

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka berisi penelitian-penelitian terdahulu yang pernah dilakukan dan penelitian yang akan dilakukan.

##### 2.1.1. Penelitian Terdahulu

Yudhatama (2017) melakukan penelitian mengenai analisis biomekanika dan perbaikan postur kerja pada pengoperasian mesin pengamplasan di UKM Chumplung Adji. Objek pekerja pada penelitian ini adalah pekerja yang mengoperasikan mesin pengamplasan. Pengamplasan dengan mesin pengamplas membutuhkan postur kerja yang membungkuk dan posisi kaki menekuk. Hal tersebut dikarenakan posisi mesin yang terlalu rendah dan duduk di kursi yang tidak menopang tubuh dengan baik. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengurangi keluhan *musculoskeletal* dan menurunkan waktu proses. Pada penelitian ini, metode serta alat yang dipakai adalah NBM (*Nordic Body Map*), RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*), biomekanika dan waktu proses. Berdasarkan analisis yang membutuhkan waktu lama, maka analisis biomekanika hanya diterapkan pada satu orang pekerja pengamplas saja. Hasil dari penelitian ini adalah membuat rancangan fasilitas kerja pengamplasan untuk menurunkan skor RULA. Skor RULA yang didapatkan untuk segmen tubuh bagian kanan sebelum melakukan perbaikan bernilai 5 dan setelah melakukan perbaikan turun menjadi 3. Skor RULA yang didapatkan untuk segmen tubuh bagian kiri sebelum melakukan perbaikan bernilai 7 dan setelah melakukan perbaikan turun menjadi 4. Hasil yang didapatkan dalam penelitian ini juga dapat menurunkan waktu proses sebesar 7,708%. Selain itu, hasil dari penelitian ini juga menurunkan besar gaya pada beberapa segmen tubuh, yaitu pada lengan atas sebesar 79,5%, punggung sebesar 79,36%, kaki kanan sebesar 2,06% dan kaki kiri sebesar 3,68%.

Sari (2014) melakukan penelitian mengenai perbaikan postur kerja untuk menurunkan keluhan *musculoskeletal* dan waktu proses pemahatan di *Java Art Stone* Yogyakarta. Objek pekerja pada penelitian ini adalah pekerja yang melakukan proses pemahatan. Aktivitas memahat adalah aktivitas yang dapat menimbulkan keluhan *musculoskeletal* pada pekerja. Keluhan tersebut

dikarenakan aktivitas memahat membutuhkan proses pengerjaan yang lama serta dikerjakan dengan postur kerja yang kurang baik. Postur kerja yang kurang baik tersebut adalah duduk dengan posisi kepala membungkuk dan punggung membungkuk. Selain itu, aktivitas dilakukan dengan waktu kurang lebih 7 jam sehari dengan menggunakan fasilitas kerja seadanya. Pada penelitian ini, yang menjadi sampel adalah tiga orang pekerja yang melakukan proses pemahatan. Metode yang digunakan yaitu RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) sebagai alat ukur untuk melakukan penilaian risiko postur kerja. Identifikasi keluhan *musculoskeletal* diukur dengan menggunakan kuisioner NBM (*Nordic Body Map*). Lama waktu proses pemahatan dilakukan dengan mengukur cara waktu proses pemahatan 5 *ornament* motif balinan ukuran 30 cm x 30 cm x 5 cm. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan fasilitas kerja meja dan kursi pada proses pemahatan dapat memperbaiki postur kerja. Hal tersebut ditunjukkan dengan skor RULA yang mengalami penurunan sebesar 21,875%. Selain itu, perbaikan postur kerja tersebut juga dapat meminimalisir keluhan *musculoskeletal* yang dialami oleh pekerja. Hal tersebut dapat dilihat dari rata-rata skor kuisioner yang mengalami penurunan sebesar 10%.

Pratama (2017) melakukan penelitian mengenai identifikasi risiko *musculoskeletal disorders* (MSDs) pada pekerja pandai besi. Pekerjaan pandai besi merupakan pekerjaan yang memungkinkan bagi pekerja untuk terkena gangguan *musculoskeletal disorders* karena postur tubuh yang kurang baik atau tidak ergonomis. Penelitian ini memiliki tujuan untuk melakukan analisis mengenai tingkat risiko *musculoskeletal disorders* dan faktor yang mempengaruhi keluhan tersebut. Metode yang digunakan untuk melakukan penelitian adalah REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) sebagai alat ukur tingkat risiko *musculoskeletal* yang dialami pekerja. Pengukuran keluhan MSDs dilakukan dengan menggunakan metode NBM (*Nordic Body Map*). Penelitian ini diterapkan pada 34 orang pekerja yang mengalami keluhan MSDs yang dikarenakan sikap kerja yang kurang ergonomis. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini merupakan faktor penyebab pekerja mengalami MSDs yang paling berpengaruh. Faktor yang paling berpengaruh tersebut adalah sikap kerja pekerja dan faktor lain seperti penggunaan APD (Alat Pelindung Diri) serta faktor lingkungan. Selain itu, terdapat juga faktor individu yaitu kebiasaan merokok, umur dan masa kerja pekerja. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan terdapat 18 pekerja yang mengalami MSDs dengan pembagian tingkat keluhan

yaitu 13 pekerja berada pada tingkat risiko sedang dengan prosentase 72% dan 5 pekerja berada pada tingkat risiko yang tinggi dengan prosentase 28%.

