

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ergonomi

Ergonomi berasal dari kata Yunani *ergo* yang berarti kerja dan *nomos* yang berarti hukum. Jadi ergonomi dapat diartikan sebagai ilmu yang mempelajari manusia dalam kaitannya dengan pekerjaan. Ergonomi dapat juga didefinisikan sebagai suatu ilmu yang memanfaatkan informasi mengenai sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia untuk merancang sistem kerja. Dengan ergonomi, diharapkan manusia yang berperan sentral dalam suatu sistem kerja dapat bekerja lebih efektif dan optimal. Dengan demikian jelas bahwa pendekatan ergonomis akan mampu menimbulkan efektifitas fungsional dan kenyamanan pemakaian dari peralatan, fasilitas maupun lingkungan kerja yang dirancang (Wignjosuebrot, 1995).

Disiplin *human engineering* atau ergonomi banyak diaplikasikan dalam berbagai proses perancangan produk (*man-made object*) ataupun operasi kerja sehari-harinya. Sebagai contoh desain dari di atas atau *instrumental displays (man-machine interface)* akan banyak mempertimbangkan aspek-aspek ergonomi ini. Demikian juga dalam sebuah stasiun kerja, semua fasilitas kerja seperti peralatan, material dan lain-lain haruslah diletakkan di depan dan berdekatan (jarak jangkauan normal) dengan posisi operator bekerja. Hal ini sesuai dengan prinsip-prinsip ekonomi gerakan. Dengan mengaplikasikan aspek-aspek ergonomi atau *human engineering*, maka dapat dirancang sebuah stasiun kerja yang bisa dioperasikan oleh rata-rata manusia. Disiplin ergonomi khususnya yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia (*anthropometri*) telah menganalisa, mengevaluasi dan membakukan jarak jangkauan yang memungkinkan rata-rata manusia untuk melaksanakan kegiatannya dengan mudah dan gerakan-gerakan yang sederhana. Contoh lain dari aplikasi disiplin ergonomi juga bisa dilihat dalam proses perancangan peralatan kerja (*tools*) untuk penggunaan yang lebih efektif.

Dengan demikian manusia tidak lagi harus menyesuaikan dirinya dengan mesin yang dioperasikan (*the man fits to the design*), melainkan sebaliknya yaitu mesin yang diancang dengan terlebih dahulu memperhatikan kelebihan dan keterbatasan manusia yang mengoperasikannya (Wignjosuebrot, 1995).

2.2 Sikap Kerja Ergonomi

Posisi tubuh dalam bekerja ditentukan oleh jenis pekerjaan yang dilakukan. Masing-masing posisi kerja mempunyai pengaruh yang berbeda-beda terhadap tubuh. Menurut Tarwaka dan Bakri (2004), batasan stasiun kerja untuk posisi duduk dan berdiri, sebagai berikut :

1. Pekerjaan dilakukan dengan duduk dan pada saat lainnya dilakukan dengan berdiri saling bergantian.
2. Perlu menjangkau lebih dari 40 cm ke depan dan atau 15 cm diatas landasan.
3. Tinggi landasan kerja 90-120 cm.

Sikap tubuh dalam beraktivitas pekerjaan diakibatkan oleh hubungan antara dimensi kerja dengan variasi tempat kerja. Sikap tubuh (*posture*) manusia secara mendasar keadaan istirahat menurut Pheasant (1991), yaitu :

1. Sikap berdiri (*standing*).

Sikap berdiri adalah posisi tulang belakan vertical dan berat badan bertumpu secara seimbang pada dua kaki.

2. Sikap duduk (*sitting*)

Sikap dimana kaki tidak terbebani dengan berat tubuh dan posisi stabil saat bekerja.

3. Sikap berbaring (*lying*).

Sikap terlentang dimana bagian lordosis dipertahankan dengan paha dan lutut 45°.

4. Sikap jongkok (*squatting*)

Sikap kerja dimana posisi lutut fleksi max, paha, badan fleksi max, dan lumbal juga fleksi max.

Menurut Barnes (1980), untuk menghindari postur kerja yang demikian dilakukan pertimbangan ergonomi, yaitu :

1. Mengurangi keharusan bekerja dengan postur tubuh membungkuk dalam frekuensi kegiatan yang sering atau dalam jangka waktu yang lama.
2. Mengatasi hal ini, maka stasiun kerja dirancang dengan memperhatikan fasilitas kerja, seperti meja, kursi yang sesuai dengan antropometri agar pekerja menjaga postur kerjanya tetap tegak dan normal. Ketentuan ini ditekankan bilamana pekerjaan dilakukan dengan posisi postur berdiri.
3. Pekerja tidak seharusnya menggunakan jarak jangkauan maksimum. Pengaturan postur kerja dalam hal ini dilakukan dalam jarak jangkauan normal (prinsip ekonomi gerakan).
4. Pekerja tidak seharusnya duduk atau berdiri pada saat bekerja dalam waktu yang cukup lama dengan posisi kepala, leher, dada, dan kaki berada dalam postur kerja miring.
5. Operator tidak seharusnya dipaksa bekerja dalam frekuensi atau periode waktu yang lama dengan tangan atau lengan berada dalam posisi diatas level siku yang normal.

2.3 Anthropometri Dalam Ergonomi

Istilah *anthropometri* berasal dari kata *anthro* yang berarti manusia dan *metri* yang berarti ukuran. Anthropometri secara luas akan digunakan sebagai pertimbangan – pertimbangan ergonomi dalam proses perancangan (*design*) produk maupun system kerja yang akan memerlukan interaksi manusia (Wignjosoebroto, 1995). Data *anthropometri* yang diperoleh akan diaplikasikan secara luas dalam hal :

1. Perancangan areal kerja (*work station, interior mobil, dan lain-lain*).
2. Perancangan peralatan kerja seperti mesin, *equipment*, perkakas (*tools*) dan sebagainya.
3. Perancangan produk konsumtif seperti pakaian, kursi/meja computer, dan lain-lain.
4. Perancangan lingkungan kerja fisik.

