

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ergonomi

Istilah ergonomi berasal dari bahasa Yunani, terdiri dari dua kata, yaitu "*ergon*" yang berarti kerja dan "*nomos*" yang berarti aturan atau hukum. Secara sederhana, ergonomi dapat diartikan sebagai aturan atau pedoman dalam sistem kerja. Di Indonesia, istilah yang digunakan adalah ergonomi, sedangkan di beberapa negara seperti Skandinavia dikenal sebagai "Bioteknologi," sementara di Amerika disebut "*Human Engineering*" atau "*Human Factors Engineering*." Meskipun memiliki istilah berbeda, konsep yang dibahas tetap sama, yaitu upaya mengoptimalkan fungsi manusia dalam aktivitas kerja. Berdasarkan pengalaman, pekerjaan yang tidak dilakukan secara ergonomis dapat menyebabkan ketidaknyamanan, meningkatnya biaya, risiko kecelakaan, serta penyakit akibat kerja. Hal ini pada akhirnya berdampak pada menurunnya performa, efisiensi, dan produktivitas kerja (Tarwaka et al., 2004).

Ergonomi adalah ilmu, seni, dan teknologi yang bertujuan untuk menyesuaikan alat, metode, dan lingkungan kerja dengan kemampuan, keterampilan, serta keterbatasan manusia. Dengan demikian, individu dapat bekerja secara optimal tanpa mengalami dampak negatif dari pekerjaannya. Dalam hal ini, beban kerja tidak boleh terlalu rendah (*underload*) maupun terlalu tinggi (*overload*), karena keduanya dapat memicu stres (Tarwaka et al., 2004). Berdasarkan konsep tersebut, ergonomi dapat didefinisikan sebagai ilmu, seni, dan penerapan teknologi yang bertujuan untuk menyeimbangkan fasilitas yang digunakan dalam aktivitas maupun saat beristirahat dengan kapasitas dan keterbatasan manusia, baik secara fisik maupun mental, sehingga kualitas hidup secara keseluruhan dapat meningkat (Tarwaka et al., 2004).

2.2 Manual Material handling

Manual Material Handling (MMH) atau penanganan material secara manual adalah aktivitas yang dilakukan manusia dalam kehidupan sehari-hari. Penggunaan tenaga manusia masih mendominasi berbagai pekerjaan yang dilakukan secara manual. Pekerjaan yang melibatkan MMH sering dijumpai dalam bidang pertukangan, proses bongkar muat barang, aktivitas di pasar, serta berbagai kegiatan bisnis lainnya (Purnomo, 2017). MMH mencakup berbagai aktivitas seperti mengangkat, mendorong, memanggul, menggendong, menarik, serta bentuk lain dari penanganan material tanpa menggunakan alat bantu mekanis. Secara umum, aktivitas Manual Material Handling (MMH) meliputi kegiatan mengangkat, menurunkan, mendorong, menarik, memutar, membawa, dan menahan beban (Purnomo, 2017). Jika tidak dilakukan dengan cara yang benar, MMH memiliki risiko tinggi terhadap kecelakaan kerja. Pelaksanaan MMH yang tepat memerlukan lingkungan kerja yang mendukung, alat bantu yang memadai, serta postur kerja yang benar. Sebaliknya, kesalahan dalam melakukan MMH dapat menyebabkan gangguan muskuloskeletal (Purnomo, 2017).

2.2.1 Kelebihan dan kekurangan MMH

Manual Material Handling (MMH) memiliki keunggulan dibandingkan dengan penanganan material yang menggunakan alat bantu, terutama dalam hal fleksibilitas gerakan yang memungkinkan pekerja untuk beradaptasi dengan berbagai situasi kerja. Selain itu, MMH lebih ekonomis karena tidak memerlukan biaya tambahan untuk alat bantu, serta dapat diterapkan dalam berbagai kondisi kerja (Purnomo, 2017). Meskipun memiliki berbagai kelebihan, MMH juga memiliki beberapa kekurangan, khususnya dalam hal keselamatan dan kesehatan kerja. Aktivitas ini berisiko tinggi terhadap kecelakaan karena melibatkan interaksi langsung antara beban dan tubuh pekerja. Beban berlebihan pada otot dan sistem kerangka dapat menyebabkan ketegangan berlebih, terutama di area leher, tulang belakang, dan bagian tubuh lainnya. Selain itu, penggunaan postur kerja yang tidak alami atau tidak aman, serta mengangkat beban yang terlalu berat, dapat meningkatkan potensi cedera pada tulang punggung (Purnomo, 2017). MMH juga cenderung lebih lambat dibandingkan dengan proses yang menggunakan alat bantu,

terutama jika benda yang dipindahkan berat atau tidak terdistribusi secara merata (Purnomo, 2017).

