

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ergonomi

Ergonomi berasal dari dua kata bahasa Yunani yaitu *ergon* dan *nomos*. *Ergon* berarti kerja, dan *nomos* berarti aturan, kaidah atau prinsip. Ergonomi dapat diartikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang keterkaitan orang dengan lingkungan kerjanya. Ergonomi secara khusus mempelajari keterbatasan dan kemampuan manusia dalam berinteraksi dengan teknologi dan produk – produk buaatannya.

Ilmu ini mmuncul akibat banyaknya kesalahan yang dilakukan dalam proses kerja yaitu kesalahan dalam perancangan atau prosedur kerja. Sejumlah peralatan kerja di rancang tidak sesuai dengan kondisi fisik, psikis dan lingkungannya.

Mc. Cormick dan Sanders menyatakan bahwa salah satu bagian dari aplikasi ergonomika adalah human error, kecelakaan dan keselamatan kerja. Pendekatan ini menganut prinsip human centered design atau fit the job to the man dimana manusia diperlakukan sebagai pusat sistem. Karena manusia sebagai pusat sisitem, maka semua perancangan sistem kerja di arahkan pada perancangan yang sesuai dengan perncangan itu sendiri. (Amin Sukron, Muhammad kholil. 2014 : 36)

2.1.1 Kondisi Lingkungan kerja

Faktor lain utuk mendapatkan perancangan tempat kerja yang optimum adalah lingkungan kerja. Faktor – yang mempengaruhi lingkungan kerja antara adalah temperatur, kelembapan, sirkulasi udara, pencahayaan, kebisingan dan sebagainya.

1. Temperatur tubuh kita selalu menyesuaikan temperature ruangan sehingga jika kita bekerja pada suhu ruangan yang terlampau dingin akan menurunkan gairah kerja, sedangkan suhu yang terlampau panas dapat membuat kelelahan dan cenderung membuat banyak kesalahan.
2. Kelembapan yaitu keadaan dimana udara sangat panas dan kelembapan tinggi maka akan menimbulkan pengurangan panas dari tubuh secara besar besaran, karena sistem penguapan dan pengaruh lain ialah makin cepat denyut jantung karena makin aktifnya peredaran darah untuk memenuhi kebutuhan oksigen. Dalam hal ini tubuh manusia selalu berusaha untuk mencapai keseimbangan antar panas tubuhnya dengan suhu sekitarnya.
3. Sirkulasi udara yang baik menjamin udara disekitar tempat kerja tetap sehat dala arti cukup mengandung oksigen. Tersedianya oksigen akan memberikan kesejukan dan kesegaran dan sangat membantu dalam mempercepat eulihan tuuh akibat lelah setelah bekerja.

4. Pencahayaan, telah kita ketahui hamper semua pelaksanaan pekerjaan melibatkan fungsi mata dimana sering kita temui jenis pekerjaan yang memerlukan tingkat penerangan tertentu agar tenaga kerja dapat dengan jelas mengamati objek yang sednag dikerjakan untuk itu dibutuhkan sistem pencahayaan yang baik.
5. Kebisingan, bunyi-bunyi yang tidak dikehendaki oleh telinga karena dapat mengganggu ketenangan kerja merusak pendengaran dan menimbulkan salah kounikasi.