Putranto, Djajakusli dan Wahyuni (2014) melakukan penelitian mengenai kaitan antara postur tubuh penjahit dengan keluhan *low back pain* (LBP) yang dirasakan penjahit ketika melakukan kegiatan menjahit di pasar sentral Kota Makassar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk dapat mengetahui hubungan antara beberapa faktor dengan keluhan *low back pain* (nyeri pinggang) yang dirasakan oleh penjahit. Faktor tersebut berupa umur, masa kerja, lama kerja, indeks masa tubuh, postur tubuh dan kebiasaan olahraga. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 90 orang penjahit di pasar sentral Kota Makassar sebagai sampel penelitian. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode *exhaustive sampling*. Analisis dilakukan dengan menggunakan metode RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*). Setelah melakukan analisis postur kerja dengan RULA maka selanjutnya dilakukan uji *chi square*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penjahit yang mengalami keluhan *low back pain* adalah 74 penjahit (82,2%). Hasil uji statistik dari penelitian ini menunjukkan bahwa variabel umur ( $p=0.043$ ), variabel masa kerja ( $p=0.033$ ), variabel lama kerja ( $p=0.011$ ), variabel indeks masa tubuh ( $p=0.018$ ), variabel postur tubuh ( $p=0.000$ ) memiliki hubungan dengan keluhan *low back pain* yang dirasakan oleh penjahit. Variabel kebiasaan olahraga ( $p=0.409$ ) tidak mempunyai hubungan dengan keluhan *low back pain* yang dirasakan oleh penjahit. Saran yang diberikan kepada penjahit adalah sebaiknya pada saat menjahit memperhatikan postur. Selain itu, penjahit juga harus memperhatikan posisi meja dan bangku agar disesuaikan dengan penggunaannya dalam hal ini penjahit. Penjahit juga harus memperbanyak istirahat dan melakukan peregangan otot serta harus rajin berolahraga.

Budhiman (2015) melakukan penelitian mengenai analisis penilaian tingkat risiko ergonomi pada pekerja konstruksi proyek Ruko Graha Depok. Postur yang tidak sesuai merupakan salah satu risiko ergonomi yang dapat dialami pekerja kayu, besi dan pengecoran. Postur pekerja yang tidak sesuai juga dapat menyebabkan stress pada kondisi fisik pekerja dan berdampak pada cedera pekerja. Cedera tersebut dapat dicegah dengan melakukan penilaian tingkat risiko ergonomi yang dialami oleh pekerja. Penilaian tingkat risiko ergonomi yang dialami oleh pekerja diukur dengan menggunakan metode REBA (*Rapid Entire Body Assessment*), OWAS (*Ovako Working Assessment System*) dan QEC (*Quick Exposure Checklist*). Pada penelitian ini, sampel yang diambil adalah satu perwakilan

pekerja dari setiap tahapan kerja dengan tinggi yang sama kecuali pada tahapan memotong kayu. Pada tahapan memotong kayu, penelitian dilakukan kepada 2 orang pekerja karena tinggi badan yang jauh berbeda. Hasil yang didapatkan dari penelitian menunjukkan bahwa aktivitas yang dilakukan pekerja kayu mempunyai risiko ergonomi yang tinggi kecuali untuk aktivitas mengambil kayu. Pada aktivitas yang dilakukan oleh pekerja besi juga mempunyai risiko ergonomi yang tinggi kecuali pada tahapan membawa besi, membentuk rangka besi dan membentuk rangkaian. Selain itu, pada tahapan aktivitas meratakan semen cor juga ditemukan risiko ergonomi yang tinggi. Saran yang diberikan berdasarkan penelitian yang dilakukan adalah perlu adanya perubahan tindakan dan pergerakan pekerja. Selain itu, perlu menyediakan alat bantu kerja dan melakukan perubahan pada desain kerja pekerja.

### **2.1.2. Penelitian Sekarang**

Penelitian sekarang dilakukan di industri kecil berupa konveksi yang menghasilkan beragam jahitan seperti kaos oblong, *jersey*, kaos olahraga, kaos *reglang*, polo *shirt*, jaket, kemeja dan korsa. Penelitian dilakukan pada postur kerja penjahit yang berisiko mengalami MSDs (*musculoskeletal disorders*). Tujuan dari penelitian ini, yaitu menganalisa dan mengukur risiko MSDs (*musculoskeletal disorders*) pada postur tubuh kerja penjahit untuk melakukan perbaikan agar mengurangi keluhan MSDs (*musculoskeletal disorders*).

## **2.2. Dasar Teori**

Dasar teori berisi rangkuman teori-teori yang mempunyai kaitan dengan penelitian yang akan dilakukan dan akan digunakan secara langsung dalam penelitian.