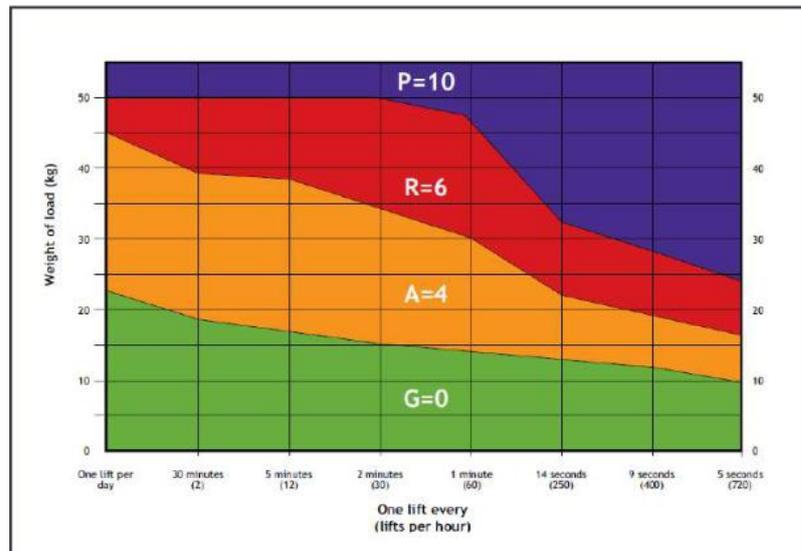
2.2.2 Kebijakan untuk menghindari kecelakaan pada MMH

Cedera akibat *Manual Material Handling* (MMH) dapat dicegah dengan menetapkan kebijakan yang berfungsi sebagai panduan umum dalam menjalankan aktivitas MMH secara aman. Selain itu, perlu adanya konsep dan prinsip yang diterapkan oleh pemangku kepentingan untuk memastikan pekerja terlindungi dari risiko kecelakaan atau cedera selama melakukan MMH. Pencegahan kecelakaan kerja akibat MMH dapat merujuk pada kebijakan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) yang didasarkan pada standar OHSAS 18001:2007 (Purnomo, 2017). Menurut OHSAS 18001:2007, manajemen puncak bertanggung jawab untuk merumuskan dan menyetujui kebijakan K3 serta memastikan bahwa sistem manajemen K3 mencakup beberapa aspek berikut (Purnomo, 2017):

1. Menyesuaikan dengan karakteristik serta risiko K3 dalam organisasi.
2. Berkomitmen untuk mencegah kecelakaan dan penyakit akibat kerja (PAK) serta terus meningkatkan sistem manajemen dan kinerja K3.
3. Mematuhi peraturan dan persyaratan yang berkaitan dengan K3.
4. Menyediakan kerangka kerja untuk merancang dan mengevaluasi tujuan K3 organisasi.
5. Didokumentasikan, diterapkan, dan dijaga keberlangsungannya.
6. Dikomunikasikan kepada seluruh personel dalam organisasi agar memahami tanggung jawab masing-masing terkait K3.
7. Dapat diakses oleh pihak ketiga yang memiliki keterkaitan dengan aktivitas operasional organisasi.
8. Ditinjau secara berkala untuk memastikan kesesuaian dan efektivitasnya dalam mendukung aktivitas organisasi.

2.2.3 Panduan Aktivitas Mengangkat

Aktivitas mengangkat sangat dipengaruhi oleh beban yang diangkat dan juga frekuensi pengangkatannya (Purnomo, 2017). Berikut ini adalah grafik dari aktivitas mengangkat:

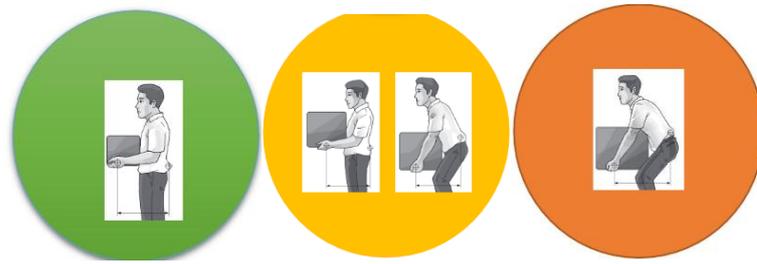


Gambar 1. Grafik Aktivitas Pengangkatan

(Sumber : Purnomo, 2017)

Gambar 1 menunjukkan empat kategori warna yang menggambarkan tingkat risiko dalam aktivitas pengangkatan, yaitu hijau, kuning, merah, dan ungu. Penjelasan dari masing-masing kategori adalah sebagai berikut:

1. Hijau (G - *Green*) = 0: Menunjukkan kategori pengangkatan yang aman tanpa risiko signifikan.
2. Kuning tua (A - *Amber*) = 4: Masih dalam batas aman, tetapi perlu pengawasan untuk mencegah potensi risiko.
3. Merah (R - *Red*) = 6: Menandakan kondisi berbahaya yang sebaiknya dihindari karena berisiko tinggi terhadap keselamatan.
4. Ungu (P - *Purple*) = 10: Mengindikasikan pekerjaan yang sangat berbahaya dengan potensi cedera serius, sehingga membutuhkan pengawasan ketat (Purnomo, 2017). Berikut ini adalah contoh pengangkatan.



