

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Ergonomi

Istilah ergonomi berasal dari bahasa latin yaitu ergon (kerja) dan nomos (hukum alam) dan dapat didefinisikan sebagai studi tentang aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologis, psikologi, engineering, manajemen dan desain perancangan. Menurut (Sokhibi et al. 2017) ergonomi ialah suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi mengenai sifat, kemampuan, dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja yang dapat membuat seseorang dapat hidup dan bekerja pada sistem itu dengan baik, yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu dengan efektif, aman, dan nyaman. Kemampuan dan keterbatasan yang dimiliki oleh manusia ini dijadikan pertimbangan dalam perancangan sistem kerja yang baru maupun perbaikan terhadap sistem kerja yang telah ada. Salah satu kajian penting di dalam ilmu ergonomi adalah tentang postur dan pergerakan yang dilakukan oleh manusia selama bekerja. Berbagai postur dan pergerakan dapat dialami oleh seorang pekerja selama melakukan pekerjaannya. Postur dan pergerakan yang terjadi selama manusia bekerja ini akan melibatkan sistem musculoskeletal (otot, ligamen maupun persambungannya).

Konsep dasar yang melatarbelakangi ergonomi adalah adanya perbedaan pada kemampuan dan tuntutan dari pekerjaan itu sendiri, yang selanjutnya disebut sebagai kapasitas (capacity) dan tuntutan pekerjaan (demand). Kapasitas haruslah selalu lebih besar dari tuntutan pekerjaan, lebih mudah dinyatakan dengan $C > D$. 11 Jika formula tersebut tidak terpenuhi, maka dapat dipastikan manusia dan pekerjaannya akan mengalami masalah (baik langsung maupun tidak).

Apa saja masalah yang dapat terjadi jika formula di atas tidak dipenuhi? Mungkin istilah ini pernah didengar seperti MD (Musculoskeletal Disorders)

atau lebih dikenal dengan kelainan otot, tulang dan rangka. Tidak hanya itu saja, tapi bagi manusia juga dapat berdampak seperti ketulian, kecelakaan kerja dan

Apa saja masalah yang dapat terjadi jika formula di atas tidak dipenuhi? Mungkin istilah ini pernah didengar seperti MD (Musculoskeletal Disorders) atau lebih dikenal dengan kelainan otot, tulang dan rangka. Tidak hanya itu saja, tapi bagi manusia juga dapat berdampak seperti ketulian, kecelakaan kerja dan berakibat kematian. Dalam dunia industri dan usaha, dampak-dampak yang muncul seperti produktivitas rendah, pekerja bosan, mudah capai dan konsentrasi menurun. Kerugian yang dialami oleh perusahaan tentulah tidak sedikit. Adanya kasus kecelakaan kerja, tingkat absensi yang tinggi, serta rendahnya kinerja pekerja tentunya berdampak langsung bagi perusahaan. Kerugian-kerugian tersebut dirasakan langsung pada bagian finansial, buruknya image perusahaan, dan dalam skala yang luas dapat menurunkan nilai saham di mata investor. Kerugian-kerugian di atas dapat dihindari dan diminimalisir dengan melakukan kajian dan studi ergonomi di perusahaan sehingga sistem yang ada benar-benar sesuai dengan user atau penggunanya. Ergonomi sebagai ilmu yang bersifat multi-disipliner berhubungan dengan aspek manusia yang sedang bekerja. Perkembangan dan prakteknya bertujuan untuk : Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban fisik dan mental, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.

Meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak sosial, mengelola dan mengkoordinir kerja secara tepat guna dan meningkatkan jaminan sosial baik selama kurun waktu produktif maupun setelah tidak produktif. 12 Menciptakan keseimbangan rasional antara berbagai aspek yaitu aspek teknis, ekonomis, antropologis dan budaya dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi.

Perancangan stasiun kerja merupakan salah satu output studi ergonomi di bidang industri. Inputnya dapat berupa kondisi manusia yang tidak aman dalam bekerja, kondisi fisik lingkungan kerja yang tidak nyaman, dan adanya

hubungan manusia mesin yang tidak ergonomis. Kondisi manusia dikatakan tidak aman bila kesehatan dan keselamatan kerja mulai terganggu. Kelelahan dan keluhan pekerja pada musculoskeletal merupakan salah satu indikasi adanya gangguan kesehatan dan keselamatan pekerja. Secara garis besar keluhan otot dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu : Keluhan sementara (reversible), yaitu keluhan otot yang terjadi pada saat otot menerima beban statis, namun demikian keluhan tersebut akan segera hilang apabila pembebanan dihentikan. Keluhan menetap (persistent), yaitu keluhan otot yang bersifat menetap walaupun pembebanan kerja telah dihentikan, namun rasa sakit pada otot masih terus berlanjut.

2.2 Postur atau Sikap Kerja

Manusia jika berdiri terus seharian diketahui berhubungan dengan nyeri pinggang. Bila memungkinkan, pekerjaan yang membutuhkan orang untuk berdiri diam dalam waktu lama tanpa beberapa bentuk bantuan atau dukungan eksternal harus dirancang ulang untuk memungkinkan lebih banyak gerakan atau untuk memungkinkan pekerjaan yang harus dilakukan dalam kombinasi berdiri dan postur duduk. Periode yang singkat dari berjalan dan gerakan tubuh kasar sangat penting untuk mengaktifkan pompa vena dan membantu kembalinya darah dari tungkai bawah. Sehingga gagasan bahwa pekerja harus berdiri secara fisiologis dan mekanis tidak dapat diterima. Menurut (Wulanyani et al., 2016) situasi kerja yang mengatur pembebanan statis otot ini antara lain:

- a. bekerja dengan tangan dan lengan
- b. memegang alat dan benda berat
- c. berdiri dengan tangan tertekuk untuk meraih benda yang ditempatkan terlalu jauh atau tidak dapat diakses karena kurangnya ruang untuk kaki
- d. *The leg muscles*: otot *gastrocnemius* dan *soleus* merupakan otot – otot yang aktif ketika seseorang dalam posisi berdiri. Ketika seseorang mencondongkan badan ke depan, aktifitas dari otot *gastrocnemius* meningkat.