### **2.2.1. Ergonomi**

Kata ergonomi berasal dari Bahasa Yunani yaitu “*ergon*” yang berarti kerja (*work*) dan “*nomos*” yang berarti hukum (*law*). Jika diartikan secara singkat berdasarkan arti tersebut maka ergonomi merupakan aturan atau hukum dalam sebuah sistem kerja. Istilah ergonomi digunakan di Indonesia sedangkan di beberapa Negara memakai istilah yang berbeda. Di Skandinavia memakai istilah “Bioteknologi” dan di Amerika memakai istilah “*Human Engineering*” yang biasanya disebut “*Human Factor Engineering*”. Walaupun istilah ergonomi untuk setiap negara berbeda, semuanya membahas hal yang sama yaitu optimalisasi dari fungsi manusia

terhadap aktivitas yang dikerjakan. Berdasarkan pengalaman yang dialami menunjukkan bahwa semua aktivitas yang dilakukan, jika tidak dikerjakan secara ergonomi maka akan menyebabkan ketidaknyamanan, penyakit akibat kerja yang meningkat, kecelakaan kerja, performansi kerja menurun yang dapat mengakibatkan penurunan efisiensi dan daya kerja bahkan biaya tinggi. Berdasarkan hal tersebut, maka penerapan ergonomi disegala bidang kegiatan sangat penting dan menjadi suatu keharusan. Secara umum, penerapan ergonomi dapat dilakukan dimana saja baik di lingkungan tempat kerja, di lingkungan sosial, di perjalanan dan di lingkungan rumah. Penerapan ergonomi yang tepat harus dilakukan dengan cara mempelajari dan memahami ergonomi secara lengkap dan rinci. Pada saat melakukan penerapan ergonomi dibutuhkan seni dengan tujuan agar apa yang diterapkan bisa diterima dengan baik dan memberikan manfaat besar bagi pemakainya (Tarwaka dkk, 2004).

Secara umum, semua definisi ergonomi membicarakan masalah-masalah hubungan antara manusia, pekerjaan dengan tugas-tugas dan pekerjaannya serta desain dari objek atau fasilitas yang digunakan. Berikut adalah beberapa definisi ergonomi yang berhubungan dengan tugas, pekerjaan dan desain menurut para ahli:

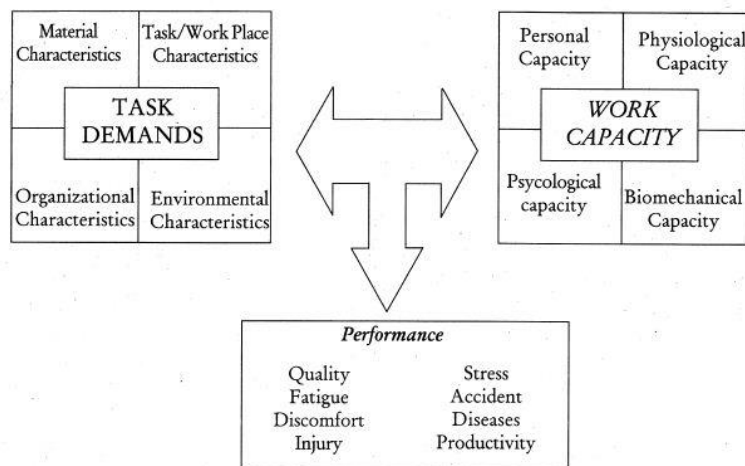
- a. Ergonomi adalah aplikasi informasi ilmiah tentang manusia (dan metode ilmiah untuk memperoleh informasi tersebut) yang berkaitan dengan masalah desain (Pheasant, 1988).
- b. Ergonomi adalah studi tentang kemampuan dan karakteristik manusia yang mempengaruhi desain peralatan, sistem dan pekerjaan (Corlett & Clark, 1995).
- c. Ergonomi adalah kemampuan mengenai pengaplikasian informasi tentang karakteristik manusia, kapasitas serta batasan yang berkaitan dengan desain tugas manusia, sistem pada mesin, ruang lingkup serta lingkungan sehingga manusia dapat hidup, bekerja dan bermain dengan perasaan aman, nyaman dan efisien (Annis & McConville, 1996).
- d. Desain ergonomi adalah aplikasi penerapan human faktor, informasi untuk desain alat (*equipment*), desain mesin (*machine*), desain sistem (*system*), desain tugas (*task*), desain pekerjaan (*job*) dan desain lingkungan (*environment*) untuk manusia sehingga dapat melakukan semua itu dengan produktif, aman, nyaman dan efektif (Manuaba, 1998).

Berdasarkan pengertian-pengertian diatas maka diketahui bahwa ergonomi dapat diaplikasikan pada aspek apa saja, di mana saja dan kapan saja. Dari uraian tersebut, maka dapat dibuat sebuah kesimpulan tentang definisi ergonomi yaitu suatu ilmu seni dan penerapan teknologi yang bertujuan untuk menciptakan keserasian antara fasilitas yang digunakan untuk melakukan aktivitas maupun pada saat beristirahat dengan kemampuan dan keterbatasan mental maupun fisik yang dimiliki oleh manusia sehingga kualitas hidup bisa menjadi lebih baik.

Tarwaka dkk (2004) menyebutkan bahwa secara umum ada beberapa tujuan dari penerapan ergonomi yaitu sebagai berikut:

1. Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya untuk mencegah terjadinya cedera dan penyakit yang timbul akibat kerja
2. Menurunkan beban kerja fisik dan mental
3. Mengupayakan adanya promosi dan kepuasan kerja
4. Meningkatkan kesejahteraan sosial dengan peningkatan kualitas kontak sosial dan pemantauan kerja secara tepat
5. Meningkatkan jaminan sosial selama usia produktif maupun setelah tidak produktif
6. Menciptakan keseimbangan berdasarkan pertimbangan yang logis dari berbagai aspek, yaitu teknis, antropologis, ekonomi dan budaya dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga akan tercipta kualitas kerja dan hidup yang lebih baik.

