

PERTIMBANGAN ANTROPOMETRI PADA PENDISAINAN

LILIANA Y.P*, SUHARYO WIDAGDO*, AHMAD ABTOKHI**

*Direktorat Inspeksi Instalasi dan Bahan Nuklir
Badan Pengawas Tenaga Nuklir-BAPETEN
Jl. Gajah Mada No. 8 Jakarta-Pusat

** Pusat Teknologi Reaktor dan Keselamatan Nuklir-BATAN
Kawasan Puspitek Serpong, Tangerang 15310,
Banten Telp (021) 7560912

Abstrak

PERTIMBANGAN ANTROPOMETRI PADA PENDISAINAN. Penelitian mengenai terjadinya kesalahan dalam proses kerja yang memicu pada terjadinya kecelakaan menunjukkan bahwa terjadinya kesalahan kerja lebih banyak disebabkan oleh adanya kesalahan dalam perancangan karena sejumlah peralatan kerja dirancang tidak sesuai dengan kondisi fisik operatornya. Hal ini seharusnya menyadarkan kita bahwa sudah saatnya bangsa Indonesia memiliki data antropometri manusia Indonesia. Dimilikinya data antropometri manusia Indonesia adalah langkah awal menuju terwujudnya kemandirian industri yang selama ini diidamkan selain untuk menunjang keselamatan. Hal ini mutlak diperlukan karena sebagian besar peralatan atau instalasi, termasuk PLTN, tidak dibuat oleh Indonesia. Dapat dipastikan bahwa desainnya tidak sesuai dengan bentuk tubuh orang Indonesia padahal kenyamanan ataupun ketidaknyamanan dalam menggunakan alat bergantung pada kesesuaian desain alat dengan ukuran manusia penggunaannya. Akumulasi ketidaknyamanan penggunaan alat pada jangka waktu tertentu akan berdampak tidak baik bagi kesehatan penggunaannya dan keselamatan PLTN. Makalah akan membicarakan hasil kajian mengenai antropometri dimana data antropometri orang Indonesia mutlak diperlukan bila kita akan membangun PLTN agar dapat beroperasi secara efektif dalam penyediaan listrik.

Kata Kunci: antropometri, disain

Abstract

ANTHROPOMETRY CONSIDERATION IN DESIGN. Investigation on errors in the work process, shows that the errors can be happened because of the equipment design-induced error since its design neglected the physical condition of the operator. This investigation open our mind in the need of Indonesian anthropometric data, Homeland anthropometric data is a must in case to built an independent industry and in supporting safety. This is true since until now we use import equipment. Most of these equipments are not suitable, of course, because they were made not using Indonesian Anthropometric data and, of course, it can make uncomfortably for the user. The acumulation of this uncomfortably could make negative effect on human health and also the safety of NPP. The paper will discuss anthropometry to get Indonesian anthropometric data that we need if we want to build NPP so it can effectively operate.

Keywords: anthropometry, design

PENDAHULUAN

Jika seseorang melakukan suatu pekerjaan, maka sangat banyak faktor yang mempengaruhi keberhasilan pekerjaan itu. Secara garis besar faktor yang mempengaruhi

manusia tersebut dapat dibagi dua, yaitu faktor individual dan faktor situasional. Faktor individual berasal dari diri orang itu sendiri misalnya usia, pendidikan, motivasi, pengalaman. Faktor situasional berasal dari luar diri pekerja misalnya. tata letak ruang kerja, kondisi mesin, kondisi pekerjaan, karakteristik

lingkungan. Berbeda dengan faktor-faktor individual, faktor-faktor situasional ini dapat diubah untuk memberikan pengaruh pada keberhasilan kerja. Makalah ini membahas masalah antropometri sebagai salah satu faktor situasional yang sangat berpengaruh dalam pendisainan.

Interaksi Manusia Dengan Produk Teknologi

Kemajuan teknologi telah menghasilkan banyak produknya dalam kehidupan kita. Interaksi manusia dengan produk teknologi sudah berlangsung sejak awal peradaban manusia dimana teknologi mulai merupakan bagian dari kemanusiaan pada saat manusia menemukan dan mengembangkan berbagai peralatan sebagai bagian dari usaha mempertahankan hidupnya. Peralatan ini terus dikembangkan sehingga didapatlah peralatan dari berbagai jenis untuk berbagai kegunaan dan dengan tingkat kecanggihan yang semakin tinggi.

