



DESAIN PRODUK ERGONOMI: MENINGKATKAN KENYAMANAN DAN PRODUKTIVITAS PENGGUNA

Penulis :

**M. Ansyar Bora, Herman, Ahmad Hanafie, Meri Andriani,
Zayyinul Hayati Zen**

DESAIN PRODUK ERGONOMI: MENINGKATKAN KENYAMANAN DAN PRODUKTIVITAS PENGGUNA

**M. Ansyar Bora
Herman
Ahmad Hanafie
Meri Andriani
Zayyinul Hayati Zen**



GET PRESS INDONESIA

DESAIN PRODUK ERGONOMI: MENINGKATKAN KENYAMANAN DAN PRODUKTIVITAS PENGGUNA

Penulis :

M. Ansyar Bora
Herman
Ahmad Hanafie
Meri Andriani
Zayyinul Hayati Zen

ISBN : 978-623-125-487-0

Editor : Diana Purnama Sari., S.E., M.E

Penyunting : Ari Yanto., M.Pd

Desain Sampul dan Tata Letak : Atyka Trianisa, S.Pd

Penerbit : GET PRESS INDONESIA

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi :

Jln. Palarik Air Pacah No 26 Kel. Air Pacah
Kec. Koto Tangah Kota Padang Sumatera Barat

Website : www.getpress.co.id

Email : adm.getpress@gmail.com

Cetakan pertama, November 2024

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan
dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT dalam segala kesempatan. Sholawat beriring salam dan doa kita sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW. Alhamdulillah atas Rahmat dan Karunia-Nya penulis telah menyelesaikan Desain Produk Ergonomi: Meningkatkan Kenyamanan Dan Produktivitas Pengguna ini.

Buku ini membahas Pendahuluan Ergonomi Dalam Desain Produk, Prinsip-Prinsip Dasar Ergonomi, Metode Dan Pendekatan Ergonomi Dalam Desain, Studi Kasus Desain Produk Ergonomis, Inovasi Dan Tren Masa Depan Dalam Desain Ergonomis.

Proses penulisan buku ini berhasil diselesaikan atas kerjasama tim penulis. Demi kualitas yang lebih baik dan kepuasan para pembaca, saran dan masukan yang membangun dari pembaca sangat kami harapkan.

Penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian buku ini. Terutama pihak yang telah membantu terbitnya buku ini dan telah mempercayakan mendorong, dan menginisiasi terbitnya buku ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi masyarakat Indonesia.

Padang, Oktober 2024

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB 1 PENDAHULUAN ERGONOMI DALAM DESAIN	
PRODUK	1
1.1 Pendahuluan.....	1
1.1.1 Pengertian Ergonomi.....	1
1.1.2 Sejarah Perkembangan Ergonomi Sebagai Disiplin Ilmu.....	5
1.2 Tujuan dan Manfaat Ergonomi dalam Desain.....	8
1.3 Pentingnya Ergonomi dalam Desain Produk Modern.....	11
1.4 Tantangan Penerapan Ergonomi dalam Desain Produk	16
DAFTAR PUSTAKA.....	21
BAB 2 PRINSIP-PRINSIP DASAR ERGONOMI.....	23
2.1 Pendahuluan.....	23
2.2 Antropometri Dalam Desain Produk.....	24
2.3 Biomekanika dan Gerakan Manusia	27
2.3.1 Definisi Biomekanika dan Perannya dalam Ergonomi	27
2.3.2 Analisis Postur dan Gerakan untuk Meminimalkan Stres pada Tubuh	28
2.3.3 Desain Produk untuk Mendukung Gerakan Alami dan Postur yang Baik.....	30
2.4 Fisiologi dan Kesehatan dalam Desain.....	32
2.4.1 Hubungan antara Fisiologi Manusia dan Desain Produk.....	32
2.5 Prinsip Kognitif dalam Ergonomi.....	36
2.5.1 Pengertian Ergonomi Kognitif dan Pentingnya dalam Desain Interaksi Manusia dengan Produk....	36
2.5.2 Prinsip-Prinsip seperti Beban Kognitif, Perhatian, dan Persepsi yang Mempengaruhi Desain Antarmuka.....	37
2.5.3 Desain Antarmuka yang Meningkatkan Pengalaman Pengguna.....	40

2.6 Aplikasi Prinsip Ergonomi dalam Desain	42
2.6.1 Integrasi Prinsip Antropometri, Biomekanika, Fisiologi, dan Kognitif dalam Proses Desain	42
2.6.2 Metode Pengujian Ergonomi dalam Desain Produk.....	44
2.6.3 Studi Kasus Penerapan Prinsip Ergonomi dalam Desain Produk Nyata	45
DAFTAR PUSTAKA	47
BAB 3 METODE DAN PENDEKATAN ERGONOMI DALAM DESAIN	49
3.1 Pendahuluan	49
3.2 Metode Nordic Body Map (NBM).....	50
3.3 Manual Task Risk Assessment (ManTRA)	51
3.4 Job Strain Index (JSI).....	60
3.4.1 Tahapan-Tahapan dalam Penilaian Job strain index (JSI)	60
3.5 Keystroke-Level Model (KLM).....	64
DAFTAR PUSTAKA	67
BAB 4 STUDI KASUS DESAIN ERGONOMIS.....	69
4.1 Pendahuluan	69
4.2 Uji Keseragaman Data.....	70
4.2.1 Dimensi Tinggi Pinggang Berdiri (TPB)	70
4.2.2 Panjang dari Siku ke ujung Jari (PSJ)	72
4.2.3 Rentangan Tangan (RT).....	74
4.3 Uji Kecukupan Data.....	76
4.3.1 Dimensi Tinggi Siku Berdiri (TSB).....	76
4.3.2 Dimensi Panjang Dari Siku Ke Ujung Jari (PSJ)	76
4.4 Dimensi Rentangan Tangan (RT).....	77
4.5 Persentil	78
4.6 Hasil Simulasi Menggunakan Catia V5	79
DAFTAR PUSTAKA	82
BAB 5 INOVASI DAN TREN MASA DEPAN DALAM DESAIN ERGONOMIS.....	83
5.1 Pendahuluan	83
5.1.1 Pengertian dan Pentingnya Desain Ergonomis.....	83
5.1.2 Sejarah Penerapan Ergonomi dalam Desain.....	84

5.1.3 Evolusi Kebutuhan Ergonomis di Era Teknologi Modern	85
5.2 Perkembangan Terkini dalam Desain Ergonomis.....	86
5.2.1 Integrasi Teknologi dalam Desain Ergonomis	88
5.2.2 Desain Berpusat pada Pengguna (<i>User-Centered Design</i>).....	89
5.2.3 Desain Inklusif untuk Aksesibilitas	90
5.3 Inovasi Teknologi dalam Desain Ergonomis	91
5.3.1 Kecerdasan Buatan (AI) dan Pembelajaran Mesin (<i>Machine Learning</i>)	91
5.3.2 Desain Berbasis Biometrik.....	92
5.3.3 Desain Ergonomis Berkelanjutan dan Ramah Lingkungan	92
5.4 Tren Masa Depan dalam Desain Ergonomis	93
5.4.1 Desain Adaptif dan Kustomisasi Produk	93
5.4.2 Konvergensi Desain Fisik dan Digital	94
5.4.3 Ergonomi untuk Kesehatan Mental dan Emosional.....	95
5.4.4 Ergonomi dalam Teknologi Mobilitas dan Kendaraan	96
5.5 Studi Kasus Implementasi Desain Ergonomis Masa Depan.....	96
5.5.1 Studi Kasus 1: Tempat Kerja Hybrid dan Fleksibel	97
5.5.2 Studi Kasus 2: Produk Konsumen yang Inovatif	97
5.5.3 Studi Kasus 3: Penggunaan AR dan VR dalam Pelatihan Ergonomis.....	98
5.6 Tantangan dan Peluang dalam Desain Ergonomis Masa Depan.....	99
5.6.1 Tantangan Implementasi Teknologi dalam Desain Ergonomis	99
5.6.2 Peluang Pengembangan Ergonomi di Industri Lain	100
5.7 Kesimpulan dan Rekomendasi	100
5.7.1 Ringkasan Inovasi Kunci dalam Desain Ergonomis	101
5.7.2 Pandangan Masa Depan dan Potensi Pengembangan.....	101

5.7.3 Rekomendasi untuk Penelitian dan Praktik	
Desain Ergonomis	102
DAFTAR PUSTAKA	103
BIODATA PENULIS	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Klasifikasi Tingkat Resiko Berdasarkan Total Skor Individu	51
Tabel 3.2. Kriteria Penilaian ManTRA V 2.0.....	53
Tabel 3.3. Measurement Total Waktu.....	54
Tabel 3.4. Waktu Durasi	55
Tabel 3.5. Waktu Siklus	55
Tabel 3.6. Faktor Resiko yang Berulang	55
Tabel 3.7. Faktor Gaya	56
Tabel 3.8. Kecepatan	57
Tabel 3.9. Faktor Resiko Akibat Mobilisasi Tenaga.....	57
Tabel 3.10. Faktor Resiko Kecangguhan	58
Tabel 3.11. Faktor Resiko Getaran	59
Tabel 3.12. Rekapitulasi Perhitungan Total Nilai ManTRA V 2.0	59
Tabel 3.13. Intensitas Usaha (<i>Intensity of Exertion/IE</i>). 61	
Tabel 3.14. Nilai Keadaan Tubuh Pergelangan tangan	62
Tabel 3.15. Aktivitas Kecepatan Kerja.....	63
Tabel 3.16. Durasi Aktivitas per Hari.....	63
Tabel 3.17. Penetapan Penilaian Rating	64
Tabel 3.18. Nilai Multiplier	64
Tabel 3.19. Penilaian Tingkat Resiko JSI	65
Tabel 4.1. Dimensi dan Kegunaannya.....	69
Tabel 4.2. Data Dimensi.....	69
Tabel 4.3. Rekapitulasi Dimensi Tinggi Pinggang Berdiri	71
Tabel 4.4. Rekapitulasi Dimensi PSJ.....	73
Tabel 4.5. Rekapitulasi Dimensi Rentangan Tangan (RT).....	75
Tabel 4.6. Rekapitulasi Uji Kecukupan Data	77
Tabel 4.7. Penentuan Nilai Persentil.....	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Pengukuran Data Antropometri dalam Desain Produk	24
Gambar 2.2. Desain Produk yang Menyebabkan Ketegangan Otot Penggunaanya	29
Gambar 2.3. Desain Meja Kerja Posisi Duduk dan Berdiri	30
Gambar 2.4. Desain Kursi Menyesuaikan Posisi Tubuh yang Netral	31
Gambar 2.5. Desain Produk Standing Desk.....	36
Gambar 2.6. Desain Antar Muka Persepsi Warna	40
Gambar 2.7. Menu Pencarian Aplikasi Google.....	41
Gambar 4.1. Rekapitulasi Uji Keseragaman Dimensi TPB.....	71
Gambar 4.2. Uji Keseragaman Dimensi PSI.....	73
Gambar 4.2. Rekapitulasi Uji Keseragaman Dimensi RT	75
Gambar 4.4. Desain Bak Pencuci Ergonomis	79
Gambar 4.5. Simulasi Sebeleum Usulan Redesain	79
Gambar 4.6. Simulasi Setelah Dilakukan Usulan Redesain.....	80

BAB 1

PENDAHULUAN ERGONOMI DALAM DESAIN PRODUK

1.1 Pendahuluan

1.1.1 Pengertian Ergonomi

Ergonomi adalah disiplin ilmu yang mengkaji interaksi antara manusia dan elemen-elemen sistem lainnya. Istilah ini berasal dari dua kata Yunani: "ergon" yang berarti kerja dan "nomos" yang berarti hukum. Ergonomi sering kali diterjemahkan sebagai "ilmu kenyamanan" karena berfokus pada adaptasi pekerjaan, alat, dan lingkungan kepada manusia untuk meningkatkan efisiensi, keamanan, dan kenyamanan. Pada intinya, ergonomi melibatkan pemahaman mendalam tentang kapasitas fisik, kognitif, dan emosional manusia serta bagaimana mereka berinteraksi dengan lingkungan mereka, baik dalam konteks kerja maupun aktivitas sehari-hari (Lawi et al., 2023).

Menurut International Ergonomics Association, (2023), ergonomi atau faktor manusia adalah disiplin ilmu yang berfokus pada pemahaman interaksi manusia dan elemen-elemen lain dari suatu sistem, serta profesi yang menerapkan teori, prinsip, data, dan metode untuk merancang agar sistem bekerja secara optimal dan sesuai dengan kapasitas manusia. Definisi ini mencerminkan esensi dari ergonomi sebagai ilmu multidisipliner yang bertujuan untuk menyesuaikan tugas, pekerjaan, dan lingkungan agar sesuai dengan kemampuan manusia.

Sementara itu ergonomi dapat didefinisikan sebagai "penyesuaian pekerjaan dengan manusia." Definisi ini berfokus pada tujuan utama ergonomi, yaitu memastikan bahwa pekerjaan dan alat yang digunakan sesuai dengan karakteristik fisik dan mental manusia. Perlu menggaris bawahi pentingnya menyesuaikan alat dan kondisi kerja dengan tubuh manusia untuk meminimalkan kelelahan dan meningkatkan produktivitas (Yassierli et al., 2020). Salvendy dan Karwowski, (2021), dalam bukunya yang berjudul

Handbook of Human Factors and Ergonomics, mendefinisikan ergonomi sebagai ilmu yang berhubungan dengan desain peralatan, alat, dan proses kerja yang mendukung kesehatan dan kesejahteraan manusia. Dia menekankan bahwa ergonomi tidak hanya terkait dengan aspek fisik seperti postur dan pergerakan, tetapi juga mencakup faktor psikologis seperti beban kerja mental dan stres. Kontribusi Karwowski memperluas konsep ergonomi dengan menekankan bahwa pekerjaan yang optimal harus memperhatikan keseimbangan antara kesehatan fisik dan mental.

Sementara itu, (Juliana et al., 2021) mendefinisikan ergonomi sebagai "ilmu yang berfokus pada pemahaman tentang kemampuan manusia, keterbatasan, dan karakteristik kinerja dalam kaitannya dengan interaksi manusia dengan mesin dan lingkungan." Definisi ini menekankan pentingnya memahami bagaimana manusia memproses informasi dan berinteraksi dengan mesin, terutama dalam lingkungan kerja yang kompleks seperti industri penerbangan, militer, atau transportasi. Definisi ini lebih cenderung menyoroti aspek kognitif ergonomi, yang melibatkan pemahaman tentang persepsi, memori, dan pengambilan keputusan manusia.

Hanafie, (2017) mendefinisikan ergonomi sebagai aplikasi dari pengetahuan ilmiah tentang manusia ke dalam desain alat, sistem, dan lingkungan kerja untuk meningkatkan kinerja, keselamatan, dan kenyamanan. Hanafie berpendapat bahwa dengan memahami bagaimana manusia berinteraksi dengan teknologi, produk dapat dirancang untuk mengurangi kesalahan, meningkatkan keselamatan, dan mengoptimalkan kinerja.

Beberapa ahli lain juga menekankan pentingnya ergonomi dalam konteks desain berpusat pada manusia. Putri *et al.*, (2021) menyatakan ergonomi sebagai studi yang menggabungkan ilmu-ilmu teknik dan psikologi untuk menciptakan sistem yang lebih mudah digunakan dan lebih aman. Baginya, kunci dari ergonomi adalah bagaimana perancang bisa menciptakan produk yang intuitif dan efisien berdasarkan karakteristik manusia yang telah diketahui.

Kesimpulannya, meskipun ada variasi dalam definisi yang diberikan oleh para ahli, esensi dari ergonomi tetaplah sama: ergonomi bertujuan untuk menyesuaikan lingkungan kerja, alat, dan sistem dengan kebutuhan, kemampuan, dan keterbatasan manusia.

Melalui pendekatan multidisiplin, ergonomi tidak hanya meningkatkan kinerja, tetapi juga berupaya mengurangi risiko cedera dan meningkatkan kesejahteraan pengguna. Prinsip-prinsip ergonomi diterapkan secara luas dalam berbagai bidang, mulai dari industri manufaktur, teknologi informasi, hingga layanan kesehatan, dengan tujuan menciptakan sistem yang lebih aman, nyaman, dan efisien.

Prinsip utama ergonomi adalah merancang sistem yang sesuai dengan kemampuan dan batasan manusia, bukan sebaliknya. Sistem yang dirancang dengan baik dapat mengurangi kelelahan, menghindari cedera, dan meningkatkan kinerja. Ergonomi mencakup berbagai aspek, mulai dari antropometri—ilmu tentang ukuran tubuh manusia dan penerapannya dalam desain—hingga psikologi kognitif, yang mempelajari cara manusia memproses informasi dalam penggunaan perangkat.

Salah satu komponen penting dari ergonomi adalah **antropometri**, yang melibatkan studi tentang ukuran dan proporsi tubuh manusia. Ini sangat penting dalam proses desain produk seperti peralatan, furnitur, dan tempat kerja, yang harus disesuaikan dengan dimensi tubuh pengguna agar nyaman dan efisien. Misalnya, desain kursi atau meja kerja harus memperhatikan tinggi badan, panjang kaki, dan postur tubuh pengguna untuk memastikan kenyamanan saat bekerja dalam jangka waktu lama. Tidak memperhatikan prinsip-prinsip antropometri dalam desain dapat mengakibatkan ketidaknyamanan, cedera, dan penurunan produktivitas (Hasa, 2020).

Selain aspek fisik, ergonomi juga mencakup **psikologi kognitif**. Psikologi kognitif dalam ergonomi berfokus pada psikologi kognitif cara manusia memahami, mengingat, dan memproses informasi ketika berinteraksi dengan teknologi atau sistem. Misalnya, dalam desain antarmuka pengguna pada komputer atau perangkat elektronik, tata letak layar, ikon, dan instruksi harus dirancang agar sesuai dengan cara otak manusia memproses informasi. Desain yang baik harus meminimalkan kebingungan dan kesalahan pengguna dengan menyederhanakan navigasi dan membuat informasi mudah diakses. Jika desain kognitif diabaikan, sistem yang terlalu rumit atau membingungkan dapat

menyebabkan stres mental, kesalahan manusia, dan ketidakpuasan pengguna (Bora et al., 2024).

Biomekanika, yang mempelajari bagaimana tubuh manusia bergerak dan bekerja, juga merupakan bagian penting dari ergonomi. Biomekanika membantu dalam merancang alat atau sistem yang meminimalkan risiko cedera fisik, terutama dalam situasi kerja yang melibatkan beban berat atau gerakan berulang. Misalnya, alat-alat yang digunakan dalam industri manufaktur sering kali dirancang untuk mengurangi tekanan pada sendi dan otot, dengan mempertimbangkan postur tubuh yang sehat dan gerakan alami. Penerapan prinsip biomekanika dalam desain tidak hanya meningkatkan kenyamanan fisik, tetapi juga membantu mencegah cedera jangka panjang seperti sindrom terowongan karpal atau nyeri punggung bawah yang umum terjadi pada pekerja yang terlibat dalam aktivitas fisik berulang (Does & Mean, 2020).

Ergonomi juga sangat berkaitan dengan **teori sistem**. Dalam pendekatan ergonomi, manusia adalah bagian integral dari suatu sistem yang lebih besar, dan keselarasan antara manusia dan sistem itu sangat penting untuk efisiensi keseluruhan. Sistem dapat berupa tempat kerja, alat, teknologi, atau lingkungan secara keseluruhan. Sebagai contoh, dalam lingkungan kantor, sistem ini mungkin mencakup tata letak ruang kerja, peralatan yang digunakan, dan perangkat lunak yang membantu pekerja menyelesaikan tugas-tugas mereka. Ergonomi bertujuan untuk memastikan bahwa semua elemen sistem ini bekerja bersama dengan baik untuk mendukung kemampuan manusia, mengurangi stres, dan memaksimalkan kinerja.

Selain itu, ergonomi juga mengakui adanya **variasi individu** dalam hal fisik, mental, dan emosional. Desain yang baik harus memperhitungkan perbedaan dalam ukuran tubuh, kekuatan fisik, usia, jenis kelamin, dan tingkat pengalaman. Ini terutama penting dalam lingkungan yang sangat beragam, di mana satu desain mungkin tidak sesuai untuk semua orang. Penerapan ergonomi yang buruk dapat menyebabkan masalah kesehatan seperti kelelahan, cedera muskuloskeletal, atau masalah mental akibat stres berlebihan.

Dalam praktiknya, ergonomi juga memperhatikan **keberlanjutan dan daya tahan**. Desain ergonomis yang efektif tidak hanya meningkatkan produktivitas dan keselamatan pengguna, tetapi juga menciptakan produk yang lebih tahan lama dan ramah lingkungan. Ini karena sistem yang lebih efisien biasanya menggunakan lebih sedikit sumber daya dan menghasilkan lebih sedikit limbah. Dalam beberapa kasus, ergonomi dapat membantu memperpanjang umur sistem atau produk dengan meminimalkan kerusakan yang disebabkan oleh penggunaan yang tidak sesuai.

Secara keseluruhan, ergonomi adalah ilmu multidisiplin yang menyatukan prinsip-prinsip dari berbagai bidang seperti teknik, psikologi, biologi, dan desain untuk menciptakan sistem yang lebih ramah bagi manusia. Ergonomi tidak hanya mempromosikan kenyamanan dan efisiensi, tetapi juga meningkatkan keselamatan, kualitas hidup, dan kepuasan pengguna. Desain ergonomis yang berhasil akan mengintegrasikan kebutuhan fisik dan mental pengguna ke dalam setiap aspek dari produk atau sistem, menjadikannya lebih intuitif, aman, dan efektif dalam jangka panjang.

1.1.2 Sejarah Perkembangan Ergonomi Sebagai Disiplin Ilmu

Ergonomi, atau yang dikenal juga sebagai "faktor manusia," telah mengalami perkembangan pesat sebagai disiplin ilmu sejak kemunculannya di awal abad ke-20 (Szopa & Soares, 2021). Meskipun prinsip-prinsip ergonomi sebenarnya telah diterapkan dalam berbagai aspek kehidupan manusia sejak zaman kuno, seperti dalam desain alat-alat pertanian dan peralatan rumah tangga, konsep ergonomi sebagai bidang ilmu yang terpisah dan terorganisir baru muncul secara formal pada pertengahan abad ke-20 (Iridiastadi & Yassierli, 2014). Sejarah perkembangan ergonomi dapat ditelusuri melalui beberapa fase penting yang mencerminkan bagaimana disiplin ini berevolusi dan diperluas untuk mencakup berbagai dimensi dari interaksi manusia dengan teknologi, alat, dan lingkungan kerja.

Pada zaman kuno, beberapa prinsip ergonomi sudah mulai diterapkan secara tidak formal. Misalnya, bangsa Mesir dan Yunani kuno telah memperhatikan penggunaan alat dan desain perabotan

yang sesuai dengan tubuh manusia. **Hippocrates** (460-370 SM), seorang dokter Yunani kuno, telah menulis tentang bagaimana tata letak dan alat-alat medis harus dirancang agar sesuai dengan kebutuhan pengguna dan lingkungan kerja. Namun, pendekatan sistematis terhadap ergonomi baru mulai muncul jauh setelah Revolusi Industri, ketika perhatian terhadap kesejahteraan pekerja dan produktivitas mulai mendapatkan perhatian lebih besar.

Seiring dengan perkembangan teknologi selama Revolusi Industri di abad ke-18 dan 19, kebutuhan untuk meningkatkan efisiensi kerja menjadi semakin mendesak. Banyak pekerja mengalami cedera dan kelelahan akibat kondisi kerja yang buruk dan desain alat yang tidak sesuai dengan tubuh manusia. Di sinilah muncul gagasan untuk mulai mempelajari bagaimana interaksi antara manusia dan alat-alat kerja dapat dioptimalkan. **Frederick Winslow Taylor** (1856–1915), seorang pionir dalam teori manajemen ilmiah, mempelopori pendekatan ini. Taylor dikenal sebagai bapak manajemen ilmiah, di mana ia melakukan studi gerakan dan waktu untuk meningkatkan efisiensi kerja. Meskipun tujuan utamanya adalah meningkatkan produktivitas, Taylor juga mengakui pentingnya menyesuaikan alat dan metode kerja dengan kemampuan manusia agar tidak menyebabkan kelelahan berlebihan. Hal ini merupakan salah satu cikal bakal dari ergonomi modern.

Selama periode yang sama, **Frank dan Lillian Gilbreth** melakukan penelitian tentang pengurangan kelelahan dan peningkatan efisiensi kerja. Mereka mempelajari gerakan-gerakan yang dilakukan oleh pekerja untuk menemukan cara-cara paling efisien dalam menyelesaikan tugas, serta bagaimana lingkungan kerja dapat disesuaikan dengan kebutuhan fisik pekerja. Lillian Gilbreth, yang memiliki latar belakang dalam psikologi, juga menambahkan dimensi kognitif dalam studi-studi ini, yang merupakan awal dari penggabungan antara faktor manusia dan psikologi dalam ergonomi.

Namun, istilah "ergonomi" sendiri baru pertama kali digunakan secara formal pada tahun 1949 oleh **Murrell**, seorang ilmuwan asal Inggris. Murrell memperkenalkan istilah ini dalam sebuah pertemuan di Inggris, yang menjadi tonggak penting dalam

pengakuan ergonomi sebagai disiplin ilmu yang terorganisir. Periode pasca-Perang Dunia II merupakan titik balik penting dalam sejarah ergonomi, karena selama perang banyak teknologi baru yang dikembangkan dan digunakan, terutama dalam konteks militer, seperti pesawat, kapal, dan peralatan tempur lainnya. Teknologi ini menuntut perhatian lebih pada bagaimana manusia berinteraksi dengan mesin, yang pada akhirnya memicu perkembangan studi tentang ergonomi dalam konteks antarmuka manusia-mesin.

