

## BAB II

### TINJAUAN TEORI ERGONOMI

#### 2.1 Pendahuluan

##### 2.1.1 Definisi Ergonomi

Kata ergonomi berasal dari bahasa Yunani, yaitu terdiri atas kata dasar “*Ergos*” yang berarti bekerja, dan “*Nomos*” yang artinya hukum alam, sehingga dapat didefinisikan sebagai studi tentang aspek-aspek manusia dan lingkungan kerjanya yang ditinjau secara *anatomi, fisiologi, psikologi, engineering, manajemen* dan desain/perancangan (Nurmianto, 1996:1)<sup>1</sup>

Istilah ergonomi untuk berbagai wilayah berbeda-beda, seperti halnya di Jerman mereka memberi istilah *Arbeitswissenschaft*, kemudian di daerah negara-negara Skandinavia memberi istilah *Bioteknologi*, dan untuk negara-negara di bagian Amerika sebelah utara memberi istilah *Human Engineering* atau *Human Factors Engineering*. Pada dasarnya Ergonomi adalah suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan, dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem itu dengan baik, yaitu untuk mencapai tujuan yang

---

<sup>1</sup>Nurmianto, Eko. 1996. *Ergonomi: Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Surabaya: Guna Widya.

diinginkan melalui pekerjaan itu dengan efektif, aman, dan nyaman.(Sutalaksana, 1979:61)<sup>2</sup>

Mc Cormick, dalam buku “*Human Factor in Engineering and Design*” memberikan pengertian ergonomi kedalam bagian-bagian berikut ini:

- a) Fokus utama dari ergonomi berkaitan dengan pemikiran manusia dalam mendesain peralatan, fasilitas, dan lingkungan yang dibuat oleh manusia, yang digunakan dalam berbagai aspek kehidupannya.
- b) Tujuan dari ergonomi dalam mendesain peralatan, fasilitas dan lingkungan yang dibuat manusia ada dua hal :
  1. Untuk meningkatkan efektifitas fungsional dari penggunaannya.
  2. Untuk mempertahankan atau meningkatkan human value, seperti halnya kesehatan, keselamatan, dan kepuasan kerja.
- c) Pendekatan utama dari ergonomi adalah penerapan yang sistematis dari informasi yang relevan mengenai karakteristik dan tingkah laku manusia untuk mendesain peralatan fasilitas dan lingkungan yang dibuat oleh manusia. (Mc Cormick, 1982:4)

### **2.1.2 Tujuan Ergonomi**<sup>3</sup>

Tujuan utama dari ergonomi adalah mempelajari batasan-batasan pada tubuh manusia dalam berinteraksi dengan lingkungan kerjanya baik secara jasmani maupun

---

<sup>2</sup>Anggawisastra, R., Sutalaksana, I. Z, dan Tjakraatmadja, J. H, (1979). *Teknik Tata Cara Kerja*. Departemen Teknik Industri ITB : Bandung.

<sup>3</sup>Tarwaka. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Manajemen dan implementasi K3 di tempat kerja*. Surakarta: Harapan Press. 2008.

psikologis. Selain itu juga untuk mengurangi datangnya kelelahan yang terlalu cepat dan menghasilkan suatu produk yang nyaman, enak dipakai oleh pemakainya. Menurut Tarwaka (2004, h7), secara umum tujuan dari penerapan ergonomi adalah :

- Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.
- Meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak sosial, mengelola dan mengkoordinir kerja secara tepat guna dan meningkatkan jaminan sosial baik selama kurun waktu usia produktif maupun setelah produktif.
- Menciptakan keseimbangan rasional antara berbagai aspek teknis, ekonomis, dan budaya dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi

### **2.1.3 Perkembangan Ergonomi**

Pada zaman dahulu ketika masih hidup dalam lingkungan alam asli, kehidupan manusia sangat bergantung pada kegiatan tangannya. Alat-alat, perlengkapan-perengkapan, atau rumah-rumah sederhana, dibuat hanya sekedar untuk mengurangi ganasnya alam pada saat itu. Perubahan waktu, walaupun secara perlahan-lahan, telah merubah manusia dari keadaan primitif menjadi manusia yang berbudaya kejadian ini antara lain terlihat pada perubahan rancangan peralatan-peralatan yang dipakai, yaitu mulai dari batu yang tidak berbentuk menjadi batu yang mulai berbentuk dengan meruncingkan beberapa bagian dari batu tersebut.

Perubahan pada alat sederhana ini menunjukkan bahwa manusia telah sejak awal kebudayaan berusaha memperbaiki alat-alat yang dipakainya untuk memudahkan pemakaiannya. Hal ini terlihat pada alat-alat batu runcing yang bagian atasnya dipahat bulat tepat sebesar genggamannya sehingga memudahkan dan menggerakkan pemakaiannya. Banyak lagi perbuatan-perbuatan manusia yang serupa dengan itu dari abad ke abad. Namun hal tersebut berlangsung secara apa adanya, tidak teratur dan tidak terarah, bahkan kadang-kadang secara kebetulan. Baru di abad ke-20 ini orang mulai mensistematiskan cara-cara perbaikan tersebut khusus mengembangkannya. Usaha-usaha ini berkembang terus dan sekarang dikenal sebagai salah satu cabang ilmu yang disebut “Ergonomi”. (Sutalaksana, 1979:61)<sup>4</sup>

Perkembangan ergonomi moderen sendiri dimulai kurang lebih seratus tahun yang lalu pada saat Taylor (1880-an) dan Gilbreth (1890-an) secara terpisah melakukan studi tentang waktu dan gerakan. Penggunaan ergonomi secara nyata dimulai pada zaman perang dunia I untuk mengoptimasikan pabrik-pabrik pada tahun 1924-1930 di *Hawthorne Works of Western electric*, Amerika, dilakukan suatu percobaan tentang ergonomi yang selanjutnya terkenal dengan “*Hawthorne Effect*” (efek Hawthorne). Hasil dari percobaan ini memberikan suatu konsep baru tentang motivasi ditempat kerja dan menunjukkan adanya hubungan fisik yang langsung antara manusia dan mesin.

---

<sup>4</sup>Anggawisastra, R., Sutalaksana, I. Z, dan Tjakraatmadja, J. H, (1979). *Teknik Tata Cara Kerja*. Departemen Teknik Industri ITB : Bandung.

Ergonomi memberikan peranan penting dalam meningkatkan faktor keselamatan dan kesehatan kerja misalnya : desain suatu sistem kerja untuk mengurangi rasa nyeri pada sistem kerangka dan otot manusia, desain stasiun kerja untuk alat peraga *visual* (*visual display unit stasiun*). Hal ini adalah untuk mengurangi ketidaknyamanan *visual* pada postur kerja, desain suatu perkakas kerja (*hands tools*) untuk mengurangi kelelahan kerja, desain suatu peletakan instrumen dan sistem pengendali agar didapat optimasi dalam proses transfer informasi dengan menghasilkan suatu respon yang cepat dengan meminimumkan resiko kerja dan hilangnya resiko kesalahan, serta supaya didapatkan optimasi, efisiensi kerja dan hilangnya resiko kesehatan akibat metoda kerja yang kurang tepat. (Nurmianto, 1996:3)<sup>5</sup>

Ergonomi dibagi kedalam empat kelompok utama, yaitu (Sutalaksana, 1979, Teknik Tata Cara Kerja [II], hal 64):<sup>6</sup>

1. Anthropometri

Menitikberatkan pada nilai ukuran yang sesuai dengan ukuran tubuh manusia. Dalam hal ini terjadi penggabungan dan pemakaian data anthropometri dengan ilmu statistik yang menjadi prasarat utama.

2. Biomekanik

---

<sup>5</sup>Nurmianto, Eko. 1996. *Ergonomi: Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Surabaya: Guna Widya.

<sup>6</sup>Anggawisastra, R., Sutalaksana, I. Z, dan Tjakraatmadja, J. H, (1979). *Teknik Tata Cara Kerja*. Departemen Teknik Industri ITB : Bandung.

Menitikberatkan pada aktivitas manusia ketika bekerja dan cara mengukur dari setiap aktivitas tersebut.

