

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Ergonomi**

Ergonomi adalah ilmu yang mempelajari perilaku manusia di tempat kerja. Dengan kata lain, ergonomi adalah adaptasi tugas pekerjaan dengan keadaan tubuh manusia untuk mengurangi stres yang dialaminya. Sebagai contoh, ukuran ruang kerja dapat disesuaikan dengan tinggi badan untuk mengurangi kelelahan, dan suhu, cahaya dan kelembaban dapat disesuaikan dengan kebutuhan tubuh manusia.

##### **2.1.1 Pengertian *Ergonomi***

Ergon” berarti ‘kerja’, dan ‘nomos’ berarti ‘aturan’ atau ‘hukum’. Ini adalah istilah Yunani yang menjadi asal kata ergonomi. Peraturan praktik kerja, termasuk sikap kerja, adalah apa yang didefinisikan sebagai ergonomi. Menurut Ginting (2010), ergonomi adalah disiplin ilmu metedis yang menggunakan pengetahuan tentang sifat, kemampuan, dan keterbatasan manusia untuk menciptakan sistem kerja yang efisien, aman, dan nyaman untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Untuk meningkatkan kualitas hidup secara keseluruhan, ergonomi adalah ilmu, seni, dan penggunaan teknologi untuk menyeimbangkan segala fasilitas yang digunakan untuk beraktivitas dan beristirahat berdasarkan kemampuan dan keterbatasan manusia, baik mental maupun fisik (*Tarwaka, 2004*). Di tempat kerja, ergonomi merupakan hal yang penting dan diperlukan di semua bidang pekerjaan. Ketika ergonomi digunakan di tempat kerja, karyawan dapat bekerja dengan lebih

nyaman. Tingkat kenyamanan ini akan membantu tingkat produksi kerja yang telah diantisipasi dan bahkan dapat meningkatkannya (Suhardi, 2008).

### **2.1.2 Tujuan Ergonomi**

Ergonomi bertujuan untuk meningkatkan produktivitas. Hal ini dapat dicapai jika operator dapat bergaul dengan baik dengan operator lain. Banyak orang setuju dengan pernyataan bahwa operator harus termotivasi dan kebutuhannya harus dipenuhi. Pada gilirannya, jumlah operator yang tidak masuk kerja pada akhirnya akan berkurang. Di sisi lain, ergonomi dimaksudkan untuk membina hubungan kerja yang positif antara mekanik dan manajer. Secara umum tujuan dan praktik ergonomis adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan kesehatan fisik dan mental melalui langkah-langkah untuk mencegah cedera dan penyakit akibat kerja, mengurangi ketegangan fisik dan mental, serta meningkatkan kepuasan kerja.
2. Meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas hubungan sosial, pengelolaan dan koordinasi kerja secara efektif, serta peningkatan jaminan sosial selama masa usia kerja dan setelah berhenti bekerja.
3. Menciptakan keseimbangan yang tepat antara berbagai aspek, khususnya aspek teknis, ekonomi, *antropologi* dan budaya pada setiap pekerjaan yang dilakukan guna menciptakan kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi.

### **2.1.3 Manfaat Ergonomi**

Manfaat gerakan berulang, postur tubuh yang canggung, mengangkat beban, yang lama kelamaan dapat menyebabkan mialgia, nyeri punggung (terutama nyeri punggung bawah), dan bahkan cedera atau kelainan

muskuloskeletal merupakan beberapa keunggulan ergonomi di tempat kerja. Sistem kerja yang buruk dari segi ergonomi dapat mengakibatkan *inefisiensi* dalam produksi dan dapat menimbulkan gangguan kesehatan dan ketidak nyamanan bagi pekerja, selain itu juga menimbulkan kerugian ekonomi bagi perusahaan. Masalah kesehatan yang disebabkan oleh paparan ergonomi tempat kerja dapat mencakup:

- Timbulnya kelelahan kerja.
- Timbulnya penyakit akibat kerja.

Perbaikan ergonomis dalam bekerja dapat dicapai dengan mengidentifikasi lingkungan kerja dan proses kerja. Tunjangan yang dirancang secara ergonomis dapat bermanfaat bagi kesehatan dan kesejahteraan karyawan serta manfaat lain seperti:

- Mengurangi pengeluaran bisnis di tempat kerja.
- Mengurangi terjadinya kerusakan dalam situasi yang berhubungan dengan pekerjaan.
- Meningkatkan produktivitas kerja.

Di Dalam lingkungan kerja yang terkelola dengan baik, karyawan dapat meningkatkan produktivitas dengan biaya rendah dan manajemen risiko terkait kesehatan dan keselamatan karyawan.

## **2.2 Ergonomi *Musculoskeletal***

### **2.2.1 Pengertian *Muskuloskeletal***

Salah satu sistem tubuh yang menjaga bentuk tubuh dan mengontrol pergerakan adalah sistem muskuloskeletal. Jaringan ikat merupakan penyusun utama sistem muskuloskeletal. Kerangka, otot, sendi, tendon, ligamen, sinovium, dan jaringan khusus yang menyatukan struktur-struktur ini membentuk sistem ini.

Sekitar 25% berat Badan dan 50% tubuhnya terdiri dari otot. Tubuh membentuk tulang melalui proses yang disebut *osteogenesis*. Pertumbuhan *interstisial* (dari dalam), yang terjadi di tulang rawan, tidak mungkin terjadi karena *matriks* tulang yang keras; sebaliknya, tulang terbentuk dengan menggantikan jaringan yang ada. Osifikasi intramembran dan osifikasi endokondral adalah dua bentuk produksi tulang.

Setiap sel otot mempunyai kemampuan untuk berkontraksi. Tendon menghubungkan sebagian besar otot-otot ini ke tulang-tulang tubuh, sementara sebagian kecil terhubung di bawah kulit. Otot dan tendon memberikan dukungan dan kekuatan eksternal pada persendian. Stabilitas sendi sangat ditentukan oleh kekuatan dan kekencangan otot-otot yang mengelilingi dan bekerja pada sendi dan tendon, namun juga dipengaruhi oleh bentuk tulang yang terlibat. Sistem muskuloskeletal sebagian besar terdiri dari tulang, otot, dan sendi.

