

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **2.1 Ergonomi**

Ergonomi fokus pada interaksi manusia dengan produk, peralatan, fasilitas, prosedur, dan lingkungan dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini dilakukan dengan memperhatikan faktor manusia dan menjaga keseimbangan antara beban tugas dan kapasitas kemampuan pekerja untuk mencapai performansi kerja yang optimal. Ergonomi adalah disiplin ilmu, seni, dan teknologi yang secara sistematis memanfaatkan informasi mengenai karakteristik, kemampuan, serta keterbatasan manusia dalam merancang sistem kerja yang berfokus pada aspek ENASE yaitu efektif, nyaman, aman, sehat, dan efisien. Tujuannya adalah untuk menciptakan keselarasan antara alat, metode, dan lingkungan kerja, sehingga manusia dapat beraktivitas secara optimal dalam sistem tersebut. Penerapan ergonomi bertujuan untuk mendukung efektivitas, keselamatan, kesehatan, dan kenyamanan dalam bekerja, dengan sasaran akhir meningkatkan kualitas hidup manusia di lingkungan tempat mereka berada (Purbasari, 2019). Dengan demikian, ergonomi berperan penting dalam mencapai kualitas kerja yang optimal dan meningkatkan kesejahteraan pekerja.

Ergonomi dibagi menjadi 3 bidang studi utama. Adapun penjelasan 3 bidang studi utama ergonomi yaitu sebagai berikut (Hutabarat, 2021).(Purbasari, 2019)

##### **a. Ergonomi fisik**

Berhubungan dengan struktur anatomi tubuh manusia serta sejumlah karakteristik antropometri, fisiologis, dan biomekanik yang berhubungan dengan kegiatan fisik.

b. Ergonomi kognitif

Berhubungan dengan proses mental seperti persepsi, ingatan, penalaran, dan respons motorik yang memengaruhi interaksi manusia dengan sistem. Topik terkait mencakup beban kerja mental, pengambilan keputusan, keterampilan kerja, interaksi manusia-komputer, keandalan, stres kerja, dan pelatihan sistem berbasis komputer.

c. Ergonomi Organisasi

Berhubungan dengan optimalisasi sistem sosial-teknis, mencakup struktur organisasi, kebijakan, dan proses. Topik yang relevan meliputi komunikasi, manajemen sumber daya, desain kerja, kerja tim, kolaborasi, program kerja baru, dan manajemen mutu.

Pada penerapan evaluasi sistem kerja, ergonomi memiliki 5 bidang keilmuan yang digunakan secara integrasi dan terintegrasi sehingga mendapatkan suatu hasil yang optimal. Adapun penjelasan kelima bidang keilmuan tersebut yaitu sebagai berikut (Hutabarat, 2021).

a. Faal Kerja

Faal kerja adalah bagian dari studi ergonomi yang fokus pada jumlah energi yang digunakan oleh tubuh selama bekerja, dengan tujuan merancang sistem kerja yang efisien agar penggunaan energi dapat diminimalkan.

b. Antropometri

Antropometri adalah bidang keilmuan ergonomi yang memiliki hubungan dengan ukuran dimensi tubuh manusia yang dapat digunakan untuk perancangan suatu alat dan fasilitas sehingga dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna.

c. Biomekanika

Biomekanika adalah bidang keilmuan ergonomi yang menjelaskan tentang mekanisme tubuh dalam melakukan suatu pekerjaan.

d. Penginderaan

Pengindraan adalah bidang keilmuan ergonomi yang memiliki hubungan dengan masalah pada indera manusia, baik indera penglihatan, penciuman, perasa dan sebagainya.

e. Psikologi kerja

Psikologi Kerja adalah bidang keilmuan ergonomi yang memiliki hubungan dengan efek psikologis dari suatu pekerjaan terhadap pekerjanya, contohnya adalah stress pada saat bekerja.

## 2.2 Perancangan dan Pengembangan Produk

Produk merupakan barang atau jasa yang ditawarkan oleh penjual kepada konsumen. Pengembangan produk merupakan serangkaian kegiatan yang dimulai dari analisis persepsi konsumen dan peluang pasar, hingga tahap produksi, pemasaran, dan distribusi kepada pelanggan (Ulrich *and* Eppinger, 2001). Pengembangan produk merupakan suatu rangkaian kegiatan yang dimulai dari tahap perencanaan hingga proses produksi, yang disusun berdasarkan kebutuhan dan permintaan pasar (Prabowo *and* Zoelangga, 2019). Fase-fase yang terdapat pada perancangan dan pengembangan produk yaitu sebagai berikut (Ulrich *and* Eppinger, 2001).

0. Perencanaan:

Fase perencanaan atau biasa disebut dengan *zero* fase karena fase ini berlangsung sebelum disetujuinya proyek dan dimulainya proses pengembangan produk secara nyata.

1. Pengembangan Konsep:

Dalam Fase pengembangan konsep, kebutuhan pasar yang menjadi sasaran utama, berbagai alternatif konsep produk dirancang dan dianalisis, lalu dipilih satu atau beberapa konsep untuk dikembangkan dan diuji lebih lanjut. Konsep merupakan gambaran mengenai bentuk, fungsi, dan desain visual produk, yang umumnya dilengkapi dengan spesifikasi teknis, analisis terhadap produk pesaing, serta pertimbangan aspek ekonomi dari proyek tersebut.

2. Perancangan Tingkatan Sistem:

Fase perancangan tingkat sistem melibatkan penentuan arsitektur produk serta penguraian produk menjadi subsistem dan komponen-komponen. Pada fase ini, rancangan rakitan akhir untuk keperluan produksi umumnya mulai ditetapkan. Hasil dari tahap ini biasanya mencakup desain bentuk produk, spesifikasi fungsional masing-masing subsistem, dan diagram aliran proses untuk perakitan akhir.

3. Perancangan Detail:

Fase perancangan detail mencakup spesifikasi menyeluruh terkait bentuk, material, dan toleransi dari setiap komponen unik dalam produk, serta identifikasi semua komponen standar yang akan dibeli dari pemasok. Selain itu, perencanaan proses produksi disusun dan peralatan untuk pembuatan tiap komponen dalam sistem produksi juga dirancang.

4. Pengujian dan Perbaikan:

Fase pengujian dan penyempurnaan mencakup pembuatan serta evaluasi berbagai versi prototipe produk. Prototipe ini umumnya menggunakan komponen dengan bentuk dan material yang serupa dengan produk akhir, namun tidak selalu diproduksi menggunakan metode fabrikasi yang sama seperti pada proses produksi massal.

5. Produksi awal

Pada fase produksi awal, produk mulai dibuat menggunakan sistem produksi yang sebenarnya. Tujuan utama fase ini adalah untuk melatih tenaga kerja serta mengatasi potensi masalah yang mungkin muncul dalam proses produksi nyata. Produk yang dihasilkan pada tahap ini sering disesuaikan dengan permintaan pelanggan dan dievaluasi secara cermat untuk mengidentifikasi kekurangan yang masih ada.

### 2.3 Antropometri

Antropometri merupakan sebuah keilmuan tentang pengukuran tubuh dimensi manusia dari tulang, otot dan jaringan adiposa atau lemak. Adapun penjelasan antropometri yaitu sebagai berikut.