- e. *The abdominal muscles*: terdapat hanya sedikit aktivitas otot abdominal saat seseorang berdiri dan saat duduk. otot perut (*abdominal muscles*) dapat mencegah ekstensi pada trunk, yang disebabkan oleh beban yang ditempatkan tinggi di bagian belakang dan ketika berjalan di tempat yang terjal
- f. Kegiatan di paha belakang (*hamstring*) sedikit dalam posisi berdiri tetapi meningkatkan ketika badan condong ke depan, memegang benda berat atau menarik sesuatu
- g. *The adductors and abductors of the hip*: ketika seseorang berdiri dengan dua kaki, otot ini memberikan stabilitas lateral, mencegah translasi panggul di bidang frontal. Ketika seseorang berdiri dengan satu kaki, panggul cenderung miring ke arah sisi yang tidak disangga, dan the hip abductors menjaga the pelvis level.

2.3 Keluhan *Muskuloskeletal Disorders* (MSDs)

Muskuloskeletal Disorders (MSDs) merupakan gangguan fungsi otot, tendon, saraf, pembuluh darah, tulang dan ligamen, akibat ketegangan atau perubahan struktur sistem muskuloskeletal dalam waktu pendek ataupun lama. Pekerja dituntut untuk bekerja dengan peralatan yang ada sehingga pekerja berusaha mengadaptasi peralatan tersebut dalam melakukan kerjanya dan terkadang pekerja bekerja melampaui kemampuan fisik yang ada dan akan timbul ketegangan otot dan keluhan yang berkaitan dengan nyeri. Sikap kerja yang salah dalam durasi yang panjang dan berat beban yang diangkat para pekerja juga sangat berisiko untuk menimbulkan keluhan atau cedera, terutama cedera pada sistem muskuloskeletal para pekerja.

Keluhan *muskuloskeletal* adalah keluhan pada bagian-bagian otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan sangat ringan sampai sangat sakit. Apabila otot menerima beban statis secara berulang dan dalam waktu yang lama, akan dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligamen dan tendon. Keluhan hingga kerusakan inilah yang biasanya diistilahkan dengan keluhan *muskuloskeletal disorders* (MSDs) atau

cedera pada sistem *musculoskeletal*. Secara garis besar keluhan otot dapat dikelompokkan menjadidua, yaitu :

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

a. **Manual Material Handling (MMH)**

Manual material handling berhubungan dengan pemindahan beban di mana pekerja menggunakan gaya otot untuk mengangkat, menurunkan, mendorong, menarik, membawa, menggenggam objek.

Penanganan material secara manual atau *Manual Material Handling* (MMH) merupakan aktivitas yang setiap hari dilakukan oleh manusia. Penggunaan tenaga manusia di berbagai aktivitas yang dilakukan secara manual masih sangat dominan. Pekerjaan yang terkait dengan *Manual Material Handling* (MMH) sering kita lihat dalam pekerjaan pertukangan, bongkar muat barang, aktivitas di pasar dan kegiatan- kegiatan bisnis lainnya. Aktivitas MMH antara lain proses mengangkat, mendorong, memanggul, menggendong, menarik dan aktivitas penanganan material lainnya tanpa alat bantu mekanis .

Aktivitas *manual material handling* merupakan aktivitas memindahkan beban oleh tubuh secara manual dalam rentang waktu tertentu. *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) mengklasifikasikan kegiatan *manual material handling* menjadi lima yaitu:

1. Mengangkat/menurunkan (*lifting/lowering*)

Mengangkat adalah kegiatan memindahkan barang ke tempat yang lebih tinggi yang masih dapat dijangkau oleh tangan. Sebaliknya, menurunkan adalah memindahkan barang dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah.



Gambar 2. 1 Kegiatan mengangkat dan menurunkan

Sumber : Muslimah (2008)

2. Mendorong

Mendorong adalah kegiatan menekan berlawanan arah tubuh dengan usaha bertujuan untuk memindahkan objek. Kegiatan menarik searah arah tubuh dengan usaha bertujuan untuk memindahkan objek.



Gambar 2.2 Kegiatan mendorong dan menarik

Sumber: Muslimah (2008)

3. Membawa (*carrying*)

Kegiatan membawa merupakan kegiatan memegang atau mengambil barang dan memindahkannya. Berat benda menjadi berat total pekerja.



Gambar 2.3 Kegiatan membawa

Sumber: Muslimah (2008)

4. Memutar

Kegiatan memutar merupakan gerakan memutar tubuh bagian atas ke dua sisi, sementara tubuh bagian bawah berada dalam keadaan tetap.

Kegiatan memutar dapat dilakukan dalam keadaan tubuh diam.



Gambar 2.4 Kegiatan membawa

Sumber: Muslimah (2008)

5. Menahan

Kegiatan ini merupakan kegiatan memegang objek saat tubuh berada dalam keadaan diam (statis).