2.2 Perancangan

Proses perancangan produk akan memerlukan pendekatan dari berbagai macam disiplin. Pengetahuan keteknikan dan rekayasa (engineering) akan diperlukan dalam perancangan sebuah produk terutama berkaitan dengan aspek mekanika dan elektrika. Selanjutnya studi tentang ergonomi akan mencoba mengkaitkan rancangan produk untuk bisa diselarasserasikan dengan manusia, didasarkan pada kapasitas maupun keterbatasan dari sudut tinjauan kemampuan fisiologik maupun psikologik-nya (Stanton, 1998:, hal. 1-5; Hubel, 1984: hal 72-75) dengan tujuan untuk meningkatkan perfomans kerja dari sistem manusia-produk (mesin). Hubungan antara manusia dengan tempat kerjanya juga merupakan fokus studi ergonomi. Tempat kerja yang dimaksudkan dalam hal ini meliputi setiap faktor (kondisi suhu udara, pencahayaan, kebisingan dan sebagainya) yang bisa memberikan pengaruh terhadap efisiensi, keselamatan, kenyamanan, maupun ketenangan orang bekerja sehingga menghindarkan diri dari segala macam bentuk kesalahan manusiawi (human errors) yang berakibat kecelakaan kerja (Hawkes, 1997: hal. 111-112). Hal yang senada oleh Sanders dan McCormick (Sanders, 1992: hal. 4) dikatakannya dengan merancang produk ataupun alat untuk mencegah terjadinya kesalahan (human error) akan jauh lebih mudah bila dibandingkan mengharapakan orang (operator) jangan sampai melakukan kesalahan pada saat mengoperasikan produk (mesin) atau alat kerja.

Sebuah rancangan produk tergantung maksud dan tujuan dalam melakukan sebelum diproduksi dan diluncurkan agar bisa dikonsumsi oleh pasar perlu terlebih dahulu dilakukan berbagai macam kajian, evaluasi serta pengujian (test). Proses kajian, evaluasi ataupun pengujian ini meliputi banyak aspek baik yang menyangkut aspek teknis-fungsional maupun kelayakan ekonomis (pasar) seperti analisa nilai (value analysis/engineering), reliabilitas (keandalan), analisa/evaluasi ergonomis, market analysis & test, dan sebagainya. Dalam kaitannya dengan kelayakan ergonomis dari sebuah rancangan produk, maka seperti telah diuraikan panjang lebar sebelumnya, yang dimaksudkan dengan evaluasi ergonomis disini adalah “ *a method for syetematic study of the physiological and psychological requirements for*

a product and its manufacturing processes from a human point of view” (Holt, 1983). Untuk melaksanakan kajian dan evaluasi bahwa sebuah (rancangan) produk telah memenuhi persyaratan ergonomis bisa dilihat dari variabel-variabel data yang berkaitan dengan karakteristik manusia pengguna produk tersebut apakah sudah dimasukkan sebagai bahan pertimbangan. Dalam hal ini ada 4 (empat) aturan dasar perancangan yang pertimbangan ergonomis yang perlu diikuti (Khalil, 1972: hal. 32-35) yaitu:

1. Pahami terlebih dahulu bahwa manusia merupakan fokus utama dari perancangan produk. Hal-hal yang berhubungan dengan struktur anatomi (fisiologik) tubuh manusia harus diperhatikan, demikian juga dengan dimensi ukuran tubuh (anthropometri) harus dikumpulkan dan digunakan sebagai dasar untuk menentukan bentuk maupun ukuran geometris dari produk ataupun fasilitas kerja yang dirancang.
2. Gunakan prinsip-prinsip “kinesiology” (study mengenai gerakan tubuh manusia dilihat dari aspek ilmu fisika atau kadang dikenali dengan istilah lain “biomechanics”) dalam rancangan produk yang dibuat untuk menghindarkan manusia melakukan gerakan-gerakan kerja yang tidak sesuai, tidak beraturan, kaku (patah-patah), dan tidak memenuhi persyaratan efektivitas-efisiensi gerakan (Wells, 1976: hal. 3).
3. Masukkan kedalam pertimbangan mengenai segala kelebihan maupun kekurangan (keterbatasan) yang berkaitan dengan kemampuan fisik yang dimiliki oleh manusia didalam memberikan respons sebagai kriteria-kriteria yang perlu diperhatikan pengaruhnya dalam proses perancangan produk.
4. Aplikasikan semua pemahaman yang terkait dengan aspek psikologik manusia sebagai prinsip-prinsip yang mampu memperbaiki motivasi, attitude, moral, kepuasan dan etos kerja.

