

## **BAB 2**

### **Tinjauan Pustaka**

#### **2.1. Perancangan dan Pengembangan Produk**

Perancangan dan pengembangan produk sebuah aktivitas yang dimulai dengan analisis dan tanggapan pasar terhadap produk yang akan dikembangkan dengan diakhiri tahap produksi, penjualan dan pengiriman produk sampai kepada pelanggan. Produk adalah sesuatu benda atau alat yang dibuat untuk dipergunakan atau membantu manusia dalam aktivitas. Pembuatan produk harus memiliki beberapa proses yang harus dilalui tahapan-tahapannya mulai dari pernyataan misi sampai kepada tahap pembuatan produk.

Menurut Ulrich dan Eppinger (2001), kesuksesan perusahaan dalam usaha pembuatan dan pengembangan produk dapat dinyatakan berhasil, jika kemampuan tim pengembang dapat mewujudkan keinginan pelanggan, kemudian cepat dapat menciptakan produk yang mampu memuaskan pelanggan dengan mempertimbangkan harga yang rendah untuk produk yang dibuat. Jika alat atau produk yang dijual mampu memenuhi kebutuhan pelanggan tetapi dijual dengan harga yang tinggi, produk tersebut akan sulit diterima oleh pelanggan. Selain itu usaha pembuatan dan pengembangan produk dapat dinyatakan sukses apa bila produk yang diproduksi dan dijual menghasilkan keuntungan untuk perusahaan yang memproduksinya.

Menurut Ulrich & Eppinger, (2001) ada beberapa spesifikasi yang berhubungan dengan kriteria pengembangan produk yang sukses :

##### **1. Kualitas produk**

Kualitas produk yang menjadi salah satu faktor pertama untuk memuaskan pelanggan terhadap produk yang akan dibuat agar dapat mempengaruhi pangsa pasar.

## 2. Biaya pembuatan produk

Biaya manufaktur di sini yaitu biaya produk untuk setiap unit produk dan termasuk pada biaya untuk modal peralatan dan alat bantu. Biaya produk menentukan seberapa besar laba yang dihasilkan oleh produk yang dikembangkan pada besarnya penjualan.

## 3. Proses waktu pengembangan produk

Proses waktu pembuatan menjadi tolak ukur perusahaan dalam berkompetensi menunjukkan daya tanggap perusahaan terhadap perubahan teknologi atau alat yang digunakan untuk pembuatan suatu produk.

## 4. Biaya pengembangan

Suatu biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan untuk melakukan suatu pengembangan pada produk yang akan dibuat pada tahap ini harus diperhitungkan dengan matang agar pengembangan produk mendapatkan keuntungan.

## 5. Kemampuan pengembangan

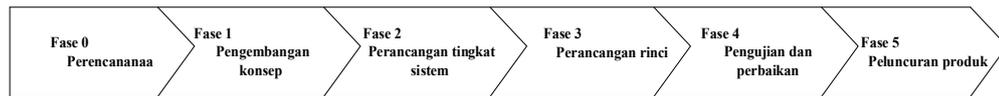
Kemampuan tim pengembang menjadi asset suatu perusahaan karena pengembangan produk bisa lebih cepat jika tim pengembang mempunyai kemampuan yang sudah berpengalaman dalam pengembangan produk yang akan di buat.

Menurut (Supriono, 2017, 2) proses mendesain produk merupakan salah satu cabang dari rekayasa dan rancang bangun yang banyak bermanfaat untuk membantu menyelesaikan berbagai kebutuhan konsumen, mendesain produk juga merupakan suatu ide yang juga menyelesaikan masalah yang dimiliki. Ide walau bagaimanapun merupakan sebuah bagian dari otak mendesain, setelah ide didapatkan maka harus mencari metode yang akan dipakai dalam mewujudkan ide tersebut hingga menghasilkan suatu karya yang real dan dapat di pertanggung jawabkan secara ilmiah.

## **2.2. Proses perancangan dan Pengembangan Produk**

Menurut Rosmani Ginting (2010), perancangan produk yaitu serangkaian kegiatan yang berurutan karena itu disebut sebagai proses perancangan produk. Menurut

Ulrich dan Eppinger (2001) Proses pengembangan produk merupakan urutan dan langkah-langkah perubahan sekumpulan input menjadi sekumpulan output. Menurut (Irvan. M, 2011,262-263) proses pengembangan produk secara umum terdiri dari 6 tahap yaitu sebagai berikut ini:



Gambar 2.1. Fase-fase Perancangan dan Pengembangan Produk

(Ulrich & Eppinger, 2001)

Fase perancangan dan pengembangan produk dari fase 0 sampai fase 5 yang di jelaskan secara rinci dalam buku perancangan dan pengembangan Ulrich dan Eppinger (2001) yaitu Fase 1 yaitu pengembangan konsep produk. Berikut ini adalah kegiatan yang dilakukan dari setiap fase :

1. Fase 0 Perencanaan

Fase nol atau *zero fase*, pada fase ini dimana pernyataan misi di buat yang mana pernyataan misi dapat dibuat sebelum kegiatan persetujuan proyek pengembangan produk dilakukan.

