ini berlaku untuk setiap bahan baku yang menjadi komponen knalpot.

- a. Pemotongan Pipa *Stainless Steel*

Pembuatan knalpot bagian leher knalpot menggunakan bahan pipa *stainless steel*. Ada tiga jenis kegiatan pemotongan pada proses pemotongan pipa *stainless steel*, yaitu pemotongan panjang dan pemotongan kecil menggunakan mesin *milling* serta pemotongan sudut menggunakan mesin bubut. Setiap kegiatan tersebut berlangsung secara terpisah dan tidak berurutan. Beberapa pipa yang telah dipotong akan dilanjutkan menuju proses *bending* dan proses *pressing*.
 - b. Pemotongan Plat *Stainless Steel*

Pembuatan knalpot bagian *silencer* menggunakan plat *stainless steel* dan plat berlubang sebagai sarangan bagian dalam. Proses pemotongan plat *stainless steel* dan berlubang menggunakan gunting khusus plat dan dipotong sesuai pola serta ukuran yang sesuai untuk dibuat tabung knalpot, penutup tabung knalpot dan sarangan. Hasil pemotongan kemudian ditekuk menggunakan mesin *roll* untuk dibuat tabung knalpot dan sarangan.
2. Pengelasan
 - a. Pipa *Stainless Steel*

Setelah melalui proses *bending* dan *pressing*, pipa *stainless* akan dilas. Potongan pipa yang akan dilas diatur posisinya terlebih dahulu agar sejajar, kemudian pada beberapa titik akan dilas sebagai penguat sebelum dilas penuh. Setelah dilas penuh, *stainless steel* tersebut dipoles agar lebih rapi.
 - b. Plat *Stainless Steel*

Plat *stainless steel* proses pengerjaannya kurang lebih sama dengan pengelasan pipa. Plat yang sudah ditekuk, kemudian dilas pada beberapa titik sebagai penanda kemudian dilas keseluruhan untuk dibentuk menyerupai tabung. Untuk sarangan, proses sama seperti pembuatan tabung dengan diameter yang lebih kecil. Lalu dilas untuk disambung dengan tabung dan penutup tabung knalpot.
 3. Perakitan

Setelah proses pengelasan maka dilakukan proses perakitan untuk semua bahan baku setengah jadi agar menjadi keseluruhan produk knalpot. Setelah bagian leher dan *silencer* selesai, maka kedua komponen disatukan dan disesuaikan dengan *frame* jenis pesanan knalpot, setelah itu dilakukan proses pengelasan untuk menyambung komponen. Kemudian knalpot yang sudah terpasangkan dilengkapi dengan beberapa paku *rivet* untuk mengencangkan dan variasi knalpot seperti pemasangan emblem produk dan beberapa komponen yang diminta oleh konsumen.

4. *Finishing* dan Pengemasan

Proses terakhir yaitu proses pengecekan knalpot dan proses pengemasan. Proses pengecekan dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat cacat pada produk tersebut atau tidak. Jika sudah tidak ada cacat maka produk siap dikemas dan apabila terdapat produk yang cacat maka produk tersebut disisihkan untuk dikerjakan kembali.

4.1.4 Produk yang Dihasilkan Perusahaan

Pada umumnya produk knalpot dibagi menjadi knalpot 2 tak dan 4 tak, namun CV. Jayadi memiliki beberapa produk unggulan yaitu Yamaha Vixion New, Yamaha R15 dan Kawasaki Ninja 250 FI. Pada penelitian yang menjadi objek penelitian adalah saat proses pembuatan knalpot Yamaha R15. Ketiga knalpot tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.2 – 4.4 berikut.

1. Yamaha Vixion New



Gambar 4.2 Knalpot yamaha vixion new

2. Yamaha R 15



Gambar 4.3 Knalpot yamaha R15

3. Kawasaki Ninja 250 FI



Gambar 4.4 Knalpot kawasaki ninja 250 FI

4.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh data-data yang diperlukan dalam penilaian *Quick Exposure Checklist* pada pekerja las titik. Pada CV. Jayadi hanya terdapat satu *shift* kerja yang dimulai pada pukul 08.00 hingga pukul 16.00 WIB dengan waktu istirahat pada pukul 12.00 hingga pukul 13.00 WIB. Produk yang dihasilkan oleh perusahaan setiap minggunya adalah sebanyak 500 unit. Pada bagian produksi terdapat 30 orang pekerja dengan 7 pekerja pada bagian las titik. Proses pengerjaan las titik dilakukan untuk menggabungkan pipa *stainless steel* menjadi bagian-bagian utama leher knalpot. Setelah terbentuk menjadi 3 bagian leher, bagian tersebut diberikan pada stasiun kerja selanjutnya untuk digabungkan menjadi satu. pengamatan.

4.3 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan melakukan identifikasi risiko *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) dengan metode *Quick Exposure Checklist* (QEC), pemberian rekomendasi perbaikan dan perhitungan ulang postur kerja setelah perbaikan.

4.3.1 Identifikasi Risiko MSDs dengan Metode QEC

Identifikasi risiko *Musculoskeletal Disorders* pada pekerja las titik pada CV. Jayadi dengan menggunakan metode *Quick Exposure Checklist* terbagi menjadi 3 tahapan yaitu, *assessment* pengamat, *assessment* pekerja dan *final assessment*. Hasil akhir dari metode QEC ini adalah *exposure score* untuk faktor punggung statis atau punggung bergerak, faktor bahu lengan, faktor pergelangan tangan/ tangan, faktor leher dan faktor lain. Adapun faktor lain tersebut yaitu faktor mengemudi, faktor getaran, faktor tempo kerja dan faktor tekanan.

4.3.1.1 *Assessment* Pengamat

Kuesioner yang akan diisi pada *assessment* pengamat adalah kuesioner mengenai postur tubuh pekerja yang meliputi punggung, bahu/ lengan, pergelangan tangan/ tangan dan leher. Gambar 4.5 merupakan gambar postur tubuh pekerja las titik.



Gambar 4.5 Postur tubuh pekerja las titik

1. Punggung (A dan B)

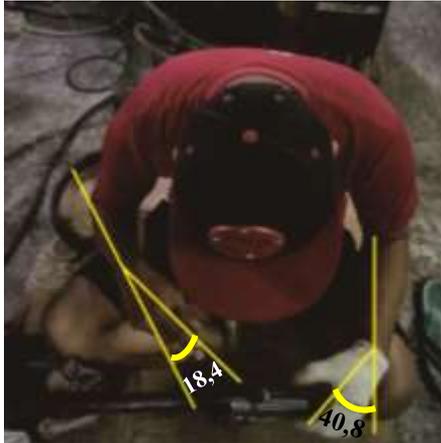
Berdasarkan Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa postur punggung pekerja las titik dalam posisi sedikit membungkuk, dimana posisi ini terjadi pada semua pekerja las titik. Sehingga pada tahap A, tergolong dalam A2 hal ini dikarenakan posisi punggung membungkuk dengan sudut lebih dari 20° yaitu sebesar $29,45^\circ$ serta tahap B tergolong dalam B2 karena punggung tetap dalam keadaan statis pada keseluruhan waktu kerja.

2. Bahu/ Lengan (C dan D)

Berdasarkan Gambar 4.5 posisi tangan berada dalam posisi dengan ketinggian sekitar dada saat melakukan proses pengelasan. Sehingga untuk tahap C tergolong kedalam C2. Sedangkan lengan kanan dan kiri cukup sering bergerak namun masih terdapat beberapa saat. Lengan kanan dan lengan memiliki jeda saat melakukan pengelasan pada objek kerja karena yang bergerak hanyalah bagian pergelangan tangan dimana pergelangan tangan melakukan proses las dan pergelangan tangan kiri memutar objek kerja. Sehingga untuk tahap D terdolong dalam D2 karena pergerakan tangan yang sering akan tetapi memiliki jeda beberapa saat.

3. Pergelangan/ Tangan (E dan F)

Gambar 4.6 di bawah ini menunjukkan postur tangan serta pergelangan tangan pekerja las titik. Pekerja melakukan pekerjaannya dengan tangan kiri yang memegang objek kerja dan tangan mengoperasikan alat las, hal ini menyebabkan pergelangan tangan pekerja membengkok atau menekuk karena pekerja memegang dan memutar benda kerja secara langsung sedangkan alat penyangga objek kerja terletak menjauhi tubuh. Pada pengamatan yang dilakukan pola pergerakan tangan baik tangan kanan dan kiri terjadi pengulangan gerakan



Gambar 4.6 Postur tangan dan pergelangan tangan pekerja las titik

Postur pergelangan tangan kanan pekerja las titik menyamping dengan sudut lebih dari 15° saat melakukan proses pengelasan dimana pekerja menggunakan alat las yaitu sebesar $18,49^\circ$, begitu pula dengan pergelangan tangan kiri yang menyamping dengan sudut lebih dari 15° saat memegang objek kerja yaitu sebesar $40,8^\circ$. Sehingga untuk keseluruhan aktivitas pekerja mempunyai postur pergelangan tangan membengkok lebih dari 15° . Untuk tahap E, tergolong pada E2 karena pergelangan tangan membengkok atau menekuk), sedangkan untuk tahap F, tergolong pada F1 dengan pola gerakan yang diulangi sebanyak 2 tindakan per menit.