Tujuan ergonomi tersebut dapat dicapai dengan adanya keserasian antara manusia dengan pekerjaan yang dilakukan sehingga manusia akan dapat bekerja sesuai dengan kemampuan, kebolehan dan keterbatasannya. Secara umum, hal tersebut ditentukan oleh beberapa faktor yaitu umur, jenis kelamin, ras, antropometri, status kesehatan, gizi, kesegaran jasmani, pendidikan, keterampilan, budaya, tingkah laku, kebiasaan dan kemampuan beradaptasi (Manuaba, 1998). Dari sudut pandang ergonomi, antara tuntutan tugas dengan kapasitas kerja harus selalu berada dalam satu garis keseimbangan sehingga akan dapat mencapai performansi kerja yang tinggi. Dari sudut pandang ergonomi tuntutan pekerjaan tidak boleh terlalu rendah (*underload*) tetapi tidak boleh juga terlalu berlebihan (*overload*). Hal tersebut dikarenakan *underload* maupun *overload* akan menyebabkan stress. Konsep keseimbangan tersebut dapat diilustrasikan seperti pada gambar 2.1 berikut.



**Gambar 2.1. Konsep Dasar dalam Ergonomi**  
(Sumber: Manuaba, 2000)

### 2.2.2. Keluhan *Musculoskeletal*

Keluhan *musculoskeletal* adalah keluhan pada bagian otot-otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan yang sangat ringan sampai sangat sakit. Jika otot menerima beban statis secara berulang dalam waktu yang lama maka akan dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, *ligament* dan tendon. Keluhan hingga kerusakan inilah yang biasanya disebut dengan keluhan *musculoskeletal disorders* (MSDs) atau cedera pada sistem *musculoskeletal* (Grandjean, 1993). Secara garis besar Tarwaka dkk (2004) melakukan pengelompokan keluhan otot menjadi 2, yaitu:

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

Studi tentang MSDs telah banyak dilakukan di berbagai jenis industri dengan hasil studi yang menunjukkan bahwa bagian otot yang sering dikeluhkan adalah otot rangka yang meliputi leher, bahu, lengan, tangan, jari, punggung, pinggang dan otot-otot bagian bawah. Diantara keluhan otot tersebut yang paling banyak dialami oleh pekerja adalah pada bagian pinggang (*low back pain*). Pada umumnya, keluhan otot skeletal terjadi karena adanya kontraksi otot yang berlebihan akibat pemberian beban kerja terlalu berat dengan durasi pembebanan panjang. Sebaliknya, keluhan otot kemungkinan tidak akan terjadi

jika kontraksi otot berkisar antara 15% – 20% dari kekuatan otot yang maksimum. Namun, jika kontraksi otot yang terjadi melebihi 20% maka peredaran darah ke otot akan berkurang sesuai dengan tingkat kontraksi yang dipengaruhi oleh besarnya tenaga yang diperlukan. Pada kondisi tersebut maka pemasukan oksigen ke otot akan menurun, proses metabolisme karbohidrat akan terhambat dan sebagai akibatnya terjadi penimbunan asam laktat sehingga timbul rasa nyeri otot (Suma'mur, 1982). Keluhan *musculoskeletal* biasanya dikaitkan dengan kelelahan yang merupakan gejala atau tanda-tanda seseorang mengalami gangguan *musculoskeletal*.

### **2.2.3. Kelelahan**

Kelelahan merupakan hasil dari interaksi yang terjadi di dalam tubuh manusia untuk melindungi tubuh sehingga tidak terjadi kerusakan lebih lanjut dan akan pemulihannya setelah istirahat. Kelelahan yang dialami oleh tubuh manusia diatur oleh otak sebagai sentral. Istilah kelelahan biasanya menunjukkan kondisi menurunnya kapasitas kerja dan ketahanan tubuh seseorang yang disebabkan oleh kehilangannya efisiensi kerja. Kelelahan dibagi menjadi dua jenis yaitu kelelahan otot dan kelelahan umum. Kelelahan otot merupakan keadaan tremor atau perasaan nyeri yang dirasakan pada bagian otot sedangkan kelelahan umum adalah berkurangnya kemauan untuk melakukan pekerjaan yang disebabkan karena monoton, intensitas dan lamanya kerja fisik, keadaan lingkungan, sebab-sebab mental, status kesehatan dan keadaan gizi (Grandjean, 1993). Terdapat dua teori tentang kelelahan yaitu teori kimia dan teori syaraf pusat terjadinya kelelahan. Kelelahan menurut teori kimia secara umum menjelaskan bahwa, kelelahan terjadi sebagai akibat dari berkurangnya cadangan energi sehingga meningkatkan sisa metabolisme tubuh sebagai yang penyebab hilangnya efisiensi otot. Berdasarkan uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin lambat gerakan seseorang akan menunjukkan semakin lelah kondisi otot (Tarwaka dkk, 2004). (Grandjean 1991) menjelaskan bahwa faktor penyebab terjadinya kelelahan di industri sangat bervariasi dan untuk mempertahankan kesehatan serta efisiensi, proses penyegaran harus dilakukan di luar tekanan. Penyegaran atau pemulihan untuk kelelahan paling utama terjadi pada saat tidur tetapi waktu istirahat atau berhenti bekerja juga dapat menunjang dalam proses penyegaran.

