

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Pada tinjauan pustaka ini akan dijelaskan tentang penelitian terdahulu yang sudah dilakukan oleh para peneliti dengan penelitian sekarang yang dilakukan oleh penulis terkait dengan postur kerja dan biomekanika.

##### 2.1.1. Penelitian Terdahulu

Pratiwi dkk (2015) melakukan penelitian tentang evaluasi resiko postur kerja pada pekerja pembuatan gerabah di Desa Kasongan. Penelitian dilakukan pada proses pembentukan gerabah dikarenakan hampir 60%-70% pekerjaan yang membutuhkan tenaga manusia paling banyak pada proses ini, sehingga memungkinkan terjadinya keluhan muskuloskeletal. Data yang diambil meliputi sepuluh postur dengan menggunakan rekaman video. Postur tersebut diantaranya adalah lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, leher, punggung, bagian lengan dan kaki, dan Variabel SI. Metode yang digunakan untuk mengolah data adalah metode REBA, RULA, QEC, OWAS, dan SI. Hasil yang didapatkan dari penelitian adalah postur 3 memiliki level resiko tinggi dan dan postur 8 memiliki level resiko bahaya sehingga perlu perbaikan sekarang juga. Perbaikan yang direkomendasikan adalah perubahan postur kerja bagian punggung dan kaki, mengurangi beban, merancang alat kerja, dan mengubah tata letak alat kerja yang digunakan.

Nur dkk (2016) melakukan penelitian tentang analisis postur kerja pada stasiun kerja pemanenan tebu di PG. Kebon Agung. Pada proses pemanenan tebu ini terdapat kegiatan menebang tebu, mengumpulkan tebu, dan menaikkan tebu ke truk. Penelitian ini dilakukan pada pekerja pemanenan tebu dengan jumlah 67 orang. Dalam penelitian ini untuk mengidentifikasi keluhan muskuloskeletal digunakan kuesioner *Nordic Body Map* (NBM). Dalam penilaian postur kerja digunakan metode OWAS dan REBA. Penilaian dengan OWAS menunjukkan 87,5% kegiatan pemanenan tebu termasuk dalam kategori sangat berbahaya dan pada metode REBA menunjukkan 62,5% memiliki risiko sangat tinggi dan diperlukan perbaikan segera.

Wibowo dan Sarvia (2015) melakukan penelitian mengenai analisis postur kerja pada pekerja perakitan *handphone* di PT XYZ. Penelitian tersebut bertujuan untuk

mengetahui kesesuaian peralatan kerja yang digunakan pada perakitan dengan postur kerja operator. Identifikasi keluhan fisik operator diketahui dengan membagikan kuesioner *Nordic Body Map*. Penilaian postur kerja operator dinilai menggunakan metode RULA. Hasil penelitian menunjukkan dari 10 elemen kerja yang telah dipilih, skor RULA yang didapatkan adalah level resiko 2 adalah 20%, level resiko 3 yaitu 50%, dan level resiko 4 yaitu 30%.

Sari (2017) melakukan penelitian pada pekerja di UKM aluminium Bantul. Proses produksi di UKM tersebut dibagi menjadi peleburan, pencetakan, pengikiran, pembubutan, pelabelan, dan pengepakan. Hasil observasi menunjukkan bahwa pada proses produksi terdapat bahaya ergonomi khususnya pada postur kerja yang menyebabkan resiko cedera muskuloskeletal. Pengambilan data dilakukan pada 3 orang pekerja proses pengikiran dan *finishing* di UKM melalui wawancara dan merekam postur kerja. Metode yang digunakan untuk menilai postur kerja adalah *Rapid Upper Limb Assesment* (RULA). Hasil dari penilaian postur kerja menunjukkan bahwa operator 1 dan operator 2 masuk dalam level resiko 3, sedangkan pada operator 3 level resiko 2 yaitu perlu pemeriksaan lanjutan. Usulan perbaikan yang diberikan adalah mengubah postur kerja pada proses *finishing* dari awalnya posisi berdiri menjadi duduk-berdiri dan pada proses pengikiran diberikan meja kursi.

Siboro (2018) melakukan penelitian mengenai analisis postur kerja pada aktivitas penjemuran batako di UKM Batako Pak Sirom. Pada aktivitas penjemuran batako, pekerjaan dilakukan secara manual dalam posisi berdiri dengan punggung membungkuk sehingga menyebabkan resiko cedera tulang belakang. Identifikasi keluhan yang dialami pekerja dengan melakukan observasi langsung dan wawancara kepada pekerja penjemuran batako. Analisis postur kerja dilakukan dengan menghitung gaya kompresi pada punggung dan energy *Expenditure* yang dihasilkan. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah pendekatan biomekanika dan aspek fisiologi. Pengambilan data dilakukan pada 5 karyawan pada UKM Batako Pak Sirom dengan berat batako yang diangkat sebesar 3 kg. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa denyut nadi masih berada dalam batas sedang, sedangkan gaya kompresi yang dihasilkan adalah 664,7 N dan masih berada dalam batas yang aman.

Dewi (2015) melakukan penelitian mengenai desain model ergonomi pada aktivitas pemanenan kelapa sawait. Permasalahan yang terjadi pada penelitian

tersebut adalah pekerjaan dilakukan secara manual sehingga berbahaya bagi keselamatan dan kesehatan pada aktivitas pemanenan kelapa sawit. Metode yang digunakan dalam mendesain model ergonomi adalah antropometri, pendekatan biomekanika, dan studi gerak. Data yang diambil adalah data antropometri pekerja pemanenan kelapa sawit di 3 tempat berjumlah 141 orang dan data untuk postur kerja berjumlah 25 orang. Pengolahan data dilakukan dengan melakukan model antropometri terlebih dahulu, menentukan jarak dan panjang yang aman untuk egrek, dan analisis biomekanika untuk mendapatkan gerak kerja yang aman. Pada analisis biomekanika dilakukan pada proses sebelum dan setelah memotong untuk segmen tubuh bagian bahu, leher, dan lengan bawah. Hasil yang didapatkan dari penelitian adalah jarak dan panjang egrek yang telah dimodelkan tidak aman pada tinggi pohon kelapa sawit lebih dari 16 m dan batas aman beban pada otot leher adalah 21,85 N, pada otot lengan bawah yaitu 1634,31 N dan pada otot deltoid 1091,96 N.

Ray dkk (2015) melakukan penelitian evaluasi biomekanika pada tugas *Material Manual Handling* pada konstruksi di India. Pengumpulan data dilakukan dengan melalui observasi secara langsung dengan menggunakan videografi. Metodologi yang digunakan adalah biomekanika statis dan dinamis. *Tools* yang digunakan untuk evaluasi biomekanika adalah *Ariel Performance Analysis System (APAS) Software*. Hasil evaluasi biomekanika menunjukkan gaya tekan yang dihasilkan L5S1 yang berada diluar nilai ambang batas yaitu 3,4 KN.

