

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

2.1.1. Penelitian Terdahulu

Kesehatan dan keselamatan pekerja merupakan hal yang penting untuk dicapai dalam suatu perusahaan. Bahaya-bahaya ergonomi dapat menyebabkan efek yang buruk bagi pekerja itu sendiri, baik dalam jangka waktu dekat maupun di kemudian hari. Salah satu upaya untuk mengurangi dan menghilangkan penyebab bahaya ergonomi tersebut adalah dengan mengidentifikasi dan menilai resiko bahaya ergonomi yang ada di lingkungan kerja. Hasil identifikasi dan penilaian dapat digunakan untuk memberikan suatu bentuk pengendalian bahaya. Dengan adanya pengendalian bahaya, maka dapat menghilangkan atau mengurangi bahaya tersebut.

Proses identifikasi dan penilaian resiko bahaya perlu dilakukan baik itu di tempat usaha besar maupun kecil. Mahdi dan Wignjosoebroto (2013) melakukan penelitian pada departemen yang memiliki jumlah tingkat kecelakaan paling tinggi di sebuah perusahaan, yaitu pada *Cannery Department* (departemen tempat proses pengalengan nanas). Penelitian tersebut menggunakan *ergonomic assessment* untuk mengevaluasi resiko bahaya berdasarkan faktor lingkungan kerja fisik dan K3. Pada akhir penelitian diberikan rekomendasi perbaikan berupa perbaikan ukuran dan dimensi kursi tempat duduk pekerja, penambahan kipas sebagai *treatment* lantai licin, serta pemasangan lampu dan sensor pada area mesin *seamer*.

Susihono dan Rini (2013) menyebutkan bahwa penerapan Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja (SMK3) belum tentu berbanding lurus terhadap potensi bahaya (*hazard*) yang ada di lingkungan sekitar perusahaan. Penelitian yang dilakukan memiliki tujuan untuk mengetahui nilai risiko potensi bahaya kerja dan kategori potensi bahaya kerja di perusahaan serta mengetahui faktor penyebab terbesar terjadinya kecelakaan kerja di perusahaan. Metode yang digunakan untuk melakukan penelitian tersebut adalah metode HIRA dan FTA. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa penerapan SMK3 telah sesuai dengan Undang-Undang yang berlaku, namun masih terdapat potensi bahaya yang perlu dikendalikan.

Kushwaha dan Kane (2015) menyebutkan bahwa ergonomi memiliki peran penting untuk meningkatkan kesehatan dan produktivitas di tempat kerja dan pada dua dekade terakhir ditemukan bahwa sangatlah penting untuk melakukan *redesign* area kerja. Mereka melakukan identifikasi bahaya dari *musculoskeletal disorders* (MSD) menggunakan kuisisioner yang dibagikan kepada *operator crane* pada sebuah pabrik baja. Selain itu, juga dilakukan penilaian bahaya menggunakan *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA). Hasilnya menunjukkan bahwa pekerja mengalami keluhan MSD dan hasil penilaian menggunakan RULA mengatakan bahwa desain area kerja sebelumnya mengakibatkan postur kerja yang berbahaya. Sebagai solusi, peneliti memberikan usulan desain area kerja yang baru. Berdasarkan simulasi RULA pada *software Catia*, didapatkan bahwa desain area kerja yang baru berhasil menurunkan resiko bahaya sebelumnya yang sangat tinggi menjadi rendah.

Yuan (2015) melakukan penelitian untuk mengurangi resiko ergonomi dan cedera *musculoskeletal* pada pustakawan. Pekerjaan pustakawan mengharuskan pustakawan untuk menggunakan komputer dan alat elektronik lainnya dalam waktu yang lama. Selain itu, pustakawan juga harus melakukan gerakan perulangan untuk mengangkat buku, *box*, dan material lain yang mengakibatkan pustakawan beresiko untuk terkena cedera *musculoskeletal*. Penelitian yang dilakukan mengidentifikasi bahaya ergonomi menggunakan kuisisioner mengenai kondisi lingkungan dan kesehatan tempat kerja, dan observasi menggunakan RULA dan REBA. Hasil identifikasi bahaya tersebut kemudian dibawa ke dalam diskusi grup. Diskusi grup dilakukan dengan tujuan meningkatkan pemahaman pustakawan mengenai prinsip-prinsip ergonomi sehingga dapat mengurangi resiko ergonomi dan cedera *musculoskeletal*.

2.1.2. Penelitian Sekarang

Penelitian sekarang dilakukan di sebuah industri sarung tangan yang produk utamanya adalah sarung tangan golf. Objek penelitian saat ini adalah pekerja pada proses persiapan bahan kulit. Tujuan dari penelitian yang dilakukan yaitu untuk mengidentifikasi bahaya ergonomi, memberikan penilaian terhadap bahaya ergonomi yang paling tinggi didapatkan dari hasil identifikasi sebelumnya, dan memberikan usulan pengendalian untuk upaya perbaikan mengikuti acuan pemberian usulan bahaya menurut OSHA.

