

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ergonomi

Ergonomi adalah sebuah kata yang diambil dari bahasa latin, yaitu *ergon* dan *nomos*. *Ergon* mempunyai makna, yaitu kerja dan *nomos* mempunyai makna, yaitu aturan dan hukum alam. Berdasarkan kata tersebut, ergonomi mempunyai arti yaitu suatu studi yang membahas hal terkait aspek-aspek manusia pada area tempat kerja yang dapat dilihat secara perancangan, fisiologi, manajemen, anatomi, dan psikologi [11]. Ergonomi merupakan bagian dari pengetahuan terstruktur yang menggunakan fakta-fakta tentang sifat, kompetensi, dan ketidakmampuan manusia dalam menyusun suatu sistem kerja sehingga manusia mampu hidup dan melakukan pekerjaan dalam sistem secara tepat serta dapat tercapainya tujuan dengan pekerjaan yang efisien, efektif, nyaman, sehat, dan aman [12]. Ergonomi terdiri dari beberapa ruang lingkup, diantaranya[13]:

1. Antropometri: mengamati aspek bagian tubuh pada manusia dengan macam-macam postur tubuh ketika sedang bekerja pada lingkungannya.
2. Fisiologi: mengamati aspek yang berkaitan dengan kebutuhan manusia terhadap energi ketika melakukan kegiatan.
3. Biomekanika: mengamati aspek yang berkaitan dengan kekuatan tubuh terhadap pergerakan tubuh ketika membawa muatan secara mekanis, seperti kecepatan, kekuatan, ketelitian, serta sebagainya.
4. Penginderaan: mengamati aspek kompetensi manusia ketika mendapatkan kode-kode yang berasal dari luar dan diterima oleh indera pendengaran, peraba, penglihatan, perasa, dan penciuman.
5. Psikologi kerja: mengamati macam-macam penyebab penting yang menjadi pengaruh terhadap keadaan mental manusia dalam menggunakan sebuah produk dan area bekerja yang disebabkan oleh hubungan kuat antara unsur fisik atau psikologis.

Dalam pengaplikasian ilmu ergonomi terdapat tujuan-tujuan yang ingin diperoleh, diantaranya [14]:

1. Peningkatan kesejahteraan fisik dan psikologi dengan menghindari terjadinya cedera dan rasa sakit yang diakibatkan oleh kesalahan ketika bekerja, mengurangi muatan ketika bekerja secara fisik, dan mental, serta mengusahakan peningkatan dan rasa puas dalam bekerja.
2. Peningkatan kesejahteraan sosial dengan memaksimalkan mutu hubungan sosial dan mengatur pekerjaan secara cepat, untuk peningkatan jaminan sosial dalam periode waktu usia produktif atau nonproduktif.
3. Peningkatan keseimbangan yang masuk akal antara bidang teknis, ekonomis, dan antropologis pada tiap-tiap prosedur kerja yang dijalankan hingga akhirnya terbentuk mutu kerja dan hidup yang maksimal.

2.2 Biomekanika

Biomekanika ialah suatu pemahaman yang berkaitan dengan kekebalan, sistem pertahanan dan kecermatan pada saat bekerja [15]. Biomekanika mempelajari keterkaitan antara pekerja dengan alat-alat kerjanya, area bekerja, dan lainnya. Biomekanika berkaitan dengan hampir semua tubuh makhluk hidup [16]. Strategi pada biomekanika berfokus pada susunan tulang dan letak pengangkatan serta tulang belakang merasakan tekanan ketika diangkat walaupun tidak sering dilakukan. Pada biomekanika kerja, tubuh manusia adalah suatu sistem yang spontan. Sistem ini berkaitan dengan sistem *musculoskeletal disorder* yang terdiri dari lapisan fascia, tendon, tulang rawan, ligamen, dan otot [17]. Biomekanika dapat disebabkan karena beberapa hal, yaitu usia, kehamilan, keacakan/random, jenis kelamin, cacat tubuh secara fisik, suku bangsa, dan jenis pekerjaan [18].

