

DASAR-DASAR PENGETAHUAN ERGONOMI

Oleh : Drs. I Nyoman Dana, M.Erg

PS. Kriya Seni, Fakultas Seni Rupa dan Desain, Institut Seni Indonesia Denpasar, 80235 Bali, Indonesia. nyomandana@isi-dps.ac.id

ABSTRACT

The term ergonomics comes from the Greek word for "ergon" means work and "nomos" means rule or law. So in short ergonomics is a rule or norm in the work system. From experience shows that any activity or work done, if not done ergonomically will cause inconvenience, high cost, accidents and occupational diseases increased, decreased performance which resulted to decreased efficiency and work power. Thus, the application of ergonomics in all areas of activity is a must. In general, the application of ergonomics can be done anywhere, both in the home environment, on the go, in the social environment as well as in the workplace environment. Ergonomics can be applied anytime in a 24-hour round, so either at work, rest, or in social interaction we can perform with healthy, safe and comfortable. To be able to apply ergonomics correctly and correctly, then we must learn and understand ergonomics in detail. In the application of ergonomics needed an art, so that what will be applied can be accepted by the wearer and provide great benefits to him.

Keywords: Application of good and right ergonomology is a must.

ABSTRAK

Istilah ergonomi berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dua kata yaitu "ergon" berarti kerja dan "nomos" berarti aturan atau hukum. Jadi secara ringkas ergonomi adalah suatu aturan atau norma dalam sistem kerja. Dari pengalaman menunjukkan bahwa setiap aktivitas atau pekerjaan yang dilakukan, apabila tidak dilakukan secara ergonomis akan mengakibatkan ketidaknyamanan, biaya tinggi, kecelakaan dan penyakit akibat kerja meningkat, performansi menurun yang berakibat kepada penurunan efisiensi dan daya kerja. Dengan demikian, penerapan ergonomi di segala bidang kegiatan adalah suatu keharusan. Secara umum penerapan ergonomi dapat dilakukan di mana saja, baik di lingkungan rumah, di perjalanan, di lingkungan sosial maupun di lingkungan tempat kerja. Ergonomi dapat diterapkan kapan saja dalam putaran 24 jam sehari, sehingga baik pada saat bekerja, istirahat, maupun dalam berinteraksi sosial kita dapat melakukan dengan sehat, aman dan nyaman. Untuk dapat menerapkan ergonomi secara benar dan tepat, maka kita harus mempelajari dan memahami ergonomi secara detail. Dalam penerapan ergonomi diperlukan suatu seni, agar apa yang akan diterapkan dapat diterima oleh pemakainya dan memberikan manfaat yang besar kepadanya.

Kata Kunci : Penerapan Ergonomi yang baik dan benar adalah suatu keharusan.

I. Kenapa ergonomi

Whats is ergonomics? Istilah ergonomi berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dua kata yaitu “ergon” berarti kerja dan “nomos” berarti aturan atau hukum. Jadi secara ringkas ergonomi adalah suatu aturan atau norma dalam sistem kerja. Di Indonesia memakai istilah ergonomi, tetapi di beberapa negara seperti di Skandinavia menggunakan istilah “Bioteknologi” sedangkan di negara Amerika menggunakan istilah “Human Engineering” atau “Human Factors Engineering”. Namun demikian, kesemuanya membahas hal yang sama yaitu tentang optimalisasi fungsi manusia terhadap aktivitas yang dilakukan.

Why is ergonomics? Dari pengalaman menunjukkan bahwa setiap aktivitas atau pekerjaan yang dilakukan, apabila tidak dilakukan secara ergonomis akan mengakibatkan ketidaknyamanan, biaya tinggi, kecelakaan dan penyakit akibat kerja meningkat, performansi menurun yang berakibat kepada penurunan efisiensi dan daya kerja. Dengan demikian, penerapan ergonomi di segala bidang kegiatan adalah suatu keharusan. *Where is ergonomics applied?* Secara umum penerapan ergonomi dapat dilakukan di mana saja, baik di lingkungan rumah, di perjalanan, di lingkungan sosial maupun di lingkungan tempat kerja. *When is ergonomics applied?* Ergonomi dapat diterapkan kapan saja dalam putaran 24 jam sehari semalam, sehingga baik pada saat bekerja, istirahat, maupun dalam berinteraksi sosial kita dapat melakukan dengan sehat, aman dan nyaman.