Salah satu faktor risiko terjadinya gangguan *muskuloskeletal* adalah dampak negatif terhadap prestasi kerja. Lumrah kemanusiaan terjadi dalam postur kerja lain. Jongkok, duduk, membungkuk, berjalan, dan berdiri terjadi dalam hal ini. Jenis pekerjaan dan sistem kerja yang diterapkan mempengaruhi jenis pekerjaan yang dilakukan operator. Berikut ini adalah jenis-jenis sistem kerja yang dilakukan operator:

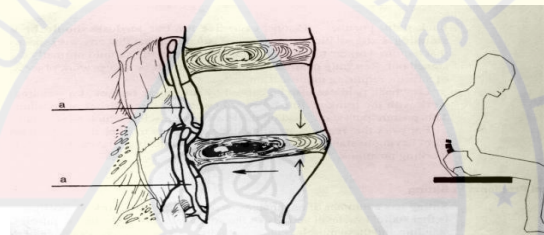
1. Berdiri Kerja

Jenis pekerjaan yang paling umum di lingkungan kantor adalah pekerjaan meja. Kaki pertama atau kedua akan menyebabkan beratnya membengkak. Karena adanya gravitasi tubuh, berat Badan bergerak ke arah permukaan dengan kedua kaki. Kedua posisi pipi tersebut mempengaruhi beberapa posisi stabil tubuh saat berdiri. Jika kaki

diletakkan dengan posisi miring pada sudut tulang pinggul, tubuh tidak akan membengkak. Selain itu, sangat penting untuk mengkaji hubungan antara otot rahang atas dan bawah. Gangguan.

## 2. Kerja Duduk

Kerja Selama duduk, otot paha berputar ke arah pinggul, menyebabkan terbentuknya nyeri punggung bawah. Hasilnya, tulang L3/L4 belakang akan rileks dan panggul akan miring ke belakang. Dalam kondisi ini, bagian depan disk akan terkompresi dan ruang di sekitarnya akan meluas. Hal ini mengakibatkan nyeri punggung bawah yang menjalar hingga ke pipi.



Gambar 2.1 Kondisi pada saat duduk

Dengan merancang tempat duduk yang baik, maka stres dan nyeri saat duduk saat bekerja dapat dikurangi. Menurut *Bridger (1995)*, hasilnya menunjukkan bahwa duduk tanpa penyangga meningkatkan tekanan antar tulang belakang sebesar 1/3 atau lebih. disk dari posisi berdiri. Sandaran punggung sangat penting untuk postur kerja duduk karena menopang punggung dan memungkinkan gerakan maju mundur untuk melindungi area pinggang. Agar pinggang bisa melengkung, sandaran harus didesain dengan tonjolan di bagian depan.

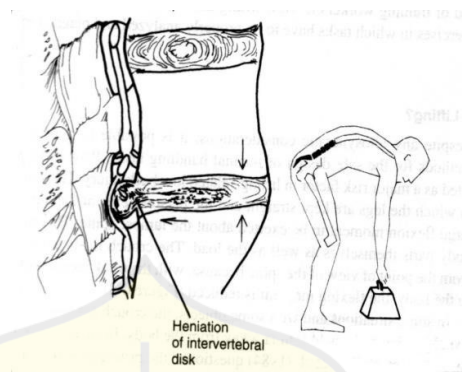
## 3. Kerja Membungkuk

Kerja Membungkuk di tempat kerja adalah lingkungan kerja yang umum dan seringkali berbahaya. Karena ketidak mampuan tubuh menjaga keseimbangan dan kestabilan saat bekerja, posisi ini menjadi tidak nyaman. Pekerja akan mengalami nyeri punggung di tubuh bagian bawah akibat tubulus yang bengkak dan terpelintir. secara berulang dan dalam jangka waktu yang lama. Baju bergerak maju membentuk tubuh dalam membungkuk. Terdapat kerutan pada permukaan atas dan permukaan bawah cakram. Sebenarnya, ligamen di daerah belakang cakram meregang. Akibatnya, tulang rahang bawah menjadi nyeri akibat kondisi di atas. "Cakram tergelincir" adalah jika posisi benda terlalu berat telah diaplikasikan dalam membungkuk. Proses ini mirip dengan melahirkan, namun berat Badan berlebih akan merusak ligamen lumbal dan menekan pembuluh darah di selatan belakang. Membungkuk pada siku untuk menopang material yang datang.

#### 4. Mengangkat Terlalu Beban

Menggunakan Beban Penyebab cedera punggung yang paling sering terjadi saat bekerja adalah angkat beban. Sebuah penelitian *NIOSH* menemukan bahwa dua pertiga kecelakaan akibat stres berat melibatkan angkat beban. Dibutuhkan lebih banyak usaha atau keletihan untuk membawa beban yang lebih berat daripada kekuatan seseorang, klaim *Bernard dan Fine (1997)*. Studi ini menemukan bahwa antara 64 dan 74 persen masalah punggung disebabkan oleh kelelahan. Peningkatan beban akan berdampak pada area pinggang, khususnya L5/S1. Kekuatan tekan wilayah ini tidak cukup untuk menahan tekanan. Lebih banyak tekanan dapat diberikan pada daerah L5/S1 pada diskus dibandingkan

pada tulang belakang. Jika perpindahannya lebih besar dari nilai normalnya, lapisan penutup cakram L5/S1 akan robek sehingga menyebabkan herniasi cakram.



Gambar 2.2 Mengangkat Terlalu Berat/Beban

Berikut ini adalah penjelasan Saat mengangkat beban, ada beberapa cara untuk mengurangi risiko cedera:

- 1) Buat rencana untuk mengangkat beban. Hindari mengangkat beban terlalu banyak dan terlalu cepat dan cobalah untuk tidak mengangkat lebih dari kemampuan Anda.
- 2) Cobalah untuk memposisikan beban sedekat mungkin dengan bagian tengah tubuh Anda. Saat beban semakin dekat, tekanan yang diberikan pada lengan, bahu, dan punggung akan berkurang. Tubuh dapat lebih mudah stabil ketika beban lebih dekat.
- 3) Saat Anda mulai mengangkat, letakkan kaki Anda sedekat mungkin dengan beban untuk menjaga keseimbangan. Tekuk lutut ke sudut yang paling nyaman bagi Anda saat dalam posisi setengah jongkok.
- 4) Jangan membungkuk, bersandar atau menoleh ke satu sisi sebaliknya, pertahankan punggung dan bahu tetap lurus.

- 5) Kurangi beban dengan menekuk lutut ke sudut yang paling sesuai untuk Anda dalam posisi setengah jongkok.
- 6) Semakin jauh seseorang melakukan perjalanan, semakin rendah beban maksimum yang dapat diangkut.