### 3. *Display*

Menitikberatkan pada bagian dari lingkungan yang mengkomunikasikan pada manusia.

### 4. Lingkungan

Menitikberatkan kepada fasilitas-fasilitas dan ruangan ruangan yang biasa digunakan oleh manusia dan kondisi lingkungan kerja karena kedua hal tersebut banyak mempengaruhi tingkah laku manusia.

## **2.2 Antropometri, Konsep dan Sejarahnya<sup>7</sup>**

Antropometri berasal dari kata latin yaitu *anthropos* yang berarti manusia dan *metron* yang berarti pengukuran, dengan demikian antropometri mempunyai arti sebagai pengukuran tubuh manusia (Bridger, 1955). Sedangkan Pulat (1992) mendefinisikan antropometri sebagai studi dari dimensi tubuh manusia. Lebih lanjut Tayyari and Smith (1997) menjelaskan bahwa antropometri merupakan studi yang berkaitan erat dengan dimensi dan karakteristik fisik tertentu dari tubuh manusia seperti berat, volume, pusat gravitasi, sifat-sifat inersia segmen tubuh, dan kekuatan kelompok otot. Sanders and Mc.Cormick (1987) menyatakan bahwa antropometri adalah pengukuran dimensi tubuh atau karakteristik fisik tubuh lainnya yang relevan dengan desain tentang sesuatu yang dipakai orang. Dengan mengetahui ukuran

---

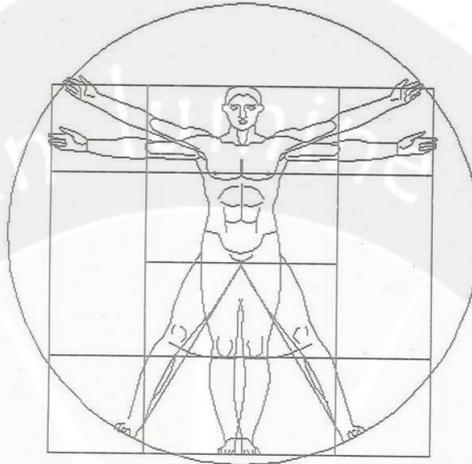
<sup>7</sup>Hari Purnomo, *Antropometri dan Aplikasinya*, Graha Ilmu 2013, hal 1-3

dimensi tubuh pekerja, dapat dibuat rancangan peralatan kerja, stasiun kerja dan produk yang sesuai dengan dimensi tubuh pekerja sehingga dapat menciptakan kenyamanan, kesehatan, keselamatan kerja.

Perhatian terhadap dimensi tubuh manusia sebenarnya sudah ada sejak lama bahkan sudah ada sejak berabad-abad silam. Masyarakat Indonesia sendiri dalam melakukan perancangan peralatan kerja, rumah maupun fasilitas lainnya telah dirancang dengan memperkirakan dimensi tubuh manusia. Sebagai contoh alat pertanian maupun perabot rumah dirancang dengan menyesuaikan dimensi pengguna, meskipun aspek yang dipertimbangkan hanya sebatas aspek fungsi dan estetika bukan pada aspek metrologi. Perancangan tempat peribadatan kuno seperti kuil Yunani merupakan hasil kolaborasi antara filsuf, seniman, dan arsitek yang dikaitkan dengan dimensi tubuh manusia. Kuil Yunani tersebut merupakan rancangan yang terkumpul dari ukuran-ukuran yang proporsional dari berbagai anggota tubuh manusia yang diperlukan pada seluruh pelaksanaan bangunan kuil Yunani tersebut (Panero dan Zelnik, 1979). Selanjutnya pelukis terkenal Leonardo da Vinci membuat gambar manusia yang diilhami oleh konsep yang dikemukakan oleh seorang filsuf yang hidup pada abad 1 SM di Roma, yang bernama Vitruvius.

Pada Gambar 2.1 Vitruvius yang hidup pada abad 1 SM di Roma menjelaskan bahwa pusat merupakan pusat tubuh manusia. Jika seorang dibaringkan secara rata telentang dengan kedua tangan dan kakinya direntangkan dan sebuah jangka dipusatkan pada pusarnya jari-jari kaki dan jari-jari tangan akan menyentuh batas

garis lingkaran yang dibuat. Dan jarak dari telapak kaki hingga kepala akan sama panjangnya dengan ukuran lengan yang terentang (Panero dan Zelnik, 1979).



Gambar 2.2.1 Proporsi tubuh manusia oleh Leonardo da Vinci

(Sumber: Panero dan Zelnik, 1979).

Meskipun pengukuran dimensi tubuh manusia telah dilakukan sejak lama, namun perkembangan cabang ilmu antropologi muncul pada awal abad 19. Cabang ilmu antropologi mempelajari tentang manusia termasuk di dalamnya mempelajari tentang ukuran dan proporsi tubuh manusia yang disebut dengan antropologi fisik. Berawal dari kajian antropologi fisik, maka muncul ilmu yang mempelajari tentang pengukuran tubuh manusia yang dikenal dengan antropometri. Seorang ahli statistik bangsa Belgia bernama Adolphe Quetelet adalah orang yang memperkenalkan antropometri dengan mengaplikasikan konsep statistik pada data antropologi (Kroemer et al., 1994). Data antropometri pada saat itu belum banyak digunakan untuk perancangan. Pada pertengahan abad 19 sebagai awal dimulainya era

antropometri modern yaitu mempelajari hal-hal yang berhubungan dengan ukuran dari tubuh manusia guna keperluan perancangan oleh beberapa industri.

Akhir abad ke 19 antropometri mulai digunakan secara luas pada berbagai disiplin ilmu. Pada masa itu pula antropometri bersama-sama dengan biomekanika menjadi sesuatu yang sangat menarik ahli rekayasa (Kroemer et al., 1994). Dalam hal perancangan fasilitas kerja, data tentang ukuran tubuh manusia (data antropometri) menjadi penting dalam merancang alat, fasilitas kerja dan stasiun kerja. Data antropometri digunakan sebagai dasar oleh para ergonom untuk merancang, dengan tujuan agar terjadi kesesuaian antara dimensi tubuh manusia (pengguna) dengan rancangan yang digunakan. Rancangan yang menggunakan data antropometri diharapkan akan memudahkan pengguna dalam beraktivitas sehingga dapat meningkatkan kemampuan kerja yang akan berdampak pada peningkatan produktivitas kerja.

### **2.3 Penerapan Data Antropometri <sup>8</sup>**

Penerapan data antropometri dewasa ini telah digunakan pada semua aspek kehidupan, baik kehidupan pribadi, di rumah tangga maupun di industri. Sebagai contoh dalam kehidupan pribadi, seseorang dalam kehidupan sehari-hari tidak akan suka memakai sepatu yang tidak sesuai dengan ukuran kaki, maka tidak akan dapat berjalan dengan nyaman. Pada saat kita duduk di kantor, di kampus maupun di rumah, kita akan merasa tidak nyaman jika kursi yang kita gunakan untuk duduk

---

<sup>8</sup>Hari Purnomo, *Antropometri dan Aplikasinya*, Graha Ilmu 2013, hal 4-6

terlalu pendek atau terlalu tinggi, kita juga akan merasa tidak nyaman jika kita duduk di atas kursi yang terlalu lebar atau terlalu sempit. Pada kehidupan rumah tangga juga tidak terlepas dari perancangan perabot rumah tangga. Kita tidak akan merasa nyaman ketika kita menggunakan perabot rumah tangga yang tidak sesuai dengan dimensi tubuh kita. Begitu juga di industri pekerja akan merasa tidak nyaman jika menggunakan alat-alat kerja yang terlalu kecil atau terlalu besar atau pekerja tidak dapat menjangkau suatu objek jika benda tersebut terlalu tinggi atau terlalu jauh dari meja kerja.

