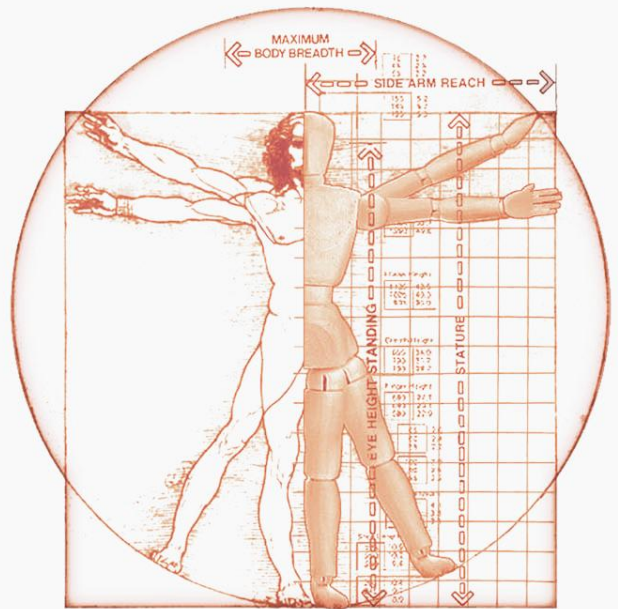




Pengantar Ergonomi Desain Produk

Penulis:

Dr. Yannes Martinus Pasaribu, M.Sn., ADPII

Andar Bagus Sriwarno, M.Sn., Ph.D. , ADPII

Dr. Andry Masri , M.Sn. , ADPII

Judul Buku : Pengantar Ergonomi Desain Produk

Penyusun : Dr. Yannes Martinus Pasaribu, M.Sn. , ADPII
 Andar Bagus Sriwarno, M.Sn., Ph.D. , ADPII
 Dr. Andry Masri , M.Sn. , ADPII

Desain Buku dan Tata letak : Dr . Riama Maslan Sihombing M.Sn.

Diproduksi oleh : Aliansi Desainer Produk Indonesia (ADPII)
 E-mail : sekretariat.adpii@gmail.com;
 hello.adpii@gmail.com

Telp : 022-4240029
 Fax : 022-4240029

Cetakan Buku : Tahun 2021, 131 halaman, 257 x 182 cm

ISBN : 978-602-61467-2-4

Penerbit : Aliansi Desainer Produk Indonesia (ADPII)
 Jl. Flores No.3, Citarum, Bandung Wetan,
 Kota Bandung, Jawa Barat 40115

UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA
 NOMOR 19 TAHUN 2002
 TENTANG HAK CIPTA
 Pasal 72
 Ketentuan Pidana Sangsi Pelanggaran

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu ciptaan atau memberikan izin untuk itu, dipidana dengan pidana penjara paling singkat 1 (satu) bulan dan / atau denda paling sedikit Rp1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan / atau denda paling banyak Rp. 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).

2. Barang siapa dengan sengaja menyerahkan, menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan / atau denda paling banyak Rp.500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

Dilarang keras menjiplak atau memperjualbelikan buku ini tanpa mendapat izin tertulis dari Editor dan Tim Penyusun serta Penerbit ADPII

Pengantar Ergonomi Desain Produk

Penulis

Dr. Yannes Martinus Pasaribu, M.Sn., ADPII

Andar Bagus Sriwarno, M.Sn., Ph.D., ADPII

Dr. Andry Masri, M.Sn., ADPII

Hak cipta @2021 oleh kontributor dan editor

Hak publikasi pada Penerbit Aliansi Desainer Produk Industri Indonesia

Dilarang memperbanyak, memperbanyak sebagian atau seluruh

isi dari buku ini dalam bentuk apapun, tanpa izin tertulis dari

penerbit.

Cetakan ke-	05	04	03	02	01
Tahun	25	24	23	22	21

Aliansi Desainer Produk Industri Indonesia (ADPII)