5. Data anthropometri akan menentukan bentuk, ukuran dan dimensi yang tepat berkaitan dengan produk yang dirancang dan manusia yang akan mengoperasikan/menggunakan produk tersebut. Dalam kaitan ini maka perancang produk harus mampu mengakomodasikan dimensi tubuh dari populasi terbesar yang akan menggunakan produk hasil rancangannya tersebut. Secara umum sekurang – kurangnya 90% - 95% dari populasi yang menjadi target dalam kelompok pemakai suatu produk haruslah mampu menggunakan dengan selayaknya. Pada dasarnya perataan kerja yang dibuat dengan mengambil referensi dimensi tubuh tertentu jarang sekali bisa mengakomodasikan seluruh range ukuran tubuh dari populasi yang akan memakainya. Jadi, sebelum menentukan data anthropometri mana yang akan dipakai tentunya diketahui dulu sasaran konsumen yang akan memakai produk tersebut.

2.4 Aplikasi anthropometri dalam perancangan produk/fasilitas kerja.

Penerapan data anthropometri, distribusi yang umum digunakan adalah distribusi normal (Nurmianto, 1996). Dalam statistic, distribusi normal dapat diformulasikan berdasarkan nilai rata-rata dan standart deviasi yang ada dapat ditentukan persentile sesuai table probabilitas distribusi normal. Persentil menunjukkan jumlah bagian per seratus orang dari suatu populasi yang memiliki ukuran tubuh tertentu.

- a. Prinsip perancangan produk bagi individu dengan ukuran yang ekstrim.
Disini rancangan produk dibuat agar bisa memenuhi 2 (dua) sasaran produk, yaitu
 - Bisa sesuai untuk ukuran tubuh manusia yang mengikuti klasifikasi ekstrim dalam arti terlalu besar atau kecil bila dibandingkan dengan rata-ratanya.
 - Tetap bisa digunakan untuk memenuhi ukuran tubuh yang lain (mayoritas dari populasi yang ada).
- b. Prinsip perancangan produk yang bisa dioperasikan diantara rentang ukuran tertentu.

Disini rancangan bisa dirubah-rubah ukurannya sehingga cukup *fleksibel* dioperasikan oleh setiap orang yang memiliki berbagai macam ukuran tubuh. Contoh yang paling umum dijumpai adalah perancangan kursi mobil yang mana dalam hal ini letaknya bisa digeser maju/mundur dan sudut sandarannya bisa dirubah-rubah sesuai dengan yang diinginkan. Dalam kaitannya untuk mendapatkan rancangan yang *fleksibel*, semacam ini maka data anthropometri yang umum diaplikasikan adalah rentang nilai *5-th s/d 95-th percentile*.

c. Prinsip perancangan produk dengan ukuran rata-rata.

Berkaitan dengan aplikasi data anthropometri yang diperlukan dalam proses perancangan produk ataupun fasilitas kerja, maka ada beberapa saran/rekomendasi yang bisa diberikan sesuai dengan langkah-langkah seperti berikut :

Pertama kali terlebih dahulu harus ditetapkan anggota tubuh yang mana yang nantinya akan difungsikan untuk mengoperasikan rancangan tersebut.

Tentukan dimensi tubuh yang penting dalam proses perancangan tersebut, dalam hal ini juga perlu diperhatikan apakah harus menggunakan data *struktural body dimension* ataukah *functional body dimension*.

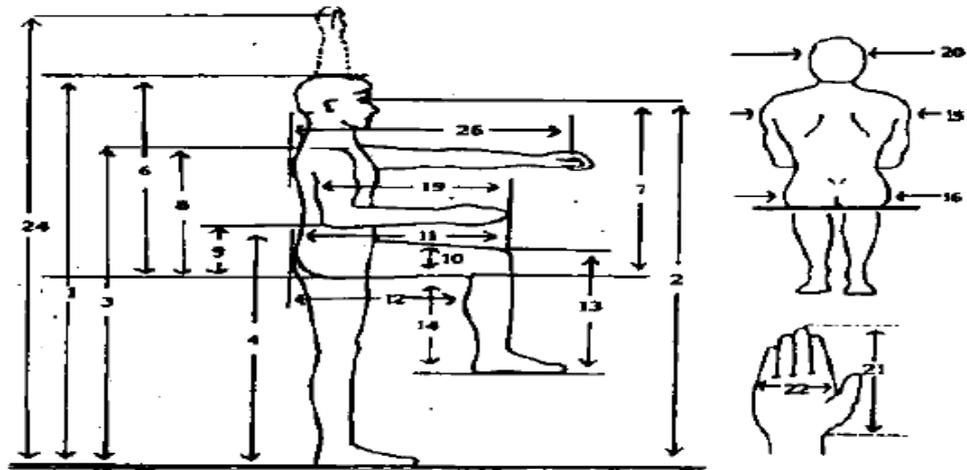
Selanjutnya tentukan populasi terbesar yang harus diantisipasi, diakomodasikan dan menjadi target utama pemakai rancangan produk tersebut. Hal ini lazim dikenal sebagai "*market segmentation*", seperti produk mainan untuk anak-anak, peralatan rumah tangga untuk wanita, dll. Tetapkan prinsip ukuran yang harus diikuti semisal apakah rancangan tersebut untuk ukuran individual yang ekstrim, rentang ukuran yang fleksibel (*adjustable*) ataukah ukuran rata-rata.

Pilih *prosentase* populasi yang harus diikuti, 90-th, 95-th, 99-th ataukah nilai *percentile* yang lain yang dikehendaki.

Untuk setiap dimensi tubuh yang telah diidentifikasi selanjutnya pilih/tetapkan nilai ukurannya dari tabel data anthropometri yang sesuai. Aplikasi data tersebut dan tambahkan faktor kelonggaran (*allowance*) bila diperlukan seperti halnya tambahan ukuran akibat faktor

tebalnya pakaian yang harus dikenakan oleh operator, pemakaian sarung tangan (*glowes*), dan lain-lain.