Gambar 2.5 Kegiatan membawa

Sumber: Muslimah (2008)

2.5. Risiko Kecelakaan Kerja Pada *Manual Material Handling*

Kegiatan *Manual Material Handling* (MMH) melibatkan koordinasi sistem kendali tubuh seperti tangan, kaki, otak, otot dan tulang belakang. Bila koordinasi tubuh tidak terjalin dengan baik akan menimbulkan risiko kecelakaan kerja pada bidang

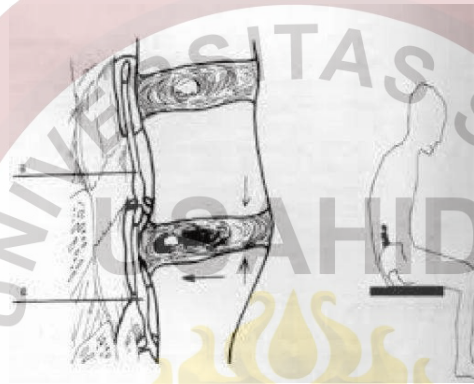
Sikap kerja merupakan salah satu faktor risiko terjadinya gangguan *musculoskeletal*. Sikap kerja yang sering dilakukan oleh manusia antara lain berdiri, duduk, membungkuk, jongkok, berjalan dan lain-lain. Sikap kerja yang dilakukan tergantung kepada jenis pekerjaan dan sistem kerja yang ada.

1. Sikap Kerja Berdiri.

Sikap kerja berdiri merupakan sikap kerja yang sering dilakukan saat bekerja. Berat tubuh akan ditopang oleh satu atau dua kaki. Aliran berat tubuh mengalir pada kedua kaki menuju tanah karena adanya gaya gravitasi bumi. Kestabilan tubuh saat berdiri dipengaruhi oleh posisi kedua kaki. Nyeri punggung bagian bawah (*low back pain*) adalah salah satu masalah pada sikap kerja berdiri dengan sikap punggung condong ke depan. Sikap kerja berdiri terlalu lama akan mengakibatkan pengumpulan darah di vena. Karena aliran darah berlawanan dengan gravitasi, kejadian ini dapat mengakibatkan pembengkakan pergelangan kaki.

2. Sikap Kerja Duduk

Sikap kerja duduk mengakibatkan munculnya keluhan pada punggung bagian bawah karena pada saat duduk otot bagian paha tertarik dan bertentangan dengan bagian pinggul. Akibatnya tulang pelvis akan miring ke belakang dan tulang belakang bagian lumbar L3/L4 akan mengendur. Kondisi ini membuat sisi depan *intervertebral disk* tertekan dan sekelilingnya melebar. Hal ini menyebabkan nyeri pada punggung bagian bawah dan menjalar ke kaki.



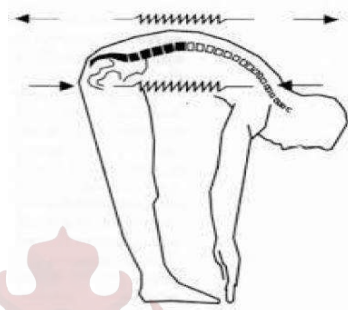
Gambar 2.6. Kondisi *intervertebral disk* bagian lumbar pada saat duduk

Sumber: Bridger (1995)

Ketegangan dan rasa sakit saat bekerja dengan sikap duduk dapat dikurangi dengan merancang tempat duduk yang baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa posisi duduk tanpa sandaran menaikkan tekanan pada *intervertebral disk* sebanyak $\frac{1}{3}$ atau $\frac{1}{2}$ lebih banyak dari posisi berdiri.

3. Sikap Membungkuk

Salah satu sikap kerja yang tidak nyaman dan juga sering menimbulkan rasa sakit adalah sikap kerja membungkuk. Posisi ini menimbulkan ketidaknyamanan karena tidak adanya keseimbangan dan tidak menjaga kestabilan tubuh saat bekerja. Sikap kerja membungkuk yang dilakukan berulang dan dalam waktu yang lama akan mengakibatkan pekerja mengalami nyeri pada punggung bagian bawah (*low back pain*).

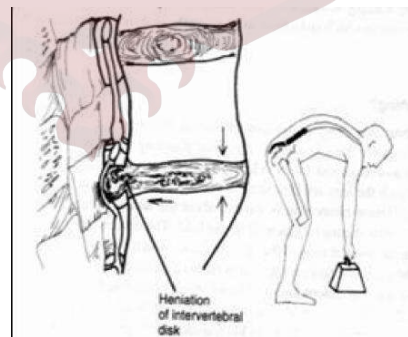


Gambar 2.7 Mekanisme rasa nyeri pada saat membungkuk

Sumber: Bridger (1995)

4. Pengangkatan Beban

Pengangkatan beban memberikan kontribusi besar dalam kecelakaan kerja pada bagian punggung. Penelitian yang dilakukan oleh NIOSH memperlihatkan sebuah statistik yang menyatakan bahwa dua per tiga dari kecelakaan akibat tekanan secara berlebihan berkaitan dengan aktivitas menaikkan/mengangkat barang (*lifting load activity*). Pengangkatan beban yang melebihi kekuatan manusia menyebabkan penggunaan tenaga yang besar pula atau *over exertion*. Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Benard dan Fine (1997) menyimpulkan bahwa *over exertion* adalah penyebab cedera punggung paling besar, persentasenya sekitar 64%-74%. Adapun pengangkatan beban akan mempengaruhi lumbar, dimana akan ada penekanan pada bagian L5/S1. Penekanan pada daerah ini mempunyai batas tertentu untuk menahan tekanan.