4. Leher (G)

Berdasarkan Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa pekerja mempunyai postur leher yang membungkuk lebih dari 20° yaitu $41,16^\circ$ dalam keseluruhan waktu kerja dan postur tersebut terjadi selama 7 jam kerja. Sehingga untuk tahap G, tergolong G3 yaitu membungkuk secara terus menerus.

Tabel 4.1 merupakan rekap hasil kuesioner *assessment* pengamat yang telah dijelaskan diatas.

Tabel 4.1

Rekap Hasil Kuesioner *Assessment* Pengamat

No	Faktor	Golongan
1	Punggung	A2
		B2
2	Bahu / Lengan	C2
		D2
3	Pergelangan tangan / Tangan	E2
		F1
4	Leher (G)	G3

4.3.1.2 Assessment Pekerja

Pada *assessment* pekerja, kuesioner yang akan diisi adalah kuesioner mengenai faktor beban maksimum yang dikerjakan, tingkat kekuatan atau gaya, permintaan visual, mengemudi, getaran, tempo kerja dan tekanan. Pada *assessment* ini, pengamat menjelaskan setiap pilihan yang tertera pada kuesioner dan melakukan wawancara untuk menjawab setiap pertanyaan yang diajukan.

1. Beban Maksimum yang Dikerjakan (H)

Berdasarkan pengamatan langsung dan wawancara yang dilakukan pada pekerja, pada pekerjaan las titik beban yang dikerjakan oleh pekerja adalah pada saat tangan kiri memegang objek las berupa pipa *stainless steel* dan tangan kanan yang mengoperasikan alat las. Kedua tugas tersebut mempunyai berat maksimum yang ringan, karena pipa *stainless steel* dan alat las beratnya tidak mencapai 5 kg. Sehingga untuk beban maksimum yang dikerjakan tergolong pada H1 yaitu ringan

2. Durasi Kerja (J)

Durasi kerja merupakan jumlah total waktu yang dihabiskan pekerja dalam 1 hari untuk mengerjakan pekerjaannya. Jam kerja operasional dari perusahaan adalah 7 jam yang dimulai pada pukul 08.00 WIB sampai dengan 16.00 WIB dengan waktu istirahat 1 jam. Jam operasional tersebut berlaku di semua stasiun kerja, termasuk juga stasiun kerja las titik, sehingga durasi kerja yang dihabiskan dalam satu hari adalah 7 jam kerja. Durasi kerja pekerja las titik tergolong pada J3 karena lebih dari 4 jam.

3. Tingkat Kekuatan atau Gaya (K)

Berdasarkan pengamatan langsung dan dilakukannya wawancara terhadap pekerja, tingkat kekuatan atau gaya yang dikeluarkan yaitu rendah karena berat beban yang di bawa oleh tangan kanan maupun kiri kurang dari 1 kg dimana tangan kanan membawa alat las dan juga palu sedangkan tangan kiri membawa dan memegang objek kerja yaitu pipa *stainless steel* sehingga tergolong ke dalam K1

4. Permintaan Visual (L)

Berdasarkan pengamatan langsung dan dilakukannya wawancara terhadap pekerja, permintaan visual pada pekerjaan ini terdapat pada saat proses pengelasan berlangsung, dimana pekerja membutuhkan pengecekan visual untuk memastikan bahwa hasil las yang dilakukan harus tepat, rapat dan antara pipa satu dan pipa lain melekat dengan sempurna. Selain itu, tidak terdapat penerangan yang dikhususkan untuk pekerja las titik. Sehingga untuk faktor permintaan visual tergolong pada L2 yaitu tinggi.

5. Mengemudi (M)

Berdasarkan pengamatan langsung dan dilakukannya wawancara terhadap pekerja, pekerja tidak mengemudikan kendaraan selama pekerjaan ini berlangsung. Jadi untuk faktor mengemudi termasuk golongan M1 yaitu kurang dari 1 jam atau tidak pernah.

6. Getaran (N)

Berdasarkan pengamatan langsung dan dilakukannya wawancara terhadap pekerja, tidak ada alat bergetar yang dipakai dalam pekerjaan ini. Jadi untuk faktor getaran tergolong pada N1 yaitu kurang dari 1 jam per hari atau tidak pernah.

7. Tempo Kerja (P)

Berdasarkan wawancara yang dilakukan terhadap pekerja, dalam mempertahankan tempo kerja terkadang mengalami kesulitan hal ini dikarenakan kurangnya pencahayaan di stasiun kerja las titik yang mengakibatkan pekerja sulit mendapatkan hasil las yang sesuai. Sehingga untuk tahap P tergolong dalam P2 atau kadang-kadang.

8. Tekanan (Q)

Berdasarkan wawancara yang dilakukan terhadap pekerja, keseluruhan pekerja mengatakan bahwa pekerjaan memberikan sedikit tekanan. Hal ini dikarenakan dengan aktivitas kerja yang berlangsung 7 jam pekerja mudah merasakan kelelahan, selain itu stasiun kerja las titik kurang adanya pencahayaan sedangkan jenis pekerjaan ini membutuhkan permintaan visual yang tinggi. Sehingga untuk faktor Q tergolong dalam Q2 dengan tingkat tekanan sedang.

Tabel 4.2 merupakan rekap hasil kuesioner *Assesmet* pekerja yang telah dijelaskan diatas.

Tabel 4.2

Rekap Hasil Kuesioner *Assesment* Pekerja

No	Faktor	Golongan	No	Faktor	Golongan
1	Beban maksimum (H)	H1	5	Mengemudi (M)	M1
2	Durasi kerja (J)	J3	6	Getaran (N)	N1
3	Tingkat kekuatan atau Gaya (K)	K1	7	Tempo Kerja (P)	P2
4	Permintaan visual (L)	L2	8	Tekanan (Q)	Q2

4.3.1.3 Final Assessment

Pada *final assessment* , setiap jawaban yang diperoleh dari *assessment* pengamat dan *assessment* pekerja akan dihubungkan untuk memperoleh nilai-nilai pada setiap faktornya. Nilai-nilai tersebut akan menjadi *exposure score* untuk setiap faktor. Berdasarkan Tabel 2.14, berikut merupakan *exposure score* yang didapatkan dari *final assessment*.

1. Faktor Punggung

Untuk faktor punggung penilaian dilakukan sampai dengan *score* 4 karena *score* 5 dan 6 digunakan untuk penilaian jika terdapat *manual handling* pada pekerjaan atau pekerjaan yang bergerak dari satu tempat ke tempat lain. Berikut merupakan pengerjaan *exposure score* faktor punggung.

a. Postur Punggung (A) dan Beban (H)

Dari kedua *assessment* yang sudah dilakukan sebelumnya, postur punggung tergolong A2 dan Beban tergolong pada H1 sehingga diperoleh nilai 4

b. Postur Punggung (A) dan Durasi (J)

Dari kedua *assessment* yang sudah dilakukan sebelumnya, postur punggung tergolong A2 dan durasi tergolong J3 sehingga diperoleh nilai 8.

c. Durasi (J) dan Beban (H)

Dari kedua *assessment* yang sudah dilakukan sebelumnya, durasi tergolong J3 dan beban tergolong H1 sehingga diperoleh nilai 6.

d. Posisi Statis (B) dan Durasi (J)

Dari kedua *assessment* yang sudah dilakukan sebelumnya, Posisi statis tergolong B2 dan durasi tergolong J3 sehingga diperoleh nilai 8.

Dari keempat nilai tersebut dijumlahkan untuk mendapatkan *exposure score* untuk faktor punggung. Dari penjumlahan seluruh nilai, diperoleh nilai sebesar 26. Sehingga *exposure score* untuk faktor punggung tergolong *high exposure level*.