Salah satu faktor kunci yang mendorong perkembangan ergonomi pasca-Perang Dunia II adalah pengalaman militer dengan masalah-masalah yang dihadapi oleh para pilot dan operator teknologi. Dalam bidang penerbangan, misalnya, ditemukan bahwa banyak kecelakaan terjadi bukan karena kegagalan mesin, tetapi karena kesalahan manusia yang disebabkan oleh desain kokpit yang membingungkan atau tidak intuitif. Ini mendorong perkembangan penelitian ergonomi di lingkungan militer, yang kemudian merambah ke sektor industri lainnya.

Pada tahun 1950-an dan 1960-an, ergonomi mulai diterapkan dalam berbagai bidang industri dan sipil, terutama di negara-negara maju seperti Amerika Serikat, Inggris, dan Jepang. Dalam periode ini, ergonomi mulai diterima secara luas sebagai disiplin ilmu yang mencakup berbagai aspek interaksi manusia dengan sistem, baik dari segi fisik maupun kognitif. **Alphonse Chapanis**, seorang psikolog Amerika yang bekerja pada masa Perang Dunia II, memainkan peran penting dalam mengembangkan ergonomi kognitif. Dia mempelajari bagaimana informasi dapat disampaikan secara lebih efektif kepada pengguna melalui desain instrumen dan antarmuka yang lebih baik.

Ergonomi terus berkembang sepanjang abad ke-20, seiring dengan kemajuan teknologi dan munculnya komputer serta teknologi digital. **Donald Norman**, seorang ahli psikologi kognitif dan desainer, menjadi salah satu tokoh penting dalam ergonomi modern, khususnya dalam konteks interaksi manusia-komputer. Dalam bukunya **The Design of Everyday Things** (1988), Norman membahas bagaimana produk dan sistem yang baik harus didesain berdasarkan kebutuhan dan kemampuan pengguna, bukan hanya

berdasarkan fungsi teknis. Konsep ergonomi kognitif ini memperluas cakupan ergonomi dari aspek fisik ke aspek mental, mencakup bagaimana manusia berpikir, memproses informasi, dan membuat keputusan saat berinteraksi dengan teknologi.

Hingga saat ini, ergonomi terus berkembang sebagai disiplin ilmu multidisipliner yang mencakup berbagai bidang, termasuk industri, teknologi informasi, kesehatan, pendidikan, dan banyak lagi. Dari sekadar mengoptimalkan alat dan tempat kerja, ergonomi kini telah mencakup desain perangkat lunak, antarmuka pengguna, dan bahkan lingkungan sosial serta organisasi. Dengan kemajuan teknologi seperti kecerdasan buatan dan realitas virtual, ergonomi juga akan terus beradaptasi dan memainkan peran penting dalam menciptakan sistem yang lebih efisien, aman, dan nyaman bagi manusia di masa depan.

1.2 Tujuan dan Manfaat Ergonomi dalam Desain

Ergonomi merupakan disiplin ilmu yang berfokus pada menciptakan interaksi yang optimal antara manusia dan lingkungannya, baik itu alat, produk, maupun sistem kerja. Dalam konteks desain produk, ergonomi bertujuan untuk memastikan bahwa produk tersebut sesuai dengan kemampuan, keterbatasan, dan kebutuhan pengguna. Penggunaan prinsip-prinsip ergonomi dalam desain tidak hanya berkaitan dengan menciptakan produk yang nyaman dan aman, tetapi juga berdampak pada efisiensi, produktivitas, dan keberhasilan komersial. Secara keseluruhan, penerapan ergonomi dalam desain memiliki empat manfaat utama yang akan dibahas lebih lanjut di bawah ini.

1. Meningkatkan Kenyamanan Pengguna

Kenyamanan adalah salah satu tujuan utama ergonomi dalam desain produk. Produk yang dirancang dengan memperhatikan aspek ergonomis mampu memberikan kenyamanan fisik dan mental yang lebih baik bagi penggunanya. Kenyamanan fisik mencakup aspek-aspek seperti ukuran, bentuk, dan penempatan elemen desain yang sesuai dengan anatomi manusia. Misalnya, sebuah kursi ergonomis akan mendukung punggung dengan baik,

menjaga posisi duduk yang alami, dan mencegah tekanan berlebih pada punggung bawah serta leher.

Selain kenyamanan fisik, kenyamanan mental juga penting dalam konteks desain ergonomis. Misalnya, sebuah perangkat lunak dengan antarmuka yang dirancang secara intuitif akan memudahkan pengguna untuk memahami dan mengoperasikannya, sehingga mengurangi kebingungan dan stres. Dengan demikian, kenyamanan yang ditawarkan oleh desain ergonomis tidak hanya berasal dari faktor fisik, tetapi juga dari bagaimana desain tersebut mampu memenuhi harapan dan kebutuhan kognitif pengguna. Produk yang nyaman akan lebih diterima oleh pengguna dan memiliki potensi untuk menciptakan pengalaman pengguna yang positif.

2. Mengurangi Risiko Cedera dan Kelelahan

Salah satu manfaat utama dari penerapan ergonomi dalam desain adalah mengurangi risiko cedera dan kelelahan yang mungkin terjadi akibat penggunaan produk yang tidak sesuai dengan postur atau gerakan alami manusia. Misalnya, produk yang dirancang tanpa memperhatikan prinsip ergonomi dapat menyebabkan gangguan muskuloskeletal seperti nyeri punggung, cedera pergelangan tangan, dan kelelahan otot. Dalam konteks lingkungan kerja, cedera ini sering kali berakibat pada ketidakhadiran pekerja, penurunan produktivitas, dan peningkatan biaya pengobatan.

Untuk mengatasi masalah ini, ergonomi memberikan panduan tentang bagaimana produk harus dirancang agar mendukung postur tubuh yang baik, meminimalkan gerakan yang berlebihan, dan mengurangi tekanan pada sendi dan otot. Misalnya, alat kerja seperti obeng atau palu harus dirancang agar pegangan (grip) sesuai dengan ukuran tangan rata-rata pengguna dan tidak memerlukan terlalu banyak kekuatan untuk digunakan. Demikian pula, perangkat elektronik seperti keyboard harus didesain dengan tata letak tombol yang nyaman untuk mencegah

cedera seperti carpal tunnel syndrome akibat pengetikan yang tidak ergonomis.

Ergonomi juga berfokus pada pengurangan kelelahan mental yang disebabkan oleh beban kognitif yang berlebihan. Antarmuka pengguna yang rumit, instruksi yang tidak jelas, atau terlalu banyak informasi yang ditampilkan pada satu waktu dapat menyebabkan kelelahan kognitif dan stres. Oleh karena itu, desain ergonomis berupaya untuk menyederhanakan interaksi antara manusia dan produk sehingga pengguna dapat mengoperasikannya dengan lebih efisien dan tanpa ketegangan mental.

3. Meningkatkan Efisiensi dan Produktivitas

Penerapan prinsip ergonomi dalam desain dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas secara signifikan. Produk yang ergonomis memungkinkan pengguna untuk menyelesaikan tugas-tugasnya dengan lebih cepat, lebih mudah, dan dengan energi yang lebih sedikit. Misalnya, tata letak workstation yang dirancang dengan baik dapat mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk mengambil alat atau bahan kerja, sehingga mempercepat penyelesaian tugas. Peralatan yang didesain secara ergonomis juga mengurangi kebutuhan untuk melakukan gerakan yang berulang-ulang, yang pada akhirnya dapat mengurangi waktu dan energi yang terbuang.

Dalam konteks perangkat lunak, antarmuka yang dirancang secara ergonomis memudahkan pengguna untuk menemukan fitur yang mereka butuhkan, mengurangi waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan, dan meminimalkan risiko kesalahan. Contohnya, penempatan tombol yang logis, struktur menu yang jelas, dan penggunaan ikon yang intuitif dapat meningkatkan produktivitas pengguna perangkat lunak. Pada akhirnya, produk yang memungkinkan pengguna untuk bekerja dengan lebih efisien akan lebih bernilai dan dihargai oleh pasar.

4. Meningkatkan Kepuasan Pengguna dan Daya Saing Produk

Manfaat lain dari penerapan ergonomi dalam desain adalah peningkatan kepuasan pengguna. Produk yang ergonomis, baik dalam aspek fisik maupun kognitif, memberikan pengalaman yang lebih baik kepada penggunanya. Kepuasan ini tidak hanya berasal dari kenyamanan fisik, tetapi juga dari kemudahan penggunaan, estetika, serta perasaan bahwa produk tersebut dirancang dengan mempertimbangkan kebutuhan mereka. Sebagai contoh, desain smartphone yang ergonomis akan memperhatikan ukuran dan bentuk yang sesuai dengan tangan pengguna, serta tata letak tombol yang mudah dijangkau dan dioperasikan dengan satu tangan.

Kepuasan pengguna yang tinggi berbanding lurus dengan loyalitas terhadap produk. Produk yang memenuhi harapan pengguna dan memberikan pengalaman yang positif cenderung memiliki pengguna yang setia dan dapat menjadi alat pemasaran yang kuat melalui rekomendasi dari mulut ke mulut. Dengan demikian, penerapan ergonomi dapat memberikan keunggulan kompetitif yang signifikan, terutama di pasar yang kompetitif di mana diferensiasi produk sangat penting.

Secara keseluruhan, ergonomi bukan hanya tentang menciptakan produk yang nyaman, tetapi juga tentang meningkatkan keselamatan, efisiensi, dan daya saing. Dengan mengintegrasikan ergonomi ke dalam proses desain, perusahaan dapat menciptakan produk yang tidak hanya disukai oleh pengguna, tetapi juga berkontribusi pada kesuksesan jangka panjang di pasar.

1.3 Pentingnya Ergonomi dalam Desain Produk Modern

Ergonomi dalam desain produk modern telah menjadi elemen yang sangat penting dan tidak dapat diabaikan. Seiring perkembangan zaman, kebutuhan dan harapan pengguna terhadap produk terus berkembang, sehingga desainer dan produsen harus

mempertimbangkan lebih dari sekadar fungsi dasar produk. Penerapan prinsip-prinsip ergonomi yang baik tidak hanya berpengaruh pada kenyamanan pengguna, tetapi juga pada keselamatan, efisiensi, dan keberhasilan komersial produk di pasar. Pada sub bab ini, kita akan mengeksplorasi tiga poin utama mengenai pentingnya ergonomi dalam desain produk modern: peran ergonomi dalam memenuhi kebutuhan pengguna yang semakin beragam, pengaruh ergonomi terhadap keberhasilan komersial produk, serta beberapa studi kasus yang menunjukkan dampak keberhasilan dan kegagalan ergonomi pada produk.

1. Peran Ergonomi dalam Memenuhi Kebutuhan Pengguna yang Semakin Beragam

Dalam desain produk modern, ergonomi memegang peran penting dalam memenuhi kebutuhan pengguna yang semakin beragam. Di era globalisasi dan perkembangan teknologi yang pesat, pengguna berasal dari berbagai latar belakang, usia, kemampuan fisik, serta budaya yang berbeda. Produk yang dirancang dengan baik harus mampu menyesuaikan dengan perbedaan ini dan memberikan pengalaman yang nyaman dan aman bagi semua pengguna. Misalnya, dalam desain produk furnitur, seperti kursi dan meja, ergonomi memperhatikan variasi ukuran dan postur tubuh manusia yang berbeda-beda. Kursi yang didesain dengan ukuran yang terlalu kecil atau terlalu besar dapat menyebabkan ketidaknyamanan dan risiko gangguan muskuloskeletal, seperti nyeri punggung atau leher. Oleh karena itu, desainer perlu mempertimbangkan data antropometri dari populasi yang luas untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan cocok untuk sebagian besar pengguna.

Selain itu, perkembangan teknologi juga menuntut penerapan ergonomi yang lebih canggih pada perangkat elektronik seperti smartphone, tablet, dan laptop. Berbagai studi menunjukkan bahwa postur tubuh yang buruk saat menggunakan perangkat ini dapat menyebabkan masalah kesehatan seperti text neck syndrome, carpal tunnel syndrome, dan kelelahan mata. Oleh karena itu, desainer

produk digital kini semakin memperhatikan faktor-faktor seperti ukuran layar, penempatan tombol, dan sudut kemiringan perangkat agar pengguna dapat berinteraksi dengan nyaman dalam jangka waktu yang lama.

Ergonomi juga memainkan peran penting dalam memastikan inklusivitas dalam desain produk. Misalnya, desain universal (*universal design*) adalah pendekatan yang mengintegrasikan prinsip-prinsip ergonomi untuk menciptakan produk yang dapat digunakan oleh orang dengan berbagai keterbatasan fisik atau kognitif. Desain universal tidak hanya fokus pada pengguna dengan kemampuan normal, tetapi juga mempertimbangkan pengguna dengan keterbatasan penglihatan, pendengaran, atau mobilitas. Contoh nyata penerapan ergonomi dalam desain universal adalah penggunaan pegangan pintu yang berbentuk tuas dari pada bulat, sehingga lebih mudah dioperasikan oleh orang dengan kekuatan tangan yang rendah atau keterbatasan gerak.

2. Pengaruh Ergonomi terhadap Keberhasilan Komersial Produk

Selain berperan dalam memenuhi kebutuhan pengguna, ergonomi juga memiliki pengaruh besar terhadap keberhasilan komersial suatu produk. Produk yang dirancang dengan memperhatikan prinsip-prinsip ergonomi cenderung lebih diterima oleh pasar karena memberikan pengalaman yang lebih baik bagi pengguna. Produk yang ergonomis tidak hanya lebih nyaman digunakan, tetapi juga lebih aman dan efisien, sehingga meningkatkan kepuasan pengguna dan loyalitas terhadap mereka.

Misalnya, pada industri otomotif, penerapan ergonomi sangat berperan dalam desain kursi dan dashboard kendaraan. Mobil yang dirancang dengan mempertimbangkan kenyamanan dan keselamatan pengemudi serta penumpang akan lebih diminati di pasar. Posisi tempat duduk yang ergonomis, tata letak kontrol yang intuitif, dan visibilitas yang baik dari kursi pengemudi dapat mengurangi kelelahan dan risiko kecelakaan,

sehingga memberikan nilai tambah yang signifikan bagi konsumen. Hal ini membuat produsen yang fokus pada ergonomi dalam desainnya, seperti Volvo dan Mercedes-Benz, dikenal luas sebagai merek yang memprioritaskan keselamatan dan kenyamanan.

Tidak hanya di sektor otomotif, produk elektronik seperti mouse dan keyboard juga sangat dipengaruhi oleh ergonomi. Desain yang buruk dapat menyebabkan cedera berulang seperti carpal tunnel syndrome, sedangkan produk yang ergonomis, seperti keyboard split atau mouse vertikal, dapat meningkatkan kenyamanan dan mengurangi risiko cedera. Perusahaan yang berhasil mengintegrasikan ergonomi ke dalam desain produk mereka akan lebih mungkin mencapai keberhasilan komersial karena produk mereka tidak hanya berfungsi dengan baik, tetapi juga memberikan pengalaman pengguna yang lebih baik dibandingkan dengan pesaingnya.

Penerapan ergonomi yang baik juga berkontribusi pada diferensiasi produk di pasar yang kompetitif. Di era di mana konsumen memiliki banyak pilihan, aspek-aspek ergonomi yang menonjol, seperti kenyamanan, kemudahan penggunaan, dan keindahan desain, dapat menjadi faktor pembeda yang membuat produk lebih menarik dan diinginkan oleh konsumen. Produk yang sukses di pasar umumnya adalah produk yang mampu memberikan solusi tidak hanya dari sisi teknis, tetapi juga dari sisi psikologis dan emosional pengguna.

3. Studi Kasus Produk yang Berhasil dan Gagal karena Aspek Ergonomi

Untuk memahami dampak ergonomi dalam keberhasilan atau kegagalan produk, mari kita lihat beberapa contoh studi kasus nyata yang menggambarkan bagaimana penerapan ergonomi dapat membuat perbedaan besar dalam penerimaan pasar:

a. Studi Kasus Keberhasilan iPhone (Apple)

iPhone (Apple) adalah salah satu contoh produk yang sangat sukses berkat penerapan ergonomi yang baik.

Desain antarmuka yang intuitif, ukuran dan bentuk yang nyaman untuk digenggam, serta penempatan tombol yang strategis, semuanya memperlihatkan pemahaman yang mendalam tentang ergonomi pengguna. Apple memahami bahwa produk yang mudah digunakan dan memberikan kenyamanan saat dipegang akan menarik perhatian banyak pengguna. Hasilnya, iPhone menjadi salah satu produk paling sukses di dunia, dengan tingkat kepuasan pelanggan yang tinggi dan loyalitas pengguna yang kuat (Riswan et al., 2022).

b. Studi Kasus Kegagalan Microsoft Zune

Microsoft Zune, pemutar musik yang diluncurkan untuk bersaing dengan iPod, adalah contoh bagaimana ketidakpedulian terhadap ergonomi dapat berujung pada kegagalan komersial. Salah satu kelemahan utama Zune adalah antarmuka pengguna yang membingungkan dan tata letak tombol yang tidak intuitif. Ini membuat pengguna merasa tidak nyaman dan frustrasi saat mengoperasikannya. Selain itu, desain fisiknya yang tebal dan berat membuat Zune kurang menarik dibandingkan dengan pesaingnya. Akibatnya, Zune gagal mendapatkan pangsa pasar yang signifikan dan akhirnya dihentikan produksinya.

c. Studi Kasus Keberhasilan Logitech MX Master Mouse

Logitech MX Master Mouse adalah contoh produk yang berhasil karena penerapan prinsip-prinsip ergonomi. Mouse ini dirancang untuk mengurangi ketegangan pada pergelangan tangan dan mendukung postur tangan yang alami. Dengan desain yang mendukung berbagai gaya penggunaan, pengguna dapat bekerja dengan mouse ini selama berjam-jam tanpa mengalami kelelahan. MX Master Mouse mendapatkan banyak ulasan positif dari pengguna dan menjadi salah satu mouse paling populer di kalangan profesional.

Dari contoh-contoh ini, kita dapat melihat bahwa penerapan ergonomi yang baik dapat membawa produk menuju kesuksesan,

sedangkan kegagalan untuk memperhatikan ergonomi dapat menjadi penyebab utama kegagalan komersial. Dalam dunia desain produk modern, ergonomi bukan lagi sekadar pilihan, melainkan kebutuhan yang harus dipenuhi untuk memenangkan persaingan pasar dan memastikan bahwa produk memberikan nilai lebih bagi penggunaanya.

1.4 Tantangan Penerapan Ergonomi dalam Desain Produk

Penerapan ergonomi dalam desain produk memiliki peran yang sangat penting untuk menciptakan produk yang aman, nyaman, dan efektif digunakan oleh konsumen. Namun, meskipun manfaat dari penerapan ergonomi sudah sangat jelas, ada berbagai tantangan yang dihadapi oleh para desainer dan produsen dalam mengintegrasikan prinsip-prinsip ergonomi ke dalam produk mereka. Tantangan-tantangan ini mencakup kendala biaya dan waktu dalam penelitian ergonomi, kesulitan dalam mengintegrasikan ergonomi dengan estetika desain, serta upaya untuk menghadapi variasi individu dalam ukuran tubuh (antropometri) dan preferensi pengguna. Memahami dan mengatasi tantangan-tantangan ini adalah langkah penting untuk menciptakan produk yang tidak hanya fungsional tetapi juga sukses di pasar.

1. Kendala Biaya dan Waktu dalam Penelitian Ergonomi

Salah satu tantangan terbesar dalam penerapan ergonomi adalah kendala biaya dan waktu yang diperlukan untuk melakukan penelitian yang mendalam. Penerapan ergonomi dalam desain produk bukan sekadar menyesuaikan ukuran atau bentuk produk berdasarkan data statistik, tetapi melibatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang interaksi antara manusia dan sistem. Proses ini sering kali memerlukan pengumpulan data yang ekstensif melalui pengukuran antropometri, pengamatan langsung, wawancara, serta uji coba prototipe dengan berbagai jenis pengguna.

Biaya yang terlibat dalam penelitian ergonomi bisa sangat besar, terutama untuk perusahaan kecil atau produsen yang memiliki anggaran terbatas. Misalnya, untuk

mengembangkan kursi kantor yang ergonomis, desainer perlu menginvestasikan waktu dan sumber daya untuk mengumpulkan data tentang berbagai postur duduk, beban yang diterima oleh tulang belakang, serta tekanan pada otot dan persendian dalam berbagai situasi. Jika penelitian ini tidak dilakukan secara menyeluruh, hasil akhirnya bisa menjadi produk yang kurang ergonomis dan berpotensi menimbulkan ketidaknyamanan atau cedera pada pengguna.

Selain itu, waktu yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian ergonomi sering kali bertentangan dengan jadwal produksi dan peluncuran produk. Dalam lingkungan bisnis yang sangat kompetitif, tekanan untuk mempercepat proses desain dan produksi sering kali membuat penerapan ergonomi yang menyeluruh menjadi sulit. Akibatnya, beberapa perusahaan mungkin memilih untuk mengorbankan aspek ergonomi demi kecepatan dan biaya produksi yang lebih rendah. Namun, keputusan seperti ini dapat mengakibatkan produk yang kurang berkualitas dan berujung pada keluhan pengguna atau bahkan penarikan produk dari pasar.

Salah satu solusi untuk mengatasi kendala ini adalah dengan menggunakan metode simulasi komputer dan perangkat lunak ergonomi yang dapat mempercepat proses analisis tanpa memerlukan uji coba fisik yang mahal. Penggunaan teknologi seperti pemodelan 3D, perangkat pemetaan postur, atau virtual reality dapat membantu desainer untuk mengevaluasi interaksi antara manusia dan produk dengan lebih cepat dan efisien. Dengan cara ini, penerapan ergonomi dapat dilakukan tanpa harus mengorbankan waktu dan biaya yang signifikan.

2. Kesulitan Mengintegrasikan Ergonomi dengan Estetika Desain

Tantangan lain dalam penerapan ergonomi adalah kesulitan mengintegrasikan prinsip-prinsip ergonomi dengan estetika desain. Estetika sering kali menjadi faktor penentu dalam keberhasilan komersial suatu produk, terutama dalam

produk konsumen seperti furnitur, perangkat elektronik, atau barang-barang rumah tangga. Namun, desain yang berfokus pada estetika kadang-kadang dapat bertentangan dengan prinsip-prinsip ergonomi, yang berfokus pada kenyamanan, keamanan, dan efisiensi penggunaan.

Misalnya, kursi yang dirancang dengan bentuk yang sangat modern dan unik mungkin terlihat menarik secara visual, tetapi jika tidak mempertimbangkan aspek ergonomis seperti dukungan untuk punggung bagian bawah atau posisi duduk yang alami, maka kursi tersebut akan menjadi tidak nyaman untuk digunakan dalam jangka waktu yang lama. Contoh lain adalah desain perangkat elektronik seperti smartphone, di mana ukuran yang lebih tipis dan desain yang lebih ramping sering diutamakan dibandingkan dengan kenyamanan saat digunakan untuk mengetik atau menelepon.

Menggabungkan ergonomi dan estetika adalah tantangan yang kompleks, karena desainer harus mampu menciptakan produk yang tidak hanya terlihat bagus tetapi juga nyaman digunakan. Salah satu cara untuk mengatasi masalah ini adalah dengan pendekatan desain yang holistik, di mana ergonomi dan estetika dipertimbangkan secara bersamaan sejak awal proses desain. Pendekatan ini melibatkan kolaborasi antara desainer industri, insinyur ergonomi, dan spesialis estetika untuk mencapai keseimbangan antara tampilan visual dan kenyamanan pengguna. Misalnya, desain kursi yang elegan dapat tetap nyaman jika desainer menggunakan bahan yang fleksibel dan mendukung serta memperhatikan kelengkungan alami tubuh manusia.

Perusahaan yang mampu mencapai keseimbangan antara ergonomi dan estetika sering kali menghasilkan produk yang tidak hanya sukses secara komersial tetapi juga dihargai oleh pengguna karena memberikan pengalaman yang memuaskan dari segi visual dan fungsional. Contoh nyata dari keberhasilan ini dapat dilihat pada produk-produk Apple, di mana estetika minimalis dan modern berpadu dengan perhatian pada detail-detail ergonomis

yang membuat produk nyaman untuk digunakan dalam jangka waktu lama.

3. Menghadapi Variasi Individu dalam Antropometri dan Preferensi

Tantangan lain yang dihadapi dalam penerapan ergonomi adalah variasi individu dalam hal ukuran tubuh (antropometri) dan preferensi penggunaan. Setiap individu memiliki perbedaan dalam hal tinggi badan, panjang lengan, ukuran tangan, kekuatan otot, dan preferensi postur, yang semuanya memengaruhi cara mereka berinteraksi dengan produk. Desain yang cocok untuk satu kelompok pengguna mungkin tidak nyaman atau bahkan tidak aman bagi kelompok pengguna lain. Sebagai contoh, meja kerja yang dirancang dengan tinggi standar mungkin nyaman bagi orang dewasa dengan tinggi badan rata-rata, tetapi akan terasa terlalu tinggi bagi individu yang lebih pendek atau terlalu rendah bagi individu yang lebih tinggi.

Variasi antropometri ini juga menjadi tantangan besar dalam desain produk universal yang harus sesuai untuk berbagai pengguna. Misalnya, dalam desain kendaraan, kursi pengemudi harus dapat diatur sedemikian rupa sehingga nyaman bagi pengemudi dengan berbagai tinggi dan ukuran tubuh. Sistem penyesuaian kursi, kemudi, dan pedal harus fleksibel agar dapat disesuaikan dengan mudah oleh pengemudi yang berbeda-beda. Jika desain tidak mempertimbangkan variasi ini, maka produk akan cenderung hanya cocok untuk sebagian kecil populasi, yang mengakibatkan keterbatasan pangsa pasar.

Selain itu, preferensi penggunaan juga dapat bervariasi antara individu. Misalnya, beberapa orang mungkin lebih suka kursi yang lebih empuk, sementara yang lain lebih suka kursi dengan permukaan yang lebih keras. Tantangan ini memerlukan pendekatan yang adaptif dalam desain, di mana produk dapat disesuaikan atau dimodifikasi berdasarkan preferensi pengguna. Dalam beberapa kasus, produsen memilih untuk menawarkan produk dengan opsi kustomisasi yang luas, seperti pada desain kursi ergonomis

atau perangkat komputer yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifik pengguna.