Gambar 2.8 Pengaruh sikap kerja pengangkatan yang salah

Sumber: Bridger (1995)

2.6. Metode Penilaian Ergonomi *Quick Exposure Checklist* (QEC)

Quick Exposure Check (QEC) merupakan salah satu metode pengukuran beban postur yang diperkenalkan oleh Dr. Guanyang Li dan Peter Buckle. QEC memiliki tingkat sensitivitas dan kegunaan yang tinggi serta dapat diterima secara luas realibilitasnya. QEC merupakan suatu metode untuk penilaian terhadap risiko kerja yang berhubungan dengan gangguan otot di tempat kerja. Metode ini menilai gangguan risiko yang terjadi pada bagian belakang punggung, bahu/lengan, pergelangan tangan, dan leher. QEC membantu untuk mencegah terjadinya *work musculoskeletal disorders* WMSDs seperti gerak repetitive, gaya tekan, postur yang salah, dan durasi kerja (Rezia et al 2014). QEC menilai pada empat area tubuh yang terpapar pada risiko yang tertinggi untuk terjadinya *work musculoskeletal disorders* (WMSDs) pada operator. QEC dikembangkan untuk :

- a. Menilai perubahan paparan pada tubuh yang berisiko terjadinya *musculoskeletal* sebelum dan sesudah intervensi ergonomi.
- b. Melibatkan pengamat dan juga pekerja dalam melakukan penilaian dan mengidentifikasi kemungkinan untuk perubahan pada sistem kerja.
- c. Membandingkan paparan risiko cedera diantara dua orang atau lebih yang melakukan pekerjaan yang sama, atau diantara orang-orang yang melakukan pekerjaan yang berbeda.
- d. Meningkatkan kesadaran diantara para manajer, engineer, desainer, praktisi keselamatan dan kesehatan kerja dan para operator mengenai faktor risiko *musculoskeletal* pada stasiun kerja.

Quick Exposure Check (QEC) menggunakan kuesioner untuk pengukuran beban postur maupun sikap kerja operator. Kuesioner bisa berupa pertanyaan dengan jawaban terbatas (responden memilih jawaban yang tersedia) ada juga yang berupa pertanyaan terbuka, dimana responden boleh menjawab tanpa dibatasi jawaban yang disediakan. Dalam *Quick Exposure Check* (QEC) terdapat dua kuesioner yang dibutuhkan yakni kuesioner pengamat dan kuesioner operator.

Langkah-langkah Quick Exposure Check (QEC) QEC menggunakan empat tahapan kerja yakni :

1. Pengukuran Oleh Peneliti (Observer's Assessment)

Peneliti memiliki form pengukuran sendiri yang dapat diisi melalui pengamatan kerja di lapangan. Sebagai alat bantu, dapat menggunakan stopwatch guna menghitung durasi dan frekuensi kerja. Berikut ini adalah contoh dari kuesioner untuk peneliti :

PENILAIAN PENELITI

Nama : _____
 Pekerjaan : _____
 Tanggal : _____

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>PUNGGUNG</p> <p>A Saat melakukan pekerjaan, bagaimana postur punggung anda (pilih situasi kasus terburuk)?</p> <p>A1 <input type="checkbox"/> Hampir pipih A2 <input type="checkbox"/> Agak tertekuk atau terpelintir atau bengkok samping A3 <input type="checkbox"/> Sangat tertekuk atau terpelintir</p> <p>B Pilih hanya satu dari dua pilihan jenis pekerjaan berikut: untuk pekerjaan duduk atau berdiri. Apakah punggung selalu dalam posisi statis?</p> <p>B1 <input type="checkbox"/> Tidak B2 <input type="checkbox"/> Ya Atau</p> <p>Untuk pekerjaan mengangkat, mendorong/ menarik dan membawa beban. Seberapa sering pergerakan punggung?</p> <p>B3 <input type="checkbox"/> Jarang (sekitar 3 kali per menit atau kurang) B4 <input type="checkbox"/> Sering (sekitar 8 kali per menit) B5 <input type="checkbox"/> Sangat sering (sekitar 12 kali per menit atau lebih)</p> | <p>BAHU</p> <p>C Saat melakukan pekerjaan, bagaimana posisi tangan anda? (pilih situasi terburuk)</p> <p>C1 <input type="checkbox"/> Pada ketinggian pinggang atau dibawahnya C2 <input type="checkbox"/> Setinggi dada C3 <input type="checkbox"/> Pada ketinggian bahu atau diatasnya</p> <p>D Seberapa sering pergerakan bahu/lengan</p> <p>D1 <input type="checkbox"/> Jarang (beberapa gerakan intermiten) D2 <input type="checkbox"/> Sering (gerakan teratur dengan beberapa jeda) D3 <input type="checkbox"/> Sangat Sering (gerakan hampir terus menerus)</p> <p>PERGELANGAN TANGAN</p> <p>E Saat melakukan pekerjaan, bagaimana postur pergelangan tangan/tangan anda (pilih situasi terburuk)</p> <p>E1 <input type="checkbox"/> Pergelangan tangan hampir lurus E2 <input type="checkbox"/> Pergelangan tangan tertekuk</p> <p>F Berapakah gerakan repetitive pada pergelangan tangan/tangan?</p> <p>F1 <input type="checkbox"/> 10 Kali per menit atau kurang F2 <input type="checkbox"/> 11 sampai 20 kali permenit F3 <input type="checkbox"/> Lebih dari 20 kali permenit</p> <p>LEHER</p> <p>G Ketika melakukan pekerjaan, apakah posisi kepala/ leher tertekuk/ atau memutar?</p> <p>G1 <input type="checkbox"/> Tidak ada G2 <input type="checkbox"/> Ya, kadang - kadang G3 <input type="checkbox"/> Ya, terus menerus</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Gambar 2.11 Contoh Form Kuesioner QEC Peneliti .