2. Faktor Bahu / Lengan

Untuk faktor lengan / bahu terdapat 5 *score* yang dihitung, berikut merupakan pengerjaan *exposure score* faktor bahu / lengan.

a. Tinggi (C) dan Beban (H)

Dari kedua *assessment* yang sudah dilakukan sebelumnya, tinggi tangan tergolong C2 dan beban tergolong H1, sehingga diperoleh nilai 4.

b. Tinggi (C) dan Durasi (J)

Dari kedua *assessment* yang sudah dilakukan sebelumnya, tinggi tangan tergolong C2 dan durasi tergolong J3, sehingga diperoleh nilai 8.

c. Durasi (J) dan Beban (H)

Dari kedua *assessment* yang sudah dilakukan sebelumnya, durasi tergolong J3 dan beban tergolong H1, sehingga diperoleh nilai 6.

d. Frekuensi (D) dan Beban (H)

Dari kedua *assessment* yang sudah dilakukan sebelumnya, frekuensi pengulangan gerakan tergolong D2 dan beban tergolong H1 sehingga diperoleh nilai 4.

e. Frekuensi (D) dan Durasi (J)

Dari kedua *assessment* yang sudah dilakukan sebelumnya, frekuensi pengulangan gerakan tergolong D2 dan durasi tergolong J3 sehingga diperoleh nilai 8.

Dari kelima nilai tersebut dijumlahkan untuk mendapatkan *exposure score* faktor bahu/ lengan. Dari penjumlahan seluruh nilai, diperoleh nilai sebesar 30. Sehingga *exposure score* untuk faktor bahu/ lengan tergolong *medium exposure level*.

3. Faktor Pergelangan Tangan/ Tangan

Untuk faktor pergelangan tangan/ tangan terdapat 5 *score* yang dihitung, berikut merupakan pengerjaan *exposure score* faktor pergelangan tangan/ tangan.

a. Gerakan (F) dan Gaya (K)

Dari kedua *assessment* yang sudah dilakukan sebelumnya, gerakan tergolong F1 dan gaya tergolong K1 sehingga diperoleh nilai 2.

b. Gerakan (F) dan Durasi (J)

Dari kedua *assessment* yang sudah dilakukan sebelumnya, gerakan tergolong F1 dan durasi tergolong J3 sehingga diperoleh nilai 6.

c. Durasi (J) dan Gaya (K)

Dari kedua *assessment* yang sudah dilakukan sebelumnya, durasi tergolong J3 dan gaya tergolong K1 sehingga diperoleh nilai 6.

d. Postur Pergelangan (E) dan Gaya (K)

Dari kedua *assessment* yang sudah dilakukan sebelumnya, postur pergelangan tangan tergolong E2 dan gaya tergolong K1 sehingga diperoleh nilai 4.

e. Postur Pergelangan (E) dan Durasi (J)

Dari kedua *assessment* yang sudah dilakukan sebelumnya, postur pergelangan tangan tergolong E2 dan durasi tergolong J3 sehingga diperoleh nilai 8.

Dari kelima *score* tersebut dijumlahkan untuk mendapatkan *exposure score* faktor pergelangan tangan / tangan. Dari penjumlahan seluruh nilai, diperoleh nilai sebesar 26. Sehingga *exposure score* untuk faktor pergelangan tangan/ tangan tergolong *medium exposure level*.

4. Faktor Leher

Untuk faktor leher, terdapat 2 *score* yang dihitung, berikut merupakan pengerjaan *exposure score* faktor leher.

a. Postur Leher (G) dan Durasi (J)

Dari kedua *assessment* yang sudah dilakukan sebelumnya, postur leher tergolong G3 dan durasi tergolong J3 sehingga diperoleh nilai 10.

b. Permintaan Visual (L) dan Durasi (J)

Dari kedua *assessment* yang sudah dilakukan sebelumnya, permintaan visual tergolong L2 dan durasi tergolong J3 sehingga diperoleh nilai 8.

Dari kedua *score* tersebut dijumlahkan untuk mendapatkan *exposure score* faktor leher. Dari penjumlahan kedua nilai, diperoleh nilai sebesar 18. Sehingga *exposure score* untuk faktor leher tergolong *very high exposure level*.

5. Faktor Mengemudi

Dari *assessment* yang sudah dilakukan sebelumnya, faktor mengemudi tergolong M1 sehingga nilai *exposure score* untuk faktor mengemudi adalah 1 dan tergolong *low exposure level*.

6. Faktor Getaran

Dari *assessment* yang sudah dilakukan sebelumnya, faktor getaran tergolong N1 sehingga nilai *exposure score* untuk faktor getaran adalah 1 dan tergolong *low exposure level*.

7. Faktor Tempo Kerja

Dari *assessment* yang sudah dilakukan sebelumnya, faktor tempo kerja tergolong P2 sehingga nilai *exposure score* untuk faktor tempo kerja adalah 4 dan tergolong *medium exposure level*.

8. Faktor Tekanan

Dari *assessment* yang sudah dilakukan sebelumnya, faktor tekanan tergolong Q2 sehingga nilai *exposure score* untuk faktor tekanan adalah 4 dan tergolong *medium exposure level*.

Setelah memperoleh seluruh nilai *exposure score* dan *exposure level* pada setiap faktor yang terdapat dalam Quick *exposure* Checklist, selanjutnya adalah menghitung *action level* berdasarkan nilai-nilai yang berada pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3
Hasil Akhir *Exposure Score* dan *Exposure Level* QEC

Faktor Punggung		Faktor Bahu / Lengan		Faktor Pergelangan Tangan / Tangan		Faktor Leher		Faktor Lain		
Hub	Nilai	Hub	Nilai	Hub	Nilai	Hub	Nilai	Hub	Nilai	Level
A&H	4	C&H	4	F&K	2	G&J	10	Kemudi	1	Low
A&J	8	C&J	8	F&J	6	L&J	8	Getaran	1	Low
J&H	6	J&H	6	J&K	6	Skor	18	Tempo	4	Med

Faktor Punggung		Faktor Bahu / Lengan		Faktor Pergelangan Tangan / Tangan		Faktor Leher		Faktor Lain		
B&J	8	D&H	4	E&K	4	Level	Very high	Tekanan	4	Med
Skor	26	D&J	8	E&J	8					
Level	High	Skor	30	Skor	26					
		Level	Med	Level	Med					

Dalam Tabel 4.4 di atas terdapat simbol huruf yang melambangkan masing-masing faktor penilaian dalam QEC. Berikut merupakan perhitungan *action level* untuk menentukan tindakan yang harus dilakukan selanjutnya.

$$action\ level = \frac{\sum_{i=1}^n (exposure\ score)_i}{162} \times 100\%$$

$$action\ level = \frac{26 + 30 + 26 + 18 + 1 + 1 + 4 + 4}{162} \times 100\%$$

$$action\ level = 67\%$$

Dari perhitungan *action level* di atas, dapat diketahui bahwa pekerja las titik pada CV. Jayadi memiliki nilai *action level* sebesar 67% sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut dan dilakukan perubahan. Perubahan tersebut perlu dilakukan terutama pada faktor punggung dan faktor leher dengan nilai *exposure level high* dan *very high*.

4.4 Analisis Hasil Identifikasi Risiko MSDs

Setelah melakukan identifikasi risiko *Musculoskeletal Disorders* dengan menggunakan QEC pada pekerja las titik diperoleh *exposure score*, *exposure level* dan *action level*. Selanjutnya dilakukan analisis untuk mengetahui faktor-faktor risiko yang signifikan dan menentukan perbaikan yang sesuai untuk mengurangi risiko tersebut.

1. Faktor Punggung

4 *score* penilaian pada faktor punggung meliputi postur punggung (A), beban (H), durasi (J) dan postur statis (B) dengan *exposure score* sebesar 26 dan tergolong ke dalam *high exposure level*. Nilai hubungan terkecil terletak pada hubungan postur punggung (A) dan beban (H) hal ini dikarenakan meskipun dengan postur punggung yang cenderung membungkuk pekerjaan yang dilakukan pekerja las titik tidak membawa beban yang lebih dari 1 kg, sehingga nilai hubungan yang dihasilkan tidak tinggi. Untuk nilai hubungan tertinggi terletak pada hubungan postur punggung (A) dan durasi (J) serta hubungan posisi statis (B) dan durasi (J) hasil ini dikarenakan dengan postur punggung yang cenderung membungkuk dan pekerjaan dengan posisi kerja yang bersifat statis namun pekerjaan dilakukan dengan durasi kerja lebih dari 4 jam yaitu selama 7 jam kerja, hal tersebut

menjadikan nilai hubungan menjadi tinggi. Sehingga perlu dilakukan perbaikan untuk mengurangi *score* pada QEC yaitu dengan melakukan desain ulang stasiun kerja dengan memberikan kursi kerja untuk menjaga agar punggung pekerja tidak membungkuk dan meja kerja agar benda kerja dapat dijangkau dan dekat dengan penglihatan pekerja.