### **2.1.2. Penelitian Sekarang**

Perbedaan penelitian terdahulu dengan yang dilakukan sekarang adalah penelitian ini dilakukan di UKM Alifa Craft pada proses pemotongan bambu untuk produk kipas. Tujuan dari penelitian ini untuk mengurangi keluhan muskuloskeletal yang diakibatkan dari postur kerja pada pekerja proses pemotongan. Metode dan alat yang digunakan dalam penelitian sekarang adalah *Nordic Body Map*, *Rapid Upper Limb Assesment (RULA)*, *Uji T-Paired* untuk mengetahui pengaruh faktor lingkungan dan pendekatan biomekanika. Dalam penelitian ini analisis postur kerja dan biomekanika dibandingkan hasilnya sebelum dan setelah perbaikan menggunakan alat kerja baru.

## **2.2. Dasar Teori**

Pada sub bab ini akan dijelaskan tentang dasar-dasar teori yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan

### **2.2.1. Ergonomi**

Ergonomi merupakan ilmu yang menggabungkan suatu alat, cara, dan lingkungan kerja terhadap keterbatasan manusia dalam melakukan pekerjaannya, sehingga manusia dapat bekerja secara optimal tanpa ada gangguan dalam bekerja (Tarwaka dkk, 2004). Pengertian Ergonomi menurut Stack dkk (2016) adalah ilmu atau bidang studi yang membahas tentang penerapan kemampuan fisiologis, psikologis, biomekanika, dan keterbatasan manusia. Ilmu tersebut diterapkan dalam perencanaan, desain, evaluasi lingkungan kerja, pekerjaan, dan peralatan untuk meningkatkan kinerja, keselamatan, dan kesehatan dari pekerja. Ergonomi dapat digunakan untuk tindakan pencegahan keluhan muskuloskeletal dengan menerapkan prinsip identifikasi, evaluasi, dan mengendalikan faktor-faktor dari resiko di tempat kerja. Menurut Wignjosoebroto S (2004) dalam buku Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan kerja dan Produktivitas oleh Tarwaka dkk (2004) dengan pendekatan ergonomi bertujuan untuk menghadapi tantangan global dan tuntutan kerja dengan merealisasikan konsep efektivitas, efisiensi, kenyamanan, keselamatan, keamanan, dan kesehatan kerja agar meningkatkan kualitas serta produktivitas kerja.

Menurut Tarwaka dkk (2004) penerapan ergonomi memiliki tujuan umum sebagai berikut:

- a. Tingkatkan kesejahteraan fisik dan mental dengan melakukan tindakan pencegahan cedera dan penyakit akibat pekerjaan, menurunkan beban kerja, dan memberikan promosi dan kepuasan kerja
- b. Tingkatkan kesejahteraan sosial, dengan melakukan peningkatan kualitas kontak sosial, mengatur kerja secara tepat, dan meningkatkan jaminan sosial pada usia produktif dan setelah tidak produktif.
- c. Menciptakan keseimbangan tiap aspek, yaitu aspek teknis, antropologis, ekonomis, dan budaya pada tiap sistem kerja sehingga kualitas kerja dan hidup dapat terpenuhi.

### **2.2.2. Sikap dan Postur Kerja**

Postur kerja sangat bergantung pada pekerjaan yang dilakukan saat bekerja. Postur kerja yang aman dan nyaman saat bekerja merupakan hal yang penting

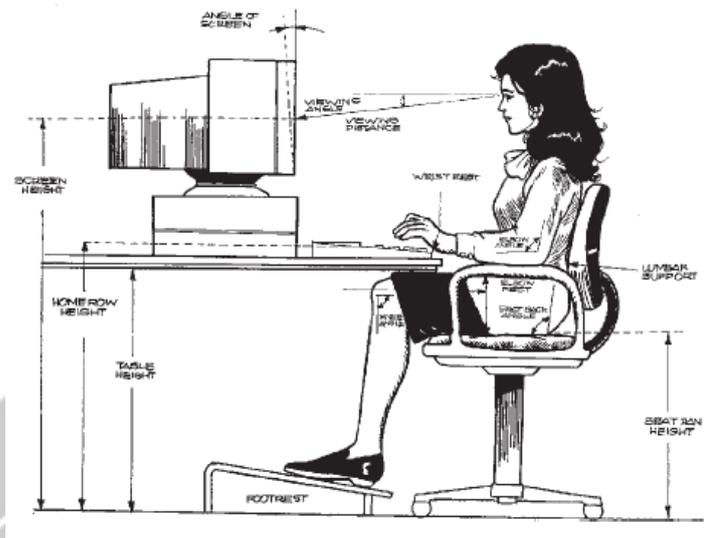
diperhatikan, karena dapat mengurangi resiko cedera dalam pekerjaannya. Postur kerja dapat dikatakan netral ketika posisi tubuh hanya mengalami sedikit ketegangan maupun tekanan pada syaraf, tendon, otot, persendian, dan tulang belakang. Posisi netral juga posisi dimana otot tidak mengalami kontraksi atau peregangan, sehingga pada saat tersebut otot mendapat kekuatan maksimal yang efisien (Stack dkk, 2016).

Dalam melakukan pekerjaan, biasanya postur kerja dapat dilakukan dengan posisi duduk, berdiri, maupun dinamis. Pada posisi duduk, jika pekerjaan dilakukan dalam waktu yang lama dapat menyebabkan otot perut menjadi lemas dan tulang belakang melengkung sehingga menyebabkan kelelahan pada pekerja. Namun posisi duduk juga memberikan keuntungan pada pekerja, yaitu pembenanan pada kaki, pemakaian energi, sirkulasi darah dapat berkurang (Grandjean, E., 1993).

Pulat (1992) menyebutkan pendapatnya tentang pekerjaan yang baik dilakukan pada posisi duduk, yaitu:

- a. Pekerjaan membutuhkan ketelitian pada kaki dan tangan
- b. Tidak menggunakan tenaga dorong yang besar
- c. Posisi tangan saat memegang tidak membutuhkan tangan bekerja pada ketinggian lebih dari 15 cm dari landasan kerja
- d. Harus memiliki kestabilan tubuh yang tinggi
- e. Pekerjaan memerlukan waktu yang lama
- f. Objek masih dapat dijangkau dalam posisi duduk

Pada postur kerja untuk posisi duduk, tempat duduk harus dapat menyesuaikan variasi perubahan posisi dari pekerja. Ukuran yang digunakan tempat duduk harus sesuai dengan dimensi antropometri dari pekerja. Pheasant (1998) menyebutkan bahwa pekerjaan duduk yang baik memiliki fleksi lutut dengan sudut  $90^\circ$ , landasan kerja tidak boleh terlalu rendah dan terlalu tinggi karena dapat menyebabkan tulang belakang membungkuk, bahu dan leher juga menjadi tidak nyaman. Staisun kerja untuk sikap kerja duduk dapat dilihat pada Gambar 2.1.