Selanjutnya untuk memperjelas mengenai data anthropometri untuk bisa diaplikasikan dalam berbagai rancangan produk ataupun fasilitas kerja menurut (Nurmianto, 1999). Dalam bukunya, maka pada gambar tersebut dibawah ini akan memberikan informasi tentang berbagai macam anggota tubuh yang perlu diukur pada gambar. 1.



Gambar 2.1 Anthropometri tubuh manusia yang diukur dimensinya

Sumber : Wignjosoebroto, 2000

Keterangan :

1. Dimensi tinggi tubuh dalam posisi tegak (dari lantai s/d ujung kepala)
2. Tinggi mata dalam posisi berdiri tegak
3. Tinggi bahu dalam posisi berdiri tegak
4. Tinggi siku dalam posisi berdiri tegak (siku tegak lurus)
5. Tinggi kepalan tangan yang terjulur lepas dalam posisi berdiri tegak (dalam gambar tidak ditunjukkan).
6. Tinggi tubuh dalam posisi duduk (diukur dari alas tempat duduk/pantat sampai dengan kepala).
7. Tinggi mata dalam posisi duduk.

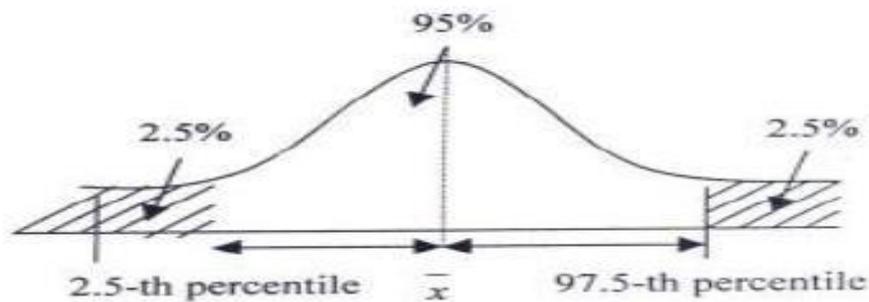
8. Tinggi bahu dalam posisi duduk
9. Tinggi siku dalam posisi duduk (siku tegak lurus)
10. Tebal atau lebar paha.
11. Panjang paha yang diukur dari pantat s/d ujung lutut.
12. Panjang paha yang diukur dari pantat s/d bagian belakang dari lutut/betis.
13. Tinggi lutut yang bisa diukur baik dalam posisi berdiri ataupun duduk.
14. Tinggi tubuh dalam posisi duduk yang diukur dari lantai sampai dengan paha.
15. Lebar dari bahu (bisa diukur dalam posisi berdiri ataupun duduk)
16. Lebar pinggul/pantat
17. Lebar dari dada dalam keadaan membusung (tidak tampak ditunjukkan dlm gambar).
18. Lebar perut
19. Panjang siku yang diukur dari siku sampai dengan ujung jari-jari dalam posisi siku tegak lurus.
20. Lebar kepala.
21. Panjang tangan diukur dari pergelangan sampai dengan ujung jari.
22. Lebar telapak tangan.
23. Lebar tangan dalam posisi tangan terbentang lebar-lebar kesamping kiri-kanan (tidak ditunjukkan dalam gambar).
24. Tinggi jangkauan tangan dalam posisi berdiri tegak, diukur dari lantai sampai dengan telapak tangan yang terjangkau lurus keatas (vertikal).
25. Tinggi jangkauan tangan dalam posisi duduk tegak, diukur seperti halnya no 24 tetapi dalam posisi duduk (tidak ditunjukkan dalam gambar).
26. Jarak jangkauan tangan yang terjulur kedepan diukur dari bahu sampai ujung jari tangan.

2.5 Aplikasi Distribusi Normal Dalam Anthropometri

Penerapan data *anthropometri* distribusi yang umum digunakan adalah distribusi normal (Nurmianto, 2004). Dalam statistik, distribusi normal diformulasikan berdasarkan nilai rata-rata dan standar deviasi dari data yang ada. Nilai rata-rata dan standar deviasi yang ditentukan

percentile sesuai tabel probabilitas distribusi normal. Adanya variansi tubuh yang cukup besar pada ukuran tubuh manusia secara perseorangan, maka perlu memperhatikan rentang nilai yang ada. Masalah adanya variansi ukuran sebenarnya lebih mudah diatasi bilamana mampu merancang produk yang memiliki fleksibilitas dan sifat „mampu suai“ dengan suatu rentang ukuran tertentu. Pada penetapan data *anthropometri*, pemakaian distribusi normal akan umum diterapkan. Distribusi normal diformulasikan berdasarkan harga rata-rata dan simpangan standarnya dari data yang ada. Berdasarkan nilai yang ada tersebut, maka persentil (nilai yang menunjukkan persentase tertentu dari orang yang memiliki ukuran pada atau di bawah nilai tersebut) bisa ditetapkan sesuai tabel probabilitas distribusi normal. Bilamana diharapkan ukuran yang mampu mengakomodasikan 95% dari populasi yang ada, maka diambil rentang 2,5th dan 97,5th persentil sebagai batas-batasan.

Adanya variansi tubuh yang cukup besar pada ukuran tubuh manusia secara perseorangan, maka perlu memperhatikan rentang nilai yang ada. Masalah adanya variansi ukuran sebenarnya lebih mudah diatasi bilamana mampu merancang produk yang memiliki fleksibilitas dan sifat „mampu menyesuaikan“ dengan suatu rentang ukuran tertentu. Pada penetapan data *anthropometri*, pemakaian distribusi normal akan umum diterapkan. Distribusi normal diformulasikan berdasarkan harga rata-rata dan simpangan standarnya dari data yang ada. Berdasarkan nilai yang ada tersebut, maka persentil (nilai yang menunjukkan persentase tertentu dari orang yang memiliki ukuran pada atau di bawah nilai tersebut) bisa ditetapkan sesuai tabel probabilitas distribusi normal. Bilamana diharapkan ukuran yang mampu mengakomodasikan 95% dari populasi yang ada, maka diambil rentang 2,5th dan 97,5th persentil sebagai batas-batasan.