Untuk mengatasi tantangan ini, salah satu strategi yang dapat digunakan adalah pendekatan desain modular. Dengan menggunakan desain modular, komponen-komponen produk dapat diganti atau diatur ulang sesuai dengan kebutuhan individu pengguna. Misalnya, kursi kantor dapat dirancang dengan sandaran punggung, sandaran lengan, dan tempat duduk yang dapat disesuaikan secara independen, sehingga dapat memenuhi kebutuhan pengguna dengan berbagai ukuran tubuh dan preferensi postur.

DAFTAR PUSTAKA

- Bora, M. A., Lawi, A., Wijaya, I. M. S., & Salsabilla, T. A. (2024). *Mengoptimalkan Kenyamanan Kognitif: Analisis Ergonomis terhadap Interaksi Pengguna dengan AI Chatbots*. 6(4), 710–723.
- Does, W., & Mean, B. (2020). *Biomechanics What Does Biomechanics Mean ? Workplace*.
- Hanafie, A. (2017). *Ergonomi: Aplikasi Transportasi Angkutan Kota* (Nomor July). Indie Book Corner.
- Hasa. (2020). *What is the Difference Between Anthropometrics and Ergonomics*. Pediaa. <https://pediaa.com/what-is-the-difference-between-anthropometrics-and-ergonomics/#:~:text=The main difference between anthropometrics,the individuals who use them.>
- International Ergonomics Association. (2000). *What Is Ergonomics? Ergonomics in the Dental Office*. <https://doi.org/10.1002/9781119365686.ch1>
- Iridiastadi, H., & Yassierli. (2014). *Ergonomi : Suatu Pengantar* (Nia (ed.); 1 ed.). PT Remaja Rosdakarya.
- Juliana, N., Agus Hindarto Wibowo, Mk., Anggi Setiorini, dr, dr Noverial, A., Vidya Avianti Hadju, S., Kartinasari Ayuhikmatin Sekarjati, M., Ayuningtias Mahdang, P., Nur Cahyani Amaliawati Rahmat, M., & dr Kinik Darsono, Mk. (2021). *Ergonomi Dan Faal Kerja Penerbit Cv.Eureka Media Aksara*.
- Lawi, A., Bora, M. A., Arifin, R., Andriani, M., Jumeno, D., Rasyid, A., Dewadi, F. M., Didin, F. S., Oktavera, R., Santoso, H., & Kusmindari, C. D. (2023). *Ergonomi industri*. Get Press.
- Putri, N. T., Amrina, E., Fatrias, D., Kamil, I., & Humaida, N. (2021). Ergonomic Evaluation on Chicken Feeder Tool at Egg-Laying Chicken Farm SME. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 20(1), 52. <https://doi.org/10.25077/josi.v20.n1.p52-60.2021>
- Riswan, M. S., Waloejo, H. D., & Listyorini, S. (2022). Pengaruh Inovasi Produk dan Kualitas Produk terhadap Kepuasan Konsumen pada Pengguna Smartphone Merek Iphone Apple di Kota Semarang. *Jurnal Ilmu Administrasi Bisnis*, 11(2), 272–280. <https://doi.org/10.14710/jiab.2022.34635>

- Salvendy, G., & Karwowski, W. (2021). Handbook of human factors and ergonomics. In *Handbook of Human Factors and Ergonomics*. <https://doi.org/10.1002/9781119636113>
- Szopa, A., & Soares, M. M. (2021). Handbook of Standards and Guidelines in Human Factors and Ergonomics. In *Handbook of Standards and Guidelines in Human Factors and Ergonomics*. <https://doi.org/10.1201/9780429169243>
- Yassierli, Pratama, G. B., Pujiartati, D. A., & Yamin, P. A. R. (2020). *Ergonomi Industri* (P. Latifah (ed.); 1 ed.). PT Remaja Rosdakarya.

BAB 2

PRINSIP-PRINSIP DASAR ERGONOMI

2.1 Pendahuluan

Prinsip-prinsip ergonomi dalam lingkungan kerja sangat penting untuk menciptakan tempat kerja yang aman, nyaman, dan produktif. Melalui penyesuaian desain tempat kerja, pengaturan alat, dan perbaikan kondisi lingkungan, risiko gangguan kesehatan fisik dan mental dapat diminimalisir, sementara produktivitas dan kualitas kerja dapat ditingkatkan. Bab ini menjelaskan bagaimana prinsip-prinsip dasar ergonomi dapat diterapkan secara efektif untuk mencapai keseimbangan antara kebutuhan manusia dan tuntutan pekerjaan.

Prinsip-prinsip dasar ergonomi yang perlu dipahami dan diterapkan dalam berbagai jenis pekerjaan. Prinsip-prinsip ini menjadi panduan penting dalam perancangan tempat kerja, desain peralatan, dan pengaturan tugas agar sesuai dengan kebutuhan fisik dan psikologis pekerja. Pembahasan ini akan mencakup aspek-aspek ergonomi yang terkait dengan posisi tubuh, penggunaan alat kerja, pencahayaan, suhu, kebisingan, dan faktor psikologis yang dapat mempengaruhi kenyamanan dan kinerja seseorang.

Dalam lingkungan kerja modern, ergonomi menjadi perhatian yang sangat penting, terutama dengan meningkatnya penggunaan teknologi dan otomatisasi. Pekerjaan yang sebelumnya banyak dilakukan dengan kekuatan fisik kini mulai tergantikan oleh alat-alat canggih, sehingga menuntut perbaikan dalam perancangan lingkungan kerja yang memperhatikan aspek kenyamanan dan keselamatan bagi pekerja. Penerapan prinsip-prinsip ergonomi yang baik di tempat kerja tidak hanya meningkatkan produktivitas, tetapi juga dapat mengurangi tingkat stres, kelelahan, dan risiko gangguan kesehatan seperti cedera otot dan tulang (*musculoskeletal disorders*), gangguan penglihatan, dan masalah kesehatan lainnya yang timbul akibat postur kerja yang tidak tepat atau lingkungan kerja yang kurang ergonomis.

2.2 Antropometri Dalam Desain Produk

Antropometri adalah cabang ilmu yang mempelajari ukuran, bentuk, dan proporsi tubuh manusia. Dalam konteks desain produk, pemahaman tentang antropometri sangat penting untuk menciptakan produk yang tidak hanya berfungsi dengan baik, tetapi juga nyaman dan aman bagi pengguna. Dengan kemajuan teknologi dan beragam produk yang ada di pasar, penerapan prinsip-prinsip antropometri dalam desain produk semakin relevan untuk memastikan inklusivitas dan kenyamanan bagi berbagai kelompok pengguna.

Selain itu antropometri juga dapat didefinisikan sebagai pengukuran fisik dari tubuh manusia, yang mencakup dimensi seperti tinggi badan, lebar bahu, panjang lengan, dan ukuran tangan dan lain-lain. Menurut pandangan Gould dan Dijkstra (1990), bahwa antropometri dapat menyediakan data yang krusial untuk mendukung desain yang memperhatikan kebutuhan fisik penggunanya. Mereka juga menekankan bahwa dengan memanfaatkan data antropometri yang akurat, perancang juga harus dapat memahami variasi ukuran tubuh yang ada di antara kelompok pengguna yang berbeda, sehingga produk dapat disesuaikan untuk memenuhi kebutuhan spesifik mereka seperti pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Pengukuran Data Antropometri dalam Desain Produk
Sumber: (Solo Abadi (2021))

Penggunaan data antropometri dalam desain produk dapat memfasilitasi penciptaan barang yang lebih inklusif. Dalam laporan yang diterbitkan oleh International Organization for Standardization (ISO) mengenai ergonomi, diungkapkan bahwa desain yang hanya mempertimbangkan satu tipe tubuh dapat mengabaikan kebutuhan pengguna lain (ISO 7250). Misalnya, desain kursi yang nyaman untuk seorang pengguna dewasa yang memiliki ukuran tubuh besar mungkin tidak akan memberikan kenyamanan yang sama bagi anak-anak atau orang tua dengan ukuran tubuh lebih kecil. Dengan menggunakan data dari berbagai kelompok demografis, desainer dapat membuat penyesuaian yang diperlukan untuk memastikan bahwa produk dapat digunakan oleh sebanyak mungkin orang.

Salah satu pendekatan yang efektif untuk menerapkan prinsip antropometri dalam desain produk adalah dengan menggunakan data persentil. Data ini menunjukkan ukuran tubuh manusia pada persentil tertentu, seperti 5%, 50%, dan 95%. Menurut Chaffin dan Gates (2007), penggunaan data persentil memungkinkan desainer untuk membuat keputusan yang lebih tepat tentang ukuran dan bentuk produk. Sebagai contoh, dalam desain alat kerja seperti meja atau kursi, pengukuran berdasarkan persentil dapat memastikan bahwa desain tersebut akan nyaman untuk mayoritas pengguna, termasuk mereka yang berada pada batas ukuran ekstrem. Ini sangat penting, terutama dalam lingkungan kerja, di mana kenyamanan dapat mempengaruhi produktivitas.

Penyesuaian desain yang berbasis antropometri juga harus mempertimbangkan aspek fungsionalitas. Misalnya, pegangan pada alat seperti palu atau gunting harus dirancang dengan ukuran tangan penggunanya. Menurut J. J. M. van der Laan (2006), pegangan yang terlalu kecil dapat membuat alat sulit digunakan, sementara pegangan yang terlalu besar dapat menyebabkan ketidaknyamanan saat digunakan dalam jangka waktu lama. Oleh karena itu, penting bagi desainer untuk memahami dimensi pegangan yang sesuai ukuran tangan agar pengguna dapat mengoperasikan alat dengan efisien tanpa menimbulkan kelelahan atau cedera.

Kenyamanan dan keselamatan pengguna merupakan hasil penting dari desain yang berdasarkan data antropometri. Desain

produk yang tidak ergonomis dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, seperti nyeri punggung, ketegangan otot, dan cedera akibat penggunaan yang tidak tepat. Menurut panduan dari Occupational Safety and Health Administration (OSHA), desain tempat kerja yang tidak memperhatikan faktor antropometri dapat mengakibatkan cedera serius pada pekerja. Misalnya, meja kerja yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat menyebabkan postur tubuh yang buruk, yang dapat memengaruhi kesehatan jangka panjang bagi pengguna. Dengan demikian, integrasi data antropometri dalam proses desain tidak hanya meningkatkan kenyamanan tetapi juga berkontribusi pada kesehatan dan kesejahteraan pengguna secara keseluruhan.

Pentingnya pengujian dan evaluasi produk juga tidak dapat diabaikan, setelah desain awal dibuat berdasarkan data antropometri, tahap berikutnya adalah melakukan pengujian dengan pengguna nyata. Ini memungkinkan desainer untuk mendapatkan umpan balik langsung mengenai kenyamanan dan fungsionalitas produk. Menurut K. A. G. H. v. der Laan (2011), pengujian ini juga dapat mengidentifikasi area di mana desain perlu diperbaiki atau disesuaikan lebih lanjut. Dengan cara ini, desainer dapat memastikan bahwa produk akhir memenuhi kebutuhan dan harapan pengguna.

Selain itu penerapan antropometri dalam desain produk sangat berkontribusi pada pengalaman pengguna agar lebih baik. Desain yang mempertimbangkan ukuran dan proporsi tubuh manusia tidak hanya menciptakan produk yang lebih nyaman, tetapi juga meningkatkan kepuasan pengguna. Ketika pengguna merasa nyaman dan aman saat menggunakan produk, mereka lebih cenderung untuk merekomendasikannya kepada orang lain, yang dapat meningkatkan reputasi merek dan penjualan. Penelitian oleh Karsh et al. (2010) menunjukkan bahwa produk yang didesain dengan memperhatikan antropometri tidak hanya lebih diterima oleh pengguna tetapi juga menghasilkan tingkat kepuasan yang lebih tinggi. Contoh nyata dari penerapan prinsip antropometri dapat ditemukan dalam desain alat kesehatan, seperti kursi roda dan alat bantu lainnya. Desain ini harus memperhatikan ukuran tubuh pengguna, dukungan biomekanik, serta kemudahan

penggunaan. Menurut penelitian oleh D. A. F. D. F. T. P. S. D. T. (2013), produk yang dirancang dengan memperhatikan prinsip antropometri tidak hanya meningkatkan efisiensi tetapi juga memberikan manfaat signifikan dalam kualitas hidup pengguna.

Secara keseluruhan, antropometri dalam desain produk adalah elemen yang sangat krusial. Dengan memahami dan menerapkan prinsip-prinsip antropometri, desainer dapat menciptakan produk yang tidak hanya efisien dan fungsional, tetapi juga memenuhi kebutuhan beragam pengguna. Dalam dunia yang semakin mengutamakan pengalaman pengguna, penting bagi desainer untuk terus memperbarui pengetahuan mereka tentang data antropometri dan menerapkannya dalam setiap tahap proses desain. Dengan demikian, kita dapat memastikan bahwa produk yang dihasilkan tidak hanya memenuhi kebutuhan dasar tetapi juga meningkatkan kualitas hidup pengguna secara keseluruhan.

2.3 Biomekanika dan Gerakan Manusia

Biomekanika adalah cabang ilmu yang mempelajari gerakan tubuh manusia dan cara kerja sistem otot, tulang, dan sendi selama aktivitas fisik. Dalam konteks ergonomi, prinsip-prinsip biomekanika digunakan untuk merancang produk, tempat kerja, dan lingkungan yang mendukung postur tubuh yang baik serta memungkinkan gerakan yang alami dan efisien. Ini bertujuan untuk mengurangi risiko cedera, meningkatkan kenyamanan, dan mengoptimalkan produktivitas pengguna. Kemudian kita akan mengeksplorasi peran penting biomekanika dalam ergonomi dan bagaimana prinsip-prinsip ini diterapkan dalam desain untuk meminimalkan stres pada tubuh dan mendukung gerakan alami.

2.3.1 Definisi Biomekanika dan Perannya dalam Ergonomi

Biomekanika secara sederhana dapat didefinisikan sebagai ilmu yang menganalisis gerakan dan gaya yang bekerja pada tubuh manusia selama aktivitas berlangsung. Ini mencakup pemahaman tentang bagaimana otot dan tulang bekerja bersama untuk menciptakan gerakan, bagaimana sendi-sendi berfungsi, serta bagaimana gaya gravitasi dan beban memengaruhi tubuh. Dalam ergonomi, pemahaman ini sangat penting karena membantu

desainer dan perancang produk memahami bagaimana tubuh manusia merespons berbagai postur, beban, dan gerakan saat berinteraksi dengan lingkungan dan peralatan.

Peran biomekanika dalam ergonomi sangat luas, terutama dalam merancang produk yang memungkinkan gerakan yang lebih efisien dan aman. Dalam lingkungan kerja, penggunaan biomekanika menjadi sangat penting untuk menghindari cedera akibat penggunaan yang berulang (*repetitive strain injuries*) atau cedera yang disebabkan oleh postur yang tidak tepat. Sebagai contoh, pekerja yang duduk di depan komputer untuk waktu yang lama memerlukan kursi dan meja yang didesain sedemikian rupa agar tubuh mereka dapat bergerak dan berada dalam posisi yang tepat untuk mencegah ketegangan otot dan nyeri punggung.

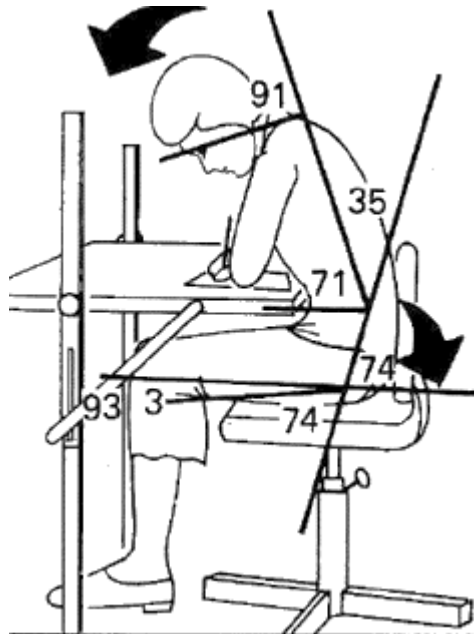
Biomekanika juga membantu dalam menentukan batas-batas fisik manusia, seperti berapa banyak beban yang dapat diangkat dengan aman atau bagaimana posisi tubuh saat mengangkat beban dapat mengurangi risiko cedera pada punggung. Dengan demikian, memahami biomekanika tidak hanya membantu menciptakan produk yang lebih ergonomis tetapi juga memastikan bahwa pengguna dapat bekerja dalam kondisi yang aman dan nyaman.

2.3.2 Analisis Postur dan Gerakan untuk Meminimalkan Stres pada Tubuh

Salah satu fokus utama biomekanika dalam ergonomi adalah analisis postur dan gerakan tubuh manusia. Postur yang buruk, terutama saat duduk atau berdiri untuk waktu yang lama, dapat menyebabkan ketegangan pada otot dan sendi, yang akhirnya dapat menyebabkan rasa sakit dan cedera jangka panjang. Oleh karena itu, sangat penting untuk merancang produk dan lingkungan kerja yang mendukung postur yang baik.

Postur duduk yang benar misalnya, melibatkan tulang belakang yang tegak dengan lengkungan alami yang didukung dengan baik oleh kursi yang ergonomis. Ketika seseorang duduk dengan postur yang salah, seperti membungkuk atau terlalu bersandar, hal ini dapat menyebabkan tekanan pada tulang belakang bawah (*lumbar spine*), yang pada akhirnya memicu

ketegangan otot dan rasa sakit punggung bawah seperti pada gambar 2.2 berikut ini :

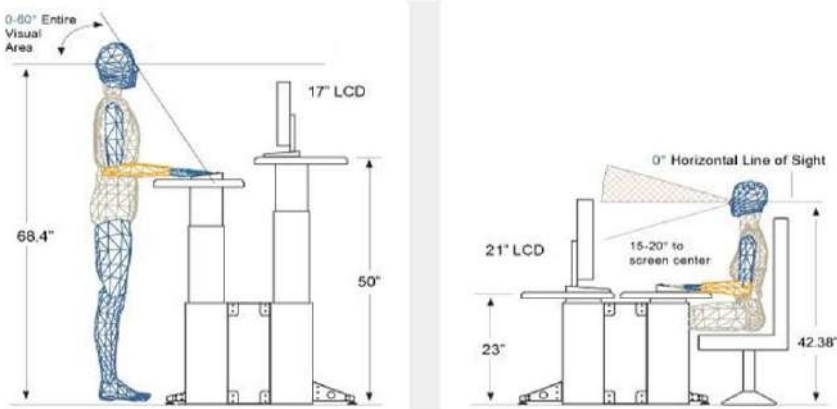


Gambar 2.2. Desain Produk yang Menyebabkan Ketegangan Otot Penggunaanya

Sumber: (Materi Ajar Ergonomi, 2023)

Selain itu, postur yang buruk juga dapat menyebabkan ketegangan pada leher, bahu, dan lengan, terutama jika pengguna tidak berada pada posisi yang tepat saat menggunakan perangkat seperti komputer atau laptop.

Untuk meminimalkan stres pada tubuh, desain produk harus memperhitungkan kemampuan tubuh manusia untuk bergerak dengan bebas dan mendukung postur yang baik. Misalnya, meja kerja yang dirancang dengan ketinggian yang dapat disesuaikan memungkinkan pengguna untuk mengatur posisinya secara ideal, baik saat duduk maupun berdiri. Kursi dengan sandaran yang mendukung tulang belakang juga sangat penting untuk membantu pengguna mempertahankan postur yang baik saat bekerja seperti pada gambar berikut ini:



Gambar 2.3. Desain Meja Kerja Posisi Duduk dan Berdiri

Sumber: (Materi Ajar Ergonomi, 2023)

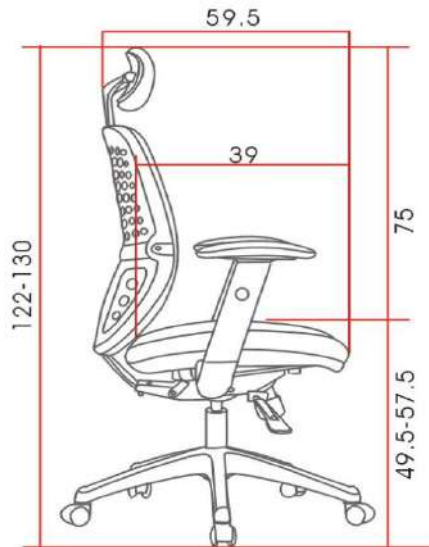
Selain postur, biomekanika juga melihat gerakan tubuh selama aktivitas. Gerakan yang salah, seperti mengangkat benda dengan postur yang tidak tepat, dapat menyebabkan cedera serius, terutama pada punggung dan sendi. Ketika seseorang mengangkat beban, biomekanika mengajarkan bahwa seharusnya berat badan didistribusikan dengan baik pada kaki, dan lutut harus ditekuk agar tekanan pada punggung berkurang. Dengan cara ini, risiko cedera pada punggung dapat dikurangi.

2.3.3 Desain Produk untuk Mendukung Gerakan Alami dan Postur yang Baik

Penerapan biomekanika dalam desain produk sangat penting untuk memastikan bahwa produk tersebut mendukung gerakan alami tubuh dan memungkinkan pengguna untuk mempertahankan postur yang sehat. Desain yang ergonomis tidak hanya mempertimbangkan estetika dan fungsi produk, tetapi juga bagaimana produk tersebut berinteraksi dengan tubuh manusia. Produk yang baik harus mendukung tubuh dalam posisi alami dan memfasilitasi gerakan yang tidak menyebabkan ketegangan atau cedera.

Sebagai contoh, desain kursi ergonomis memperhatikan distribusi beban tubuh agar tulang belakang tetap dalam posisi

netral, memberikan dukungan pada lengkungan punggung bawah, dan memungkinkan kaki pengguna untuk menapak rata di lantai.



Gambar 2.4. Desain Kursi Menyesuaikan Posisi Tubuh yang Netral
Sumber: (Materi Ajar Ergonomi, 2023)

Kursi ini juga sering dilengkapi dengan penyangga tangan yang dapat disesuaikan untuk mengurangi tekanan pada bahu dan lengan. Semua fitur ini bertujuan untuk memastikan bahwa tubuh pengguna didukung dengan baik selama aktivitas yang berulang, seperti duduk di depan komputer selama berjam-jam.

Selain itu, meja kerja yang didesain dengan prinsip-prinsip biomekanika akan memungkinkan penyesuaian ketinggian, sehingga pengguna dapat bekerja baik dalam posisi duduk maupun berdiri. Penggunaan *standing desk* semakin populer karena memungkinkan pengguna untuk bergantian antara posisi duduk dan berdiri, yang membantu mengurangi ketegangan pada tubuh akibat terlalu lama duduk.

Peralatan lainnya, seperti mouse, keyboard, dan monitor komputer, juga harus dirancang dengan memperhatikan prinsip biomekanika. *Mouse* dan *keyboard* ergonomis dirancang untuk mengurangi tekanan pada pergelangan tangan dan mencegah

cedera seperti *carpal tunnel syndrome*. Monitor komputer juga harus ditempatkan pada ketinggian yang tepat untuk menghindari ketegangan pada leher dan bahu.

Biomekanika merupakan elemen kunci dalam ergonomi, karena membantu kita memahami bagaimana tubuh manusia berfungsi dan bergerak selama aktivitas. Dengan menerapkan prinsip-prinsip biomekanika dalam desain produk, kita dapat menciptakan lingkungan kerja yang mendukung postur tubuh yang baik, memungkinkan gerakan yang alami, dan meminimalkan risiko cedera. Desain yang mempertimbangkan biomekanika tidak hanya meningkatkan kenyamanan pengguna, tetapi juga memastikan kesehatan dan kesejahteraan jangka panjang.

2.4 Fisiologi dan Kesehatan dalam Desain

Fisiologi adalah ilmu yang mempelajari fungsi-fungsi biologis dan proses fisik di dalam tubuh manusia. Ketika diterapkan dalam ergonomi, fisiologi berperan penting dalam memahami bagaimana desain produk mempengaruhi kenyamanan, kesehatan, dan kesejahteraan pengguna. Desain yang baik tidak hanya mempertimbangkan penampilan dan fungsi produk, tetapi juga bagaimana produk tersebut dapat mendukung atau mengakomodasi fungsi tubuh manusia.

Faktor-faktor fisiologis seperti sirkulasi darah, pernapasan, dan pengaturan suhu tubuh memainkan peran kunci dalam kenyamanan dan kesehatan pengguna, terutama dalam jangka waktu yang lama. Selain itu juga bisa mengeksplorasi hubungan antara fisiologi manusia dan desain produk, serta bagaimana desain yang memperhatikan faktor-faktor fisiologis dapat meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan pengguna secara keseluruhan.

2.4.1 Hubungan antara Fisiologi Manusia dan Desain Produk

Fisiologi manusia mempengaruhi hampir setiap interaksi kita dengan lingkungan sekitar, terutama dalam hal penggunaan produk sehari-hari. Dari cara kita duduk, bergerak, bernapas, hingga cara tubuh kita bereaksi terhadap suhu, semua aspek ini harus diperhitungkan dalam desain ergonomis.

Tujuan utama dari desain ergonomis adalah untuk menciptakan produk yang selaras dengan fungsi alami tubuh manusia, sehingga pengguna dapat bekerja atau beraktivitas dengan nyaman tanpa menyebabkan stres fisik atau gangguan pada proses tubuh yang normal misalnya, saat merancang kursi kantor, fisiologi manusia harus menjadi faktor utama yang dipertimbangkan. Kursi yang tidak mendukung postur tubuh dengan baik dapat mengakibatkan berbagai masalah kesehatan, seperti gangguan sirkulasi darah, ketegangan otot, atau bahkan penyakit punggung kronis. Oleh karena itu, desainer harus mempertimbangkan bagaimana tubuh manusia bergerak dan beristirahat, serta bagaimana postur yang benar dapat membantu menjaga sirkulasi darah yang sehat dan mengurangi ketegangan otot.