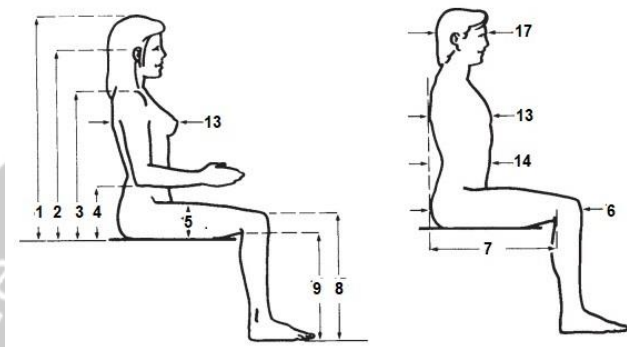


#### 2.2.4. Antropometri

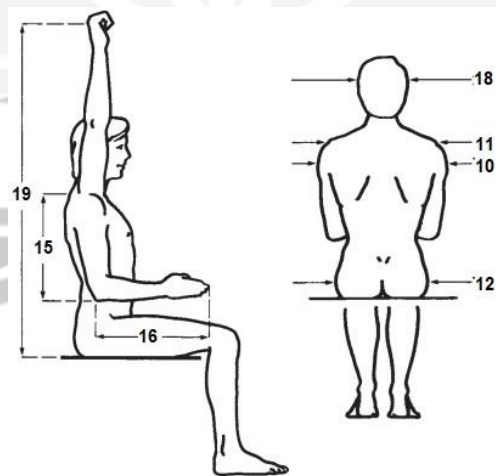
Kata antropometri berasal dari Bahasa Yunani yang terdiri dari dua kata yaitu "anthropos" yang berarti manusia dan "metron" yang berarti pengukuran. Jika diartikan secara singkat berdasarkan kata tersebut maka antropometri berarti pengukuran tubuh manusia (Bridger, 1995). Antropometri merupakan ilmu yang mempelajari tentang proporsi ukuran dari setiap bagian tubuh manusia (Pulat, 1992). Dalam proses perancangan dan perbaikan produk yang berupa alat bantu kerja, diperlukan pemahaman yang baik tentang antropometri. Data ukuran tubuh yang terdapat pada antropometri digunakan untuk menentukan dimensi fasilitas kerja sehingga akan tercipta keserasian antara alat yang digunakan dengan manusia sebagai pemakaiannya. Keserasian tersebut akan mengurangi adanya sikap kerja yang tidak alamiah dan dapat menghindari sakit akibat kerja (Suma'mur 1982). Secara umum, pengukuran antropometri dibedakan menjadi dua jenis yaitu pengukuran antropometri statis dan antropometri dinamis. Dalam tulisan ini hanya disajikan mengenai jenis pengukuran antropometri statis. Pengukuran antropometri statis adalah pengukuran dimensi tubuh manusia yang dilakukan ketika tidak melakukan aktivitas atau tubuh diam. Alat ukur yang digunakan untuk mengukur antropometri adalah antropometer. Pada pengukuran antropometri dengan posisi duduk harus disediakan kursi dengan ukuran 40 x 40 x 40 cm tanpa sandaran pinggang (Tarwaka dkk, 2004). Jenis pengukuran antropometri statis biasanya dilakukan dalam dua posisi yaitu berdiri dan duduk di kursi. Pheasant (2003) menyatakan bahwa mata ukur untuk antropometri statis dalam posisi duduk adalah:

1. Tinggi duduk (*sitting height*)
2. Tinggi mata duduk (*sitting eye height*)
3. Tinggi bahu duduk (*sitting shoulder height*)
4. Tinggi siku duduk (*sitting elbow height*)
5. Ketebalan paha (*thigh thickness*)
6. Panjang buttock-lutut (*buttock-knee length*)
7. Panjang buttock-popliteal (*buttock-popliteal length*)
8. Tinggi lutut (*knee height*)
9. Tinggi popliteal (*popliteal height*)
10. Lebar bahu bideltoid (*shoulder breadth bideltoid*)
11. Lebar bahu biacromial (*shoulder breadth biacromial*)
12. Lebar pinggul (*hip breadth*)

13. Kedalaman dada (*chest depth*)
14. Kedalaman perut (*abdominal depth*)
15. Panjang bahu (*shoulder-elbow length*)
16. Panjang ujung siku (*elbow-fingertip length*)
17. Panjang kepala (*head length*)
18. Lebar kepala (*head breadth*)
19. Jangkauan objek (*grip reaches*)



**Gambar 2.2. Pengukuran Antropometri Posisi Duduk**  
(Sumber: Pheasant, 2003)



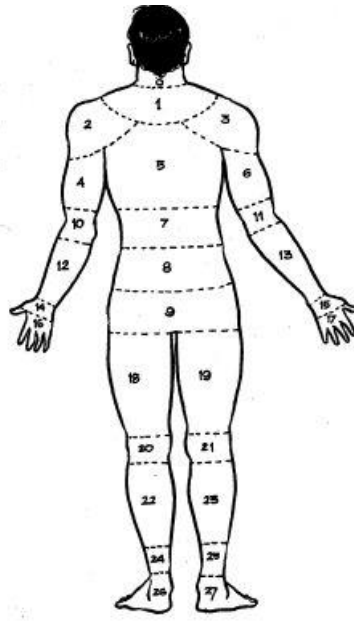
**Gambar 2.3. Pengukuran Antropometri Posisi Duduk**  
(Sumber: Pheasant, 2003)