Who must apply ergonomics? Setiap komponen masyarakat baik masyarakat pekerja maupun masyarakat sosial harus menerapkan ergonomi dalam upaya menciptakan kenyamanan, kesehatan, keselamatan dan produktivitas kerja yang setinggi-tingginya.

How is ergonomics applied? Untuk dapat menerapkan ergonomi secara benar dan tepat, maka kita harus mempelajari dan memahami ergonomi secara detail. Dalam penerapan ergonomi diperlukan suatu seni, agar apa yang akan diterapkan dapat diterima oleh pemakainya dan memberikan manfaat yang besar kepadanya.

Berangkat dari konsep berfikir rasional tersebut, dalam kajian ergonomi ini akan mulai dibahas dari definisi ergonomi.

II. Definisi Ergonomi

Selanjutnya untuk lebih memahami pengertian ergonomi, perlu ditampilkan definisi-definisi ergonomi dari beberapa ahli ergonomi terdahulu. Secara umum definisi-definisi ergonomi yang ada membicarakan masalah-masalah hubungan antara manusia pekerja dengan tugas-tugas dan pekerjaannya serta desain dari objek yang digunakannya. Pada dasarnya kita boleh mengambil definisi ergonomi dari mana saja, namun demikian perlu kita sesuaikan dengan apa yang sedang kita kerjakan. Di bawah ini ditampilkan beberapa definisi ergonomi yang berhubungan dengan tugas, pekerjaan dan desain.

Ergonomics is the application scientific information about human being (and scientific methods of acquiring such information) to the problems of design (Pheasant,1988). Ergonomics is study of human abilities and characteristics which affect the design of equipment, systems and job (Corlett & Clark,1995). Ergonomics is the ability to apply information regarding human characters, capacities, and limitation to the design of human tasks, machine system, living spaces, environment so that people can live, work and play safely, comfortably and efficiently (Annis & McConville,1996). Ergonomics design is the application of human factors, information to the design of tools, machines, systems, tasks, jobs and environments for productive, safe, comfortable and effective human functioning (Manuaba,1998).

Apabila kita hanya mencermati definisi-definisi tersebut secara sepintas, maka ruang lingkup ergonomi terasa sempit, karena hanya membicarakan antara manusia dengan tugas dan pekerjaannya. Namun demikian, apabila kita lebih dalam mencermatinya, maka ruang lingkup ergonomi akan sangat luas dan mencakup segala aspek, tempat dan waktu. Dengan demikian, ergonomi dapat diterapkan pada aspek apa saja, di mana saja dan kapan saja. Sebagai ilustrasi,

bahwa sehari semalam kita mempunyai 24 jam dengan distribusi secara umum adalah 8 jam di tempat kerja, 2 jam di perjalanan, 2 jam di tempat rekreasi, olah raga, dan lingkungan sosial serta selebihnya (12 jam) di rumah. Sehingga penerapan ergonomi tidak boleh hanya berfokus pada 8 jam di tempat kerja dan melupakan 16 jam lainnya. Untuk mencapai kualitas hidup yang lebih baik, maka siklus ke-24 jam tersebut harus menjadi perhatian dalam kajian ergonomi.

Dari uraian tersebut maka selanjutnya kita dapat mendefinisikan ergonomi sebagai berikut: *“Ergonomi adalah ilmu, seni, dan penerapan teknologi untuk menyasikan atau menyeimbangkan antara segala fasilitas yang digunakan baik dalam beraktivitas maupun istirahat dengan kemampuan dan keterbatasan manusia baik fisik maupun mental sehingga kualitas hidup secara keseluruhan menjadi lebih baik”*.

Sedangkan yang dimaksud dengan kualitas hidup manusia pekerja, sesuai yang diterapkan oleh organisasi perburuhan internasional (ILO), secara umum adalah sebagai berikut:

1. *work should respect the workers' life and health.*
2. *work should leave the worker with free time for rest and leisure.*
3. *work should enable the worker to serve society and achieve self-fulfillment by developing his personal capacities.*

Dengan demikian pencapaian kualitas hidup manusia secara optimal, baik di tempat kerja, di lingkungan sosial maupun di lingkungan keluarga, menjadi tujuan utama dari penerapan ergonomi.