Selain itu fisiologi manusia juga mempengaruhi kebutuhan kita terhadap ventilasi dan pengaturan suhu. Manusia memiliki batasan tertentu dalam hal suhu tubuh yang dapat ditoleransi sebelum menyebabkan ketidaknyamanan atau bahkan risiko kesehatan. Oleh karena itu, desain produk seperti kursi, pakaian, atau alat kerja juga harus memperhatikan bagaimana produk tersebut memengaruhi pengaturan suhu tubuh, terutama dalam situasi yang melibatkan penggunaan jangka panjang.

Faktor-Faktor Fisiologis yang Mempengaruhi Kenyamanan Pengguna

Ada beberapa faktor fisiologis yang secara langsung mempengaruhi kenyamanan dan kesehatan pengguna dalam konteks desain produk ergonomis. Beberapa di antaranya adalah:

A. Sirkulasi Darah

Sirkulasi darah yang baik adalah faktor penting dalam menjaga kesehatan tubuh, terutama selama aktivitas yang berlangsung dalam waktu lama, seperti duduk atau berdiri. Ketika seseorang duduk dalam posisi yang salah atau untuk waktu yang terlalu lama tanpa gerakan, aliran darah ke bagian-bagian tubuh tertentu, seperti kaki atau punggung bawah, dapat terhambat. Hal ini dapat menyebabkan kelelahan, kram, atau bahkan masalah kesehatan yang lebih serius seperti *Varises* atau *Deep Vein Thrombosis (DVT)*.

Produk yang didesain dengan prinsip ergonomi harus memungkinkan pengguna untuk mempertahankan posisi tubuh yang mendorong sirkulasi darah yang baik. Sebagai contoh, kursi dengan sandaran yang dapat disesuaikan atau bantal kaki yang terangkat dapat membantu meringankan tekanan pada pembuluh darah di kaki dan punggung bawah, memungkinkan aliran darah yang lebih baik dan mengurangi risiko gangguan kesehatan.

B. Pernapasan

Pernapasan yang baik juga merupakan bagian dari fisiologi yang harus diperhatikan dalam desain produk. Ketika seseorang duduk dalam posisi yang tidak ergonomis, terutama jika tubuh membungkuk atau terlalu bersandar, hal ini dapat mengganggu kapasitas paru-paru untuk mengembang sepenuhnya, yang pada akhirnya membatasi aliran oksigen ke dalam tubuh. Dalam jangka panjang, posisi duduk yang buruk dapat menyebabkan penurunan kualitas pernapasan dan memicu kelelahan atau ketidaknyamanan. Desain ergonomis harus mendukung postur yang memungkinkan paru-paru untuk bekerja secara optimal. Misalnya, kursi yang mendukung postur tubuh tegak dengan sandaran yang sesuai akan membantu menjaga sirkulasi udara di dalam tubuh, sehingga pengguna dapat bernapas lebih nyaman dan bebas.

C. Pengaturan Suhu Tubuh

Suhu tubuh manusia dijaga melalui berbagai mekanisme alami seperti berkeringat atau menggigil, tetapi lingkungan di sekitar kita juga berperan penting dalam kenyamanan termal. Jika suatu produk tidak mempertimbangkan aspek pengaturan suhu tubuh, seperti kursi atau pakaian kerja yang tidak memberikan ventilasi yang baik, hal ini dapat menyebabkan ketidaknyamanan akibat panas berlebih atau terlalu dingin.

Dalam konteks ergonomi, desain yang baik harus mempertimbangkan bagaimana suatu produk dapat mendukung pengaturan suhu tubuh. Misalnya, bahan yang digunakan dalam kursi atau pakaian harus memungkinkan sirkulasi udara yang baik untuk mencegah pengguna merasa terlalu panas atau berkeringat. Di tempat kerja, penempatan

perangkat elektronik seperti komputer atau mesin yang menghasilkan panas juga harus diperhatikan agar tidak menyebabkan kenaikan suhu tubuh yang berlebihan bagi pekerja.

Contoh Desain yang Mempertimbangkan Kesehatan dan Kesejahteraan Pengguna Beberapa contoh produk yang memperhatikan faktor fisiologis dalam desainnya dapat ditemukan dalam berbagai industri, terutama dalam produk-produk yang digunakan di tempat kerja dan aktivitas sehari-hari seperti:

1. Desain Kursi Ergonomis

Kursi ergonomis yang dirancang untuk penggunaan jangka panjang di kantor atau di rumah telah memperhitungkan semua faktor fisiologis yang disebutkan di atas. Kursi semacam ini biasanya memiliki sandaran yang mendukung punggung bawah, pengaturan ketinggian yang memungkinkan kaki pengguna menapak di lantai, serta penyesuaian posisi yang mendukung sirkulasi darah yang baik dan postur tubuh yang benar. Beberapa kursi bahkan memiliki bahan yang dapat mengatur suhu tubuh dan mencegah panas berlebih saat digunakan untuk waktu yang lama.

2. Desain Standing Desk

Standing Desk, atau meja yang memungkinkan pengguna untuk berdiri saat bekerja, merupakan inovasi yang mempertimbangkan kesehatan tubuh dan sirkulasi darah. Pengguna dapat bergantian antara posisi duduk dan berdiri selama bekerja, yang membantu mencegah masalah kesehatan yang berkaitan dengan duduk terlalu lama, seperti gangguan sirkulasi darah dan ketegangan punggung. Standing desk juga memungkinkan tubuh untuk bergerak lebih bebas, yang pada akhirnya meningkatkan produktivitas dan kesejahteraan.



Gambar 2.5. Desain Produk Standing Desk
Sumber: Solo Abadi (2023)

2.5 Prinsip Kognitif dalam Ergonomi

Ergonomi kognitif adalah cabang ergonomi yang fokus pada bagaimana manusia memproses informasi dan berinteraksi dengan produk atau sistem dari sudut pandang mental. Selain itu juga ergonomi kognitif adalah dapat memahami faktor-faktor seperti perhatian, persepsi, memori, pengambilan keputusan, dan beban kognitif saat pengguna berinteraksi dengan produk, lingkungan, atau antarmuka digital. Ini bertujuan untuk mengoptimalkan pengalaman pengguna, membuat sistem lebih mudah dipahami, dan mengurangi kesalahan atau kebingungan saat penggunaan produk. Dalam dunia yang semakin terhubung dengan teknologi, ergonomi kognitif semakin penting untuk memastikan bahwa produk digital dan fisik tidak hanya efisien dari segi fisik, tetapi juga intuitif dan mudah dipahami oleh pengguna.

2.5.1 Pengertian Ergonomi Kognitif dan Pentingnya dalam Desain Interaksi Manusia dengan Produk

Ergonomi kognitif berhubungan dengan bagaimana pikiran manusia berinteraksi dengan lingkungan kerja, produk, atau sistem, terutama dalam hal menerima, mengolah, dan merespons informasi.

Sementara ergonomi fisik berfokus pada aspek-aspek seperti postur tubuh dan gerakan, ergonomi kognitif lebih fokus pada aspek mental dan psikologis dari interaksi manusia dengan teknologi atau produk.

Dalam desain produk, terutama produk teknologi dan perangkat digital, aspek kognitif sangat penting. Misalnya, saat seseorang menggunakan aplikasi smartphone, otaknya akan terlibat dalam pemrosesan berbagai jenis informasi, seperti teks, simbol, dan instruksi. Jika antarmuka aplikasi tersebut rumit, memuat terlalu banyak informasi, atau tidak intuitif, pengguna akan merasa kesulitan dan mungkin membuat kesalahan dalam penggunaannya. Ini adalah contoh di mana ergonomi kognitif berperan penting.

Tujuan utama dari ergonomi kognitif dalam desain interaksi adalah untuk meminimalkan beban mental pengguna, memastikan bahwa produk mudah digunakan dan dipahami tanpa membutuhkan pemikiran yang berlebihan. Produk yang mempertimbangkan ergonomi kognitif memungkinkan pengguna untuk fokus pada tugas mereka tanpa terganggu oleh kompleksitas antarmuka atau sistem.

2.5.2 Prinsip-Prinsip seperti Beban Kognitif, Perhatian, dan Persepsi yang Mempengaruhi Desain Antarmuka

Beberapa prinsip kognitif yang harus diperhatikan dalam desain antarmuka mencakup beban kognitif, perhatian, dan persepsi. Setiap prinsip ini memainkan peran penting dalam menentukan bagaimana pengguna memproses informasi dan merespons elemen-elemen dalam sebuah antarmuka.

1. Beban Kognitif

Beban kognitif merujuk pada jumlah usaha mental yang dibutuhkan untuk memproses informasi dan menyelesaikan tugas tertentu. Beban kognitif yang terlalu tinggi dapat membuat pengguna kewalahan dan lebih mungkin membuat kesalahan. Dalam desain produk dan antarmuka, tujuan utamanya adalah mengurangi beban kognitif, sehingga pengguna dapat menyelesaikan tugas tanpa merasa frustrasi atau kebingungan.

Contoh beban kognitif yang tinggi bisa terjadi ketika seseorang menggunakan aplikasi dengan antarmuka yang berisi terlalu banyak pilihan atau informasi yang tidak terorganisir dengan baik. Untuk mengurangi beban kognitif, desainer perlu menyederhanakan antarmuka, menggunakan ikon dan simbol yang mudah dimengerti, serta menyusun informasi secara logis dan intuitif. Misalnya, dalam desain aplikasi pembayaran, pengguna seharusnya dapat menemukan opsi pembayaran yang relevan dengan mudah, tanpa harus melalui terlalu banyak langkah atau membaca terlalu banyak teks. Penggunaan warna dan ikon yang tepat juga membantu pengguna mengenali langkah-langkah penting tanpa harus berpikir keras.

2. Perhatian

Perhatian manusia itu sebenarnya sangat terbatas, dan desain yang baik harus memastikan bahwa perhatian pengguna diarahkan pada elemen yang penting. Seperti dalam dunia digital yang penuh dengan notifikasi, pesan, dan informasi, desainer harus selektif dalam menentukan elemen mana yang harus mencuri perhatian pengguna dan kapan hal tersebut harus terjadi.

Desain antarmuka yang tidak memprioritaskan elemen penting akan mengakibatkan perhatian pengguna terpecah, yang berpotensi menyebabkan kesalahan atau menghambat pengalaman pengguna. Misalnya, saat mendesain antarmuka sistem keamanan atau aplikasi bank, tombol yang terkait dengan tindakan penting seperti “kirim” atau “konfirmasi” harus diberi penekanan visual, seperti warna yang kontras atau ukuran yang lebih besar, sehingga pengguna langsung tahu di mana mereka harus fokus. Informasi yang kurang penting, seperti detail tambahan atau pilihan sekunder, dapat ditempatkan di posisi yang kurang menonjol.

Selain itu, urutan dan hierarki informasi juga sangat penting. Pengguna cenderung fokus pada elemen yang berada di bagian atas atau tengah layar, sehingga desainer harus menempatkan elemen terpenting di lokasi tersebut.

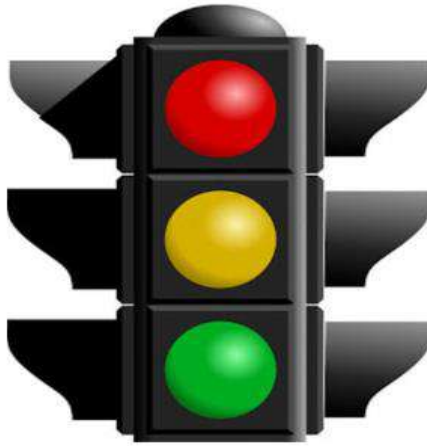
Penggunaan tipografi, spasi, dan warna yang tepat juga dapat membantu memandu perhatian pengguna secara alami.

3. Persepsi

Persepsi adalah cara pengguna menafsirkan informasi yang disajikan oleh antarmuka. Ini bisa mencakup cara pengguna memahami simbol, ikon, warna, dan teks. Jika antarmuka tidak mendukung persepsi yang akurat, pengguna dapat salah memahami informasi atau fungsi produk, yang berpotensi menyebabkan kesalahan penggunaan.

Untuk mendesain antarmuka yang mempertimbangkan persepsi, penting untuk menggunakan elemen-elemen visual yang familiar bagi pengguna. Sebagai contoh, ikon berbentuk amplop hampir selalu diasosiasikan dengan email atau pesan, dan ikon berbentuk keranjang biasanya mewakili fitur belanja atau *e-commerce*. Konsistensi visual seperti ini membantu pengguna memahami fungsi tanpa harus memikirkan atau belajar ulang simbol-simbol baru.

Desain antarmuka yang baik juga memperhitungkan persepsi warna. Warna hijau biasanya diasosiasikan dengan "aman" atau "lanjutkan", sementara warna merah sering kali diasosiasikan dengan "bahaya" atau "berhenti". Menggunakan warna-warna ini secara konsisten dalam antarmuka membantu memperkuat persepsi pengguna tentang tindakan yang harus diambil salah contoh adalah lampu lalu lintas



Gambar 2.6. Desain Antar Muka Persepsi Warna
Sumber: Materi Ajar Ergonomi (2021)

2.5.3 Desain Antarmuka yang Meningkatkan Pengalaman Pengguna

Banyak contoh produk dan sistem yang dirancang dengan mempertimbangkan prinsip-prinsip ergonomi kognitif, yang bertujuan untuk mengurangi beban mental dan meningkatkan pengalaman pengguna. Berikut adalah beberapa contoh seperti:

1. Antarmuka Pengguna Minimalis pada Aplikasi Mobile

Salah satu tren desain antarmuka yang telah diterima secara luas adalah minimalisme. Aplikasi seperti Google, Instagram, dan Apple menggunakan desain antarmuka yang minimalis dengan elemen visual yang bersih dan sederhana. Hal ini bertujuan untuk mengurangi beban kognitif pengguna dengan hanya menampilkan elemen yang paling penting dan menyembunyikan elemen sekunder di balik menu atau tombol yang intuitif. Sebagai contoh, pada aplikasi pencarian Google, pengguna hanya melihat kotak pencarian dan beberapa ikon kecil yang mudah dipahami. Tidak ada elemen yang membingungkan atau tidak perlu, yang meminimalkan beban mental dalam menggunakan aplikasi tersebut.



Gambar 2.7. Menu Pencarian Aplikasi Google
Sumber: (Foto Sendiri Google)

2. Dashboard Kendaraan yang Ergonomis

Di dunia otomotif, desain dashboard yang baik sangat penting untuk memastikan pengemudi dapat fokus di jalan sambil tetap memahami informasi penting dari kendaraan. Dashboard modern menggunakan prinsip ergonomi kognitif dengan mengatur informasi penting, seperti kecepatan, bahan bakar, dan peringatan, secara jelas dan mudah diakses tanpa mengalihkan perhatian pengemudi dari jalan. Dashboard juga menggunakan kombinasi ikon yang familiar, warna-warna yang diasosiasikan dengan status kendaraan (seperti lampu hijau, kuning, dan merah), serta navigasi suara yang membantu pengemudi fokus pada mengemudi tanpa perlu melihat banyak elemen visual.

3. Antarmuka e-Commerce yang Intuitif

Situs web atau aplikasi e-commerce yang baik seperti Amazon atau Tokopedia menggunakan prinsip-prinsip ergonomi kognitif untuk memudahkan pengguna berbelanja. Desain antarmukanya mengutamakan pengalaman pengguna dengan fitur-fitur seperti menu kategori yang jelas, tombol "beli sekarang" yang mencolok, serta pengelompokan produk yang relevan sehingga mempermudah pengguna dalam membuat keputusan. Dengan demikian, pengguna dapat dengan cepat

menemukan produk yang mereka cari tanpa merasa bingung atau kewalahan oleh informasi yang berlebihan.

2.6 Aplikasi Prinsip Ergonomi dalam Desain

Ergonomi bukan hanya tentang kenyamanan, tetapi juga tentang keselamatan, kesehatan, dan efisiensi dalam penggunaan produk. Prinsip-prinsip ergonomi diterapkan untuk memastikan bahwa produk, sistem, atau lingkungan kerja sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan manusia. Integrasi berbagai prinsip ergonomi, seperti antropometri, biomekanika, fisiologi, dan kognitif, sangat penting dalam proses desain untuk menghasilkan produk yang tidak hanya nyaman tetapi juga aman dan mudah digunakan. Penerapan ergonomi dalam desain produk memerlukan pendekatan yang holistik, di mana semua aspek manusia diperhitungkan untuk meminimalkan risiko cedera, kelelahan, atau stres mental.

2.6.1 Integrasi Prinsip Antropometri, Biomekanika, Fisiologi, dan Kognitif dalam Proses Desain

Untuk menciptakan produk yang ergonomis, desainer harus mempertimbangkan berbagai prinsip dasar ergonomi secara terpadu. Ini mencakup penggunaan data antropometri untuk menyesuaikan ukuran dan bentuk produk dengan dimensi tubuh manusia, penerapan prinsip biomekanika untuk mendukung gerakan yang alami dan aman, pengenalan faktor-faktor fisiologis untuk menjaga kesehatan dan kenyamanan fisik, serta penerapan prinsip-prinsip kognitif untuk memudahkan interaksi dan pemahaman pengguna.

1. Antropometri

Antropometri berfokus pada ukuran dan proporsi tubuh manusia. Data antropometrik memungkinkan desainer untuk membuat produk yang sesuai dengan berbagai ukuran tubuh manusia. Misalnya, dalam merancang kursi, meja, atau perangkat kerja, dimensi produk harus disesuaikan dengan tinggi, lebar bahu, panjang lengan, dan dimensi tubuh lainnya dari berbagai kelompok pengguna.

Produk yang didesain tanpa memperhatikan data antropometri yang benar dapat menyebabkan ketidaknyamanan atau bahkan masalah kesehatan jangka panjang, seperti sakit punggung atau bahkan gangguan postur tubuh manusia. Sebagai contoh, meja yang terlalu tinggi atau kursi yang terlalu rendah dapat memaksa pengguna untuk duduk dalam posisi yang tidak ergonomis, sehingga menimbulkan ketegangan pada otot dan sendi.

2. Biomekanika

Biomekanika dalam desain ergonomis bertujuan untuk mengurangi beban fisik pada tubuh manusia dengan memastikan bahwa gerakan dan postur pengguna didukung dengan baik oleh produk. Misalnya, dalam desain alat kerja seperti palu atau pisau dapur, bentuk pegangan harus memungkinkan pengguna untuk menggenggam dan menggerakkan alat dengan cara yang alami, sehingga mengurangi tekanan pada sendi dan otot. Produk yang mempertimbangkan prinsip biomekanika membantu mengurangi risiko cedera akibat penggunaan berulang (*repetitive strain injury*) dan cedera terkait pekerjaan lainnya.

Di tempat kerja, meja yang dapat diatur tingginya memungkinkan pekerja untuk berganti posisi antara duduk dan berdiri, yang dapat mencegah ketegangan fisik yang berkepanjangan. Ini adalah contoh penerapan biomekanika untuk menciptakan lingkungan kerja yang lebih sehat.

3. Fisiologi

Prinsip-prinsip fisiologi memengaruhi kenyamanan fisik dan kesehatan pengguna. Desainer harus mempertimbangkan bagaimana produk atau lingkungan dapat memengaruhi faktor-faktor seperti sirkulasi darah, pernapasan, dan suhu tubuh. Misalnya, kursi ergonomis yang mendukung postur duduk yang baik akan mendorong sirkulasi darah yang lebih baik, mencegah kelelahan otot, dan membantu pengguna tetap nyaman selama penggunaan jangka panjang.

Dalam desain ruang kerja atau pakaian pelindung, penting untuk mempertimbangkan bagaimana bahan dan bentuk dapat membantu pengguna menjaga suhu tubuh yang stabil dan

memastikan ventilasi yang baik untuk mencegah ketidaknyamanan akibat panas atau kelembaban berlebih.

4. Ergonomi Kognitif

Selain aspek fisik, ergonomi kognitif juga memainkan peran penting dalam proses desain. Desain produk harus memperhitungkan bagaimana manusia memproses informasi dan bagaimana antarmuka atau interaksi produk memengaruhi beban mental. Dalam desain antarmuka pengguna, misalnya, tombol, ikon, dan menu harus ditempatkan dengan cara yang logis dan intuitif agar pengguna dapat dengan mudah memahami dan menggunakan sistem tanpa kebingungan. Hal ini mengurangi beban kognitif pengguna dan meningkatkan efisiensi serta kepuasan penggunaan.

Integrasi keempat prinsip ini menghasilkan produk yang tidak hanya berfungsi dengan baik secara fisik tetapi juga mendukung kesejahteraan mental dan fisik pengguna, sehingga meningkatkan efektivitas, kenyamanan, dan produktivitas.

2.6.2 Metode Pengujian Ergonomi dalam Desain Produk

Setelah desain produk selesai, pengujian ergonomi menjadi langkah penting untuk memastikan bahwa produk memenuhi semua prinsip yang telah dibahas. Berikut beberapa metode pengujian ergonomi yang umum digunakan:

1. Uji Pengguna (*User Testing*)

Uji pengguna melibatkan sekelompok individu yang mencoba produk dalam kondisi sebenarnya. Selama pengujian, para pengguna diminta untuk melakukan tugas-tugas tertentu dengan menggunakan produk tersebut, dan para desainer atau peneliti akan mengamati bagaimana produk digunakan. Umpan balik dari pengguna sangat penting dalam memahami apakah produk tersebut nyaman digunakan, mudah dipahami, dan aman secara fisik. Misalnya, pengujian kursi ergonomis dapat melibatkan pengguna dengan berbagai ukuran tubuh dan jenis pekerjaan. Desainer dapat mengamati postur duduk mereka, kenyamanan setelah penggunaan jangka panjang, dan apakah pengguna mengalami kelelahan atau ketidaknyamanan.

2. Simulasi Komputer

Simulasi komputer dapat digunakan untuk memodelkan bagaimana produk akan berinteraksi dengan tubuh manusia sebelum diproduksi. Misalnya, dengan menggunakan perangkat lunak biomekanika, desainer dapat memprediksi bagaimana tubuh manusia akan bergerak atau bereaksi terhadap berbagai desain produk. Ini membantu mengidentifikasi potensi masalah sebelum produk diproduksi secara massal.

3. Pengujian Laboratorium

Pengujian laboratorium melibatkan penggunaan instrumen ilmiah untuk mengukur respons tubuh terhadap produk. Ini dapat mencakup pengukuran tekanan pada tubuh, suhu kulit, detak jantung, atau penggunaan kamera inframerah untuk mengamati pola pergerakan mata dalam antarmuka pengguna. Pengujian ini memberikan data kuantitatif tentang bagaimana tubuh dan pikiran manusia bereaksi terhadap produk.

4. Analisis Risiko

Selain pengujian fisik, desainer juga dapat melakukan analisis risiko untuk menentukan apakah ada potensi cedera atau bahaya dari penggunaan produk. Misalnya, alat-alat berat atau mesin harus diuji untuk memastikan bahwa pengguna tidak mengalami risiko cedera saat mengoperasikan perangkat tersebut. Dalam hal ini, standar keamanan dan kesehatan kerja juga harus diperhatikan.

2.6.3 Studi Kasus Penerapan Prinsip Ergonomi dalam Desain Produk Nyata

Untuk lebih memahami bagaimana prinsip ergonomi diterapkan dalam desain produk nyata, berikut adalah beberapa contoh studi kasus:

1. Desain Kursi Kantor

Kursi Herman Miller Aeron adalah salah satu contoh sukses dari penerapan prinsip-prinsip ergonomi dalam desain. Kursi ini dirancang dengan mempertimbangkan berbagai dimensi tubuh manusia melalui data antropometri yang komprehensif, sehingga dapat digunakan oleh berbagai pengguna dengan ukuran tubuh yang berbeda. Kursi ini juga memperhatikan

biomekanika, dengan dukungan untuk tulang belakang dan punggung bawah, yang membantu mencegah cedera punggung. Selain itu, kursi ini menggunakan bahan yang memungkinkan sirkulasi udara yang baik untuk menjaga suhu tubuh tetap nyaman, bahkan ketika digunakan selama berjam-jam. Ini adalah contoh bagaimana fisiologi manusia dapat diperhitungkan dalam desain untuk mencegah ketidaknyamanan akibat panas berlebih.

2. Desain Smartphone Apple iPhone

Desain iPhone adalah contoh penerapan ergonomi kognitif dalam antarmuka digital. Antarmuka pengguna iPhone didesain agar mudah digunakan dengan tata letak yang logis, ikon yang intuitif, dan navigasi yang mudah diakses. Apple memprioritaskan pengurangan beban kognitif pengguna dengan menyediakan pengalaman yang konsisten dan sederhana, sehingga pengguna dapat berinteraksi dengan perangkat tanpa memerlukan banyak pemikiran atau pelatihan. Selain itu, faktor-faktor antropometri dan biomekanika juga diperhitungkan dalam desain fisik iPhone, dengan ukuran dan bentuk yang dirancang agar nyaman digenggam dan dioperasikan dengan satu tangan, mendukung gerakan alami tangan manusia.

3. Ergonomi dalam Desain Alat Kerja di Pabrik Toyota

Di lingkungan industri, ergonomi memainkan peran penting dalam menjaga keselamatan pekerja dan meningkatkan produktivitas. Di pabrik Toyota, misalnya, peralatan kerja dirancang dengan mempertimbangkan prinsip-prinsip ergonomi untuk mengurangi beban fisik pekerja. Alat dan mesin dirancang agar mudah dijangkau dan dioperasikan tanpa memerlukan gerakan yang berlebihan atau postur yang tidak alami.