Divisi Penerbit ADPII

Jl. Flores No.3, Citarum, Bandung Wetan, Kota Bandung, Jawa Barat 40115

Daftar Isi

Daftar Isi	i
Sambutan	xi
Prolog	xii
BAB I Pengertian dan Ruang Lingkup Ergonomi Desain Secara Global	1
1. 1. Definisi Ergonomi	1
1. 2. Fungsi dan Cakupan Ergonomi	2
a) Antropometri.....	3
b) Biomekanika	4
c) Faal/Fisiologi Tubuh	6
d) Panca indera.....	6
e) Psikologi Kerja	7
1. 3. Rangkuman.....	8
BAB II Aspek Historis dari Ergonomi	10
2.1 Awal mula kesadaran terhadap pentingnya aspek manusia dalam perancangan	10
a) Era Renaisans (1300 – 1600)	11
b) Era 1600-1700	12
c) Era 1800-1900	13
d) Era perang dunia kesatu-awal perang dunia kedua (1914-1939)	16
e) Era perang dunia kedua 1942-1945	18
f) Era 1945-1960	19
g) Era 1960-1980	20
h) Era 1980-1990	21
i) Era 1990-2000	24
j) Era 2000 – 2010.....	25
k) Era 2010 – 2020.....	26
l) Era 2020 ke depan.....	27
2.2 Pelajaran dari Perjalanan Sejarah.....	28
2.3 Rangkuman.....	30
BAB III Faktor Manusia dan Sistem	32
3.1 Ergonomi sebagai sistem.....	32
a) Sistem kerja manual	34
b) Sistem kerja mekanik.....	35

c) Sistem kerja otomatis.....	36
d) Sistem kerja otonom (autonomous)	37
3.2 Sistem Manusia-Produk.....	38
3.3 Desain produk sebagai sistem	41
3.4 Rangkuman.....	43
BAB IV Metodologi Riset dalam Ergonomi Desain	46
4.1. Pengelompokan riset ergonomi desain.....	46
1) Jenis riset ergonomi desain berdasarkan tujuannya	46
2) Jenis riset ergonomi desain berdasarkan metodenya.....	47
3) Jenis riset ergonomi desain berdasarkan tempatnya	49
4.2. Variabel dan sampling	54
a) Kriteria variabel	54
b) Stratifikasi variabel	55
4.3. Penentuan sampling.....	61
a) Probability Sampling.....	64
b) Non-Probability Sampling.....	69
4.4. Kapan Memilih Satu Metode Tertentu?	75
4.5. Pengumpulan Data	79
4.6. Analisa Data	79
4.7. Validitas	81
4.8. Metoda Statistik	83
4.9. Persentil.....	83
4.10. Rangkuman.....	87
BAB V Sistem Masukan Informasi.....	90
5.1. Informasi.....	90
5.2. Kapasitas Memori Manusia dalam Mengelola Informasi	93
5.3. Beban Kerja Mental	93
5.4. Rangkuman.....	94
BAB VI <i>Display Visual</i>.....	96
6.1. <i>Display Visual Statis</i>	97
6.2. <i>Display Visual Dinamis</i>	98
6.3. Rangkuman.....	99
BAB VII Sistem Kerja dan Kontrol Pada Manusia	101
7.1. Fisiologi Kerja.....	102
a. Otot.....	102
b. Paru-paru.....	103

c. Jantung dan aliran darah	104
7.2. Beban kerja fisik dan efisiensi kerja	106
7.3. Konsumsi Energi dan Faktor-Faktor yang Memengaruhinya	107
a. Metoda Kerja	107
b. Posisi/Postur Tubuh Saat Bekerja.....	107
c. Tingkat Kerja	108
d. Desain Peralatan Kerja.....	108
e. Kekuatan (Strength) dan Ketahanan (Endurance).....	109
7.4. Rangkuman.....	110
BAB VIII Aktivitas Kerja dan Keterampilan Motorik.....	112
8.1. Pendekatan-pendekatan dalam kegiatan Kerja	113
a. Pendekatan biomekanika	113
b. Pendekatan fisiologi	114
c. Pendekatan psiko-fisik.....	114
8.2. Keterampilan Motorik	115
8.3. Biomekanika Gerak.....	116
8.4. Rangkuman.....	117
Epilog.....	120
Kepustakaan.....	123
Tim Penulis.....	123