Paparan di atas menunjukkan bahwa rancangan produk, peralatan kerja dan stasiun kerja harus sesuai dengan dimensi tubuh manusia sebagai pengguna. Ketidakesesuaian hasil rancangan dengan dimensi tubuh manusia akan berdampak pada ketidaknyamanan dalam menggunakan rancangan tersebut sehingga akan menimbulkan kelelahan dini dan stress kerja. Jika hal ini berlangsung cukup lama akan menimbulkan kesalahan dalam melaksanakan kerja dan dampak yang lebih buruk lagi terjadinya kecelakaan kerja. Drury et al., (2006) menjelaskan bahwa tenaga kerja di Amerika mengalami gangguan muskuloskeletal sebagai dampak dari perancangan tempat kerja yang tidak baik. Biaya tahunan yang harus ditanggung dari gangguan muskuloskeletal sekitar \$45 sampai dengan \$54 juta per tahun.

Beberapa industri di Indonesia sering kita jumpai rancangan peralatan kerja maupun stasiun kerja belum sesuai dengan dimensi tubuh pekerja. Sebagai contoh rancangan *display* di industri yang sulit untuk dibaca oleh operator. Contoh lain adalah operator melakukan kerja di mana benda kerjanya ada di lantai, sehingga

operator melakukan aktivitas dengan sikap kerja membungkuk atau duduk di kursi yang pendek. Sikap kerja demikian akan menyebabkan kelelahan dini bahkan bisa terjadi cedera tulang punggung maupun tulang leher. Kasus lain yang sering kita jumpai adalah perancangan peralatan ruang kelas untuk Sekolah Dasar (SD), di mana rancangan meja dan kursi untuk kelas satu sampai dengan kelas enam mempunyai ukuran yang sama. Kondisi ini menjadikan siswa kelas satu sampai dengan kelas tiga yang mempunyai dimensi tubuh lebih kecil dari siswa kelas empat sampai kelas enam akan merasa tidak nyaman dalam mengikuti pelajaran. Beberapa penelitian terkait dengan perancangan meja dan kursi sekolah dasar telah banyak dilakukan. Penelitian yang dilakukan tersebut berupa usulan rancangan dan implementasi rancangan berbasis ergonomi untuk mengurangi keluhan muskuloskeletal (Achiraeniwati et al., 2007; Ismunanto 2007 dan Saputro, 2008). Akan tetapi hasil penelitian tersebut belum mendapat respon positif dari para pemangku kepentingan sehingga sering kita jumpai rancangan meja dan kursi yang belum sesuai dengan dimensi tubuh murid SD.

Dewasa ini penerapan data antropometri tidak hanya menyangkut karakteristik peralatan, perlengkapan dan segala sesuatu yang digunakan dalam melakukan aktivitas kerja, melainkan menyangkut juga perancangan stasiun kerja. Agar rancangan stasiun kerja nyaman digunakan untuk beraktivitas maka perlu pertimbangan secara teliti termasuk dalam ini adalah penggunaan data antropometri. Perancangan stasiun kerja diperlukan pengetahuan tentang batas-batas jangkauan dari anggota tubuh manusia yang dikenal dengan wilayah kerja normal dan wilayah kerja maksimum.

## 2.4 Perkembangan Variabilitas Dimensi Tubuh Manusia<sup>9</sup>

Setiap ras asli mempunyai dimensi tubuh yang berbeda. Bangsa Eropa berbeda dengan bangsa Asia, oleh karena itu setiap bangsa mempunyai ciri khas dari bentuk tubuh maupun dimensi tubuh. Belum ada penelitian yang dapat menjelaskan sebab-sebab perbedaan dimensi tubuh antara bangsa yang satu dengan lainnya. Namun demikian perkembangan dimensi tubuh manusia mengalami perkembangan dari tahun ke tahun seiring dengan peningkatan gizi dan nutrisi. Kroemer (1987) mencatat bahwa berat badan seseorang bervariasi hingga 1kg perhari karena perubahan kandungan air di dalam tubuh. Dan dijelaskan pula bahwa tinggi seseorang dapat berkurang sampai 5cm pada akhir hayat, hal ini disebabkan karena pengaruh gaya gravitasi pada postur tubuh seseorang dan mengikisnya ketebalan disk pada tulang belakang. Factor lain yang mempengaruhi perkembangan dimensi tubuh selain tingkat kesejahteraan dan gizi adalah pola aktivitas keseharian. Keluarga dengan budaya kerja tinggi yang diikuti dengan tekanan yang tinggi, tentunya akan mempunyai dimensi tubuh yang berbeda dengan keluarga yang mempunyai kebebasan.

Berkaitan dengan perkembangan dimensi tubuh manusia perlu pertimbangan yang mendalam dalam merancang sebuah fasilitas jika akan digunakan untuk jangka waktu yang lama. Di samping perkembangan dimensi tubuh, jenis pekerjaan merupakan faktor yang juga perlu dipertimbangkan dalam perancangan sebuah

---

<sup>9</sup>Hari Purnomo, *Antropometri dan Aplikasinya*, Graha Ilmu 2013, hal 14-15

fasilitas. Pertimbangan khusus adalah perancangan fasilitas untuk mengakomodasi pekerja yang cacat fisik. Fasilitas kerja harus dirancang sesuai dengan kebutuhan mereka sehingga keterbatasan pada orang tersebut dapat dieliminir. Dalam hal ini dimensi tubuh yang diukur untuk orang cacat harus disesuaikan dengan alat bantu untuk beraktivitas. Sebagai contoh, para penyandang cacat yang menggunakan kursi roda, yang perlu dipertimbangkan adalah jarak jangkauan, penggunaan aisle dan ruang kaki yang lebih besar untuk kursi roda.

## **2.5 Aplikasi Data Antropometri<sup>10</sup>**

Terdapat prosedur yang dapat diikuti dalam penerapan data antropometri pada proses perancangan, yaitu (Pulat, 1992; Wickens, et al., 2004):

1. Tentukan populasi pengguna rancangan produk atau stasiun kerja. Orang yang berbeda pada kelompok umur akan berbeda karakteristik fisik dan kebutuhannya. Begitu juga untuk kelompok gender, ras, kelompok etnis, penduduk sipil atau militer.
2. Tentukan dimensi tubuh yang diperkirakan penting dalam perancangan (Sebagai contoh tinggi mata duduk, tinggi jari kaki, lebar pinggul, tinggi popliteal dan sebagainya). Misalnya untuk perancangan pintu masuk harus dipertimbangkan tinggi badan dan lebar bahu maksimal dari pengguna. Sedangkan rancangan tempat duduk harus mengakomodasikan lebar pinggul pengguna.

---

<sup>10</sup>Hari Purnomo, *Antropometri dan Aplikasinya*, Graha Ilmu 2013, hal 27-28

3. Pilihlah prosentase populasi untuk diakomodasikan dalam perancangan. Hal yang tidak mungkin bahwa suatu rancangan dapat mengakomodasi 100% populasi pengguna.
4. Untuk masing-masing dimensi tubuh tentukan nilai persentil yang relevan dengan melihat tabel antropometri. Jika nilai persentil pada tabel tidak tersedia maka gunakan nilai rerata (mean) dan simpang baku (standar deviation) dimensi dari data antropometri.
5. Berikan kelonggaran pada data yang ada jika diperlukan. Pakaian merupakan salah satu faktor yang harus dipertimbangkan dalam membuat kelonggaran. Kelonggaran perlu juga dilakukan untuk perlengkapan seperti sepatu, sarung tangan, masker dan penutup kepala.
6. Gunakan mock-ups atau simulators untuk melakukan uji rancangan. Para perancang perlu untuk mengevaluasi apakah rancangan sesuai dengan kebutuhan atau tidak. Untuk itu dapat menggunakan mock-ups atau simulators dalam menguji rancangan dengan mengambil sampel pengguna untuk melakukan simulasi.