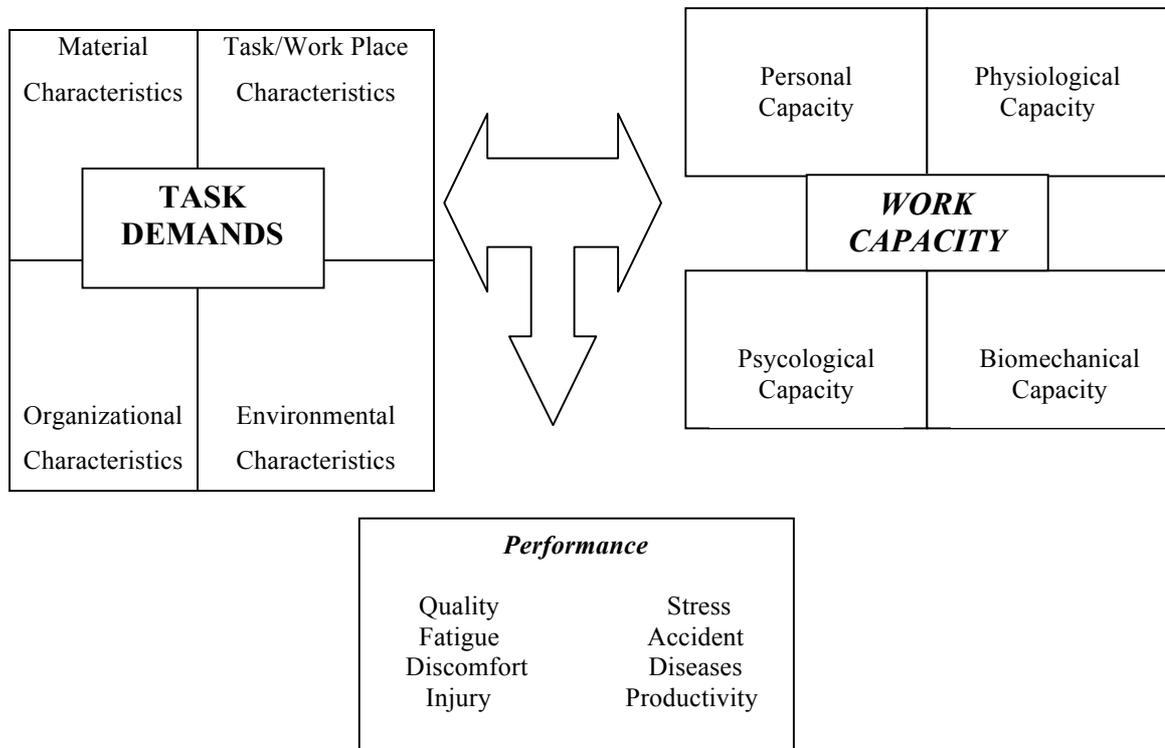
III. Tujuan Ergonomi

Secara umum tujuan dari penerapan ergonomi adalah :

1. Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.
2. 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 tidak produktif.
3. Menciptakan keseimbangan rasional antara berbagai aspek yaitu aspek teknis, ekonomis, antropologis dan budaya dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi.

IV. Konsep Keseimbangan Dalam Ergonomi

Ergonomi merupakan suatu ilmu, seni dan teknologi yang berupaya untuk menyetarakan alat, cara dan lingkungan kerja terhadap kemampuan, kebolehan dan segala keterbatasan manusia, sehingga manusia dapat berkarya secara optimal tanpa pengaruh buruk dari pekerjaannya. Dari sudut pandang ergonomi, antara tuntutan tugas dengan kapasitas kerja harus selalu dalam garis keseimbangan sehingga dicapai performansi kerja yang tinggi. Dalam kata lain, tuntutan tugas pekerjaan tidak boleh terlalu rendah (underload) dan juga tidak boleh terlalu berlebihan (overload). Karena keduanya, baik underload maupun overload akan menyebabkan stress. Konsep keseimbangan antara kapasitas kerja dengan tuntutan tugas tersebut dapat diilustrasikan seperti pada gambar 1.