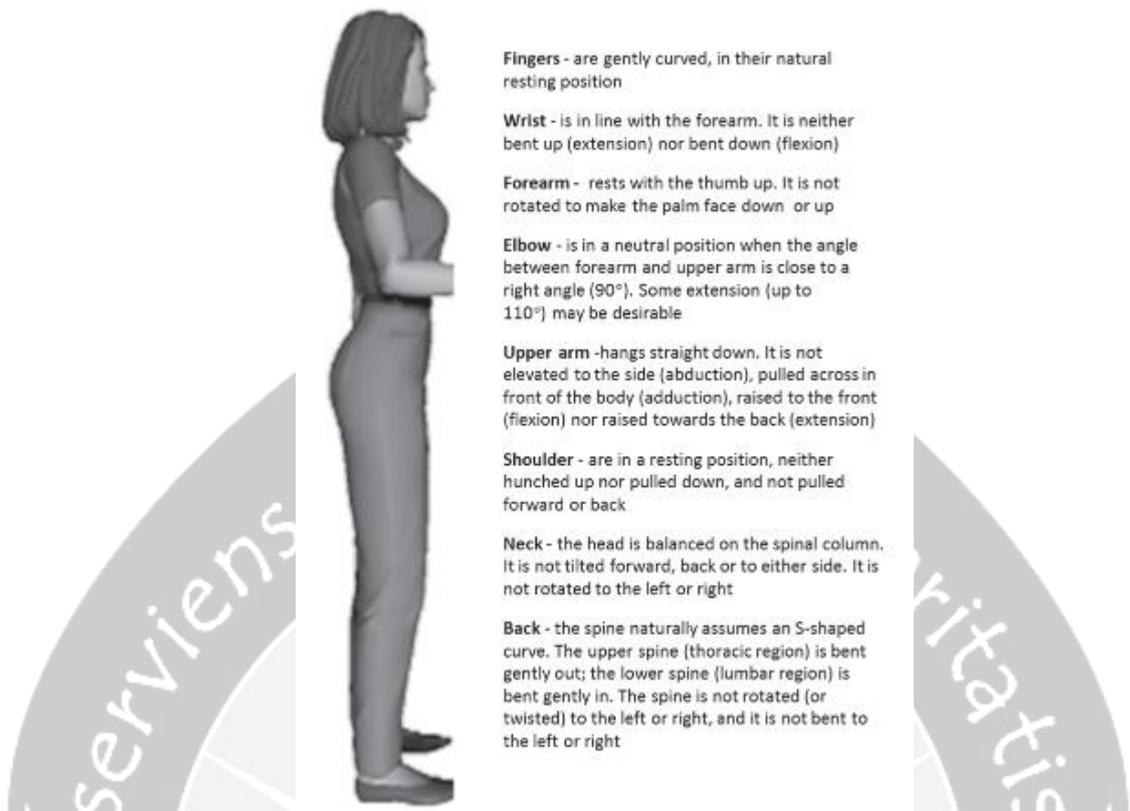
**Gambar 2.1. Stasiun Kerja untuk Sikap Duduk (Helander, M., 1995)**

Selain postur kerja pada posisi duduk, terdapat posisi berdiri. Posisi berdiri memberi keuntungan dibandingkan posisi duduk, yaitu aktivitas kerja dapat dilakukan lebih cepat, kuat, dan teliti. Pada posisi berdiri lebih banyak memerlukan energi yang digunakan yaitu sekitar 10-15% dibandingkan pada posisi duduk. Sehingga mengubah posisi duduk menjadi berdiri dalam aktivitas dan alat kerja yang sama menyebabkan kelelahan yang lebih besar (Sutalaksana, 2000).

Pada posisi berdiri, sebaik mungkin tidak dilakukan untuk aktivitas yang banyak menjangkau maupun membungkuk. Menurut Pulat (1992) dan Clark (1996) posisi berdiri yang baik saat melakukan pekerjaan memerlukan pertimbangan sebagai berikut:

- a. Tidak memerlukan tempat pijakan kaki
- b. Memegang atau menahan objek yang berat ( $> 4,5$  kg)
- c. Terdapat aktivitas menjangkau ke atas, ke bawah, dan ke samping
- d. Sering melakukan aktivitas menekan ke bawah
- e. Memerlukan mobilitas yang tinggi

Menurut Stack dkk (2016) postur kerja yang baik untuk sikap berdiri dapat dilihat pada Gambar 2.2.



**Gambar 2.2. Posisi Berdiri yang Baik (Stack dkk, 2016)**

Clark (1996) menyebutkan bahwa desain stasiun kerja juga dapat dilakukan dengan menggabungkan postur kerja duduk-berdiri (dinamis). Postur kerja untuk posisi duduk atau berdiri ditentukan dengan jenis dan sifat pekerjaan yang dilakukan. Berikut merupakan cara pemilihan postur kerja yang sesuai menurut (Helander, M., 1995):

**Tabel 2.1. Pemilihan Postur Kerja berdasarkan Pekerjaan**

Jenis Pekerjaan	Sikap Kerja yang Dipilih	
	Pilihan pertama	Pilihan kedua
* Mengangkat >5 kg	Berdiri	Duduk - berdiri
* Bekerja dibawah tinggi siku	Berdiri	Duduk - berdiri
* Menjangkau horizontal di luar daerah jangkauan optimum	Berdiri	Duduk - berdiri
* Pekerjaan ringan dengan pergerakan berulang	Duduk	Duduk - berdiri
* Pekerjaan perlu ketelitian	Duduk	Duduk - berdiri
* Inspeksi dan monitoring	Duduk	Duduk - berdiri
* Sering berpindah-pindah	Duduk - berdiri	Berdiri

### 2.2.3. Keluhan Muskuloskeletal

Menurut Stack dkk (2016) keluhan muskuloskeletal adalah keluhan yang terjadi pada otot skeletal yang melibatkan kerusakan otot, tendon, ligament, saraf perifer, sendi, tulang rawan, tulang, dan pembuluh darah. Keluhan muskuloskeletal dipengaruhi oleh kondisi kerja saat pekerja melakukan aktivitas. Hal tersebut diakibatkan karena otot mendapat beban yang statis secara berulang-ulang dalam waktu yang lama. Keluhan otot secara umum dapat dikelompokkan menjadi:

- a. Keluhan sementara (*reversible*) adalah keluhan otot yang terjadi ketika otot menerima beban secara statis
- b. Keluhan Menetap (*persistent*) adalah keluhan yang sifatnya tetap, sehingga saat pembenanan kerja dihentikan sakit yang dirasakan pada otot terus berlanjut.

Menurut Tarwaka dkk (2004) Keluhan Muskuloskeletal terjadi karena beberapa faktor sebagai berikut:

- a. Peregangan otot yang berlebihan

Hal ini banyak terjadi oleh pekerja dengan aktivitas yang membutuhkan tenaga besar seperti menarik dan mendorong. Peregangan otot ini terjadi karena tenaga yang dikeluarkan melebihi kekuatan otot maksimal. Sehingga jika hal tersebut sering terjadi dapat menyebabkan keluhan sakit pada otot skeletal

- b. Aktivitas berulang

Pekerjaan yang dilakukan secara terus menerus dapat menyebabkan keluhan otot, karena otot menerima tekanan yang besar berulang-ulang. Biasanya pekerjaan seperti mencangkul dan memotong sering menyebabkan keluhan muskuloskeletal.