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Ergonomi

Tarwaka (2004) menyebutkan ergonomi adalah ilmu, seni dan penerapan teknologi untuk menyetarakan atau menyeimbangkan antara segala fasilitas yang digunakan baik dalam beraktivitas maupun istirahat dengan kemampuan dan keterbatasan manusia baik fisik maupun mental sehingga kualitas hidup secara keseluruhan menjadi lebih baik. Tujuan dari penerapan ergonomi secara umum menurut Tarwaka (2004) adalah sebagai berikut:

- a. Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.
- b. Meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak sosial, mengelola dan mengkoordinir kerja secara tepat guna dan meningkatkan jaminan sosial baik selama kurun waktu usia produktif maupun setelah tidak produktif.
- c. 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.

2.2.2. Bahaya Ergonomi (*Ergonomic Hazards*)

Bahaya ergonomi merupakan bahaya yang disebabkan oleh hubungan antara aktivitas kerja, penggunaan alat/fasilitas, dan lingkungan kerja yang tidak baik sehingga menyebabkan cedera atau penyakit pada pekerja.

Tabel 2.1. berikut berisi penjelasan mengenai jenis-jenis faktor resiko ergonomi (*Commission on Health and Safety and Workers' Compensation [CHSWC], 2010*):

Tabel 2.1. Faktor Resiko Ergonomi

<i>Risk Factors</i>	Definisi	Solusi Yang Memungkinkan
<i>Repetition</i> (gerakan berulang)	Membuat gerakan yang sama berulang-ulang	<i>Redesign task</i> untuk mengurangi pengulangan; meningkatkan waktu istirahat antara pengulangan; mengerjakan pekerjaan lain dengan gerakan yang berbeda

Tabel 2.1. Lanjutan

Risk Factors	Definisi	Solusi Yang Memungkinkan
<i>Awkward Posture</i> (postur tubuh yang tidak baik)	Gerakan membungkuk dalam waktu yang lama, <i>reaching</i> (mencapai), berlutut, jongkok, atau memutar setiap bagian dari tubuh.	<i>Redesign task</i> , furnitur, dan peralatan untuk menjaga tubuh dalam posisi lebih "netral" dan meminimalkan gerakan seperti mencapai, membungkuk, dan memutar.
<i>Forceful Motion</i>	Upaya berlebihan yang dibutuhkan untuk melakukan gerakan seperti menarik, menghentakkan, mendorong, dan mengangkat.	Desain ulang tugas untuk mengurangi tenaga yang dibutuhkan; menetapkan lebih banyak staf; menggunakan bantuan mekanis.
<i>Stationary Position</i>	Berada pada satu posisi terlalu lama, menyebabkan kelelahan pada otot dan sendi.	Desain ulang tugas untuk menghindari posisi stasioner; memberikan kesempatan untuk mengubah posisi.
<i>Direct Pressure</i>	Kontak yang berkepanjangan antara tubuh dengan permukaan atau tepi yang keras.	Meningkatkan desain alat dan peralatan atau tata letak untuk menghilangkan tekanan; menyediakan bahan bantalan.
<i>Vibration</i>	Menggunakan peralatan yang mengeluarkan getaran.	Melindungi tangan atau tubuh dari getaran secara langsung; menjaga alat atau peralatan dalam kondisi baik untuk mengurangi getaran yang berlebihan.
<i>Extreme Temperature</i>	Bekerja di daerah yang terlalu panas atau terlalu dingin. Dingin dapat menurunkan rasa, aliran darah, dan kekuatan. Sementara panas dapat meningkatkan kelelahan.	Melakukan kontrol suhu yang memungkinkan; melindungi tubuh terhadap dingin dengan memakai sarung tangan dan pakaian hangat; menyediakan istirahat dan penyejuk di lingkungan yang panas.
<i>Work Stress</i>	Termasuk kerja dengan mesin yang berbeda-beda, istirahat tidak memadai, tugas monoton, dikejar target, organisasi kerja yang buruk, atau pengawasan yang buruk.	Menetapkan beban kerja yang wajar, memberikan istirahat yang cukup dan variasi tugas.

2.2.3. Jenis-jenis Penyakit Akibat Pekerjaan

Pekerjaan berulang, gerakan yang dilakukan dengan cepat, postur tubuh yang tidak baik, *high force contact stresses*, getaran; dapat menjadi penyebab terjadinya suatu penyakit atau gejala yang menyerang bagian tubuh tertentu apabila sering dilakukan. Pekerja dapat merasakan rasa sakit pada bagian tubuh tertentu dengan diawali oleh gejala yang berbeda-beda. Semakin sering pekerja melakukan aktivitas yang beresiko, gejala yang dialami bagian tubuh yang terkena dampak juga semakin lama terasa semakin parah. Rasa sakit dan gejala yang sering terjadi dapat mengakibatkan pekerja tidak dapat melakukan aktivitas fisik dengan baik. Tabel 2.2. berisi penjelasan mengenai bagian tubuh yang terkena dampak, jenis penyakit dan gejalanya, serta penyebabnya. (*Workplace Safety and Health Council [WSHC], 2014*).