### 2.3.1 Definisi Antropometri

Kata antropometri bersumber dari “*anthro*” yang berarti manusia dan “*metri*” yang berarti ukuran. Antropometri adalah cabang keilmuan dari ergonomi yang fokus pada pengukuran tubuh manusia, termasuk dimensi linear, volume tubuh, serta mencakup aspek-aspek seperti jangkauan gerak, kekuatan, kecepatan, dan karakteristik gerakan tubuh lainnya. Antropometri adalah pengetahuan yang menyangkut pengukuran tubuh manusia khususnya dimensi tubuh (Fitra *et al.*, 2020). Secara definisi, antropometri merupakan studi yang berhubungan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia, yang mencakup jangkauan ukuran, kekuatan, kecepatan, serta berbagai aspek lain yang terkait dengan pergerakan tubuh manusia (Wijaya *et al.*, 2016). Dengan tersedianya data antropometri manusia, maka kita dapat mengetahui ukuran yang tepat dan akurat sesuai dengan kebutuhan pengguna. Salah satu contoh penerapannya yaitu dalam perancangan stasiun kerja dan desain produk, di mana data ini membantu menentukan jarak yang ergonomis saat operator berinteraksi dengan kursi, meja, dan perangkat komputer.

### 2.3.2 Jenis-Jenis Antropometri

Antropometri terdiri dari 2 jenis yaitu antropometri statis dan antropometri dinamis (Zetli *et al.*, 2019). Kedua jenis antropometri memiliki fungsi dan tujuan yang berbeda. Selain fungsi dan tujuan yang berbeda, kedua jenis antropometri juga memiliki cara pengukuran yang berbeda. Adapun penjelasan jenis-jenis antropometri adalah sebagai berikut (Wijaya *et al.*, 2016).

### 1. Antropometri Statis

Antropometri statis merupakan pengukuran dimensi dan karakteristik tubuh manusia dalam kondisi tidak bergerak atau diam pada posisi tertentu atau posisi standar. Contohnya meliputi lebar bahu, ukuran telapak tangan, kepala, dan kaki.

### 2. Antropometri Dinamis

Antropometri dinamis merupakan pengukuran dimensi atau karakteristik tubuh saat sedang bergerak, dengan memperhatikan gerakan-gerakan yang dilakukan selama aktivitas kerja. Contohnya termasuk sudut pergerakan lengan dan rotasi pergelangan kaki.

#### 2.3.3 Faktor Yang Mempengaruhi Antropometri

Pada dasarnya manusia memiliki ukuran tubuh dan bentuk yang berbeda-beda. Perbedaan yang ada dapat terjadi diakibatkan oleh berbagai macam faktor (Maulina, 2018). Selain karena faktor genetik atau keturunan ukuran tubuh manusia juga dapat dipengaruhi oleh kebiasaan sehari-hari. Adapun faktor-faktor yang dapat mempengaruhi dimensi antropometri adalah sebagai berikut (Wijaya *et al.*, 2016).

##### 1. Umur

Pertumbuhan ukuran tubuh manusia berlangsung sejak lahir hingga sekitar usia 20 tahun pada pria dan 17 tahun pada wanita. Setelah memasuki usia 60 tahun, ukuran tubuh manusia cenderung mulai menuru.

##### 2. Jenis Kelamin

Pria memiliki rata-rata dimensi tubuh yang lebih besar dibandingkan wanita kecuali dada dan pinggul.

##### 3. Suku Bangsa (Etnis)

Perbedaan dimensi tubuh dipengaruhi oleh etnis. Dimensi antropometri menunjukkan pria suku Jawa memiliki jari lebih panjang dibanding pria suku Batak, sedangkan wanita suku Jawa memiliki tangan dan lengan lebih panjang. Sebaliknya, wanita suku Batak cenderung memiliki paha dan perut lebih tebal, serta bentuk kaki yang berbeda dari wanita Jawa.

##### 4. Pekerjaan

Rutinitas pekerjaan dapat mengakibatkan terjadinya perbedaan ukuran antropometri. Pekerjaan yang dilakukan secara terus menerus dapat mengakibatkan perubahan bentuk tubuh. Contoh atlet basket memiliki tubuh yang lebih tinggi dan atlet angkat beban memiliki tubuh lebih tebal dan pendek.

#### 2.3.4 Dimensi Antropometri

Dimensi antropometri dapat digunakan untuk bermacam-macam keperluan, seperti desain stasiun kerja, desain fasilitas kerja, dan desain produk agar mendapatkan ukuran yang tepat dan sesuai dengan dimensi tubuh manusia yang akan menggunakannya agar merasa nyaman (Maulina, 2018). Dimensi antropometri yang dipakai untuk melakukan perancangan merupakan data antropometri Indonesia. Dimensi antropometri Indonesia merupakan pengukuran 36 dimensi tubuh dari masyarakat Indonesia. 36 dimensi antropometri Indonesia yaitu sebagai berikut (Zetli *et al.*, 2019).

**Tabel 2. Dimensi Antropometri**

Kode Dimensi	Nama Dimensi
D1	Tinggi tubuh
D2	Tinggi mata
D3	Tinggi bahu
D4	Tinggi siku
D5	Tinggi pinggul
D6	Tinggi tulang ruas
D7	Tinggi ujung jari
D8	Tinggi dalam posisi duduk
D9	Tinggi mata posisi duduk
D10	Tinggi bahu dalam posisi duduk
D11	Tinggi siku dalam posisi duduk
D12	Tebal paha
D13	Panjang lutut
D14	Panjang popliteal
D15	Tinggi lutut
D16	Tinggi popliteal
D17	Lebar sisi bahu
D18	Lebar bahu bagian atas
D19	Lebar pinggul
D20	Tebal dada
D21	Tebal perut
D22	Panjang lengan atas

**Tabel 2. Dimensi Antropometri (Lanjutan)**

Kode Dimensi	Nama Dimensi
D23	Panjang lengan bawah
D24	Panjang rentang tangan ke depan
D25	Panjang bahu-genggaman tangan
D26	Panjang kepala
D27	Lebar kepala
D28	Panjang tangan
D29	Lebar tangan
D30	Panjang kaki
D31	Lebar kaki
D32	Panjang rentangan tangan ke samping
D33	Panjang rentangan siku
D34	Tinggi genggaman tangan ke atas (berdiri)
D35	Tinggi genggaman tangan ke atas (duduk)
D36	Panjang genggaman tangan ke depan

(Sumber : Zetli, Fajrah *and* Laia, 2019)

### 2.3.5 Persentil

Setiap presentase persentil memiliki perhitungan yang berbeda-beda. Adapun rumus perhitungan dari setiap presentase persentil dapat dilihat dalam tabel persentil berikut.