Namun, di samping mempunyai segi positif, produk teknologi itu juga berpotensi negatif. Sebuah pabrik dapat menghasilkan pupuk atau pestisida, tetapi juga dapat menimbulkan kerusakan lingkungan bahkan secara langsung dapat membunuh. Pesawat-pesawat angkut dapat dengan mudahnya menerbangkan orang dari satu ujung dunia ke ujung dunia lain dalam waktu singkat. Tetapi pesawat yang sama dapat dialihfungsikan menjadi pesawat pengangkut bom penghancur. Karena itu teknologi sering diibaratkan sebagai pedang bermata dua. Dengan kata lain untuk setiap produk yang dibuat, pembuatnya sekaligus menyediakan dua hal: yang baik dan yang buruk.

Tujuan pendekatan antropometri dalam perancangan alat dan perlengkapan adalah agar terjadi keserasian antara manusia dengan sistem kerja (man-machine system). sehingga menjadikan tenaga kerja dapat bekerja secara nyaman, baik dan efisien. Tenaga kerja akan bekerja secara terus menerus pada setiap hari kerja di tempat kerja tersebut. Karena itu perancangan tempat kerja dan peralatan pendukungnya menjadi penting agar sisi buruk yang ada pada setiap produk tidak muncul. Sisi buruk yang dimunculkan suatu produk diakibatkan oleh tidak manusiawinya desain produk itu karena terkadang para pendisain

terlalu berorientasi pada kuantitas, berkorban sekecil-kecilnya dengan mengharapkan hasil sebanyak-banyaknya tanpa memperhatikan kualitas. Pemilihan desain terlalu diukur pada “murah” yang berkonotasi pada penghematan biaya daripada produktifitas dan efektifitas desain tadi pada peningkatan taraf hidup manusia. Disinilah letak pentingnya Antropometri karena kenyamanan atau ketidaknyamanan menggunakan alat bergantung pada kesesuaian alat dengan ukuran manusia.

ANTROPOMETRI

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*).

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.

Antropometri Dalam Sistem Manusia-Mesin

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.

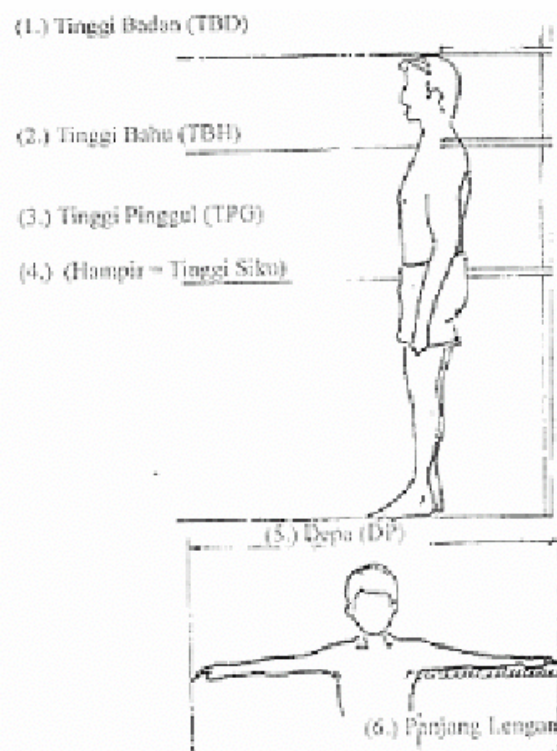
Sejalan dengan munculnya kesadaran akan arti pentingnya faktor manusia, para pendisain reaktor maupun instalasi-instalasi lainnya mengikutsertakan antropometri dalam desain stasiun kerjanya serta peralatan pendukungnya. Tujuan utama penyertaan antropometri ini adalah untuk memperkecil beban kerja operator 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^[3] :