Tabel 2.2. Jenis-jenis Penyakit Akibat Pekerjaan

Bagian tubuh yang terkena	Gejala/ penyakit	Penyebab
<i>Low back</i> (punggung bagian bawah)	Rasa nyeri yang menyerang secara bertahap atau tiba-tiba pada punggung bagian bawah yang mungkin berkaitan dengan nyeri yang menyebar ke kaki.	<ul style="list-style-type: none"> • Pengangkatan beban berat, mengangkut atau mendorong, beban berat yang tiba-tiba, pengangkutan berulang; • Sikap tubuh yang buruk saat bekerja, seperti memutar/menekuk tubuh; atau • Seluruh tubuh terkena getaran seperti saat mengendarai kendaraan berat.
<i>Hand/ Wrist</i> (Tangan/ Pergelangan tangan)	Carpal Tunnel Syndrome Tendon carpal tunnel mengalami pembengkakan atau radang; atau Nyeri, mati rasa, dan/atau kesemutan pada tiga jari pertama dan bagian bawah jempol.	<ul style="list-style-type: none"> • Aktivitas tangan yang sering dan berulang, seperti menggiling, memoles, pengamplasan, pekerjaan perakitan, menggunakan palu, mengetik, atau saat kasir memindahkan dan mengemas barang di loket kasir.

Tabel 2.2. Lanjutan

Bagian tubuh yang terkena	Gejala/ penyakit	Penyebab
Hand/ Wrist (Tangan/ Pergelangan tangan)	Cubital Tunnel Syndrome Mati rasa, kesemutan pada jari-jari kecil dan jari manis; pegangan tangan dan daya jepit ibu jari melemah.	<ul style="list-style-type: none"> Berulang-ulang/ berulang kali mengistirahatkan lengan bawah di dekat siku pada permukaan yang keras, menekuk siku secara berlebihan.
	De Quervain's Tenosynovitis Peradangan selubung tendon ibu jari dikaitkan dengan gesekan yang berlebihan antara dua tendon jempol dan lapisan umum sarung yang membungkus.	<ul style="list-style-type: none"> Gerakan tangan memutar atau mencengkeram dengan kuat
Fingers (Jari –jari)	<ul style="list-style-type: none"> Trigger Finger, Kelainan tendon yang terjadi menyebabkan kaku dan gemetar. Bengkak di bagian bawah jari atau ibu jari; Nyeri saat jari ditekek dan diluruskan. 	<ul style="list-style-type: none"> Menggunakan alat dengan tepi tajam yang menekan ke tangan atau pegangan terlalu lebar untuk genggamannya yang nyaman; atau Penggunaan tang secara berulang-ulang, memasukkan sekrup ke lubang, menggiling, menekan, menahan dengan kuat menggunakan tangan.
Elbows (siku)	Epicondylitis (tennis elbow, golfer's elbow) Peradangan pada tendon bagian bawah siku	<ul style="list-style-type: none"> Sering menggunakan alat obeng/tang, palu, dan pemotongan daging.
Neck and shoulders (Leher dan bahu)	Nyeri dan sesak di leher, bahu dan tulang belikat (daerah <i>interscapular</i>); atau mati rasa yang menyebar ke lengan dan jari.	<ul style="list-style-type: none"> Postur membungkuk secara lama dan statis, ekstensi atau memutar leher (misalnya : operator telepon, petugas entri data, menggunakan mikroskop); atau Pekerjaan dilakukan dengan tangan di atas kepala (misalnya : pekerjaan pemeliharaan lampu, pekerjaan pengelasan di atas kepala).

Selain gejala/penyakit yang tertera pada Tabel 2.2., OSHA (2000) menyebutkan bahwa *tendinitis* merupakan peradangan tendon yang terjadi saat otot atau tendon berulang kali ditegangkan akibat dari penggunaan berlebihan. *Tendinitis* dapat terjadi sebagai akibat dari melakukan pekerjaan seperti: pergerakan jari yang berulang, pergerakan bahu yang berulang, membawa beban pada bahu dalam waktu yang lama, serta perpanjangan lengan secara berkelanjutan tangan dan pergelangan tangan. Gejala yang dialami adalah berupa rasa sakit, hilang kekuatan, bengkak, sensasi terbakar, dan terasa kaku pada bagian yang terkena. *Tension neck syndrome* merupakan penyakit yang menyerang daerah leher dengan gejalanya adalah rasa sakit pada area leher, disebabkan karena posisi leher yang diam atau kurang bervariasi dalam pergerakan secara berkepanjangan (<https://www.ccohs.ca/oshanswers/diseases/rmirsi.html>).

2.2.4. Pengendalian Bahaya

Menurut OSHA (2015) dalam *Safety and Health Program Management Guidelines*, pengendalian yang efektif melindungi pekerja dari bahaya di tempat kerja; mencegah terjadinya luka, penyakit, dan insiden; meminimalkan atau menghilangkan risiko keselamatan dan kesehatan; dan membantu pekerja untuk bekerja dengan kondisi kerja yang aman dan sehat. Ada enam langkah dalam membuat suatu pengendalian bahaya, dan dalam penelitian ini yang akan mengikuti langkah pertama sampai dengan langkah ke empat. Langkah-langkah tersebut adalah sebagai berikut:

Action Item 1: Mengidentifikasi Pilihan Pengendalian

Sebelum memilih opsi *control*, merupakan hal yang penting untuk mendapatkan masukan pekerja tentang kelayakan dan efektivitasnya. Untuk mencapai hal tersebut dengan cara mengumpulkan, mengatur, dan meninjau informasi yang meliputi:

- a. Peninjauan sumber seperti standar dan panduan OSHA, standar konsensus industri, publikasi *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH), literatur-literatur, dan laporan teknik untuk mengidentifikasi tindakan pengendalian yang potensial untuk dilakukan. Informasi yang diambil sebaiknya berasal dari asosiasi atau lembaga profesional.
- b. Jika diperlukan selidiki tindakan pengendalian yang digunakan di tempat kerja lain dan tentukan apakah efektif di tempat kerja yang akan diterapkan.