sumber : Andy nurwahindah (2022)

Setelah peneliti melakukan pengamatan pada operator dan mengisi kuesioner akan dilakukan rekapitulasi data kuesioner dari pengamat yang melihat bagaimana postur tubuh operator ketika bekerja yang diamati oleh peneliti. Sehingga hasil rekapitulasi dari kuesioner QEC untuk peneliti adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Contoh Rekapitulasi Kuesioner Pengamat

| tasiun kerja | punggung | | Bahu/lengan | | Pergelangan tangan | | leher |
|--------------|----------|----|-------------|----|--------------------|----|-------|
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | |
| mengangkat | A1 | B2 | C1 | D3 | E2 | F1 | G3 |
| menarik | A1 | B2 | C1 | D3 | E1 | F1 | G3 |
| mendorong | A2 | B2 | C1 | D3 | E1 | F1 | G3 |

2. Pengukuran Oleh Pekerja (*Worker's Assessment*)

Seperti halnya peneliti (*observer*), pekerja pun memiliki *form* isian sendiri, yang berisi pertanyaan seputar pekerjaan yang dilakukan. Berikut ini adalah contoh dari kuesioner untuk operator:

Bagian 3 **PENILAIAN PEKERJA**

H **Berapakah berat maksimum yang anda kerjakan secara manual dalam pekerjaan anda?**

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)

J **Rata - rata, berapa lama anda melakukan pekerjaan tersebut per hari?**

J1 Kurang dari 2 jam

J2 2 sampai 4 jam

J3 lebih dari 4 jam

K **Ketika melakukan pekerjaan, berapa berat beban yang dikerahkan oleh satu tangan?**

K1 Ringan (kurang dari 1kg)

K2 Menengah (1 sampai 4 kg)

K3 Tinggi (lebih dari 4 kg)

L **Apakah dibutuhkan ketelitian mata dalam melakukan pekerjaan anda**

L1 Rendah (hampir tidak perlu melihat rincian halus)

* L2 Tinggi (perlu melihat beberapa rincian halus)

* Jika tinggi, silakan memberikan rinciandi kotak dibawah ini

M **Apakah anda mengendarai kendaraan dalam melakukan pekerjaan?**

M1 Kurang dari satujam per hari atau tidak pernah

M2 Antara 1 dan 4 jam per hari?

M3 Lebih dari 4 jam per hari?

N **Apakah anda menggunakan alat getar saat melakukan pekerjaan?**

N1 Kurang dari 1 jam perhari atau tidak pernah

N2 Antara 1 dan 4 jam per hari

N3 Lebih dari 4 jam per hari

P **Apakah anda merasa kesulitan dengan pekerjaan anda?**

P1 Tidak pernah

P2 Terkadang

*P3 Sering

* Jika seringkali, tolong beri rincian di kotak di bawah ini

Q **Secara umum, menurut Anda bagaimana pekerjaan yang anda lakukan?**

Q1 Tidak stress sama sekali

Q2 Sedikit stress

*Q3 Cukup stress

*Q4 Sangat stress

* Jika cukup atau sangat, tolong beri rincian di kotak di bawah ini

Gambar 2.12 Contoh Form Kuesioner QEC Operator

sumber: Andy nurwahindah (2022)

Kuesioner operator lebih menitik beratkan kepada yang dirasakan oleh operator ketika melakukan pekerjaannya seperti beban yang harus diangkat dan juga durasi kerja. Setelah operator mengisi kuesioner akan dilakukan rekapitulasi data dari beberapa operator yang mengisi kuesioner, yaitu sebagai berikut:

Tabel 2.2 Contoh Tabel Rekapitulasi Kuesioner Operator

| Stasiun kerja | punggung | | Bahu/lengan | | Pergelangan tangan | | leher |
|---------------|----------|----|-------------|----|--------------------|----|-------|
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | |
| mengangkat | A1 | B2 | C1 | D3 | E2 | F1 | G3 |
| menarik | A1 | B2 | C1 | D3 | E1 | F1 | G3 |
| mendorong | A2 | B2 | C1 | D3 | E1 | F1 | G3 |

3 Mengkalkulasi skor paparan (*Exposure Score*)

Jawaban-jawaban yang didapat dari kuesioner pada masing-masing stasiun kerja kemudian akan dihitung nilai *exposure score* pada empat bagian anggota tubuh dari operator setiap stasiun kerja yang diteliti. Sebagai contoh perhitungan manual pada divisi jahit adalah sebagai berikut :