**Tabel 3. Rumus Persentil**

Persentil	Perhitungan
1 <sup>st</sup>	$\bar{x} - 2.325 \sigma$
2.5 <sup>th</sup>	$\bar{x} - 1.96 \sigma$
5 <sup>th</sup>	$\bar{x} - 1.645 \sigma$
10 <sup>th</sup>	$\bar{x} - 1.28 \sigma$
50 <sup>th</sup>	$\bar{x} + \sigma$
90 <sup>th</sup>	$\bar{x} + 1.28 \sigma$
95 <sup>th</sup>	$\bar{x} + 1.645 \sigma$
97.5 <sup>th</sup>	$\bar{x} + 1.96 \sigma$

**Tabel 3. Rumus Persentil (Lanjutan)**

Persentil	Perhitungan
99 <sup>th</sup>	$\bar{x} + 2.325 \sigma$

(Sumber : Zetli, Fajrah *and* Laia, 2019)

Keterangan:

$\bar{x}$  = Rata-Rata Mean

$\sigma$  = Standar Deviasi

Persentil (Tabel 3) merupakan suatu nilai atau ukuran yang menunjukkan persentase populasi dengan ukuran pada atau di bawah nilai tertentu. Misalnya,

persentil ke-95 berarti 95% orang memiliki ukuran sama atau lebih kecil, dan persentil ke-5 berarti hanya 5% yang berada pada atau di bawah ukuran tersebut. Dalam antropometri, persentil ke-95 mewakili ukuran tubuh terbesar, sedangkan persentil ke-5 mewakili yang terkecil (santoso dkk, 2014). Setiap dimensi tubuh yang digunakan untuk membuat suatu produk memakai persentil yang berbeda-beda karena menyesuaikan dengan kebutuhan produk yang akan dibuat.

#### 2.4 Nigel Cross

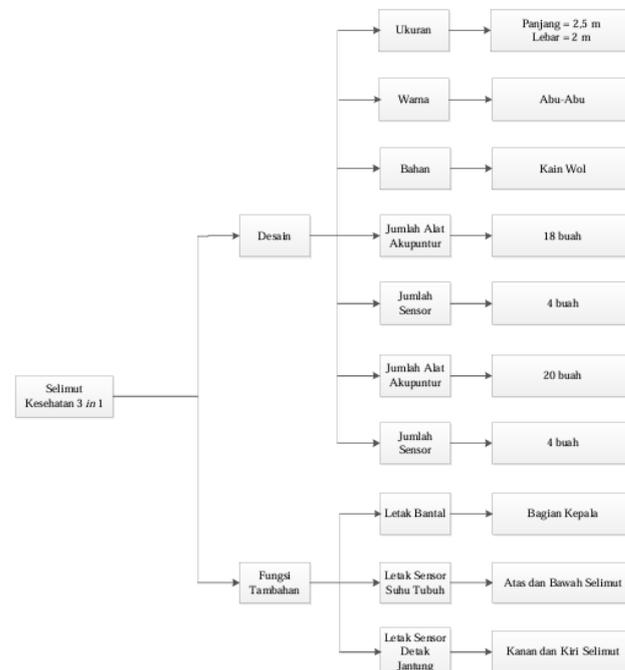
Metode Nigel Cross merupakan suatu metode yang dapat digunakan pada perancangan produk. Metode Nigel Cross dapat diterapkan dengan mengintegrasikan penggunaan QFD (*Quality Function Deployment*) (Khairannur *et al.*, 2023). Perancangan produk terbagi dalam tujuh langkah utama, dengan masing-masing langkah memiliki metode yang berbeda. Berikut adalah penjelasan langkah-langkah metode Nigel Cross (Dharma *et al.*, 2018):

##### 1. Klarifikasi Tujuan

Langkah pertama untuk melakukan perancangan adalah untuk memperjelas tujuan dari proyek desain. Hal tersebut sangat penting untuk memastikan bahwa hasil perancangan sesuai dengan harapan. Proses klarifikasi tujuan mencakup penyusunan tujuan-tujuan yang akan dicapai dalam perancangan, meskipun tujuan ini bisa saja berubah selama proses berlangsung. Metode yang digunakan dalam tahap ini adalah metode pohon tujuan, yang menggambarkan tujuan atau target utama dan sasaran secara visual dalam bentuk diagram hierarkis.

Tahapan dalam pembuatan pohon tujuan yaitu sebagai berikut :

- a. Menyusun daftar tujuan atau target dari tingkat yang lebih penting ke lebih kurang penting.
- b. Membuat diagram pohon tujuan yang menunjukkan hubungan antar tujuan dalam bentuk hierarki.

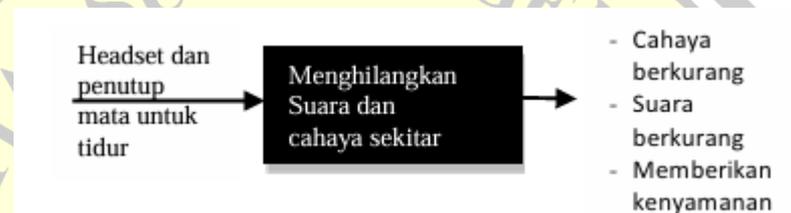


**Gambar 1. Pohon Tujuan**  
(Sumber : Adilah *et al.*, 2021)

Gambar 1 merupakan contoh dari pohon tujuan. Pohon tujuan menjelaskan tujuan dan sasaran dari pembuatan alat selimut kesehatan 3 in 1. Metode ini membantu perancang untuk memetakan secara visual tujuan yang ingin dicapai serta hubungan hierarkis antar tujuan tersebut. Pohon tujuan menyusun tujuan-tujuan tersebut dalam bentuk yang terstruktur dan sistematis, mulai dari tujuan utama di tingkat atas hingga tujuan yang lebih rinci di tingkat bawah.

## 2. Penetapan Fungsi

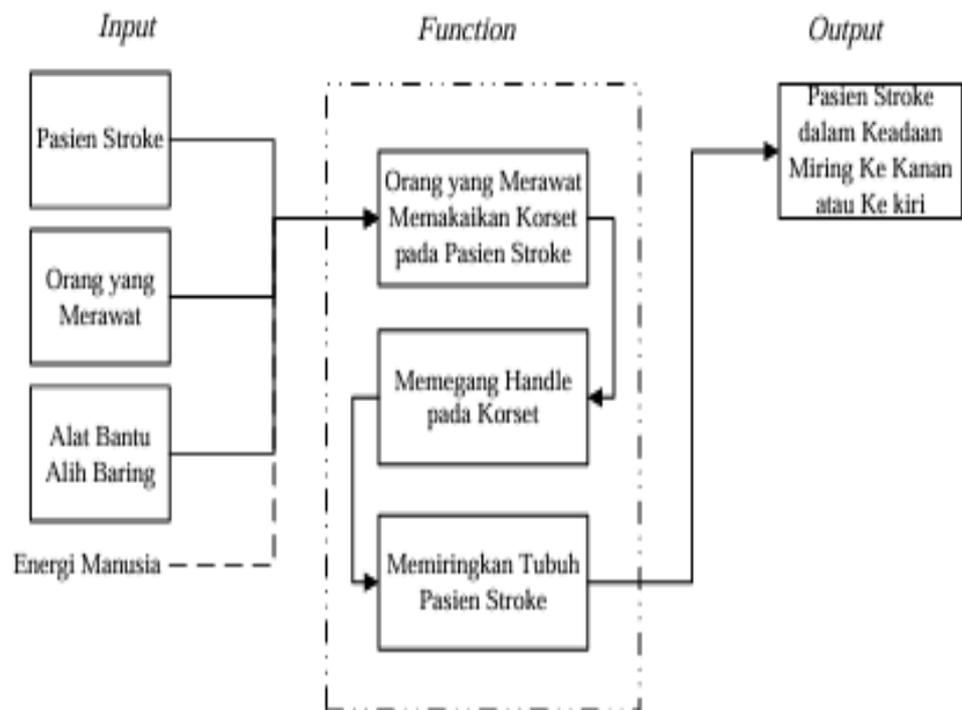
Setelah mengetahui tujuan dengan jelas, langkah berikutnya yaitu menetapkan fungsi-fungsi yang harus dimiliki oleh produk yang dirancang. Tujuan tahap ini yaitu agar dapat menentukan fungsi yang dibutuhkan serta batasan sistem produk yang akan dirancang. Metode yang dipakai dalam langkah ini adalah analisis fungsional dengan model *Black Box* dan *Transparent Box*, yang memfokuskan pada fungsi utama dari produk tanpa mempedulikan komponen fisik yang digunakan. Hal ini memiliki tujuan untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan dapat berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.