Gambar 2.2 Distribusi normal yang mengakomodasi 95% dari populasi

Sumber : Wignjosoebroto, 2000

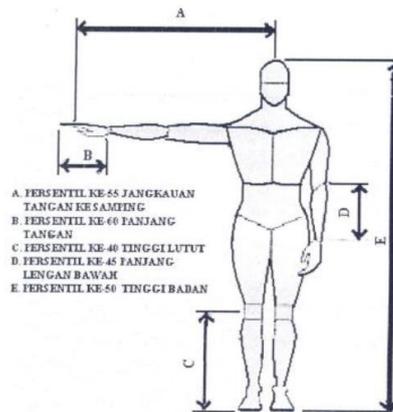
Secara statistik diperlihatkan data hasil pengukuran tubuh manusia pada berbagai populasi terdistribusi dalam grafik sedemikian rupa sehingga data-data yang bernilai kurang lebih sama akan terkumpul di bagian tengah grafik. Persentil menunjukkan jumlah bagian per seratus orang dari suatu populasi yang memiliki ukuran tubuh tertentu. Tujuan penelitian, sebuah populasi dibagi-bagi berdasarkan kategori dengan jumlah keseluruhan 100% dan diurutkan mulai dari populasi terkecil hingga terbesar berkaitan dengan beberapa pengukuran tubuh tertentu. Sebagai contoh, persentil ke-95 dari suatu pengukuran tinggi badan berarti bahwa hanya 5% data merupakan data tinggi badan yang bernilai lebih besar dari suatu

populasi dan 95% populasi merupakan data tinggi badan yang bernilai sama atau lebih rendah pada populasi tersebut.

Persentil ke-50 memberi gambaran yang mendekati nilai rata-rata dari suatu kelompok tertentu. Suatu kesalahan yang serius pada penerapan suatu data dengan mengasumsikan bahwa setiap ukuran pada persentil ke-50 mewakili pengukuran manusia rata-rata, sehingga digunakan sebagai pedoman perancangan. Kesalahpahaman yang terjadi dengan asumsi tersebut mengaburkan pengertian atas makna 50% dari kelompok, Sebenarnya tidak ada yang dapat disebut “manusia rata-rata”.

Ada dua hal penting yang harus selalu diingat bila menggunakan persentil. Pertama, suatu persentil antropometri dari tiap individu hanya berlaku untuk satu data dimensi tubuh saja. Kedua, tidak dapat dikatakan seseorang memiliki persentil yang sama, ke-95, atau ke-90 atau ke-5,

untuk keseluruhan dimensi. Tidak ada orang dengan keseluruhan dimensi tubuhnya mempunyai nilai persentil yang sama, karena seseorang dengan persentil ke-50 untuk data tinggi badannya, memiliki persentil 40 untuk data tinggi lututnya, atau persentil ke-60 untuk data panjang lengannya seperti ilustrasi pada gambar 1.3



Gambar 1.3 Ilustrasi seseorang dengan tinggi badan P50 mungkin saja memiliki jangkauan tangan ke samping P55

Sumber : Wigenjosoebroto, 2000

Sebuah perancangan diperlukan identifikasi mengenai dimensi ruang dan dimensi jangkauan. Dimensi ruang merupakan dimensi yang menggunakan ukuran 90P ataupun 95P, bertujuan orang yang ukurannya datanya tersebar pada wilayah tersebut dapat lebih merasa nyaman ketika menggunakan hasil rancangan. Dimensi jangkauan lebih sering menggunakan ukuran 5P ataupun 10P, bertujuan orang yang datanya tersebar pada wilayah tersebut dapat turut menggunakan fasilitas yang tersedia.

Pemakaian nilai-nilai persentil yang umum diaplikasikan dalam perhitungan data *anthropometri* ditampilkan dalam tabel 2.1

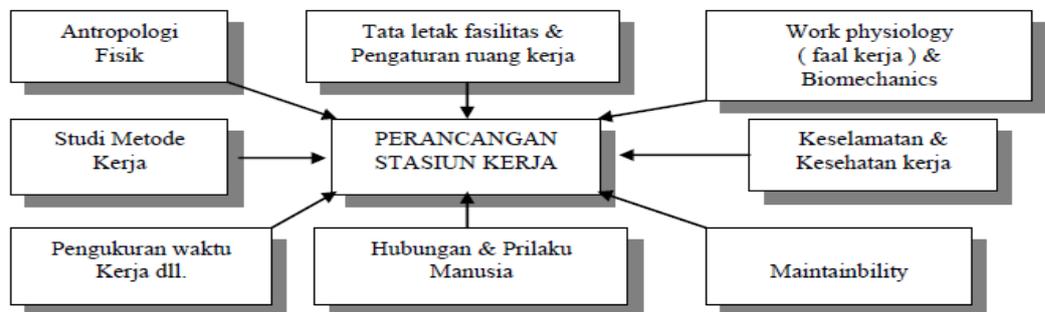
Tabel 2.1 Nilai persentil

Percentile	Perhitungan
1-st	$X - 2.325 \sigma_x$
2.5-th	$X - 1.96 \sigma_x$
5-th	$X - 1.645 \sigma_x$
10-th	$X - 1.28 \sigma_x$
50-th	X
90-th	$X + 1.28 \sigma_x$
95-th	$X + 1.645 \sigma_x$
97.5-th	$X + 1.96 \sigma_x$
99-th	$X + 2.325 \sigma_x$

Sumber: Nurmianto, 1996

2.6 Macam disiplin dan keahlian kerja yang terkait dengan perancangan stasiun kerja.

Perancangan stasiun kerja dalam industri haruslah mempertimbangkan banyak aspek yang berasal dari berbagai disiplin atau spesialisasi keahlian yang ada. Hal ini secara skematis dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.4 Disiplin dan keahlian yang terkait dengan perancangan stasiun kerja.