| Exposure Score | | | Nama Pekerja: | | | Tanggal: | | | | | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|------------------------------------------------|---------|----|-----------------------------------------------------------|---------|---------|----------------------------------------------|-----------------------|-----------------|----|---|----|----|
| Punggung | | | Bahu/Lengan | | | Pergelangan Tangan | | | Leher | | | | | | |
| Posisi Punggung (A) & Beban (H) | | | Tinggi (C) & Beban (H) | | | Gerakan Berulang (F) & Kelenturan (J) | | | Posisi Leher (C) & Durasi (I) | | | | | | |
| A1 | A2 | A3 | C1 | C2 | C3 | F1 | F2 | F3 | G1 | G2 | G3 | | | | |
| H1 | 2 | 4 | 6 | H1 | 2 | 4 | 6 | J1 | 2 | 4 | 6 | I1 | 2 | 4 | 6 |
| H2 | 4 | 6 | 8 | H2 | 4 | 6 | 8 | J2 | 4 | 6 | 8 | I2 | 4 | 6 | 8 |
| H3 | 6 | 8 | 10 | H3 | 6 | 8 | 10 | J3 | 6 | 8 | 10 | I3 | 6 | 8 | 10 |
| H4 | 8 | 10 | 12 | H4 | 8 | 10 | 12 | Score 1 | | | Score 1 | | | | |
| Score 1 | | | Score 1 | | | Score 1 | | | Score 1 | | | | | | |
| Posisi Punggung (A) Durasi (I) | | | Tinggi (C) & Durasi (I) | | | Gerakan Berulang (F) & Durasi (I) | | | Kebutuhan Visual (K) & Durasi (I) | | | | | | |
| A1 | A2 | A3 | C1 | C2 | C3 | F1 | F2 | F3 | K1 | K2 | | | | | |
| I1 | 2 | 4 | 6 | I1 | 2 | 4 | 6 | I1 | 2 | 4 | | | | | |
| I2 | 4 | 6 | 8 | I2 | 4 | 6 | 8 | I2 | 4 | 6 | | | | | |
| I3 | 6 | 8 | 10 | I3 | 6 | 8 | 10 | I3 | 6 | 8 | | | | | |
| Score 2 | | | Score 2 | | | Score 2 | | | Score 2 | | | | | | |
| Durasi (I) & Beban (H) | | | Durasi (I) & Beban (H) | | | Durasi (I) & Kelenturan (J) | | | Total skor Leher = 10 atau skor 1 dan 2 | | | | | | |
| I1 | I2 | I3 | I1 | I2 | I3 | I1 | I2 | I3 | | | | | | | |
| H1 | 2 | 4 | 6 | H1 | 2 | 4 | 6 | J1 | 2 | 4 | 6 | | | | |
| H2 | 4 | 6 | 8 | H2 | 4 | 6 | 8 | J2 | 4 | 6 | 8 | | | | |
| H3 | 6 | 8 | 10 | H3 | 6 | 8 | 10 | J3 | 6 | 8 | 10 | | | | |
| H4 | 8 | 10 | 12 | H4 | 8 | 10 | 12 | Score 3 | | | | | | | |
| Score 3 | | | Score 3 | | | Score 3 | | | | | | | | | |
| Untuk pekerjaan Statis gunakan scoring 4 | | | Frekuensi (D) & Beban (H) | | | Posisi Pergelangan Tangan (E) & Kelenturan (J) | | | Dasar Keastabilan | | | | | | |
| Untuk pekerjaan manual handling gunakan scoring 5 dan 6 | | | D1 | D2 | D3 | E1 | E2 | | L1 | L2 | L3 | | | | |
| Posisi Statis (B) & Durasi (I) | | | H1 | 2 | 4 | 6 | J1 | 2 | 4 | | 1 | 4 | 9 | | |
| B1 | B2 | | H2 | 4 | 6 | 8 | J2 | 4 | 6 | | Total Mengemudi | | | | |
| I1 | 2 | 4 | H3 | 6 | 8 | 10 | J3 | 6 | 8 | | | | | | |
| I2 | 4 | 6 | H4 | 8 | 10 | 12 | Score 4 | | | | | | | | |
| I3 | 6 | 8 | Score 4 | | | Score 4 | | | Getaran | | | | | | |
| Score 4 | | | Score 4 | | | Score 4 | | | M1 | M2 | M3 | | | | |
| Frekuensi (B) & Beban (H) | | | Frekuensi (D) & Durasi (I) | | | Posisi Pergelangan Tangan (E) & Durasi (I) | | | 1 | | | 4 | 9 | | |
| B3 | B4 | B5 | D1 | D2 | D3 | E1 | E2 | | Total Getaran | | | | | | |
| H1 | 2 | 4 | 6 | I1 | 2 | 4 | 6 | I1 | 2 | 4 | | | | | |
| H2 | 4 | 6 | 8 | I2 | 4 | 6 | 8 | I2 | 4 | 6 | | | | | |
| H3 | 6 | 8 | 10 | I3 | 6 | 8 | 10 | I3 | 6 | 8 | | | | | |
| H4 | 8 | 10 | 12 | Score 5 | | | Score 5 | | | Proses Bekerja | | | | | |
| Score 5 | | | Score 5 | | | Score 5 | | | N1 | N2 | N3 | | | | |
| Frekuensi (B) & Durasi (I) | | | Total Skor Bahu/Lengan = Total skor 1 sampai 5 | | | Total Skor Pergelangan Tangan = Total skor 1 sampai 5 | | | 1 | | | 4 | 9 | | |
| B3 | B4 | B5 | sampai 5 | | | sampai 5 | | | Total Kecepatan Bekerja | | | | | | |
| I1 | 2 | 4 | | | | | | | | | | | | | |
| I2 | 4 | 6 | | | | | | | | | | | | | |
| I3 | 6 | 8 | | | | | | | Stress Kerja | | | | | | |
| Score 6 | | | | | | | | | O1 | O2 | O3 | O4 | | | |
| Total Skor Punggung = Total skor 1 sampai 4 atau total skor 1 sampai 3 ditambah skor 5 dan 6 | | | | | | | | | 1 | | | 4 | 9 | 16 | |
| | | | | | | | | | Total Stress | | | | | | |