2.3 Postur Kerja

Postur kerja adalah keadaan letak tubuh pada saat bekerja. Postur kerja harus dibuat sebaik mungkin supaya dapat mengurangi munculnya *musculoskeletal disorders* [6]. Hal yang menyebabkan gangguan *musculoskeletal disorders* adalah posisi tubuh yang canggung. Menurut Straker [9], posisi tubuh yang *awkward* merupakan postur tubuh yang tidak sesuai secara signifikan postur normal saat bekerja. Pekerjaan yang *awkward* adalah pekerjaan yang dilakukan berulang atau durasi lama pada posisi mengambil, memutar, tubuh dimiringkan, jongkok, berlutut,

memegang dalam keadaan diam dan menghimpit tangan. Postur tersebut terdiri dari beberapa bagian tubuh seperti lutut, punggung, dan bahu dimana bagian yang disebutkan merupakan bagian yang rentan terkena cedera otot [9].

Postur tubuh adalah suatu poin dalam menentukan analisis keefektifan dari suatu pekerjaan. Ketika bekerja dengan posisi tubuh yang sudah baik dan ergonomis, maka pekerja tersebut akan memperoleh hasil yang baik. Namun, pada saat pekerja melakukan suatu pekerjaan dan postur kerja pada pekerja tersebut terjadi kesalahan serta tidak ergonomis, hal tersebut dapat menyebabkan rasa lelah dan kerusakan terhadap tulang pekerja [19]. Dalam melakukan suatu pekerjaan, terdapat tiga jenis sikap dalam bekerja, yaitu [6]:

1. Sikap Kerja Duduk

Sikap kerja seperti ini ialah sikap bekerja yang dapat memicu permasalahan pada bagian punggung akibat tekanan pada tulang bagian belakang dan dapat menyebabkan keluhan *musculoskeletal*. Sikap kerja duduk memiliki kelebihan yaitu meminimasi energi yang dipakai saat kerja dan beban pada kaki.

2. Sikap Kerja Berdiri

Sikap kerja berdiri ialah sikap siap pada pekerja dalam hal psikologi ataupun fisik. Sikap kerja seperti ini akan menciptakan pekerja menjadi lebih cekatan, bertenaga dan teliti ketika bekerja. Kelemahan dari sikap kerja berdiri adalah mampu mengakibatkan permasalahan seperti rasa lelah, nyeri dan patah pada otot tulang belakang.

3. Sikap Kerja Duduk Berdiri

Sikap kerja berdiri ialah sikap kerja yang dikombinasi antara sikap bekerja secara duduk dan sikap bekerja secara berdiri. Sikap bekerja ini dilakukan untuk meminimalisir rasa lelah pada otot. Sikap bekerja ini adalah sikap terbaik dibandingkan sikap duduk atau berdiri saja ketika bekerja. Kelebihan dari sikap kerja duduk berdiri ini yaitu mampu memperkecil dorongan pada tulang belakang dan pinggang daripada sikap duduk atau berdiri dengan terus-menerus.

2.4 Musculoskeletal Disorders

Musculoskeletal disorders (MSDs) adalah penyakit yang rentan dirasakan oleh pekerja di lingkungan kerja. *Musculoskeletal disorders* merupakan keluhan yang

dirasakan pekerja pada bagian otot rangka atau skeletal. Keluhan yang dirasakan diawali dari keluhan ringan hingga sangat sakit. Penyebab dapat terjadinya penyakit *musculoskeletal disorders* adalah pekerjaan atau kegiatan yang berulang dan postur kerja yang tidak mendukung pekerjaan dengan baik [5]. Keluhan *musculoskeletal disorders* harus diberikan penanganan agar tidak memicu kerusakan pada otot skeletal. Keluhan *musculoskeletal disorder* dapat diakibatkan karena beberapa pengaruh, diantaranya [20]:

1. Peregangan otot yang berlebihan

Peregangan otot ini merupakan suatu kegiatan pekerjaan yang mengharuskan penggunaan kekuatan energi yang banyak, seperti kegiatan pengangkatan, pendorongan, penarikan dan penahan beban yang berat.