- c. Dapatkan masukan dari pekerja yang mungkin dapat menyarankan dan mengevaluasi solusi berdasarkan pengetahuan mereka tentang peralatan, peralatan, dan proses kerja.
- d. Untuk bahaya yang kompleks, berkonsultasilah dengan pakar keselamatan dan kesehatan.

Action item 2: Memilih Bentuk Pengendalian

Dalam memilih bentuk pengendalian, harus memilih yang paling layak, efektif, dan permanen. Untuk mewujudkannya, hal-hal yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Menghilangkan atau mengendalikan semua bahaya yang serius (bahaya yang menyebabkan atau cenderung menyebabkan kematian atau bahaya fisik yang serius) dengan segera.
- b. Menggunakan kontrol sementara saat mengembangkan dan menerapkan solusi jangka panjang.
- c. Pilih kontrol sesuai dengan hirarki yang menekankan *engineering controls* (termasuk *elimination* atau *substitution*) terlebih dahulu, diikuti oleh *administrative controls*, hingga *personal protective equipment*.
- d. Hindari memilih kontrol yang secara langsung atau tidak langsung dapat menyebabkan bahaya baru.
- e. Tinjau terlebih dahulu dan bahas opsi kontrol yang ada dengan pekerja untuk memastikan bahwa pengendalian yang diberikan layak dan efektif.
- f. Dapat menggunakan kombinasi opsi kontrol apabila tidak ada metode tunggal yang dapat sepenuhnya melindungi pekerja.

Action Item 3: Membuat dan Memperbaharui Sebuah Hazard Control Plan

Hazard control plan menjelaskan bagaimana kontrol yang dipilih akan dilaksanakan. Sebuah rencana yang efektif akan mengatasi bahaya yang serius terlebih dahulu. Kontrol sementara mungkin diperlukan, namun tujuan utamanya adalah memastikan pengendalian bahaya jangka panjang yang efektif. Penting untuk melacak kemajuan dalam menyelesaikan rencana pengendalian secara berkala (setidaknya setiap tahun dan ketika kondisi, proses atau peralatan berubah) dan memverifikasi bahwa pengendalian tetap efektif. Hal-hal yang dapat dilakukan untuk mencapainya adalah sebagai berikut:

- a. Mendata bahaya yang membutuhkan pengendalian sesuai prioritas.

- b. Tetapkan tanggung jawab untuk memasang atau menerapkan pengendalian bahaya kepada orang tertentu atau orang yang memiliki kekuatan atau kemampuan untuk menerapkan pengendalian bahaya.
- c. Menetapkan tanggal penyelesaian target.
- d. Merencanakan cara untuk meninjau progress menuju penyelesaian.
- e. Merencanakan cara untuk memverifikasi keefektifan pengendalian setelah diterapkan.

Action Item 4 : Memilih Controls Untuk Melindungi Pekerja Selama Operasi Non-Rutin Dan Keadaan Emergency Lainnya.

Bentuk keadaan *emergency* bergantung pada kondisi tempat kerja, misalnya kemungkinan untuk terjadi kebakaran dan ledakan; pelepasan zat kimia berbahaya; tumpahan bahan berbahaya; matinya peralatan secara tidak direncanakan; jarangnyanya pelaksanaan aktivitas perawatan; bencana alam dan cuaca; kekerasan di tempat kerja; serangan teroris atau kriminal; wabah penyakit (misalnya : *Pandemi influenza*); atau keadaan darurat medis lainnya. Hal-hal yang dapat dilakukan untuk mencapainya adalah sebagai berikut:

- a. Operasi non-rutin, atau tugas biasanya tidak dilakukan pekerja, harus ditinjau dengan hati-hati. Sebelum memulai pekerjaan tersebut, tinjau kembali analisis bahaya kerja dan analisis keselamatan kerja dengan pekerja yang terlibat, dan informasikan mengenai sifat pekerjaan, jadwal kerja, dan tindakan pencegahan yang diperlukan.
- b. Mengembangkan prosedur untuk mengendalikan bahaya yang mungkin timbul selama operasi non-rutin (misalnya : mematikan mesin selama pemeliharaan dan perbaikan).
- c. Mengembangkan atau memodifikasi rencana untuk mengendalikan bahaya yang mungkin timbul dalam situasi darurat.
- d. Pengadaan peralatan yang dibutuhkan untuk mengendalikan bahaya yang berhubungan dengan keadaan darurat.
- e. Menetapkan tanggung jawab untuk melaksanakan rencana darurat.
- f. Lakukan latihan darurat untuk memastikan bahwa prosedur dan peralatan memberikan perlindungan yang memadai selama situasi darurat.