Antropometri Posisi Berdiri

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

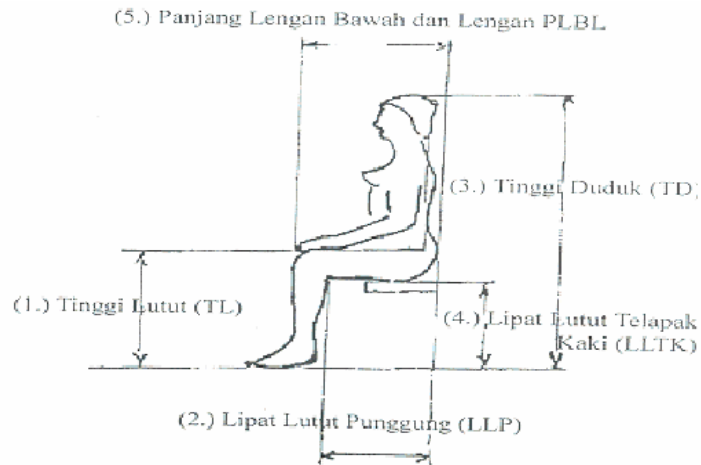


Gambar 1. Antropometri Posisi Berdiri

Antropometri Posisi Duduk

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

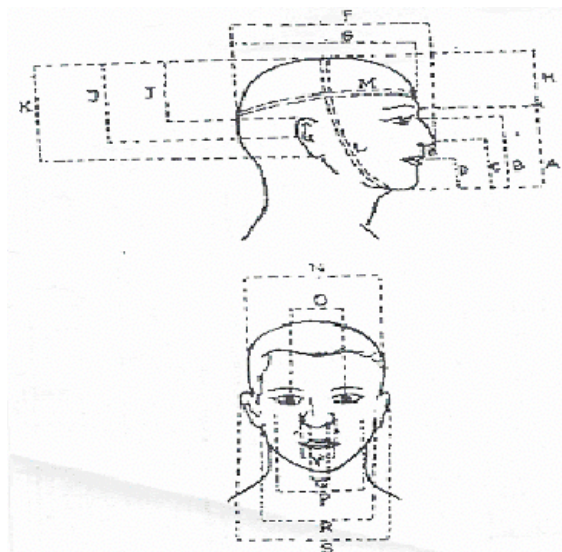


Gambar 2. Antropometri Posisi Duduk

Antropometri kepala

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 antarai 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)

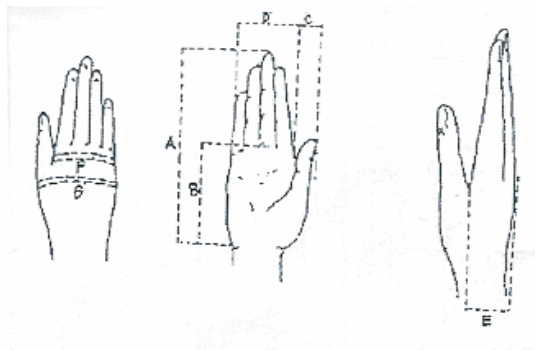


Gambar 3. Antropometri Kepala

Antropometri tangan

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)

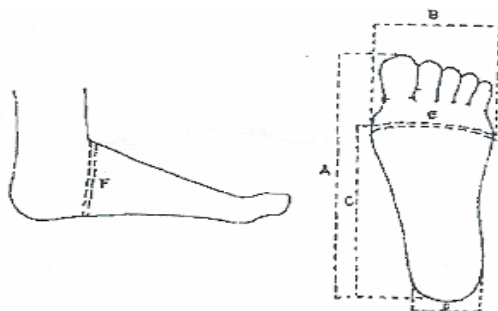


Gambar 4. Antropometri Tangan

Antropometri kaki

Pada antropometri kaki beberapa bagian yang perlu diukur adalah :

1. Panjang kaki (A)
2. Lebar kaki (B)
3. Jarak antara tumit dengan telapak kaki yang lebar (C)
4. Lebar tumit (D)
5. Lingkar telapak kaki (E)
6. Lingkar kaki membujur (F)



Gambar 5. Antropometri Kaki

manusia yang disesuaikan alat, tetapi alat yang harus disesuaikan manusia. Agar dapat mendesain produk sesuai dengan ukuran manusia, maka dalam mendesain produk harus disesuaikan dengan ukuran terbesar (95th percentile) dan ukuran terkecil tubuh (5th percentile)