- c. Sikap kerja tidak normal

Sikap kerja tidak normal ini merupakan sikap kerja yang mengakibatkan posisi tubuh tidak normal seperti, punggung terlalu membungkuk, kepala terlalu menekuk, dan sebagainya.

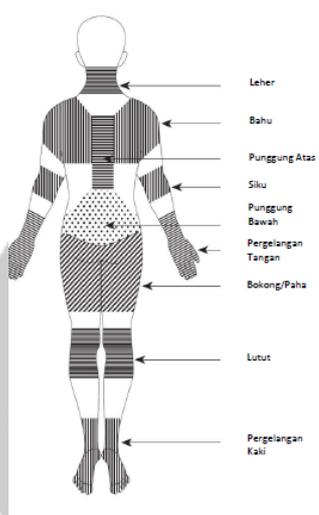
### 2.2.4. *Nordic Body Map*

*Nordic Body Map* adalah alat ukur ergonomi yang digunakan untuk mengidentifikasi keluhan sakit pada pekerja dilihat dari postur tubuh. Menurut Corlett (1992) menyebutkan bahwa melalui *Nordic Body Map* juga dapat diketahui bagian otot yang mengalami keluhan otot skeletal.

Metode yang digunakan dalam mengisi kuesioner ini adalah dengan bertanya langsung pada pekerja, lalu melakukan pengisian secara *checklist*. Dengan menggunakan metode pengukuran ini memudahkan dalam mengetahui keluhan yang dirasakan pekerja secara keseluruhan tubuh. Identifikasi keluhan dengan *Nordic Body Map* dapat dilihat pada Gambar 2.2.

**Bagian B. Isian**  
 Mohon berikan informasi tentang masalah apapun (seperti sakit, nyeri, atau tidak nyaman) yang Anda rasakan pada bagian tubuh seperti ditunjukkan pada area yang diarsir pada diagram berikut.

Silakan beri tanda centang (✓) pada salah satu kotak untuk setiap pertanyaan berikut.



Bagian Tubuh	Apakah dalam 12 bulan terakhir Anda pernah memiliki masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini?	Selama 12 bulan terakhir, apakah Anda terhalang dalam menjalankan aktivitas normal karena masalah tersebut pada bagian tubuh ini?	Apakah dalam 7 hari terakhir Anda pernah memiliki masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini?
LEHER	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
BAHU	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada bahu kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada bahu kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua bahu kanan dan kiri	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada bahu kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada bahu kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua bahu kanan dan kiri
PUNGGUNG ATAS	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
SIKU	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada siku kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada siku kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua siku kanan dan kiri	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada siku kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada siku kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua siku kanan dan kiri
PUNGGUNG BAWAH	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
PERGELANGAN TANGAN	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan tangan kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan tangan kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua pergelangan tangan kanan dan kiri	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan tangan kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan tangan kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua pergelangan tangan kanan dan kiri
BOKONG/PAHA	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada bokong/paha kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada bokong/paha kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua bokong/paha kanan dan kiri	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada bokong/paha kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada bokong/paha kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua bokong/paha kanan dan kiri
LUTUT	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada lutut kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada lutut kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua lutut kanan dan kiri	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada lutut kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada lutut kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua lutut kanan dan kiri
PERGELANGAN KAKI	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan kaki kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan kaki kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua pergelangan kaki kanan dan kiri	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan kaki kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan kaki kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua pergelangan kaki kanan dan kiri

**Gambar 2.3. Nordic Body Map (pei.com)**

### 2.2.5. Rapid Upper Limb Assesment (RULA)

Metode RULA merupakan salah satu metode yang digunakan untuk melakukan penilaian postur kerja. Metode ini telah dikembangkan oleh Dr. Lynn McAtamney dan Profesor E. Nigel Corlett, ahli ergonomi dari *University of Nottingham* di Inggris. Metode RULA digunakan untuk mengetahui resiko gangguan khususnya pada postur bagian yang atas. Penilaian menggunakan metode RULA memberikan penilaian yang cepat dan sistematis dari postur kerja yang dihasilkan oleh pekerja. Analisis RULA dapat digunakan sebelum dan sesudah perbaikan untuk mengetahui penurunan resiko cedera (Stack dkk, 2016).

Pada penilaian RULA dibagi menjadi dua segmen tubuh yang ditunjukkan oleh bagian A dan bagian B. Pada bagian A meliputi lengan dan pergelangan tangan, sedangkan pada bagian B menunjukkan segmen tubuh bagian leher, batang

tubuh, dan kaki. Kedua bagian tersebut diberikan skor masing-masing sesuai postur pekerja, kemudian hasil skor akhir akan menunjukkan level resiko cedera muskuloskeletal yang dialami oleh pekerja. Level resiko untuk penilaian RULA dapat dilihat pada Gambar 2.4. dan lembar penilaian RULA dapat dilihat pada lampiran.

Score	Level of MSD Risk
1-2	negligible risk, no action required
3-4	low risk, change may be needed
5-6	medium risk, further investigation, change soon
6+	very high risk, implement change now

**Gambar 2.4. Level Resiko MSD untuk RULA (ergo-plus.com)**

### 2.2.6. Antropometri

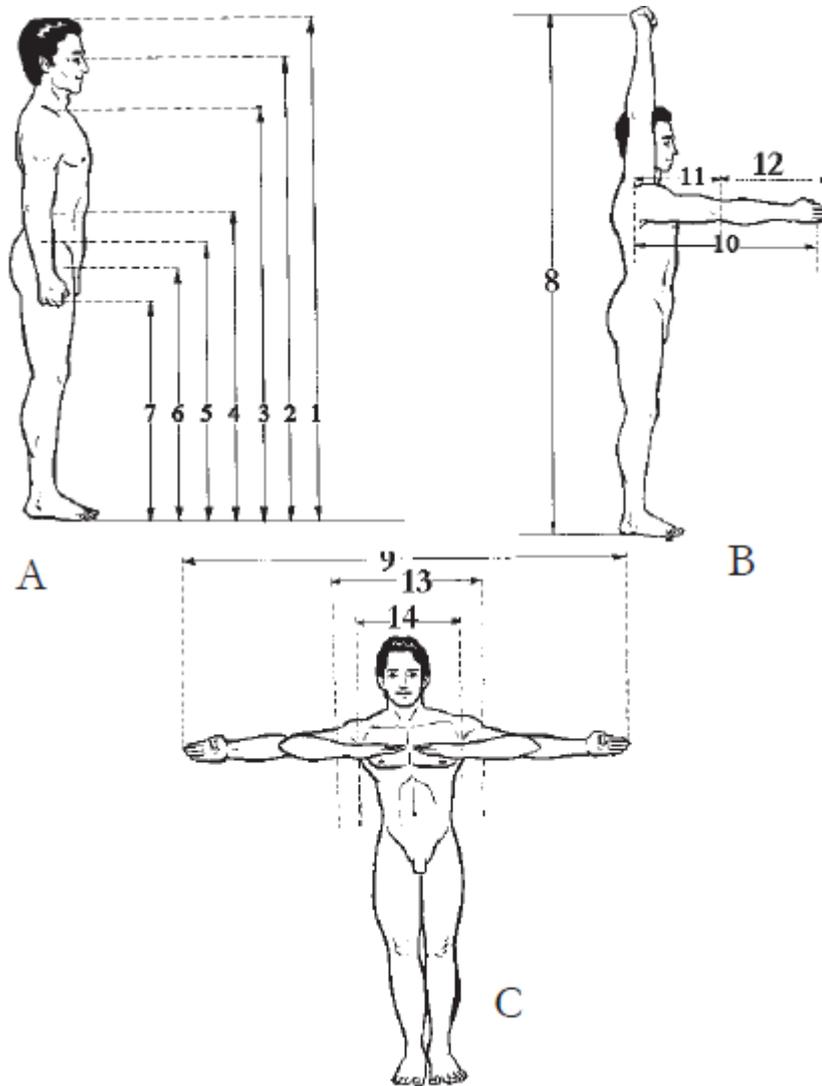
Menurut Pheasant (1988) dan Pulat (1992) antropometri adalah pengukuran terhadap dimensi tubuh manusia atau karakteristik tubuh yang relevan terhadap desain yang digunakan orang. Data antropometri yang didapatkan dari hasil pengukuran dapat digunakan untuk mendesain tempat kerja, lingkungan kerja, dan alat kerja serta produk bagi konsumen.