Action Item 5 : Mengimplementasikan Jenis-Jenis Control yang Terpilih di Tempat Kerja

Langkah selanjutnya setelah tindakan pencegahan dan pengendalian bahaya telah diidentifikasi, yaitu tahap implementasi kegiatan sesuai dengan *Hazard*

Control Plan. Hal-hal yang dapat dilakukan untuk mencapainya adalah sebagai berikut:

- a. Melaksanakan tindakan pengendalian bahaya sesuai dengan prioritas yang ditetapkan dalam *Hazard Control Plan*.
- b. Apabila sumber daya terbatas, lakukan tindakan berdasarkan "yang terburuk pertama", sesuai dengan prioritas peringkat bahaya (risiko) yang ditetapkan selama identifikasi dan penilaian bahaya. Namun, terlepas dari sumber daya yang terbatas, perusahaan memiliki kewajiban untuk melindungi pekerja dari bahaya serius yang telah diketahui.
- c. Segera lakukan tindakan yang mudah dan mengeluarkan sedikit biaya, tidak peduli tingkat bahaya yang dihadapi; misalnya seperti menghilangkan bahaya tersandung yang disebabkan oleh kabel listrik, memberikan pencahayaan, dan lain sebagainya.

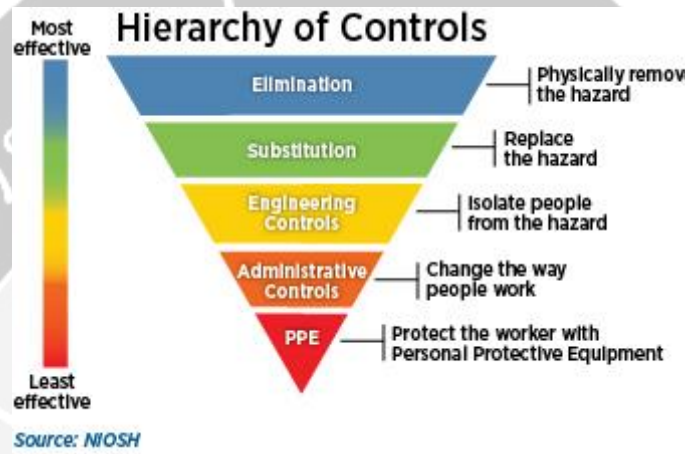
Action Item 6 : Melakukan Tindak Lanjut untuk Memastikan Bahwa *Control* Berjalan dengan Efektif

Langkah yang perlu dilakukan untuk memastikan bahwa tindakan pengendalian tetap efektif yaitu harus melacak kemajuan dalam penerapan *control*, memeriksa dan mengevaluasi *control* setelah diterapkan, dan mengikuti perawatan pencegahan secara rutin. Hal-hal yang dapat dilakukan untuk mencapainya adalah sebagai berikut:

- a. Melacak kemajuan dan memverifikasi pelaksanaannya dengan mengajukan pertanyaan berikut:
 - i. Apakah semua tindakan pengendalian telah dilaksanakan sesuai dengan *Hazard Control Plan*?
 - ii. Apakah *engineering control* telah diterapkan dan diuji dengan benar?
 - iii. Apakah pekerja dilatih dengan tepat agar mereka memahami *control* yang diterapkan, termasuk bagaimana mengoperasikan bentuk *engineering control*, *administrative control*, dan persyaratan penggunaan APD?
 - iv. Apakah kontrol digunakan dengan benar dan konsisten?
- b. Lakukan pemeriksaan rutin untuk memastikan bahwa *engineering control* beroperasi sesuai yang dirancang.
- c. Evaluasi tindakan pengendalian untuk menentukan apakah efektif atau perlu dimodifikasi. Libatkan pekerja dalam evaluasi kontrol. Jika kontrol tidak

- efektif, identifikasi, pilih, dan lakukan tindakan pengendalian lebih lanjut yang akan memberikan perlindungan yang memadai.
- d. Konfirmasikan bahwa praktik kerja, kontrol administratif, dan kebijakan penggunaan alat pelindung diri juga diterapkan.
 - e. Lakukan perawatan preventif rutin terhadap peralatan, fasilitas, dan kontrol untuk mencegah terjadinya kecelakaan akibat kerusakan peralatan.

Gambar 2.1. menunjukkan piramida tipe-tipe pengendalian.



Gambar 2.1. Hierarchy of Controls

Penjelasan mengenai tipe-tipe pengendalian berdasarkan piramida pada Gambar 2.1. adalah sebagai berikut:

- a. *Elimination*
Menghilangkan sumber bahaya yang ada. Hal ini jarang bisa dilakukan mengingat kondisi dan tuntutan pekerjaan yang mengharuskan untuk menggunakan peralatan atau melakukan aktivitas yang ada.
- b. *Substitution*
Mengganti alat/bahan lama dengan alat/bahan baru yang aman, menyempurnakan proses produksi dan menyempurnakan prosedur penggunaan peralatan.
- c. *Engineering Controls*
Merupakan bentuk pengendalian dengan menerapkan perubahan fisik tempat kerja, yang menghilangkan/mengurangi bahaya pada pekerjaan/tugas.
- d. *Administrative Controls*
Merupakan bentuk pengendalian dengan menetapkan proses atau prosedur yang efisien.
- e. *Personal Protective Equipment*

Merupakan bentuk pengendalian dengan menggunakan alat pelindung diri untuk mengurangi paparan faktor risiko ergonomi secara langsung pada pekerja.