Daftar Gambar

Gambar 1.1.	Antropometri statis	3
Gambar 1.2.	Antropometri dinamis	4
Gambar 1.3.	Biomekanika meneliti aspek-aspek daya tahan tubuh terhadap beban yang berkaitan dengan gerak mekanik anggota tubuh	5
Gambar 1.4.	Sistem faal/fisiologi tubuh manusia.....	6
Gambar 1.5.	Lima indera manusia	6
Gambar 1.6.	Aspek-aspek psikologis manusia	7
Gambar 2. 1.	Riset interaksi antara manusia dan produk yang dilakukan Leonardo da Vinci sekitar tahun 1490-an	11
Gambar 2. 2.	Alfonso Giovanni Borelli melalui berbagai risetnya kemudian dikenal sebagai penemu ilmu Biomekanika	13
Gambar 2. 3.	Suasana kerja pabrik di era awal Revolusi industri	14
Gambar 2. 4.	Frank dan Lilian Gilbreth, pelopor riset yang berkaitan dengan penghitungan efisiensi dan efektivitas kerja manusia	15
Gambar 2. 5.	Munculnya peralatan tempur di perang dunia kesatu dengan dimensi yang semakin besar. Mengandalkan sistem mekanik yang kompleks dengan pengendalian sepenuhnya oleh manusia	16
Gambar 2. 6.	Atas: Wanita mulai dipekerjakan pada alur produksi senjata api ringan, dan pada perang dunia kesatu lah desain senjata api mulai dikaji untuk meningkatkan kecepatan bongkar pasang komponennya dengan tujuan untuk mempercepat proses produksinya. Bawah: Tenaga kerja wanita semakin berperan alam industri perakitan senjata api di perang dunia kedua	17
Gambar 2. 7.	Peralatan tempur perang dunia kedua dengan mekanik yang semakin kompleks, namun masih mengandalkan manusia sebagai operator dan kontrol kerjanya	18
Gambar 2. 8.	Saat Amerika Serikat berorientasi pada banyaknya detail pengukuran pada kontrol panel pesawat tempurnya, sedangkan Jepang lebih memilih efisiensi kontrol panel pada pesawat Zero	18

Gambar 2. 9. Peningkatan teknologi luar angkasa Amerika Serikat-Uni Soviet di masa perang dingin memacu riset-riset ergonomi internasional	19
Gambar 2. 10. Ergonomi menjadi salah satu kunci pengembangan teknologi militer	20
Gambar 2. 11. Kecelakaan akibat <i>human error</i> pada reaktor nuklir di Three Miles Island, Chernobyl, dan pabrik kimia Union Carbide di Bhopal	21
Gambar 2. 12. Gambar atas menunjukkan pola kerja yang belum optimal dalam keamanan dan keselamatan kerja. Sedangkan gambar bawah pendekatan ergonomi yang sudah menjadi standar keamanan dan keselamatan kerja berbagai industri multinasional secara global	23
Gambar 2. 13. Ergonomi menjadi salah kunci dalam pengembangan tata ruang kota yang dapat memberikan daya dukungnya bagi kesejahteraan manusia	24
Gambar 2. 14. Perkembangan konvergensi teknologi nano, bio, material baru, dan teknologi cerdas semakin cepat.	25
Gambar 2. 15. Awal era Industry 4. 0. Semua mesin, mulai dari gawai hingga perangkat mesin produksi di industri manufaktur mulai dijejali oleh teknologi pintar yang saling terintegrasi dan berkomunikasi dalam Internet of Things.	26
Gambar 2. 16. Membaurnya teknologi DNA, neuron, nano, dan bio yang dilanjutkan dengan pertumbuhan teknologi pico serta sub atomik.....	28
Gambar 3.1. Prinsip dasar sistem	33
Gambar 3.2. Sistem ergonomi dalam proses pengembangan desain produk	33
Gambar 3.3. Sistem pengoperasian produk secara manual.....	34
Gambar 3.4. Sistem pengoperasian produk secara mekanik sederhana.....	35
Gambar 3.5. Sistem pengoperasian produk secara semi otomatis.....	36
Gambar 3.6. Sistem pengoperasian produk secara otomatis.....	36
Gambar 3.7. Transisi level autonomous dalam sistem pengendalian kendaraan.....	37
Gambar 3.8. Contoh sistem kontrol audio-video (lihat lingkaran merah) dilihat sebagai kesatuan sistem dari sisi hirarki, fungsi, pola	39