1. Mendorong beban

Faktor yang paling krusial dalam mengangkat beban adalah ketinggian tangan ketika mendorong beban. Ketinggian genggaman yang ideal untuk latihan angkat beban adalah di antara siku dan bahu. Hal ini bertujuan untuk menghasilkan tenaga semaksimal mungkin ketika mendorong beban untuk mencegah kerusakan pada lengan dan bahu.

2. Menarik Beban

Menarik beban secara umum tidak disarankan untuk menarik beban pada saat memindahkannya karena akan sulit mengendalikan beban dan pekerja akan mudah terluka jika terpeleset. Dua di antaranya adalah pengendalian beban yang ditransmisikan dan divergensi lintasan rel. Masalah tambahan. Jarak pendek dapat ditempuh dengan aman dengan biaya tertentu.

### **2.2.2 Definisi *Muskuloskeletal (MSDs)***

Gangguan *muskuloskeletal (MSDs)* adalah cedera jaringan lunak yang disebabkan oleh paparan gerakan berulang, tekanan, getaran, dan posisi yang tidak nyaman secara tiba-tiba atau berkepanjangan. Gangguan ini dapat memengaruhi otot, saraf, tendon, sendi, dan tulang rawan di kaki bagian bawah, leher, dan punggung bawah. *MSD* paling sering disebabkan oleh kelelahan yang berlebihan dan dapat mempengaruhi kemampuan pekerja untuk melakukan banyak tugas yang berhubungan dengan pekerjaan, seperti mengangkat, menarik,



mendorong, menjaga postur alami, menahan suhu dingin dan menahan respon torsi dan getaran mesin dan peralatan. Pekerja yang lebih tua mungkin lebih rentan terhadap *MSD* (terutama nyeri punggung), yang umum terjadi pada pekerja lanjut usia, berkontribusi signifikan terhadap meluasnya rasa sakit dan menyebabkan konsumsi opioid secara berlebihan.

Misi Program Kesehatan *Muskuloskeletal NIOSH* adalah untuk mengurangi beban *MSD* terkait pekerjaan melalui penelitian yang ditargetkan dan program pencegahan yang melindungi pekerja dari *MSD*, membantu manajemen mengurangi risiko dan kewajiban yang terlibat, serta membantu praktisi meningkatkan efektivitas intervensi di tempat kerja. Program ini bekerja sama dengan Pusat Studi Kompensasi Pekerja (*CWCS*) *NIOSH* untuk mengidentifikasi industri yang berisiko tinggi mengalami gangguan muskuloskeletal dan mengidentifikasi intervensi yang efektif untuk mengurangi risiko gangguan *muskuloskeletal*. Selain itu, program ini bekerja sama dengan *NIOSH Center for Occupational Robotics Research (CORR)* dan *NIOSH Center for Direct Reading and Sensing Technology (NCDRST)* untuk mengoordinasikan proyek penelitian yang berfokus pada teknologi pertahanan, mencegah *MSD* baru, dan memberikan dukungan bagi penciptaan industri. standar dan pedoman.

### **2.3 Antropometri**

*Antropometri* adalah ilmu yang mempelajari proporsi fisik tubuh manusia, yang membantu dalam perancangan produk, peralatan, dan tempat kerja (Iridiastadi 2014). Menurut Nurmiyanto (2004), istilah *antropometri* berasal dari kata “antro” (manusia) dan “metri” (ukuran). *Antropometri* adalah ilmu yang mempelajari tentang pengukuran dimensi tubuh manusia, khususnya yang berkaitan dengan bentuk fisik, massa, dan kekuatan tubuh manusia, serta aplikasinya. *Antropometri*

adalah pengumpulan data numerik mengenai sifat-sifat fisik tubuh manusia, seperti ukuran, bentuk, dan kekuatan, serta penggunaan data *antropometri* untuk mengatasi masalah-masalah tematik. Nurmianto (2004) membagi antropometri menjadi dua komponen:

*A. Antropometri Dinamis*

*Antropometri Dinamis* lebih mementingkan pengukuran ciri fisik manusia dalam keadaan dinamis, dimana dimensi tubuh manusia diukur pada lokasi tubuh yang berbeda satu sama lain sambil bergerak sehingga dalam pelaksanaannya lebih rumit dan sulit.

### **2.3.1 Pengertian Antropometri**

Definisi *Antropometri* (ukuran tubuh) adalah penilaian langsung terhadap status gizi tubuh seseorang, terutama status energi dan protein. Oleh karena itu, *antropometri* adalah parameter status gizi yang terkait dengan masalah kekurangan energi dan protein yang dikenal sebagai KEP. *Antropometri* diatur oleh variabel genetik dan lingkungan. Faktor lingkungan yang mempengaruhi antropometri termasuk konsumsi makanan dan status kesehatan (ada tidaknya *infeksi*).

*Antropometri* memiliki keuntungan sebagai proses yang mudah dan aman yang dapat dilakukan pada sampel yang besar. Keahlian tidak diperlukan dalam banyak kasus. Peralatannya tidak mahal, mudah dibawa, kokoh, dan dapat dipesan serta dibuat di dalam negeri. Akurat dan tepat karena dapat distandarisasi, mengidentifikasi atau menggambarkan riwayat gizi di masa lalu, dan menentukan status gizi baik, buruk, dan kurang secara keseluruhan karena adanya ambang batas yang jelas. Dapat menilai perubahan status gizi dari waktu ke waktu atau

antar generasi. Dapat digunakan untuk mengesampingkan kelompok-kelompok yang rentan gizi.

Kelemahan dari *antropometri* adalah bahwa ia tidak sensitif dan tidak dapat membedakan status kesehatan dalam waktu singkat. Variabel non-nutrisi (penyakit, kualitas keturunan, dan penurunan vitalitas) dapat mengurangi kekhususan dan pengaruh estimasi antropometri. Kesalahan yang terjadi di tengah-tengah estimasi dapat mempengaruhi ketepatan, ketelitian, dan keabsahan estimasi antropometri. Kesalahan ini terjadi karena kurangnya persiapan staf, kekecewaan terhadap peralatan, atau kesulitan dalam melakukan estimasi.