2. Aktivitas yang dilakukan dengan pengulangan

Aktivitas ini dikerjakan secara berkelanjutan sehingga dapat menyebabkan rasa lelah dan tegangnya otot serta tendon yang diakibatkan oleh kurangnya waktu istirahat (relaksasi).

3. Posisi kerja yang tidak wajar

Posisi kerja yang tidak wajar dapat menyebabkan postur tubuh menjauh dari postur yang wajar, seperti mengangkat tangan, posisi punggung membungkuk, dan kepala menghadap ke atas. posisi kerja yang seperti ini biasanya dipengaruhi oleh peralatan bekerja atau *workstation* yang tidak cocok dengan kapabilitas dan keterbatasan pekerja.

2.5 Quick Exposure Checklist

Quick Exposure Checklist (QEC) merupakan suatu metode yang berfungsi untuk mengukur beban postur yang dipublikasikan oleh Guanyang Li dan Peter Buckle [21]. QEC mempunyai tingkat sensitivitas dan manfaatnya yang tinggi sehingga mampu diterima secara luas reliabilitasnya [22]. QEC adalah suatu metode yang digunakan sebagai alat untuk mengukur risiko kerja yang berkaitan dengan masalah pada otot pada lingkungan bekerja. Metode tersebut berfungsi untuk mengukur gangguan penyakit tubuh pada bagian pergelangan tangan, punggung, leher dan bahu. Menurut Staton [9], QEC dapat mendukung untuk menghindari munculnya gangguan WMSDs, seperti gerakan yang berulang, gaya tekan, posisi tubuh yang

tidak tepat dan lamanya waktu bekerja. Brown & Li [23] mengatakan bahwa konsep mendasar dari metode ini yaitu untuk mencari tahu besarnya *exposure score* pada bagian tubuh tertentu. Perhitungan *exposure* dilakukan pada tiap-tiap bagian tubuh, yaitu pada, leher, punggung, pergelangan tangan ataupun bahu/lengan atas dengan meninjau hubungan, seperti pergerakan dengan gaya/beban, durasi dengan gaya/beban, postur dengan gaya/beban, pergerakan dengan durasi atau postur dengan durasi, [9]. Metode ini menggabungkan penilaian yang dilaksanakan oleh pengamat dan pekerja. *Quick Exposure Checklist* digunakan dengan tujuan [24]:

1. Mengidentifikasi faktor risiko pada *Work-Related Musculoskeletal Disorders*
2. Menganalisis risiko gangguan pada tubuh pada bagian yang berbeda
3. Memberikan perbaikan dalam rangka mengurangi risiko gangguan yang ada
4. Memberi pemahaman pada pekerja terkait risiko terjadinya *musculoskeletal* pada tempat kerja.

2.5.1 Postur Tubuh pada QEC

Pertanyaan-pertanyaan yang ada pada kuesioner *Quick Exposure Checklist* terdiri dari postur tubuh dan kategori yang harus diisi. Berikut ini penjelasan untuk masing-masing kategori postur pada kuesioner QEC [25]:

1. Postur Punggung

Pada bagian A, punggung dianggap masuk ke dalam kategori hampir netral (A1) apabila posisi punggung membungkuk, membengkok atau memutar kurang dari 20° , punggung dianggap masuk ke dalam kategori agak memutar atau membungkuk (A2) apabila posisi punggung membungkuk, membengkok, dan memutar 21° sampai 59° , punggung dianggap masuk ke dalam kategori terlalu memutar atau membungkuk apabila posisi punggung lebih dari 60° . Pada bagian B, jika postur tubuh berdiri atau duduk dalam keadaan statis maka pilih B1-B2. Jika pekerjaan menarik/mendorong dan mengangkat pilih B3-B5.

2. Postur Bahu atau Lengan

Penilaian harus sesuai dengan posisi tangan pada saat bahu/lengan paling terbebani ketika melakukan pekerjaan.