2. Faktor Bahu/ Lengan

4 *score* penilaian pada faktor bahu / lengan meliputi tinggi tangan (C), beban (H), durasi (J) dan pergerakan tangan (D) dengan *exposure score* sebesar 30 dan tergolong kedalam *medium exposure level*. Nilai hubungan terkecil terletak pada hubungan tinggi tangan (C) dan pergerakan lengan (D) dengan beban (H) hal ini dikarenakan posisi tangan pekerja saat bekerja berada pada ketinggian sekitar dada, pergerakan tangan yang tergolong sering akan tetapi memiliki jeda beberapa saat dihubungkan dengan beban yang dibawa pekerja saat melakukan proses pengelasan dimana berat dari alat las, palu dan plat besi kurang dari 1 kg. Untuk nilai hubungan terbesar terletak pada hubungan tinggi tangan (C) dan pergerakan lengan (D) dengan durasi (J) hal ini dikarenakan posisi tangan yang berada pada ketinggian sekitar dada dan pergerakan lengan yang sering akan tetapi dilakukan secara terus menerus selama 7 jam kerja. Oleh karena itu fokus dalam melakukan perbaikan pada lengan dan bahu adalah dengan mendesain ulang letak fasilitas yang digunakan dengan memberikan meja kerja dan fasilitas kerja yang disesuaikan dengan ketinggian maksimal adalah setinggi di bawah pergelangan tangan untuk mengurangi kelelahan yang terjadi pada bahu dan lengan, agar fasilitas kerja dekat dengan sumbu agar posisi lengan tidak menekuk terlalu menyimpang dan benda kerja terletak pada ketinggian di bawah pergelangan tangan sehingga pekerja lebih nyaman dalam melakukan pekerjaannya.

3. Faktor Pergelangan Tangan/ Tangan

Untuk faktor pergelangan tangan/ tangan terdapat 4 *score* yang dinilai yaitu gerakan (F), gaya (K), durasi (J), postur pergelangan (E) dengan *exposure score* sebesar 26 tergolong ke dalam *medium exposure level*. Nilai hubungan terkecil terletak pada hubungan gerakan berulang (F) yang dilakukan pekerja dengan gaya (K) yang dikeluarkan oleh pekerja, hal ini dikarenakan gerakan berulang yang dilakukan memiliki frekuensi sebanyak 2 tindakan per menit dengan gaya yang diberikan pekerja seperti alat bantu kerja yaitu alat las dan palu serta objek kerja yaitu plat pipa *stainless steel* tergolong ringan yaitu kurang dari 1 kg. Untuk nilai hubungan tertinggi terletak pada hubungan postur pergelangan tangan (E) dengan durasi (J) hal ini dikarenakan postur pergelangan tangan membengkok baik tangan kanan maupun tangan kiri dan postur tersebut terjadi di

keseluruhan waktu kerja yaitu 7 jam dalam sehari sehingga nilai hubungan yang dihasilkan tinggi. Perbaikan yang perlu dilakukan adalah mendesain tempat kerja yaitu menambahkan meja kerja dengan letak fasilitas dan mendesain fasilitas kerja terutama alat bantu penyangga benda kerja agar posisi pergelangan tangan tidak membengkok maupun menekuk.

4. Faktor Leher

Untuk faktor leher terdapat 3 *score* yang dinilai yaitu postur leher (G), permintaan visual (L) dan durasi kerja (J) dengan *exposure score* sebesar 18 serta tergolong dalam *very high exposure level*. Nilai yang diperoleh dari hubungan permintaan visual (L) dengan durasi (J) sebesar 8 hal ini dikarenakan pekerjaan membutuhkan permintaan visual yang tinggi karena pekerja melakukan pengecekan visual di setiap objek yang dikerjakan bahwa hasil las harus rapat antara satu plat pipa dengan plat pipa lain dan hasil las yang rapi dengan pekerjaan tersebut dilakukan dalam 7 jam kerja. Nilai tertinggi terletak pada hubungan postur leher (G) dengan durasi (J) hal ini terjadi karena objek yang di las berada menjauhi sumbu tubuh dengan pekerja yang duduk bersila sehingga leher harus membungkuk dikelurahkan waktu kerja. Perbaikan yang dapat dilakukan adalah dengan mendesain ulang stasiun kerja dengan memberikan desain meja dan alat bantu penyanggah objek kerja agar ketinggian objek dan postur leher pekerja menjadi netral.

5. Mengemudi

Score untuk mengemudi didapatkan nilai 1 karena pekerja tidak mengemudikan alat transportasi dalam melaksanakan pekerjaannya sehingga untuk faktor mengemudi tergolong dalam *low exposure level*.

6. Getaran

Score untuk getara didapatkan nilai 1 hal ini karena pekerja tidak menggunakan alat kerja yang menghasilkan getaran dalam melaksanakan pekerjaannya sehingga untuk faktor getaran tergolong dalam *low exposure level*.

7. Tempo Kerja

Untuk faktor tempo kerja *score* yang didapatkan adalah 4 sehingga faktor tempo kerja tergolong *medium exposure level*. Hal ini terjadi pekerja terkadang sulit untuk mempertahankan tempo kerjanya, terdapat beberapa objek yang harus berulang dilakukannya pengecekan visual dan yang dikerjakan ulang. Perbaikan yang dapat dilakukan adalah mendesain ulang stasiun kerja dengan penambahan lampu kerja untuk penerangan pekerja agar dapat lebih jelas dalam melihat hasil las pada objek yang dikerjakan.

8. Tekanan

Untuk faktor tekanan *score* yang didapatkan adalah 4 sehingga faktor tekanan tergolong *medium exposure level*. Hal ini dikarenakan pekerja melakukan pekerjaan dengan postur punggung membungkuk dan duduk tanpa menggunakan alas selama 7 jam yang menyebabkan pekerja mudah mengalami kelelahan, kurangnya penerangan yang menghambat pekerjaan pekerja padahal permintaan visual yang dibutuhkan tergolong tinggi serta suhu ruangan yang tergolong panas menyebabkan pekerja bekerja dalam keadaan kurang nyaman. Perbaikan yang diberikan adalah mendesain ulang stasiun kerja dengan menambahkan penerangan didekat pekerja agar dapat melihat objek kerja dengan jelas dan penambahan ventilasi udara.

4.5 Rekomendasi Perbaikan

Berdasarkan analisa dan pembahasan sebelumnya serta Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa postur tubuh pekerja las titik memberikan nilai tinggi pada hasil *exposure level* pada faktor punggung dan faktor leher, sehingga pemberian rekomendasi perbaikan yang pertama dilakukan adalah merancang ulang stasiun kerja serta penataan fasilitas berdasarkan antropometri. Berikut merupakan rekomendasi perbaikan yang dapat diberikan untuk stasiun kerja las titik.

1. Perancangan ulang stasiun kerja

Desain stasiun kerja yang sesuai dengan pekerjaan dapat mengurangi risiko MSDs pada pekerjaan ini. *Exposure level* tertinggi terletak pada faktor leher dan punggung, perancangan ulang stasiun kerja yang dilakukan untuk mengurangi posisi punggung yang membungkuk adalah dengan cara pemberian kursi kerja dengan sandaran kursi agar punggung pekerja dapat mendekati posisi netral selain itu untuk mendukung agar posisi punggung dapat mendekati posisi netral perlu ditambahkan meja kerja sebagai alas untuk menempatkan alat bantu kerja yaitu penyanggah objek las saat proses pengelasan. Alat bantu kerja diberikan untuk menetralkan postur pergelangan tangan agar tidak membengkok serta agar lengan pekerja berada dalam ketinggian dibawah pergelangan tangan. Perbaikan juga dilakukan pada peletakan fasilitas kerja, dimana fasilitas kerja diletakkan dekat dengan sumbu tubuh agar jangkauan tangan pekerja tidak jauh selain itu juga untuk mendukung perbaikan agar posisi punggung tidak membungkuk saat bekerja.

Untuk memperbaiki stasiun kerja las titik dibutuhkan data antropometri orang Indonesia sebagai acuan untuk membuat stasiun kerja baru. Tabel 4.4 merupakan data

antropometri laki-laki Indonesia pada rentang usia 19-40 tahun menurut antropometriindonesia.org (2015).