2.2.5. RULA

Rapid Upper Limb Assessment (RULA) adalah metode yang digunakan untuk menilai dan mengevaluasi tubuh bagian atas terkait beban yang diterima sistem muskuloskeletal manusia karena postur tubuh, fungsi otot dan kekuatan yang mereka gunakan (Atamney & Corlett, 1993). Tujuan pengembangan metode RULA adalah untuk memenuhi hal-hal sebagai berikut:

- a. Memberikan suatu metode pemeriksaan populasi pekerja secara cepat, teruntuk pekerjaan yang menyebabkan paparan resiko gangguan pada tubuh bagian atas.
- b. Mengidentifikasi usaha otot yang diperlukan berhubungan dengan postur kerja, penggunaan tenaga dan pekerjaan yang dilakukan secara statis atau pekerjaan berulang-ulang, yang dapat menimbulkan kelelahan otot.
- c. Memberikan hasil yang dapat digunakan pada penilaian ergonomi yang lebih luas mencakup epidemiologis, faktor-faktor fisik, mental, faktor lingkungan dan faktor organisasional; dan secara khusus untuk mencegah terjadinya gangguan pada tubuh bagian atas akibat kerja.

RULA membagi bagian tubuh menjadi dua bagian, yaitu grup A dan B untuk menghasilkan suatu metode yang cepat digunakan. Grup A mencakup bagian lengan atas dan lengan bawah serta pergelangan tangan. Sementara grup B mencakup bagian leher, badan, dan kaki. Grup A dan Grup B masing-masing akan diberi penilaian dengan mengisi angka pada kolom pada tiap step yang ada.

Pengisian angka disesuaikan dengan acuan gambar pada lembar RULA yang memiliki nilai tersendiri untuk setiap gambar yang ditunjukkan. Angka dengan nilai lebih dari 0 menandakan bahwa gerakan atau postur kerja terindikasi beresiko. Angka 1 merupakan resiko terkecil atau minimal, sementara angka-angka yang lebih tinggi diberikan menandakan faktor resiko yang lebih tinggi terhadap bagian tubuh. *RULA Employee Assessment Worksheet* dapat ditunjukkan pada Gambar 2.2.

RULA Employee Assessment Worksheet

Complete this worksheet following the step-by-step procedure below. Keep a copy in the employee's personnel folder for future reference.

A. Arm & Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position

Step 1a: Adjust...

If shoulder is raised = -1
If upper arm is abducted = +1
If arm is supported or person is leaning = -1

Final Upper Arm Score =

Step 2: Locate Lower Arm Position

Step 2a: Adjust...

If arm is holding a tool/machine of the body = +1
If arm out to side of body = -1

Final Lower Arm Score =

Step 3: Locate Wrist Position

Step 3a: Adjust...

If hand is bent from the middle = +1

Final Wrist Score =

Step 4: Wrist Twist

If wrist is twisted in mid-range = 1
If twist at or near end of range = 2

Wrist Twist Score =

Step 5: Look-up Posture Score in Table A

Use values from steps 1, 2, 3 & 4 to locate Posture Score in Table A.

Posture Score A =

Step 6: Add Muscle Use Score

If posture mainly static (i.e. held for longer than 1 minute) or if action repeatedly occurs 4 times per minute or more = +1

Muscle Use Score =

Step 7: Add Force/load Score

If load less than 2 kg (inanimate) = 0
If 2 kg to 10 kg (inanimate) = +1
If 2 kg to 10 kg (static or repeated) = +2
If more than 10 kg load or repeated or shocks = +3

Force/load Score =

Step 8: Find Row in Table C

The completed score from the Arm/Wrist analysis is used to find the row on Table C

Final Wrist & Arm Score =

SCORES

Table A

Upper Arm	Lower Arm	Wrist	1	2	3	4
1	1	1	1	2	3	4
1	2	1	2	3	4	5
1	3	1	3	4	5	6
2	1	2	2	3	4	5
2	2	2	3	4	5	6
2	3	2	3	4	5	6
3	1	3	3	4	5	6
3	2	3	4	5	6	7
3	3	3	4	5	6	7
4	1	4	4	5	6	7
4	2	4	5	6	7	8
4	3	4	5	6	7	8
5	1	5	5	6	7	8
5	2	5	6	7	8	9
5	3	5	6	7	8	9
6	1	6	6	7	8	9
6	2	6	7	8	9	10
6	3	6	7	8	9	10

Table B

Neck	1	2	3	4	5	6
1	1	2	3	4	5	6
2	2	3	4	5	6	7
3	3	4	5	6	7	8
4	4	5	6	7	8	9
5	5	6	7	8	9	10
6	6	7	8	9	10	11

Table C

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	5	6	7	8	9	10	11	12	13
6	6	7	8	9	10	11	12	13	14
7	7	8	9	10	11	12	13	14	15
8	8	9	10	11	12	13	14	15	16
9	9	10	11	12	13	14	15	16	17
10	10	11	12	13	14	15	16	17	18

B. Neck, Trunk & Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position

Step 9a: Adjust...

If neck is twisted = +1; If neck is side-bending = +1

Final Neck Score =

Step 10: Locate Trunk Position

Step 10a: Adjust...