2.3 Antropometri

Kata antropometri berasal dari bahasa Yunani (Greek), yaitu anthropos yang berarti manusia (man, human) dan metrein (to measure) yang berarti ukuran. Studi tentang ukuran (tubuh) manusia akan memberikan penjelasan kalau manusia itu pada dasarnya memiliki berbeda satu dengan yang lain. Manusia akan bervariasi dalam berbagai macam dimensi ukuran seperti kebutuhan, motivasi, inteligensia, imajinasi, usia, latar belakang pendidikan, jenis kelamin, kekuatan, bentuk dan ukuran tubuh, dan sebagainya. Dengan memiliki data antropometri yang tepat, maka seorang perancang produk ataupun fasilitas kerja akan mampu menyesuaikan bentuk dan geometris ukuran dari produk rancangannya dengan bentuk maupun ukuran segmen-segmen bagian tubuh yang nantinya akan mengoperasikan produk tersebut.

Dengan demikian juga dapat dipastikan kalau sebagian besar (mayoritas) populasi dari konsumen produk tersebut nantinya akan dapat menggunakan/mengoperasikan produk secara efektif, efisien dan nyaman; dan hanya sebagian kecil saja yang diperkecualikan atau tidak terakomodasikan. Bagaimana kita bisa membuktikan bahwa manusia itu pada dasarnya berbeda dan bagaimana pula sebuah aktivitas dapat diselesaikan dengan melihat realitas perbedaan karakteristik yang ada tersebut? Untuk menyelesaikan masalah ini, ada dua langkah yang bisa ditempuh. Pertama, dilakukan proses seleksi untuk memilih orang dari populasi yang ada yang dianggap memenuhi persyaratan dan kemampuan untuk menyelesaikan beban tugas (*fit the person to the job*). Kedua, dilakukan modifikasi terhadap tugas maupun fasilitas kerja yang akan dioperasikan agar sesuai dengan ukuran-ukuran dan batas kemampuan yang bisa dilakukan oleh mayoritas pekerja yang ada (*fit the job to the person*). Bagaimana modifikasi tugas dan pekerjaan tersebut dapat dilakukan? Seberapa besar batas ukuran (berat, geometris, dsb) yang harus ditetapkan agar mayoritas (upper percentile) dapat melaksanakan beban tugas yang dirancang? Ini semua akan bisa dirancang kalau kita memiliki informasi data yang lengkap, tepat dan relevan terkait dengan ukuran-ukuran (kelebihan dan/atau keterbatasan) manusia. Seorang perancang produk, fasilitas kerja, maupun sistem kerja akan selalu berharap agar hasil rancangannya nanti bisa dioperasikan oleh mayoritas orang dari populasi, dan cenderung mengabaikan eksklusivitas individu atau minoritas populasi yang ada. Strategi perancangan juga ditetapkan untuk kemanfaatan operasional bagi setiap orang dan tidak berorientasi pada kepentingan individu 1-2 orang yang seharusnya memang merupakan perkecualian.

Antropometri merupakan bidang ilmu yang berhubungan dengan dimensi tubuh manusia. Dimensi-dimensi ini dibagi menjadi kelompok statistika dan ukuran persentil. Jika seratus orang berdiri berjajar dari yang terkecil sampai terbesar dalam suatu urutan, hal ini akan dapat diklasifikasikan dari 1 percentile sampai 100 percentile. Data dimensi manusia ini sangat berguna dalam perancangan produk dengan tujuan mencari keserasian produk dengan manusia yang memakainya. Pemakaian data antropometri mengusahakan semua alat disesuaikan dengan kemampuan manusia, bukan manusia disesuaikan dengan alat. Rancangan yang mempunyai kompatibilitas tinggi dengan manusia yang memakainya sangat penting untuk mengurangi timbulnya bahaya akibat terjadinya kesalahan kerja akibat adanya kesalahan disain (*design-induced error*).