Tabel 4.4
Data Antropometri Indonesia

Dimensi	Keterangan	5th	50th	95th	SD
D1	Tinggi tubuh	167,99	169,63	171,28	5,19
D2	Tinggi mata	156,59	158,24	159,98	5,42
D3	Tinggi bahu	139,84	141,48	143,13	5,14
D4	Tinggi siku	103,63	105,28	106,92	4,59
D5	Tinggi pinggul	94,3	95,94	97,59	2,95
D6	Tinggi tulang ruas	68,92	70,56	72,21	4,75
D7	Tinggi ujung jari	69,67	71,31	72,96	5,98
D8	Tinggi dalam posisi duduk	83,47	85,12	86,76	5,16
D9	Tinggi mata dalam posisi duduk	72,98	74,62	76,27	5,94
D10	Tinggi bahu dalam posisi duduk	60,98	62,63	64,47	5,44
D11	Tinggi siku dalam posisi duduk	31,06	32,71	34,35	4,82
D12	Tebal paha	17,68	19,33	20,97	3,28
D13	Panjang lutut	51,98	53,62	55,27	3,47
D14	Panjang popliteal	37,73	39,37	41,02	5,44
D15	Tinggi lutut	51,12	52,77	54,41	3,83
D16	Tinggi popliteal	41,48	43,12	44,77	3,37
D17	Lebar sisi bahu	41,77	43,42	45,06	4,49
D18	Lebar bahu bagian atas	36,3	37,95	39,59	2,48
D19	Lebar pinggul	33,1	34,74	36,39	4,72
D20	Tebal dada	19,91	21,55	23,2	2,32
D21	Tebal perut	22,26	23,92	25,57	4,82
D22	Panjang lengan atas	31,94	33,58	35,23	3,22
D23	Panjang lengan bawah	43,41	45,05	46,7	11,46
D24	Panjang rentang tangan ke depan	66,84	68,48	70,13	12,3
D25	Panjang bahu-genggaman tangan ke depan	59,03	60,67	62,32	5,89
D26	Panjang kepala	15,54	17,18	18,83	4,83
D27	Lebar kepala	15	16,65	18,29	2,34
D28	Panjang tangan	16,99	18,64	20,28	2,01
D29	Lebar tangan	11,2	12,84	14,49	2,37
D30	Panjang kaki	22,42	24,06	25,71	2,21
D31	Lebar kaki	8,25	9,9	11,54	0,9
D32	Panjang rentangan tangan ke samping	168,58	170,23	171,87	16,42
D33	Panjang rentangan siku	85,05	86,7	88,34	7,65
D34	Tinggi genggaman tangan ke atas dalam posisi berdiri	206,35	207,99	209,64	20,52
D35	Tinggi genggaman ke atas dalam posisi duduk	126,03	127,68	129,32	15,19
D36	Panjang genggaman tangan ke depan	73,02	74,67	76,31	6,85

Berdasarkan uraian diatas, berikut merupakan usulan rancangan ulang stasiun kerja las titik serta peletakan fasilitasnya. Usulan perbaikan yang diberikan berupa menambahkan

meja dan kursi kerja serta pemberian alat bantu yang digunakan untuk mengurangi tingkat paparan rasa sakit pada pekerja las titik. Gambar 4.7 merupakan desain perancangan ulang dari stasiun kerja las titik yang didesain berdasarkan data antropometri pada Tabel 4.5, yaitu rancangan ulang stasiun kerja las titik dengan meja, kursi dan alat bantu.



Gambar 4.7 Rancangan desain stasiun kerja las titik (a)

Tabel 4.5 menjelaskan tentang dimensi-dimensi rancangan desain perbaikan stasiun kerja las titik. Persentil yang digunakan dalam melakukan perancangan ulang stasiun kerja adalah persentil 50th agar desain perbaikan dapat digunakan oleh berbagai ukuran tubuh dan 95th agar ukuran tubuh ekstrim besar tetap nyaman dalam menggunakan perbaikan yang diberikan. Dimensi perbaikan stasiun kerja dirancang dengan menggunakan aturan persentil 50th dan 95th dengan beberapa hal yang menjadi pertimbangan salah satunya adalah dari 7 pekerja las titik pada CV. Jayadi mereka memiliki postur tubuh yang hampir sama atau seragam, sehingga meskipun desain perbaikan tidak dirancang dengan aturan persentil yang dapat disesuaikan rancangan desain perbaikan akan tetap nyaman digunakan untuk seluruh pekerja. Selain itu rancangan perbaikan dibuat agar perusahaan dapat menerapkan perbaikan yang diberikan tanpa mengeluarkan biaya yang besar.

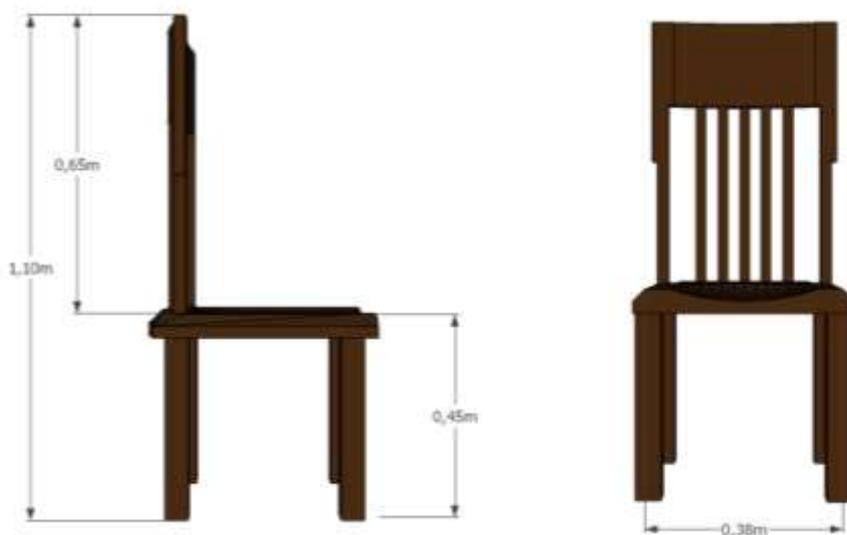
Tabel 4.5

Dimensi Perbaikan Stasiun Kerja Las Titik

No	Penggunaan	Dimensi	Persentil	Ukuran + Allowance (cm)	Keterangan
Kursi					
1.	Tinggi alas duduk dari lantai	D16	50 th	43,12 + 2	Agar kaki pekerja tidak membengkok dan dalam posisi netral
2.	Panjang alas duduk	D14	50 th	39,37	Agar pekerja nyaman bekerja dalam keadaan statis
3.	Lebar alas duduk kursi	D19	95 th	36,39	Agar pekerja nyaman bekerja dalam keadaan statis
4.	Tinggi sandaran	D10	95 th	64,47 + 1	Punggung pekerja dapat bersandar saat bekerja dan

No	Penggunaan	Dimensi	Persentil	Ukuran + Allowance (cm)	Keterangan
	kursi				menjaga agar punggung tetap dalam keadaan lurus.
Meja					
5.	Lebar meja	D24	50 th	68,48	Agar semua pekerja dapat menjangkau dan menggunakan alat kerja dengan nyaman
6.	Panjang meja	Batasan daerah kerja jangkauan normal		109,2	Agar semua pekerja dapat menjangkau dan menggunakan alat kerja dengan nyaman
7.	Tinggi meja	D16	50 th	43,12	Agar semua pekerja dapat menggunakan meja kerja dengan nyaman
8.	Tinggi alat	Kurang dari D11+D16		15 cm	Agar lengan/ tangan pekerja saat pekerja berada pada tingkatan dibawah pergelangan tangan atau berada pada siku
9.	Peletakan alat dan bahan kerja				Berada dalam area <i>normal working area</i> .

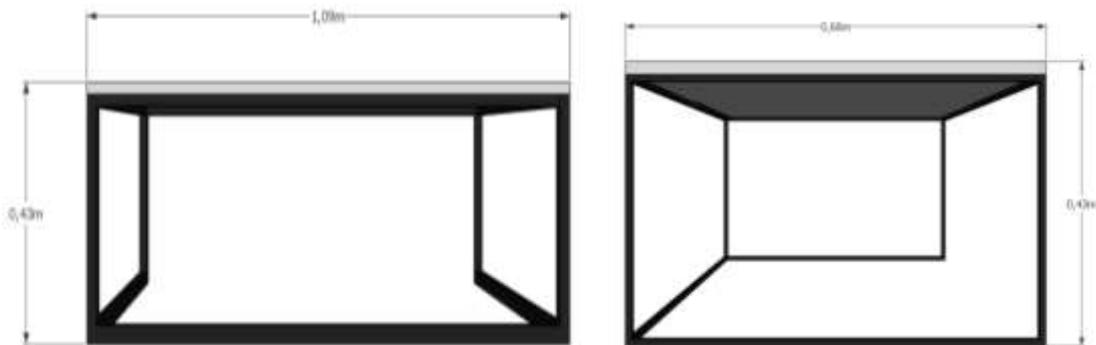
Perbaikan berupa rancangan desain kursi diberikan untuk memperbaiki postur tubuh pada bagian punggung, agar pekerja las titik tidak membungkuk saat melakukan pekerjaannya dan berada pada posisi yang tegak atau mendekati netral. Gambar 4.8 menunjukkan tentang dimensi dan desain kursi kerja.