Posisi tubuh dalam bekerja sangat ditentukan oleh jenis pekerjaan yang dilakukan. Setiap posisi kerja yang dilakukan mempunyai pengaruh yang berbeda terhadap tubuh. Menurut Grandjean (1993) bekerja dengan posisi duduk memiliki keuntungan antara lain yaitu pembebanan pada kaki, pemakaian energi dan keperluan untuk sirkulasi darah dapat dikurangi. Namun demikian, kerja

dengan posisi duduk terlalu lama dapat menyebabkan otot perut melembek dan tulang belakang melengkung sehingga akan menjadi cepat lelah. Clark (1996) berpendapat bahwa desain stasiun kerja dengan posisi duduk memiliki derajat stabilitas tubuh yang tinggi agar mengurangi kelelahan dan keluhan subjektif jika bekerja dengan durasi lebih dari 2 jam. Pheasant (1988) menyatakan bahwa pada pekerjaan yang dilakukan dengan posisi duduk, tempat duduk yang dipakai harus memungkinkan untuk melakukan perubahan posisi. Ukuran tempat duduk disesuaikan dengan dimensi ukuran antropometri pemakainya. Fleksi lutut membentuk sudut  $90^{\circ}$  dengan telapak kaki bertumpu pada lantai atau injakan kaki. Jika landasan kerja terlalu rendah, tulang belakang akan membungkuk ke depan dan jika terlalu tinggi bahu akan terangkat dari posisi rileks sehingga akan menyebabkan bahu dan leher menjadi tidak nyaman.

#### **2.2.5. Kuisisioner NBM (*Nordic Body Map*)**

*Nordic body map* adalah *tools* yang berupa kuisisioner yang digunakan untuk mengetahui tingkat ketidaknyamanan atau rasa sakit yang dialami tubuh. Responden yang akan mengisi kuisisioner NBM akan diminta untuk memberikan tanda ada tidaknya gangguan *musculoskeletal* (Kroemer dkk, 2001). Melalui NMB kita akan dapat mengetahui bagian-bagian otot yang mengalami keluhan mulai dari agak sakit sampai sangat sakit (Corett, 1992). Estimasi jenis dan tingkat keluhan *musculoskeletal* yang dialami oleh pekerja dapat diketahui dengan menganalisis peta tubuh (*Nordic Body Map*). Melakukan analisis keluhan *musculoskeletal* dengan NBM memang sederhana tetapi kurang teliti karena mengandung subjektivitas yang tinggi. Hal tersebut dapat dihindari dengan melakukan pengukuran sebelum dan sesudah melakukan aktivitas kerja (*pre dan post test*).



**Gambar 2.4. Nordic Body Map**  
(Sumber: Corlett, 1992)

#### **2.2.6. Cause-and-Effect Diagrams**

*Cause-and-effect diagram* (diagram sebab-akibat) dikembangkan oleh Kaoru Ishikawa pada tahun 1943 dan biasanya disebut dengan *Ishikawa diagrams*. *Cause-and-effect diagrams* juga dikenal sebagai *fishbone diagrams* karena tampilannya yang mirip dengan ikan. Pada dasarnya, *cause-and-effect diagrams* digunakan untuk mengidentifikasi dan mendaftar berbagai penyebab yang secara sistematis dapat dikaitkan dengan sebuah masalah atau dampak (Ishikawa 1976). Diagram ini juga membantu dalam menentukan mana dari beberapa penyebab yang memiliki akibat terbesar. *Cause-and-effect diagram* dapat membantu dalam mengidentifikasi alasan mengapa suatu proses *out of control*. Jika suatu proses stabil, diagram ini dapat membantu manajemen untuk memutuskan penyebab-penyebab yang harus diselidiki lebih lanjut untuk proses perbaikan (Mitra, 2016).

#### **2.2.7. REBA (Rapid Entire Body Assessment)**

REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) adalah metode analisis yang dikembangkan untuk digunakan secara cepat dalam penilaian risiko ergonomi yang berkaitan dengan keluhan *musculoskeletal* ketika melakukan pekerjaan. REBA dikembangkan pada tahun 2000 oleh ergonom dari *University of*

Nottingham's Institute of Occupational Ergonomic yang bernama Dr. Sue Hignett dan Dr. Lynn McAtamney.

Metode REBA dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu beban eksternal yang ditopang oleh tubuh, *coupling* dan aktivitas pekerjaanya (Hignett dan McAtamney, 2000). Penilaian dengan menggunakan metode ini dilakukan untuk keseluruhan postur tubuh mulai dari leher, punggung, lengan, pergelangan tangan dan kaki pekerja. Pada akhir dari perhitungan penilaian postur kerja dengan menggunakan REBA, akan didapatkan level resiko. Level resiko akan menentukan tindakan yang akan dilakukan untuk postur kerja yang dinilai.

**REBA Employee Assessment Worksheet**

Based on Technical note: Rapid Entire Body Assessment (REBA), Hignett, McAtamney, Applied Ergonomics 31 (2000) 201-205

**A. Neck, Trunk and Leg Analysis**

**Step 1: Locate Neck Position**

Step 1a: Adjust...  
If neck is twisted: +1  
If neck is side bending: +1

**Step 2: Locate Trunk Position**

Step 2a: Adjust...  
If trunk is twisted: +1  
If trunk is side bending: +1

**Step 3: Legs**

Adjust: 30-60° Add +1  
60-90° Add +2

**Step 4: Look-up Posture Score in Table A**  
Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A

**Step 5: Add Force/Load Score**  
If load < 11 lbs: -0  
If load 11 to 22 lbs: +1  
If load > 22 lbs: +2  
Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

**Step 6: Score A, Find Row in Table C**  
Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A.  
Find Row in Table C.