2.3.1 Antropometri dan Peralatan

Kenyamanan menggunakan alat bergantung pada kesesuaian ukuran alat dengan ukuran manusia. Jika tidak sesuai, maka dalam jangka waktu tertentu akan

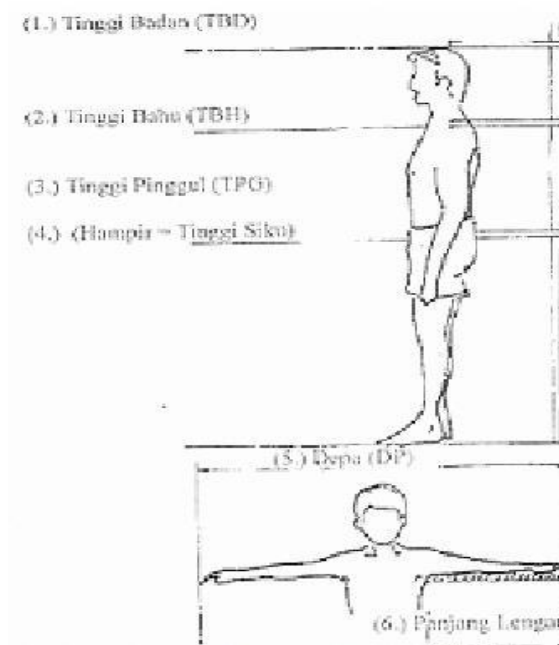
mengakibatkan stress tubuh antara lain dapat berupa lelah, nyeri, pusing. Penelitian yang dilakukan Chang terhadap 30 orang laki-laki sebagai operator *pneumatic screwdriver* usia 22 tahun panjang lengannya rata-rata 18,2 cm dan tinggi tubuh rata-rata 168,5 cm, ternyata yang melakukan kerja pada posisi duduk lebih menerima getaran *pneumatic screwdriver* dan otot lengan depannya mengalami stress dibanding yang posisi kerja berdiri. Selain itu penelitian Gunnar terhadap 20 orang wanita dan 20 orang laki-laki yang sedang menggunakan handle pelatuk *powered drill tools*, median panjang lengan kelompok laki-laki 189 ± 10 mm dan kelompok perempuan 174 ± 9 mm, ternyata ketepatan membidik pelatuk *powered drill tools* ukuran lebar 50 mm lebih mampu digunakan kelompok perempuan dan kelompok laki-laki mampu menggunakan handle pelatuk *powered drill tools* ukuran 60 mm. Hasil beberapa temuan penelitian di atas memberi keyakinan bahwa semua peralatan harus didesain sesuai antropometri pengguna.

Jika disadari bahwa perancangan suatu produk juga dilakukan oleh manusia, maka perancangan sistem manusia-mesin juga tidak lepas dari faktor-faktor manusia karena sebagian dari kesalahan-kesalahan kerja yang terjadi disebabkan oleh rancangan produk yang tidak mempunyai kompatibilitas dengan manusia yang menanganinya. Karena itu seorang perancang produk mempunyai peran besar dalam mengurangi risiko bahaya akibat kesalahan kerja. Diantara penyebab kesalahan pengoperasian setiap produk, didapat kesalahan manusia. Dari berbagai penelitian menunjukkan bahwa besarnya faktor manusia berperan dalam kelancaran pemakaian produk. Memang kesalahan adalah manusiawi, tetapi penelitian lebih jauh menunjukkan bahwa kesalahan manusia banyak disebabkan kesalahan rancangan produk. Ini menunjukkan bahwa kesalahan manusia berawal pada perancangannya yang 'tidak manusiawi' dan berakibat pada tahap pemakaiannya sebagaimana juga pada perawatannya. Sejalan dengan munculnya kesadaran akan arti pentingnya faktor manusia, para pendisain reaktor maupun instalasi-instalasi lainnya mengikutsertakan antropometri dalam desain stasiun kerjanya serta peralatan pendukungnya. Tujuan utama penyertaan antropometri ini adalah untuk memperkecil beban kerja operator sehingga keamanan dan keselamatan instalasi itu dapat dipertinggi lagi. Persoalan yang muncul berkaitan dengan desain peralatan adalah berkaitan dengan antropometri orang Indonesia adalah kompatibilitasnya dengan antropometri tenaga kerja Indonesia. Permasalahan ini timbul karena semuanya itu didesain bukan oleh orang Indonesia dan tidak berdasarkan pada data antropometri tenaga kerja Indonesia, meskipun pada akhirnya hasil rancangan tersebut akan dioperasikan oleh orang Indonesia. Karena itu perlu dilakukan pengukuran data antropometri orang Indonesia untuk menjawab permasalahan yang timbul.