Gambar 2. Posisi Mengangkat

(Sumber : Purnomo, 2017)

Dalam aktivitas mengangkat, penting untuk memperhatikan beban yang diangkat serta postur tubuh saat mengangkat. Posisi mengangkat yang aman adalah ketika lengan atas sejajar dan lurus dengan tulang belakang. Jika lengan atas membentuk sudut agak lebar dari tubuh atau posisi mengangkat dilakukan dengan sedikit membungkuk, maka aktivitas tersebut masuk dalam kategori moderat dan memerlukan pengawasan. Sementara itu, mengangkat dalam kondisi berbahaya yang harus dihindari terjadi ketika lengan atas membentuk sudut besar dengan tubuh dalam posisi membungkuk sangat dalam (Purnomo, 2017).

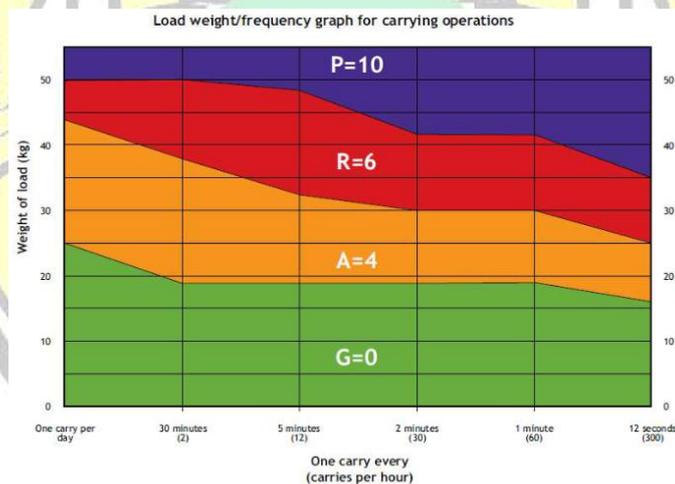
Gambar 2 menunjukkan tiga kategori pengangkatan berdasarkan warna: hijau untuk kategori aman, kuning untuk kategori hati-hati (memerlukan pengawasan), dan merah untuk kategori berbahaya. Dari penjelasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa mengangkat benda dalam posisi jauh dari tubuh (tulang belakang) dan dalam keadaan membungkuk merupakan postur kerja yang berisiko tinggi dan harus dihindari. Semakin jauh jarak benda dari tubuh serta semakin membungkuk posisi pekerja, maka semakin besar risiko cedera. Dalam aktivitas sehari-hari, pengangkatan sering kali berada dalam kategori kuning atau merah, yang disebabkan oleh kurangnya pemahaman pekerja mengenai teknik mengangkat yang benar (Purnomo, 2017).

2.2.4 Panduan Aktivitas Membawa

Membawa merupakan aktivitas memindahkan benda dari satu tempat ke tempat lain. Beberapa faktor yang memengaruhi pergerakan material antara lain hambatan kerja seperti jalur sempit, tikungan tajam, dan plafon rendah yang memaksa pekerja untuk membungkuk. Pegangan atau *handle* harus dirancang agar nyaman dan mudah digunakan, serta menghindari bahan yang licin karena dapat

menyebabkan benda terpeleset, atau tajam yang berisiko melukai tangan (Purnomo, 2017). Selain itu, kesesuaian wadah juga perlu diperhatikan agar barang di dalamnya tetap stabil dan tidak mudah berpindah tempat. Jalur transportasi harus dipastikan bersih dan aman, dengan lantai yang tidak licin, tidak miring, serta stabil, terutama jika terbuat dari kayu. Pemilihan sepatu juga harus disesuaikan dengan kondisi lantai. Faktor lain yang perlu diperhatikan dalam lingkungan kerja meliputi pencahayaan, suhu, dan kecepatan udara agar tetap mendukung kenyamanan serta keselamatan pekerja (Purnomo, 2017).

Pengangkutan sangat dipengaruhi oleh berat muatan yang diangkut dan juga frekuensi pengangkutannya, semakin sering barang berat diangkut, semakin besar risikonya. Dan yang terakhir direkomendasikan untuk dilakukan secara manual hingga jarak transfer material 10 m. Saat material bergerak 10 meter, harus dilakukan secara hati-hati dan membutuhkan pengawasan. Jarak transfer lebih dari 10 m tidak disarankan dilakukan dengan tangan, oleh karena itu diperlukan penanganan material yang tepat. Selain jarak, ada jalan yang turun atau naik di jalan ekstrim dan sempit yang membahayakan pergerakan material. (Purnomo, 2017). Berikut ini adalah grafik dari aktivitas mengangkat:



Gambar 3. Grafik Aktivitas Membawa
(Sumber : Purnomo, 2017)

Gambar 3 menampilkan empat kategori warna yang menunjukkan tingkat keamanan dalam aktivitas pengangkutan. Area hijau dengan kode G (*Green*) = 0 menunjukkan kategori pengangkutan yang aman. Selanjutnya, area kuning tua

dengan kode A (*Amber*) = 4 masih tergolong aman namun perlu pemantauan. Area merah dengan kode R (*Red*) = 6 menandakan kondisi berbahaya yang harus dihindari. Terakhir, area ungu dengan kode P (*Purple*) = 10 termasuk dalam kategori pekerjaan yang sangat berbahaya, karena memiliki risiko tinggi terhadap cedera serius sehingga memerlukan pengawasan yang sangat ketat (Purnomo, 2017). Berikut ini merupakan contoh dari aktivitas pengangkatan dan membawa barang.