3. Postur Pergelangan Tangan/Tangan

Penilaian ini didasari oleh pekerjaan yang dilakukan dengan situasi pergelangan tangan paling buruk. Pada bagian E, yang termasuk kategori tangan yang hampir lurus (E1) adalah ketika pergerakan tangan terbatas (sudut kurang dari 15^0 dari posisi normal pergelangan tangan). Pada bagian F, hal ini dilihat dari gerakan lengan bawah dan pergelangan tangan serta tidak termasuk jari ketika bergerak. Pengulangan gerakan yang sama dihitung dalam satu periode waktu tertentu.

4. Postur Leher

Penilaian postur leher dilakukan ketika leher berada pada kondisi sedang bekerja. Postur leher dikatakan membungkuk ketika leher bungkuk atau memutar pada sudut yang melebihi 20^0 dari tubuh.

2.5.2 Exposure Score

Data yang didapat berdasar kuesioner yang telah diisi oleh pengamat dan pekerja harus dilakukan perhitungan *exposure score* pada empat bagian tubuh pekerja untuk mengetahui tingkat risiko cedera pada pekerja. Tabel 2.1 di bawah ini merupakan penentuan tingkat risiko cedera pada bagian tubuh yang telah diperoleh berdasar skor *exposure*:

Tabel 2. 1 Tingkat Risiko Berdasarkan *Exposure score*

Score	Exposure score			
	Low	Medium	High	Very High
Punggung (statis)	8-15	16-22	23-29	29-40
Punggung (bergerak)	10-20	21-30	31-40	41-56
Bahu/Lengan	10-20	21-30	31-40	41-56
Pergelangan Tangan	10-20	21-30	31-40	41-56
Leher	4-6	8-10	12-14	16-18

Sumber: [25]

2.6 Nordic Body Map

Nordic Body Map (NBM) adalah sebuah *tools* untuk mengukur dan menilai seberapa besar keluhan dan cedera pada otot-otot skeletal yang berkaitan dengan masalah yang terjadi pada sistem *musculoskeletal*. Penilaian NBM dilakukan dengan menggunakan lembar kuesioner yang berisikan pertanyaan dan penjelasan

dalam bentuk peta anggota tubuh yang dikelompokkan ke dalam sembilan bagian, yaitu leher, pinggang atau pantat, punggung atas dan bawah, tumit, pergelangan tangan, bahu, kaki, siku, dan lutut [26]. NBM merupakan *tools* yang paling umum dipakai untuk mengetahui rasa tidak nyaman yang dialami pekerja karena NBM telaah terstandarisasi dan disusun secara rapi [8]. NBM juga banyak dipakai oleh pakar-pakar ergonomis sebagai *tools* penilaian terkait tingkat parahnya gangguan otot skeletal sistem *musculoskeletal* sehingga memiliki validitas dan reliabilitas yang tinggi [27]. NBM bertujuan untuk mengetahui secara rinci keluhan sakit atau gangguan pada tubuh yang dirasakan oleh pekerja. Terdapat beberapa dimensi tubuh yang akan diukur dalam NBM.

Responden mengisi kuesioner NBM untuk memberikan tanda bahwa terdapat gangguan atau tidak pada dimensi tubuh yang terdapat di kuesioner NBM tersebut. Dengan menggunakan NBM, keluhan pada bagian otot dapat diketahui. Keluhan tersebut terdiri dari beberapa tingkatan yang dikelompokkan ke dalam 4 skala likert mulai dari Tidak Sakit (1), Agak Sakit (2), Sakit (3), dan Sangat Sakit (4) [8]. Skor tersebut dapat diklasifikasikan ke dalam tingkat resiko cedera yang dialami pekerja. Berikut ini adalah klasifikasi tingkat risiko berdasarkan total skor individu [28].