**Gambar 2. Black Box**

(Sumber : Dharma, Lucitasari and Khannan, 2018)

Gambar 2 merupakan contoh dari *Black Box*. *Black Box* berisi penjelasan secara umum mengenai produk yang akan dibuat yaitu *headset* atau penutup telinga dan penutup mata untuk tidur. Dalam model ini, sistem atau produk dianggap sebagai kotak hitam (*Black Box*), di mana fokusnya hanya pada *input* yang diterima oleh sistem dan *output* yang dihasilkannya. Komponen internal atau proses yang terjadi dalam sistem tidak dipertimbangkan atau tidak digambarkan secara rinci.



**Gambar 3. Transparent Box**

(Sumber : Fadila, Lady and Mariawati, 2017)

Gambar 3 merupakan contoh dari *Transparent Box*. *Transparent Box* berisi penjelasan secara rinci mengenai produk yang akan dibuat yaitu alat bantu alih baring. Metode *Transparent Box*, perancang melihat produk atau sistem secara lebih mendetail, memeriksa komponen-komponen internalnya serta bagaimana mereka bekerja untuk menghasilkan output yang diinginkan. Metode ini melibatkan analisis mendalam tentang bagaimana bagian-bagian dari sistem berinteraksi dan berfungsi bersama untuk mencapai tujuan keseluruhan.

### 3. Menyusun Kebutuhan

Langkah ketiga adalah untuk menyusun kebutuhan yang diperlukan untuk memenuhi fungsi yang telah ditetapkan. Pada tahap ini, tujuan utamanya adalah membuat spesifikasi yang jelas dan akurat untuk desain produk yang mencakup langkah-langkah berikut:

- a. Memperhitungkan berbagai pilihan solusi yang dapat diterapkan.
- b. Menetapkan tingkat operasional atau performansi yang diperlukan.
- c. Mengidentifikasi atribut performansi yang diinginkan.
- d. Menetapkan kebutuhan performansi dari setiap atribut tersebut.

**Tabel 4. Contoh Spesifikasi Kebutuhan**

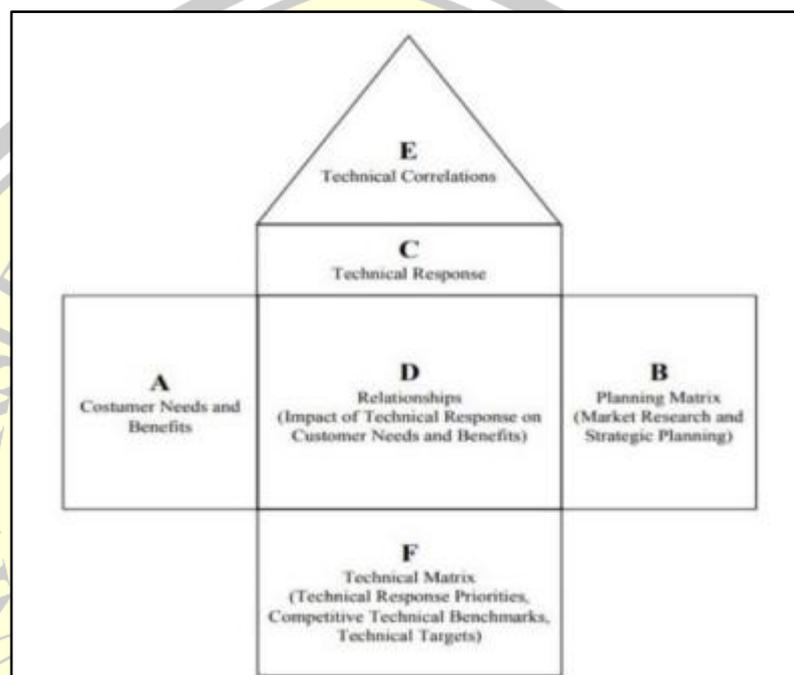
No	Hasil Brainstorming	D dan W	Kuisisioner Terbuka
1	Ukuran produk 2,5 m x 2 m.	W	Ukuran produk 2,5 m x 2 m.
2	Warna produk biru	D	Warna produk abu-abu
3	Bahan produk terbuat dari kain wol	W	Bahan produk terbuat dari kain wol
4	Jumlah alat akupuntur produk 20 buah	D	Jumlah alat akupuntur produk 18 buah
5	Jumlah sensor produk 4 buah	W	Jumlah sensor produk 4 buah
6	Jenis pengait produk terbuat dari kain perekat	W	Jenis pengait produk terbuat dari kain perekat
7	Bentuk produk persegi panjang	W	Bentuk produk persegi panjang
8	Letak bantal fungsi tambahan diletakkan pada bagian kepala	W	Letak bantal fungsi tambahan diletakkan pada bagian kepala
9	Letak sensor suhu tubuh fungsi tambahan diletakkan pada bagian atas dan bawah selimut	W	Letak sensor suhu tubuh fungsi tambahan diletakkan pada bagian atas dan bawah selimut
10	Letak sensor detak jantung fungsi tambahan diletakkan pada bagian kanan dan kiri selimut	W	Letak sensor detak jantung fungsi tambahan diletakkan pada bagian kanan dan kiri selimut

(Sumber : Adilah *et al.*, 2021)

Tabel 4 adalah contoh dari penyusunan spesifikasi kebutuhan. Spesifikasi yang dibuat merupakan spesifikasi untuk alat selimut kesehatan 3 *in* 1. Penyusunan kebutuhan merupakan suatu metode yang diterapkan untuk mengetahui apakah hasil brainstorming peneliti sesuai dengan keinginan konsumen berdasarkan kuisisioner terbuka. Jika sama maka diberi huruf W atau *wish* dan jika tidak maka diberi huruf D atau *different*.

#### 4. Menetapkan Karakteristik

Setelah kebutuhan jelas, langkah selanjutnya adalah menetapkan karakteristik desain yang harus dimiliki oleh produk. Karakteristik ini mencakup elemen-elemen spesifik dalam desain yang diperlukan agar produk dapat memenuhi kebutuhan dan tujuan yang telah ditentukan. Tahap ini melibatkan analisis mendalam terhadap fitur dan fungsionalitas yang diperlukan untuk produk yang akan dirancang.