**Scoring:**  
1 = negligible risk  
2 or 3 = low risk, change may be needed  
4 to 7 = medium risk, further investigation, change soon  
8 to 10 = high risk, investigate and implement change  
11+ = very high risk, implement change

**B. Arm and Wrist Analysis**

**Step 7: Locate Upper Arm Position:**

Step 7a: Adjust...  
If shoulder is raised: +1  
If upper arm is abducted: +1  
If arm is supported or person is leaning: -1

**Step 8: Locate Lower Arm Position:**

Step 8a: Adjust...  
If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

**Step 9: Locate Wrist Position:**

Step 9a: Adjust...  
If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

**Step 10: Look-up Posture Score in Table B**  
Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

**Step 11: Add Coupling Score**  
Well fitting Handle and mid range power grip: good: +0  
Acceptable but not ideal hand hold or coupling: acceptable with another body part, Hand hold not acceptable but possible, No handles, awkward, unsafe with any body part.  
fair: +1  
poor: +2  
Unacceptable: +3

**Step 12: Score B, Find Column in Table C**  
Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

**Step 13: Activity Score**  
+1: 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)  
+1: Repeated small range actions (more than 4x per minute)  
+1: Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

**SCORES**

	Neck		
Legs	1	2	3
1	1	2	3
2	2	3	4
3	3	4	5
4	4	5	6
5	5	6	7

	Lower Arm	
Wrist	1	2
1	1	2
2	2	3
3	3	4
4	4	5
5	5	6
6	6	7

Score A (score from table A + force/load score)	Score B (table B value + coupling score)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
10	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
11	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
12	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Final REBA Score = Table C Score + Activity Score

**Gambar 2.5. Lembar REBA**  
(Sumber : Hignett & McAtamney, 2000)

Lembar kerja REBA juga terbagi menjadi 2 bagian segmen tubuh pada tabel A dan B. Bagian A (sisi kiri) meliputi leher (*neck*), punggung (*trunk*) dan kaki (*leg*). Bagian B (sisi kanan) meliputi lengan bagian atas (*upper arm*), lengan bagian bawah (*lower arm*) dan pergelangan tangan (*wrist*). Berikut adalah langkah-langkah untuk melakukan penilaian postur dengan menggunakan REBA:

- Menentukan posisi leher (*Locate Neck Position*)

Berikut adalah ketentuan skoring untuk analisis penilaian postur leher (*neck*):

- Pergerakan leher dengan posisi sudut 0° - 20° secara fleksi diberi skor

1+

- b. Pergerakan leher dengan posisi sudut  $> 20^\circ$  secara fleksi atau ekstensi diberi skor +2

Perubahan skor akan dilakukan:

- a. Jika posisi leher diputar atau berada pada posisi miring maka diberi tambahan skor +1
- b. Jika posisi leher dibengkokkan ke kanan atau ke kiri maka diberi tambahan skor +1

## 2. Menentukan posisi punggung (*Locate Trunk Position*)

Berikut adalah ketentuan skoring untuk analisis penilaian postur punggung (*turnk*):

- a. Pergerakan punggung dengan posisi normal atau pada sudut  $0^\circ$  maka diberi skor +1
- b. Pergerakan punggung dengan posisi sudut  $0^\circ - 20^\circ$  secara fleksi maupun ekstensi diberi skor +2
- c. Pergerakan punggung dengan posisi sudut  $20^\circ - 60^\circ$  secara fleksi dan sudut  $> 20^\circ$  secara ekstensi diberi skor +3
- d. Pergerakan punggung dengan posisi sudut  $> 60^\circ$  diberi skor +4

Perubahan skor akan dilakukan:

- a. Jika punggung diputar maka diberi tambahan skor +1
- b. Jika punggung dibengkokkan ke kanan atau kiri maka diberi tambahan skor +1

## 3. Menentukan posisi kaki (*Legs*)

Berikut adalah ketentuan skoring untuk analisis penilaian posisi kaki (*legs*):

- a. Jika kaki tertopang dengan baik dan bobot tersebar secara merata pada saat jalan maupun duduk maka diberi skor +1
- b. Jika kaki tidak tertopang dengan baik dan bobot tidak tersebar secara merata dengan baik atau postur tidak stabil maka diberikan skor +2

Perubahan skor akan dilakukan:

- a. Jika lutut berada pada posisi sudut  $30^\circ$  dan sudut  $60^\circ$  secara fleksi maka diberi tambahan skor +1
- b. Jika lutut berada pada posisi sudut  $> 60^\circ$  secara fleksi maka akan diberi tambahan skor +2