Dibandingkan dengan strategi lainnya, estimasi *antropometri* lebih masuk akal untuk mensurvei status gizi (khususnya KEP) di masyarakat. Estimasi tubuh yang biasa digunakan untuk menilai tingkat perbaikan fisik adalah berat badan (BB), tinggi badan (TB), lingkaran lengan atas (LILA), lingkaran kepala (LK), tebal lemak subkutan (TL) dan tinggi lutut. Evaluasi antropometri status gizi ditampilkan dalam bentuk file, seperti BB/U, TB/U, PB/U, BB/TB, IMT/U (Aritonang, 2013). Ada beberapa evaluasi status gizi yang dapat dihubungkan, yaitu (1) penyaringan atau skrining, lebih spesifik lagi status gizi masyarakat untuk rujukan dari kelompok atau pusat kesehatan yang berkaitan dengan suatu kegiatan atau syafaat, (2) pengecekan perkembangan yang berkaitan dengan kegiatan perluasan lahan, (3) evaluasi status gizi pada kelompok masyarakat yang dapat digunakan untuk menentukan program yang akan dilaksanakan sebagai dokumentasi penyusunan program.

### 2.3.2 Tujuan *Antropometri*

Pengukuran antropometri diperlukan untuk merancang sistem kerja yang sesuai. Seperti yang kita ketahui, ketika pengukuran dilakukan, ada variabel variabel tertentu yang mempengaruhinya. Misalnya, di lingkungan tempat kerja. Lingkungan fisik juga dapat memberikan pengaruh langsung dan tidak langsung terhadap pekerja. Lingkungan fisik adalah sekumpulan kondisi yang ada di sekitar tempat kerja. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi antropometri. Faktor-faktor yang mempengaruhi *antropometri* adalah:

#### A. Usia

Tubuh manusia tumbuh dalam ukuran sejak lahir hingga sekitar usia 20-25 tahun. Saat dewasa, pria kira-kira 10% lebih tinggi daripada wanita. Namun, perbedaan ini tidak terlihat selama masa pertumbuhan. Tidak seperti tinggi badan, parameter tubuh lainnya, seperti berat badan dan lingkar perut, dapat terus meningkat hingga usia 60 tahun. Perubahan bentuk tulang dapat terjadi pada usia lanjut, seperti kelengkungan punggung, terutama pada wanita.

#### B. Jenis Kelamin

Terdapat perbedaan *antropometri* antara pria dan wanita. Pada usia dewasa, pria biasanya lebih tinggi daripada wanita, dengan perbedaan sekitar 10%. Namun, perbedaan ini tidak terlihat pada usia dewasa. Tingkat pertumbuhan puncak wanita adalah antara usia 10 dan 12 tahun. Pada usia ini, betina jauh lebih tinggi dan lebih berat daripada jantan pada usia yang sama. Pada jantan, tingkat pertumbuhan maksimum terjadi pada usia 13-15 tahun. Selain lebih tinggi dan lebih berat, tubuh jantan juga umumnya 4.444 kali lebih besar dari betina. Namun, pada beberapa

ukuran perbedaannya tidak terlalu *signifikan*, misalnya pada bagian paha dan pinggul. Selain ukuran, perbedaan juga terlihat pada proporsi bagian tubuh dan postur tubuh.

#### C. Ras Dan Etnis

Ras dan kelompok etnis berbeda secara *signifikan* dalam ukuran dan proporsi tubuh manusia. Individu di Eropa cenderung memiliki tubuh yang lebih besar daripada di Asia. Secara umum, orang asia memiliki punggung yang lebih panjang dan kaki yang lebih pendek daripada orang Amerika dan Eropa.

#### D. Pekerjaan Dan Aktivitas

Kelompok orang dengan aktivitas pekerjaan yang beragam dapat dengan mudah diidentifikasi melalui perbedaan tinggi Badan dan kebugaran fisik. Antropometri penduduk desa yang terbiasa melakukan pekerjaan manual yang berat berbeda dengan penduduk kota yang bekerja di kantor dan menghabiskan waktu berjam-jam di depan komputer. Postur tubuh orang yang sering berolahraga berbeda dengan orang yang jarang berolahraga.

#### E. Kondisi Sosioal - Ekonomi

Faktor sosial ekonomi mempengaruhi asupan zat gizi dan zat gizi mempengaruhi tumbuh kembang tubuh berbagai penelitian menunjukkan peningkatan rata-rata ukuran tubuh manusia. antar generasi hal ini kemungkinan besar disebabkan oleh peningkatan kesejahteraan dan asupan gizi yang lebih baik dibandingkan generasi sebelumnya.

### 2.3.3 Pengukuran Antropometri

Strategi pengumpulan informasi antropometri dan jenis perangkat keras yang digunakan untuk *estimasi* tergantung pada jenis informasi yang dikumpulkan.

Sebanyak mungkin informasi antropometrik dapat dikumpulkan menjadi beberapa komponen sebagai berikut:

A. Dimensi *Linear (Jarak)*

Dari kedua pengukuran tersebut, dimensi linier adalah yang paling terbatas dan digunakan untuk menentukan panjang, tinggi, dan lebar komponen tubuh pada manusia.

B. Lingkar Tubuh

Lingkar tubuh, termasuk lingkar kepala, perut, dan paha, dihitung dengan mengukur panjang lingkar permukaan tubuh.

C. Sudut

Ada dua metode pengukuran sudut: baik pasif maupun aktif. Pengukuran yang dilakukan secara pasif bertujuan untuk mengetahui tren posisi tubuh selama bekerja, yang selanjutnya dapat digunakan untuk menilai potensi risiko gangguan *muskuloskeletal*. *Goniometri aktif* bertujuan untuk mengetahui kelenturan tubuh dalam kaitannya dengan *mobilitas* maksimal sistem *muskuloskeletal*. Pengukuran aktif ini biasa dilakukan pada penelitian terkait *reliabilitas*, olahraga, dan biomekanik.