Gambar 1.1

Konsep Dasar dalam Ergonomi (Sumber:Manuaba,2000)

- **Kemampuan Kerja.** Kemampuan seseorang sangat ditentukan oleh:
1. Personal Capacity (Karakteristik Pribadi); meliputi faktor usia, jenis kelamin, antropometri, pendidikan, pengalaman, status sosial, agama dan kepercayaan, status kesehatan, kesegaran tubuh, dsb.
 2. Physiological Capacity (Kemampuan Fisiologis); meliputi kemampuan dan daya tahan cardio-vaskuler, syaraf otot, panca indera, dsb.
 3. Psychological Capacity (Kemampuan Psikologis); berhubungan dengan kemampuan mental, waktu reaksi, kemampuan adaptasi, stabilitas emosi, dsb.
 4. Biomechanical Capacity (Kemampuan Bio-mekanik); berkaitan dengan kemampuan dan daya tahan sendi dan persendian, tendon dan jalinan tulang.

- **Tuntutan Tugas.** Tuntutan tugas pekerjaan/aktivitas tergantung pada:
 1. Task and material Characteristics (karakteristik tugas dan material); ditentukan oleh karakteristik peralatan dan mesin, tipe, kecepatan dan irama kerja, dsb.
 2. Organization Characteristics; berhubungan dengan jam kerja dan jam istirahat, kerja malam dan bergilir, cuti dan libur, manajemen, dsb.
 3. Environmental Characteristics; berkaitan dengan manusia teman setugas, suhu dan kelembaban, bising dan getaran, penerangan, sosio-budaya, tabu, norma, adat dan kebiasaan, bahan-bahan pencemar, dsb.
- **Performansi.** Performansi atau tampilan seseorang sangat tergantung kepada rasio dari besarnya tuntutan tugas dengan besarnya kemampuan yang bersangkutan. Dengan demikian, apabila:
 1. Bila rasio tuntutan tugas lebih besar daripada kemampuan seseorang atau kapasitas kerjanya, maka akan terjadi penampilan akhir berupa: ketidaknyamanan, "Overstress", kelelahan, kecelakaan, cedera, rasa sakit, penyakit, dan tidak produktif.
 2. Sebaliknya, bila tuntutan tugas lebih rendah daripada kemampuan seseorang atau kapasitas kerjanya, maka akan terjadi penampilan akhir berupa: "Understress", kebosanan, kejemuhan, kelesuan, sakit dan tidak produktif.
 3. Agar penampilan menjadi optimal maka perlu adanya keseimbangan dinamis antara tuntutan tugas dengan kemampuan yang dimiliki sehingga tercapai kondisi dan lingkungan yang sehat, aman, nyaman dan produktif.

V. Kapasitas Kerja

Untuk mencapai tujuan ergonomi seperti yang telah dikemukakan, maka perlu keserasian antara pekerja dan pekerjaannya, sehingga manusia pekerja dapat bekerja sesuai dengan kemampuan, kebolehan dan keterbatasannya. Secara umum kemampuan, kebolehan dan keterbatasan

manusia ditentukan oleh berbagai faktor yaitu: umur, jenis kelamin, ras, antropometri, status kesehatan, gizi, kesegaran jasmani, pendidikan, keterampilan, budaya, tingkah laku, kebiasaan, dan kemampuan beradaptasi (Manuaba,1998).

1. Umur

Umur seseorang berbanding langsung dengan kapasitas fisik sampai batas tertentudan mencapai puncaknya pada umur 25 th. Pada umur 50-60 th kekuatan otot menurun sebesar 25%, kemampuan sensoris-motoris menurun sebanyak 60%. Selanjutnya kemampuan kerja fisik seseorang yang berumur > 60 th tinggal mencapai 50% dari umur orang yang berumur 25 th. Bertambahnya umur akan diikuti penurunan; VO2 max, tajam penglihatan, pendengaran, kecepatan membedakan sesuatu, membuat keputusan dan kemampuan mengingat jangka pendek. Dengan demikian pengaruh umur harus selalu dijadikan pertimbangan dalam memberikan pekerjaan pada seseorang (Astrand & Rodahl,1977, Gradjean,1993, Genaidy,1996 dan Konz,1996).