Sumber : Wignjosoebroto, 2000

Dalam perancangan stasiun kerja, aspek awal yang harus diperhatikan adalah yang menyangkut perbaikan-perbaikan metode atau cara kerja dengan menekankan pada prinsip-prinsip ekonomi gerakan dengan tujuan pokoknya adalah meningkatkan efisiensi dan produktivitas kerja. Aspek kedua yang menjadi pertimbangan adalah kebutuhan akan data yang menyangkut dimensi tubuh manusia (*anthropometric data*). Data anthropometri ini terutama sekali akan menunjang didalam proses

perancangan produk dengan tujuan untuk mencari keserasian hubungan antara produk dan manusia yang memakainya. Aspek ketiga yang perlu dipertimbangkan berikutnya adalah berkaitan dengan pengaturan tata letak fasilitas kerja yang diperlukan dalam suatu kegiatan. Pengaturan fasilitas kerja pada prinsipnya bertujuan untuk mencari gerakan-gerakan kerja yang efisien seperti halnya dengan pengaturan gerakan *material handling*.

Pertimbangannya selanjutnya adalah aspek keempat menyangkut pengukuran enersi (*energy cost*) yang harus dikeluarkan untuk melaksanakan aktivitas tertentu. Beban kerja baik beban statis maupun dinamis akan diukur berdasarkan parameter-parameter fisiologis seperti volume oksigen yang dikonsumsi, detak jantung, dan lain-lain. Data fisiologis ini akan memiliki implikasi didalam perancangan stasiun kerja disamping juga bermanfaat dalam hal penjadwalan kerja (penyusunan waktu istirahat), mengurangi stress akibat beban kerja yang terlalu berlebihan, dan lain-lain. Aktifitas pengukuran enersi berkaitan erat dengan disiplin *physiology* atau *biomechanic*.

2.7 Pendekatan ergonomis dalam perancangan stasiun kerja.

Secara ideal perancangan stasiun kerja haruslah disesuaikan peranan dan fungsi pokok dari komponen-komponen sistem kerja yang terlibat yaitu manusia, mesin/peralatan dan lingkungan fisik kerja. Peranan manusia dalam hal ini akan didasarkan pada kemampuan dan keterbatasannya terutama yang berkaitan dengan aspek pengamatan, kognitif, fisik ataupun psikologisnya. Demikian juga peranan atau fungsi mesin/peralatan seharusnya ikut menunjang manusia (operator) dalam melaksanakan tugas yang ditentukan. Mesin/peralatan kerja juga berfungsi menambah kemampuan manusia, tidak menimbulkan stress tambahan akibat beban kerja dan membantu melaksanakan kerja-kerja tertentu yang dibutuhkan tetapi berada diatas kapasitas atau kemampuan yang dimiliki manusia. Selanjutnya mengenai peranan dan fungsi dari lingkungan fisik kerja akan berkaitan dengan usaha untuk menciptakan kondisi-kondisi kerja yang akan menjamin manusia dan mesin agar dapat berfungsi pada kapasitas maksimalnya. Dalam kaitannya dengan lingkungan fisik kerja

seringkali dijumpai bahwa perencana sistem kerja justru lebih memperhatikan mesin/peralatan yang harus lebih dilindungi dari pada melihat kepentingan manusia-pekerjanya.

Berkaitan dengan perancangan fasilitas maupun lingkungan kerja yang dirancang(Wignjosoebroto, 1995). dipertimbangkan sebagai berikut :

a. Sikap dan posisi kerja.

Tidak peduli apakah pekerja harus berdiri, duduk atau dalam sikap/posisi kerja yang lain, pertimbangan-pertimbangan ergonomis yang berkaitan dengan sikap/posisi kerja akan sangat penting. Beberapa jenis pekerjaan akan memerlukan sikap dan posisi tertentu yang kadang-kadang cenderung untuk tidak mengenakkan. Kondisi kerja seperti ini memaksa pekerja selalu berada pada sikap dan posisi kerja yang "aneh" dan kadang-kadang juga harus berlangsung dalam jangka waktu yang lama. Hal ini tentu saja akan mengakibatkan pekerja cepat lelah, membuat banyak kesalahan atau menderita cacat tubuh. Untuk menghindari sikap dan posisi kerja yang kurang *favourable* ini pertimbangan-pertimbangan ergonomis antara lain menyarankan hal-hal seperti :

- Mengurangi keharusan operator untuk bekerja dengan sikap dan posisi membungkuk dengan frekuensi kegiatan yang sering atau jangka waktu lama. Untuk mengatasi problema ini maka stasiun kerja harus dirancang terutama dengan memperhatikan fasilitas kerjanya seperti meja kerja, kursi dll yang sesuai dengan data antropometri agar operator dapat menjaga sikap dan posisi kerjanya tetap tegak dan normal. Ketentuan ini terutama sekali ditekankan bilamana pekerjaan-pekerjaan harus dilaksanakan dengan posisi berdiri.
- Operator tidak seharusnya menggunakan jarak jangkauan maksimum yang bisa dilakukan. Pengaturan posisi kerja dalam hal ini dilakukan dalam jarak jangkauan normal (konsep/prinsip ekonomi gerakan). Disamping pengaturan ini bisa memberikan sikap dan posisi yang nyaman juga akan mempengaruhi aspek-aspek ekonomi gerakan. Untuk hal-hal tertentu operator harus mampu dan cukup leluasa mengatur tubuhnya agar memperoleh sikap dan posisi kerja yang lebih mengenakkannya.

- Operator tidak seharusnya duduk atau berdiri pada saat bekerja untuk waktu yang lama dengan kepala, leher, dada atau kaki berada dalam sikap atau posisi miring. Demikian pula sedapat mungkin menghindari cara kerja yang memaksa operator harus bekerja dengan posisi telentang atau tengkurap.
- Operator tidak seharusnya dipaksa bekerja dalam frekuensi atau periode waktu yang lama dengan tangan atau lengan berada dalam posisi diatas level siku yang normal.

b. Anthropometri dan dimensi ruang kerja.