kerja, dan interaksi antara masing-masing komponen sebagai kesatuan sistem sebuah mobil.....	
Gambar 3.9. Contoh sistem tombol klakson dilihat dari sisi hirarki, fungsi, pola kerja, dan interaksi antara masing-masing komponen dalam sebagai kesatuan sistem sebuah mobil.....	40
Gambar 3.10. Tahapan sistem pengembangan produk.....	41
Gambar 3.11. Ergonomi sebagai sebuah sistem.....	43
Gambar 4.1. Laboratorium ergonomi desain produk di Institut Teknologi Bandung.....	49
Gambar 4.2. Peralatan laboratorium ergonomi yang paling diperlukan untuk pengkajian desain produk.....	51
Gambar 4.3. <i>Eye movement tracking system</i>	52
Gambar 4.4. <i>3D Motion capture dan physiological measurements system</i>	52
Gambar 4.5. Contoh rekomendasi desain dari sisi ergonomi terhadap <i>lay out</i> dan interior angkutan kota.....	53
Gambar 4.6. Proses stratifikasi penting untuk mengelompokkan karakteristik calon pengguna produk.....	55
Gambar 4.7. Ukuran statistik dimensi manusia yang sudah disistematikkan	55
Gambar 4.8. Karakteristik fisik pria dan wanita menjadi pembeda dalam pendekatan dimensi dan fungsi desain.....	56
Gambar 4.9. Berbeda dengan etnis, setiap ras memiliki karakteristik fisik yang lebih spesifik.....	57
Gambar 4.10. Gradasi pertumbuhan fisik manusia sejak bayi hingga tua.....	57
Gambar 4.11. Desain ransel memiliki dimensi sesuai dengan tuntutan kebutuhan dalam menunjang aktivitas profesi yang berbeda.....	58
Gambar 4.12. Beberapa profesi cenderung memiliki pakaian yang khas. Khususnya untuk yang berurusan dengan lingkungan kerjanya.....	59
Gambar 4.13. Gradasi perubahan fisik (dan juga psikis) wanita dalam proses kehamilan.....	60
Gambar 4.14. Berbagai varian penyandang disabilitas fisik manusia yang perlu menjadi pertimbangan dalam pengembangan desain dari sisi ergonomi	60

Gambar 4.15. Sampel diambil dari bagian dari populasi yang akan menjadi objek riset	61
Gambar 4.16. Jenis sampling yang paling umum dipergunakan untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan dalam pengembangan produk. Pengumpulan data dalam sampling dapat memakai turunan tipe <i>probability</i> atau <i>non-probability</i>	64
Gambar 4.17. Gambaran <i>Probability Sampling</i> , teknik pengambilan sampel secara random/acak	65
Gambar 4.18. Pada <i>Simple Random Sampling</i> pengambilan sampel dilakukan secara acak, misalnya dengan menggunakan undian atau memilih secara bebas. Disamping itu, peneliti dapat mengukur tingkat representatif sampel terhadap populasi yang akan diteliti	65
Gambar 4.19. <i>Systematic Sampling</i> digunakan untuk mengumpulkan data dari setiap catatan ke-“n” dalam populasi	66
Gambar 4.20. <i>Cluster Sampling</i> menggunakan sampel acak untuk memilih kelompok tertentu dari subkelompok yang tidak tumpang tindih untuk sampel	68
Gambar 4.21. <i>Stratified Sampling</i> membagi sampel populasi yang acak menjadi subkelompok yang homogen.....	69
Gambar 4.22. Gambaran <i>Non-Probability Sampling</i> , pemilihan sampel secara terpolo	70
Gambar 4.23. <i>Convenience Sampling</i> menggunakan sampling acak terhadap populasi yang nyaman dan hadir pada saat survei dilakukan	71
Gambar 4.24. <i>Purposive Sampling</i> didasarkan pada karakteristik minat dan tujuan penelitian	72
Gambar 4.25. <i>Snowball Sampling</i> bergantung pada rujukan untuk menghasilkan responden. Ini biasa digunakan di media sosial untuk mengumpulkan data	73
Gambar 4.26. <i>Quota Sampling</i> mengidentifikasi subkelompok dan proporsinya dalam populasi	74
Gambar 4.27. Sistem pemrosesan variabel	80
Gambar 4.28. Skema sistem interpretasi variabel.....	80
Gambar 4.29. Skema pengkhususan.....	81
Gambar 4.30. Skema validitas dan reliabilitas.....	82

Gambar 4.31. Pahami untuk siapa desain produk tersebut akan dibuat dan seperti apa persyaratan-persyaratan ergonomi yang harus dipenuhi.....	83
Gambar 4.32. Skema persentil 5, persentil 10, dan persentil 95.....	84
Gambar 4.33. Skema persentil rendah, rata-rata, dan tinggi.....	85
Gambar 4.34. Aplikasi persentil berdasarkan dimensi yang dapat disesuaikan/adjustable.....	85
Gambar 4.35. Aplikasi persentil berdasarkan nilai rata-rata (P-50).....	86
Gambar 4.36. Tabel baku aplikasi persentil.....	87
Gambar 5.1. Sistem masukan informasi kepada manusia.....	91
Gambar 5.2. Pola Aksi-Reaksi dari sebuah Informasi dan empat situasi berbeda yang dapat terjadi dari sebuah informasi yang dikirimkan.....	91
Gambar 5.3. Diagram Venn proses informasi dalam sebuah sistem tanda pada dashboard kendaraan.	92
Gambar 5.4. Pola Aksi-Reaksi dari sebuah Informasi dan empat situasi berbeda yang dapat terjadi dari sebuah informasi yang dikirimkan.....	93
Gambar 6.1. Contoh gambar <i>display</i> visual statis.....	97
Gambar 6.2. Sistem penunjuk panel kontrol dengan berbagai variasinya....	98
Gambar 7.1. Sistem otot tubuh manusia.....	103
Gambar 7.2. Sistem paru-paru.....	104
Gambar 7.3. Tampak penampang jantung.....	105
Gambar 8.1. Elemen biomekanika.....	113
Gambar 8.2. Fleksi dan ekstensi.....	116
Gambar 8.3. Manusia menghabiskan hidupnya lebih dari 70% dalam posisi duduk, posisi statis, mobilitas tinggi kini menjadikan teknologi informasi yang mobile dan autonomous sebagai bagian yang menyatu dengan diri	120