2. Jenis Kelamin

Secara umum wanita hanya mempunyai kekuatan fisik 2/3 dari kemampuan fisik atau kekuatan otot laki-laki, tetapi dalam hal tertentu wanita lebih teliti dari laki-laki. Menurut Konz (1996) untuk kerja fisik wanita mempunyai VO2 max 15-30% lebih rendah dari laki-laki. Kondisi tersebut menyebabkan persentase lemak tubuh wanita lebih tinggi dan kadar Hb darah lebih rendah daripada laki-laki. Waters & Bhattacharya (1996) menjelaskan bahwa wanita mempunyai maksimum tenaga aerobik sebesar 2,4 L/menit, sedangkan pada laki-laki sedikit lebih tinggi yaitu 3,0 L/menit. Di samping itu, menurut Priatna (1990) bahwa seorang wanita lebih tahan terhadap suhu dingin daripada suhu panas. Hal tersebut disebabkan karena tubuh seorang wanita mempunyai jaringan dengan daya konduksi yang lebih tinggi terhadap panas bila dibandingkan dengan laki-laki. Akibatnya pekerja wanita akan memberikan lebih banyak reaksi perifer bila bekerja pada cuaca

panas. Dari uraian tersebut jelas bahwa, untuk mendapatkan daya kerja yang tinggi, maka harus diusahakan pembagian tugas antara pria/wanita sesuai dengan kemampuan, kebolehan dan keterbatasan masing-masing.

3. Antropometri

Data Antropometri sangat penting dalam menentukan alat dan cara mengoperasikannya. Kesesuaian hubungan antara antropometri pekerja dengan alat yang digunakan sangat berpengaruh pada sikap kerja, tingkat kelelahan, kemampuan kerja dan produktivitas kerja. Antropometri juga menentukan dalam seleksi penerimaan tenaga kerja, misalnya orang gemuk tidak cocok untuk pekerjaan di tempat suhu tinggi, pekerjaan yang memerlukan kelincahan, dll. Menurut Pulat (1992), data antropometri dapat digunakan untuk mendesain pakaian, tempat kerja, lingkungan kerja, mesin, alat dan sarana kerja serta produk-produk untuk konsumen.

4. Status Kesehatan dan Nutrisi.

Status kesehatan dan nutrisi atau keadaan gizi berhubungan erat satu sama lainnya dan berpengaruh pada produktivitas dan efisiensi kerja. Dalam melakukan pekerjaan tubuh memerlukan energi, apabila kekurangan baik secara kuantitatif maupun kualitatif kapasitas kerja akan tertanggu. Perlu keseimbangan antara in-take energi dan output yang harus dikeluarkan. Nutrisi yang ade kuat saja tidak cukup, tetapi diperlukan adanya tubuh yang sehat agar nutrisi dapat dicerna dan didistribusikan oleh organ tubuh. Menurut Suma'mur (1982) dan Grandjean (1993) bahwa selain jumlah kalori yang tepat, penyebaran persediaan kalori selama bekerja adalah sangat penting. Sebagai contoh adalah pemberian snack atau makanan ringan dan teh manis setiap 1,5-2 jam setelah kerja terbukti dapat meningkatkan produktivitas kerja dibandingkan dengan hanya diberikan sekali makan siang pada saat jam istirahat.

5. Kesegaran Jasmani

Hairy (1989) dan Hopkins (2002) menyatakan bahwa kesegaran jasmani adalah suatu kesanggupan atau kemampuan dari tubuh manusia untuk melakukan penyesuaian atau adaptasi terhadap beban fisik yang dihadapi tanpa menimbulkan kelelahan yang berarti dan masih memiliki kapasitas cadangan untuk melakukan aktivitas berikutnya. Selanjutnya Nala (2001) mengatakan bahwa komponen kesegaran jasmani yang disebut biomotorik meliputi 10 komponen utama, yaitu: kekuatan, daya tahan, kecepatan, kelincahan, kelentukan, keseimbangan, kekuatan, koordinasi ketepatan dan waktu reaksi. Dalam setiap aktivitas pekerjaan, maka setiap tenaga kerja dituntut untuk memiliki kesegaran jasmani yang baik sehingga tidak merasa cepat lelah dan performansi kerja tetap stabil untuk waktu yang cukup lama.