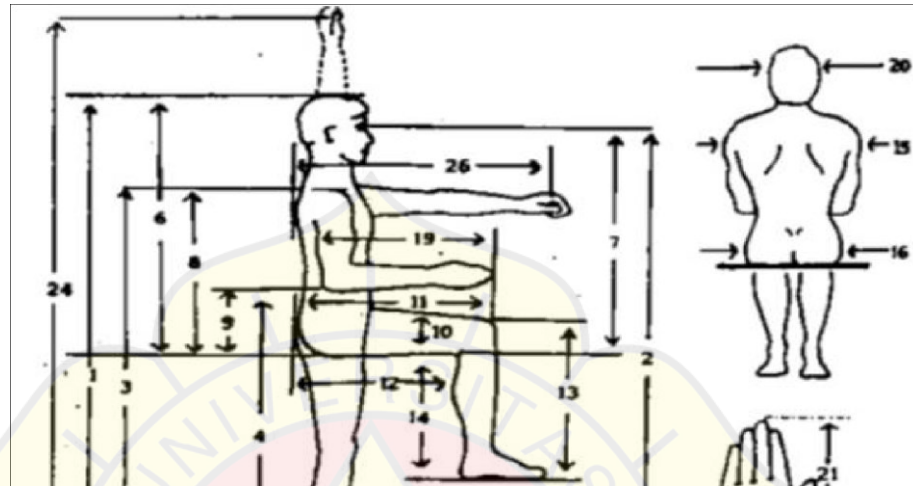
D. Berat Badan

Ada banyak aplikasi untuk mengukur berat badan, seperti menentukan informasi pribadi dan membuat perangkat yang akan bersentuhan langsung dengan orang.

E. *Antropometri Dinamis*

Mengukur atribut fisik seseorang saat mereka bergerak atau mengamati potensi gerakan saat mereka melakukan tugasnya dikenal sebagai antropometri dinamis.

Mendapatkan ukuran komponen bodi diperlukan untuk memperjelas data antropometri yang tepat yang diterapkan pada desain produk atau kendaraan kerja yang berbeda. Gambar berikut ini memberikan penjelasan mengenai dimensi tubuh antropometri yang diperlukan untuk desain:



Gambar 2.3 Antropometri tubuh manusia

Tabel 2.1 Keterangan Antropometri Tubuh

No	Dimensi	Keterangan
1	D1	Tinggi Tubuh
2	D2	Tinggi Mata
3	D3	Tinggi Bahu
4	D4	Tinggi Siku
5	D5	Tinggi Pinggul
6	D6	Tinggi Tulang Ruas
7	D7	Tinggi Ujung Jari
8	D8	Tingg dalam Posisi Duduk

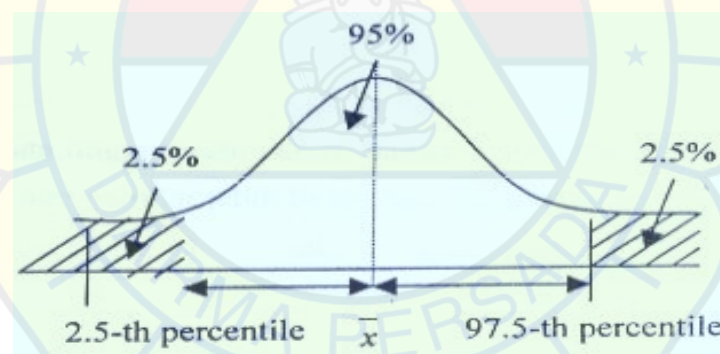
9	D9	Tinggi mata dalam Posisi Duduk
10	D10	Tinggi bahu dalam Posisi Duduk
11	D11	Tinggi siku dalam Posisi Duduk
12	D12	Tebal Paha
13	D13	Panjang Lutut
14	D14	Panjang Popliteal
15	D15	Tinggi Lutut
16	D16	Tinggi Popliteal
17	D17	Lebar Sisi Bahu
18	D18	Lebar Bahu Bagian Atas
19	D19	Lebar Pinggul
20	D20	Tebal Dada
21	D21	Tebal Perut
22	D22	Panjang Lengan Atas
23	D23	Panjang Lengan Bawah
24	D24	Panjang Rentang Tangan Kedepan
25	D25	Panjang Bahu Genggaman Tangan ke Depan
26	D26	Panjang Kepala
27	D27	Lebar Kepala
28	D28	Panjang Tangan
29	D29	Lebar Tangan
30	D30	Panjang Kaki
31	D31	Lebar Kaki
32	D32	Panjang Rentangan Tangan ke Samping
33	D33	Panjang Rentangan Siku
34	D34	Tinggi Genggaman Tangan ke Atas dalam Posisi Berdiri
35	D35	Tinggi Genggaman Tangan ke Atas Dalam Posisi Duduk
36	D36	Panjang Genggaman Tangan ke Depan

Terdapat perbedaan yang cukup besar pada ukuran individu tubuh manusia, sehingga perhatian harus diberikan pada kisaran nilai yang tersedia. Masalah penyimpangan ukuran sebenarnya akan lebih mudah diperbaiki jika kita bisa mendesain produk yang *fleksibel* dan bisa “beradaptasi” dengan rentang ukuran tertentu. Dalam menentukan data antropometri biasanya akan diterapkan penggunaan distribusi normal. Distribusi normal dapat dibangun berdasarkan mean dan deviasi standar dari data yang ada. Berdasarkan nilai-nilai yang ada tersebut, persentase (nilai mewakili persentase tertentu orang dengan pengukuran sama dengan atau kurang dari nilai ini) dapat ditentukan berdasarkan tabel probabilitas



berdistribusi normal. Jika ukuran yang diinginkan mampu menampung 95% populasi saat ini, maka kisaran persentil 2,5 dan 97,5 diambil sebagai batasnya. Telah dibuktikan secara statistik bahwa data pengukuran tubuh manusia pada populasi yang berbeda akan didistribusikan dalam bentuk histogram sedemikian rupa. nilai yang setara akan dikumpulkan di bagian di tengah *grafik*.

Persen menunjukkan pecahan per seratus orang dalam populasi orang yang memiliki ukuran tubuh tertentu. Tujuan penelitian yaitu populasi dibagi ke dalam kategori sehingga total orang 100% diurutkan dari populasi terkecil hingga terbesar berdasarkan ukuran tubuh tertentu. Misal kita katakan persentil ke 95 dari ukuran ukuran berarti hanya 5% data yang merupakan data berukuran yang mempunyai nilai lebih besar dari nilai populasi dan 95% dari populasi merupakan data apakah ukurannya mempunyai nilai yang sama atau lebih kecil. nilai dalam populasi tersebut.