Data-data antropometri yang diperlukan itu adalah :

Antropometri posisi berdiri untuk diterapkan pada ergonomi yang terpenting adalah :

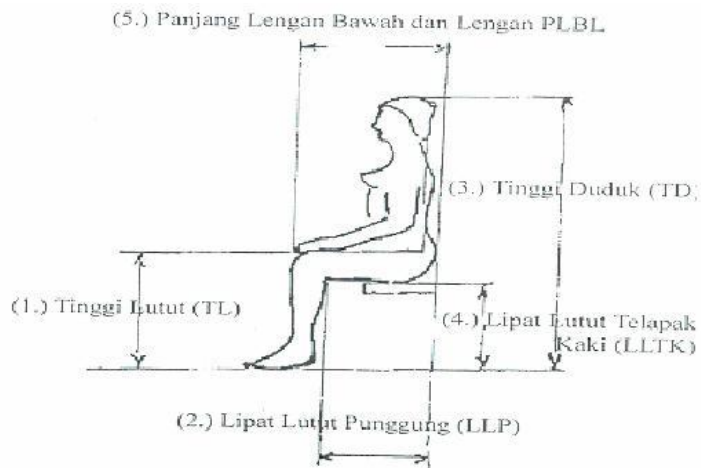
1. Tinggi badan
2. Tinggi bahu
3. Tinggi pinggul
4. Tinggi siku
5. Depa
6. Panjang lengan



Gambar 2.1 Antropometri posisi berdiri

Antropometri posisi duduk terpenting yang harus diukur adalah :

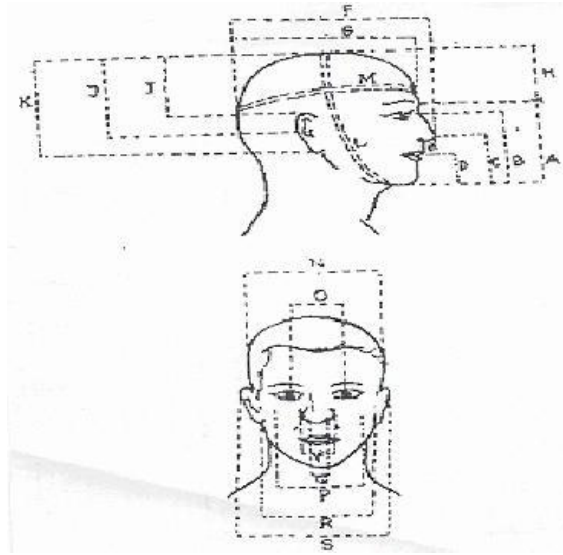
1. Tinggi lutut
2. Lipat lutut punggung
3. Tinggi duduk
4. Lipat lutut telapak kaki
5. Panjang lengan bawah dan lengan



Gambar 2.2 Antropometri posisi duduk

Beberapa bagian yang perlu diukur untuk kepala antara lain :

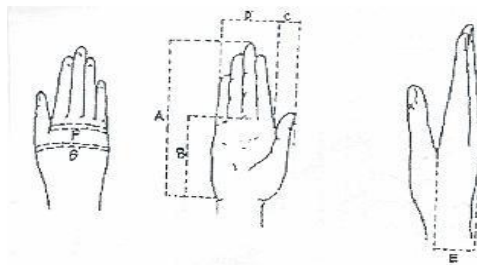
1. Jarak antara vertex dengan dagu (A)
2. Jarak antara mata dengan dagu (B)
3. Jarak antara hidung dengan dagu (C)
4. Jarak antara mulut dengan dagu (D)
5. Jarak antara ujung hidung dengan lekukan lubang hidung (E)
6. Jarak antara ujung hidung dengan kepala belakang (F)
7. Jarak antara dahi dengan belakang kepala (G)
8. Jarak antara vertex dengan lekukan di antara kedua alis (H)
9. Jarak antara vertex dengan daun telinga atas (I)
10. Jarak antara vertex dengan lubang telinga (J)
11. Jarak antara vertex dengan daun telinga bawah (K)
12. Lingkar kepala membujur (L)
13. Lingkar kepala melintang (M)
14. Lebar kepala (N)
15. Jarak antara kedua mata (O)
16. Jarak antara kedua pipi (P)
17. Jarak antara kedua lubang hidung (Q)
18. Jarak antara kedua persendian rahang bawah (R)
19. Jarak antara kedua daun telinga (S)
20. Jarak antara cuping hidung (T)