Gambar 4. Posisi Membawa
(Sumber : Purnomo, 2017)

Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam aktivitas membawa barang antara lain keseimbangan beban yang dipindahkan. Disarankan agar benda yang dibawa sejajar dengan tulang belakang untuk mengurangi risiko cedera (Purnomo, 2017). Gambar 4 menggambarkan tiga kategori dalam membawa barang, yaitu aman, perlu perhatian, dan tidak dianjurkan. Membawa barang dengan aman dilakukan ketika beban dan tangan berada dalam posisi simetris di depan tulang

belakang. Jika posisi tangan dan beban tidak simetris tetapi tubuh tetap tegak, maka diperlukan pengawasan lebih lanjut. Sementara itu, membawa barang dengan satu tangan pada satu sisi tubuh termasuk dalam kategori yang tidak dianjurkan karena dapat menyebabkan ketidakseimbangan postur tubuh (Purnomo, 2017).

2.3 Antropometri

Menurut Sanders dan Commick, sebagaimana dijelaskan dalam buku antropometri oleh Purnomo (2013), antropometri merupakan ilmu yang mempelajari pengukuran ukuran tubuh manusia serta aspek fisik lainnya yang berkaitan dengan desain pakaian, karakter fisik, dan ergonomi. Memahami pengukuran antropometri pekerja memungkinkan perancangan peralatan kerja, lingkungan kerja, serta produk yang sesuai dengan dimensi tubuh pekerja, sehingga meningkatkan kenyamanan, kesehatan, dan keselamatan di tempat kerja.

2.3.1 Metode Pengukuran Dimensi tubuh

Metode pengukuran dimensi tubuh manusia dibedakan menjadi dua jenis yaitu pengukuran yang sifatnya statis dimana subjek diukur dalam kondisi diam atau disebut juga sebagai pengukuran dimensi structural, Pengukuran lainnya adalah pengukuran dimensi tubuh yang sifatnya dinamis, Pengukuran dimensi tubuh statis lebih mudah dilakukan dibandingkan dengan pengukuran dimensi dinamis (Purnomo, 2013).

Pengukuran tubuh statis meliputi pengukuran seluruh bagian tubuh dalam posisi istirahat normal, baik berdiri maupun duduk, Penggunaan data dimensi tubuh statis antara lain pada desain peralatan, desain alat dan peralatan kerja industri, desain tempat duduk, dan juga desain elektronik, lalu konsumen Dimensi tubuh yang diukur berdasarkan kondisi atau gerakan yang diperlukan, setelah itu Pengukuran antropometri dimensi dinamis atau fungsional sangat sulit dilakukan karena harus memperhitungkan pergerakan tubuh dikarenakan Pengukuran dinamis dimensi tubuh memperhitungkan bahwa seseorang terus bergerak yang Faktanya, tubuh manusia tidak pernah diam atau diam, Bahkan jika orang sedang beristirahat dan bekerja, kadang-kadang mereka diregangkan dan di lain waktu mereka santai. (Purnomo, 2013)

2.4 *Lifting Index*

NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) telah merancang sebuah metode yaitu *lifting equation*, metode *lifting equation* ini adalah sebuah metode yang digunakan untuk menilai risiko yang terkait dengan aktivitas pengangkatan dengan menggunakan nilai RWL dan LI untuk pekerja. Perumusan RWL dan LI bisa digunakan sebagai alat evaluasi ketika melakukan pengangkatan secara manual (Haq et al., 2018). Menurut Sanjaya didalam (Khoryanton et al., 2022) Adapun Recommended weight limit (RWL) merujuk pada berat maksimum yang diizinkan untuk diangkat oleh hampir semua pekerja yang berada dalam keadaan sehat selama periode tertentu (misalnya, 8 jam sehari) tanpa meningkatkan risiko terkait gangguan muskuloskeletal akibat pengangkatan. Menurut (Anggraini dan Daus, 2016) rumus RWL adalah sebagai berikut :

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM, \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

LC = (*Lifting Constanta*) konstanta pembebanan = 23 kg

HM = (*Horizontal Multiplier*) faktor pengali horisontal = 25/H

VM = (*Vertical Multiplier*) faktor pengali vertikal = 1 - (0,003 [V - 75])

DM = (*Distance Multiplier*) faktor pengali perpindahan = 0,82 + (4,5/D)

AM = (*Asymentric Multiplier*) faktor pengali asimetrik = 1 - (0,0032 A°)

FM = (*Frequency Multiplier*) faktor pengali frekuensi

CM = (*Coupling Multiplier*) faktor pengali kopling (handle)

Jika dilihat dari rumus diatas untuk faktor pengali dalam RWL terdapat 6 faktor yaitu H adalah jarak horizontal posisi tangan yang memegang beban dengan titik pusat tubuh, V adalah jarak vertikal posisi tangan yang memegang beban terhadap lantai, D adalah jarak perpindahan beban secara vertikal antara tempat asal sampai tujuan, dan A adalah sudut simetri putaran yang dibentuk antara tangan dan kaki (Anggraini dan Daus, 2016). Jika nilai *distance multiplier* belum melewati jarak optimal yaitu 25 cm maka DM = 1 (Colombini et al., 2013). sedangkan untuk *Frequency Multiplier* dan *Coupling Multiplier* ada pada table di bawah ini (Ratriwardhani, 2019):