Ukuran antropometri digunakan sebagai dasar pembuatan alat kerja bagi pekerja yang menggunakannya sehingga didapatkan keamanan, kenyamanan, keselamatan kerja, dan estetika kerja (Sutarman, 1972).

Menurut Stack dkk (2016) antropometri merupakan pengukuran atribut fisik manusia. Berdasarkan terminologi, antropometri berasal dari bahasa Yunani yaitu "Anthro" yang berarti manusia dan "Pometry" artinya adalah mengukur, sehingga pengertiannya adalah ukuran/dimensi manusia. Dasar antropometri adalah pengukuran yang teliti terhadap dimensi tubuh manusia, yaitu tinggi badan, berat badan, jangkauan, saat membungkuk, kekuatan genggam, dan panjang tungkai (batang tubuh).

Menurut (Chaffin dkk, 1991), antropometri adalah ilmu yang berhubungan dengan ukuran, massa, bentuk, dan sifat inersia tubuh manusia. Data antropometri diperlukan dalam pendekatan biomekanika karena diperlukan dimensi-dimensi manusia.

Pengukuran antropometri diagi menjadi dua posisi yaitu posisi berdiri dan posisi duduk. Berikut merupakan dimensi antropometri posisi duduk dan berdiri menurut (Tarwaka dkk, 2004):

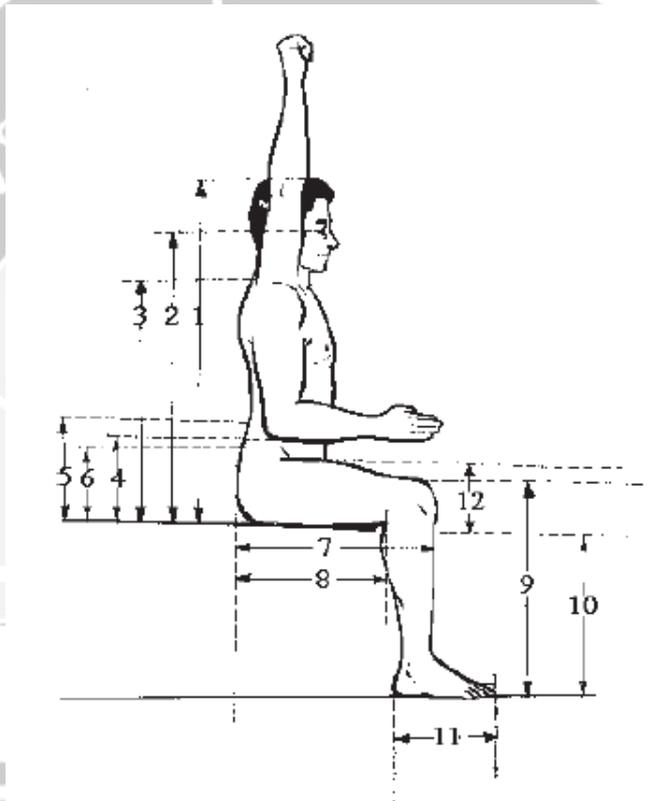


**Gambar 2.5. Dimensi Antropometri Posisi Berdiri (Tarwaka dkk, 2004)**

Posisi Berdiri :

1. Tinggi Badan
2. Tinggi mata
3. Tinggi bahu
4. Tinggi siku
5. Tinggi pinggang
6. Tinggi tulang pinggul
7. Tinggi kepalan tangan posisi siap

8. Tinggi jangkauan atas
9. Panjang depa
10. Panjang lengan
11. Panjang lengan atas
12. Panjang lengan bawah
13. Lebar bahu
14. Lebar dada



**Gambar 2.6. Dimensi Antropometri Posisi Duduk (Tarwaka dkk, 2004)**

Posisi Duduk:

1. Tinggi kepala
2. Tinggi mata
3. Tinggi bahu
4. Tinggi siku
5. Tinggi pinggang
6. Tinggi tulang pinggul
7. Panjang buttock-lutu
8. Panjang buttock-popliteal (lekuk lutut)
9. Tinggi telapak kaki-lutut

10. Tinggi telapak kaki-popliteal (lekuk lutut)
11. Panjang kaki (tungkai-ujung jari kaki)
12. Tebal paha

### **2.2.7. Biomekanika**

Biomekanika adalah ilmu yang mempelajari hubungan antara fisik pekerja dengan alat, mesin, dan material dalam meningkatkan performansi pekerja agar dapat meminimalkan resiko gangguan Muskuloskeletal Disorder (Chaffin dkk, 1991).

Biomekanika adalah bidang ilmu yang mempelajari tentang ilmu biologi dan mekanika teknik untuk mengukur kekuatan yang ada dalam tubuh selama bekerja (Salvendy, 2012). Sehingga bidang biomekanika sering digunakan untuk penilaian ergonomi yang berkaitan dengan sistem muskuloskeletal. Penilaian tersebut bertujuan untuk mengetahui pengaruh pekerjaan terhadap sistem muskuloskeletal, sehingga dapat diketahui resiko yang terjadi berkaitan dengan pekerjaan tersebut.

Menurut Phillips (2000) biomekanika adalah studi mekanik yang diterapkan pada sistem biologi. Biomekanika terdiri biostatik, biodinamik, dan bioenergetik. Biostatik merupakan bagian dari biomekanika yang menganalisis tubuh dalam keadaan diam, sedangkan biodinamis menganalisis tubuh dalam keadaan bergerak dan tidak memperhatikan gaya yang bekerja. Bioenergi adalah studi tentang transformasi energi pada organisme hidup.