**Gambar 4. Contoh Quality Function Deployment (QFD)**  
(Nurhayati and Prihastono, 2023)

Gambar 4 merupakan contoh dari gambar QFD. Gambar QFD menjelaskan perancangan yang digunakan untuk mengubah kebutuhan dan harapan pelanggan (*customer requirements*) menjadi spesifikasi teknis yang dapat dipahami dan diterapkan oleh tim perancang produk. Metode ini bertujuan untuk memastikan bahwa barang atau jasa yang dikembangkan dapat sesuai atau bahkan melampaui keinginan pelanggan. QFD berfokus pada penerjemahan keinginan pelanggan menjadi atribut desain yang konkret.

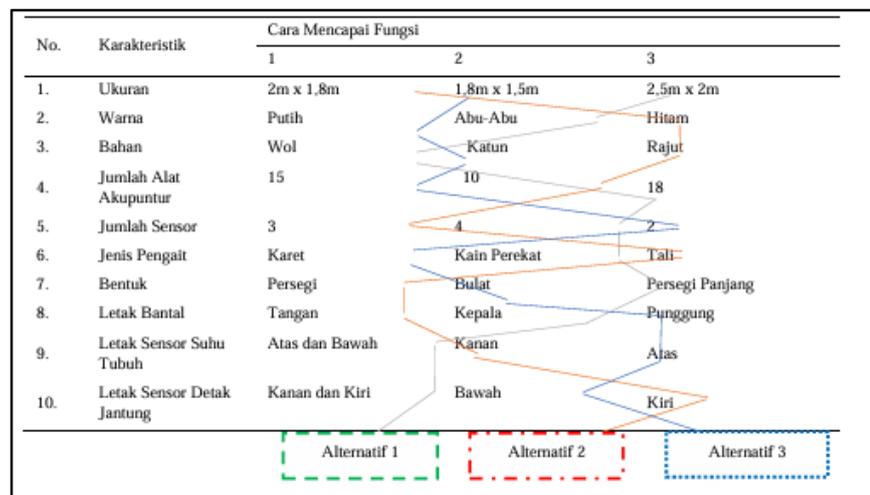
Hubungan atau relasi antar kebutuhan teknik :

- a. ● : Hubungan sangat kuat positif atau bernilai 9
- b. ○ : Hubungan kuat positif atau bernilai 3
- c. △ : Hubungan lemah atau bernilai 1
- d. - : Tidak memiliki hubungan atau bernilai 0
- e. ✕ : Hubungan negative atau bernilai -1

#### 5. Pembangkitan Alternatif

Tujuan utama dari tahap ini adalah menghasilkan berbagai alternatif solusi desain. Metode yang digunakan dalam tahap ini adalah *Morphological Chart*, Metode ini mendorong perancang untuk menemukan atau mengeksplorasi kombinasi elemen-elemen baru, dengan tujuan memperluas kemungkinan dalam pencarian solusi. Dalam fase ini memiliki prosedur yaitu menyusun daftar fungsi-fungsi penting untuk produksi.

- a. seluruh fungsi utama secara menyeluruh.
- b. Untuk setiap fungsi, susun daftar berbagai cara untuk mencapainya. Daftar ini bisa mencakup ide-ide baru maupun komponen atau sub-solusi yang telah dikenal.
- c. Susun diagram atau peta yang menggambarkan seluruh kemungkinan sub-solusi yang tersedia.
- d. Tentukan kombinasi sub-solusi yang memungkinkan untuk diterapkan.



**Gambar 5. Contoh Morphological Chart**

(Sumber : Adilah et al., 2021)

Gambar 5 merupakan contoh dari *Morphological Chart*. *Morphological Chart* merupakan metode yang digunakan untuk memilih alternatif terbaik dari suatu produk. Berdasarkan *Morphological Chart* dapat diketahui masing-masing 3 alternatif dari setiap atribut atau spesifikasi produk. dari ketiga alternatif akan dipilih satu alternatif yang memiliki nilai tertinggi untuk diterapkan pada produk selimut kesehatan 3 in 1.

#### 6. Evaluasi Alternatif

Alternatif yang telah dikembangkan kemudian dianalisis untuk memilih opsi yang paling optimal. Pada tahap ini digunakan metode *Weighted Objective*, yang bertujuan membandingkan nilai masing-masing alternatif berdasarkan bobot dari tiap kriteria tujuan yang berbeda. Nilai yang terbesar merupakan alternatif yang dipilih. Langkah-langkah pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

- a. Menyusun daftar tujuan perancangan.
- b. Mengurutkan daftar tujuan tersebut.
- c. Memberikan bobot penting pada setiap tujuan.
- d. Menentukan parameter atau nilai kegunaan untuk setiap tujuan.
- e. Menghitung dan membandingkan nilai kegunaan dari alternatif perancangan yang ada.

**Tabel 5. Contoh Evaluasi Alternatif**

No	Komponen	Harga Komponen (Rp)	Jumlah Komponenyang Dibutuhkan	Total Harga(Rp)
1	Selimut	60.000,00/meter	2 ½ meter	150.000,00
2	Matras Akupuntur	30.000,00 / set	1 set	30.000,00
3	Pendeteksi Sensor	75.000,00 /bungkus	1 set	75.000,00
4	Kain Perekat	10.000,00 /bungkus	1 bungkus	10.000,00
5	Jarum	5.000,00 /pcs	1 set	5.000,00
6	Benang	5.000,00 /buah	1 buah	5.000,00
7	Lem	8.000,00 /buah	1 buah	8.000,00
8	Gunting	10.000,00 /buah	1 buah	10.000,00
TOTAL				Rp293.000,00

(Sumber : Adilah *et al.*, 2021)

Tabel 5 menjelaskan tentang evaluasi alternatif. Evaluasi alternatif berisi penjelasan komponen yang digunakan, harga komponen, jumlah komponen yang dibutuhkan, dan total harga. Dari evaluasi alternatif pada produk selimut kesehatan 3 *in* 1 didapatkan hasil harga akhir sebesar Rp. 293.000,00. Dari hasil tersebut nantinya akan dilakukan perbaikan sehingga didapatkan hasil yang lebih optimal.

#### 7. Rincian Perbaikan

Banyak pekerjaan perancangan di dunia industri lebih fokus pada modifikasi produk untuk meningkatkan desain yang sudah ada daripada menciptakan konsep desain baru yang radikal. Modifikasi ini bertujuan untuk mengembangkan dan meningkatkan produk, seperti memperbaiki penampilan, mengurangi penggunaan bahan, menurunkan biaya, dan meningkatkan daya tarik produk. Semua bentuk perbaikan ini dibagi dalam dua jenis: perbaikan untuk meningkatkan nilai produk bagi pembeli dan perbaikan mengurangi biaya bagi produsen.