Penerapan data anthropometri, distribusi yang umum digunakan adalah distribusi normal (Nurmianto, 1996). Anthropometri pada dasarnya akan menyangkut ukuran fisik atau fungsi dari tubuh manusia termasuk disini ukuran linier, berat volume, ruang gerak, dan lain-lain. Data anthropometri ini akan sangat bermanfaat didalam perencanaan peralatan kerja atau fasilitas-fasilitas kerja (termasuk disini perencanaan ruang kerja). Persyaratan ergonomis mensyaratkan agar supaya peralatan dan fasilitas kerja sesuai dengan orang yang menggunakannya khususnya yang menyangkut dimensi ukuran tubuh. Dalam menentukan ukuran maksimum atau minimum biasanya digunakan data anthropometri antara *5-th dan 95-th percentile*. Untuk perencanaan stasiun kerja data anthropometri akan bermanfaat baik didalam memilih fasilitas-fasilitas kerja yang sesuai dimensinya dengan ukuran tubuh operator, maupun didalam merencanakan dimensi ruang kerja itu sendiri.

Dimensi ruang kerja akan dipengaruhi oleh hal pokok yaitu situasi fisik dan situasi kerja yang ada. Didalam menentukan dimensi ruang kerja perlu diperhatikan antara lain jarak jangkauan yang bisa dilakukan oleh operator, batasan-batasan ruang yang enak dan cukup memberikan keleluasaan gerak operator dan kebutuhan area minimum yang harus dipenuhi untuk kegiatan-kegiatan tertentu.

c. Efisiensi ekonomi gerakan dan pengaturan fasilitas kerja.

Perancangan sistem kerja haruslah memperhatikan prosedur-prosedur untuk mengekonomisasikan gerakan-gerakan kerja sehingga

dapat memperbaiki efisiensi dan mengurangi kelelahan kerja. Pertimbangan mengenai prinsip-prinsip ekonomi gerakan diberikan selama tahap perancangan sistem kerja dari suatu industri, karena hal ini akan mempermudah modifikasi bilamana diperlukan- terhadap *hardware*, prosedur kerja, dan lain-lain. Seperti yang umum dijumpai sekali mesin diinstalasikan atau fasilitas fisik pabrik dibangun maka yang terjadi adalah manusia harus segera mampu beradaptasi dengan kondisi-kondisi yang telah terpasang tersebut.

Kondisi akan tetap tak berubah untuk periode yang lama, sehingga kalau demikian dirasakan kondisi itu tidak efisien ataupun tidak ergonomis, modifikasi akan terasa sulit dan tidak bisa dilaksanakan setiap saat. Berikut akan diuraikan beberapa ketentuan-ketentuan pokok yang berkaitan dengan prinsip-prinsip ekonomi gerakan yang perlu dipertimbangkan dalam stasiun kerja yang dirancang (wignjosoebroto, 1995) :

- Organisasi fasilitas kerja sehingga operator secara mudah akan mengetahui lokasi penempatan material (bahan baku, produk akhir atau limbah buangan/*skrap*), *spare-parts*, peralatan kerja, mekanisme kontrol atau *display* dan lain-lain yang dibutuhkan tanpa harus mencari-cari.
- Buat rancangan fasilitas kerja (mesin, meja, kursi dan lain-lain) dengan dimensi yang sesuai data antropometri dalam range 5 sampai 95-th *percentile* agar operator bisa bekerja leluasa dan tidak cepat lelah. Biasanya untuk merancang lokasi jarak jangkauan akan dipergunakan operator dengan jarak jangkau terpendek (5-th *percentile*), sedangkan untuk lokasi kerja yang membutuhkan *clearance* akan mempergunakan data yang terbesar (95-th *percentile*).
- Atur suplai/pengiriman material ataupun peralatan/perkakas secara teratur ke stasiun-stasiun kerja yang membutuhkan. Disini operator tidak seharusnya membuang waktu dan energi untuk mengambil material atau peralatan/perkakas kerja yang dibutuhkan.
- Untuk menghindari pelatihan ulang yang tidak perlu dan kesalahan-kesalahan manusia karena pola kebiasaan yang sudah dianut, maka

bakukan rancangan lokasi dari peralatan kerja (mekanisme kendali atau *display*) untuk model atau *type* yang sama.

- Buat rancangan kegiatan kerja sedemikian rupa sehingga akan terjadi keseimbangan kerja antara tangan kanan dan tangan kiri (terutama untuk kegiatan perakitan). Diharapkan pula operator dapat memulai dan mengakhiri gerakan kedua tangannya tersebut secara serentak dan menghindari jangan sampai kedua tangan menganggur (*idle*) pada saat yang bersamaan. Buat pula peralatan-peralatan pembantu untuk mempercepat proses *handling*. Disamping itu bila mana memungkinkan suatu kegiatan juga dikerjakan/dikendalikan dengan menggunakan kaki-untuk mengurangi kerja tangan hal-hal tertentu- maka bisa pula dirancang mekanisme khusus untuk maksud ini. Apabila akhirnya kaki juga ikut serta "meramaikan" pelaksanaan kerja, maka distribusikan beban kerja tersebut secara seimbang antara tangan dan kaki. Biasanya untuk mengendalikan kegiatan yang memerlukan tingkat ketelitian yang tinggi, tanggungjawab untuk pelaksanaan untuk hal tersebut biasanya akan dibebankan pada tangan kanan (perkecualian untuk orang kidal hal ini haruslah dirancang secara khusus).
- Atur tata letak fasilitas pabrik sesuai dengan aliran proses produksinya. Caranya adalah dengan mengatur letak mesin atau fasilitas kerja berdasarkan konsep "*machine-after-machine*" yang disesuaikan dengan aliran proses yang ada. Prinsip tersebut adalah untuk meminimalkan jarak perpindahan material selama proses produksi berlangsung terutama sekali untuk fasilitas-fasilitas yang frekuensi perpindahan atau volume material handlingnya cukup besar. Stasiun-stasiun kerja ataupun departemen-departemen yang karena fungsinya akan sering kali berhubungan dan berinteraksi satu dengan yang lain juga harus diletakkan berdekatan guna mengurangi waktu gerak perpindahan.
- Kombinasi dua atau lebih peralatan kerja sehingga akan memperketat proses kerja. Demikian pula sedapat mungkin peralatan kerja yang akan digunakan sudah berada dalam arah dan posisi yang sesuai pada saat operasi kerja akan diselenggarakan.