Gambar 2.13 Contoh Perhitungan Manual QEC

sumber: Andy nurwahindah (2022)

4 Consideration of Action

QEC secara cepat mengidentifikasi tingkat paparan dari punggung, bahu/lengan tangan, pergelangan tangan/tangan, dan leher. Hasil dari metode ini juga merekomendasikan intervensi ergonomi yang efektif untuk mengurangi tingkat paparan, seperti tabel di bawah:

Tabel 2.3 Contoh Tabel Skor QEC

| QEC Score (E) | Action |
|---------------|-------------------------------------------------------|
| ≤40% | Acceptable / Aman |
| 41-50% | Perlu penelitian lebih lanjut |
| 51-70% | Perlu penelitian lebih lanjut dan dilakukan perubahan |
| >70% | Dilakukan penelitian dan perubahan secepatnya |

Keterangan:

Tingkat paparan (E) diperoleh dari pembagian skor total dengan skor maksimum. Seperti rumus di bawah ini:

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

- X = Total skor yang didapat untuk paparan risiko cedera untuk punggung, bahu/lengan, pergelangan tangan, dan leher yang diperoleh dari perhitungan kuesioner.
- X_{max} = Total maksimum skor untuk paparan yang mungkin terjadi untuk punggung, bahu/lengan, pergelangan tangan, dan leher. (Sesuai dengan standar yang telah ditetapkan, dimana untuk aktivitas *manual handling* X_{max} =176, untuk aktivitas selain itu atau statis X_{max}=162)

Hasil *exposure score QEC* pada masing-masing bagian tubuh dapat diinterpretasikan pula pada tabel klasifikasi level risiko berdasarkan *range* skor-nya, seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.4 Contoh *Exposure Score* QEC

| <i>Score</i> | <i>Exposure Score</i> | | | |
|---------------------|-----------------------|-----------------|-------------|------------------|
| | <i>Low</i> | <i>Moderate</i> | <i>High</i> | <i>Very High</i> |
| Punggung (Statis) | 8-15 | 16-22 | 23-29 | 29-42 |
| Punggung (Bergerak) | 10-20 | 10-20 | 31-40 | 41-56 |
| Bahu/Lengan | 10-20 | 10-20 | 31-40 | 41-56 |
| Pergelangan Tangan | 10-20 | 10-20 | 31-40 | 41-56 |
| Leher | 4-6 | 8-10 | 12-14 | 16-18 |

2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan hasil penelitian lain yang memiliki bahasan sama atau berkaitan dengan penelitian ini digunakan sebagai acuan bagi peneliti untuk melakukan penelitian dan memperkaya teori yang digunakan peneliti. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan beberapa referensi penelitian sebelumnya dari jurnal tentang sistem kerja Ergonomi.

Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu (*State of The Art*)

| Peneliti | Judul penelitian | Metode | Hasil Penelitian | Solusi /Perbaikan |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ahmad hanafie .et al (2025) | Penerapan gerakan kerja dan Analisa risiko postur kerja yang ergonomis, pada pekerja pemasangan paving blok. | <i>QEC</i> | Hasil QEC Katagori risiko sedang | -Pengaturan tempat duduk yang Ergonomis. -Pengaturan waktu kerja |
| Rurry Patradhiani <i>et.al</i> (2025) | Evaluasi Risiko Ergonomi dengan QEC dalam Upaya Minimasi Human Error pada lingkungan kerja di UMKM makanan pempek. | <i>QEC</i> | Katagori QEC risiko tinggi dan risiko human error | -Perbaikan postur kerja , - fasilitas kerja (kursi dan meja) -mengatur waktu istirahat . |
| M.Khalibi Latief et,al (2024) | Analisis Ergonomi Operator Crane: Penerapan Metode REBA Dan QEC Untuk Mengurangi Risiko Cedera . Pada operator crane | <i>REBA</i> <i>QEC</i> | Hasil QEC Katagori risiko sedang hingga tinggi. | - penggantian kursi dan joystick untuk solusi jangka pendek. - desain ulang ruang kontrol untuk solusi |

| | | | | |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | | jangka panjang. |
| Saraswati,Dita (2020) | Rancangan Sistem Kerja yang Ergonomis untuk Mengurangi Cedera keluhan (MSDs) pada pekerja batik . | QEC <i>Focus Group Discussion (FGD)</i> | mengidentifikasi stasiun kerja berisiko tinggi . | -perbaikan fasilitas kerja -Penambahan alat bantu dan sepatu boot pada stasiun kerja lorod. |
| Damar Dzaky et.al (2025) | Evaluasi risiko ergonomi dan rekomendasi perbaikan postur kerja pada operator las | <i>Ovako Working Analysis System (OWAS) (QEC)</i> | Hasil kuesioner. NBM risiko tertinggi | -Perancangan desain meja, -Pelatihan aspek ergonomis, -Usulan alat pelindung diri berupa APD las. |
| Ahmad Puryanto (2025) | Pengembangan sistem kerja yang ergonomis untuk mengurangi risiko cedera di PT Weatherford. Pada pekerjaan Manual handling. | <i>Metode QEC</i> | Hasil QEC Katagori risiko tinggi. | -Penerapan Standar Gerakan Kerja |