**Tabel 6. Contoh Rincian Perbaikan Evaluasi Alternatif**

No	Komponen	Harga Komponen (Rp)	Jumlah Komponen yang Dibutuhkan	Total Harga (Rp)
1	Selimut	55.000,00/meter	2 ½ meter	137.500,00
2	Matras Akupuntur	23.000,00 / set	1 set	23.000,00
3	Pendeteksi Sensor	45.000,00 /bungkus	1 set	45.000,00
4	Kain Perekat	5.000,00 /bungkus	1 bungkus	5.000,00
5	Jarum	3.000,00 /pcs	1 set	3.000,00
6	Benang	3.000,00 /buah	1 buah	3.000,00
7	Lem	3.000,00 /buah	1 buah	3.000,00
8	Gunting	10.000,00 /buah	1 buah	10.000,00
TOTAL				Rp229.500,00

(Sumber : Adilah *et al.*, 2021)

Tabel 6 menjelaskan tentang rincian perbaikan. Rincian perbaikan berisi penjelasan komponen yang digunakan, harga komponen, jumlah komponen yang dibutuhkan, dan total harga menyesuaikan dengan perbaikan yang telah dilakukan. Dari rincian perbaikan pada produk selimut kesehatan 3 *in* 1 didapatkan hasil harga akhir sebesar Rp. 229.500,00. Dari hasil tersebut didapatkan penurunan harga yang signifikan dari Rp. 293.000,00 menjadi Rp. 229.500,00.

## 2.5 *Zero One*

Metode *Zero One* adalah suatu metode yang digunakan untuk menentukan pilihan terbaik berdasarkan kebutuhan konsumen dengan memperhatikan prinsip ergonomi (Nusantara *and* Jakaria, 2022). Dalam menetapkan prioritas setiap atribut kebutuhan konsumen, metode ini diterapkan. *Zero One* adalah metode yang digunakan untuk membantu menetapkan tingkat kepentingan atau urutan prioritas dari berbagai fungsi dalam proses pengambilan keputusan (kriteria). Tujuan utama dari metode ini yaitu untuk menilai apakah suatu pilihan dianggap “lebih penting” atau “kurang penting” dibandingkan dengan pilihan lainnya. Pilihan kebutuhan konsumen yang dianggap lebih penting akan diberi nilai satu, sedangkan yang kurang penting akan diberi nilai nol. Salah satu keunggulan metode ini adalah kemudahan pemahaman dan penerapannya yang cepat (Soeryodarundio *et al.*, 2022).

## 2.6 Stroke

Otak adalah organ yang sangat kompleks pada manusia, otak terdiri dari sel-sel saraf (*neuron*) yang bertanggung jawab atas segala sinyal dan sensasi, sehingga memungkinkan tubuh untuk berpikir, bergerak, dan memberikan respons terhadap suatu kejadian atau situasi. Otak memerlukan asupan oksigen dan nutrisi yang terus-menerus karena tidak dapat menyimpan energi. Stroke merupakan penyakit gangguan neurologis yang terjadi akibat perdarahan atau penyumbatan, dengan gejala dan ciri-ciri yang sesuai dengan area otak yang terpengaruh, yang bisa menyebabkan kecacatan atau bahkan kematian (Setiawan *et al*, 2021). Definisi lain Stroke merupakan kondisi yang ditandai dengan timbulnya gejala klinis secara tiba-tiba, berupa gangguan fungsi neurologis baik fokal maupun menyeluruh, yang dapat memburuk dan berlangsung selama 24 jam atau lebih, atau bahkan menyebabkan kematian, tanpa adanya penyebab lain yang jelas selain gangguan pembuluh darah (Kemkes, 2018).

Setiap tahunnya, di seluruh dunia tercatat sekitar 15 juta kasus stroke, yang menyebabkan 5 juta kematian, 5 juta orang menderita cacat permanen atau kelumpuhan, dan 5 juta orang lainnya berhasil pulih dari stroke (WHO b, 2024). Penyakit stroke dapat dicegah dengan cara rutin berolahraga, mengonsumsi makanan sehat dan bergizi, cukup beristirahat, serta mengurangi kebiasaan merokok. Stroke dapat diakibatkan oleh beberapa macam faktor, mulai dari usia hingga pola hidup yang kurang sehat. Adapun beberapa faktor penyebab stroke adalah sebagai berikut.

1. Triglisierida

Triglisierida adalah jenis lemak yang merupakan salah satu penyebab meningkatnya risiko stroke yang dapat dikendalikan oleh individu yang menginginkan gaya hidup sehat, bermanfaat bagi diri sendiri atau keluarga. Asupan lemak berlebihan dapat menyebabkan penumpukan kolesterol abnormal dalam darah yang menempel pada dinding pembuluh darah, sehingga memicu aterosklerosis dan stroke. Kadar triglisierida yang tinggi berbahaya bagi kesehatan, terutama karena meningkatkan risiko stroke, karena triglisierida adalah bahan dasar

pembentukan lemak jahat, yaitu VLDL (*Very Low Density Lipoprotein*). Individu dengan kadar trigliserida tinggi memiliki risiko 3 kali lebih besar terkena stroke hemoragik dibandingkan dengan mereka yang memiliki kadar trigliserida normal.

## 2. Jenis Kelamin

Beberapa kebiasaan yang umum dilakukan oleh pria, seperti merokok, berkontribusi pada peningkatan risiko stroke, yang dialami oleh 76% penderita. Merokok dapat menyebabkan penumpukan plak yang memicu arteriosklerosis. Di samping itu, pria sering kali menjadi kepala keluarga yang memiliki tanggung jawab untuk mencukupi kebutuhan istri dan anak-anak, dengan banyak dari mereka bekerja secara fisik sebagai buruh, petani, atau sopir. Sementara itu, wanita umumnya berperan sebagai ibu rumah tangga yang mendidik dan merawat anak. Beban berat yang ditanggung oleh kepala keluarga sering kali menimbulkan stres akibat tanggung jawab untuk memenuhi kebutuhan keluarga, yang merupakan salah satu penyebab risiko timbulnya stroke. Stres dapat memicu pelepasan hormon tertentu yang, jika tidak terkontrol, bisa menyebabkan tekanan darah tinggi atau hipertensi. Hipertensi ini membuat darah menjadi lebih kental dan meningkatkan tekanan pada sistem pembuluh darah otak, yang pada akhirnya dapat menyebabkan pecahnya pembuluh darah di otak.

## 3. Umur

Seiring bertambahnya usia, kemungkinan terkena stroke semakin meningkat. Pada usia  $\geq 55$  tahun, manusia memiliki kemungkinan 2 kali lipat lebih tinggi untuk terserang stroke, karena pembuluh darah yang menipis dan menjadi rapuh, sehingga rentan terhadap trauma yang terjadi bersamaan dengan arteriosklerosis, yang dapat memperluas area stroke. Pada usia tersebut, kinerja organ tubuh secara keseluruhan mulai menurun, termasuk sistem pembuluh darah yang menjadi lebih tipis dan rapuh. Hal ini menjadikan perawatan kesehatan yang tepat dan pola hidup sehat sangat penting untuk menurunkan risiko tersebut.