## **2.6 Proses Perancangan<sup>11</sup>**

Dalam proses perancangan harus mempertimbangkan siapa pengguna rancangan tersebut. Oleh karena itu perancang harus mengetahui secara jelas pengguna rancangan agar hasil rancangannya sesuai dengan harapan. Setiap kelompok

---

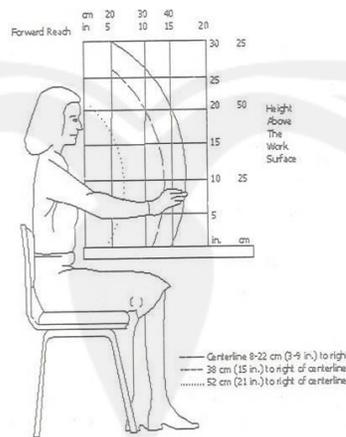
<sup>11</sup>Hari Purnomo, *Antropometri dan Aplikasinya*, Graha Ilmu 2013, hal 38-42

pengguna mempunyai kebutuhan yang berbeda dalam menggunakan rancangan alat atau fasilitas. Rancangan untuk fasilitas umum pada umumnya menggunakan nilai rerata dari dimensi tubuh pengguna. Perancangan ini hanya dapat digunakan secara nyaman bagi orang dewasa yang mempunyai ukuran dimensi tubuh rerata. Sedangkan bagi orang yang mempunyai ukuran tubuh agak ekstrim akan merasa tidak nyaman dalam menggunakan fasilitas tersebut. Sebagai contoh rancangan *counter* di supermarket menggunakan konsep perancangan rerata. Dalam hal ini semua pengunjung di supermarket akan menyesuaikan perancangan tersebut. Pihak perancang menganggap bahwa nilai rerata merupakan representasi dari ukuran tubuh manusia pada umumnya, meskipun beberapa pengguna merasa tidak nyaman dalam menggunakan rancangan tersebut.

Perancangan dengan menggunakan konsep rerata merupakan kesalahan yang cukup serius terutama dilihat dari aspek ergonomi, dikarenakan hanya sedikit orang yang mempunyai dua, tiga atau lebih ukuran tubuhnya yang merupakan ukuran rerata. Hertzberg dalam Panero dan Zelnik (1979) menjelaskan bahwa seseorang yang sekaligus mempunyai dua ukuran tubuh rerata hanya ditemukan sekitar 7% dari populasi, seseorang yang sekaligus mempunyai 3% dan seseorang yang sekaligus mempunyai empat ukuran tubuh rerata hanya ditemukan dari 2%. Berdasarkan penelitian ini nampak bahwa penggunaan nilai rerata dalam perancangan fasilitas akan menimbulkan masalah yang serius jika frekuensi penggunaan peralatan tersebut tinggi. Oleh sebab itu, dalam merancang sebuah alat atau fasilitas dengan terpaksa

menggunakan konsep rerata maka data yang digunakan merupakan data yang diperoleh dari sampel yang cukup besar agar lebih representatif.

Perancangan alat atau fasilitas di industri harus dihindari menggunakan konsep rerata karena secara ergonomi kurang efektif dan efisien. Konsep yang banyak digunakan dalam perancangan adalah konsep yang menggunakan estimasi range, yaitu dengan menggunakan nilai persentil. Nilai persentil yang sering digunakan adalah persentil ke-5 (persentil kecil) dan persentil ke-95 (persentil besar). Seperti dijelaskan di atas terkait dengan dimensi jangkauan dan dimensi ruang, maka konsep perancangan berawal dari sifat dimensi tersebut. Penggunaan dimensi jangkauan pada perancangan control pengendali diharapkan dapat dijangkau oleh populasi dengan ukuran jangkauan lengan yang paling pendek. Jika orang yang jangkauan lengannya pendek dapat menggunakan, maka orang yang jangkauan lengannya lebih panjang dapat menjangkau pula.



Gambar 2.6.1 Area jangkauan dengan persentil ke-5 untuk pekerja wanita

(Sumber: Eastman Kodak Company, 1986)

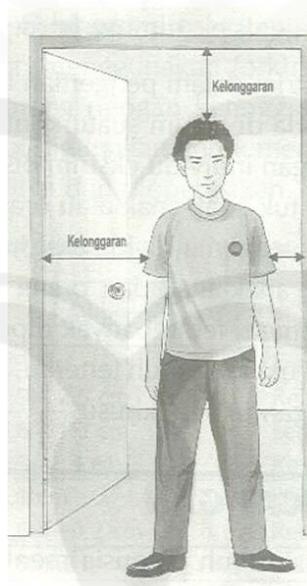
Pada Gambar 2.6.1 merupakan konsep jangkauan dengan menggunakan persentil ke-5, di mana pada konsep tersebut pekerja dapat menjangkau alat atau benda kerja dengan nyaman tanpa harus membungkuk, sehingga tidak terjadi stretching. Rancangan rak dapur, rak buku, kotak obat atau yang sejenisnya menggunakan konsep jangkauan. Oleh karena itu dalam perancangan fasilitas tersebut menggunakan persentil kecil, agar orang yang menggunakan rak dapur, rak buku atau kotak obat dapat dengan mudah mengambil bahan-bahan yang ada di rak atau kotak. Jika dipaksakan menggunakan persentil besar, maka orang yang paling pendek dalam populasi akan kesulitan untuk mengambil barang. Gambar 2.3 menunjukkan penggunaan persentil besar dalam perancangan kotak obat, sehingga menyulitkan bagi orang yang mempunyai jangkauan pendek dalam populasi.

Penggunaan dimensi ruang pada salah satu implementasi rancangan adalah tinggi pintu dan lebar pintu. Rancangan tinggi pintu menggunakan dimensi ruang dengan tujuan agar orang yang paling tinggi dapat masuk melalui pintu dengan aman tanpa adanya benturan antara kepala dan pintu. Bahkan tinggi pintu perlu ditambah kelonggaran yang cukup untuk mengantisipasi penggunaan peralatan yang menjadikan tinggi badan bertambah seperti sepatu atau topi tinggi. Jika menggunakan persentil besar, orang yang tubuhnya pendek dapat dengan mudah melewati pintu tersebut. Gambar 2.6.2 memperlihatkan rancangan dengan menggunakan persentil besar.



Gambar 2.6.2 Seseorang Dengan Dimensi Tubuh Pendek Kesulitan Untuk Menjangkau Jika Digunakan Persentil Besar.

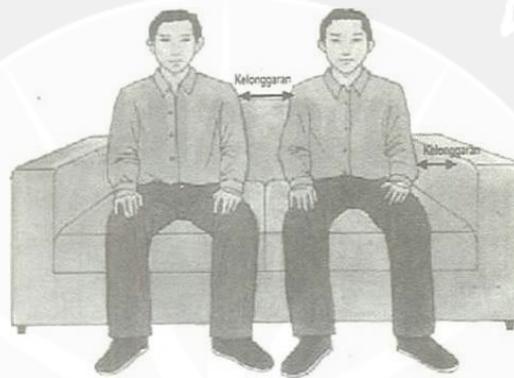
(Sumber : Antropometri dan Aplikasinya, Heri Purnomo 2013)



Gambar 2.6.3 Tinggi Pintu dan Lebar Pintu Dirancang Dengan Menggunakan Persentil Besar.

(Sumber : Antropometri dan Aplikasinya, Heri Purnomo 2013)

Beberapa rancangan yang menerapkan dimensi ruang selain ketinggian pintu antar lain: lebar kursi, ruang mobil (jarak antara tempat duduk dengan atap mobil), lobang langit-langit rumah untuk mengontrol atap, area kerja untuk memperbaiki mesin dan sebagainya. Gambar 2.5 merupakan contoh penggunaan dimensi ruang dalam perancangan lebar kursi.



Gambar 2.6.4 Penggunaan Dimensi Ruang Dalam Perancangan Lebar Tempat Duduk.

(Sumber : Antropometri dan Aplikasinya, Heri Purnomo 2013)

Konsep perancangan yang lainnya adalah konsep perancangan untuk individu ekstrim. Pada suatu komunitas seringkali dijumpai seseorang dengan dimensi tubuh yang ekstrim besar dan ekstrim kecil. Perancangan untuk individu ekstrim jarang sekali dibuat oleh produsen untuk produksi massal kecuali kalau ada pesanan khusus. Hal ini dikarenakan jumlah individu ekstrim relatif sedikit dan jenis ekstrimnya berbeda.