Tabel 2. *Frequency Multiplier*

Frequency Lifts/mins	Work Duration					
	≤ 1 jam		> 1 dari ≥ 2 jam		> 2 dari ≥ 8 jam	
	V < 75	V ≥ 75	V < 75	V ≥ 75	V < 75	V ≥ 75
≥0,2	1,00	1,00	0,95	0,95	0,85	0,85
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,92	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,88	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,84	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,79	0,72	0,45	0,45
5	0,80	0,80	0,72	0,60	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,60	0,50	0,27	0,27
7	0,70	0,70	0,50	0,42	0,22	0,22
8	0,60	0,60	0,42	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,35	0,26	0,00	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,23	0,00	0,13
11	0,41	0,41	0,00	0,21	0,00	0,00
12	0,37	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
>15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Sumber : Ratriwardhani, 2019

Tabel 3. *Klasifikasi Coupling*

Good	Fair	Poor
Kontainer dengan desain yang optimal seperti box, peti kayu, dll	Kontainer dengan desain optimal	Kontainer dengan desain kurang optimal, tidak beraturan, berukuran sangat besar, sulit untuk dipegang, dll
Untuk objek yang tidak beraturan, yang tidak dikemas dalam container. Kategori "Bagus" dijelaskan sebagai suatu pegangan yang nyaman, yang mana tangan dapat dengan mudah memegang permukaan objek	Untuk kontainer dengan desain optimal tapi tidak ada pegangan atau objek tidak beraturan. Kategori "Sedang" dijelaskan sebagai suatu pegangan yang mana tangan dapat diteuk dengan sudut sekitar 90°	

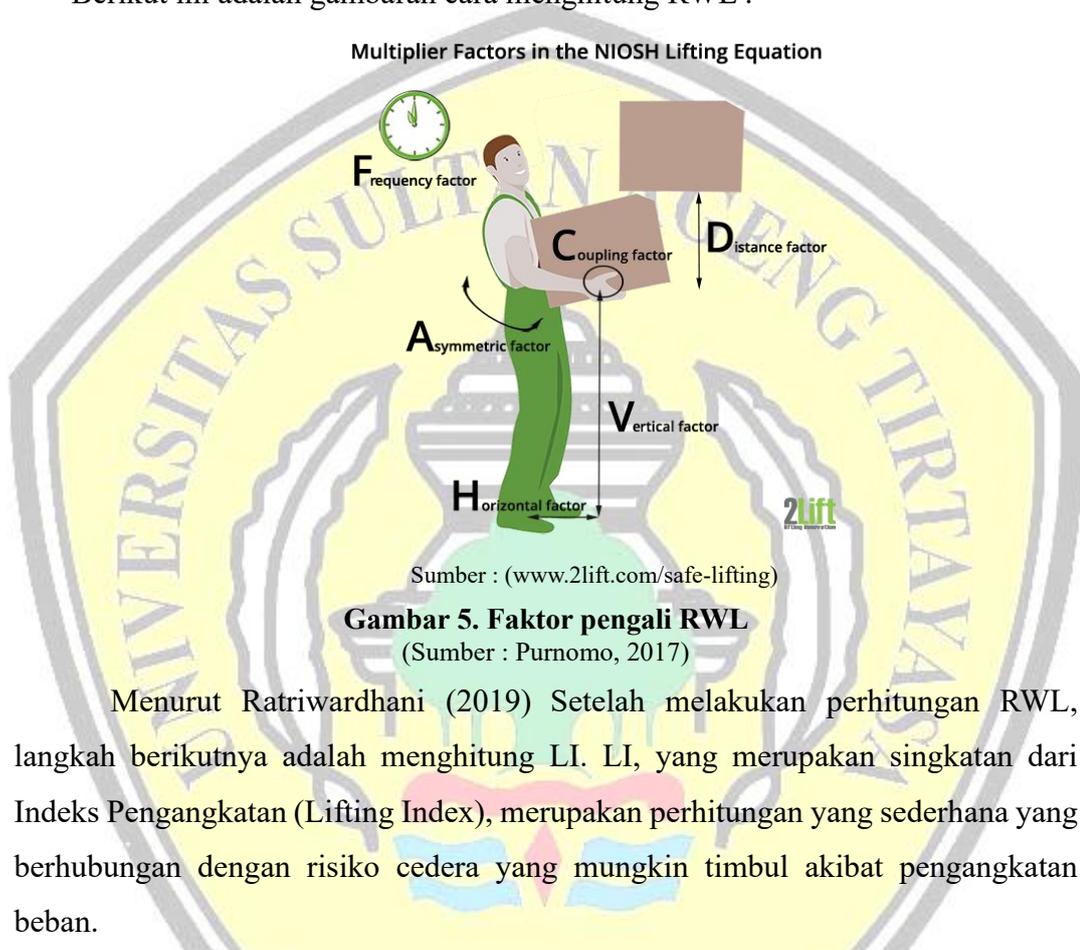
Sumber : Ratriwardhani, 2019

Tabel 4. Coupling Multiplier

Tipe Coupling	CM	
	V < 75 cm	V > 75 cm
Baik (good)	1,00	1,00
Sedang (Fair)	0,95	1,00
Jelek (Poor)	0,90	0,90