Toyota juga menggunakan prinsip ergonomi kognitif untuk merancang sistem kerja yang intuitif dan mudah dipahami oleh pekerja, sehingga mengurangi kemungkinan kesalahan manusia dan meningkatkan efisiensi operasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, S., & Yuamita, F. (2022). Analisis Ergonomi Dalam Penggunaan Mesin Penggilingan Pupuk Menggunakan Metode Quick Exposure Checklist Pada PT. Putra Manunggal Sakti. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, 1(1), 22-34.
- Bora, M. A., Lawi, A., Wijaya, I. M. S., & Salsabilla, T. A. (2024). Mengoptimalkan Kenyamanan Kognitif: Analisis Ergonomis terhadap Interaksi Pengguna dengan AI Chatbots. *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 6(4), 710-723.
- Bora, M. A., Herman, H., & Prasetyo, W. (2023). Implementasi Ergonomic Function Deployment (Efd) Pada Perancangan Alat Bantu Pembuka Lempengan Komstir Sepeda Motor. *Sigma Teknika*, 6(2), 267-277.
- Chaffin, D. B., & Gates, C. (2007). Ergonomics and occupational biomechanics. Wiley.
- Dewi, N. F. (2020). Identifikasi risiko ergonomi dengan metode nordic body map terhadap perawat poli RS X. *Jurnal Sosial Humaniora Terapan*, 2(2), 15.
- Haturnaz, A. A. (2019). Ergonomi Cercevesinde Esitlikci Mekan Uretim Yaklasimi Olarak "Evrensel Tasarim" Kavrami. *Ergonomi*, 2(3), 178-193.
- Ir Julianus Hutabarat, M. S. I. E. (2021). *Dasar-dasar pengetahuan ergonomi*. Media Nusa Creative (MNC Publishing).
- Lawi, A., Bora, M. A., Arifin, R., Andriani, M., Jumeni, D., Rasyid, A., ... & Kusmindari, C. D. (2023). *Ergonomi industri*. Global Eksekutif Teknologi.
- Nugroho, A. J. (2021). Tinjauan Produktivitas Dari Sudut Pandang Ergonomi.
- Van der Laan, J. J. M. (2006). Designing for comfort: The role of ergonomics in workplace efficiency. *Human Factors Journal*, 48(1), 102-115.
- Wardani, L. K. (2003). Evaluasi ergonomi dalam perancangan desain. *Dimensi Interior*, 1(1), 61-73.

Wati, P. E. D. K., & Murnawan, H. (2022). Perancangan alat pembuat mata pisau mesin pemotong singkong dengan mempertimbangkan aspek ergonomi. *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 9(1), 59-69.

BAB 3

METODE DAN PENDEKATAN ERGONOMI DALAM DESAIN

3.1 Pendahuluan

Ergonomi dan perancangan suatu produk adalah dua bidang yang saling terkait erat dalam menciptakan produk dan lingkungan yang efisien, aman, dan nyaman bagi pengguna. Namun, menggabungkan keterampilan ergonomi dan perancangan melalui lingkungan kerja menjadi tantangan.

Ergonomi penjelasan dalam penelitian ini menyatakan bahwa adalah ilmu yang mempelajari rancangan untuk manusia. Ini mencakup pemahaman manusia tentang sistem kerja, prinsip-prinsip, keahlian, data-data, serta cara kerja dalam menetapkan rancangan sistem tersebut agar sesuai dengan pemenuhan kebutuhan, keterbatasan, dan keterampilan individu. (Ahmad Hanafie, 2022).

Ergonomi adalah ilmu yang mempelajari berbagai bidang ilmu yang menggabungkan informasi, hasil, dan prinsip dari berbagai bidang dan profesi. Ilmu-ilmu seperti fisika, teknik, sosiologi, psikologi, anatomi, dll. (Hanafie & Andi, 2021).

Jenis-jenis pekerjaan yang terkait dengan, pengalaman kerja, usia, jenis kelamin, berat badan, status pernikahan, dan tingkat pendidikan individu adalah merupakan faktor yang terkait dengan penggunaan gangguan otot rangka kerja manusia (WMSDs), yang harus dihindari. Risiko gangguan otot termasuk dapat mempengaruhi beban kerja pekerja secara berlebihan, perulangan aktivitas serta frekuensinya, waktu aktivitas, bentuk tubuh atau postur kerja, beban mekanis berlebih, dan kualitas resiko (intensitas kekuatan yang tinggi, pengulangan, mobilisasi tenaga yang besar, peregangan otot, area kerja atau lingkungan dan psiko sosial yang tidak baik). (Choobineh, 2013)

Otot yang terlalu lelah dapat mengalami kerusakan. Dalam jangka waktu yang lama, dapat menyebabkan keluhan pada otot dan rangka. Keluhan otot rangka adalah keluhan yang bervariasi dari yang paling ringan hingga yang paling parah. Musculoskeletal disorder (MSDs) adalah keluhan yang disebabkan oleh kerusakan sendi, ligamen, dan tendon akibat beban statis yang diberikan pada otot secara berulang dan dalam jangka waktu yang lama. Keluhan pada sistem muskuloskeletal adalah gejala yang dirasakan pada bagian otot rangka, mulai dari yang paling ringan hingga yang paling sakit. (Tawakkal, 2011).

Metode dan pendekatan ergonomi desain banyak sekali yang bisa kita digunakan mulai dengan dengan pendekatan metode makro ergonomi, maupun dengan mikro ergonomi, namun yang kita paparkan dalam buku ini hanya Sebagian kecil yaitu terkait dengan penggunaan otot dalam menerima beban kerja atau disebut dengan *musculoskeletal disorder* (MSDs) yang terkait dengan keselamatan kerja bagi pekerja agar aman dan nyaman.

3.2 Metode *Nordic Body Map* (NBM)

Nordic Body Map diperuntukkan untuk mengidentifikasi keluhan MSD yang dialami oleh karyawan. MSDs diketahui dengan menggunakan kuesioner yang menunjukkan jenis keluhan pada peta tubuh manusia. Skala 1 menunjukkan tidak sakit, skala 2 menunjukkan cukup sakit, skala 3 menunjukkan sakit, dan skala 4 menunjukkan sangat sakit. (Santoso, 2004).

Untuk mengidentifikasi keluhan musculoskeletal disorder (MSDs) yang dirasakan/dialami oleh pekerja, Nordic Body Map digunakan. Untuk mengidentifikasi keluhan-keluhan MSDs, akan digunakan formulir kuesioner yang menunjukkan berbagai keluhan-keluhan MSDs pada dimensi-dimensi tubuh manusia. Dengan mengamati dan menganalisis dimensi-dimensi tubuh manusia yang diambil dari formulir pengisian kuesioner NBM mulai dari rasa tidak nyaman hingga rasa sangat sakit, hasil NBM dapat menentukan jenis dan tingkat keluhan-keluhan, kelelahan, dan kesakitan yang dirasakan oleh bagian otot yang dipekerjakan. Kuesioner ini mengidentifikasi bagian otot yang mengalami keluhan dengan

tingkat keluhan mulai dari Tidak Sakit, Agak Sakit, Sakit, dan Sangat Sakit. (Dewi, 2020)

Tabel 3.1. Klasifikasi Tingkat Resiko Berdasarkan Total Skor Individu

Skala	Skor Individu	Tingkat Rasio	Tindakan
1	28,0 - 49,9	Tidak sakit (Rendah)	Belum perlu tindakan perbaikan
2	50,0 - 70,9	Agak sakit (Sedang)	Sudah bisa dilakukan tindakan-tindakan waktu akan datang
3	71,0 - 90,9	Sakit (Tinggi)	Segera dilakukan tindakan
4	92,0 - 122	Sangat sakit (Sangat Tinggi)	Secara menyeluruh perlu dilaksanakan tindakan

Resiko ergonomi dapat diketahui dari berbagai metode secara ilmiah, salah satunya metode *Nordic Body Map* (NBM). Metode ini menerapkan bentuk kuesioner untuk mengetahui ketidaknyamanan pada tubuh yang bertujuan untuk mengidentifikasi WMSDs (*Work-related Musculoskeletal Disorders*) dari pekerja. Teridentifikasi risiko ergonomis akan membantu untuk ditemukan solusi pencegahan sejak dini. Bertujuan agar terjadi penerapan prinsip ergonomi untuk setiap aktivitas dalam bekerja, hal ini berkaitan dengan sikap kerja tubuh yang diterapkan sehari-hari. Apabila sikap kerja yang dilakukan karena tuntutan pekerjaan tidak menerapkan konsep ergonomis maka potensi terganggunya kesehatan tubuh dapat terganggu. (Abadi, 2024)

3.3 Manual Task Risk Assessment (ManTRA)

Manual Tasks Risk Assessment (ManTRA) dikembangkan oleh seorang peneliti terkenal Robin Burgess Limerick. Tujuan awalnya adalah untuk mengevaluasi tempat kerja untuk melakukan penilaian terhadap faktor-faktor risiko Musculoskeletal Disorders (MSDs) yang terkait dengan standar operasional tugas ditempat

kerja, kesehatan, dan keselamatan. Hal ini bertujuan agar semua pekerja bertanggung jawab untuk manajemen risiko tugas manual. (Wahyuni, 2019)

Variabel yang digunakan meliputi waktu penggunaan tubuh bagian atas (punggung, lengan bawah, leher atau bahu, pergelangan tangan atau tangan) dalam sehari sehubungan dengan total pekerjaan, analisis karakteristik pengulangan (pengukuran waktu dan lamanya siklus).), usaha yang diperlukan (pengukuran gaya). dan kecepatan), postur tubuh yang canggung dan getaran. (Dennis, 2012),

Manual Task Risk Assessment (ManTRA) adalah alat audit ergonomi yang mengevaluasi paparan faktor risiko *Muskuloskeletal Disorders* (MSDs). Hal ini memungkinkan para inspektur untuk menilai lima kondisi tugas termasuk total waktu, pengulangan, pengerahan tenaga, postur dan getaran untuk masing-masing dari empat wilayah tubuh (ekstremitas bawah, punggung, leher atau bahu, lengan, pergelangan tangan menggunakan skala lima poin). Ada lima kode untuk setiap wilayah sebagai skor risiko lima karakteristik tugas. Skor risiko pengulangan dikombinasikan dengan durasi dan siklus tugas yang keduanya sudah dinilai juga skor gabungan kekuatan dan kecepatan dianggap sebagai resiko pengerahan tenaga. Untuk setiap wilayah tubuh skor kumulatif gabungan dihitung sebagai skor risiko total yang berkisar antara 5 dan 25. Teknik ini hanya menentukan apakah tugas berisiko atau aman. (Wahyuni, 2019).

Penilaian resiko memerlukan analisa resiko serta melakukan evaluasi risiko, yaitu dengan mengevaluasi kedua hasil analisa resiko dengan kriteria-kriteria risiko yang ada dalam menetapkan/ menentukan tingkat penerimaan. Pendekatan berbasis penilaian resiko lebih lanjut termasuk pendekatan yang akan ditingkatkan selama proyek penelitian serta mengevaluasi program ergonomi partisipatif yang sesuai untuk penggunaan rutin di tempat kerja yang menyediakan evaluasi risiko selain analisis risiko.

Manual Task Risk Assessment (ManTRA) V 2.0 terdiri dari beberapa Kriteria penilaian yang merupakan nilai dalam penggunaan metode ManTRA terdapat pada tabel berikut :

Tabel 3.2. Kriteria Penilaian ManTRA V 2.0

Kriteria Pengamatan / pengukuran	Nilai				
	1	2	3	4	5
Waktu keseluruhan kerja	0 - 2 jam / hari	2 - 4 jam / hari	4 - 6 jam / hari	6 - 8 jam / hari	8 - 10 jam / hari
durasi kegiatan aktivitas	<10,00 menit	10 - 30 menit	30 - 60 menit	60 - 120 menit	> 120 menit
waktu siklus kerja	>5 menit	1-5 menit	30-60 detik	10-30 detik	<10 detik
Kekuatan (force)	Rendah kekuatan	-	Netral kekuatan	-	Tinggi kekuatan
Kecepatan (speed)	Pergerakan kurang lancar	normal	Pergerakan kurang lancar dan postur tidak statis	Pergerakan cepat dan lancar	cepat tetapi kerjanya tersendak
faktor resiko kekakuan	Postur netral	Penyimpangan satu arah	Penyimpangan lebih dari satu arah	Berbagai gerakan dan hanya satu arah	Berbagai gerakan dan lebih satu arah
Faktor resiko gerakan	tidak ada	rendah	netral	tinggi	tangat tinggi

Tahapan Kriteria Penilaian Metode ManTRA V 2.0

Tahap – tahap dalam melakukan kriteria penilaian tingkat risiko cedera menggunakan metode ManTRA V 2.0

1. Measurement Total Waktu

Measurement total waktu mengacu pada waktu total yang dihasilkan untuk melakukan tugas pada tiap hari kerja. Kode akan sama untuk setiap bagian tubuh. Measurement/pengukuran total waktu dapat dicermati pada tabel berikut.

Tabel 3.3. Measurement Total Waktu

Pengukuran waktu total kerja					
Nilai	1	2	3	4	5
waktu keseluruhan kerja	0-2 jam/hari	2-4 jam/hari	4-6 jam/hari	6-8 jam/hari	8-10 jam/hari

2. Pengukuran Faktor Risiko yang Berulang

Tugas yang mengimplikasikan waktu siklus yang tercepat dan durasi yang membutuhkan waktu lama dianggap sebagai faktor risiko karena beban jaringan yang sama yang tak terelakkan selama tugas. Tugas yang dilakukan dalam durasi yang sangat lama tanpa gangguan (> 2 jam) juga berisiko, terlepas dari durasi waktu siklus. Risiko yang berkurang dikaitkan dengan tugas yang mengimplikasikan waktu siklus yang lebih lama dan durasi tugas yang tercepat. Waktu siklus dan durasi tugas pertama-tama dinilai secara independen, dan kemudian skor gabungan untuk pengulangan dialokasikan.

Waktu siklus merujuk pada durasi tugas yang dilakukan berulang kali tanpa interupsi. waktu siklus dapat bermacam-macam pada dimensi tubuh. Jika suatu tugas dilakukan hanya sekali pada waktu tertentu tanpa gangguan, maka olehnya itu waktu siklus adalah paling rendah (1). Durasi diartikan sebagai lamanya waktu yang umum untuk pengulangan tugas yang dilakukan tanpa istirahat atau gangguan substansial oleh tugas lain. Durasi akan sama untuk semua dimensi untuk tugas tertentu. waktu siklus dan durasi di integrasikan untuk memperoleh skor secara menyeluruh untuk perulangan dengan

berbasis kode di bawah ini. Tabel assessment / penilaian waktu siklus dan waktu durasi seperti pada table berikut yaitu tabel 3.4 sebagai berikut:

Tabel 3.4. Waktu Durasi

Waktu Durasi					
Nilai	1	2	3	4	5
Waktu durasi	<10,0 menit	10,0 - 30,0 menit	30,0- 60,0 menit	60,0- 120,0 menit	>120,0 menit

Tabel 3.5. Waktu Siklus

Waktu Siklus					
Nilai	1	2	3	4	5
Waktu Siklus	>5,0 menit	1,0 – 5,0 menit	30,0 – 60,0 detik	10,0 – 30,0 detik	<10,0 detik

Faktor risiko yang berulang diketahui dengan menilai skor dari rentang waktu dan lamanya pada terpapar pada tabel faktor resiko yang berulang. Tabel faktor risiko yang berulang seperti pada tabel berikut.:

Tabel 3.6. Faktor Resiko yang Berulang

Waktu Siklus	Durasi				
	1	2	3	4	5
1	1	1	2	3	4
2	1	2	3	4	4
3	2	3	4	4	5
4	2	3	4	5	5
5	3	4	5	5	5

3. Mengukur Faktor Risiko Akibat mobilisasi Tenaga

Mirip dengan faktor risiko yang pekerjaan secara berulang-berulang dengan waktu (durasi) serta siklus waktu, penilaian dari faktor resiko akibat mobilisasi tenaga ditentukan

dari skor gaya/kekuatan dan kecepatan. Pengukuran faktor risiko mobilisasi tenaga terdapat pada tabel 3.7 yaitu:

Kekuatan (*force*)

Faktor risiko pengerahan tenaga yang diidentifikasi dalam standar penasihat telah diperluas di ManTRA untuk memisahkan gaya, dari kecepatan gerakan. Pengerahan tenaga dalam alat audit ini memerlukan penilaian gaya yang dikerahkan di setiap wilayah selama tugas relatif terhadap gaya maksimal yang dapat dikerahkan. Perhatikan bahwa penilaian harus dilakukan relatif terhadap kemampuan kekuatan wilayah tersebut daripada gaya absolut, yaitu, gaya yang relatif kecil mungkin masih memerlukan peringkat "maksimal" jika dikerahkan oleh kelompok otot kecil (misalnya, jari-jari) tetapi tidak jika dikerahkan oleh tungkai bawah. Penilaian gaya relatif terhadap kemampuan orang yang melakukan tugas tersebut. Gaya yang diperlukan harus dinilai secara independen dari durasi pengerahan tenaga, yaitu, tugas pendek yang melibatkan gaya sedang diwilayah tersebut dinilai sama dengan tugas yang lebih lama. (Durasi adalah faktor risiko terpisah). Penilaian gaya yang tinggi (maksimum) apabila sama terhadap kekuatan atau gaya maksimum yang terjadi, jika gaya yang lebih besar dapat dikerahkan, skor harus lebih kecil sebagaimana mestinya.

Tabel 3.7. Faktor Gaya

Faktor Gaya					
Nilai	1	2	3	4	5
Gaya (kekuatan)	rendah kekuatan	-	normal kekuata n	-	tinggi kekuatan

Kecepatan (*speed*)

Speed (kecepatan) gerakan telah diidentifikasi salah satu faktor risiko yang terpisah. Risiko paling kecil muncul ketika suatu tugas yang mengikutsertakan gerakan yang rendah (lambat) hingga pergerakan normal atau sedang. Tugas yang terutama melibatkan penerapan gaya statis diwilayah tersebut

berkontribusi terhadap risiko cedera muskuloskeletal. Tugas yang melibatkan gerakan cepat, dan terutama yang melibatkan akselerasi dan deselerasi cepat merupakan risiko yang lebih tinggi lagi. Penilaian harus dilakukan terhadap tugas secara keseluruhan, misalnya, tugas yang sebagian besar melibatkan gerakan lambat dengan beberapa elemen cepat harus dinilai sebagai gerakan yang cukup cepat. Namun, kode "3" hanya diperuntukkan untuk tugas yang sebagian besar statis.

Tabel 3.8. Kecepatan

Kecepatan					
Nilai	1	2	3	4	5
Jumlah Kecepatan (speed)	Rendah (lambat)	Normal (Sedang)	Kecepatan rendah dan postur tidak bergerak	Tinggi (cepat) dan lancar	Tinggi (cepat) dan tersentak - tersentak

Faktor Risiko Pengerahan Tenaga (*Exertion Risk Factor*)

Kode untuk tenaga dan kecepatan digabungkan untuk memberikan skor keseluruhan untuk tenaga dengan menggunakan kunci berikut.

Faktor resiko akibat mobilisasi tenaga yang ditetapkan dengan mencantumkan nilai-nilai dari kekuatan dan kecepatan pada Tabel berikut yaitu faktor resiko akibat mobilisasi tenaga seperti yang terdapat pada table berikut:

Tabel 3.9. Faktor Resiko Akibat Mobilisasi Tenaga

Kecepatan	Nilai Kekuatan				
	1	2	3	4	5
1	1	1	2	3	4
2	1	2	3	4	4
3	2	3	4	4	5
4	2	3	4	5	5
5	3	4	5	5	5

4. Pengukuran Faktor Resiko Kecanggungan (Awkwardness)

Kecanggungan (Awkwardness)

Kecanggungan adalah kondisi seseorang merasa tidak merasa nyaman, *awkwardness* (kecanggungan) yang sulit didefinisikan secara independen dari sendi-sendi tertentu, tetapi biasanya postur yang melibatkan penyimpangan signifikan dari rentang gerakan tengah merupakan peningkatan risiko cedera. Risiko yang lebih tinggi terjadi ketika penyimpangan terjadi dalam kombinasi, misalnya, fleksi batang tubuh dikombinasikan dengan rotasi batang tubuh, atau ekstensi pergelangan tangan dan deviasi ulnaris. Seperti sebelumnya, penilaian tersebut berlaku untuk tugas secara keseluruhan dan penilaian harus disesuaikan untuk mencerminkan proporsi waktu yang dihabiskan dalam postur dengan kekuatan yang bervariasi. Khususnya di sini, teks tersebut hanya sebagai panduan dan penilaian diperlukan. seperti yang terdapat pada table berikut:

Tabel 3.10. Faktor Resiko Kecanggungan

Faktor Resiko kecanggungan					
Nilai	1	2	3	4	5
Jumlah Kecanggungan	Posisi tubuh netral	Penyimpangan satu arah	Penyimpangan lebih dari satu arah	Beberapa Gerakan dan hanya satu arah	Beberapa gerakan dan lebih satu arah

5. Pengukuran Faktor Resiko Getaran

Kemudian yang perlu diperhatikan dan dipertimbangkan yaitu factor resiko gerakan dalam memonitoring dan mengevaluasi suatu pekerjaan yang menimbulkan faktor tersebut. Seperti yang terdapat pada table berikut:

Tabel 3.11. Faktor Resiko Getaran

Pengukuran factor resiko gerakan					
Nilai	1	2	3	4	5
Pengukuran factor risiko gerakan	Tidak ada	Rendah	Rata-rata	Tinggi	Sangat tinggi

6. Perhitungan Total Nilai ManTRA V 2.0

Perhitungan nilai total yaitu dengan menjumlahkan keseluruhan nilai pada masing-masing aspek faktor risiko. Keseluruhan kriteria penilaian akan direkapitulasi pada suatu tabulasi kedalam tabel, seperti tabel dibawah ini :

Tabel 3.12. Rekapitulasi Perhitungan Total Nilai ManTRA V 2.0

Kriteria Resiko Kerja	Pengamatan			
	Punggung	Lengan Bawah	Leher/ Bahu	Pergelangan tangan
Total waktu keseluruhan kerja	-	-	-	-
Durasi aktivitas	-	-	-	-
Waktu siklus	-	-	-	-
Faktor resiko pekerjaan yang berulang-berulang	-	-	-	-
Gaya /kekuatan (force) yang digunakan saat beraktivitas	-	-	-	-
Kecepatan (speed) dalam beraktifitas	-	-	-	-
Faktor resiko adanya mobilisasi tenaga	-	-	-	-
Faktor terjadinya kecangguhan	-	-	-	-
Faktor adanya getaran	-	-	-	-
Resiko Kumulatif	-	-	-	-

Kemudian total nilai diperoleh, tahap berikutnya adalah melakukan Analisa nilai ManTRA. Langkah kemudian akan dilukan apabila ada salah satu bagian dimensi tubuh memperoleh:

- a. Penilaian atau nilai faktor resiko untuk mobilisasi tenaga melebihi nilai sebesar 5.
- b. Penilaian atau dari nilai mobilisasi tenaga dan kecanggungan melebihi nilai lebih besar atau sama dengan 8.
- c. Penilaian keseluruhan atau kumulatif resiko dari secara keseluruhan dimensi tubuh s melebihi nilai lebih besar atau sama dengan 15.

3.4 Job Strain Index (JSI)

Indeks tekanan kerja atau job strain indeks adalah metode untuk menilai resiko pekerjaan yang dapat menyebabkan cedera pada bagian atas tubuh, seperti tangan, pergelangan tangan, lengan atas, atau siku. (Moore, 2019). Pendekatan berfungsi apabila akan dilakukan aktivitas dalam mengevaluasi resiko cedera terhadap pekerjaan yang mengfungsikan tangannya secara terus menerus (intensif). Kemudian dalam pengamatan yang dilaksanakan dengan pengamatan secara langsung agar dapat mengamati secara detail posisi atau keadaan pekerja/operator pada saat melakukan pekerjaannya.