Dimensi tubuh ekstrim dalam pengertian umum adalah ukuran tubuh jauh diluar range yang ada di dalam suatu komunitas tertentu. Namun demikian konsep perancangan individu ekstrim bisa dikategorikan perancangan yang diperuntukan

untuk anak-anak dan orang lanjut usia. Ketersediaan data antropometri untuk kategori individu ekstrim sangat kurang. Begitu juga data antropometri untuk anak-anak dan orang lanjut usia sangat terbatas. Ketersediaan data antropometri lebih banyak diperuntukan untuk profesi tertentu yang mensyaratkan ukuran tubuh tertentu, misalnya militer, penerbang dan pekerja industri dengan ukuran khusus.

## 2.7 Nilai Rerata Tubuh Manusia <sup>12</sup>

Table 2.7.1 dan 2.7.2 menunjukkan ukuran dimensi tubuh, nilai rerata dan simpang baku untuk laki-laki dan perempuan yang berumur 18-22 tahun, Kabupaten Sleman Yogyakarta.

**Tabel 2.7.1** Ukuran Dimensi Tubuh, Nilai Rerata dan Simpang Baku Untuk Laki-laki Berumur 18-22 Tahun (cm)

samp el	Tb	Tmb	Tbb	Tsb	Tp	Tbj b	Tuj b	Td	Tm d	Tsd	Tbd
1	164	152	132	98	90	70	57	85	73	20	56
2	169	159	133	103	88	75	63	87	77	22	58
3	168	158	140	102	95	72	61	88	78	24	61
4	165	154	137	106	94	72	60	86	75	25	58
5	167	156	138	102	93	73	61	90	79	27	59
6	164	152	132	100	92	71	58	87	75	24	60

<sup>12</sup>Hari Purnomo, *Antropometri dan Aplikasinya*, Graha Ilmu 2013, hal 29-34

7	185	175	165	121	97	82	67	92	82	23	65
8	165	154	136	103	89	75	61	87	76	22	56
9	166	157	135	101	90	73	59	88	79	24	57
10	160	151	132	102	95	70	57	81	72	23	55
11	154	142	128	96	91	68	55	78	66	26	52
12	162	150	136	98	90	72	60	85	73	21	60
13	171	161	141	108	93	76	64	89	79	23	58
14	175	162	139	102	103	75	59	87	74	24	56
15	168	158	142	111	90	78	64	88	78	25	60
16	169	157	141	104	98	76	63	77	65	17	52
17	167	158	135	108	97	76	60	85	76	24	62
18	159	146	131	99	92	68	55	83	70	25	54
19	166	157	140	109	90	80	67	87	78	22	56
20	162	153	138	105	73	72	61	84	75	23	57
21	173	162	146	110	96	81	69	88	77	25	60
22	163	155	132	101	89	72	60	80	72	21	57
23	176	163	145	109	104	83	70	93	80	27	61
24	169	155	137	102	100	73	60	83	69	19	55
25	173	160	140	103	95	74	60	90	77	29	60
26	171	161	142	104	88	76	66	91	81	25	64
27	163	150	130	93	94	65	52	82	69	23	50

28	171	160	136	111	95	74	60	87	76	19	56
29	168	157	132	108	89	73	59	88	77	22	58
30	166	156	129	105	85	67	55	80	70	21	52
31	169	157	140	113	100	74	61	79	67	20	56
32	164	154	137	103	85	66	56	85	75	24	58
33	172	161	143	105	91	77	63	90	79	22	59
34	161	150	127	96	81	68	56	86	75	22	51
35	175	166	144	112	91	75	63	87	78	25	59
36	166	155	141	104	92	74	61	90	79	27	66
37	174	162	144	108	98	72	57	91	79	20	60
38	169	156	141	104	98	80	65	89	76	26	58
39	170	160	136	108	95	77	65	89	79	29	61
40	173	161	145	106	96	78	66	91	79	25	62
Rerat	167,	156,	138,	104,	92,6	73,8	60,9	86,3	75,4	23,4	57,9
a	8	8	0	6							
Simp	5,6	5,7	6,7	5,3	5,7	4,3	4,1	3,9	4,2	2,7	3,6
ang											
baku											

Tabel 2.7.1 *Lanjutan*

Sampel	Tpo	Tl	Pp	Ppp	Lb	Jvd	Jhd	Jvb	Lp
1	44	53	51	44	45	126	72	205	32
2	45	53	51	44	42	126	69	210	34
3	46	53	56	46	45	120	73	205	33
4	43	59	53	45	47	118	71	202	36
5	43	51	54	47	45	120	72	205	32
6	40	50	55	45	43	118	70	201	33
7	48	56	64	54	56	127	75	226	45
8	45	53	56	45	47	122	65	203	30
9	43	52	57	49	46	123	74	205	33
10	42	50	52	43	43	119	69	198	34
11	41	49	53	45	45	112	71	193	35
12	40	52	54	44	43	118	72	200	29
13	44	54	57	46	48	123	64	216	31
14	50	57	52	39	42	125	67	218	34
15	45	54	56	47	46	127	66	206	37
16	46	52	59	48	44	118	72	209	32
17	41	49	46	46	50	124	73	205	33
18	42	50	53	45	44	119	62	194	34
19	45	54	56	41	46	120	63	203	39

20	42	49	49	39	43	126	70	200	40
21	47	56	48	40	45	129	78	212	34
22	40	51	54	42	44	126	63	202	31
23	45	55	48	38	42	130	71	220	29
24	42	52	54	46	40	129	63	207	32
25	46	55	47	40	52	125	62	217	47
26	42	50	48	41	47	125	60	214	36
27	40	50	50	37	42	119	53	201	40
28	44	54	53	46	50	138	58	210	40
29	41	51	56	47	48	134	59	204	37
30	40	48	47	41	49	131	60	206	38
31	40	49	49	40	47	123	63	207	39
32	42	51	44	36	38	127	68	203	41
33	43	51	59	49	44	132	75	216	32
34	41	51	50	45	43	125	70	203	41
35	51	59	47	40	41	123	71	222	40
36	42	51	57	48	51	122	69	205	34
37	48	55	56	47	50	126	70	219	31
38	41	49	54	47	34	115	66	209	51
39	46	54	50	42	44	129	60	211	35
40	42	49	49	41	43	131	73	218	39

Rerata	43,5	52,0	52,6	43,9	45,1	124,3	67,6	207,8	35,8
Simpang baku	2,8	2,6	4,2	3,8	4,0	5,4	5,6	7,6	4,9

**Tabel 2.7.2** Ukuran Dimensi Tubuh, Nilai Rerata dan Simpang Baku untuk

Perempuan Berumur 18-22 Tahun (cm)

Sampel	Tb	Tmb	Tbb	Tsb	Tp	Tbjb	Tujb	Td	Tmd	Ts	Tbd
1	156	145	129	95	91	65	54	81	70	21	56
2	155	144	128	95	90	64	55	80	69	20	55
3	166	156	140	106	98	74	64	85	75	25	57
4	162	152	135	101	86	73	61	86	76	24	58
5	167	157	138	102	97	76	65	87	77	25	57
6	158	146	131	103	92	70	60	82	70	22	54
7	152	141	130	91	82	66	54	80	69	21	53
8	155	145	129	97	87	70	59	84	74	23	56
9	156	145	129	96	86	67	58	79	68	26	54
10	157	147	131	93	84	69	60	81	71	30	50
11	165	152	134	102	95	72	60	83	70	20	51
12	163	152	135	101	96	70	59	81	70	19	50
13	160	148	127	97	86	74	60	85	73	26	57
14	153	144	129	93	85	64	54	76	67	25	54

15	158	148	128	98	90	66	56	80	70	22	56
16	149	140	125	96	83	70	59	83	74	28	55
17	160	148	132	95	92	69	58	84	72	19	53
18	167	156	140	104	100	73	62	86	75	20	55
19	161	151	140	99	93	69	57	85	74	23	56
20	155	143	130	101	89	69	61	81	69	29	59
21	162	150	134	104	92	72	63	84	72	20	58
22	159	149	132	101	62	69	58	80	70	20	54
23	151	141	127	95	87	67	57	77	68	19	51
24	158	147	127	99	91	68	58	81	70	29	57
25	154	145	129	97	90	65	58	79	70	23	57
26	157	146	128	99	91	66	54	82	71	25	56
27	162	150	130	98	89	67	60	82	70	26	57
28	158	147	126	97	89	70	59	80	69	24	52
29	160	150	129	99	88	71	61	79	69	23	52
30	156	146	126	96	86	67	58	78	68	25	51
31	157	148	130	100	90	68	57	79	70	21	52
32	162	149	135	103	91	74	65	85	72	22	54
33	158	146	129	98	89	69	59	80	68	24	54
34	156	144	126	97	87	69	57	81	69	25	53
35	158	146	127	99	89	66	56	82	70	23	52