#### 4. Makanan

Jenis makanan yang dapat menyebabkan stroke adalah makanan mengandung kolesterol dan dapat memperbanyak kadar lemak darah, seperti trigliserida. Trigliserida yang tinggi berperan dalam pembentukan VLDL (*Very Low Density Lipoprotein*), yang meningkatkan risiko stroke. Kondisi tersebut dapat menyebabkan terbentuknya plak pada pembuluh arteri, yang berpotensi menyumbat dan menghambat aliran darah ke seluruh organ tubuh, termasuk otak. Selain itu, penggunaan minyak goreng yang dipakai lebih dari tiga kali dapat mengubah lemak tak jenuh menjadi lemak jenuh yang mengandung kolesterol tinggi. Makanan tinggi lemak jenuh, garam, dan gula, seperti makanan cepat saji, makanan olahan, dan makanan tinggi kolesterol, merupakan salah satu pemicu utama terjadinya stroke.

#### 5. Gaya Hidup

Saat ini, Indonesia sedang mengalami proses transisi dari negara agraris menjadi negara industri, yang berdampak pada pemerataan pembangunan di seluruh wilayah, termasuk di desa. Contohnya adalah pembangunan pusat perbelanjaan yang kini telah menjangkau desa, serta perkembangan teknologi yang juga telah dinikmati oleh warga desa. Perubahan ini menyebabkan perubahan gaya hidup, di mana makanan cepat saji dapat dengan mudah ditemukan dan dikonsumsi kapan saja, sehingga menyebabkan masyarakat cenderung menjadi lebih malas untuk bergerak. Kondisi ini memperburuk tingkat kesehatan masyarakat, meningkatkan risiko penyakit terkait gaya hidup seperti obesitas dan stroke.

## 2.7 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya (RAB) yaitu gambaran mengenai total biaya yang dibutuhkan, baik untuk gaji pekerja maupun bahan, dalam suatu pekerjaan. Perhitungan anggaran biaya digunakan untuk menentukan jumlah bahan, alat, gaji, dan biaya lainnya yang terkait dengan pelaksanaan pekerjaan atau proyek tersebut. RAB didapatkan melalui perkalian antara *volume* pekerjaan dengan harga satuan (Sari *et al.*, 2022). Secara lain, RAB dapat diartikan sebagai perencanaan biaya yang mencakup bahan baku sampai biaya jasa, untuk mendapatkan total biaya yang diperlukan dalam penyelesaian sebuah pekerjaan. Untuk menyusun laporan anggaran biaya perusahaan, dibuat tabel RAB yang mencakup jenis kegiatan, divisi, uraian, satuan, jumlah, harga satuan, dan total biaya (Wandanaya *and* Wicaksono, 2018). Adapun rumus anggaran biaya adalah sebagai berikut (Ridwan *et al.*, 2018).

$$RAB = \sum Volume \times \text{Harga Satuan Pekerjaan}] \dots \dots \dots (1)$$

Dalam pelaksanaan pekerjaan pembangunan, dibutuhkan dua jenis biaya, yaitu biaya langsung dan tidak langsung. Biaya langsung mencakup pengeluaran yang terkait langsung dengan pekerjaan di lapangan, seperti material, upah tenaga kerja, dan peralatan. Sementara itu, biaya tidak langsung meliputi biaya *overhead*, keuntungan (*profit*) kontraktor, dan pajak (*tax*). Kedua jenis biaya ini penting untuk memastikan kelancaran dan efisiensi proyek. (Ridwan *et al.*, 2018) :

1. Biaya langsung (*direct cost*) merupakan biaya tetap yang berkaitan langsung dengan hasil akhir proyek, seperti biaya bahan material, upah pekerja, dan peralatan.
2. Biaya tidak langsung (*indirect cost*) adalah biaya yang tidak berdampak langsung pada hasil akhir proyek, namun tetap timbul akibat pelaksanaan proyek. Biaya ini mencakup *overhead*, keuntungan (*profit*), dan pajak (*tax*).

Adapun contoh perhitungan Rencana Anggaran Biaya yaitu sebagai berikut.

**Tabel 7. Contoh Rencana Anggaran Biaya (RAB)**

No.	URAIAN	Satuan	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Total Biaya (Rp)
<b>1</b>	<b>BAHAN</b>				
	1. Kamera CCTV	Per Unit	6	Rp 575,000.00	Rp 3,450,000.00
	2. Kabel Coaxial	Per Roll	1	Rp 400,000.00	Rp 400,000.00
	3. DVR CCTV	Per Unit	1	Rp 1,500,000.00	Rp 1,500,000.00
	4. Isolasi Listrik	Per Biji	2	Rp 12,000.00	Rp 24,000.00
	5. Kabel Listrik	Per Roll	2	Rp 100,000.00	Rp 200,000.00
	6. Klem Kabel No. 8	Per Bungkus	10	Rp 8,000.00	Rp 80,000.00
	7. Klem Kabel No. 14	Per Bungkus	5	Rp 10,000.00	Rp 50,000.00
	8. Kabel Tears	Per Bungkus	1	Rp 30,000.00	Rp 30,000.00
	9. Terminal Listrik Lubang 4	Per Biji	4	Rp 12,000.00	Rp 48,000.00
	10. Terminal Listrik Lubang 2	Per Biji	2	Rp 8,000.00	Rp 16,000.00
<b>2</b>	<b>ALAT BANTU</b>				
	1. Konfigurasi CCTV	Per Set	1	Rp 500,000.00	Rp 500,000.00
	2. Jasa Instalasi	Per Titik	6	Rp 300,000.00	Rp 1,800,000.00
	<b>Sub Total Bahan</b>				Rp 2,300,000.00
	<b>Jumlah Total Biaya</b>				<b>Rp 8,098,000.00</b>

(Wandanaya and Wicaksono, 2018)

Tabel 7 menunjukkan contoh Rencana Anggaran Biaya (RAB), yang merinci perencanaan biaya mulai dari bahan baku yang diperlukan sampai biaya jasa, untuk menghitung total biaya yang digunakan dalam suatu proyek. Untuk menyusun laporan anggaran biaya perusahaan, disusunlah tabel RAB yang mencakup jenis kegiatan, divisi, uraian, satuan, jumlah, harga satuan, dan total biaya. Tabel tersebut memuat dua kategori uraian, yaitu bahan dan alat bantu, dengan sepuluh item bahan dan dua item alat bantu. Sub total upah untuk bahan mencapai Rp5.798.000, sedangkan sub total untuk alat bantu berjumlah Rp2.300.000. Dengan demikian, total biaya yang dihitung adalah Rp8.098.000.

## 2.8 Harga Pokok Produksi (HPP)

Harga Pokok Produksi adalah total biaya yang dipakai dalam kegiatan produksi. Harga pokok produksi digunakan untuk menetapkan harga jual produk pada suatu perusahaan agar tidak mengalami kerugian. Selain itu, Harga pokok produksi memiliki data rinci dari setiap biaya yang digunakan sehingga memudahkan perusahaan untuk memeriksa biaya yang digunakan dari masing-masing sektor (Afif and Rismawati, 2019). Harga pokok produksi memiliki 2 metode perhitungan yaitu sebagai berikut.