Gambar 2.4 Distribusi normal yang mengakomodasi 95% dari populasi

Ada dua hal penting yang harus selalu diingat ketika menggunakan persentase. Pertama, *persentil antropometri* setiap individu hanya berlaku untuk satu bagian data yang berkaitan dengan ukuran tubuh. Kedua, kita tidak bisa mengatakan bahwa seseorang mempunyai persentil, 95, 90, atau 5 yang sama untuk semua dimensi. Gunakan nilai persentil yang biasa diterapkan pada. Berikut ini cara Perhitungan Data *Antropometri* pada tabel 2.2:

Tabel 2.2 Macam Persentil Dan Cara Perhitungan Dalam Distribusi Normal

Persentil	Perhitungan	Persentil	Perhitungan
Ke-1	$\bar{x} - 2.325\sigma x$	Ke-90	$\bar{x} + 1.280\sigma x$
Ke-2.5	$\bar{x} - 1.960\sigma x$	Ke-95	$\bar{x} + 1.645\sigma x$
Ke-5	$\bar{x} - 1.645\sigma x$	Ke-97.5	$\bar{x} + 1.960\sigma x$
Ke-10	$\bar{x} - 1.280\sigma x$	Ke-99	$\bar{x} + 2.325\sigma x$
Ke-50	$\bar{x}$		

Berdasarkan keterangan Tabel 2.2 di atas, yaitu:

$\bar{x}$  = Mean Data                       $\sigma x$  = Standar Deviasi Dari Data  $x$

**Perhitungan Antropometri**

Uji keragaman data

Tingkat Kepercayaan = 99% dari 100% rata-rata data yang diukur.

Tingkat Ketelitian = 1% Penyimpangan data.

**Keterangan Rumus:**

$\bar{x}$  = rerata atau mean                       $\frac{1}{N}$  = 1 kilogram meter per detik kuadrat

$n$  = jumlah *observasi*                       $\sigma$  = Simbol simpangan baku populasi

$\sum x$  = jumlah seluruh data                       $\mu$  = Rata-rata populasi

$N$  = jumlah observasi total                       $s$  = Contoh simbol deviasi standar

BK = Berkelium *Variabel*                       $X$  = Suatu Nilai dalam Persamaan Satu

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$BK = \bar{x} + 3\sigma \dots\dots\dots (2.2)$$

$$BK = \bar{x} - 3\sigma \dots\dots\dots (2.3)$$

$$\sigma = \frac{1}{N} \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$2.4 N' = z/s \sqrt{\frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{\sum x}} \dots\dots\dots (2.5)$$

## 2.4 Metode Ergonomi

### 2.4.1 Nordic Body Map

Nordic Body Map adalah sebuah metode untuk mengevaluasi rasa sakit pada sistem *muskuloskeletal*. Sistem *muskuloskeletal* (*sistem motorik*) adalah sekelompok organ yang memungkinkan hewan (dan manusia) bergerak dengan menggabungkan otot dan kerangka. Sistem *muskuloskeletal* membentuk, menopang, menstabilkan, dan menggerakkan tubuh.

*Nordic Body Map* adalah alat berbasis kuesioner yang paling umum digunakan untuk mengidentifikasi ketidaknyamanan atau nyeri fisik (Kroemer, 2001). Kuesioner ini dikembangkan oleh Kourinka pada tahun 1987, kemudian pada tahun 1992, Dickinson merevisinya. Responden yang mengisi kuesioner diminta untuk menunjukkan apakah terdapat kelainan pada area tubuh tersebut (Kroemer, 2001). Kartu *Nordic Body Map* bertujuan untuk mengetahui lebih detail bagian tubuh mana saja yang bermasalah atau nyeri saat proses persalinan. Sekalipun kuesioner ini bersifat subjektif (Santoso et al., 2014), kuesioner sebanyak ini masih memenuhi syarat dan valid untuk digunakan.

Berdasarkan hasil pengisian kuesioner dan pengolahan data *kuesioner Nordic Body Map* diperoleh hasil yang mewakili kondisi tubuh operator. Apabila syarat kerja operator adalah menggunakan kedua bagian tubuh secara seimbang. Berdasarkan hasil pengolahan data, terdapat beberapa bagian tubuh dimana mempunyai bobot sebesar 46% untuk keluhan A, 36% untuk keluhan B, 18% untuk keluhan C, dan 0% untuk klaim C. Dapat dikatakan bahwa pekerja operator ini mempunyai risiko kerja, khusus dengan penjelasan nilai Klaim B + C > klaim A. untuk Keluhan B terletak pada *ekstremitas atas (leher)*, *ekstremitas tengah*

(Tangan/Pergelangan Tangan tangan), dan ekstremitas bawah (paha-lutut). untuk keluhan C rata-rata tingkat nyeri tengah (pada lengan kiri, punggung, pinggang, pergelangan tangan tangan, tangan kanan). Dari hasil pengolahan tersebut dapat dikatakan bahwa operator bekerja pada kondisi yang tidak biasa, baik dari segi beban kerja yang diangkat maupun postur tubuh pada saat melakukan pengolahan. Berikut ini adalah Tabel Kuesioner *Nordic Body Map* Yaitu:

Tabel 2.3 Kuensioner *Nordic Body Map*

No	Lokasi	Keluhan Sakit	
		Sakit	Tidak Sakit
0	Sakit pada atas leher		
1	Sakit pada bawah leher		
2	Sakit pada kiri bahu		
3	Sakit pada kanan bahu		
4	Sakit pada kiri atas lengan		
5	Sakit pada punggung		
6	Sakit pada kanan atas lengan		
7	Sakit pada pinggang		
8	Sakit pada pantat		
9	Sakit pada bagian bawah pantat		
10	Sakit pada kiri siku		
11	Sakit pada kanan siku		

12	Sakit pada kiri lengan bawah		
13	Sakit pada kanan lengan bawah		
14	Sakit pada pergelangan tangan kiri		
15	Sakit pada pergelangan tangan kanan		
16	Sakit pada tangan kiri		
17	Sakit pada tangan kanan		
18	Sakit pada paha kiri		
19	Sakit pada paha kanan		
20	Sakit pada lutut kiri		
21	Sakit pada lutut kanan		
22	Sakit pada betis kiri		
23	Sakit pada betis kanan		
24	Sakit pada pergelangan kaki kiri		
25	Sakit pada pergelangan kaki kanan		
26	Sakit pada kaki kiri		
27	Sakit pada kaki kanan		

Skala data nominal (level) atau skala data ordinal dapat digunakan untuk menilai *kuesioner* NBM. Pada skala data nominal, jawaban “YA” menunjukkan adanya keluhan atau nyeri *musculoskeletal*, sedangkan jawaban “TIDAK” menunjukkan tidak adanya keluhan atau rasa tidak nyaman tersebut. Persepsi responden terhadap banyaknya pengaduan selanjutnya diketahui dengan memaparkan hasil *kuesioner*. Tindakan korektif dapat dilaksanakan, bergantung pada beratnya keluhan karyawan. Tabel 2.3 menampilkan klasifikasi risiko gangguan *musculoskeletal*.