36	162	152	135	102	90	73	64	84	74	21	53
37	159	148	128	97	86	68	60	80	69	22	56
38	161	150	130	98	99	72	63	82	71	20	52
39	168	159	140	105	98	75	67	85	76	28	58
40	164	151	136	104	92	69	60	83	70	25	52
Rerata	158,9	148,1	131,1	98,8	89,5	69,4	59,3	81,8	71,0	23,3	54,4
Simpangan baku	4,4	4,3	4,3	3,5	6,3	3,1	3,2	2,6	2,5	3,0	2,4

Tabel 2.7.2 Lanjutan

Sampel	Tpo	Tl	Pp	Ppp	Lb	Jvd	Jhd	Jvb	Lp
1	37	46	53	43	41	114	66	190	34
2	40	47	53	42	37	115	63	191	29
3	41	50	61	54	45	117	65	205	40
4	39	47	50	42	49	118	62	201	37
5	43	50	56	45	46	122	69	204	33
6	39	49	58	43	44	119	61	192	28
7	38	44	50	41	40	113	55	184	32
8	39	47	54	42	44	117	61	193	37

9	35	45	48	41	47	114	59	190	34
10	37	46	36	42	42	122	53	191	42
11	44	52	57	50	41	120	68	202	37
12	43	51	55	42	39	118	64	200	38
13	40	47	53	44	44	119	56	193	35
14	39	48	52	37	36	103	57	189	32
15	38	44	54	42	39	115	66	191	33
16	40	47	53	40	45	119	70	185	34
17	37	46	57	44	45	116	69	197	40
18	44	51	56	49	38	121	73	204	39
19	40	48	49	43	40	120	69	198	36
20	37	46	48	41	37	111	77	186	38
21	40	50	56	50	40	121	74	197	39
22	40	49	56	49	37	115	73	196	37
23	39	47	53	44	39	110	60	183	39
24	44	52	50	40	40	113	78	188	36
25	41	48	56	47	45	112	71	186	37
26	38	47	51	40	36	117	75	189	37
27	40	48	52	47	36	123	70	197	33
28	39	45	48	41	36	110	68	192	36
29	38	46	50	43	35	100	70	196	35

30	39	46	49	40	39	108	75	189	33
31	40	48	52	45	39	114	74	192	36
32	41	51	55	46	39	122	75	198	35
33	40	48	50	39	37	111	75	193	34
34	39	47	48	42	39	106	74	192	33
35	40	46	51	39	39	115	74	192	36
36	43	49	51	42	38	117	73	199	35
37	38	44	49	40	37	110	75	194	34
38	41	49	52	45	39	120	66	196	37
39	43	51	57	48	41	123	72	202	35
40	41	52	51	40	39	116	73	196	35
Rerata	39,9	47,9	52,3	43,4	40,3	115,4	68,2	193,8	35,4
Simpang baku	2,1	2,3	4,1	3,6	3,5	5,4	6,6	5,7	2,9

Tinggi Badan (Tb)

Tinggi Mata Berdiri (Tmb)

Tinggi Bahu Berdiri (Tbb)

Tinggi Siku Berdiri (Tsb)

Tinggi Pinggul (Tp)

Tinggi Buku Jari Berdiri (Tbjb)

Tinggi Ujung Jari Berdiri (Tujb)

Tinggi Duduk (Td)

Tinggi Mata Duduk (Tmd)

Tinggi Siku Duduk (Tsd)

Tinggi Bahu Duduk (Tbd)

Tinggi Popliteal (Tpo)

Tinggi Lutut (Tl)

Panjang Paha (Pp)

Panjang Popliteal-Pantat (Ppp)

Lebar Bahu (Lb)

Lebar Pinggul (Lp)

Jangkauan Vertikal Duduk (Jvd)

Jangkauan Vertikal Berdiri (Jvb)

Jangkauan Horisontal Duduk (Jhd)

## 2.8 Rancangan Tempat Duduk<sup>13</sup>

Rancangan tempat duduk harus sesuai dengan harapan pengguna agar dalam melakukan aktivitas kerja merasa nyaman dan hasil kerja yang dapat meningkat. Secara umum tempat duduk dalam bentuk kursi, tetapi juga ada dalam bentuk ayunan, bantal, keranjang dan sebagainya (Lueder and Noro, 1994). Rancangan tempat duduk sangat terkait dengan fasilitas lainnya, sehingga diperlukan keselarasan antara fasilitas dengan tempat duduk yang digunakan. Penataan fasilitas dan tempat duduk perlu dirancang dengan ergonomis, agar pekerja dalam beraktivitas menyukai pekerjaannya serta lebih produktif dalam waktu lama.

Aktivitas kerja di perkantoran secara umum dilakukan dengan posisi duduk, oleh sebab itu diperlukan pengetahuan dan duduk yang benar secara ergonomis (Springer, 2010). Aktivitas pekerja dengan posisi duduk mempunyai perilaku yang berbeda-beda, sehingga memungkinkan untuk duduk dengan berbagai macam posisi. Kenyamanan tempat duduk menjadi utama, sehingga rancangan tempat duduk harus mampu mengakomodasi berbagai posisi duduk yang berbeda. Hal ini dikarenakan orang duduk sebenarnya bukan aktivitas statis, melainkan suatu aktivitas yang dinamis. Branton dalam Panero dan Zelnik (1979) mengungkapkan bahwa tubuh dalam posisi duduk bukan semata-mata seperti sekeranjang penuh tulang yang tergeletak begitu saja di atas tempat duduk melainkan lebih sebagai organism hidup

---

<sup>13</sup>Hari Purnomo, *Antropometri dan Aplikasinya*, Graha Ilmu 2013, hal 61-68

dalam keadaan dinamik dengan aktivitas yang terus-menerus. Dewasa ini rancangan tempat duduk khususnya kursi sangat beraneka ragam. Namun demikian, kursi yang digunakan harus dipilih sesuai dengan kebutuhan dan selaras dengan peralatan lainnya. Secara umum, fungsi dari tempat duduk adalah sebagai penyangga tubuh dan diperlukan keseimbangan tubuh. Untuk mendapatkan keseimbangan tubuh, tempat duduk harus dirancang agar punggung dapat menyandar dengan nyaman, kepala dapat disandarkan jika dalam kondisi lelah dan dilengkapi dengan sandaran lengan.

Springer (2010) menjelaskan bahwa beberapa penelitian tempat duduk lebih difokuskan pada biomekanika duduk dengan pengukurannya seperti posisi duduk, hubungan tulang belakang dan panggul, kontraksi otot serta distribusi tekanan. Kenyamanan tempat duduk itu sendiri sangat dipengaruhi oleh distribusi tekanan permukaan tempat duduk. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan membuat tempat duduk dengan tekanan yang cukup tinggi di sekitar tulang pinggul, tetapi harus mempunyai tekanan yang lebih rendah di bagian paha dan sekitar tulang ekor. Sehingga tempat duduk tidak menerima tekanan yang besar dan terpusat di suatu titik. Tekanan yang tinggi pada suatu titik tertentu, mengakibatkan bagian tubuh tersebut menjadi mudah lelah yang akan menurunkan daya tahan pengguna tempat duduk.