Gambar 2.3 Antropometri kepala

Pada antropometri tangan beberapa bagian yang perlu diukur adalah:

1. Panjang tangan (A)
2. Panjang telapak tangan (B)
3. Lebar tangan sampai ibu jari (C)
4. Lebar tangan sampai matakarpal (D)
5. Ketebalan tangan sampai matakarpal (E)
6. Lingkar tangan sampai telunjuk (F)
7. Lingkar tangan sampai ibu jari (G)



Gambar 2.4 Antropometri tangan

Manuaba (1996) antropometri merupakan ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan dimensi tubuh manusia. Dimensi disini terbagi menjadi kelompok statistik dan ukuran presentil. Jika 100 orang berdiri sejajar dari yang kecil sampai yang besar dalam suatu ukuran atau urutan, hal ini akan dibuktikan dari satu presentil sampai seratus presentil. Lelaki 2,5 presentil berarti bahwa rancangan tersebut berdasarkan seri dari dimensi yang berkisar 2,5% dari sistem yang

digunakan dalam suatu tingkat pertumbuhan. Jadi 50 persentil berarti bahwa 50% dari tingkat pertumbuhan akan cocok juga pada sistem yang berdasarkan pengukuran, ini tentu saja termasuk 2,5 persentil sebelumnya. Agar rancangan tersebut nantinya dapat disesuaikan dengan ukuran tubuh manusia yang akan menggunakannya, maka prinsip yang harus diambil dalam data antropometri tersebut ditetapkan dahulu seperti: pertama, prinsip perancangan produk bagi responden dengan ukuran tubuh sangat maksimal atau minim, dimana rancangan produk dirancang agar dapat memenuhi dua sasaran produk, yaitu dapat sesuai untuk ukuran tubuh responden yang mengikuti klasifikasi sangat maksimal atau minim dalam arti terlalu besar atau kecil bila dibandingkan dengan ukuran rata-rata, dan tetap dapat dipergunakan untuk memenuhi ukuran tubuh yang lainnya, yaitu mayoritas dari pertumbuhan yang ada. Secara umum aplikasi data antropometri untuk perancangan produk atau fasilitas kerja akan menetapkan nilai persentil 95 untuk dimensi minimum dan persentil 5 untuk dimensi maksimal.

Kedua, prinsip perancangan produk yang dapat digunakan diantara rentang ukuran tertentu. Rancangan pada suatu prinsip ini dapat dirubah ukurannya sehingga cukup mudah untuk dioperasikan oleh setiap orang yang memiliki berbagai macam - macam ukuran tubuh. Dalam kaitannya untuk memperoleh rancangan yang mudah, maka data antropometri yang umum digunakan dalam rentang nilai persentil 5 sampai dengan persentil 95.

Ketiga, prinsip perancangan suatu produk dengan ukuran rata-rata. Dalam hal ini rancangan atau desain produk berdasarkan rata-rata ukuran tubuh manusia (Sanders, 1991). tinggi lutut, lipat lutut punggung, tinggi duduk, lipat lutut telapak kaki, dan panjang lengan bawah dan lengan (Santoso, 2004). Sebuah kursi yang secara antropometri benar, belum tentu ergonomis. Jika desain suatu tempat duduk tidak diperhatikan sama sekali dari hal-hal yang berkenanan dengan dimensi tubuh manusia dan, tidaklah aneh bila rancangan tersebut tidak ergonomis (Panero dan Zelnik, 1979).

Sengaja dikosongkan