Gambar 4.8 Desain kursi pekerja las titik

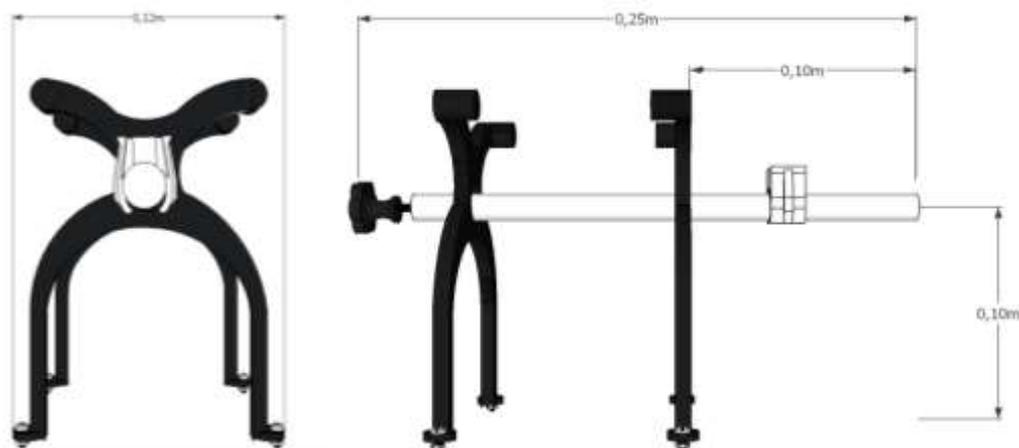
Pada Gambar 4.8 dapat dilihat bahwa perbaikan desain kursi untuk pekerja las titik dibuat untuk mengurangi cedera pada punggung dan leher pekerja. Desain baru tersebut

diharapkan dapat memberikan posisi nyaman dan aman dalam bekerja karena telah disesuaikan dengan standar dimensi antropometri. Misalkan untuk tinggi alas kursi menggunakan dimensi tinggi popliteal (D16) yaitu 43,12 cm dengan *allowance* 2 cm untuk penggunaan alas kaki.



Gambar 4.9 Desain meja pekerja las titik

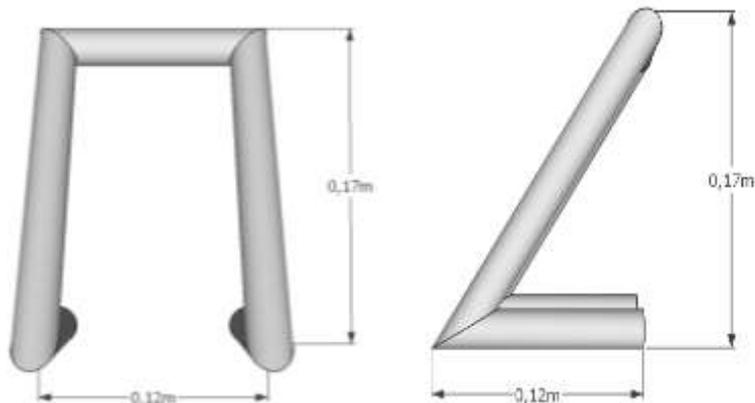
Gambar 4.9 menunjukkan dimensi meja yang dilihat dari sisi samping dan depan. Perbaikan meja kerja ditambahkan untuk menyesuaikan tinggi dari pekerja yang telah diberikan desain kursi pada Gambar 4.8 sehingga diharapkan pekerja tidak lagi membungkuk baik pada bagian punggung maupun leher atau posisi punggung dan leher mendekati netral. Panjang dari meja sebesar 109 cm, hal ini didasarkan pada lebar jangkauan normal untuk pekerja laki-laki, dan tinggi dari meja sebesar 43,12 cm agar posisi benda kerja terletak di bawah pergelangan tangan. Lebar dari meja menggunakan dimensi panjang rentang tangan ke depan agar pekerja mampu menjangkau benda-benda kerja yang ada didalam keranjang



Gambar 4.10 Desain alat bantu penyangga benda kerja

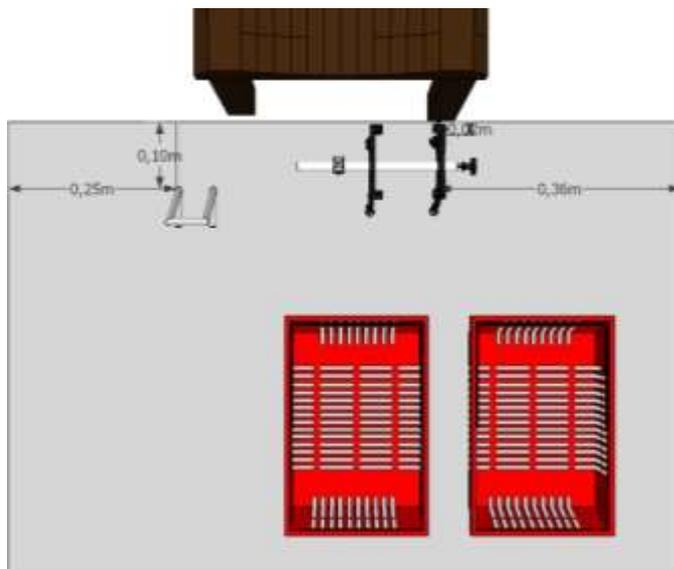
Alat bantu penyangga benda kerja dibuat untuk mengurangi pembengkokan pada pergelangan tangan pekerja agar pergelangan tangan pekerja dapat lurus dan mengurangi risiko terjadinya kecelakaan kerja karena pekerja memegang objek kerja secara langsung.

Tinggi dari alat bantu disesuaikan dengan tinggi meja agar posisi benda kerja dan putaran pada alat bantu tidak melebihi pergelangan tangan atau berada dibawah siku.



Gambar 4.11 Desain penyangga alat las

Gambar 4.11 merupakan desain dari penyangga alat las yang digunakan oleh pekerja, sehingga saat melakukan pekerjaannya pekerja tidak kesulitan dalam meletakkan dan mengambil alat las yang digunakan. Tinggi dan lebar dari desain penyangga disesuaikan dengan tinggi meja agar letak alat las berada dibawah ketinggian pergelangan tangan atau siku.



Gambar 4.12 Peletakan fasilitas kerja stasiun kerja las titik

Gambar 4.12 merupakan peletakan letak fasilitas yang terdapat diatas meja kerja. Peletakan fasilitas kerja dilakukan agar objek kerja dekat dengan sumbu tubuh sehingga tangan mampu menjangkau alat dan objek kerja sehingga pekerja tetap nyaman dalam bekerja. Peletakan keranjang objek kerja disesuaikan dengan jangkauan tangan yang mampu dilakukan pekerja yaitu menggunakan dasar dimensi panjang rentang tangan ke depan (D24) agar pekerja dapat menjangkau tanpa membungkukkan punggungnya.



Gambar 4.13 Implementasi perbaikan dengan menggunakan peraga

Desain stasiun kerja yang diperbaiki memiliki lebar 0,9357m dan panjang 1,092m dengan lebar meja sebesar 0,6848m dan jarak kursi ke meja yang disesuaikan dengan dimensi tebal perut (D21) yaitu sebesar 0,2557m, sehingga pada saat pekerja melakukan pekerjaannya posisi tubuh dekat dengan meja dan posisi tangan kanan dan kiri lurus pada benda kerja dan alat penyangga. Agar pekerja dapat menjangkau objek kerja yang ditempatkan pada keranjang maka peletakan keranjang disesuaikan dengan dimensi panjang rentangan tangan ke depan (D24) yaitu 68 cm dari. Hal ini mengurangi gerakan tubuh pekerja yang awalnya membungkuk untuk mengambil dan meletakkan objek kerja.

2. Mengatasi lingkungan kerja di sekitar pekerja

Untuk mengatasi lingkungan kerja stasiun kerja las titik terdapat beberapa rekomendasi perbaikan yaitu sebagai berikut.

- a. Durasi waktu kerja yang cukup lama yaitu 7 jam kerja menjadi penyebab tingginya nilai paparan risiko MSDs pada pekerja las titik, perbaikan yang dapat dilakukan adalah dengan cara melakukan sistem *rolling* pada pekerja las titik. Dimana pada 4 jam pertama pekerja las titik melakukan pekerjaannya di stasiun kerja las titik dan setelah jam kerja istirahat pekerja las titik berpindah pada stasiun kerja lain yang memiliki tugas atau aktivitas kerja lebih mudah atau aktivitas kerja yang dibantu dengan mesin otomatis seperti stasiun kerja gerinda, poles dan kerangka.
- b. Untuk meminimalisir terjadinya kecelakaan kerja ringan maupun berat yaitu dengan membuat dan menerapkan kebijakan Standar Operasional Prosedur (SOP) hal ini perlu dilakukan agar setiap kegiatan/ aktivitas produksi dilakukan secara runtut dan tertib untuk mendapatkan hasil kerja yang efektif hal ini dikarenakan CV. Jayadi belum memiliki SOP.