2.8 Ovako Working Postures Analysis Sistem (OWAS)

OWAS adalah suatu metode untuk mengevaluasi beban postur (postural load) selama bekerja. Konsep pengukuran postur tubuh ini bertujuan agar seseorang dapat bekerja dengan aman (safe) dan nyaman. Metode OWAS pertama kali dilakukan untuk menganalisa postur kerja pada industri baja. Metode ini telah digunakan dalam penelitian dan pembangunan di Finlandia, Swedia, Jerman, Belanda, India, dan Australia. OWAS bertujuan untuk mengidentifikasi resiko pekerjaan yang dapat mendatangkan bahaya pada tubuh manusia yang bekerja. Metode ini digunakan untuk mengklasifikasikan postur kerja dan beban yang digunakan selama proses ke dalam beberapa kategori fase kerja. Postur tubuh dianalisa dan kemudian diberi nilai untuk diklasifikasikan.

Prosedur OWAS dilakukan dengan melakukan observasi untuk mengambil data postur, beban/ tenaga, dan fase kerja untuk di buat kode berdasarkan data tersebut. Evaluasi penelitian didasarkan pada skor dari tingkat bahaya postur kerja yang ada dan selanjutnya dihubungkan dengan kategori tindakan yang harus diambil. Klasifikasi postur kerja dari metode OWAS adalah pada pergerakan tubuh bagian punggung (back), lengan (arms), dan kaki (legs). Setiap postur tubuh tersebut terdiri atas 4 postur bagian punggung, 3 postur lengan, dan 7 postur kaki. Berat beban yang dikerjakan juga dilakukan penilaian mengandung 3 skala point. Berikut ini adalah klasifikasi sikap bagian tubuh yang diamati untuk dianalisa dan dievaluasi (Karhu, 1977) :

1. Sikap Punggung

- 1) Lurus
- 2) Membungkuk
- 3) Memutar atau miring kesamping
- 4) Membungkuk dan memutar atau membungkuk kedepan menyamping

2. Sikap Lengan

- 1) Kedua lengan berada dibawah bahu
- 2) Satu lengan berada pada atau diatas bahu

- 3) Kedua lengan pada atau diatas bahu
3. Sikap Kaki
- 1) Duduk
 - 2) Berdiri bertumpu pada kedua kaki lurus
 - 3) Berdiri bertumpu pada satu kaki lurus
 - 4) Berdiri bertumpu pada kedua kaki dengan lutut ditekuk
 - 5) Berdiri bertumpu pada satu kaki dengan lutut ditekuk
- 6) Berlutut pada satu atau kedua lutut
- 7) Berjalan
4. Berat Beban
- 1) Berat beban adalah kurang dari 10 Kg ($W = 10 \text{ Kg}$)
 - 2) Berat beban adalah 10 Kg – 20 Kg ($10 \text{ Kg} < W = 20 \text{ Kg}$)
 - 3) Berat beban adalah lebih besar dari 20 Kg ($W > 20 \text{ Kg}$)

Hasil dari analisa postur kerja OWAS terdiri dari empat level skala sikap kerja yang berbahaya bagi para pekerja.

- Kategori 1, Tidak perlu dilakukan perbaikan
- Kategori 2, Perlu dilakukan perbaikan
- Kategori 3, Perbaikan perlu dilakukan secepat dan / atau sesegera mungkin
- Kategori 4, Perbaikan perlu dilakukan sekarang juga.

Proses selanjutnya setelah dilakukan pengkodean yaitu proses pengolahan data. Hasil dari tahap pengkodean postur kerja yang berupa kode postur kerja dimasukkan kedalam tabel OWAS.

Tabel 2.2 Nilai kategori OWAS

Back	Arms	1			2			3			4			5			6			7			Legs Load
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	1	1	1	1	1	1	2
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1	
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1	
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4

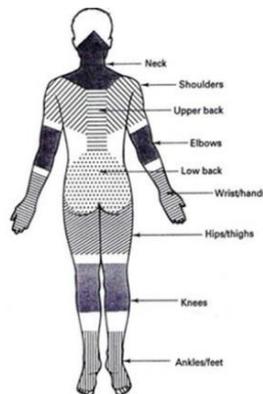
Sumber : Karhu, 1977

2.9 Data *Nordic Body Map* (NBM)

Data *Nordic Body Map* merupakan kuesioner yang paling sering digunakan untuk mengetahui ketidaknyamanan atau cedera pada tubuh. Kuesioner ini sudah cukup terstandarisasi dan tersusun rapi. Kuesioner ini menggunakan gambar tubuh manusia yang sudah dibagi menjadi 9 bagian utama, yaitu:

1. Leher
2. Bahu
3. Punggung bagian atas
4. Siku
5. Punggung bagian bawah
6. Pergelangan tangan/Tangan
7. Pinggan/Pantat
8. Lutut
9. Tumit/Kaki

Responden yang mengisi kuesioner diminta untuk memberikan tanda ada atau tidaknya gangguan pada bagian-bagian tubuh tersebut. Jika diperlukan, gambar tubuh ini dapat dibagi menjadi lebih teliti lagi.