### **2.2.8. Model Biomekanika**

Model biomekanika adalah salah satu cara yang dapat digunakan dalam evaluasi ergonomi untuk mengetahui resiko keluhan otot skeletal. Model biomekanika merupakan penerapan mekanika teknik pada tubuh manusia untuk mengetahui reaksi otot yang terjadi akibat tekanan saat melakukan pekerjaan. Menurut Tarwaka dkk (2004) dalam pengukuran dengan model biomekanika perlu memperhatikan faktor sebagai berikut:

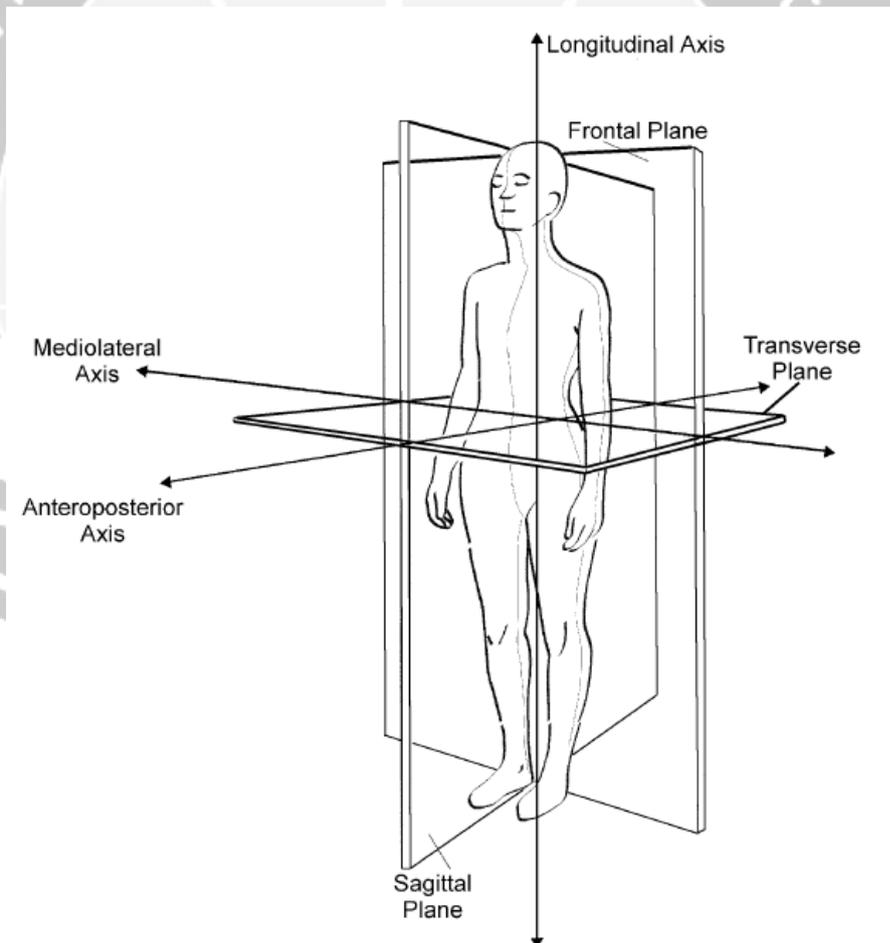
- a. Sifat dasar mekanik (statik atau dinamik)
- b. Dimensi model dua atau tiga dimensi)
- c. Ketepatan dalam pengambilan asumsi
- d. Input yang dibutuhkan kompleks

Model biomekanika pada umumnya digambarkan dengan bantuan *free-body diagram*. *Free Body Diagram* merupakan diagram yang membantu dalam analisis

untuk gaya dan momen gaya maksimum yang terjadi pada suatu tubuh. Menurut Phillips (2000) terdapat prosedur yang dapat digunakan untuk analisis biomekanika sebagai berikut:

- a. Gambar *free-body diagram* setiap elemen pada sistem dan indikasikan semua gaya eksternal yang diketahui maupun tidak diketahui
- b. Tetapkan koordinat sumbu x dan y, tentukan arah gerakan rotasi dan translasi
- c. Setiap *free-body diagram*, susun persamaan untuk kondisi translasi dan rotasi
- d. Selesaikan persamaan secara simultan agar dapat mencari parameter-parameter yang belum diketahui hasilnya. Pastikan arah, satuan gaya, dan momen dalam perhitungan.

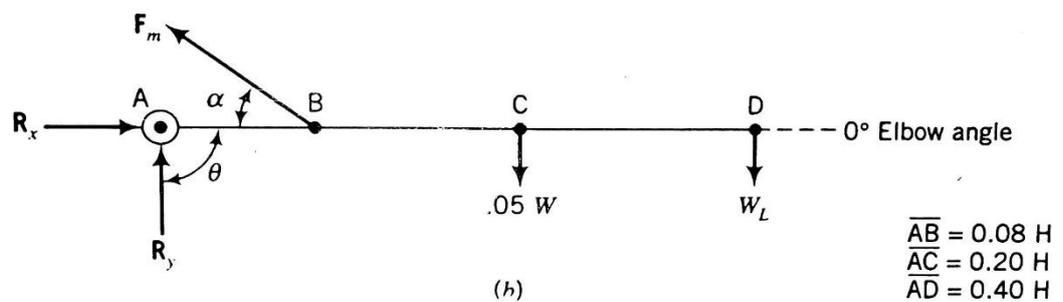
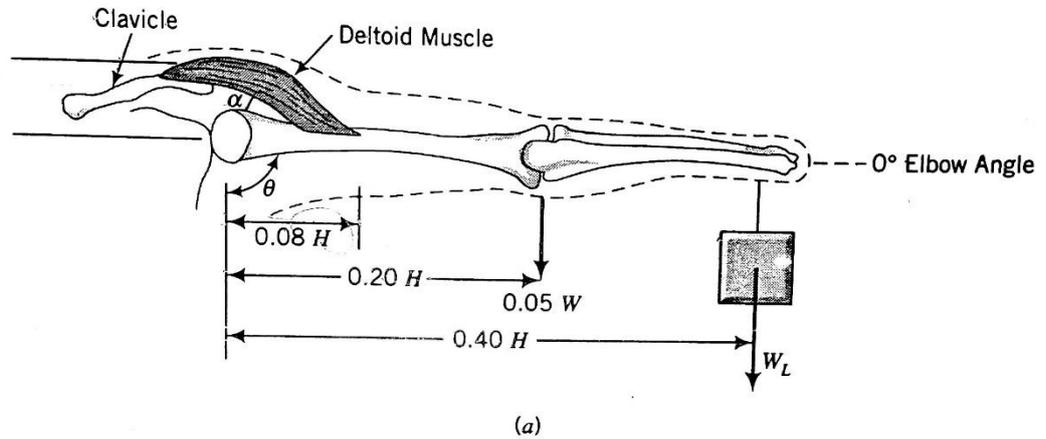
Berikut merupakan bidang tubuh manusia menurut Knudson (2007) seperti dilihat pada Gambar 2.7.