Dari penelitian terdahulu dilakukan oleh berbagai peneliti mengenai penerapan ergonomi di berbagai sektor pekerjaan, dapat disimpulkan bahwa identifikasi dan

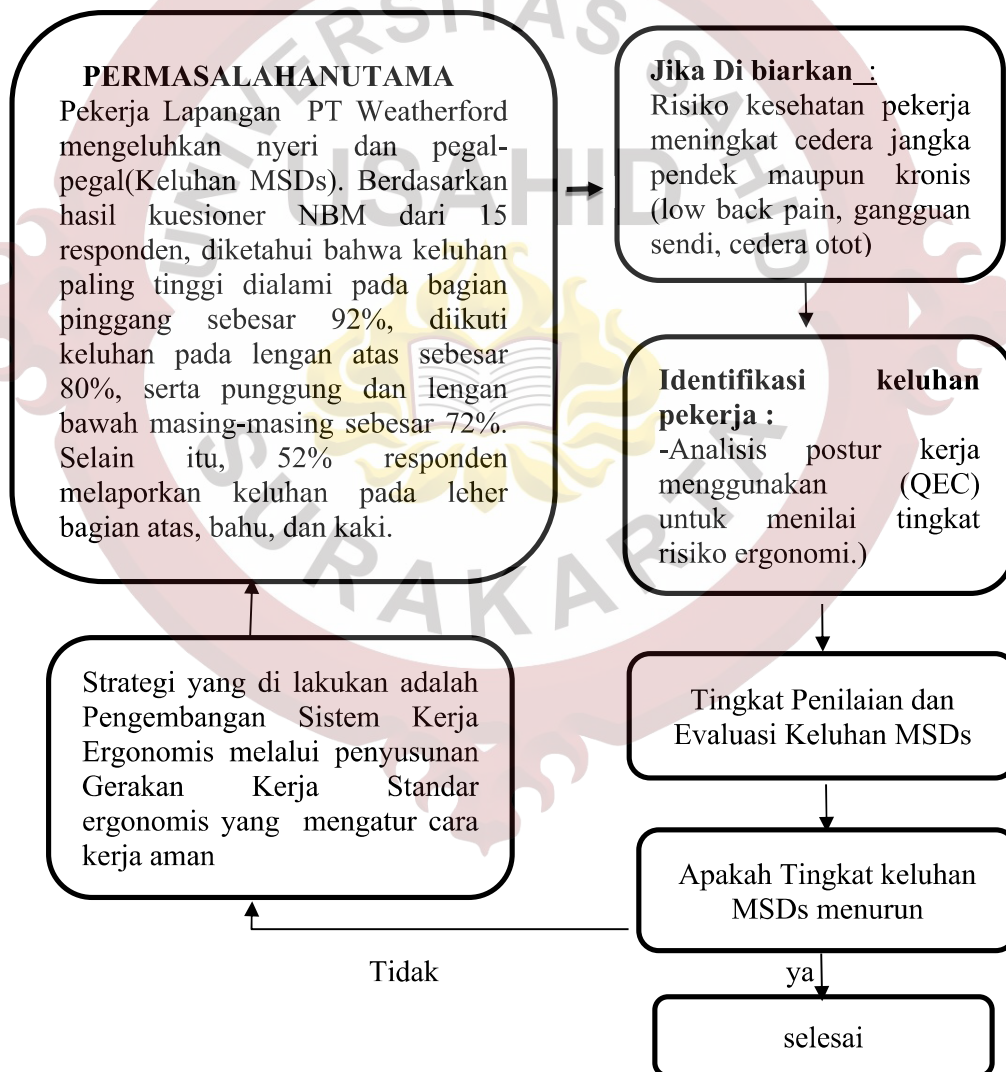
mitigasi risiko ergonomi merupakan langkah penting untuk mengurangi potensi cedera dan meningkatkan kenyamanan kerja. Metode yang digunakan, seperti NBM, REBA, QEC, dan FGD, dalam menganalisis dan mengidentifikasi risiko, baik itu pada pekerja di industri paving blok, operator crane, hingga pekerja di UMKM makanan. Rekomendasi perbaikan yang diusulkan meliputi desain ulang tempat kerja, seperti penggantian kursi, meja, dan alat bantu, serta penerapan waktu istirahat yang lebih teratur.

Penelitian Ahmad Puryanto (2025) pada pekerjaan manual handling di PT Weatherford lebih **berfokus pada penerapan standar gerakan kerja ergonomi untuk mengurangi risiko cedera**. Setiap penelitian menunjukkan pendekatan yang berbeda dalam mengidentifikasi dan mengatasi risiko ergonomis, mencerminkan variasi dalam metode dan konteks pekerjaan yang diteliti. Pelatihan aspek ergonomi juga dianggap sebagai solusi jangka panjang yang penting. Dengan demikian, penerapan prinsip-prinsip ergonomi secara efektif dapat meningkatkan keselamatan dan kesejahteraan pekerja di berbagai sektor industri.

2.8 Kerangka Berfikir

Pekerja di PT Weatherford terlibat dalam aktivitas kerja yang menuntut fisik tinggi seperti mengangkat, membungkuk, dan posisi statis dalam waktu lama. Hal ini berpotensi menimbulkan gangguan otot rangka (Musculoskeletal Disorders/MSDs) dan cedera kerja. Evaluasi awal menunjukkan adanya postur kerja yang tidak ergonomis, beban kerja fisik yang berat.

Berdasarkan uraian di atas maka dapat digambarkan kerangka berfikir, sebagai berikut:



Gambar 2. 9 Kerangka berfikir.