PEMBAHASAN

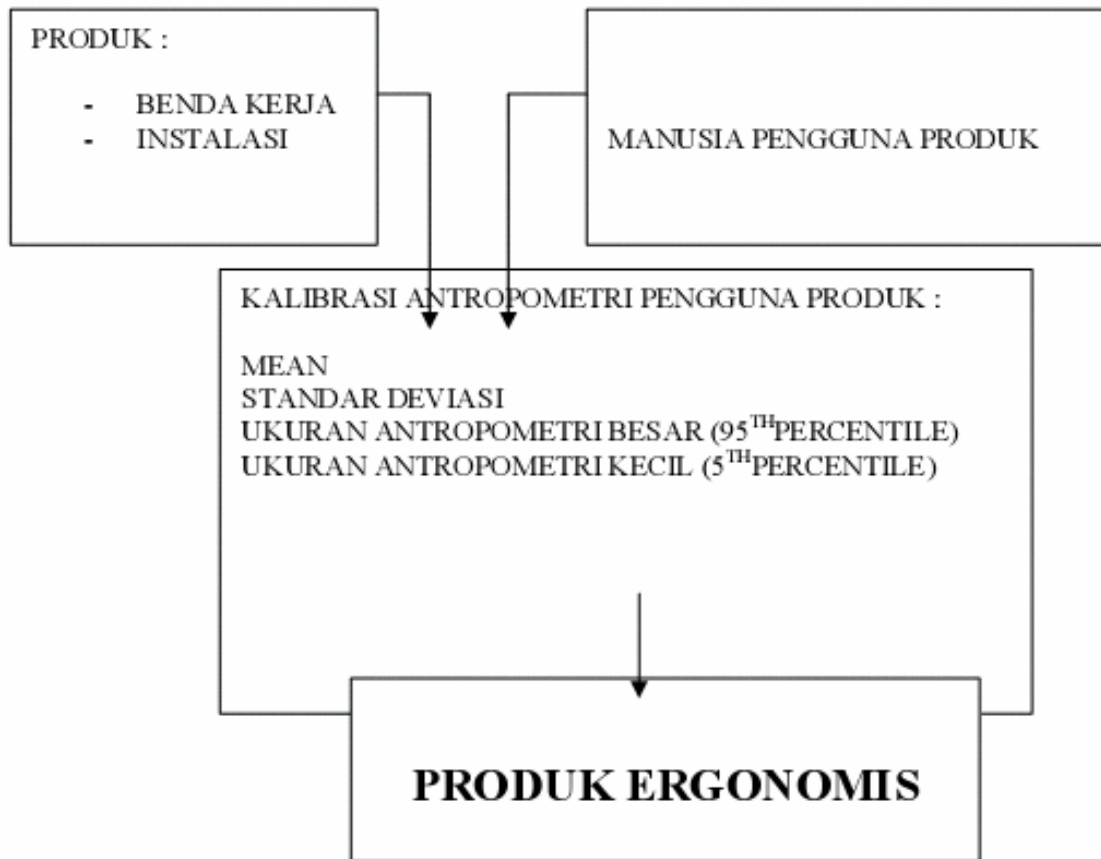
Jika kita akan mewujudkan kemandirian dalam industri bukan hanya masalah antropometri yang berhubungan dengan masalah jangkauan dan ketinggian saja yang harus dimiliki, namun kita harus punya data antropometri semua aspek sehingga memberikan keyakinan bahwa semua peralatan yang didesain sesuai dengan antropometri pengguna. Data antropometri merupakan data ukuran dimensi tubuh manusia. Data antropometri sangat berguna dalam perancangan suatu produk dengan tujuan mencari keserasian produk dengan manusia yang menggunakannya. Dengan demikian tidak hanya memberi kepuasan pada pengguna produk saja, tetapi juga pada pembuat produk.

Namun menmgingat bahwa mengembangkan sebuah desain produk itu melibatkan tenaga, pikiran dan beaya yang tinggi maka sebaiknya pertimbangan ergonomi harus dilaksanakan sedini mungkin sewaktu desain masih dalam proses pengembangan.

Untuk mendisain produk secara ergonomis yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari atau mendesain produk yang ada pada lingkungan haruslah disesuaikan dengan antropometri manusia yang ada di lingkungan itu sebab bila tidak sesuai maka akan menimbulkan berbagai dampak negatif yang akan terjadi baik dalam waktu jangka pendek maupun jangka panjang.