6. Kemampuan Kerja Fisik

Kemampuan kerja fisik adalah suatu kemampuan fungsional seseorang untuk mampu melakukan pekerjaan tertentu yang memerlukan aktivitas otot pada periode waktu tertentu. Lamanya waktu aktivitas dapat bervariasi antara beberapa detik (untuk pekerjaan yang memerlukan kekuatan) sampai beberapa jam (untuk pekerjaan yang memerlukan ketahanan). Menurut Hairy (1989) dan Genaidy (1996) bahwa komponen kemampuan kerja fisik dan kesegaran jasmani seseorang ditentukan oleh kekuatan otot, ketahanan otot dan ketahanan kardiovaskuler.

7. Kekuatan otot.

Kekuatan otot adalah tenaga maksimum yang digunakan oleh suatu group otot di bawah kondisi yang ditetapkan. Kekuatan otot biasanya ditentukan setelah beberapa putaran kerja (10). Terdapat 2 macam kekuatan otot yaitu kekuatan otot statis dan dinamis. Kekuatan otot statis

tidak termasuk beberapa gerakan selama pengerahan tenaga fisik. Kekuatan otot statis juga dikenal sebagai kontraksi volunter maksimum atau kekuatan isometik yaitu tenaga maksimum yang digunakan untuk suatu group otot setelah percobaan tunggal (single trial). Sedangkan kekuatan otot dinamis memerlukan pengerahan selama proses gerakan. Kekuatan otot dinamis adalah beban maksimum yang dapat ditangani oleh seseorang tepat waktu atau beberapa kali tanpa istirahat di antara repetisi (contoh: 10 repetisi) untuk pekerjaan yang diinginkan (Genaidy,1996). Menurut Suharno (1993) dan Nala (2001) bahwa kekuatan otot merupakan kemampuan otot-otot skeletal atau otot rangka untuk melakukan kontraksi atau tegangan maksimal dalam menerima beban, menahan atau memindahkan beban sewaktu melakukan aktivitas atau pekerjaan. Pada umumnya komponen kekuatan otot ini dapat diukur dengan menggunakan alat seperti dinamometer. Dengan demikian jelas bahwa kekuatan otot sangat menentukan penampilan seseorang dalam setiap aktivitas pekerjaan yang dilakukan.

8. Ketahanan otot.

Ketahanan otot adalah kemampuan spesifik grup otot untuk terus dapat melakukan pekerjaan sampai seseorang tidak mampu lagi untuk mempertahankan pekerjaannya. Ketahanan otot dapat diukur dalam waktu bertahan (maksimum lamanya waktu selama seseorang mampu mempertahankan suatu beban kerja secara terus menerus). Daya tahan otot pada prinsipnya dapat dilatih dan dikembangkan sejak usia dini sampai usia 20 tahun. Daya tahan otot mencapai kemampuan maksimum pada usia 25-30 tahun (Konz, 1996).

9. Ketahanan kardiovaskuler.

Ketahanan kardiovaskuler adalah suatu pengukuran kemampuan sistem kardiovaskuler dengan melakukan pekerjaan secara terus menerus sampai terjadi kelelahan. Ketahanan kardiovaskuler dapat ditentukan

dengan beban maksimum dan sub-maksimum. Untuk beban maksimum, ketahanan kardiovaskuler diketahui sebagai konsumsi O_2 Max (VO_2 max) atau tenaga aerobik maksimum. VO_2 max adalah jumlah maksimum oksigen yang seseorang dapatkan selama kerja fisik sambil menghirup udara (Astrand & Rodahl, 1977). Menurut Nala (2001) bahwa ketahanan kardiovaskuler adalah suatu kemampuan tubuh untuk bekerja dalam waktu lama tanpa kelelahan setelah menyelesaikan pekerjaan tersebut. Ketahanan kardiovaskuler umumnya diartikan sebagai ketahanan terhadap kelelahan dan kemampuan pemulihan setelah mengalami kelelahan. Ketahanan kardiovaskuler yang tinggi dapat mempertahankan performansi atau penampilan dalam jangka waktu yang relatif lama secara terus menerus.