Untuk mendapatkan rancangan tempat duduk yang nyaman relatif sulit, dikarenakan adanya variabilitas pengguna. Akan tetapi tempat duduk khususnya kursi saat ini telah diproduksi beraneka ragam seiring dengan kebutuhan pengguna. Sebagai contoh, tinggi tempat duduk sudah dirancang adjustable, sehingga ketinggian

tempat duduk dapat digunakan sesuai dengan dimensi tubuh pengguna. Di samping itu rancangan kursi sudah banyak yang dilengkapi dengan sandaran lengan. Terkait dengan rancangan kursi beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan antara lain:

1. Rancangan kursi dapat memberikan kenyamanan bagi individu yang menggunakan. Untuk itu perancang harus mengetahui informasi yang terkait dengan siapa pengguna kursi, aktivitas apa yang dilakukan dan berapa lama aktivitas tersebut dijalankan. Dikarenakan pengguna kursi adalah sebuah populasi yang mempunyai variasi dimensi tubuh, maka perlu ketepatan penggunaan nilai persentil yang digunakan.
2. Rancangan kursi perlu ada keserasian dengan peralatan di stasiun kerja dan tugas yang dijalankan. Untuk itu rancangan kursi harus mampu memberikan kemudahan dalam menjalankan tugas dan mampu mempertahankan gerakan yang fisiologis.
3. Rancangan kursi mempunyai tujuan umum adalah meningkatkan produktivitas. Dengan demikian rancangan kursi harus mampu meningkatkan kinerja seseorang untuk meningkatkan produktivitas pekerja.
4. Rancangan kursi harus menjamin kepada pekerja rasa aman dalam melaksanakan aktivitas sehingga terhindar dari cedera maupun kecelakaan kerja.

Rancangan tempat duduk perlu mempertimbangkan data antropometri dari populasi pengguna karena adanya variasi populasi penggunaan. Penggunaan data

antropometri dalam perancangan tempat duduk agar tidak muncul keraguan bahwa hasil rancangan dapat menciptakan kenyamanan, meskipun menjawab sepenuhnya (Panero dan Zelnik, 1979; Springer, 2010). Beberapa dimensi tempat duduk yang cukup penting untuk diperhatikan dalam proses perancangan tempat duduk antara lain tinggi tempat duduk, panjang tempat duduk dan lebar tempat duduk, sandaran punggung, sandaran lengan dan juga bantal.

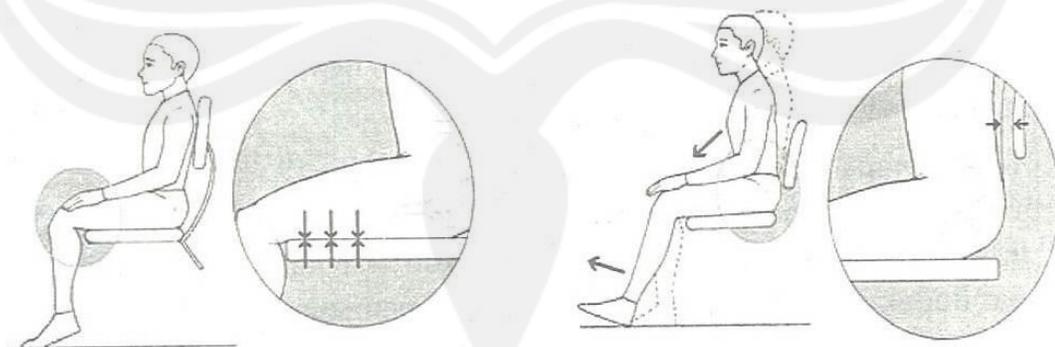
#### 1. Tinggi Tempat Duduk

Tinggi tempat duduk yang tidak sesuai dengan pengguna akan menimbulkan berbagai kendala dalam melakukan aktivitas kerja. Tinggi tempat duduk yang melebihi tinggi popliteal pengguna akan terjadi tekanan pada bagian bawah paha, menurunkan sirkulasi darah pada otot ekstremitas bagian bawah yang menyebabkan kesemutan dan bengkak kaki (Pheasant and Haslegrave, 2006). Di samping itu tempat duduk yang terlalu tinggi akan mengakibatkan telapak kaki tidak dapat menapak pada permukaan lantai dengan sempurna sehingga stabilitas tubuh akan melemah.

Sebaliknya tempat duduk terlalu rendah menyebabkan kaki menekuk. Untuk mengatasi sikap tersebut, biasanya seseorang akan berselonjor atau menekuk tungkai bawah ke belakang. Pheasant dan Haslegrave (2006) menjelaskan bahwa tempat duduk yang terlalu rendah, maka: (1) seseorang akan berusaha melendungkan (membungkukan) tulang belakang. Hal ini berkaitan dengan pembentukan sudut yang

tajam antara paha dan punggung; (2) berdasarkan pengalaman, seseorang akan sulit untuk berdiri dan duduk; dan (3) memerlukan ruang yang luas untuk tungkai.

Pengukuran tinggi tempat duduk didasarkan pada tinggi popliteal yaitu jarak vertikal dari permukaan lantai sampai pada lutut bagian dalam dengan sudut tekukan lutut  $90^\circ$ . Tinggi popliteal populasi sangat bervariasi sehingga perlu ukuran yang tepat untuk merancang tinggi tempat duduk. Agar tempat duduk dapat mengakomodasi semua pengguna dalam populasi, maka digunakan persentil kecil misalkan persentil ke-5 dari data antropometri. Digunakannya persentil ke-5, dikarenakan tempat duduk yang rendah akan lebih nyaman dibandingkan dengan tempat duduk yang terlalu tinggi. Dengan menggunakan tabel 2.1 dan 2.2 nilai Tpo laki-laki 43,5 cm dengan simpang baku 2,8 cm. Sedangkan untuk perempuan nilai Tpo sebesar 39,9 cm dengan simpang baku 2,1. Jika menggunakan persentil ke 5 maka tinggi kursi untuk laki-laki adalah 38,9 cm sedangkan untuk perempuan sebesar 36,4 cm. Gambar 2.6 berikut merupakan posisi duduk jika landasan duduk terlalu rendah dan terlalu tinggi.



Gambar 2.8.1 Tempat Duduk Yang Terlalu Tinggi dan Terlalu Rendah

(Sumber: Panero dan Zelnik, 1979)

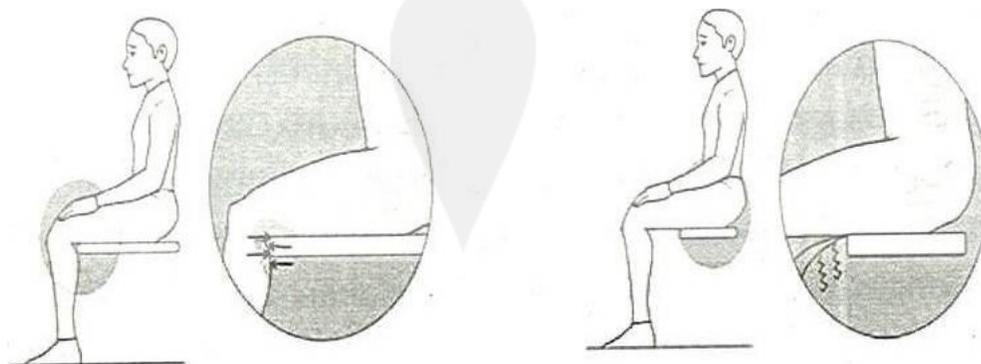
## 2. Panjang Tempat Duduk

Panjang tempat duduk merupakan panjang alas duduk yang diukur dari alas duduk bagian depan sampai alas duduk bagian belakang. Penggunaan data antropometri yang tidak tepat untuk merancang panjang tempat duduk akan berdampak pada panjang tempat duduk yang tidak sesuai dengan dimensi tubuh yang digunakan. Data dimensi tubuh yang digunakan adalah panjang popliteal-pantat (Ppp) yaitu jarak dari pantat ke lutut bagian dalam. Panjang tempat duduk direkomendasikan agar dapat menyangga pantat secara total hingga sebagian besar paha.