4. Menentukan skor postur (*Posture Score*)  
Skor postur A ditentukan pada tabel A dengan memasukkan nilai yang didapatkan pada *step* 1 sampai 3 sesuai dengan skor yang didapatkan.
5. Menentukan skor gaya/beban (*Force/Load Score*)  
Berikut adalah ketentuan skoring untuk analisis gaya/beban:
  - a. Jika beban < 11 lbs maka diberi skor +0
  - b. Jika beban 11 to 22 lbs maka diberi skor 1+
  - c. Jika beban > 22 lbs maka diberi skor +2
  - d. Sesuaikan : Jika dilakukan penambahan beban secara tiba-tiba atau secara cepat maka diberi tambahan skor +1
6. Menentukan skor *score* A pada tabel C dengan memasukkan nilai dari tahap 4 sampai 5
7. Menentukan posisi lengan atas (*Locate Upper Arm Position*)  
Berikut adalah ketentuan untuk skoring posisi lengan atas (*upper arm*):
  - a. Pergerakan lengan atas dengan posisi sudut  $20^{\circ}$  secara ekstensi sampai  $20^{\circ}$  secara fleksi maka diberi skor +1
  - b. Pergerakan lengan atas dengan posisi sudut  $> 20^{\circ}$  secara ekstensi dan  $20^{\circ} - 45^{\circ}$  secara fleksi maka diberi skor +2
  - c. Pergerakan lengan atas dengan posisi sudut  $45^{\circ} - 90^{\circ}$  secara fleksi maka diberi skor +3
  - d. Pergerakan lengan atas dengan posisi sudut  $> 90^{\circ}$  secara fleksi maka akan diberi skor +4

Perubahan skor akan diberlakukan:

  - a. Jika pundak/bahu diangkat/ditinggikan maka diberi tambahan skor +1
  - b. Jika lengan atas bergerak menjauhi tubuh (*abducted*) maka diberi tambahan skor +1
  - c. Jika operator bersandar atau bobot lengan ditopang maka skor dikurangi -1
8. Menentukan posisi lengan bawah (*Locate Lower Arm Position*)  
Berikut adalah ketentuan untuk skoring posisi lengan bawah (*lower arm*):
  - a. Pergerakan lengan bawah dengan posisi sudut  $60^{\circ} - 100^{\circ}$  secara fleksi diberi skor +1
  - b. Pergerakan lengan bawah dengan posisi sudut  $> 20^{\circ}$  secara fleksi atau sudut  $> 100^{\circ}$  secara fleksi diberi skor +2

9. Menentukan posisi pergelangan tangan (*Locate Wrist Position*)  
Berikut adalah ketentuan untuk skoring posisi pergelangan tangan (*wrist*):
- Pergerakan pergelangan tangan dengan posisi sudut  $0^{\circ}$  -  $15^{\circ}$  secara fleksi atau ekstensi diberi skor +1
  - Pergerakan pergelangan tangan dengan posisi sudut  $> 15^{\circ}$  secara fleksi atau ekstensi diberi skor +2
- Perubahan skor akan diberlakukan:
- Jika pergelangan tangan berada pada deviasi radial dan deviasi ulnar diberi skor +1
10. Menentukan skor postur (*Posture Score*)  
Skor postur B ditentukan pada tabel B dengan menggunakan nilai yang didapatkan pada *step* 7 sampai 9
11. Menentukan skor pegangan (*Coupling Score*)  
Berikut adalah ketentuan untuk menentukan *coupling score*:
- Pegangan pas dan berada tepat ditengah serta genggamannya kuat (*good*) diberi skor +0
  - Pegangan tangan diterima tetapi tidak ideal atau *coupling* lebih sesuai digunakan bagian tubuh lain (*fair*) diberi skor +1
  - Pegangan tangan tidak diterima meskipun memungkinkan (*poor*) diberi skor +2
  - Tidak ada pegangan, dipaksakan dan *coupling* tidak sesuai digunakan oleh bagian tubuh yang lain (*unacceptable*) skor +3
12. Menentukan *Score B* dengan menggunakan nilai yang telah didapatkan pada langkah 10 dan 11. Tentukan *Score B* dengan cara memasangkan *Score A* dengan nilai yang didapatkan pada langkah 6
13. Menentukan skor aktivitas (*Activity Score*) dengan ketentuan sebagai berikut:
- Jika 1 atau lebih bagian tubuh statis ditahan lebih dari 1 menit maka diberi skor +1
  - Jika pengulangan gerakan dalam rentang waktu singkat atau diulang lebih dari 4 kali per menit (tidak termasuk berjalan) maka diberi skor +1
  - Jika gerakan menyebabkan perubahan atau pergerakan postur yang cepat dari posisi awal maka diberi skor +1



Setelah melakukan perhitungan maka akan didapatkan *final REBA score* dengan menjumlahkan nilai yang didapatkan pada *table C score* dan *activity score* maka akan didapatkan *scoring* 1 sampai 11+ dengan *action level* sebagai berikut:

a. *Action level 0*

*Action level 0* bernilai 1 yaitu *negligible risk* yang menunjukkan bahwa level risiko bisa diabaikan dan tidak perlu melakukan tindakan perbaikan.

b. *Action level 1*

*Action level 1* bernilai 2 atau 3 yaitu *low risk, change may be needed* yang menunjukkan bahwa level risiko rendah dan mungkin perlu melakukan tindakan perbaikan.

c. *Action level 2*

*Action level 2* bernilai 4 sampai 7 yaitu *medium risk, further investigation, change soon* yang menunjukkan bahwa level risiko sedang dan perlu melakukan tindakan perbaikan.

d. *Action level 3*

*Action level 3* bernilai 8 sampai 10 yaitu *high risk, investigate and implement change* yang menunjukkan bahwa level risiko tinggi dan perlu segera melakukan tindakan perbaikan.

e. *Action level 4*

*Action level 4* bernilai 11+ yaitu *very high risk, implement change* yang menunjukkan bahwa level risiko sangat tinggi dan perlu saat ini juga melakukan tindakan perbaikan.