If trunk is twisted = +1; If trunk is side-bending = +1

Final Trunk Score =

Step 11: Legs

If legs & feet supported and balanced = +1
If not = 2

Final Leg Score =

Step 12: Look-up Posture Score in Table B

Use values from steps 9, 10 & 11 to locate Posture Score in Table B.

Posture B Score =

Step 13: Add Muscle Use Score

If posture mainly static, or if action 4 minutes or more = +1

Muscle Use Score =

Step 14: Add Force/load Score

If load less than 2 kg (inanimate) = 0
If 2 kg to 10 kg (inanimate) = +1
If 2 kg to 10 kg (static or repeated) = +2
If more than 10 kg load or repeated or shocks = +3

Force/load Score =

Step 15: Find Column in Table C

The completed score from the Neck/Trunk & Leg analysis is used to find the column on Chart C.

Final Neck, Trunk & Leg Score =

Final Score =

Subject: _____

Date: / /

Company: _____

Department: _____

Scorer: _____

FINAL SCORE: 1 or 2 = Acceptable; 3 or 4 Investigate further; 5 or 6 Investigate further and change soon; 7 Investigate and change immediately

© Professor Alan Hedge, Cornell University, Nov. 2000

Gambar 2.2. RULA Employee Assessment Worksheet

2.2.6. Identifikasi dan Penilaian Bahaya Ergonomi

Menurut Western Sydney University (2015), *hazard identification* adalah proses memeriksa setiap area kerja dan aktivitas yang dilakukan pekerja untuk mengidentifikasi semua bahaya yang "melekat dalam pekerjaan". Pada penelitian ini, proses identifikasi bahaya menggunakan lembar identifikasi bahaya ergonomi dari ergonomi *hazard checklist* yang dikeluarkan oleh *Industrial Accident Prevention Association* (IAPA, 2007). Lembar identifikasi bahaya yang digunakan berisi pertanyaan-pertanyaan yang dikelompokkan berdasarkan tertentu; seperti keadaan lingkungan, karakteristik objek yang ditangani, dan lain sebagainya.

Menurut Western Sydney University (2015), *hazard assessment* merupakan proses menilai risiko yang terkait dengan masing-masing bahaya yang teridentifikasi sehingga sifat risikonya dapat dipahami. Kegunaan dilakukannya penilaian adalah dapat mengetahui tingkat keparahan dari bahaya. Pada penelitian ini, proses penilaian bahaya ergonomi mengadaptasi *ergonomic hazard assessment* yang dikeluarkan oleh *Industrial Accident Prevention Association* (IAPA, 2007).

2.2.7. *Maynard Operation Sequence Technique (MOST)*

Metode ini ditemukan oleh Kjell Zandin yang bekerja di perusahaan *HB Maynard and Company* pada tahun 1980. Metode MOST mengidentifikasi 3 jenis gerakan yaitu : *general move*, *controlled move*, dan *tool and equipment use* (McGraw-Hill, 2012). Urutan dari gerakan *general move* mengidentifikasi gerakan bebas spasial suatu benda di udara. Urutan dari gerakan *controlled move* menggambarkan pergerakan benda saat benda tersebut tetap berada dalam kontak dengan permukaan atau tetap menempel pada benda lain selama pergerakan dilakukan. Urutan dari gerakan *tool and equipment use* berdasarkan penggunaan perkakas tangan dan peralatan lainnya.

Terdapat 4 subaktivitas untuk *general move*, yaitu : *action distance* (A), yang mana merupakan pergerakan horisontal; *body motion* (B), yang terfokus pada gerakan vertikal; *gain control* (G); dan *placement* (P). Subaktivitas ini dikelompokkan menjadi tiga tahap: *get*, *put*, dan *return*. Sementara untuk *controlled move*, terdapat subaktivitas baru yaitu : *move controlled* (M), merupakan jalur objek yang dikendalikan; *process time* (X), dikendalikan oleh alat mekanis bukan gerakan manual; *Alignment* (I), kesimpulan akhir dari proses *controlled move* untuk mencapai keselarasan dua objek.

Tool and equipment use menggunakan model yang meliputi kombinasi dari aktivitas *general move* dan *controlled move*. Parameter lain yang digunakan pada aktivitas ini antara lain *fasten* (F), *loosen* (L), *cut* (C), *surface treat* (S), *record* (R), *think* (T) dan *measure* (M). Model urutan untuk aktivitas dan subaktivitas pada metode MOST ditunjukkan pada Gambar 2.3. Keterangan mengenai nilai *index* untuk tiap parameter pada aktivitas *general move*, *controlled move*, dan *tool use*, ditunjukkan pada Tabel 2.3, Tabel 2.4. dan Tabel 2.5. Penggunaan metode ini diawali dengan menentukan model urutan dasar gerakan, apakah termasuk *general move/controlled move/tool and equipment use*. Langkah selanjutnya adalah menambahkan semua nilai *index* untuk tiap parameter. Hasil penjumlahan nilai *index* tersebut dikalikan dengan 10 sehingga menghasilkan nilai *Time Measurement Unit* (TMU). Nilai TMU tersebut kemudian dikonversi ke dalam satuan detik, yaitu 1 TMU = 0,036 detik.