3.4.1 Tahapan-Tahapan dalam Penilaian *Job strain index* (JSI)

Rangkaian tahapan-tahapan dalam melaksanakan penilaian terhadap Tingkat resiko cedera dengan pendekatan job strain indeks (Moore dan Grag, 1995) :

1. Menetapkan variable – variable (6 variabel)

a. Intensitas Usaha (*Intensity of Exertion* / IE)

Intensity of Exertion atau Intensitas usaha adalah jumlah kekuatan fisik atau estimasi kekuatan yang diperlukan dalam melaksanakan suatu aktivitas pada waktu yang telah ditentukan apakah satu shift kerja. Nilai intensitas usaha bisa didapat dengan melakukan pengukuran secara langsung pada pekerja sebelum, sedang atau sesudah bekerja diukur denyut jantungnya secara statis. Adapun kriteria IE (intensitas usaha) dapat ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 3.13. Intensitas Usaha (*Intensity of Exertion/IE*)

Kriteria Beban Kerja	Jumlah Denyut Nadi (per menit)
Ringan	75,0 – 99,9
Sedang	100,0 – 124,9
Berat	125,0 – 149,9
Sangat berat	150,0 – 174,9
Mendekati maksimal (ekstrim)	>175

b. Durasi Usaha (*Duration of Exertion/DE*)

Hasil pengukuran durasi usaha yang terukur durasi selama periode observasi (*duration of all exertions*) hasil secara keseluruhan dibagi dengan jumlah total waktu observasi (*total observation time*), setelah itu hasilnya dikalikan dengan 100. Adapun formulasi yang digunakan untuk memperoleh persentase duras usaha adalah sebagai berikut:

$$\% \text{Duration Exertions} = 100 \times \frac{\text{durasi usaha}}{\text{total waktu observasi}} \dots\dots\dots (1)$$

c. Usaha per menit (*Efforts per Minute/EM*)

Merupakan aktivitas yang dilakukan yang dinilai dalam waktu per menit atau frekuensi pekerjaan per menit. Jumlah usaha per menit didapatkan dari hasil aktivitas dibagi dengan total waktu observasi dalam satuan menit. Perhitungan jumlah usaha per menit adalah sebagai berikut :

$$\text{EM} = \frac{\text{Jumlah Aktivitas}}{\text{total waktu observasi}} \dots\dots\dots (2)$$

d. Posisi Tangan atau Pergelangan Tangan (*Hand/Wrist Posture/HWP*)

Tabel 3.14. Nilai Keadaan Tubuh Pergelangan tangan

Keadaan tubuh yang dirasa	Keadaan tubuh tangan / Pergelangan tangan			Nilai Rati ng	Nilai Multi plier
	Ekstensi Pergelangan				
Sangat netral	0-10 ⁰	0-5 ⁰	0-10 ⁰	1	1,0
Mendekati normal	11-25 ⁰	6-15 ⁰	11-15 ⁰	2	1,0
Tidak netral	26-40 ⁰	16-30 ⁰	16-20 ⁰	3	1,5
Posisi menyimpang	41-55 ⁰	31-50 ⁰	21-25 ⁰	4	2,0
Mendekati eksrim	>55 ⁰	>50 ⁰	>25 ⁰	5	3,0

e. Kecepatan kerja (*speed of Work/SW*)

Merupakan penilaian yang diamati dengan berdasarkan pada besarnya nilai antara kecepatan pengamatan awal dengan kecepatan standar baku. Penilaian ini bisa digunakan dengan melakukan penilaian secara objektif dengan menggunakan Analisa waktu standar, atau dengan melakukan secara subjektif dengan melakukan penilaian awal jumlah produk yang dihasilkan dengan setelah ada perbaikan berapa jumlah akhir juga dihasilkan ada perbandingan hasil yang diperoleh dari kecepatan kerja yang dilakukan. Kriteria penilaian kecepatan kerja ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 3.15. Aktivitas Kecepatan Kerja

Kecepatan melakukan aktivitas	Kriteria Penilaian	Nilai Rating	Nilai Multiplier
Bekerja tenang / santai	Kecepatan sangat lambat	1	1,0
Menggunakan waktu kerja sendiri	Kecepatan Lambat	2	1,0
Bekerja diatas normal	Kecepatan Cukup cepat	3	1,0
Bekerja secara tergesa-gesa, namun konsisten mengenai kecepatan	Kecepatan Cepat	4	1,5
Bekerja secara tergesa-gesa, namun tidak konsisten terhadap kecepatan	Kecepatan Sangat cepat	5	2,0

f. Durasi Kerja per hari (*Duration of task per day/DD*)

Waktu kerja per hari menunjukkan total waktu yang dihabiskan untuk menyelesaikan aktivitas dalam satu hari. Waktu atau durasi aktivitas per hari diukur dalam jam dan kemudian dinyatakan dalam poin. Kategori durasi kegiatan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.16. Durasi Aktivitas per Hari

Waktu kegiatan (per hari)	Penilaian Rating	Penilaian Multiplier
< 1 jam	1	0,25
1 - 2 jam	2	0,5
2 - 4 jam	3	0,75
4 - 8 jam	4	1,0
> 8 jam	5	1,5

2. Penetapan Rating atau Pembobotan

Kemudian mengidentifikasi 6 variabel – variable yang ditelaah dilakukan sebelumnya, langlah berikutnya yaitupenetapan rating, seperti yang ditunjukkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 3.17. Penetapan Penilaian Rating

Kriteria-Kriteria Penilaian						
Tingkatan/ Rating	IE (%)	DE (%)	EM	HWP	SW	DD
1	Ringan	<10	<4	Sangat baik	Sangat lambat	< 1 jam
2	Sedang	10-29	4-8	Baik	Lambat	1-2 jam
3	Berat	30-49	9-14	Cukup baik	Cukup cepat	2-4 jam
4	Sangat berat	50-79	15-19	Buruk	Cepat	4-8 jam
5	Mendekati maksimal	>80	>20	Sangat buruk	Sangat cepat	>8 jam

3. Menetapkan Penilaian Multiplier (Penggali)

Setelah penetapan nilai rating atau skala pembobotan diperoleh, maka tahap yang dilakukan adalah menetapkan

penilaian multiplier, nilai tersebut setiap variable-variabel ditunjukkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 3.18. Nilai Multiplier

Kriteria Penilaian						
Tingkatan/ Rating	IE (%)	DE (%)	EM	HWP	SW	DD
1	1	0,5	0,5	1,0	1,0	0,25
2	3	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5
3	6	1,5	1,5	1,5	1,0	0,75
4	9	2,0	2,0	2,0	1,5	1,0
5	13	3,0	3,0	3,0	2,0	1,5

4. Mengukur Nilai Job Strain Index (JSI)

Kemudian dilanjutkana Analisa atau perhitungan dengan model mengkalikan seluruh parameter dengan nilai multiplier pada seiap variabel aktivitas. Seperti pada formulasi berikut ini dengan menghasilkan nilai job strain indeks (JSI) yaitu:

$$SI\ Score = IE \times DE \times EM \times HWP \times SW \times DD \dots\dots\dots (3)$$

5. Mempresentasikan Hasil (Nilai Risiko)

Kemudian memperoleh nilai strain index, tahap dilanjutkan yaitu menganalisa tingkat resiko hasil pekerjaan. Lalu kriteria-kriteria penilaian tingkat resiko dapat ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 3.19. Penilaian Tingkat Resiko JSI

SI Score	Keterangan
< 3	Risiko rendah atau pekerjaan aman
3-7	Risiko sedang
>7	Risiko tinggi atau pekerjaan berbahaya

3.5 Keystroke-Level Model (KLM)

Keystroke-Level Model (KLM) adalah alat yang relatif sederhana yang memungkinkan perancang, peneliti, atau teknisi untuk memprediksi atau memperkirakan berapa lama waktu yang dibutuhkan pengguna berpengalaman untuk menyelesaikan tugas

rutin dalam perangkat lunak mereka. Keystroke-Level Model dikembangkan pada awal tahun 80-an dan masih banyak digunakan hingga saat ini. Model ini telah diperbarui dan disesuaikan untuk mengakomodasi faktor bentuk yang lebih baru seperti telepon pintar dan layar sentuh.

Model ini terdiri dari enam elemen, atau operator:

- K - Penekanan tombol. Operator ini menghitung berapa kali tombol keyboard ditekan dan juga klik mouse. Operator ini menghitung tombol, bukan karakter, yang berarti mengetik huruf kapital X akan menjadi dua tindakan K yang berbeda, satu untuk menekan Shift dan yang lainnya untuk menekan X. Beberapa ahli akan menggolongkan klik tombol mouse sebagai B untuk kejelasan yang lebih baik.
- P - Menunjuk dengan mouse. Penting untuk dicatat bahwa menggerakkan mouse (P) adalah tindakan yang terpisah dari mengklik mouse, yang akan dihitung sebagai K.
- H - Mengarahkan tangan pada keyboard atau perangkat lain. Mengarahkan tangan dalam konteks ini dapat dianggap sebagai pemosisian. Pengarahan tangan atau pemosisian ini dapat berupa perpindahan dari satu perangkat ke perangkat lain, seperti dari mouse ke keyboard, atau dapat berupa pemosisian tangan yang lebih halus pada perangkat yang sama, seperti perpindahan dari tombol huruf ke numpad pada keyboard yang sama.
- D - Menggambar secara manual. Ini digunakan saat menggambar garis lurus dengan mouse. Ini tidak sering digunakan.
- M - Persiapan mental. Ini adalah waktu yang dibutuhkan untuk berpikir atau merencanakan tindakan atau pengambilan keputusan.
- R - Waktu respons sistem. Elemen ini hanya digunakan saat pengguna harus menunggu sistem, seperti waktu pemrosesan atau pemuatan. Oleh karena itu, R ini unik untuk sistem dan harus diukur untuk tugas yang sedang dikerjakan. Beberapa ahli merekomendasikan untuk menyebutnya W atau waktu tunggu karena lebih jelas mendefinisikan apa yang dirangkum dalam ukuran ini dan menyarankan untuk mengambil sampel atau waktu agregat untuk suatu aplikasi. Jika waktu respons

atau waktu tunggu tumpang tindih dengan waktu berpikir M, hanya waktu tunggu yang melampaui waktu berpikir yang perlu dimasukkan.

Setiap elemen memiliki waktu yang terkait dengannya. Misalnya, K untuk juru ketik rata-rata (40 kata per menit) adalah 0,28 detik, P adalah 1,1 detik, dan M adalah 1,35 detik.

Untuk melakukan analisis KLM, memenuhi langkah-langkah yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas, menggabungkan semua tindakan, lalu mengalikan waktu yang terkait dengan setiap elemen dengan jumlah total untuk elemen tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, M. S. (2024). *Mengenal Metode Nordic Body Map (NBM) untuk Identifikasi Risiko Ergonomi*.
<https://soloabadi.com/mengenal-metode-nordic-body-map-nbm-untuk-identifikasi-risiko-ergonomi/>.
- Ahmad Hanafie, A. H. (2022). PENERAPAN ANTROPOMETRI TERHADAP RANCANGAN ALAT PRESS JERAMI YANG ERGONOMIS. *Seminar Nasional Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh* (pp. 773-782). Aceh: Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh.
- Choobineh, d. (2013). Prevalence of Musculoskeletal Symptoms among Employees of Iranian Petrochemical Industries. *International Journal of Occupational and Enviromental Medicine*, 195-204.
- Dennis, B.-L. (2012). Further risk assessment methods" for Hazardous Manual Tasks. *Engineering, Environmental Science*, 1-11.
- Dewi, N. F. (2020). IDENTIFIKASI RISIKO ERGONOMI DENGAN METODE NORDIC BODY. *Jurnal Sosial Humaniora Terapan*, 125-134.
- Hanafie, A., & A. H. (2021). *Ergonomi*. Banten: AA. Rizky.
- Moore, J. &. (2019). The strain index : A proposed method to analyze jobs for risk of digital upper extremity disorders. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 443–458.
- Santoso. (2004). Perancangan Metode Kerja. *Profesiensi*, 155-164.
- Tawakkal. (2011). *Ergonomi Industri, Dasar-dasar Pengetahuan Ergonomi dan Aplikasi Tempat Kerja*. Solo: Harapan Press Solo.
- Wahyuni, R. (2019). *Evaluasi Postur Kerja Pada Proses Pembuatan Pintu Menggunakan Metode Manual Task Risk Assessment (ManTRA) (Studi Kasus: CV. Kunteng Garuda Sakti KM 2*.
<https://123dok.com/article/manual-tasks-risk-assessment-mantra-landasan-teori.qmv6me5q>.

BAB 4

STUDI KASUS DESAIN ERGONOMIS

4.1 Pendahuluan

Dalam melakukan usulan redesain bak pencucian ergonomis diperlukan tiga dimensi tubuh manusia (Sari, Andriani and Dewiyana, 2024) yaitu dimensi tinggi pinggang berdiri, dimensi panjang siku ke ujung jari dan dimensi rentangan tangan. Ketiga dimensi dipergunakan ada kegunaannya untuk alat yang akan didesain, Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Dimensi dan Kegunaannya

Dimensi	Kegunaan untuk Desain Alat
Tinggi pinggang berdiri	Tinggi Alat
Panjang siku ke ujung jari	Lebar Alat
Rentangan tangan	Panjang Alat

Tabel 4.1. menunjukkan ketiga dimensi yang ditentukan ada kegunaannya untuk alat, seperti dimensi tinggi pinggang berdiri digunakan untuk menentukan tinggi alat (bak pencucian ubi).

Jumlah data yang dipergunakan dalam merancang alat ini sebaiknya lebih dari 30 data, tetapi bisa juga dipergunakan minimal lima karena sesuai dengan jumlah manusia pada tempat yang sedang diteliti.

Pada studi kasus kali ini jumlah data yang dipergunakan berjumlah lima orang, Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Data Dimensi

No	Nama	TPB (cm)	PSJ (cm)	RT (cm)
1	Andi	105	43	157
2	Hermawati	101	44	150
3	Maimunah	104	44	156
4	Anto	112	45	160
5	Arman	110	43	158

4.2 Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data digunakan untuk mengetahui apakah data yang digunakan seragam atau tidak (Andriani *et al.*, 2018). Data dianggap seragam apabila semua data yang diuji berada dalam Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB).

4.2.1 Dimensi Tinggi Pinggang Berdiri (TPB)

Menghitung batas kendali atas dan batas kendali bawah pada data Dimensi Tinggi Pinggang Berdiri (TPB) dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95% (2) dimana :

1. Rata - rata ($\bar{X}$)

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}$$
$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 \dots x_n}{n}$$

Dimana :

n : Banyaknya sampel
 $\sum x_n$: Jumlah pengamatan ke-n

$$\bar{X} = \frac{105 + 101 + 104 + 112 + 110}{5} = 106,4$$

2. Standartd deviasi (σ)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n - 1}}$$
$$= \sqrt{\frac{(105 - 106,4)^2 + \dots + (112 - 106,4)^2 + (110 - 106,4)^2}{5 - 1}}$$
$$= \sqrt{\frac{1,96 + 29,16 + 5,76 + 31,36 + 12,96}{4}}$$
$$= \sqrt{\frac{81,2}{4}} = 4,50$$

3. Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB)

$$BKA = \bar{X} + (2x\sigma) = 106,4 + (2x4,50) = 115,4$$

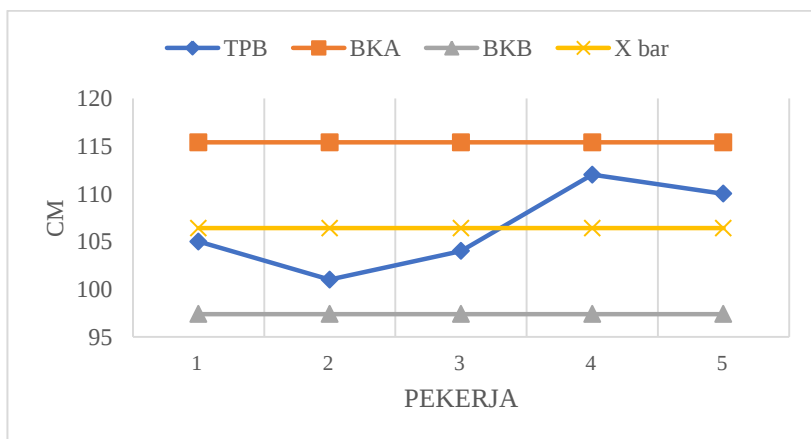
$$BKB = \bar{X} - (2x\sigma) = 106,4 - (2x4,50) = 97,4$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka rekapitulasi keseragaman data Dimensi Tinggi Pinggang Berdiri (TPB) dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.3. Rekapitulasi Dimensi Tinggi Pinggang Berdiri

No	Nama	TPB	BKA	BKB	X	Ket
1	Andi	105	115,4	97,4	106,4	Seragam
2	Hermawati	101	115,4	97,4	106,4	Seragam
3	Maimunah	104	115,4	97,4	106,4	Seragam
4	Anto	112	115,4	97,4	106,4	Seragam
5	Arman	110	115,4	97,4	106,4	Seragam

Tabel 4.3 data dimensi tinggi pinggang berdiri dinyatakan seragam karena tidak melewati batas kontrol atas dan batas kontrol bawah. Grafik uji keseragaman data dimensi Tinggi Pinggang Berdiri dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.3. Rekapitulasi Uji Keseragaman Dimensi TPB

Gambar 4.1 uji keseragaman data dimensi tinggi pinggang berdiri dinyatakan seragam karena data tidak ada yang diluar batas kontrol atas dan batas kontrol bawah.

4.2.2 Panjang dari Siku ke ujung Jari (PSJ)

Menghitung batas kendali atas dan batas kendali bawah pada data Dimensi Panjang dari Siku ke ujung Jari (PSJ) dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95% (2) dimana :

1. Rata - rata ($\bar{X}$)

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 \dots x_n}{n}$$

Dimana :

n : Banyaknya sampel
 $\sum x_n$: Jumlah pengamatan ke-n

$$\bar{X} = \frac{43 + 44 + 44 + 45 + 43}{5} = 43,8$$

2. Standardd deviasi (s)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{(43 - 43,8)^2 + \dots + (45 - 43,8)^2 + (43 - 43,8)^2}{5 - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,64 + 0,2 + 0,2 + 1,2 + 0,64}{4}}$$

$$= \sqrt{\frac{10,8}{4}} = 0,72$$

3. Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB)

$$BKA = \bar{X} + (2x\sigma) = 43,8 + (2x0,72) = 45,24$$

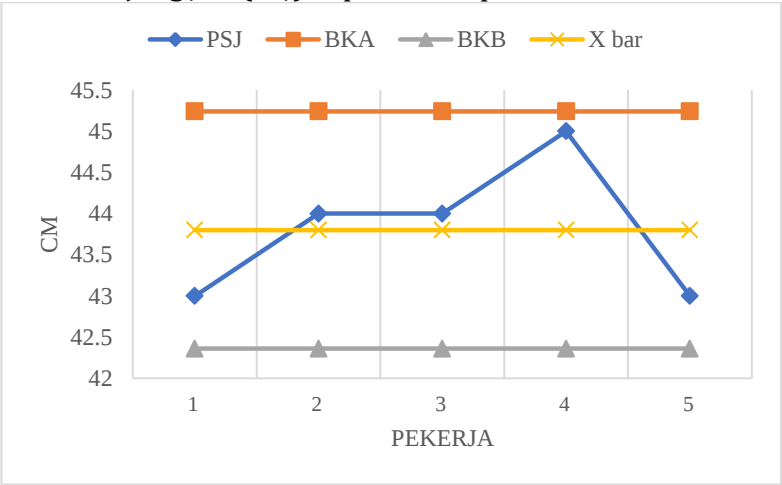
$$BKB = \bar{X} + (2x\sigma) = 43,8 - (2x0,72) = 42,36$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka rekapitulasi keseragaman data Dimensi Panjang dari Siku ke ujung Jari (PSJ) dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.1. Rekapitulasi Dimensi PSJ

No	Nama	PSJ	BAK	BKB	X	Ket
1	Andi	43	45,24	42,36	43,8	Seragam
2	Hermawati	44	45,24	42,36	43,8	Seragam
3	Maimunah	44	45,24	42,36	43,8	Seragam
4	Anto	45	45,24	42,36	43,8	Seragam
5	Arman	43	45,24	42,36	43,8	Seragam

Tabel 4.3 data dimensi panjang siku ke ujung jari dinyatakan seragam karena tidak melewati batas kontrol atas dan batas kontrol bawah. Grafik uji keseragaman data dimensi Panjang dari Siku ke ujung Jari (PSJ) dapat dilihat pada Gambar 4.2siku ke ujung jari dinyatakan seragam karena tidak melewati batas kontrol atas dan batas kontrol bawah. Grafik uji keseragaman data dimensi Panjang dari Siku ke ujung Jari (PSJ) dapat dilihat pada Gambar 4.2.'



Gambar 4.2. Uji Keseragaman Dimensi PSI

Gambar 4.2 uji keseragaman data dimensi panjang dari siku ke ujung jari dinyatakan seragam karena data tidak ada yang diluar batas kontrol atas dan batas kontrol bawah.

4.2.3 Rentangan Tangan (RT)

Menghitung batas kendali atas dan batas kendali bawah pada data Dimensi Rentangan Tangan (RT) dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95% (2) dimana :

1. Rata - rata ($\bar{X}$)

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 \dots x_n}{n}$$

Dimana :

n : Banyaknya sampel

$\sum x_n$: Jumlah pengamatan ke-n

$$\bar{X} = \frac{157 + 150 + 156 + 160 + 158}{5} = 156,2$$

2. Standartd deviasi (s)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{(157 - 156,2)^2 + \dots + (160 - 156,2)^2 + (158 - 156,2)^2}{5 - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,64 + 38,44 + 0,04 + 14,44 + 3,24}{4}}$$

$$= \sqrt{\frac{56,8}{4}} = 14,2$$

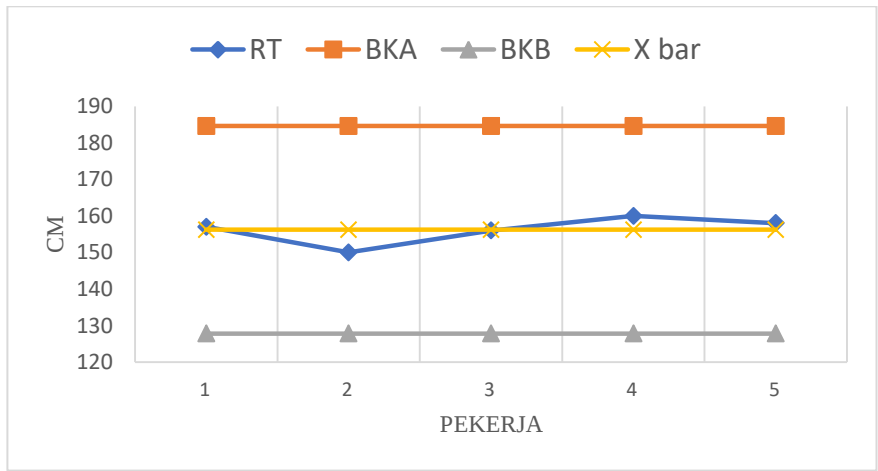
3. Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB)
- $$BKA = \bar{X} + (2x\sigma) = 156,2 + (2x14,2) = 184,6$$
- $$BKB = \bar{X} - (2x\sigma) = 127,8 - (2x14,2) = 99,4$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka rekapitulasi keseragaman data Dimensi Rentangan Tangan (RT) dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.2. Rekapitulasi Dimensi Rentangan Tangan (RT)

No	Nama	Rentangan Tangan	BKA	BKB	X	Ket
1	Andi	157	184,6	127,8	156,2	Seragam
2	Hermawati	150	184,6	127,8	156,2	Seragam
3	Maimunah	156	184,6	127,8	156,2	Seragam
4	Anto	160	184,6	127,8	156,2	Seragam
5	Arman	158	184,6	127,8	156,2	Seragam

Tabel 4.4 data dimensi rentangan tangan dinyatakan seragam karena tidak melewati batas kontrol atas dan batas kontrol bawah (Andriani *et al.*, 2019). Grafik uji keseragaman data dimensi Rentangan Tangan (RT) dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.3. Rekapitulasi Uji Keseragaman Dimensi RT

Gambar 4.3 uji keseragaman data dimensi rentangan tangan dinyatakan seragam karena data tidak ada yang diluar batas kontrol atas dan batas kontrol bawah.

4.3 Uji Kecukupan Data

Pada uji kecukupan data dimensi yang digunakan adalah Dimensi Tinggi Siku Berdiri (TSB), Dimensi Panjang dari Siku ke ujung Jari (PSJ) dan Dimensi Rentangan Tanagn (RT). Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sampel data yang telah diambil cukup mewakili populai atau belum.

4.3.1 Dimensi Tinggi Siku Berdiri (TSB)

Pada uji kecukupan data tinggi siku berdiri ini menggunakan tingkat kepercayaan 95% (2) dan tingkat ketelitian 5% (0,05) berikut adalah perhitungan Dimensi Tinggi Siku Berdiri.

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{Nx \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{5x56.686 - 283.024}}{532} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{805,9}{532} \right]^2$$

$$N' = 2,29$$

Dari data di atas memperoleh kesimpulan $N' = 2,29 < N = 5$ maka data cukup.

4.3.2 Dimensi Panjang Dari Siku Ke Ujung Jari (PSJ)

Pada uji kecukupan data tinggi siku berdiri ini menggunakan tingkat kepercayaan 95% (2) dan tingkat ketelitian 5% (0,05) berikut adalah perhitungan Dimensi Panjang Dari Siku Ke Ujung Jari.

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{Nx \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{5x9.595 - 47.961}}{219} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{149,6}{219} \right]^2$$

$$N' = 0,46$$

Dari data di atas memperoleh kesimpulan $N' = 0,46 < N = 5$ maka data cukup.

4.4 Dimensi Rentangan Tangan (RT)

Pada uji kecukupan data tinggi siku berdiri ini menggunakan tingkat kepercayaan 95% (2) dan tingkat ketelitian 5% (0,05) berikut adalah perhitungan Dimensi Rentangan Tangan.

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{Nx \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{5x122.049 - 609.961}}{781} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{11.360}{781} \right]^2$$

$$N' = 0,744$$

Dari data di atas memperoleh kesimpulan $N' = 0,744 < N = 5$ maka data cukup.

Tabel 4.6. Rekapitulasi Uji Kecukupan Data

Dimensi	N'	N	Keterangan
Tinggi Siku Berdiri	2,29	5	Cukup

(TSB)			
Panjang Dari Siku Ke Ujung Jari (PSJ)	0,46	5	Cukup
Rentangan Tangan (RT)	0,744	5	Cukup

Tabel 4.6 nilai N' dari ketiga dimensi dinyatakan cukup, karena lebih kecil dari data yang digunakan.

4.5 Persentil

Penentuan persentil dilakukan terhadap data antropometri pekerja dengan ketentuan persentil :

Persentil 95 perhitungannya : $\bar{X} + 1,645.\sigma$

Persentil 50 perhitungannya : $\bar{X}$

Persentil 5 perhitungan : $\bar{X} - 1,645.\sigma$

Nilai persentil dari antropometri pekerja yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Penentuan Nilai Persentil

Dimensi	Persentil (cm)	Alasan
TPB	P50 (106,4)	Pekerja yang memiliki tinggi pinggang tidak berbeda jauh, membuat pekerjaanya berada pada posisi tegak pada saat bekerja.
PSJ	P95(48,64)	Pekerja dengan ukuran kecil dapat menjangkau kedalaman menyesuaikan bak pencucian.
RT	P95(179,5)	Pekerja dengan ukuran kecil dapat menjangkau kedalaman menyesuaikan bak pencucian.

Tabel 4.7 menunjukkan bahwa dimensi tinggi pinggang berdiri dalam usulan redesain bak pencucian adalah menggunakan data persentil 50 dengan nilai 106,4 cm. Persentil 50 dipilih karena pekerja memiliki ukuran yang tidak berbedah jauh.

Rentangan tangan digunakan untuk menentukan panjang dan lebar bak sehingga para pekerja mudah dalam pencucian digunakan persentil 95 dengan nilai 179,5 cm. Ukuran dimensi redesain bak pencucian ergonomis sesuai data antropometri, terlihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Desain Bak Pencuci Ergonomis

Gambar 4.4 usulan dimensi ukuran redesain bak pencucian ergonomis dengan tinggi 106,4 cm, panjang dan lebar 179,5 cm, kedalaman 48,64 cm dengan volume 1567,19 L yang akan disimulasikan dengan software Catia V5.