Sumber : Ratriwardhani, 2019

Berikut ini adalah gambaran cara menghitung RWL :



Sumber : (www.2lift.com/safe-lifting)

Gambar 5. Faktor pengali RWL
(Sumber : Purnomo, 2017)

Menurut Ratriwardhani (2019) Setelah melakukan perhitungan RWL, langkah berikutnya adalah menghitung LI. LI, yang merupakan singkatan dari Indeks Pengangkatan (Lifting Index), merupakan perhitungan yang sederhana yang berhubungan dengan risiko cedera yang mungkin timbul akibat pengangkatan beban.

$$LI = \frac{\text{Berat Beban}}{\text{RWL}} \dots\dots\dots(2)$$

Setelah dilakukannya hasil perhitungan LI dapat dijabarkan berdasarkan tabel dibawah ini:

Tabel 5. Klasifikasi Tingkat Resiko Terhadap Nilai LI

Nilai LI	Tingkat Resiko	Deskripsi Perbaikan
< 1	Aman	Tidak adanya masalah dengan pekerjaan mengangkat, maka tidak diperlukan perbaikan terhadap pekerjaan, tetapi tetap terus mendapatkan perhatian sehingga nilai LI dapat dipertahankan
1 - < 3	Sedang	Ada beberapa parameter angkat, sehingga perlu dilakukan pengecekan dan redesain segera pada parameter yang menyebabkan nilai RWL tinggi. Upayakan perbaikan sehingga nilai RWL <1
3 >	Tinggi	Terdapat banyak permasalahan dari parameter angkat sehingga diperlukan pengecekan dan perbaikan sesegera mungkin secara menyeluruh terhadap parameter-parameter yang menyebabkan nilai tinggi. Upayakan perbaikan sehingga nilai RWL <1.

Sumber : Ratriwardhani, 2019

2.5 ***Muskuloskeletal***

Kerangka adalah struktur dasar tubuh yang menopang otot, melindungi organ-organ halus, menentukan tinggi badan, menggantikan sel-sel yang cedera, dan menawarkan sistem koneksi untuk pergerakan dan kontrol tubuh. Selain itu, kerangka menyerap gaya dan beban kejutan. Tengkorak, tulang tubuh, dan tulang anggota badan adalah bagian dari kerangka manusia, yang menopang tubuh. (Zuriati *et al.*, 2017).

Sistem muskuloskeletal tubuh manusia, yang terdiri dari tulang dan otot, terlibat dalam pergerakan. Sistem rangka terdiri dari tulang, sendi, dan tulang rawan tempat otot melekat. Sistem rangka membantu tubuh mempertahankan postur dan posisi. Otot adalah organ yang dapat berkontraksi untuk menggerakkan kerangka. Peran utama sistem muskuloskeletal termasuk memfasilitasi mobilitas dan mendukung serta menjaga tubuh dan organ-organnya. Setiap komponen dari sistem ini harus beroperasi dengan benar agar tubuh dapat bekerja dengan baik (Zuriati *et al.*, 2017).

Keluhan muskuloskeletal merupakan rasa nyeri yang sering dialami oleh pekerja, terutama akibat posisi kerja yang tidak ergonomis dan berlangsung dalam

jangka waktu lama (Fatejarum dan Susianti, 2018). Musculoskeletal disorders (MSDs) adalah kondisi di mana bagian dari sistem otot dan tulang mengalami gangguan atau rasa sakit. Gangguan ini dapat terjadi akibat peregangan tubuh yang berlebihan, benturan langsung, atau aktivitas lain yang menyebabkan disfungsi pada sistem otot dan tulang (Suriya dan Zuriati, 2019). MSDs dapat terjadi pada berbagai bagian tubuh, termasuk daerah punggung bawah, cakram intervertebralis, leher, siku, dan bahu (Zuriati et al., 2017).

2.5.1 *Low Back pain*

Low back pain adalah penyakit yang sering muncul di daerah punggung bawah, menurut (Zuriati et al., 2017). Gejala ketidaknyamanan punggung bawah meliputi sakit pinggang dan nyeri punggung. Berikut adalah faktor risiko di tempat kerja:

- a. Faktor risiko di tempat kerja meliputi beban kerja fisik yang berat, seperti mengangkat, mengangkut, dan mendorong benda-benda besar secara terus menerus.
- b. Membungkuk berlebihan atau posisi tubuh yang tidak alami, termasuk mengendarai kendaraan bermotor dalam waktu lama.
- c. Variabel psikososial dalam pekerjaan, termasuk pekerjaan yang membosankan, tekanan, dan kurangnya dukungan sosial dari atasan.