General Move

Get A B G	Put A B P	Return A
--------------	--------------	-------------

Controlled Move

Get A B G	Move/Actuate M X I	Return A
--------------	-----------------------	-------------

Tool/Equipment Use

Get A B G	Put in place A B P	Use *	Put aside A B P	Return A
--------------	-----------------------	----------	--------------------	-------------

Gambar 2.3. Model urutan aktivitas pada metode MOST

Tabel 2.3. Nilai *Index* untuk setiap parameter aktivitas *General Move*

General Move					A Action Distance Extended Values				
Index x 10	A Action Distance	B Body Motion	G Gain Control	P Placement	Index	Steps	Feet	Meters	
0	≤ 2 in. (5 cm)			Pickup Toss	0	24	11 - 15	38	12
1	Within Reach		Light Object Light Objects Simo	Lay Aside Loose Fit	1	32	16 - 20	50	15
3	1 - 2 Steps	Sit or Stand Bend and Arise 50% occ.	Light Objects Non-Simo Heavy or Bulky Blind or Obstructed	Loose Fit Blind or Obstructed Adjustments Light Pressure Double Placement	3	42	21 - 26	65	20
6	3 - 4 Steps	Bend and Arise	Disengage Interlocked Collect	Heavy Pressure Blind or Obstructed Intermediate Moves	6	64	27 - 33	83	25
10	5 - 7 Steps	Sit or Stand with Adjustments			10	87	34 - 40	100	30
16	8 - 10 Steps	Stand and Bend Bend and Sit Climb On or Off Through Door			16	91	41 - 49	123	38
						96	50 - 57	143	44
						113	58 - 67	168	51
						131	68 - 75	185	59
						152	79 - 93	225	69
						173	91 - 102	266	78
						193	103 - 115	288	88
						220	116 - 128	320	98
						245	129 - 142	355	108
						270	143 - 158	395	120
						300	159 - 174	435	133
						330	175 - 191	476	146

Tabel 2.4. Nilai *Index* untuk setiap parameter aktivitas *Controlled Move*

Controlled Move						M Push or Pull Extended Values		I Alignment of Machining Tools		
Index x 10	M Move Controlled	X Process Time			I Alignment	Index	Steps	Index	Align To	
	Push/Pull/Turn	Crank	Seconds	Minutes	Hours					
1	≤ 12 in. (30 cm) Button Switch Knob		.5 Sec.	.01 Min.	.0001 Hr.	1 Point	24	10 - 13	3	Workpiece
3	> 12 in. (30 cm) Resistance Seat or Unseat High Control 2 Stages ≤ 24 in. (60 cm) Total	1 Rev.	1.5 Sec.	.02 Min.	.0004 Hr.	2 Points ≤ 4 in. (10 cm)	32	14 - 17	6	Scale Mark
6	2 Stages > 24 in. (60 cm) Total 1 - 2 Steps	2 - 3 Rev.	2.5 Sec.	.04 Min.	.0007 Hr.	2 Points > 4 in. (10 cm)	42	18 - 22	10	Indicator Dial
10	3 - 4 Stages 3 - 5 Steps	4 - 6 Rev.	4.5 Sec.	.07 Min.	.0012 Hr.		54	23 - 28	Alignment of Non-typical Objects	
16	6 - 9 Steps	7 - 11 Rev.	7.0 Sec.	.11 Min.	.0019 Hr.	Precision	67	29 - 34	Index	Positioning Method
							Crank Extended Values		0	Against Stop(s)
							Index	Revs.	3	1 Adjustment to Stop
							24	12 - 16	8	2 Adjustments to Stop(s) 1 Adjustment to 2 Stops
							32	17 - 21	10	3 Adjustments to Stop(s) 2 - 3 Adjustments to Linemark
							42	22 - 28	Non-typical Object Characteristics	
							54	29 - 36	Flat, Large, Flimsy, Sharp, Difficult to handle	

Tabel 2.5. Nilai *Index* untuk setiap parameter aktivitas *Tool Use*

		Tool Use								
		C Cut			S Surface Treat			M Measure	P Tool Placement	
Index x 10	Get Tool	Secure	Cut	Slice	Air-Clean	Brush-Clean	Wipe	Measure	Tool	Index
	Pull Tool	Tool Action	Scissors	Knife	Nozzle	Brush	Cloth	Measuring Tool	Tool	Index
1	Wire	Grip	1	-	-	-	-	-		
3	Soft		2	1	-	-	1/2			
6	Medium	Twist Form Loop	4	-	1 Spot Cavity	1	-			
10	Hard		7	3	-	-	1	Profile Gauge		
16		Secure Cotter Pin	11	4	3	2	2	Fixed Scale Caliper ≤ 12 in. (30 cm)		
24			15	6	4	3	-	Feeler Gauge		
32			20	9	7	5	5	Steel Tape ≤ 6 ft. (2 m) Depth Micrometer		
42			27	11	10	7	7	OD-Micrometer ≤ 4 in. (10 cm) ID-Micrometer ≤ 4 in. (10 cm)		
54			33							

Tool	Index	Tool	Index
Hammer	0 (1)	Measuring Tool	1
Files or Hand	1 (3) (6)	Screwdriver	3
Pliers	1 (3)	Ratchet	3
Snips	1 (3)	T-Wrench	3
Kelly	1 (3)	Wrench	3
Surface Treating tool	1	Power tool	3
		Adjustable Wrench	6 (3)