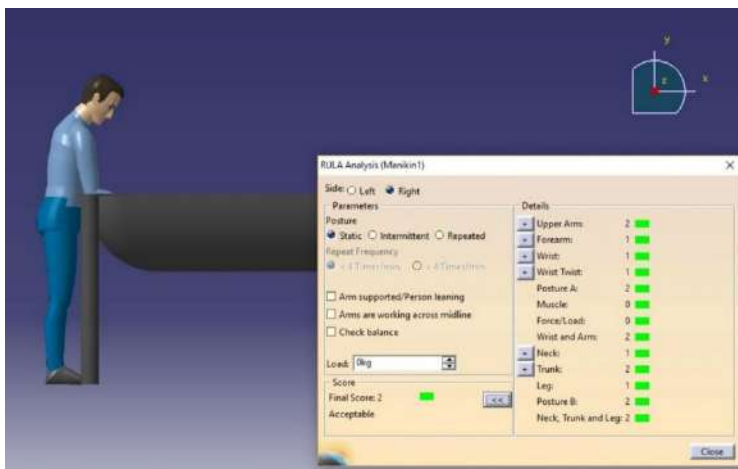
4.6 Hasil Simulasi Menggunakan Catia V5

Simulasi desain bak pencucian sebelum dan sesudah redesain dengan postur kerja RULA yang telah disimulasikan menggunakan *software* Catia V5.



Gambar 4.5. Simulasi Sebeleum Usulan Redesain

Gambar 4.6 menjelaskan bahwa hasil simulasi desain bak pencucian awal mendapatkan skor 6 dengan kategori “tindakan dalam waktu dekat”, sehingga perlu dilakukan perancangan terdapat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Simulasi Setelah Dilakukan Usulan Redesain

Gambar 4.6 menjelaskan bahwa hasil simulasi menggunakan *software* Catia V5 usulan redesain bak pencuci ergonomis telah dibuktikan dengan penilaian RULA *analysis* didapatkan masing – masing *score* yaitu, lengn atas 2, lengan

bawah 1, pergelangan tangan 1, putaran pergelangan tangan 1, pergelangan tangan dan lengan 2, leher 1, batang leher 2, leher, badan dan kaki 2 dengan *final score* 2 yang artinya dalam kategori “aman” yang dapat mengurangi risiko kelelahan oleh pekerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, M. *et al.* (2018) 'Application of Anthropometry to Overcome Musculoskeletal Problems', *Journal of Physics: Conference Series*, 1114(1). Available at: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1114/1/012008>.
- Andriani, M. *et al.* (2019) 'An Analysis of Workload and Worker's Complaint In Tofu Industry'. Available at: <https://doi.org/10.4108/eai.20-1-2018.2281917>.
- Andriani, M. *et al.* (2020) 'An Anthropometric Study of Head for Designing Ergonomic Helmet for Acehnese Adults', *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 722, p. 012033. Available at: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/722/1/012033>.
- Irwanda, M.F., Andriani, M. and Samudra, U. (2024) 'Redesign of rice planting tools using an ergonomics approach', 22(1), pp. 1–5.
- Perdana, D.A., Dewiyana, D. and Andriani, M. (2023) 'Analisis Risiko Kerja dengan Metode Fisiologi pada Pekerja Bongkar Muat Tandan Buah Segar Kelapa Sawit', *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 10(2), p. 77. Available at: <https://doi.org/10.24853/jisi.10.2.77-86>.
- Sari, B.T., Andriani, M. and Dewiyana (2024) 'Usulan Redesain Bak Pencucian Ubi dengan Pendekatan Antropometri Guna Mengurangi Beban Kerja Fisik (Studi Kasus: UD. Rezeki Baru)', pp. 120–127.
- Zulfahmi, Meri Andriani and Yusnawati (2024) 'Redesain Alat Pemas Santan Kelapa Dengan Menggunakan Metode Antropometri', *Jurnal Ilmiah Teknik Industri Dan Inovasi*, 2(3), pp. 45–55. Available at: <https://doi.org/10.59024/jisi.v2i3.804>.

BAB 5

INOVASI DAN TREN MASA DEPAN DALAM DESAIN ERGONOMIS

Oleh Zayyinul Hayati Zen

5.1 Pendahuluan

Di tengah kemajuan pesat teknologi, desain ergonomis memainkan peran yang semakin penting dalam membentuk masa depan interaksi manusia dengan lingkungan dan perangkat mereka. Inovasi dalam bidang ini menciptakan peluang baru bagi para desainer untuk merancang sistem yang tidak hanya mendukung kenyamanan fisik, tetapi juga memperhatikan aspek kognitif dan emosional pengguna. Dengan mengintegrasikan teknologi seperti artificial intelligence (AI), augmented reality (AR), dan virtual reality (VR), desain ergonomis kini mampu menghadirkan pengalaman yang lebih personal dan adaptif.

Desain ergonomis telah berkembang jauh dari konsep tradisional yang terbatas pada aspek fisik semata. Seiring dengan perkembangan Industri 4.0, desain ergonomis berperan penting dalam memastikan interaksi manusia dengan teknologi yang semakin kompleks berlangsung dengan efisien dan aman. Bab ini akan mengupas pengertian dan pentingnya desain ergonomis, menyelidiki sejarah penerapannya, serta mengeksplorasi bagaimana kebutuhan ergonomis telah berevolusi di era teknologi modern, mengarah pada tren inovatif yang akan membentuk masa depan desain.

5.1.1 Pengertian dan Pentingnya Desain Ergonomis

Desain ergonomis adalah disiplin ilmu yang bertujuan untuk menyesuaikan lingkungan, produk, dan sistem dengan kebutuhan, kemampuan, dan keterbatasan manusia. Ergonomi berfokus pada optimalisasi interaksi antara manusia dan elemen-elemen sistem

untuk meningkatkan kenyamanan, efisiensi, keamanan, dan kesehatan pengguna (Dul & Weerdmeester, 2008). Melalui desain ergonomis, produk dan sistem tidak hanya menjadi lebih aman, tetapi juga mampu mengurangi kelelahan dan meningkatkan produktivitas.

Dalam konteks pekerjaan, desain ergonomis memainkan peran penting dalam menciptakan tempat kerja yang aman dan sehat. Penelitian menunjukkan bahwa penerapan ergonomi dapat menurunkan tingkat cedera terkait pekerjaan hingga 45% (Owen, 2000). Selain itu, desain ergonomis juga penting dalam pengembangan produk konsumen. Produk-produk yang dirancang dengan mempertimbangkan prinsip-prinsip ergonomi cenderung lebih nyaman digunakan dan memiliki daya tarik yang lebih tinggi di pasar (Sanders & McCormick, 1993).

5.1.2 Sejarah Penerapan Ergonomi dalam Desain

Sejarah ergonomi bermula dari era Perang Dunia II, ketika kebutuhan untuk meningkatkan kinerja manusia dalam pengoperasian peralatan militer menjadi fokus utama. Penelitian awal berpusat pada peningkatan efektivitas kontrol dan tampilan agar operator dapat mengoperasikan peralatan dengan risiko kesalahan yang lebih rendah (Murrell, 1965). Setelah perang, konsep-konsep ergonomi kemudian meluas ke industri manufaktur dengan fokus pada pengurangan cedera kerja dan peningkatan produktivitas.

Pada tahun 1950-an, ergonomi mulai berkembang sebagai disiplin ilmiah yang diakui secara internasional, dengan pendirian Asosiasi Ergonomi Internasional pada tahun 1959 (Singleton, 1967). Sejak itu, penerapan ergonomi telah meluas ke berbagai bidang seperti transportasi, peralatan medis, dan teknologi informasi. Perkembangan ini tidak hanya berfokus pada aspek fisik ergonomi, tetapi juga mencakup aspek kognitif dan emosional, seiring dengan meningkatnya pemahaman tentang pentingnya interaksi yang nyaman dan aman antara manusia dan teknologi (Karwowski, 2006).

5.1.3 Evolusi Kebutuhan Ergonomis di Era Teknologi Modern

Evolusi kebutuhan ergonomis di era teknologi modern telah mengalami perubahan signifikan, seiring dengan kemajuan teknologi yang terus berkembang. Kebutuhan ergonomis tidak lagi terbatas pada aspek fisik, seperti posisi duduk atau alat yang digunakan, tetapi juga mencakup aspek kognitif dan psikososial, yang dipengaruhi oleh interaksi manusia dengan teknologi yang semakin kompleks.

1. Transformasi Lingkungan Kerja

Dalam beberapa dekade terakhir, teknologi telah mengubah lingkungan kerja dari fisik menjadi virtual, dengan perangkat seperti komputer, laptop, dan perangkat seluler yang mendominasi. Hal ini menciptakan kebutuhan akan desain ergonomis yang memperhatikan postur dan kenyamanan jangka panjang untuk menghindari gangguan muskuloskeletal (Neumann, et al., 2010). Selain itu, munculnya pekerjaan jarak jauh mengharuskan ergonomi yang menyesuaikan dengan berbagai kondisi rumah, yang sering kali tidak dilengkapi dengan peralatan ergonomis yang memadai.

2. Peningkatan Interaksi Manusia-Komputer

Dengan meningkatnya penggunaan komputer dan perangkat digital, fokus ergonomi telah beralih ke antarmuka pengguna dan desain perangkat lunak yang intuitif. Teknologi modern memerlukan pendekatan ergonomis yang dapat meminimalkan beban kognitif pengguna, seperti dengan menyederhanakan antarmuka dan menggunakan teknologi berbasis suara atau gerakan (Sauter, et al., 2001). Ini terutama penting untuk mengurangi kelelahan mental dan menjaga produktivitas, terutama dalam tugas yang membutuhkan konsentrasi tinggi.

3. Tekanan Psikososial dalam Era Digital

Era digital juga membawa tantangan psikososial, di mana pekerja sering kali harus beradaptasi dengan ritme kerja yang cepat dan tuntutan yang tinggi. Studi menunjukkan bahwa faktor-faktor seperti multitasking dan terus-menerus terhubung dengan perangkat digital dapat menyebabkan stres dan gangguan kesehatan mental (González-Muñoz, et al., 2020). Oleh karena itu, desain ergonomis juga harus mencakup strategi untuk mengurangi stres, seperti pengaturan waktu istirahat yang cukup dan pengelolaan beban kerja yang efektif.

4. Penggunaan Teknologi Wearable untuk Pemantauan Kesehatan

Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi wearable seperti pelacak kebugaran telah digunakan untuk memantau aktivitas fisik dan postur pengguna. Teknologi ini membantu dalam pengumpulan data real-time yang berguna untuk meningkatkan desain ergonomis yang responsif terhadap kebutuhan individu (Lee & Kao, 2019). Ini memungkinkan identifikasi dini terhadap masalah kesehatan yang terkait dengan ergonomi, seperti cedera akibat gerakan berulang.

Dengan demikian, evolusi kebutuhan ergonomis di era teknologi modern mencerminkan pentingnya pendekatan holistik yang mencakup aspek fisik, kognitif, dan psikososial, sejalan dengan perubahan lingkungan kerja dan interaksi manusia dengan teknologi yang terus berkembang.

5.2 Perkembangan Terkini dalam Desain Ergonomis

Desain ergonomis telah mengalami banyak perubahan signifikan dalam beberapa dekade terakhir, terutama seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi dan meningkatnya pemahaman akan kesehatan dan keselamatan kerja. Saat ini, pendekatan ergonomis tidak lagi hanya berfokus pada aspek

fisik, tetapi juga mencakup dimensi kognitif dan psikososial untuk menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan produktif (Wilson, 2014).

1. Teknologi Digital dan Adaptasi Ergonomis

Dengan munculnya teknologi digital, seperti komputer, tablet, dan perangkat seluler, tantangan ergonomis baru terus bermunculan. Desain ergonomis kini berupaya untuk menyesuaikan alat-alat tersebut agar dapat digunakan dengan lebih nyaman dan aman. Perangkat digital sering kali menyebabkan gangguan pada kesehatan fisik, seperti nyeri punggung atau leher, akibat penggunaan yang tidak sesuai dengan prinsip ergonomi yang baik (Stevenson et al., 2019). Oleh karena itu, desain ergonomis modern mengutamakan alat yang dapat disesuaikan, seperti kursi kerja yang fleksibel dan perangkat layar yang dapat diatur ketinggiannya.

2. Desain Antarmuka Pengguna (User Interface)

Antarmuka pengguna yang intuitif dan mudah dipahami kini menjadi salah satu prioritas dalam desain ergonomis. Tujuannya adalah untuk mengurangi beban kognitif dan meningkatkan efisiensi kerja. Teknologi canggih, seperti realitas virtual dan augmented reality, juga mulai digunakan untuk membuat simulasi desain ergonomis yang lebih realistis, yang membantu dalam mengevaluasi dan mengoptimalkan antarmuka pengguna (Gabbard et al., 2018).

3. Peran Teknologi Wearable dalam Ergonomi

Teknologi wearable, seperti perangkat pelacak kebugaran dan alat pemantau postur, telah berkontribusi dalam menyediakan data real-time yang mendukung pengembangan desain ergonomis. Data ini membantu dalam mengidentifikasi potensi risiko kesehatan lebih awal, sehingga dapat dilakukan penyesuaian yang tepat untuk meningkatkan keselamatan dan kesejahteraan pengguna (Chaffin, 2015). Dengan teknologi ini, desain ergonomis dapat disesuaikan berdasarkan kebutuhan individual, menciptakan pendekatan yang lebih personal.

4. Pendekatan Holistik dalam Ergonomi

Seiring dengan meningkatnya kesadaran akan kesehatan mental, desain ergonomis juga semakin memperhatikan aspek psikososial, seperti stres kerja dan kelelahan mental. Lingkungan kerja yang dirancang secara holistik dapat meningkatkan kesejahteraan karyawan, mengurangi stres, dan meningkatkan produktivitas (Wilson, 2014). Penggunaan warna, cahaya, dan tata ruang yang sesuai juga menjadi elemen penting dalam menciptakan ruang kerja yang nyaman dan mendukung kesehatan mental.

Perkembangan desain ergonomis saat ini menunjukkan adanya upaya yang lebih komprehensif dalam memahami dan memenuhi kebutuhan pengguna. Penyesuaian ini tidak hanya meningkatkan efisiensi kerja, tetapi juga berkontribusi pada kesehatan dan kualitas hidup yang lebih baik bagi pengguna.

5.2.1 Integrasi Teknologi dalam Desain Ergonomis

Integrasi teknologi dalam desain ergonomis menciptakan pendekatan yang lebih dinamis dan adaptif dalam merancang lingkungan kerja dan produk yang aman serta efisien. Teknologi seperti *Augmented Reality* (AR), *Virtual Reality* (VR), kecerdasan buatan (AI), dan analisis data memungkinkan pengembangan solusi ergonomis yang lebih responsif dan terpersonalisasi, mengurangi risiko cedera serta meningkatkan kenyamanan pengguna (Cipresso et al., 2018).

1. *Augmented Reality* (AR) dan *Virtual Reality* (VR)

AR dan VR memungkinkan simulasi lingkungan kerja yang imersif, membantu mengidentifikasi potensi risiko ergonomis sebelum produk atau ruang fisik dibangun. AR memperkaya lingkungan fisik dengan informasi digital, sedangkan VR memberikan simulasi penuh dari skenario kerja, memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan elemen virtual dalam lingkungan 3D. Penggunaan AR dan VR telah terbukti membantu dalam memahami kebutuhan ergonomis dan memfasilitasi evaluasi postur, jangkauan, serta faktor-

faktor lain yang mempengaruhi kenyamanan kerja (Gabbard et al., 2018).

2. Penggunaan AI dalam Simulasi Ergonomis

AI memungkinkan prediksi dan analisis kebutuhan ergonomis dengan memanfaatkan algoritma pembelajaran mesin untuk memodelkan perilaku pengguna. AI dapat membantu menciptakan simulasi yang mendetail dari lingkungan kerja, termasuk beban fisik dan kognitif yang dialami pekerja. Teknologi ini juga memungkinkan penyesuaian real-time berdasarkan masukan sensor dan data pengguna, membantu mengoptimalkan lingkungan kerja untuk kenyamanan dan keamanan yang lebih baik (Murphy, 2019).

3. Analisis Data dan Algoritma Penyesuaian Desain

Analisis data dari perangkat wearable dan teknologi sensor memberikan wawasan yang mendalam mengenai pola pergerakan, postur, dan aktivitas pengguna. Algoritma penyesuaian desain kemudian dapat menggunakan data ini untuk membuat rekomendasi desain yang lebih personal. Dengan data ini, desainer dapat menyesuaikan elemen-elemen seperti ketinggian meja, posisi monitor, atau pencahayaan untuk menciptakan lingkungan kerja yang lebih ergonomis (Neumann & Winkel, 2013).

5.2.2 Desain Berpusat pada Pengguna (*User-Centered Design*)

Desain berpusat pada pengguna menempatkan kebutuhan, preferensi, dan batasan pengguna sebagai fokus utama dalam proses desain. Dengan melibatkan pengguna secara langsung, desain yang dihasilkan akan lebih sesuai dengan harapan dan kebutuhan mereka, menciptakan solusi ergonomis yang lebih efektif dan user-friendly (Wilson, 2014).

1. Pendekatan dan Metode Partisipasi Pengguna

Berbagai metode seperti wawancara, survei, dan pengamatan langsung memungkinkan desainer untuk memahami preferensi dan kebutuhan pengguna. Metode ini tidak hanya membantu dalam mengidentifikasi masalah ergonomis, tetapi juga memungkinkan penyesuaian pada tahap awal pengembangan desain. Pengguna dapat berpartisipasi

aktif dalam pengujian prototipe, memberikan umpan balik yang berguna untuk penyempurnaan desain (Hedge, 2003).

2. Penerapan Umpan Balik Pengguna dalam Desain

Penggunaan umpan balik pengguna memastikan bahwa solusi yang dikembangkan benar-benar sesuai dengan ekspektasi dan kebutuhan pengguna. Melalui iterasi desain berdasarkan umpan balik langsung, desainer dapat terus menyempurnakan produk hingga mencapai tingkat kenyamanan dan efisiensi yang optimal. Misalnya, dalam desain workstation komputer, masukan dari pengguna mengenai posisi monitor atau keyboard dapat membantu mengurangi ketegangan otot dan meningkatkan produktivitas (Dul & Weerdmeester, 2008).

5.2.3 Desain Inklusif untuk Aksesibilitas

Desain inklusif berupaya untuk menciptakan lingkungan yang dapat diakses dan digunakan oleh semua orang, termasuk mereka yang memiliki keterbatasan fisik atau sensorik. Dengan memastikan bahwa setiap individu dapat bekerja secara efektif, desain inklusif meningkatkan keadilan dan keberagaman dalam tempat kerja (Sanders & McCormick, 1993).

1. Teknologi Bantu dalam Desain Ergonomis

Teknologi bantu seperti perangkat pendengaran, alat bantu visual, dan perangkat mobilitas lainnya memungkinkan individu dengan disabilitas untuk berpartisipasi aktif dalam tempat kerja. Dengan mengintegrasikan teknologi ini ke dalam desain, desainer dapat menciptakan solusi yang lebih inklusif, memastikan bahwa semua pengguna dapat berinteraksi dengan lingkungan kerja mereka secara optimal (Owen, 2000).

2. Kebutuhan Khusus Pengguna dengan Disabilitas

Desain ergonomis yang inklusif memperhitungkan kebutuhan khusus pengguna dengan disabilitas, seperti workstation yang dapat diakses oleh pengguna kursi roda atau antarmuka yang dapat digunakan oleh individu dengan gangguan penglihatan. Penyesuaian desain ini memastikan bahwa pengguna dapat bekerja dengan nyaman dan aman,

meningkatkan produktivitas dan kualitas hidup mereka (Singleton, 1967).

5.3 Inovasi Teknologi dalam Desain Ergonomis

Inovasi teknologi telah memainkan peran penting dalam mengembangkan desain ergonomis yang lebih adaptif dan responsif terhadap kebutuhan pengguna. Teknologi seperti kecerdasan buatan (AI), pembelajaran mesin, sensor biometrik, dan material berkelanjutan memungkinkan para desainer untuk menciptakan lingkungan kerja yang tidak hanya nyaman dan aman, tetapi juga ramah lingkungan dan hemat energi (Murphy, 2019).

5.3.1 Kecerdasan Buatan (AI) dan Pembelajaran Mesin (Machine Learning)

AI dan pembelajaran mesin telah membuka jalan bagi desain ergonomis yang dapat beradaptasi secara real-time dan optimalisasi yang terus-menerus melalui analisis data yang kompleks. Dengan menggunakan teknologi ini, desainer dapat mengembangkan sistem yang dapat menyesuaikan dengan kebutuhan pengguna secara langsung berdasarkan input dari data besar (big data) dan algoritma prediktif.

1. AI dalam Penyesuaian Desain Real-Time

Penggunaan AI dalam penyesuaian desain real-time memungkinkan perangkat ergonomis untuk beradaptasi dengan kebutuhan pengguna saat itu juga. Contohnya, meja kerja pintar dapat menyesuaikan ketinggiannya secara otomatis berdasarkan postur pengguna yang dipantau melalui sensor, sehingga mengurangi risiko ketegangan otot. Teknologi ini memungkinkan desainer untuk menciptakan lingkungan yang sangat personal, memfasilitasi kesehatan dan kenyamanan pengguna (Karwowski, 2006).

2. Pemanfaatan Data Besar (Big Data) dalam Optimasi Desain

Big data menyediakan sejumlah besar informasi yang dapat dianalisis untuk memahami kebutuhan ergonomis pengguna secara lebih mendalam. Misalnya, data tentang postur, frekuensi gerakan, dan pola penggunaan perangkat

dapat digunakan untuk mengidentifikasi potensi risiko cedera dan mengoptimalkan desain. Teknologi ini memungkinkan desainer untuk memanfaatkan data yang sangat kompleks untuk meningkatkan efektivitas solusi ergonomis (Neumann & Winkel, 2013).

5.3.2 Desain Berbasis Biometrik

Desain berbasis biometrik melibatkan penggunaan sensor yang dapat mendeteksi respons biologis dan fisiologis pengguna untuk menciptakan solusi ergonomis yang adaptif. Teknologi biometrik memungkinkan lingkungan kerja untuk beradaptasi dengan kondisi pengguna dalam waktu nyata, mendukung kesehatan dan produktivitas.

1. Sensor Biometrik untuk Ergonomi yang Adaptif

Sensor biometrik, seperti sensor detak jantung dan pengukur kadar oksigen dalam darah, digunakan untuk memantau kondisi fisik pengguna secara langsung. Data yang dikumpulkan dari sensor ini memungkinkan penyesuaian perangkat, seperti kursi atau meja, untuk mengurangi tekanan fisik dan mental, serta meningkatkan kenyamanan kerja (Sanders & McCormick, 1993).

2. Penggunaan Wearable Devices dalam Pemantauan Kesehatan

Wearable devices, seperti smartwatch atau gelang kesehatan, telah banyak digunakan untuk memantau berbagai indikator kesehatan, termasuk stres, kelelahan, dan postur. Perangkat ini memberikan data real-time yang dapat digunakan untuk memberikan umpan balik langsung kepada pengguna, misalnya, mengingatkan mereka untuk berdiri atau melakukan peregangan saat mendeteksi periode duduk yang terlalu lama. Teknologi ini membantu mencegah risiko kesehatan terkait ergonomi dan mendorong kebiasaan kerja yang lebih sehat (Stevenson et al., 2019).

5.3.3 Desain Ergonomis Berkelanjutan dan Ramah Lingkungan

Desain ergonomis berkelanjutan mencakup penggunaan material ramah lingkungan dan inovasi yang bertujuan mengurangi

dampak negatif terhadap lingkungan. Dengan menerapkan prinsip keberlanjutan, desain ergonomis tidak hanya memperhatikan kebutuhan manusia, tetapi juga menjaga kelestarian sumber daya alam.

1. Inovasi Material Berkelanjutan

Penggunaan material berkelanjutan, seperti bambu atau plastik daur ulang, dalam desain ergonomis membantu mengurangi konsumsi sumber daya alam dan limbah. Selain itu, material ini sering kali memiliki kelebihan seperti daya tahan yang lebih tinggi dan resistensi terhadap pengaruh eksternal, sehingga memperpanjang umur produk ergonomis (Dul & Weerdmeester, 2008).

2. Pengurangan Jejak Karbon dalam Proses Desain

Selain memilih material ramah lingkungan, desain ergonomis modern juga mencakup proses yang mengurangi jejak karbon, seperti efisiensi energi dalam produksi dan transportasi. Teknologi ini juga dapat mencakup penggunaan manufaktur aditif atau pencetakan 3D untuk mengurangi limbah material dan emisi karbon. Dengan demikian, desain ergonomis berkelanjutan tidak hanya berfokus pada kenyamanan pengguna tetapi juga kontribusi positif terhadap lingkungan (Wilson, 2014).

5.4 Tren Masa Depan dalam Desain Ergonomis

Di era modern, tren desain ergonomis terus berkembang seiring dengan kemajuan teknologi yang cepat. Fokus masa depan dari desain ergonomis adalah bagaimana menciptakan solusi yang tidak hanya mendukung kesehatan fisik tetapi juga kesehatan mental dan emosional. Penerapan teknologi canggih, seperti Internet of Things (IoT), 3D printing, dan desain adaptif yang terhubung dengan lingkungan pintar, menunjukkan bagaimana desain ergonomis dapat mengakomodasi kebutuhan yang semakin kompleks dari pengguna modern (Gabbard, Swan, & Hix, 2018).

5.4.1 Desain Adaptif dan Kustomisasi Produk

Teknologi masa depan memungkinkan produk untuk disesuaikan secara unik untuk setiap individu. Teknologi seperti

3D printing memungkinkan pencetakan objek ergonomis yang dapat disesuaikan sesuai dengan spesifikasi pengguna, sedangkan teknologi adaptif memungkinkan produk menyesuaikan diri secara otomatis dengan kebutuhan pengguna.