**Gambar 2.7. Bidang Tubuh Manusia (Knudson, 2007)**

### 2.2.9.1. Free-body diagram Lengan Tangan

Pemodelan biomekanika untuk bagian lengan tangan menurut Phillips (2000) adalah sebagai berikut:



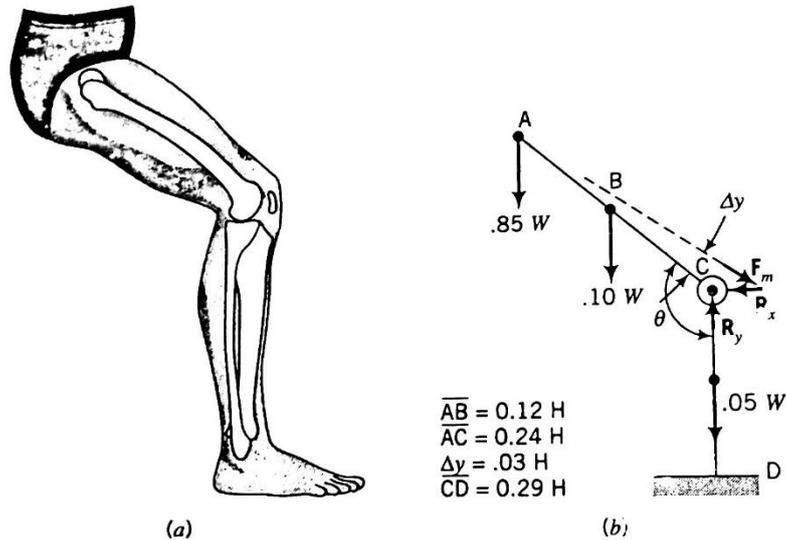
**Gambar 2.8. Free Body Diagram bagian Lengan tangan (Phillips,2000)**

Keterangan:

- $W$  = berat badan pekerja (N)
- $H$  = tinggi badan pekerja (m)
- $W_C$  = berat segmen lengan di titik A =  $0.05 W$
- $W_L$  = berat benda yang dibawa pekerja
- $R_x$  = reaksi gaya horizontal pada sendi bahu (N)
- $R_y$  = reaksi gaya vertikal pada sendi bahu (N)
- $\alpha$  = sudut yang terbentuk di otot deltoid (N) =  $25^\circ$  (Phillips,2000)
- $F_m$  = gaya pada otot deltoid (N)
- $\overline{AB}$  = Jarak dari sendi bahu ke titik deltoid =  $0.08 H$
- $\overline{AC}$  = Jarak dari sendi bahu ke titik berat lengan =  $0.20 H$
- $\overline{AD}$  = Jarak dari titik berat lengan ke segmen tangan =  $0.40 H$

### 2.2.9.2. Free-body diagram Kaki

Pemodelan biomekanika untuk bagian kaki menurut Phillips (2000) adalah sebagai berikut:



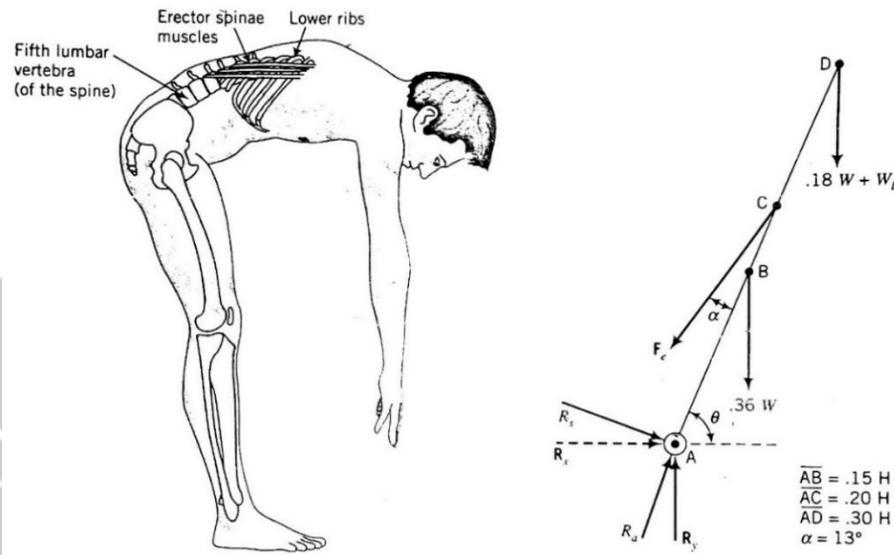
Gambar 2.9. Free Body Diagram bagian Kaki (Phillips,2000)

Keterangan:

- $W$  = berat badan pekerja (N)
- $H$  = tinggi badan pekerja (m)
- $W_A$  = berat bagian atas pinggang =  $0.85 W$
- $W_B$  = berat segmen paha =  $0.10 W$
- $W_E$  = berat segmen betis =  $0.05 W$
- $R_x$  = reaksi gaya horizontal pada sendi lutut (N)
- $R_y$  = reaksi gaya vertikal pada sendi lutut (N)
- $\theta$  = sudut yang terbentuk antara paha dan kaki
- $F_m$  = gaya otot quadriceps (N)
- $\Delta y$  = jarak antara tulang paha dengan perpanjangan gaya otot quadriceps =  $0.03 H$
- $\overline{BC}$  = Jarak dari titik berat segmen paha ke sendi lutut =  $0.12 H$
- $\overline{AC}$  = Jarak dari titik berat bagian atas pinggang ke sendi lutut =  $0.24 H$
- $\overline{CE}$  = Jarak dari sendi lutut ke titik berat segmen betis =  $0.29 H$

### 2.2.9.3. Free-body diagram Punggung

Pemodelan biomekanika untuk bagian punggung menurut Phillips (2000) adalah sebagai berikut:



**Gambar 2.10. Free Body Diagram bagian Punggung (Phillips,2000)**

Keterangan:

- W = berat badan pekerja (N)
- H = tinggi badan pekerja (H)
- $W_L$  = berat beban yang dibawa pekerja
- $W_D$  = berat segmen bagian leher, kepala, dan atas punggung =  $0.18W + W_L$
- $W_B$  = berat segmen bagian tulang belakang =  $0.36 W$
- $R_x$  = reaksi gaya horizontal pada sendi lumbosacral (N)
- $R_y$  = reaksi gaya vertikal pada sendi lumbosacral (N)
- $R_a$  = reaksi gaya aksial otot searah poros tulang belakang (N)
- $R_s$  = reaksi gaya geser otot tegak lurus terhadap poros tulang belakang (N)
- $\alpha$  = sudut yang terbentuk antara tulang belakang dengan otot erector =  $13^\circ$  (Phillips,2000)
- $\theta$  = sudut yang terbentuk antara ruas tulang belakang dengan sumbu horizontal
- $\overline{AB}$  = Jarak sendi lumbosacral ke titik tengah tulang belakang =  $0.15 H$
- $\overline{AC}$  = Jarak dari sendi lumbosacral ke titik otot erector spinae =  $0.20 H$