### 1. *Full Costing*

*Full costing* merupakan salah satu metode untuk menghitung harga pokok produksi yang sering digunakan. *Full costing* adalah metode untuk menentukan kos produksi yang melibatkan perhitungan semua unsur biaya produksi kedalam kos produksi. Metode *full costing* terdiri dari biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung, dan biaya *overhead* pabrik, mulai dari variabel sampai biaya tetap. Adapun *cost* produksi menurut metode *full costing* yaitu sebagai berikut (Sahla, 2020).

Biaya bahan baku	xxx	
Biaya tenaga kerja langsung		xxx
Biaya <i>overhead</i> pabrik variabel	xxx	
Biaya <i>overhead</i> pabrik tetap		<u>xxx</u>
Kos produksi		<u>xxx</u>

**Gambar 6. Contoh Perhitungan HPP Metode *Full Costing***

(Sumber : Sahla, 2020)

Gambar 6 menjelaskan arus *cost* dari metode *full costing*. Metode *full costing* melakukan perhitungan terhadap semua variabel. Seluruh biaya dijumlahkan untuk mendapatkan harga pokok produksi dari suatu produk. harga pokok produksi digunakan untuk mengetahui berapa minimal produk dijual agar tidak mengalami kerugian.

### 2. *Variable Costing*

*Variable costing* adalah metode perhitungan harga pokok produksi yang hanya memasukkan biaya-biaya variabel yang terkait langsung dengan proses produksi. Metode ini berbeda dengan *full costing*, yang memasukkan seluruh biaya, baik variabel maupun tetap. Dalam *variable costing*, biaya yang dihitung dalam *cost* produksi meliputi biaya bahan baku langsung, biaya tenaga kerja langsung, dan biaya *overhead* pabrik variabel. Sementara itu, biaya tetap seperti penyusutan, sewa, dan biaya administrasi tidak dimasukkan ke dalam harga pokok produk, melainkan dicatat sebagai biaya periode. Pendekatan ini berguna untuk analisis internal perusahaan, terutama dalam pengambilan keputusan jangka pendek dan evaluasi efisiensi produksi (Sahla, 2020).

Biaya Bahan Baku	XXX
Biaya Tenaga Kerja Langsung	XXX
Biaya <i>Overhead</i> Pabrik <i>Variabel</i>	XXX
Kos Produksi	XXX

**Gambar 7. Contoh Perhitungan HPP Metode *Variable Costing***

(Sumber : Sahla, 2020)

Gambar 7 menjelaskan arus *cost* dari metode *variable costing*. *Variable costing* merupakan metode dimana hanya biaya variabel yang dihitung dalam biaya produk. Biaya tetap tidak dialokasikan ke produk dan dicatat sebagai biaya periode. Metode *variable costing* dapat digunakan untuk menentukan perhitungan harga pokok produksi dari suatu produk untuk menentukan harga jual minimum dari suatu produk agar tidak mengalami kerugian.

Adapun contoh perhitungan harga pokok produksi adalah sebagai berikut.

**Tabel 8. Contoh Perhitungan Harga Pokok Produksi (HPP)**

Jenis Biaya	Harga (\$)
Biaya Bahan Baku	11.942
Biaya Bahan Penolong	3.088
Biaya Tenaga Kerja Langsung	8.680
Biaya Tenaga Kerja Tidak Langsung	0.150
Biaya <i>Overhead</i> Pabrik	5.310
Harga Pokok Produksi	29.169

(Sumber : Afif and Rismawati, 2019)

Tabel 8 menjelaskan contoh perhitungan dari harga pokok produksi dengan penerapan metode *full costing*. Harga pokok produksi terdiri dari beberapa biaya yaitu bahan baku langsung, bahan baku tidak langsung, tenaga kerja langsung, tenaga kerja tidak langsung, dan biaya *overhead* pabrik. Berdasarkan 5 biaya tersebut dapat dilakukan perhitungan harga pokok produksi dengan menjumlahkan seluruh biaya.

Harga pokok produksi bada produk rompi adalah sebesar \$ 29,169.

## 2.9 Harga Pokok Penjualan (HPP)

Harga Pokok Penjualan (HPP) merupakan istilah dalam akuntansi keuangan dan perpajakan yang menggambarkan total biaya dan pengeluaran langsung yang

dikeluarkan oleh perusahaan untuk memproduksi dan menjual barang atau jasa dalam suatu periode tertentu. Komponen utama dalam perhitungan HPP meliputi biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung, dan biaya *overhead*. Sementara itu, harga jual adalah jumlah keseluruhan dari biaya produksi ditambah dengan margin keuntungan yang diharapkan, yang juga mencakup penutupan biaya *overhead* perusahaan. Harga jual mencerminkan nilai tukar suatu produk dalam bentuk uang yang ditawarkan kepada konsumen (Widiya *et al.*, 2022). Adapun rumus dan contoh perhitungan Harga Pokok Penjualan yaitu sebagai berikut (Iriani *and* Sartika, 2022).

$$\text{HPP} = \text{Persediaan Barang Awal} + \text{Pembelian Bersih} - \text{Persediaan Barang Akhir} \dots (2)$$

**Tabel 9. Contoh Perhitungan Harga Pokok Penjualan (HPP)**

Persediaan Awal	Rp. 0	
Pembelian Bersih	Rp. 59.684.000	+
	Rp. 59.684.000	
Persediaan Akhir	Rp. 14.681.000	-
Harga Pokok Penjualan	Rp. 45.003.000	

(Sumber : Iriani *and* Sartika, 2022)

Tabel 9 menjelaskan perhitungan dari Harga Pokok Penjualan dari Distributor piring keramik tjantik pada bulan Agustus 2021. Pada bulan Agustus persediaan awal Rp. 0 karena distributor piring keramik tjantik tidak memiliki persediaan awal. Pembelian bersih pada bulan Agustus sebesar Rp. 59.684.00. Persediaan akhir pada bulan sebesar Rp. 14.681.000. Setelah didapatkan persediaan akhir maka didapatkan Harga Pokok Penjualan sebesar Rp. 45.003.000.

### 2.10 Break Even Point (BEP)

*Break Even Point* (BEP) atau titik impas adalah kondisi di mana perusahaan tidak mengalami keuntungan maupun kerugian, karena total pendapatan sama dengan total biaya. Titik ini penting sebagai acuan bagi manajemen dalam pengambilan keputusan bisnis, khususnya untuk menentukan jumlah minimum produksi atau penjualan yang harus dicapai agar perusahaan tidak merugi. Dengan mengetahui titik impas, manajemen dapat merencanakan target penjualan untuk mencapai keuntungan tertentu, karena setiap unit yang terjual di atas titik impas akan menghasilkan laba bagi perusahaan (Maruta, 2018). *Break Even Point* (BEP)

terbagi menjadi 2 yaitu BEP Rupiah dan BEP unit. BEP Rupiah adalah seberapa banyak keuntungan yang perlu didapatkan agar perusahaan mencapai titik impas, sedangkan BEP unit adalah seberapa banyak unit yang perlu dijual untuk mencapai titik impas (Hidayat *et al.*, 2018).

$$\text{BEP (Rupiah)} = \frac{FC}{1 - \frac{VC}{P}} \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{BEP (Unit)} = \frac{FC}{P - VC} \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan :

FC = Biaya Tetap

P = Harga jual per unit

VC = Biaya variabel per unit