Permasalahan akan muncul dari panjang tempat duduk jika panjang tempat duduk terlalu pendek atau terlalu panjang. Ketidaksesuaian ini akan menimbulkan masalah yang serius. Panjang tempat duduk yang terlalu panjang akan menyebabkan ujung tempat duduk menekan lutut bagian dalam. Hal ini akan menyebabkan terganggunya peredaran darah pada bagian tungkai. Jika secara terus menerus terjadi akan menyebabkan gangguan peredaran darah. Untuk mengatasi ini biasanya seseorang akan mengubah posisi duduknya, dengan memajukan badan, agar tidak terjadi tekanan pada lutut bagian belakang. Berubahnya posisi tubuh dengan memajukan badan akan berdampak pada keseimbangan tubuh yang tidak stabil, karena tidak dapat bersandar secara nyaman pada sandaran tempat duduk. Sebagai upaya untuk menjaga keseimbangan, diperlukan usaha yang kuat untuk menjaga

keseimbangan dan akan menguras tenaga sehingga cepat lelah dan tulang punggung terasa tegang.

Jika panjang tempat duduk terlalu pendek, menyebabkan ketidaknyamanan dalam menggunakannya. Ketidaknyamanan ini disebabkan karena luasan tempat duduk untuk menopang paha berkurang. Dalam kondisi ini pengguna akan merasa melorot dan badan bagian atas cenderung miring ke depan. Pada posisi ini keseimbangan badan juga tidak stabil dan akan terjungkal karena pengaruh gravitasi bumi. Rancangan panjang tempat duduk yang tidak nyaman, menyebabkan aktivitas kerja terganggu sehingga akan menurunkan produktivitas. Penggunaan persentil untuk panjang tempat duduk tergantung pada kebutuhan pengguna, dikarenakan menggunakan persentil ke-5 maupun persentil ke-95 masih dalam batas toleransi. Jika menggunakan nilai rerata, maka nilai (Ppp) pada Tabel 2.1 dan 2.2 adalah 43,9 cm untuk laki-laki dan 43,4 cm untuk perempuan. Gambar 2.7 adalah panjang tempat duduk yang terlalu pendek dan terlalu panjang.



Gambar 2.8.2 Panjang tempat duduk yang terlalu pendek dan terlalu panjang

(Sumber: Panero dan Zelnik, 1979)

### 3. Lebar tempat duduk

Lebar tempat duduk merupakan aspek yang juga perlu dipertimbangkan dalam perancangan tempat duduk. Variabel yang digunakan sebagai acuan untuk mengukur lebar tempat duduk adalah lebar pinggul ( $L_p$ ). Rancangan lebar tempat duduk harus mampu mengakomodasi orang yang paling gemuk dalam populasi, sehingga orang yang paling gemuk merasa nyaman dalam menggunakan. Lebar tempat duduk yang terlalu kecil menyebabkan orang yang paling gemuk akan merasa tidak nyaman atau tidak bisa masuk jika tempat duduk dilengkapi dengan penyangga lengan. Oleh karena itu konsep perancangan lebar tempat duduk harus menggunakan persentil besar yaitu persentil ke-95 sampai dengan persentil ke-99. Nilai  $L_p$  berdasarkan pada tabel 3.1 dan 3.2 adalah 35,8 cm dengan simpang baku 4,9 cm untuk laki-laki sedangkan untuk perempuan 35,4 cm dengan simpang baku 2,9 cm. Dengan menggunakan persentil ke-95, maka lebar tempat duduk untuk laki-laki adalah 43,9 cm sedangkan untuk perempuan sebesar 40,2 cm.

### 4. Sandaran punggung

Sebagian besar tempat duduk telah dilengkapi dengan sandaran punggung yang berfungsi untuk menahan beban punggung sangat bervariasi tergantung pada fungsinya. Sandaran punggung yang biasa digunakan di kantor-kantor cenderung dirancang dengan ukuran rendah dan sedang. Rancangan sandaran punggung yang berukuran rendah difungsikan untuk menahan lumbar dan torasik bagian

bawah. Sandaran punggung yang berukuran sedang difungsikan untuk menahan punggung bagian atas sampai bahu. Sedangkan rancangan sandaran punggung tinggi difungsikan untuk menahan keseluruhan punggung dan kepala. Rancangan ini sering kita lihat di kendaraan roda empat maupun, kursi direktur dan kursi santai.

Untuk mendapatkan kenyamanan duduk, sandaran punggung dirancang lentur sehingga dapat digunakan untuk merebah. Kenyamanan ini tergantung pada sudut yang terbentuk antara paha dengan tulang punggung. Makin besar sudut yang terbentuk maka beban tulang punggung di topang oleh sandaran. Hal ini menjadikan gaya kompresi antara tulang belakang dan tulang panggul dapat dikurangi dan memperbaiki lordosis. Sudut umum yang digunakan pada sandaran punggung untuk aktivitas kantor berkisar  $100-110^\circ$  (Pheasant and Haslegrave, 2006). Tempat duduk untuk bersantai seperti di hotel ataupun dipantai dirancang dengan sudut yang besar antara paha dan punggung. Tujuan rancangan tersebut secara khusus digunakan untuk beristirahat.

##### 5. Sandaran lengan

Rancangan sandaran lengan ditujukan untuk berbagai tujuan. Secara umum tujuan sandaran lengan adalah untuk menopang lengan, misalnya aktivitas kerja seperti pekerjaan kantor atau bekerja dengan komputer. Selain itu juga dapat digunakan untuk kemudahan duduk dan berdiri dalam menggunakan tempat duduk terutama untuk orang yang gemuk, usia lanjut dan orang hamil. Hirao dan Kajiyama (1994) dalam studinya menjelaskan bahwa penggunaan sandaran lengan dapat mempertahankan kestabilan tubuh dan dapat mengurangi badan untuk condong

kedepan. Informasi ini perlu kiranya klinik kandungan mempertimbangkan untuk menggunakan kursi yang ada sandaran lengan. Di samping itu, industri yang mempunyai tenaga kerja perempuan bisa memfasilitasi pekerjanya yang sedang hamil dengan kursi yang ada sandaran lengannya.

Ukuran sandaran lengan didasarkan pada data dimensi tubuh yaitu tinggi siku duduk (Tsd). Tinggi siku duduk diukur dari alas duduk sampai permukaan siku bagian bawah. Kehati-hatian dalam pengukuran ini sangat diperlukan karena dimensi tinggi siku sangat bervariasi. Jika sandaran lengan terlalu tinggi maka seseorang akan mengangkat bahu sehingga akan cepat lelah dalam beraktivitas. Sandaran lengan yang pendek lebih mudah di atasi dibandingkan dengan sandaran lengan yang tinggi. Oleh karena itu penggunaan nilai persentil perlu dipertimbangkan dengan seksama. Penggunaan persentil besar yaitu persentil ke 90 sampai dengan persentil ke 99,5 akan menyulitkan pengguna yang dimensi tinggi sikunya pendek. Beberapa teori merekomendasikan penggunaan nilai persentil untuk tinggi siku dalam merancang sandaran lengan berkisar antara persentil ke-5 sampai dengan persentil ke-50. Panero dan Zelnik (1979) menyarankan penggunaan persentil ke-70 sebagai batas atas dan persentil ke-5 sebagai batas bawah serta menyatakan tinggi sandaran lengan sekitar 17,8 sampai 25,4 cm. sedangkan Pheasant dan Haslegrave (2006) menyatakan bahwa tinggi sandaran lengan sekitar 20 cm hingga 25 cm.

Nilai Tsd berdasarkan pada tabel 2.1 dan 2.2 untuk laki-laki adalah 23,4 cm dengan simpang baku 2,7 cm sedangkan untuk perempuan 23,3 cm dengan simpang

baku 3,0 cm. batas bawah sandaran lengan dengan menggunakan persentil ke-5 didapat 18,9 cm untuk laki-laki dan 18,4 cm untuk perempuan. Dengan demikian tinggi sandaran lengan antara 18,9 cm sampai dengan 23,4 cm untuk laki-laki dan 18,4 cm sampai dengan 23,3 cm untuk perempuan.

Perbedaan ukuran tinggi sandaran lengan sangat dipengaruhi oleh populasi pengguna. Oleh karena itu, dalam merancang tinggi sandaran lengan perlu mempelajari populasi penggunanya. Orang Eropa dan Amerika mempunyai dimensi tubuh yang berbeda dengan orang Indonesia. Perbedaan dimensi tubuh tersebut akan membedakan rancangan yang digunakan.