$\overline{AD}$  = Jarak dari sendi lumbosacral ke titik segmen leher = 0.30 H

### 2.2.9. Gaya dan Momen Gaya

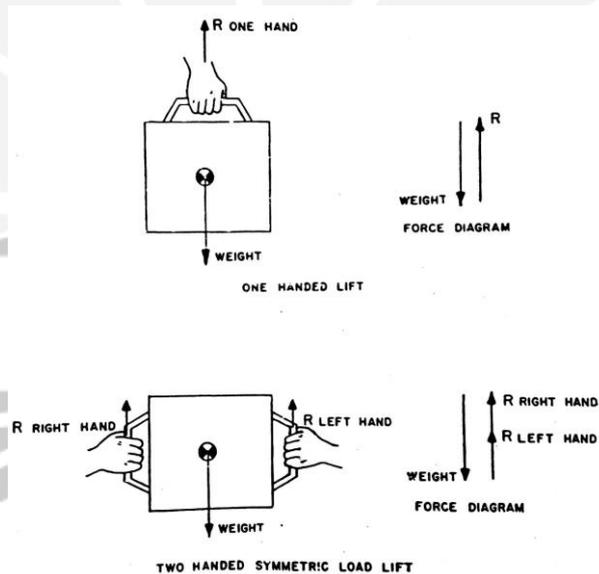
Gaya dapat didefinisikan sebagai sebuah tarikan atau dorongan terhadap benda. Sebuah gaya pasti memiliki arah dan besaran, sehingga dapat dikatakan sebagai sebuah besaran vektor (Giancoli, 2005).

Menurut Winter (2009), gaya yang bekerja pada tubuh manusia ada tiga jenis, yaitu:

- Gaya gravitasi adalah gaya yang bertindak ke arah bawah melalui pusat massa pada segmen tubuh. Persamaan dari gaya gravitasi sebagai berikut:

$$F = m \times g \quad (2.1)$$

- Gaya reaksi adalah gaya yang diakibatkan beban pada segmen tubuh atau berat segmen tubuh. Contoh gaya reaksi yang terjadi pada tubuh manusia dapat dilihat pada Gambar 2.14.



**Gambar 2.11. Gaya Reaksi (Chaffin dkk, 1991)**

- Gaya otot adalah gaya yang terjadi pada sendi akibat gaya otot yang melekat pada sendi atau gesekan sendi.

Hukum keseimbangan translasi menyebutkan bahwa resultan gaya eksternal yang bekerja secara statis sama dengan nol (Phillips, 2000). Hal tersebut dapat dilihat dari rumus sebagai berikut:

$$\Sigma F_x = 0 \quad (2.2)$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad (2.3)$$

Hukum keseimbangan rotasi menyatakan bahwa resultan momen dari gaya eksternal yang bekerja secara statis sama dengan nol.

$$\Sigma M = 0 \quad (2.4)$$

### 2.2.10. Faktor Lingkungan Kerja Fisik

Lingkungan kerja yang baik dapat membantu pekerja untuk bekerja secara optimal, sehingga lingkungan kerja harus diatur sedemikian rupa agar menjadi nyaman dan kondusif bagi pekerja (Manuaba, 1992). Menurut Tarwaka dkk (2004) faktor-faktor lingkungan fisik yang dapat mempengaruhi aktivitas pekerjaan manusia adalah:

#### a. Suhu dan Kelembapan

Batas toleransi yang diperbolehkan pada suhu panas lingkungan kerja adalah suhu tinggi sebesar 35-40°C, kelembapan berkisar antara 40-50%, dan perbedaan suhu permukaan yaitu < 4°C. Pengaruh suhu panas lingkungan kerja terhadap fisiologis adalah gangguan perilaku dan performansi kerja, dehidrasi, *heat rash*, *heat cramps*, *heat syncope*, dan *heat exhaustion*. Pengendalian temperatur dan kelembapan dapat dilakukan dengan memasang ventilasi atau pendingin mekanis.

#### b. Kebisingan

Menurut WHS (1999) dalam buku Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Produktivitas oleh Tarwaka dkk (2004) menyebutkan bahwa kebisingan adalah suara maupun bunyi yang tidak diinginkan sehingga bersifat mengganggu indera pendengaran dan dapat menurunkan daya pendengaran seseorang yang terpapar. Intensitas biasanya dinyatakan dalam satuan desibel (dB). Sumber kebisingan berasal dari mesin produksi atau alat kerja seperti mesin potong, generator, dan mesin-mesin produksi. Alat ukur yang digunakan untuk mengetahui sumber suara adalah *Sound Level Meter* dengan intensitas kebisingan yang dapat diukur berkisar antara 40-130 dB. Intesitas kebisingan yang telah diukur kemudian dibandingkan dengan Nilai Ambang Batas (NAB). Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/Menkes/Sk/Xi/2002 tingkat kebisingan maksimal di tempat kerja adalah 85 dB pada pekerjaan yang dilakukan secara terus menerus. Pengaruh kebisingan intensitas tinggi terhadap fisiologis adalah meningkatnya tekanan darah, resiko serangan jantung, dan pencernaan. Berikut merupakan tingkat paparan kebisingan maksimal selama satu hari menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405 / Menkes / Sk / Xi / 2002 untuk lingkungan kerja industri:

**Tabel 2.2. Tingkat Kebisingan dalam Sehari**

No	Tingkat Kebisingan (dB)	Pemapatan harian
1	85	8 jam
2	88	4 jam
3	91	2 jam
4	94	1 jam
5	97	30 menit
6	100	15 menit

c. Pencahayaan

Pencahayaan dapat dikatakan baik saat pekerja dapat melihat objek-objek yang dikerjakan dengan jelas dan tidak membutuhkan upaya-upaya tertentu (Suma'mur, 1984). Desain tempat kerja dengan intensitas pencahayaan yang kurang baik dapat menyebabkan gangguan atau kelelahan penglihatan saat bekerja sehingga berkurangnya efisiensi kerja, kelelahan mental, keluhan pegal pada mata, dan kerusakan mata. Intensitas pencahayaan yang diperlukan tiap pekerjaan berbeda, semakin tinggi ketelitian yang dibutuhkan dalam pekerjaan maka semakin besar kebutuhan pencahayaan. Berikut merupakan standar intensitas cahaya sesuai sifat dan jenis pekerjaannya:

**Tabel 2.3. Tabel Tingkat Intensitas Cahaya di Tempat Kerja**

JENIS KEGIATAN	TINGKAT PENCAHAYAAN MINIMAL (LUX)	KETERANGAN
Pekerjaan kasar dan tidak terus menerus	100	Ruang penyimpanan & ruang peralatan/instalasi yang memerlukan pekerjaan yang kontinyu.
Pekerjaan kasar & terus menerus	200	Pekerjaan dengan mesin dan perakitan kasar.
Pekerjaan rutin	300	R. administrasi, ruang kontrol, pekerjaan mesin & perakitan/ penyusun.
Pekerjaan agak halus	500	Pembuatan gambar atau bekerja dengan mesin kantor pekerja pemeriksaan atau pekerjaan dengan mesin.
Pekerjaan halus	1000	Pemilihan warna, pemrosesan tekstil, pekerjaan mesin halus & perakitan halus
Pekerjaan amat halus	1500 Tidak menimbulkan bayangan	Mengukir dengan tangan, pemeriksaan pekerjaan mesin dan perakitan yang sangat halus
Pekerjaan terinci	3000 Tidak menimbulkan bayangan	Pemeriksaan pekerjaan, perakitan sangat halus