- c. Berdasarkan kondisi kerja pekerja las titik, terlihat bahwa pekerja tidak menggunakan alat pelindung diri saat melakukan pekerjaannya sedangkan alat pelindung diri sangat penting digunakan untuk mengurangi terjadinya kecelakaan kerja. Sehingga disarankan bagi perusahaan untuk menyediakan dan menerapkan penggunaan alat pelindung diri bagi pekerjanya. Tabel 4.6 merupakan perlengkapan alat pelindung diri yang dibutuhkan untuk pekerjaan pengelasan.

Tabel 4.6
Perlengkapan Alat Pelindung Diri

No	Nama	Gambar	Keterangan
1.	Helm las		Digunakan untuk melindungi wajah dari percikan las, dari panas yang dihasilkan saat pengelasan, dari sinar las ke bagian mata, dan alat pelindung pernafasan dari bahaya asap yang dihasilkan saat proses pengelasan.
2.	Apron las		Digunakan untuk melindungi bagian tubuh dari percikan las dan juga panas yang dihasilkan saat proses pengelasan.
3.	Sarung tangan las		Digunakan untuk melindungi tangan dari percikan las dan juga panas material yang dihasilkan saat proses pengelasan.
4.	<i>Safety shoes</i>		Digunakan untuk melindungi kaki dari benda tajam di area stasiun kerja dan juga melindungi dari bahaya sengatan listrik.

- d. Penambahan lampu pada stasiun kerja las titik juga diperlukan untuk penerangan, dimana pekerja harus melakukan pengecekan visual terhadap hasil las telah dikerjakan karena pekerjaan yang membutuhkan ketelitian karena pada kondisi saat ini hanya terdapat satu lampu dan lampu tersebut penyinarannya tidak menjangkau bebarang pekerja.
- e. Selain itu untuk meningkatkan suhu ruangan kerja agar tidak terlalu panas, dapat dilakukan dengan menambahkan ventilasi pada pabrik sehingga sirkulasi udara di dalam lantai produksi dapat berlangsung lebih cepat.

4.6 Perhitungan Ulang Nilai QEC Setelah Perbaikan

Setelah dilakukan pembahasan rekomendasi perbaikan yang akan diberikan pada pekerja las titik CV. Jayadi, implementasi perbaikan diilustrasikan dengan menggunakan peraga yang ditambahkan pada rekomendasi perbaikan. Ilustrasi implementasi dari perbaikan dapat dilihat pada Gambar 4.13. Rancangan desain stasiun kerja yang telah dibuat dalam memperbaiki postur tubuh pekerja las titik yang pertama adalah kursi kerja, kursi kerja dirancang untuk menetralkan posisi punggung yang awalnya membungkuk, rancangan desain meja disesuaikan agar dalam melakukan pekerjaannya pekerja tidak membungkuk dan posisi ketinggian tangan dari pekerja tetap berada di ketinggian bawah pergelangan tangan atau pada siku. Alat bantu penyangga yang diletakkan di atas meja kerja dirancang dengan ketinggian yang disesuaikan dengan ketinggian meja agar objek kerja yang nantinya diletakkan pada alat bantu posisinya tidak berada diatas siku atau pergelangan tangan sehingga postur tangan dan lengan pekerja lebih nyaman. Peletakan fasilitas kerja di atas meja kerja disesuaikan dengan jangkauan tangan pekerja, agar nyaman dalam melakukan pergerakan tubuh untuk mengambil dan meletakkan objek kerja.

Berdasarkan Gambar 4.13 dapat diilustrasikan bahwa saat bekerja, punggung pekerja mendekati postur netral dengan tangan kanan mengoperasikan alat las dan tangan kiri memutar pipa penyangga objek kerja, dimana alat bantu diletakkan dekat dengan sumbu tubuh agar pekerja dapat melihat objek kerja dengan jelas sehingga dapat dilakukan perhitungan ulang nilai *action level* QEC. Perhitungan *action level* QEC dimulai dari tahap *assessment* pengamat, *assessment* pekerja dan *final assessment*.

1. *Assessment* Pengamat

Pada *assessment* pengamat, kuesioner yang akan diisi adalah mengenai postur tubuh pekerja yang meliputi punggung, bahu / lengan, pergelangan tangan / tangan dan leher setelah dilakukannya rekomendasi perbaikan.

- a. Postur punggung pekerja dalam posisi hampir netral untuk tahap A, sehingga tergolong dalam A1. Sedangkan untuk tahap B tergolong dalam B2 karena punggung tetap dalam keadaan statis dalam keseluruhan waktu kerja.
- b. Posisi tangan berada pada ketinggian dibawah pergelangan tangan saat proses pengelasan sehingga untuk tahap C tergolong dalam C1. Sedangkan pergerakan lengan kanan maupun lengan kiri tergolong sering, sehingga tahap D termasuk dalam D2 (sering).
- c. Posisi pergelangan tangan berada dalam keadaan netral karena telah diberikan alat bantu sehingga pekerja tidak memegang benda kerja secara langsung begitu pula pada pergelangan tangan kiri sehingga tahap E tergolong dalam E1. Sedangkan untuk tahap F pengulangan gerakan terjadi setiap 2 kali per menit, sehingga untuk tahap F tergolong dalam F2.
- d. Dengan penambahan meja kerja dan kursi kerja, serta penambahan alat pada meja kerja maka postur leher dari posisi membungkuk menjadi netral karena tinggi meja, kursi dan alat telah disesuaikan dengan pekerja, sehingga pekerja melakukan pekerjaannya dalam posisi netral. Untuk tahap G, tergolong dalam G1

2. *Assessment* Pekerja

Pada *assessment* pekerja, kuesioner yang diisi adalah mengenai faktor beban maksimum yang dikerjakan, durasi kerja, tingkat kekuatan atau gaya, permintaan visual, mengemudi, getaran, tempo kerja dan tekanan,

- a. Beban yang dibawa oleh pekerja las titik adalah pipa *stainless steel* dan juga alat las yang berat nya kurang dari 1 kg, sehingga untuk tahap H tergolong dalam H1 yaitu ringan.
- b. Durasi kerja yang dihabiskan oleh pekerja las titik dalam satu hari adalah 4 jam kerja, sehingga tahap J tergolong dalam J2 karena menghabiskan 4 jam kerja.
- c. Tingkat kekuatan atau gaya yang dikeluarkan oleh tangan kanan maupun tangan kiri kurang dari 1 kg, sehingga tahap K tergolong dalam K1.
- d. Dengan diberikannya lampu pada beberapa titik stasiun kerja las titik, sehingga membantu pekerja untuk melakukan pengecekan visual akan tetapi tahap L tetap tergolong dalam L2.
- e. Pekerja las titik tidak mengemudikan kendaraan selama melakukan pekerjaannya, sehingga untuk faktor M tergolong dalam M1.
- f. Tidak ada alat bergetar yang digunakan dalam pekerjaan ini, sehingga untuk faktor N tergolong dalam N1.

- g. Dengan diberikannya lampu pada beberapa titik stasiun kerja las titik, hal ini memudahkan pekerja dalam mempertahankan tempo kerjanya. Sehingga faktor P tergolong dalam P1.
- h. Dengan diberikannya lampu penerangan, meja dan kursi kerja, serta penambahan ventilasi udara sehingga tekanan yang dialami pekerja sudah dapat dikurangi. Sehingga tahap Q tergolong Q1.

3. Final Assessment

Setelah didapatkan jawaban dari *assessment* pengamat dan *assessment* pekerja, jawaban tersebut akan dihubungkan untuk mendapatkan total nilai pada setiap faktornya. Tabel 4.7 merupakan perhitungan *exposure score* yang diperoleh dari *final assessment*.

Tabel 4.7

Hasil Akhir *Exposure Score* dan *Exposure Level* QEC Setelah Perbaikan

Faktor Punggung		Faktor Bahu/ Lengan		Faktor Pergelangan Tangan/ Tangan		Faktor Leher		Faktor Lain		
Hub	Nilai	Hub	Nilai	Hub	Nilai	Hub	Nilai	Hub	Nilai	Level
A&H	2	C&H	2	F&K	2	G&J	4	Kemudi	1	Low
A&J	4	C&J	4	F&J	4	L&J	6	Getaran	1	Low
J&H	4	J&H	4	J&K	4	Skor	10	Tempo	1	Low
B&J	6	D&H	4	E&K	2	Level	Med	Tekanan	1	Low
Skor	16	D&J	6	E&J	4					
Level	Med	Skor	20	Skor	16					
		Level	Low	Level	Low					

Setelah mendapatkan keseluruhan *exposure score* dan *exposure level* untuk setiap faktor yang terdapat dalam QEC, selanjutnya adalah menghitung *action level* berdasarkan nilai yang berada pada Tabel 4.7. Tabel 4.8 menunjukkan nilai perbandingan *exposure score* dan *exposure level* sebelum dan sesudah dilakukannya perbaikan.