Sambutan

Desain produk mencakup rangkaian proses strategis pemecahan masalah, yang mendorong inovasi dan nilai kebaruan, membangun kesuksesan bisnis, serta mengarah kepada peningkatan kualitas hidup melalui penciptaan produk, sistem, servis dan pengalaman yang inovatif. Desain produk memberikan manfaat dan keuntungan bagi manusia dengan mengedepankan pemikiran kreatif, analitik, dan sistematis sekaligus menerjemahkan kebutuhan pengguna, estetika dan optimalisasi fungsi.

Dalam menghasilkan luaran yang paling optimal, seorang desainer produk harus mengenal sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia. Ergonomi memiliki andil penting dalam proses desain karena dalam ergonomi desain produk terdapat proses sistematis memanfaatkan informasi terkait sifat; kemampuan dan keterbatasan manusia dalam merancang suatu sistem.

Buku Pengantar Ergonomi Desain Produk memberikan pemahaman kepada desainer produk bahwa ergonomi sebagai ilmu terapan terdiri atas aspek: manusia sebagai subjek desain; manusia memiliki perbedaan karakteristik fisik; desain akan memberikan perilaku manusia; mendesain adalah proses riset yang sistematis; desain itu saintifik; dan desain berorientasi pada sistem yang mencakup unsur manusia.

Melalui buku ini diharapkan pembaca memahami bahwa desain produk adalah rangkaian sistematis yang tidak hanya menitikberatkan pada tampilan visual melainkan keseluruhan nilai yang terkait dengan aspek manusia termasuk ergonomi. Khususnya untuk desainer produk, semoga buku ini dapat dijadikan referensi dalam mendesain produk dan memahami kembali bahwa desain produk menitikberatkan optimalisasi nilai untuk manusia.

Surabaya, 29 Januari 2021



Arie Kurniawan S.T., M.Ds.
Ketua ADPII

Prolog

Modernisasi menuntut manusia dapat hidup dan bekerja dalam sebuah sistem secara efektif, efisien, aman, nyaman. Untuk itu seorang desainer produk harus dapat mengenali karakteristik manusia sebagai fokus setiap desain yang ia kembangkan. Mengingat dalam suatu sistem kerja manusia memegang peranan yang sangat penting, maka desainer dan peneliti produk harus dapat merencanakan, mengendalikan dan mengevaluasi sistem kerja dan pengoperasian dari desain yang dikembangkan agar menghasilkan luaran yang sesuai bagi manusia yang menggunakannya.

Tujuan umum ergonomi desain produk adalah agar desainer produk dapat memahami dasar-dasar pendekatan desain melalui sisi ergonomi. Sehingga, dapat mengaplikasikannya dalam aktivitas desain yang berbasis pada faktor manusia, sebagai subjek dalam setiap pengembangan desain yang dilakukan.

Tujuan khusus ergonomi desain adalah memberikan penyadaran adanya kompleksitas interaksi manusia dengan produk yang di dalamnya sarat dengan masalah-masalah keamanan, dan kenyamanan bagi manusia sebagai subjek desain, sehingga desain senantiasa terus dikembangkan dan diperbaiki seiring dengan perkembangan teknologi dan perubahan sosial masyarakat.

Melalui buku ini diharapkan pembaca dapat membangun kesadarannya akan aspek-aspek yang berhubungan dengan sifat, kemampuan, dan keterbatasan manusia sebagai subjek dari setiap desain yang diimplementasikan dalam bentuk lingkungan buatan hingga benda pakai yang berinteraksi dengannya. Selanjutnya, mampu menganalisis dan mensintesa berbagai varian pola interaksi antara manusia dengan produk, baik dari aspek keamanan sesuai tingkat kompleksitasnya.

Dr. Yannes Martinus Pasaribu, M.Sn. , ADPII

Ketua Tim Penulis