#### 2.4.2 REBA (*Rapid Entire Body Assessment*)

*Rapid Entire Body Assessment* Berdasarkan ergonomi, ini memungkinkan Anda menilai dengan cepat posisi kerja operator atau postur leher, punggung, lengan, pergelangan tangan, dan kaki. Faktor *kerangka Bed*, beban eksternal yang dibawa oleh *kerangka Bed*, dan perilaku mekanis semuanya

memengaruhi metode ini. Pendekatan *ergonomis* mempertimbangkan faktor-faktor seperti postur, kekuatan, aktivitas dan cengkeraman yang dapat menyebabkan cedera ketika melakukan hal yang sama berulang kali. Metode ini menilai postur tubuh tenaga kerja dengan menggunakan skor risiko 1 sampai 15. Skor tertinggi menunjukkan tingkat risiko (bahaya) yang *signifikan* di tempat kerja. Hal ini menunjukkan bahwa pekerja yang diteliti tidak akan memiliki risiko ergonomis dengan skor terendah. *REBA* diciptakan untuk dengan cepat *mengidentifikasi* postur kerja yang berbahaya dan melakukan perbaikan yang diperlukan. *REBA* dibuat tanpa menggunakan alat khusus apa pun. Oleh karena itu, peneliti dapat belajar mengukur dan menguji tanpa kesulitan apa pun. Biaya peralatan tambahan. Pengujian *REBA* dapat dilakukan di ruang terbatas tanpa mempengaruhi operasi internal. Skor berdasarkan rentang *REBA* dan pergerakan tubuh ditunjukkan di bawah ini.

#### **2.4.2.1 Metode REBA**

Berikut faktor - faktor penilaian postur dan gerakan kerja menggunakan metode REBA:

1. Memanfaatkan bantuan gambar atau video untuk mengumpulkan informasi tentang postur karyawan. Anda dapat memperoleh gambaran menyeluruh tentang postur pekerja dengan mengambil gambar atau video seluruh tubuhnya, termasuk leher, punggung, lengan, pergelangan tangan, dan kaki. Hal ini dilakukan agar peneliti memperoleh informasi yang tepat (*spesifik*) tentang postur tubuh dari foto dan rekaman, sehingga berguna untuk perhitungan dan analisis selanjutnya.

2. Pastikan Verifikasi sudut bagian tubuh pekerja. Sudut lengan, lengan bawah, pergelangan tangan, kaki, leher, dan badan operator ditentukan setelah postur mereka tertangkap kamera dan difoto.
3. Identifikasi benda yang akan diangkat, sambungan dan aktivitas yang berhubungan dengan pekerjaan.
4. Tentukan tingkat tindakan berdasarkan pentingnya tindakan tersebut.
5. Gunakan metode pena dan kertas serta peralatan dasar.
6. Langkah terakhir adalah mengetahui nilai REBA untuk pose tertentu.

Proses untuk penilaian ergonomi tempat kerja yang memerlukan analisis postur dapat menggunakan REBA.

1. seluruh tubuh.
2. Postur tubuh yang *statis*, *dinamis*, cepat berubah, atau tidak seimbang adalah contoh postur tubuh.
3. saat ini membawa beban. Sebelum dan sesudah perbaikan tempat kerja.

### **Kelebihan Metode REBA**

Penggunaan *REBA* sebagai metode untuk menganalisis postur pekerja memiliki banyak keuntungan. Metode REBA, berdasarkan *Nexfgen Ergonomic*, Berikut ini adalah faktor cepat dan keuntungan bagi operator dalam berkerja yaitu:

1. Ini adalah cara cepat untuk menilai semangat kerja karyawan dalam sekelompok karyawan yang mungkin merasa tidak puas di tempat kerjanya.
2. Dapat Dimungkinkan untuk mengidentifikasi faktor-faktor risiko yang berkaitan dengan pekerjaan.
3. Postur Dengan menggunakan metode REBA, dua keadaan postur stabil dan tidak stabil dapat *diidentifikasi*.

4. Nilai aktivitas dapat digunakan untuk *mengidentifikasi* perubahan yang diperlukan, memprioritaskan pemecahan masalah, dan menyelesaikan masalah.

### Penilaian Postur Tubuh Grup A

Postur Anggota tubuh yang menyusun postur tubuh A adalah lengan atas (lengan kiri), lengan bawah (lengan kanan), pergelangan tangan (lengan kiri), dan pergelangan tangan memutar (lengan kanan).

#### 1. Lengan Atas (*upper arm*)



Gambar 2.5 Postur Tubuh Lengan Atas

Skor tubuh untuk Grup A lengan atas sebagai berikut:

Tabel 2.4 Skor Tubuh Lengan Atas

Pergerakan	Skor	Perubahan Skor
20° <i>extension</i> - 20° <i>flexion</i>	1	+ Jika posisi lengan abducted +1 Jika bahu ditinggikan -1 Jika bersandar, bobot lengan ditopang atau sesuai gravitasi
>20° <i>extension</i>	2	
20° - 45° <i>flexion</i>		
45° - 90° <i>flexion</i>	3	
>90° <i>flexion</i>	4	

#### 2. Lengan Bawah (Lower Arm)



Gambar 2.6 Postur Tubuh Lengan Bawah





Setelah mendapat skor dari kelompok A, skor tersebut dibandingkan dengan skor aktivitas. Skor aktivitas disesuaikan berdasarkan kategori berikut yang terdapat pada tabel:

Tabel 2.8 Skor Aktivitas

aktivitas	Skor	Keterangan
Postur Statik	+1	Satu/lebih bagian tubuh statis/diam
Pengulangan	+1	Tindakan dilakukan berulang-ulang lebih dari 4 kali permenit

Hasil Skor ini dibandingkan dengan skor beban. Skor beban tersebut di atas didasarkan pada kategori-kategori berikut yang terdapat dalam tabel:

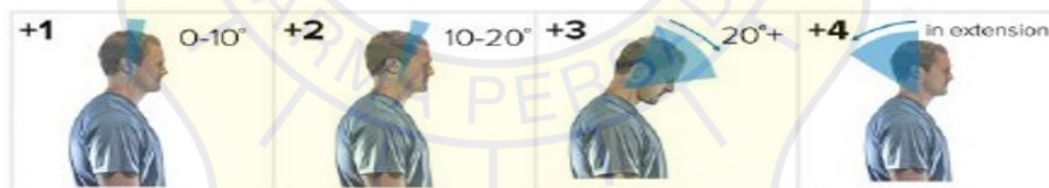
Tabel 2.9 Skor Beban

Beban	Skor	Keterangan
<5 Kg	0	+1 Penambahan beban secara tiba-tiba atau secara cepat
5 Kg-10 Kg	1	
>10 Kg	2	

### Penilaian Metode Reba Grup B

Evaluasi postur kelompok B meliputi kaki, badan, dan leher.