Gambar 2.5 Bagian Tubuh *Nordic Body Map*

Nordic Body Map merupakan salah satu metode pengukuran subyektif untuk mengukur rasa sakit otot para pekerja (Wilson and Corlett, 1995). Kuesioner *Nordic Body Map* merupakan salah satu bentuk kuesioner checklist ergonomi. Kuesioner *Nordic Body Map* adalah kuesioner yang paling sering digunakan Untuk mengetahui

ketidaknyamanan pada para pekerja karena sudah terstandarisasi dan tersusun rapi. Pengisian kuesioner Nordic Body Map ini bertujuan untuk mengetahui bagian tubuh dari pekerja yang terasa sakit sebelum dan sesudah melakukan pekerjaan pada stasiun kerja.

Berikut ditampilkan tabel Nordic Body Map beserta indikator keterangan diri objek operator yang diteliti dan 27 keluhan anggota tubuh

Tabel 2.3 Nordic Body Map

Lembar pengamatan operator 1					
Nama : Heri		Berat Beban : 20 Kg			
Umur : 27 Tahun		Lama Bekerja : 8 Tahun			
Berat Badan : 60 Kg		Waktu Bekerja : 07:30 - 15:30 WIB			
NO	Jenis Keluhan	keluhan			
		Tidak Sakit	Agak Sakit	Sakit	Sangat Sakit
0	Sakit kaku dibagian leher bagaian atas				
1	Sakit kaku dibagian leher bagaian bawah				
2	Sakit di bahu kiri				
3	Sakit di bahu kanan				
4	Sakit di lengan atas kiri				
5	Sakit di punggung				
6	Sakit lengan atas kanan				
7	Sakit pada pnggang				
8	Sakit pada bawah pinggang				
9	Sakit pada pantat				
10	Sakit pada siku kiri				
11	Sakit pada siku kanan				
12	Sakit lengan bawah kiri				
13	Sakit lengan bawah kanan				
14	Sakit pada pergelangan tangan kiri				
15	Sakit pada pergelangan tangan kanan				
16	Sakit pada tangan kiri				
17	Sakit pada tangan kanan				
18	Sakit pada paha kiri				
19	Sakit pada paha kanan				
20	Sakit pada lutut kiri				
21	Sakit pada lutut kanan				
22	Sakit pada betis kiri				
23	Sakit pada betis kanan				
24	Sakit pada pergelangan kaki kiri				
25	Sakit pada pergelangan kaki kanan				
26	Sakit pada kaki kiri				
27	Sakit pada kaki kanan				

Selanjutnya setelah selesai melakukan wawancara dan pengisian kuesioner maka langkah berikutnya adalah menghitung total skor individu

dari seluruh ototskeletal (27 bagian otot skeletal) yang diobservasi. Hasil desain 4 skala Likertakan diperoleh skor individu terendah adalah sebesar 27 dan skor tertinggi adalah 112. Langkah terakhir dari metode ini adalah melakukan upaya perbaikan pada pekerjaan maupun sikap kerja, jika diperoleh hasil tingkat keparahan pada otot skeletal yang tinggi. Tindakan perbaikan yang harus dilakukan tentunya sangat bergantung dari risiko otot skeletal mana yang mengalami adanya.

2.10 Penelitian Terdahulu

1. Ahmad (2015) – MENGANALISA MENGENAI POSTUR KERJA OPERATOR MESIN TAPER DI PT INDOSPRING Tbk,. Skripsi Universitas Muhammadiyah Gresik

Pada penelitian Ahmad yang menganalisa mengenai postur kerja operator pada mesin taper di PT INDOSPRING Tbk, dengan menggunakan pendekatan ergonomi sehingga dapat menciptakan suatu perbaikan kerja pada operator saat melakukan proses produksi. sehingga dengan menciptakan cara kerja yang ergonomi pada operator mesin taper membuat keluhan-keluhan tubuh berkurang yaitu terjadinya gangguan musculoskeletal dapat berkurang. Dan operator bisa bekerja dengan aman dan nyaman

2. Powennari (2011) – ANALISIS ERGONOMI TERHADAP RANCANGAN FASILITAS KERJA PADA STASIUN KERJA DiBAGIAN SKIVING DENGAN ANTROPHOMETRI ORANG INDONESIA. Jurnal Ilmiah Teknik Industri ITS Surabaya Vol. 10, No. 2, Desember (2011).

Pada penelitian Powennari merencanakan tentang rancangan meja dan kursi kerja dengan menggunakan antropometri dan ergonomic. Hasil penelitian rancangan meja dan kursi kerja pada stasiun pemotongan. Berdasarkan dari kondisi kerja tersebut akan dilakukan suatu redesain terhadap stasiun kerja. Beberapa hal yang akan dijadikan dasar dalam melakukan redesain. Operator terhadap keluhan rasa sakit yang dialami selama bekerja, dan analisis terhadap waktu dan output standar yang

dihasilkan. Dari hasil analisis yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa kondisi kerja sesudah redesain ini akan lebih baik dari pada kondisi kerja sebelum redesain, misalnya ukuran fasilitas kerja yang telah disesuaikan dengan antropometri, adanya kursi kerja, selain itu pengeluaran energi rata-rata operator pada kondisi sesudah redesain sudah lebih kecil dari sebelum redesain dan juga standar Lehman.

3. Tanudireja (2013) – ERGONOMI DITINJAU DARI ANTROPOMETRI PADA INTERIOR RESTORAN PIZZA-HUT DISURABAYA TIMUR. JURNAL INTRA Vol. 1, No. 2, (2013)

Pada penelitian Tanudirejo merenangkan tentang Ergonomi ditinjau dari antropometri pada mebel (meja makan, kursi makan, meja salad, kursi tunggu, wastafel, dan meja kasir) di restoran Pizza Hut di Surabaya Timur, sudah sesuai dengan standard karena masing-masing mebel telah sesuai dengan ukuran standart yang ada, dan hanya sedikit kekurangan ataupun kelebihan ukuran yang ada. Dan dari hasil pendapat responden rata-rata prosentase yang menyatakan sudah nyaman.