Tabel 2. 2 Klasifikasi Tingkat Risiko Cedera Otot

Skala Likert	Total Skor Individu	Tingkat Risiko	Tindakan Perbaikan
1	28-49	Rendah	Belum diperlukan tindakan perbaikan
2	50-70	Sedang	Mungkin diperlukan tindakan perbaikan dikemudian hari
3	71-90	Tinggi	Diperlukan tindakan segera
4	92-122	Sangat Tinggi	Diperlukan tindakan menyeluruh segera mungkin

Sumber: [28]

2.7 Antropometri

Antropometri adalah sebuah ilmu yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh pada manusia yang terdiri atas beberapa ukuran tubuh manusia, yaitu ketika merentangkan tangan, posisi ketika berdiri, panjang tungkai, lingkar tubuh, berat badan, dan lainnya. Data antropometri berfungsi untuk merancang tempat kerja, fasilitas kerja, dan mendesain produk sehingga didapatkan ukuran-ukuran yang tepat dan pantas dengan dimensi anggota tubuh manusia yang akan menggunakannya. Terdapat tiga prinsip yang digunakan dalam menerapkan data antropometri, yaitu: [29]:

1. Prinsip perancangan dengan ukuran ekstrim

Pada prinsip ini, dalam merancang sesuatu yang diinginkan harus bisa dipakai oleh manusia dengan ukuran ekstrim, dimana ukuran tersebut adalah ukuran tubuh yang sangat besar atau sangat kecil daripada ukuran pada umumnya sehingga target dapat terpenuhi. Persentil besar yaitu persentil 90th, 95th atau 99th dan persentil kecil adalah persentil 1th, 5th atau 10th.

2. Prinsip perancangan yang bisa disesuaikan

Prinsip ini merupakan perancangan yang ukurannya dapat diubah sesuai keinginan pengguna. Dengan demikian, rancangan tersebut cukup fleksibel untuk diterapkan pada bermacam-macam ukuran tubuh.

3. Prinsip perancangan dengan ukuran rata-rata

Perancangan yang dilakukan berdasarkan ukuran manusia pada umumnya. Perancangan ini digunakan untuk peralatan yang didesain agar bisa digunakan oleh bermacam-macam ukuran tubuh manusia.

Perancangan desain ini menggunakan data yang ada pada antropometri Indonesia yang terdiri dari 36 dimensi tubuh manusia.

2.8 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini merujuk dari penelitian-penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh Nuriati [30], Shufiyah [31], Siboro [34], Himawan [33], dan Hardima [32]. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode QEC untuk menganalisis postur kerja dan NBM untuk menilai keluhan *musculoskeletal* pekerja. Penelitian yang dilakukan Nuriati [30] didapatkan bahwa keluhan *musculoskeletal* yang dirasakan

pengrajin yaitu pada bagian tangan, lengan bawah, dan siku. Hal tersebut menunjukkan bahwa perlu dilakukannya perbaikan dan dengan metode QEC didapatkan hasil yaitu, bagian leher dan punggung masuk ke dalam *very high level* pada aktivitas pelorotan dan pengecapan berada di range $\geq 70\%$. Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan penelitian dan perubahan secepatnya.

Penelitian yang dilakukan Shufiyah [31] didapatkan risiko MSDs pada pekerja dengan menggunakan metode QEC diperoleh nilai sebesar 67% pada *action level* pekerja. Dengan demikian, diperlukan penelitian lebih lanjut dan dilakukan perbaikan pada sistem kerja. Penelitian yang dilakukan Hardima [32] diperoleh hasil NBM adalah terdapat keluhan agak sakit pada bagian tubuh pekerja sedangkan menggunakan QEC diperoleh skor sebesar 50,59% yang menunjukkan perlu dilakukan perbaikan dengan merancang ulang peralatan untuk mendukung proses melubangi plastik bungkus tempe. Penelitian yang dilakukan Himawan [33] dengan menggunakan *Quick Exposure Checklist* didapatkan nilai *action level* sebesar 3 dengan skor yaitu 101, 106, 114, 114, 118 sehingga diperlukan penelitian dan perubahan terhadap sistem kerja operator. Penelitian yang dilakukan Siboro [34] dengan menggunakan NBM didapatkan keparahan rasa sangat sakit paling dominan akan risiko permasalahan *musculoskeletal* adalah punggung (66,67%). Penilaian menggunakan QEC diperoleh hasil bahwa diperlukan penelitian dan perbaikan pada sistem kerja.