Gambaran desain produk ergonomis berdasar antropometri dapat dilihat pada Gambar 6. Ukuran produk haruslah disesuaikan dengan antropometri manusia. Jadi bukan manusia yang disesuaikan alat, tetapi alat yang harus disesuaikan manusia. Agar dapat mendesain produk sesuai dengan ukuran manusia, maka dalam mendesain produk harus disesuaikan dengan ukuran terbesar (95th percentile) dan ukuran terkecil tubuh (5th percentile)

Pengaplikasian ergonomi ke dalam desain tidaklah mudah dalam pengertian seringkali implementasi ergonomi mempengaruhi harga jual produk Namun demikian, ini bukanlah suatu *excuse* untuk tidak memperhatikan faktor ergonomi.



Gambar 6. Bagan Produk Ergonomis Berdasar Antropometri

Tuduh menuduh tentang siapa yang harus bertanggungjawab bila terjadi kecelakaan atau akibat negatif dari suatu produk mulai kita rasakan di Indonesia. Tingginya rasio kecelakaan lalu lintas tidak melulu pada keteledoran seseorang, tapi dalam banyak kasus justru disebabkan oleh salahnya desain produk itu sendiri.

KESIMPULAN

Ilmu ergonomi memang masih relatif baru di Indonesia, itupun baru diperkenalkan dan diaplikasikan di lingkungan tertentu secara sporadis. Dalam dunia perancangan kenyataan menunjukkan betapa kesadaran ergonomi belum tertanam. Kasus-kasus kecelakaan yang terjadi di sektor perhubungan maupun industri lebih banyak diakibatkan oleh salahnya pendekatan antropometri pada desain.

Untuk mendesain peralatan secara ergonomis yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari atau mendesain peralatan yang ada pada lingkungan harus disesuaikan dengan manusia di lingkungan tersebut. Apabila tidak

ergonomis akan menimbulkan berbagai dampak negatif pada penggunaannya.

DAFTAR PUSTAKA

1. KONZ, STEPHAN, 1983, *Work design : Industrial Ergonomy*, Grid Publishing, Columbus, Ohio.
2. MC CORMICK, ERNEST J., 1976, *Human Factors in Engineering and Design*, Mc Graw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
3. SANTOSO, GEMPUR, September 2004, *Ergonomi manusia, peralatan dan lingkungan*, Prestasi Pustaka, Jakarta.
4. EPRI NP-3649, 1990, "Human Engineering Guide for Enhancing Nuclear Control Room Design", Palo Alto-California.

TANYA JAWAB

Pertanyaan

1. Di abstrak disebutkan antropometri mutlak diperlukan bila kita akan membangun PLTN, apakah ini berdasarkan peraturan yang resmi? (Budi Prayitno)
2. Dalam desain suatu alat sesuai yang saya tangkap antropometri hanya untuk mendesain alat supaya nyaman saat digunakan, apakah faktor bahan, dimensi juga diperlukan? (Sidiq Rohmadi)
3. Apakah juga ada hubungan dengan disiplin ilmu lain misalnya seperti ilmu bahan? (Sidiq Rohmadi)
4. Mohon penjelasan pengertian antropometri dengan ergonomic! (Sigit B)
5. Bagaimana tanggapan Ibu dalam hal tertentu yang sudah standar, Aturan baku seperti ABRI/pilot justru manusia yang menyesuaikan dengan aturan/alat! (Sigit B)

Jawaban

1. Aturan resminya belum ada, tetapi standar dan ergonomic untuk ruang kendali utama PLTN sudah ada (standard IEC)
2. Dalam mendesain alat bukan faktor kenyamanan saja yang diperhatikan, akan tetapi juga harus memperhatikan faktor keselamatan dan keamanan manusia yang menggunakannya. Faktor bahan dan dimensi juga diperhatikan dalam mendesain alat.
3. Dalam mendesain alat bukan hanya ilmu antropometri saja yang dipakai, akan tetapi juga melibatkan disiplin ilmu yang lain.
4. Antropometri merupakan bidang ilmu yang berhubungan dengan dimensi manusia, antara antropometri dan ergonomic saling berhubungan, karena untuk membuat alat yang ergonomic diperlukan antropometri manusia.
5. Karena alat yang ada sudah standar, maka ada ABRI/pilot di syaratkan manusia yang menggunakannya yang diseleksi agar sesuai dengan alat tersebut.