#### 1. Leher (*neck*)



Gambar 2.8 Postur Tubuh Leher (neck)

Berikut ini adalah skor pada leher pada tabel:

Tabel 2.10 Skor bagian leher

Pergerakan	Skor	Perubahan skor
0°- 20°	1	1+ jika leher memutar/miring kesamping
>20° kedepan atau >20° kebelakang	2	

## 2. Batang Tubuh (*trunk*)



Gambar 2.9 Postur Batang Tubuh (*trunk*)

Berikut ini adalah skor pada batang tubuh (*trunk*) pada tabel:

Tabel 2.11 Skor Batang Tubuh (*trunk*)

Pergerakan	Skor	Perubahan Skor
Posisi Normal 0°	1	
0° - 20°	2	+1 Jika leher berputar/bengkok
20°-60°	3	+1 batang tubuh bengkok
>60°	4	

## 3. Kaki (*legs*)



Gambar 2.10 Postur Tubuh Kaki (*legs*)

Berikut ini adalah skor nilai pada kaki (*legs*) pada tabel:

Tabel 2.12 Skor Kaki (*legs*)

Pergerakan	Skor
Posisi Normal/Seimbang	1
Tidak Seimbang	2

Nilai skor berikut diperoleh dengan memasukkan nilai leher, badan, dan kaki kelompok B ke dalam tabel kelompok B:

Tabel 2.13 Skor Grup B Punggu, Leher, Kaki

Leher	Punggung											
	1		2		3		4		5		6	
	Kaki		Kaki		Kaki		Kaki		Kaki		Kaki	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

Tabel 2.14 Skor Akhir

Nilai A	Nilai B							
		1	2	3	4	5	6	7+
1	1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	5	6	6	7	7	7
8+	5	5	5	6	7	7	7	7

Hasil skor dari tabel di atas diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori level resiko pada tabel dibawah sebagai berikut:

Tabel 2.15 Kategori Tindakan Reba

Action Level	Skor REBA	Level Resiko	Tindakan Perbaikan
0	1	Bisa diabaikan	Tidak Perlu
1	2 s/d 3	Rendah	Mungkin Perlu
2	4 s/d 7	Sedang	Perlu
3	8 s/d 10	Tinggi	Perlu Segera
4	11 s/d 15	Sangat Tinggi	Perlu Saat Ini Juga

### Perancangan Alat

1. Konsep desainnya baru dan belum pernah terlihat sebelumnya. Saat memilih desain awal, seorang desainer harus mempertimbangkan sebanyak mungkin kemungkinan dan memilih yang terbaik.
2. Desain *Adaptif* atau Perkembangan bertujuan untuk meningkatkan prinsip operasional guna mencapai perubahan yang lebih *signifikan* terhadap

kinerja alat yang ditargetkan. Bahan yang digunakan untuk mendesain alat ini bisa berbeda-beda tergantung jenis desainnya.

3. Variasi desain: ini adalah metode desain di mana detail tertentu, seperti dimensi atau proporsi objek, dapat divariasikan tanpa mengubah pengoperasian atau desain objek.

Desain produk mencakup proses pengembangan produk yang sangat menyeluruh. Ketika produksi, distribusi, dan penjualan meningkat, desain produk baru tercipta. Pengembangan bisnis baru adalah proses yang dijelaskan di sini. Proses inovasi industri tidak mencakup pengembangan produk. Pemanfaatan produk baru di pasar (*displaying new product*), serta promosi kegiatan penjualan, manufaktur, distribusi, dan penjualan merupakan contoh inovasi industri.

Produk perusahaan adalah apa yang dijualnya kepada kliennya. Fase pertama dalam proses penciptaan produk adalah menganalisis nilai dan persepsi pasar. Pembayaran untuk pengembangan produk diberikan oleh sekelompok investor korporat yang berharap mendapatkan keuntungan jika produk tersebut dapat diproduksi dan dijual. Namun, sulit untuk memastikan manfaatnya secara tepat dan cepat. Tiga dimensi tambahan yang berbeda ditetapkan oleh *Ulrich* dan *Eppinger* (2001):

1. Kualitas Produk

Setelah pembuatan, seberapa baik produk tersebut sesuai dengan harapan klien dan apakah produk tersebut dapat diandalkan dan tahan lama? Kesiediaan pelanggan untuk membayar dan pangsa pasar produk akan dipengaruhi oleh kualitas produk akhir.

2. Biaya Produk

Biaya produk mencakup pengeluaran barang modal dan peralatan selain biaya produksi setiap unit produk. Harga pokok produk menentukan keuntungan perusahaan pada harga dan volume penjualan tertentu.

### 3. Waktu Pengembangan Produk

Evolusi waktu terhadap daya saing produk perusahaan. kemampuan beradaptasinya terhadap kemajuan teknologi. Terakhir, persetujuannya terhadap pertumbuhan ekonomi yang dihasilkan oleh kerja tim pembangunan. Kecepatan anggota tim menyelesaikan pengembangan produk akan memengaruhi segalanya.

### 4. Biaya Pengembangan

Biaya pengembangan adalah biaya yang ditanggung bisnis saat menciptakan produk baru. Salah satu bagian terbesar dari investasi yang diperlukan untuk menghasilkan keuntungan sering kali adalah pengeluaran pembangunan.

### 5. Kapabilitas Pengembangan

Pengalaman proyek membantu tim pengembangan dan kapasitas perusahaan untuk menciptakan produk yang lebih baik di masa depan. Bisnis dapat menciptakan masa depan dengan lebih sukses dan ekonomis dengan memanfaatkan kemampuan pengembangannya.