SIMPULAN

Secara ergonomic kemampuan adaptasi tubuh manusia dengan lingkungan secara alamiah sudah terbentuk berdasarkan kaedah-kaedah keamanan, kesehatan dan kenyamanan. Batasan-batasan kemampuan dan teknik mengaktualisasikan jati diri dan gerak tubuh harus dilakukan tidak bertentangan dengan kemampuan alamiah yang seharusnya dilakukan. Pengetahuan ergonomic seyogyanya dapat diterapkan sedini mungkin baik dalam melakukan pekerjaan maupun saat istirahat. Dengan demikian jaminan keamanan, kesehatan dan kenyamanan tubuh dapat diselaraskan dengan kemampuan dasar yang dimiliki oleh setiap gerak tubuh manusia agar tidak bertentangan.

Pembuktian kebenaran ilmu pengetahuan sangat penting dilakukan melalui percobaan dan penelitian secara ilmiah, sehingga hasil uji dapat diterapkan baik secara langsung maupun tidak kepada masyarakat secara luas.

Kepustakaan

- Annis, J.F. & McConville, J.T. 1996. Anthropometry. Dalam: Battacharya, A. & McGlothlin, J.D. eds. *Occupational Ergonomic*. Marcel Dekker Inc. USA: 1-46.
- Astrand, P.O. & Rodahl, K. 1977. *Textbook of Work Physiology-Physiological Bases of Exercise*, 2nd ed. McGraw-Hill Book Company. USA.
- Corlett, E.N. & Clark, T.S. 1995. *The Ergonomics of Workspaces and Machines. A Design Manual*. 2nd ed. Taylor & Francis. Great Britain.
- Geinady, A. M. 1996. Physical Work Capacity. Dalam: Battacharya, A. & McGlothlin, J.D. eds. *Occupational Ergonomic*. Marcel Dekker Inc. USA: 219-232.
- Grandjean, E. 1993. *Fitting the Task to the Man*, 4th ed. Taylor & Francis Inc. London.
- Hairy, J., 1989. Fisiologi Olahraga Jilid 1. Jakarta: Depdikbud, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi.
- Hopkins 2002. Fitness Fundamentals-Duidelines for Personal Exercise Programs. Developed by the President's Council on Physical Fitness and Sports.
- Konz, S. 1996. Physiology of Body Movement. Dalam: Battacharya, A. & McGlothlin, J.D. eds. *Occupational Ergonomic*. Marcel Dekker Inc. USA: 47-61.
- Manuaba, A. 1998. Bunga Rampai Ergonomi volume 1, Kumpulan Artikel, Universitas Udayana. Denpasar
- Manuaba, A. 2000. Ergonomi, Kesehatan dan Keselamatan Kerja. Editor: Sritomo Wignyosubroto dan Stefanus Eko Wiranto. Proceeding Seminar Nasional Ergonomi 2000, Guna Wijaya, Surabaya: 1-4.
- Nala, 2001. Prinsip Pelatihan Fisik Olahraga. Denpasar. Program Pascasarjana Program Studi Fisiologi Olahraga, Program Pasca Sarjana UNUD.
- Pheasant, S. 1988. Body Space. Anthropometry, Ergonomics and Design, Taylor & Francis. London.

- Priatna, B.L. 1990. Pengaruh Cuaca Kerja Terhadap Berat Badan. *Majalah Hiperkes dan Keselamatan Kerja*. Jakarta. Vol XXIII (3): 39-49.
- Pulat, B.M. 1992. *Fundamentals of Industrial Ergonomics*. Hall International. Englewood Cliffs. New Jersey. USA.
- Suharno, H.P., 1986. Ilmu Kepeleatihan Olahraga. Buku pedoman ilmu kepeleatihan olahraga. IKIP, Yogyakarta.
- Suma'mur, P.K. 1982. *Ergonomi Untuk Produktivitas Kerja*. Yayasan Swabhawa Karya. Jakarta.
- Water, T.R. & Battacharya, A. 1996. Physiological Aspects of Neuromuscular Function. Dalam: Battacharya, A. & McGlothlin, J.D. eds. *Occupational Ergonomic*. Marcel Dekker Inc, USA: 63-76.