1. Teknologi 3D Printing dalam Pembuatan Produk Ergonomis

3D printing telah merevolusi desain ergonomis dengan memungkinkan produksi barang-barang yang disesuaikan dengan kebutuhan individu. Contohnya, kursi atau peralatan penunjang lainnya dapat diproduksi dengan spesifikasi unik berdasarkan dimensi tubuh dan preferensi pengguna, menciptakan kenyamanan maksimal (Cipresso et al., 2018). Dengan penggunaan 3D printing, desainer dapat menciptakan produk ergonomis yang sangat personal dan hemat biaya.

2. Produk yang Dapat Beradaptasi secara Otomatis dengan Pengguna

Produk yang dapat beradaptasi secara otomatis memanfaatkan sensor dan algoritma yang memungkinkan produk untuk mendeteksi kondisi pengguna dan menyesuaikan fungsinya. Misalnya, meja kerja yang dapat menyesuaikan ketinggiannya sesuai postur pengguna membantu mengurangi risiko cedera dan ketegangan otot. Produk adaptif semacam ini merupakan masa depan dari desain ergonomis yang responsif terhadap kebutuhan pengguna (Lee & Kao, 2019).

5.4.2 Konvergensi Desain Fisik dan Digital

Konvergensi desain fisik dan digital menciptakan lingkungan yang cerdas dan terhubung. Teknologi IoT dan lingkungan pintar memungkinkan perangkat untuk saling berkomunikasi dan memberikan pengalaman ergonomis yang disesuaikan dengan pengguna.

1. *Internet of Things (IoT)* dan Desain Ergonomis Cerdas

IoT memungkinkan berbagai perangkat untuk saling berkomunikasi, menciptakan pengalaman ergonomis yang lebih terintegrasi. Dalam konteks ini, perangkat ergonomis seperti kursi dan meja kerja dapat dikendalikan dan

disesuaikan secara otomatis melalui data yang dikumpulkan dari berbagai sensor. Misalnya, lampu pintar dapat menyesuaikan tingkat kecerahan berdasarkan aktivitas dan preferensi pengguna, mendukung produktivitas dan kenyamanan (Murphy, 2019).

2. Lingkungan Kerja dan Rumah Pintar

Penerapan IoT di lingkungan kerja dan rumah menciptakan ruang yang secara otomatis dapat beradaptasi dengan pengguna. Misalnya, ruang kerja pintar dapat menyesuaikan suhu, pencahayaan, dan elemen lainnya untuk menciptakan suasana yang mendukung produktivitas dan kesehatan. Tren ini menunjukkan bagaimana desain ergonomis tidak lagi terbatas pada ruang kerja konvensional, tetapi mencakup berbagai aspek kehidupan sehari-hari (Sanders & McCormick, 1993).

5.4.3 Ergonomi untuk Kesehatan Mental dan Emosional

Ergonomi tidak hanya berkaitan dengan kesehatan fisik tetapi juga dengan kesehatan mental dan emosional pengguna. Desain ruang kerja yang mendukung relaksasi dan keseimbangan kehidupan kerja menjadi fokus utama dalam menciptakan lingkungan yang mendukung kesejahteraan secara keseluruhan.

1. Desain Ruang Kerja yang Mendukung Relaksasi

Ruang kerja yang dirancang untuk mendukung relaksasi dapat mengurangi stres dan meningkatkan produktivitas. Elemen desain seperti pencahayaan alami, tanaman hijau, dan ruang terbuka dapat menciptakan suasana yang lebih tenang dan menyenangkan. Desain yang mempertimbangkan aspek psikologis pengguna ini membantu mendorong kesehatan mental yang lebih baik (Hedge, 2003).

2. Pengaruh Desain terhadap Keseimbangan Kehidupan Kerja

Desain ergonomis dapat memfasilitasi keseimbangan antara pekerjaan dan kehidupan pribadi dengan menyediakan lingkungan yang nyaman dan fleksibel. Contohnya, furniture yang dapat disesuaikan dan ruang kerja yang mendorong fleksibilitas membantu pengguna mencapai keseimbangan

antara pekerjaan dan relaksasi, yang penting bagi kesejahteraan jangka panjang (Sauter, Lim, & Murphy, 2001).

5.4.4 Ergonomi dalam Teknologi Mobilitas dan Kendaraan

Inovasi dalam teknologi mobilitas dan kendaraan juga mempengaruhi desain ergonomis, dengan fokus pada menciptakan kenyamanan dan keamanan bagi pengguna di kendaraan.

1. Inovasi dalam Desain Interior Kendaraan Otonom

Kendaraan otonom memberikan peluang untuk desain interior yang lebih ergonomis dan fleksibel. Desain kursi yang dapat disesuaikan secara otomatis dengan postur pengguna, serta pengaturan ruang yang memungkinkan pengguna untuk berbaring atau duduk dengan nyaman, merupakan beberapa inovasi yang menjadikan perjalanan lebih nyaman dan aman (Karwowski, 2006).

2. *Wearable Mobility Devices* untuk Mobilitas Ergonomis

Wearable mobility devices, seperti exoskeletons, memberikan dukungan tambahan yang membantu pengguna dalam mobilitas sehari-hari. Teknologi ini mendukung ergonomi pengguna dengan mengurangi tekanan fisik selama aktivitas bergerak, seperti berjalan atau berdiri dalam waktu lama, sehingga meningkatkan kenyamanan dan mencegah cedera (Stevenson et al., 2019).

5.5 Studi Kasus Implementasi Desain Ergonomis Masa Depan

Desain ergonomis semakin relevan dalam konteks yang berubah dengan cepat, terutama di era digital saat ini. Implementasi desain ergonomis masa depan dapat dilihat melalui berbagai studi kasus yang menunjukkan bagaimana solusi inovatif diterapkan untuk meningkatkan kenyamanan, produktivitas, dan kesejahteraan pengguna. Dalam bab ini, kita akan membahas tiga studi kasus yang menggambarkan penerapan desain ergonomis dalam konteks tempat kerja hybrid, produk konsumen, dan pelatihan menggunakan teknologi AR dan VR.

5.5.1 Studi Kasus 1: Tempat Kerja Hybrid dan Fleksibel

Seiring dengan meningkatnya tren work-from-home (WFH) dan ruang kerja fleksibel, perusahaan semakin mencari solusi ergonomis yang dapat mendukung produktivitas karyawan di berbagai lingkungan.

1. Solusi Ergonomis untuk *Work-from-Home* (WFH)

Banyak organisasi telah mengembangkan solusi ergonomis untuk mendukung karyawan yang bekerja dari rumah. Misalnya, perusahaan menyediakan peralatan seperti kursi ergonomis dan meja yang dapat disesuaikan, yang dirancang untuk mengurangi ketegangan fisik selama berjam-jam bekerja. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan peralatan yang ergonomis dapat meningkatkan kenyamanan dan mengurangi risiko cedera terkait kerja (Hedge, 2003). Selain itu, program pendidikan tentang penataan ruang kerja yang baik dan kebiasaan duduk yang benar juga diimplementasikan untuk meningkatkan kesehatan mental dan fisik karyawan.

2. Implementasi Teknologi Cerdas di Ruang Kantor

Ruang kantor modern kini mengintegrasikan teknologi cerdas untuk menciptakan lingkungan yang lebih ergonomis dan responsif. Penggunaan sensor untuk mengukur pencahayaan dan kualitas udara, serta sistem otomatis yang dapat menyesuaikan suhu dan pencahayaan berdasarkan kebutuhan karyawan, adalah beberapa contoh implementasi ini. Teknologi semacam ini tidak hanya meningkatkan kenyamanan tetapi juga produktivitas karyawan, menjadikan ruang kantor lebih adaptif terhadap kebutuhan individu (Murphy, 2019).

5.5.2 Studi Kasus 2: Produk Konsumen yang Inovatif

Di pasar konsumen, banyak produk inovatif yang dirancang dengan fokus pada ergonomi, meningkatkan pengalaman pengguna secara keseluruhan.

1. Kursi Ergonomis dengan Penyesuaian Otomatis

Salah satu inovasi terbaru adalah kursi ergonomis yang dilengkapi dengan fitur penyesuaian otomatis. Kursi ini

menggunakan sensor untuk mendeteksi postur pengguna dan secara otomatis menyesuaikan ketinggian, sudut, dan dukungan lumbar. Penelitian menunjukkan bahwa kursi yang dapat disesuaikan secara otomatis membantu mengurangi ketidaknyamanan dan meningkatkan konsentrasi selama bekerja (Cipresso et al., 2018).

2. Peralatan Rumah Tangga yang Ergonomis dan Adaptif

Peralatan rumah tangga juga mengalami perkembangan signifikan dalam desain ergonomis. Misalnya, peralatan masak yang dirancang dengan pegangan anti-slip dan berat yang seimbang membantu pengguna mengurangi beban fisik saat memasak. Desain yang mempertimbangkan ergonomi tidak hanya meningkatkan kenyamanan tetapi juga memungkinkan pengguna dengan kebutuhan khusus untuk menggunakan alat tersebut dengan lebih mudah (Karwowski, 2006).

5.5.3 Studi Kasus 3: Penggunaan AR dan VR dalam Pelatihan Ergonomis

Penggunaan augmented reality (AR) dan virtual reality (VR) dalam pelatihan ergonomis menunjukkan potensi besar untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan pengguna.

1. Pengalaman Kerja Simulasi dengan VR

Pelatihan berbasis VR memberikan simulasi lingkungan kerja yang realistis, memungkinkan pengguna untuk belajar dan berlatih dalam konteks yang aman. Melalui VR, peserta dapat merasakan situasi kerja yang sebenarnya, termasuk penerapan prinsip ergonomis secara langsung. Penelitian menunjukkan bahwa pengalaman belajar dengan simulasi VR dapat meningkatkan pemahaman dan keterampilan praktis (Lee & Kao, 2019).

2. Efektivitas Pelatihan Ergonomis dalam Lingkungan Virtual

Efektivitas pelatihan ergonomis menggunakan AR dan VR semakin diakui dalam dunia industri. Teknologi ini memungkinkan instruktur untuk memberikan umpan balik secara langsung dan memungkinkan peserta untuk mengulang pelatihan sesuai kebutuhan. Dengan pendekatan ini,

perusahaan dapat meningkatkan pengetahuan tentang ergonomi dan menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan produktif (Stevenson et al., 2019).

5.6 Tantangan dan Peluang dalam Desain Ergonomis Masa Depan

Desain ergonomis menghadapi berbagai tantangan dan peluang yang perlu diperhatikan seiring perkembangan teknologi dan kebutuhan masyarakat. Memahami tantangan ini tidak hanya penting untuk mengatasi hambatan yang ada, tetapi juga untuk mengidentifikasi peluang yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kualitas desain ergonomis di masa depan.

5.6.1 Tantangan Implementasi Teknologi dalam Desain Ergonomis

Meskipun teknologi menawarkan banyak manfaat untuk meningkatkan desain ergonomis, terdapat beberapa tantangan yang harus dihadapi dalam proses implementasinya.

1. Biaya Pengembangan dan Implementasi

Salah satu tantangan utama dalam implementasi teknologi baru dalam desain ergonomis adalah biaya pengembangan dan implementasi. Investasi awal yang diperlukan untuk mengintegrasikan teknologi canggih seperti AI, AR, dan VR ke dalam produk atau sistem ergonomis dapat sangat tinggi. Biaya ini mencakup pengembangan perangkat keras dan perangkat lunak, pelatihan staf, dan pemeliharaan sistem. Banyak perusahaan, terutama yang berskala kecil dan menengah, mungkin merasa kesulitan untuk mengalokasikan anggaran yang diperlukan untuk investasi tersebut (Dul & Weerdmeester, 2008). Oleh karena itu, penting untuk mencari solusi yang lebih ekonomis tanpa mengorbankan kualitas ergonomi.

2. Tantangan Budaya dan Adaptasi Pengguna

Selain faktor biaya, tantangan budaya dan adaptasi pengguna juga menjadi hambatan dalam penerapan desain ergonomis yang baru. Pengguna sering kali enggan untuk beradaptasi dengan teknologi baru atau metode kerja yang

diusulkan, terutama jika mereka merasa nyaman dengan cara kerja lama. Hal ini dapat menghambat penerapan solusi ergonomis yang lebih baik (Neumann & Winkel, 2013). Oleh karena itu, penting untuk melibatkan pengguna dalam proses desain dan memberikan pelatihan yang memadai untuk memfasilitasi transisi ke metode kerja baru.

5.6.2 Peluang Pengembangan Ergonomi di Industri Lain

Meskipun tantangan tersebut ada, terdapat juga peluang signifikan untuk pengembangan ergonomi di berbagai industri.

1. Kolaborasi Multidisiplin dalam Proses Desain

Salah satu peluang besar dalam desain ergonomis adalah kolaborasi multidisiplin. Dengan menggabungkan pengetahuan dari berbagai bidang seperti teknik, psikologi, desain produk, dan kesehatan masyarakat, dapat dihasilkan solusi ergonomis yang lebih komprehensif dan efektif (Mital et al., 2000). Kolaborasi ini tidak hanya memperkaya perspektif desain, tetapi juga memungkinkan pendekatan yang lebih holistik dalam mengatasi masalah ergonomis.

2. Inovasi Ergonomis dalam Pendidikan dan Hiburan

Industri pendidikan dan hiburan juga menawarkan peluang untuk inovasi ergonomis. Misalnya, penggunaan teknologi interaktif dan gamifikasi dalam pembelajaran dapat menciptakan lingkungan yang lebih menarik dan meningkatkan keterlibatan siswa. Dalam konteks hiburan, desain ergonomis pada perangkat game dan media interaktif dapat membantu meningkatkan kenyamanan pengguna dan mengurangi risiko cedera akibat penggunaan perangkat yang berkepanjangan (González-Muñoz et al., 2020). Oleh karena itu, sektor-sektor ini memberikan kesempatan untuk menciptakan produk yang lebih ergonomis dan responsif terhadap kebutuhan pengguna.

5.7 Kesimpulan dan Rekomendasi

Desain ergonomis terus berkembang seiring dengan kemajuan teknologi dan perubahan kebutuhan pengguna. Dalam bagian ini, kami merangkum inovasi kunci dalam desain ergonomis,

membahas pandangan masa depan, dan memberikan rekomendasi yang dapat menjadi acuan bagi penelitian dan praktik di bidang ini.

5.7.1 Ringkasan Inovasi Kunci dalam Desain Ergonomis

Inovasi dalam desain ergonomis telah menghadirkan solusi yang lebih baik dan efisien untuk memenuhi kebutuhan pengguna. Penggunaan teknologi seperti *Augmented Reality* (AR) dan *Virtual Reality* (VR) telah memungkinkan pengembang untuk menciptakan simulasi yang mendalam dan interaktif, yang mendukung analisis desain ergonomis (Cipresso et al., 2018). Selain itu, pemanfaatan Kecerdasan Buatan (AI) dan Pembelajaran Mesin (*Machine Learning*) dalam penyesuaian desain real-time menawarkan pendekatan yang lebih responsif terhadap kebutuhan pengguna, mengoptimalkan pengalaman mereka (Murphy, 2019). Desain berbasis biometrik, seperti sensor dan wearable devices, juga semakin berkembang untuk memberikan solusi yang adaptif dan personalisasi bagi pengguna (Lee & Kao, 2019).

5.7.2 Pandangan Masa Depan dan Potensi Pengembangan

Melihat ke depan, potensi pengembangan desain ergonomis sangatlah besar. Desain adaptif dan kustomisasi produk melalui teknologi 3D printing dapat memenuhi kebutuhan individu dengan lebih baik, sementara konvergensi antara desain fisik dan digital, terutama melalui Internet of Things (IoT), akan menciptakan lingkungan yang lebih cerdas dan responsif (Stevenson et al., 2019). Selain itu, perhatian yang lebih besar terhadap kesehatan mental dan emosional dalam desain ruang kerja menunjukkan arah baru dalam ergonomi, di mana kesejahteraan pengguna menjadi fokus utama (Wilson, 2014). Dengan tren ini, industri diharapkan untuk terus berinovasi dan mengadopsi solusi yang mendukung kesehatan dan produktivitas pengguna.

5.7.3 Rekomendasi untuk Penelitian dan Praktik Desain Ergonomis

Untuk memaksimalkan potensi desain ergonomis di masa depan, beberapa rekomendasi dapat diusulkan:

1. **Penelitian Lanjutan:** Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai dampak jangka panjang dari teknologi baru dalam desain ergonomis, serta efektivitasnya dalam meningkatkan produktivitas dan kesehatan pengguna (Dul & Weerdmeester, 2008).
2. **Kolaborasi Multidisiplin:** Menggalang kolaborasi antara berbagai disiplin ilmu dapat memperkaya pendekatan desain dan menciptakan solusi yang lebih komprehensif (Neumann & Winkel, 2013). Misalnya, mengintegrasikan psikologi, desain, dan teknik untuk menghasilkan produk yang lebih user-friendly.
3. **Pelatihan dan Edukasi:** Memberikan pelatihan yang memadai untuk pengguna dan desainer dalam mengadopsi teknologi baru sangat penting. Edukasi mengenai manfaat dan cara menggunakan teknologi dalam desain ergonomis harus diutamakan untuk mengurangi resistensi terhadap perubahan (Gabbard et al., 2018).
4. **Penerapan Umpan Balik Pengguna**
Mengimplementasikan sistem umpan balik yang efektif dari pengguna untuk memahami pengalaman mereka dan melakukan perbaikan berkelanjutan dalam desain (Sauter et al., 2001).

Dengan mengikuti rekomendasi ini, diharapkan desain ergonomis dapat terus berkembang dan memberikan manfaat yang lebih besar bagi pengguna di berbagai sektor.

DAFTAR PUSTAKA

- Chaffin, D. B. (2015). *Occupational Biomechanics*. Wiley.
- Cipresso, P., Giglioli, I. A. C., Raya, M. A., & Riva, G. (2018). "The Past, Present, and Future of Virtual and Augmented Reality Research: A Network and Cluster Analysis of the Literature." *Frontiers in Psychology*, 9, 2086.
- Dul, J., & Weerdmeester, B. (2008). *Ergonomics for Beginners: A Quick Reference Guide*. CRC Press.
- Gabbard, J. L., Swan, J. E., & Hix, D. (2018). "The Role of Augmented Reality in Ergonomics." *Human Factors in Augmented Reality Environments*, 27(3), 235-247.
- González-Muñoz, E., Camacho, C., & Palacios, A. (2020). "Impact of Digital Multitasking on Work-Related Stress." *Journal of Occupational Health Psychology*, 25(3), 215-226.
- Hedge, A. (2003). "The Open Plan Office: A Systematic Investigation of Employee Reactions to Their Work Environment." *Environment and Behavior*, 35(2), 215-241.
- Karwowski, W. (Ed.). (2006). *International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors*. CRC Press.
- Lee, S., & Kao, H. (2019). "Wearable Devices and Ergonomics: Enhancing Workplace Health." *International Journal of Industrial Ergonomics*, 69, 152-160.
- Mital, A., Nicholson, A. S., & Ayoub, M. M. (2000). *A Guide to Manual Materials Handling*. CRC Press.
- Murphy, M. E. (2019). "Artificial Intelligence: Emerging Trends and Applications in Ergonomics." *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 29(3), 232-243.
- Neumann, W. P., Dixon, S. M., & Nordqvist, C. (2010). "Ergonomic Challenges in the Modern Office Environment." *Applied Ergonomics*, 41(6), 754-762.
- Neumann, W. P., & Winkel, J. (2013). "Integrated Safety Management System: A Case Study of Ergonomics and Safety Improvements in the Workplace." *Safety Science*, 54, 98-107.
- Owen, B. D. (2000). "Ergonomics: Improving Productivity and Efficiency." *Journal of Occupational Health Psychology*, 5(1),

90-101.

- Sanders, M. S., & McCormick, E. J. (1993). *Human Factors in Engineering and Design*. McGraw-Hill.
- Sauter, S. L., Lim, S. Y., & Murphy, L. R. (2001). "Organizational Health and Human Factors in Information Systems." *Human Factors*, 43(1), 90-104.
- Singleton, W. T. (1967). *The Body at Work: Biological Ergonomics*. Penguin Books.
- Stevenson, M., et al. (2019). "Physical Health Risks Associated with Prolonged Use of Digital Devices." *Applied Ergonomics*, 81, 102-110.
- Wilson, J. R. (2014). "Fundamentals of Systems Ergonomics and Human Factors." *Ergonomics*, 57(1), 1-17.

BIODATA PENULIS



Dr. Ir. M. Ansyar Bora, S.T., M.T., IPM.

Dosen Program Studi Manajemen Rekayasa
Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Batam

Penulis kelahiran ujung pandang 10 April 1987 ini merupakan Dosen Tetap Program Studi Manajemen Rekayasa Institut Teknologi Batam (ITEBA). Anak pertama dari pasangan Bora Dg. Rumpa dan Dg. Baji memperoleh gelar sarjana dari Universitas Islam Makassar (2009), gelar magister dari Universitas Islam Indonesia (2015) dan gelar doktor dari Universitas Negeri Padang (2020) serta gelar profesi insinyur di Universitas Andalas (2021). Mata kuliah yang diampu antara lain Perancangan Sistem Kerja, Ergonomi, Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Kewirausahaan dan Pengembangan Enterprise dan Desain Pengembangan Produk. Bidang penelitian yang ditekuninya diantaranya seperti: Ergonomi, Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Manajemen Industri dan Desain Produk. Selain aktif mengajar, menulis, meneliti dan melakukan pengabdian kepada masyarakat sesuai bidang yang ditekuni, penulis juga aktif sebagai reviewer berbagai jurnal nasional dan internasional serta aktif sebagai pengurus organisasi profesi diantaranya sebagai pengurus Asosiasi Dosen Indonesia (ADI) Wilayah Kepulauan Riau periode 2020-2025 Koord. Bidang Pengembangan Karir, Pengurus Wilayah Persatuan Insinyur Indonesia (PII) Kepulauan Riau periode

2020-2023 Sekretaris Bidang Mechanical, electrical and industrial. Penulis juga pernah menjabat sebagai Kepala Lab. Teknik Industri (2009-2010), Ketua Program Studi Teknik Industri (2010-2015), Wakil Ketua 1 Sekolah Tinggi Teknik Ibnu Sina (2015-2019), Wakil 1 Dekan Fakultas Teknik Universitas Ibnu Sina (2019-2022) dan Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Batam (2022-Sekarang).

BIODATA PENULIS



Ir. Herman, S.T., M.T

Dosen Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik Universitas Ibnu Sina

Penulis lahir di Batujala tanggal 02 Juni 1982. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Ibnu Sina. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknik Industri di STT Ibnu Sina Batam pada tahun 2015 dan melanjutkan S2 pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Di Universitas Andalas dan Lulus Pada Tahun 2021 dan Pada Tahun yang sama lulus dengan Pendidikan Profesi Insinyur di Program Studi Program Profesi Insinyur, Pasca Sarjana Universitas Andalas, Saat ini penulis menekuni bidang Menulis yaitu bidang Ergonomi.

BIODATA PENULIS



Dr. Ir. Ahmad Hanafie, ST., M.T., IPM.

Dosen Program Studi Teknik Industri

Fakultas Teknik – Universitas Islam Makassar

e-mail: ahmadhanafie.dty@uim-makassar.ac.id

Penulis lahir di Pinrang Sulawesi Selatan tanggal 10 Oktober 1970. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik - Universitas Islam Makassar. Menyelesaikan Pendidikan S-1 Teknik dan Manajemen Industri Universitas Muslim Makassar, (1994), S-2 Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh November (ITS) Surabaya (2003), Profesi Insiyur Universitas Muslim Indonesia (2018), S-3 Teknik Sipil Universitas Hasanuddin (2016). Penulis menekuni bidang Perancangan sistem dan Ergonomi Industri.

BIODATA PENULIS



Meri Andriani, S.T., M.T.

Dosen Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik Universitas Samudra

Penulis lahir di Pekanbaru tanggal 29 Maret 1975. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Samudra. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknik Industri di Universitas Islam Sumatera Utara dan melanjutkan S2 pada Jurusan Teknik Industri di Universitas Sumatera Utara. Saat ini sedang melanjutkan S3 di Program Doktor Ilmu Teknik di Universitas Syiah Kuala. Penulis menekuni bidang Ergonomi dan Desain Produk, dilihat dari setiap artikel yang publish di jurnal. Fokus dengan bidang Ergonomi dan desain Produk juga dilihat dari penelitian disertasi. Penulis aktif dalam kegiatan penelitian dan pengabdian baik di hibah internal maupun hibah eksternal. Keluaran dari setiap penelitian dan pengabdian salah satunya berupa artikel telah dipublish pada beberapa jurnal baik Nasional maupun Internasional. Penulis juga ikut berkolaborasi dalam penulisan buku salah satunya ebook dengan dengan judul Ergonomi Industri.

BIODATA PENULIS



Zayyinul Hayati Zen, ST., MT

Dosen Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik – Universitas Muhammadiyah Riau

Zayyinul Hayati Zen adalah seorang akademisi dan pengajar yang lahir di Bukittinggi pada 14 Januari 1988. Ia menyelesaikan pendidikan dasar hingga menengah di SD Negeri 19 Koto Kociak, SMP Negeri 3, dan SMA Negeri 2 Bukittinggi. Setelah itu, ia melanjutkan studi S1 di Program Studi Teknik Industri Universitas Bung Hatta dan kemudian meraih gelar S2 di Program Studi Teknik Industri Universitas Sumatera Utara. Saat ini, ia sedang menyelesaikan studi doktoral di Occupational Safety and Health Department, Universiti Malaysia Pahang Al Sultan Abdullah. Sejak November 2009, ia telah berkarier sebagai dosen di Program Studi Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Riau, dengan fokus pada bidang Ergonomi Industri. Ia dikenal sebagai pribadi yang optimis dan percaya bahwa "Jika orang bisa, kamu pasti bisa. Jika orang maju, kamu bisa lebih maju. Selalu bersemangat, berpikir positif, dan bermanfaat bagi orang banyak.". Ia menikah pada September 2011 dan kini dikaruniai dua anak, Nindya Izzatunnisa dan Akbar Alfarizi. Dedikasinya dalam bidang pendidikan dan penelitian menjadikannya sosok inspiratif di kalangan mahasiswa dan rekan sejawat.