2.5.2 *Intervertebral Discs*

Menurut (Zuriati et al., 2017), Penyakit yang sering terjadi di tulang belakang diantaranya:

- a. *Skoliosis*: adalah keadaan di mana tulang belakang melengkung seperti huruf "S" dengan retakan di antara disk *intervertebral* dan tulang *vertebra*.
- b. *Spondylolisthesis*: adalah ketika tulang *vertebra* bergeser ke depan sehingga posisi antara *vertebra* tidak sejajar. karena penghubung tulang di bagian belakang *vertebra* patah.
- c. Ruptur: akibat latihan berlebihan, *anulus posterior* pecah.

Adapun Faktor risikonya adalah :

- a. Beban/tekanan: posisi duduk dapat memberikan tekanan lima kali lebih besar pada tulang belakang daripada posisi berbaring.

- b. Terpapar vibrasi/getaran pada tingkat tinggi, sekitar 5–10 Hz, yang biasanya berasal dari kendaraan.

2.5.3 Neck

Menurut (Zuriati et al., 2017), penyakit yang sering muncul di bagian leher termasuk:

- a. Tekanan leher: terjadi karena tekanan yang diberikan pada otot trapezius
- b. *Torticollis* akut: adalah salah satu jenis nyeri akut dan kaku leher

Faktor risiko di tempat kerja:

- a. Sering terjadi pada penjahit, tukang perbaikan alat elektronik, dokter gigi, pekerja pertambangan batu bara.
- b. Pekerja yang memasukkan data, mengetik, dan menggergaji.

Pekerjaan-pekerjaan di atas menyebabkan leher berada pada satu posisi yang sama dalam waktu yang lama sehingga otot leher mengalami kelelahan (Zuriati et al., 2017).

2.5.4 Elbow

Menurut (Zuriati et al., 2017), Penyakit yang sering terjadi di sikut tangan adalah :

- a. *Epicondylitis*: adalah kondisi yang sangat menyakitkan dimana otot yang menggerakkan tangan dan jari bertemu dengan tulang.
- b. *Olecranon Bursitis*: merupakan peradangan yang terjadi di olecranon bursa (kantong cairan dibagian dorsal siku), karena trauma berulang kali dan infeksi.
- c. *Osteoarthritis*: kerusakan kartilago di siku, jarang terjadi pada orang usia 60 tahun kebawah.

2.5.5 Shoulder

Menurut (Zuriati et al., 2017), Penyakit yang sering terjadi di bagian bahu :

- a. Rotator cuff disorder and biceps tendinitis: dimana terjadi peradangan pada tendon dan membran synovial
- b. *Shoulder joint and acromioclavicular joint osteoarthritis*: adalah penurunan komponen kartilago dan tulang pada penghubung dan intervertebral discs.

Faktor risiko dari pekerjaan:

- c. Pekerjaan yang sering mengangkat/menaikkan tangan dengan durasi yang panjang, misalnya pada industry otomotif.

2.6 QEC (*Quick Exposure Checklist*)

Quick Exposure Check (QEC) adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk menilai risiko cedera gangguan otot rangka (*musculoskeletal disorder*) dengan fokus utama pada bagian tubuh atas, seperti punggung, leher, lengan/bahu, dan pergelangan tangan (Ilman *et al.*, 2013). Keunggulan metode ini terletak pada pertimbangan kondisi pekerja dari dua perspektif, yaitu sudut pandang pengamat dan operator itu sendiri. Pendekatan ini membantu mengurangi bias penilaian subjektif dari pengamat (Ilman *et al.*, 2013).

QEC menggunakan sistem skor di mana penentuan *exposure score* dilakukan dengan memanfaatkan *exposure scoring sheet* untuk menetapkan skor pada setiap bagian tubuh. *Exposure scoring sheet* ini menggabungkan jawaban dari kuesioner operator dan kuesioner pengamat, kemudian memberikan skor untuk setiap kombinasi yang terbentuk (Sari *et al.*, 2017). *Exposure score* dihitung untuk setiap bagian tubuh, seperti punggung, bahu atau lengan atas, pergelangan tangan, dan leher. Beberapa contoh kombinasi yang dapat terbentuk antara lain postur dengan gaya atau beban, pergerakan dengan gaya atau beban, durasi dengan gaya atau beban, postur dengan durasi, atau pergerakan dengan durasi. Menurut Sari *et al.* (2017), berdasarkan hasil perhitungan *exposure score*, selanjutnya dapat dilakukan perhitungan nilai risiko yang lebih detail.

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

Keterangan:

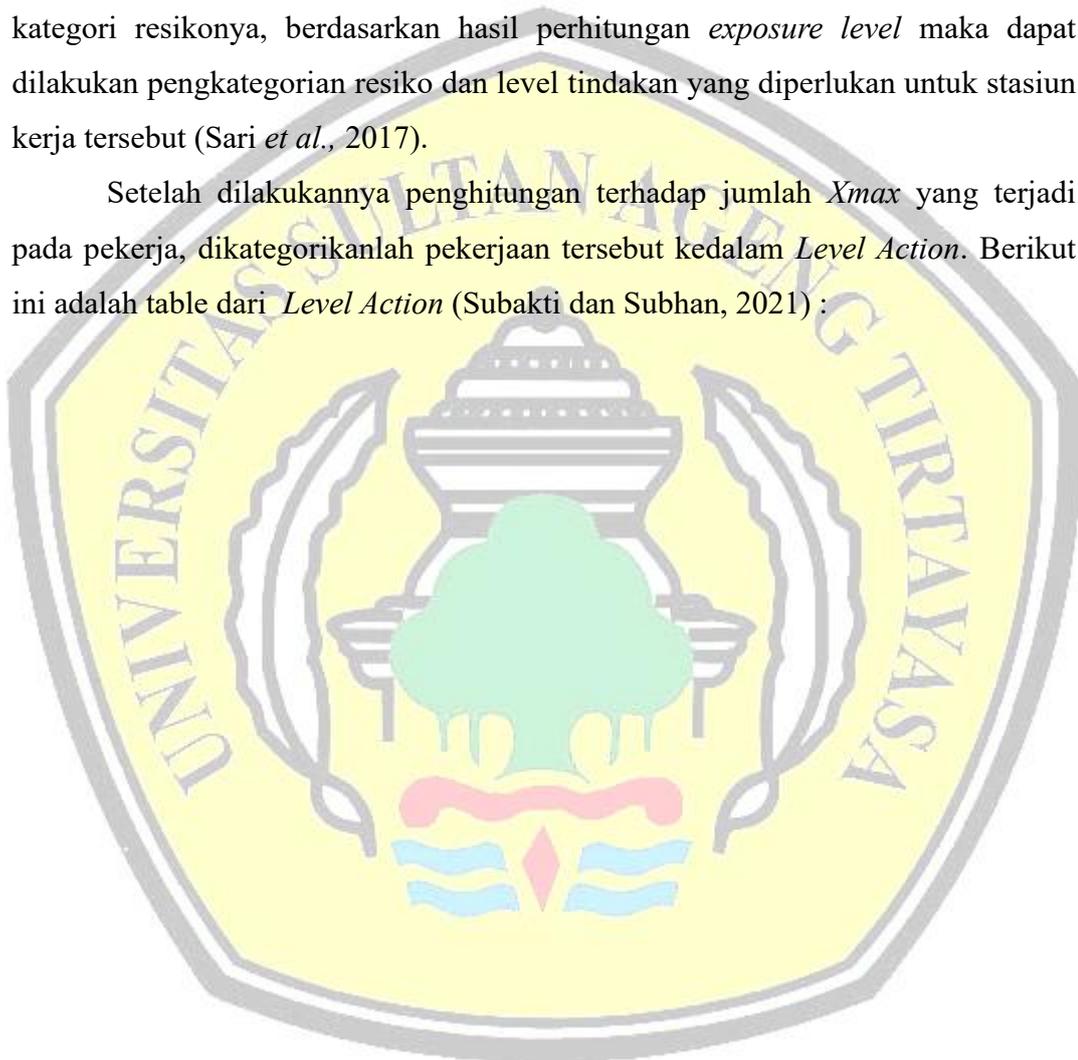
$E(\%)$ = *Exposure Score*

X = Total skor yang diperoleh untuk paparan risiko cedera pada punggung, bahu/lengan, pergelangan tangan, dan leher berdasarkan hasil perhitungan kuesioner.

X_{\max} = Total skor maksimum yang mungkin terjadi untuk paparan risiko pada punggung, bahu/lengan, pergelangan tangan, dan leher.

Untuk X_{max} sendiri tergantung kepada pekerjaan yang sedang dilakukan jika pekerjaan yang dilakukan yaitu statis maka pemberian skor X_{max} nya adalah 162 seperti duduk tanpa adanya pengulangan aktivitas dari pekerjaan yang dilakukan penggunaan tenaga atau beban yang biasanya kecil, dan jika pekerjaan yang dilakukan yaitu dinamis maka pemberian skor X_{max} nya adalah 176, seperti mengangkat, mendorong, menarik, dan membawa beban, lalu untuk penentuan kategori resikonya, berdasarkan hasil perhitungan *exposure level* maka dapat dilakukan pengkategorian resiko dan level tindakan yang diperlukan untuk stasiun kerja tersebut (Sari *et al.*, 2017).

Setelah dilakukannya penghitungan terhadap jumlah X_{max} yang terjadi pada pekerja, dikategorikanlah pekerjaan tersebut kedalam *Level Action*. Berikut ini adalah table dari *Level Action* (Subakti dan Subhan, 2021) :



Tabel 6. *Level Action*

<i>Total Exposure Level</i>	<i>Action</i>
< 40%	Aman
40 - 49%	Perlu Penelitian Lebih Lanjut
50 - 69%	Perlu Penelitian Lebih Lanjut dan Dilakukan Perubahan
$\geq 70\%$	Dilakukan Penelitian dan Perubahan Secepatnya

Sumber : Subakti dan Subhan, 2021

Dilihat dari tabel diatas, terdapat 2 kolom, yaitu kolom total *exposure level* dan *action* yang dimana total *exposure level* didapat dari hasil penghitungan dari *exposure score*, jika *exposure level* kurang dari 40% maka pekerjaan yang dilakukan tergolong ke pekerjaan yang aman dilakukan. Jika *exposure level* lebih dari 70%, maka pekerjaan yang dilakukan itu berbahaya dan perlu dilakukannya penelitian dan perubahan secepatnya (Subakti dan Subhan, 2021).