Tabel 4.8

Perbandingan Akhir *Exposure Score* dan *Exposure Level* QEC

Faktor	Score		Level	
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
Punggung	26	16	High	Medium
Bahu / lengan	30	20	Medium	Low
Pergelangan tangan/ tangan	26	16	Medium	Low
Leher	18	10	Very High	Medium
Mengemudi	1	1	Low	Low
Getaran	1	1	Low	Low
Tempo kerja	4	1	Medium	Low
Teakanan	4	1	Medium	Low

Berikut adalah perhitungan *action level* untuk menentukan tindakan yang harus dilakukan selanjutnya.

$$\text{action level} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{exposure score})_1}{162} \times 100\%$$

$$\text{action level} = \frac{16 + 20 + 16 + 10 + 1 + 1 + 1 + 1}{162} \times 100\%$$

$$\text{action level} = 41 \%$$

Dari perhitungan *action level* di atas, dapat diketahui bahwa pekerja las titik CV. Jayadi memiliki *action level* diantara 40% - 49% yang menandakan bahwa perbaikan telah membuat pekerjaan ini menjadi aman namun masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Penelitian lebih lanjut tersebut dibutuhkan karena faktor leher dan punggung masih berada pada *medium level* hal ini dikarenakan faktor durasi yang mempengaruhi dan permintaan visual yang tergolong.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai kesimpulan serta saran yang nantinya diharapkan dapat berguna dan bermanfaat bagi perusahaan.

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Setelah dilakukannya penilaian tingkat paparan rasa sakit dengan menggunakan *Quick Exposure Checklist*, dapat diketahui bahwa pada stasiun kerja las titik CV. Jayadi perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dan perbaikan, hal ini dapat diketahui berdasarkan nilai *action level* yang diperoleh yaitu sebesar 67%. Berdasarkan identifikasi yang dilakukan nilai *exposure score* tertinggi terletak pada faktor leher dengan nilai 18 dan tergolong dalam *very high level*, lalu nilai *exposure score* pada faktor punggung dengan nilai 26 dan tergolong dalam *high level*, lalu nilai *exposure score* pada faktor bahu / lengan dengan nilai 30, faktor pergelangan tangan / tangan dengan nilai 26, faktor tempo kerja dengan nilai 4 serta faktor tekanan dengan nilai 4 dimana faktor tersebut tergolong dalam *medium level*. Sedangkan untuk faktor mengemudi dan getaran memiliki nilai 1 dengan *low level*. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya durasi kerja yang dihabiskan pekerja dalam satu hari yaitu 7 jam kerja dan postur kerja pekerja yang membungkuk baik punggung maupun lehernya dengan pekerjaan yang bersifat statis. Apabila hal tersebut dilakukan secara terus menerus dan dalam jangka waktu yang lebih lama maka dapat meningkatkan risiko pekerja mengalami cedera MSDs.
2. Dari nilai dan hasil pengolahan data pada penelitian ini diperoleh beberapa rekomendasi perbaikan, antara lain yaitu:
 - a. Perancangan ulang stasiun kerja dilakukan dengan memberikan desain kursi dan meja kerja, hal ini dilakukan agar postur tubuh pekerja lebih ergonomi dan nyaman dalam bekerja, diharapkan pekerja tidak mengalami kelelahan dengan cepat dan dapat mengurangi risiko cedera *Musculoskeletal Disorders*. Desain kursi dan meja yang diberikan dirancang dengan menggunakan dimensi antropometri, selain rancangan stasiun kerja berupa kursi dan meja juga ditambahkan alat bantu berupa penyangga objek pengelasan dan penyangga untuk alat las.

- b. Mengatasi lingkungan kerja disekitar pekerja dengan mengatur jam kerja pekerja dengan cara melakukan *rolling* stasiun kerja, membuat dan menerapkan SOP, penerapan kebijakan penggunaan APD pada pekerja seperti helm las, pelindung badan atau apron, sarung tangan dan *safety shoes*. Perbaikan juga dilakukan dengan cara penambahan lampu penerangan untuk stasiun kerja las titik agar pekerja lebih mudah dalam melihat hasil dari pengelasan yang dilakukan, selain itu dengan penambahan ventilasi pada pabrik untuk meningkatkan suhu ruangan kerja agar sirkulasi udara dapat berlangsung lebih cepat sehingga ruangan kerja tidak terlalu panas dan pekerja menjadi lebih nyaman.

5.2 Saran

Setelah melakukan penelitian ini saran yang dapat diberika kepada perusahaan dan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. CV. Jayadi diharapkan dapat mengaplikasikan rekomendasi perbaikan yang telah diberikan yaitu berupa perancangan desain stasiun kerja pada stasiun kerja las titik, pembuatan dan penerapan SOP, kebijakan penggunaan APD dan perbaikan lingkungan kerja dengan penambahan lampu dan ventilasi udara pada lantai produksi sehingga permasalahan pada perusahaan dapat berkurang.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan analisis mengenai tata letak fasilitas pada CV. Jayadi untuk mengoptimalisasi aliran produksi pada perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Antropometri Indonesia. 2013. *Data Antropometri Indonesia*, www.antropometriindonesia.org. (diakses 12 Oktober 2017).
- Arezes, Pedro. 2016. *Advances in Safety Management and Human Factors: Proceedings of The AHFE 2016 International Conference on Safety Management and Human Factors, July 27-31, 2016*. Switzerland: Springer.
- Health and Safety Executive (HSE). 2005. *Further development of the usability and validity of the Quick Exposure Check (QEC)*. England: University of Surrey.
- Ilman, A. Yuniar & Helianty Y. 2013. *Rancangan Perbaikan Sistem Kerja dengan Metode Quick Exposure Checklist (QEC) di Bengkel Sepatu X di Cibaduyut*. Jurnal Online Institut Teknologi Nasional Bandung. Nomor 2 (Vol.1).
- International Ergonomics Association (IEA). 2006. *Exposure Assessment of Upper Limb Repetitive Movement: A Consensus Document*. London: IEA
- Koradecka, Danuta. 2010. *Handbook of Occupational Safety and Health*. London New York: CRC Press LLC. (diakses 30 November 2017).
- Malihatn, Atik. 2015. Analisis Penilaian Risiko Postur Kerja pada Stasiun Sortasi di Perusahaan Karet RSS dengan Metode Rapid Entire Body Assessment (REBA) dan Quick Exposure Checklist (QEC). *Skripsi*. Tidak Dipublikasikan. Malang: Universitas Brawijaya.
- Nurmianto, Eko. 2003. *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Surabaya: Guna Widya.
- OHSCO, 2007. *Musculoskeletal Disorders Prevention Guideline*. Ontario: OHSCO (diakses 25 Agustus 2017)
- OSHA, 2000. *Ergonomic: The Study of Work*. New York: US Department of Labor. (diakses 25 Agustus 2017)
- Sanjaya, K.T. Wahyudi, S. & Soenoko R. 2013. *Perbaikan Fasilitas Kerja Mambatik dengan Pendekatan Ergonomi untuk Mengurangi Musculoskeletal Disorders*. JEMIS Vol. 1 No.1.
- Stanton, Neville. 2005. *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods*. London New York: CRC Press LLC. (diakses 30 November 2017).
- Steffi, Maria. 2012. Evaluasi Pekerjaan Manual Handling pada Kuli Panggul Di Toko X dan Pedagang Roti Pikul di Agen Roti Y Kelapa Dua Tahun 2012. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Jakarta: Universitas Indonesia.

- Sutopo, Beni Arip. 2009. Faktor Risiko Kejadian Musculoskeletal Disorders (MSDs) pada Operator Rubber Tyred Gantry dan Non Operator di PT. Pelabuhan Indonesia III Terminal Petikemas Semarang. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Semarang: Universitas Diponegoro
- Tarwaka. 2010. *Dasar-Dasar Pengetahuan Ergonomi dan Aplikasi Di Tempat Kerja*. Solo: Harapan Press Solo.
- WHO. 2003. *Preventing Musculoskeletal Disorders in the Workplace*. New Delhi: Safire Graphix.
- Wignjosebroto, Sritomo. 2008. *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*. Surabaya: Guna Widya.