2. Fase 1 Pengembangan Konsep

Fase satu yaitu metode pengembangan konsep yang mana pada kegiatan fase 1 kebutuhan pasar target atau pelanggan diidentifikasi. Alternatif-alternatif konsep di bangkitkan dan di evaluasi untuk mendapatkan salah satu konsep untuk di kembangkan dan di uji coba. Konsep yang di dapatkan di uraikan dari bentuk dan fungsinya.

3. Fase 2 Perancangan Tingkat Sistem

Kegiatan yang dilakukan yaitu arsitektur produk, dekomposisi produk menjadi elemen-elemen fungsional dan gambaran rakitan akhir dari produk yang di buat.

4. Fase 3 Perancangan Rinci

Kegiatan pada fase ini mencakup spesifikasi produk yang mencakup tentang material, dan toleransi-toleransi komponen pada produk.

#### 5. Fase 4 Pengujian dan Perbaikan

Fase ini melibatkan konstruksi dan evaluasi dari bermacam-macam versi produksi awal produk.

#### 6. Fase 5 Peluncuran Produk.

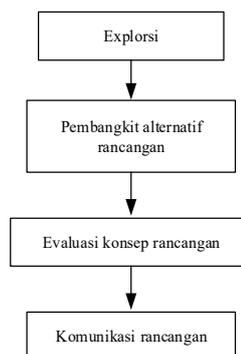
Fase ini merupakan fase produksi awal. Produk-produk yang dihasilkan selama produksi awal, akan disesuaikan dengan keinginan pelanggan dan secara hati-hati dievaluasi untuk mengidentifikasi kekurangan-kekurangan yang timbul.

### 2.2.1. Model Perancangan Produk

Model pengembangan produk merupakan suatu langkah yang dapat dilakukan dalam perancangan produk agar arah dan tujuan proses perancangan dapat terarah dan mempermudah tim pengembang dalam merancang suatu produk. Menurut Rosmani Ginting (2010) model perancangan produk ada dua jenis yaitu sebagai berikut:

#### 1. Model deskriptif

Model penelitian deskriptif memiliki beberapa langkah dapat dilihat pada gambar 2.2 sebagai berikut ini:



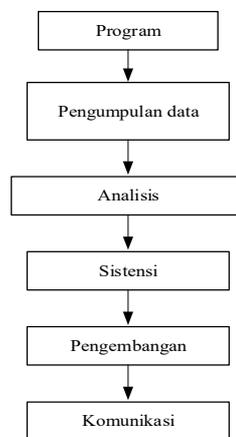
Gambar 2.2. Perancangan Produk Model Deskriptif  
(Rosmani Ginting, 2010)

Model deskriptif bertujuan untuk menghasilkan konsep yang cepat dalam proses perancangan. Model deskriptif berfokus pada solusi atau pengalaman pembuatan produk sebelumnya. Menurut pendapat Gay dalam buku

perancangan produk ukuran sampel yang di butuhkan untuk pada perancang produk model deskriptif yaitu minimal 10 % dari populasi.

## 2. Model preskriptif.

Model preskriptif yang bersifat logaritmik dan prosedur pembuatannya yang sangat sistematis. Penekanan model preskriptif terdapat pada kebutuhan untuk melakukan aktivitas yang lebih *analytic* yang bisa di buat sebelum mencari alternatif solusi lain. Berikut ini adalah langkah-langkah perancangan produk model preskriptif yang dapat dilihat pada gambar 2.3:



Gambar 2.3. Perancangan Produk Model Perspektif  
(Rosmani Ginting, 2010)

### 2.3. Proses Perencanaan Produk

Menurut Ulrich dan Eppinger (2001) proses perencanaan produk dilakukan sebelum suatu proyek pengembangan produk secara formal disetujui, sumber daya yang penting dipakai dan sebelum tim yang lebih besar dibentuk. *Portfolio* menjadi pertimbangan proyek di dalam perencanaan produk agar tim pengembang dapat mengikuti dan menentukan langkah atau rencana pengembangan produk, Menurut Ulrich dan Eppinger (2001) Proyek pengembangan produk dapat dikelompokkan sebagai berikut ini:

#### 1. *Platform* produk baru

*Platform* produk baru suatu proyek pembuatan produk baru sehingga dapat digolongkan dan dapat di satukan dengan produk baru berdasarkan *platform* baru.

2. Turunan dari *Platform* produk yang telah ada

Proyek ini adalah suatu proyek pengembangan produk agar produk dapat lebih di terima lagi di pasar.

3. Peningkatan untuk produk yang telah ada.

Proyek ini adalah suatu proyek perbaikan dari produk yang sudah ada sehingga pengembang di tuntut agar dapat membuat produk yang lebih baik atau unggul dari produk yang sudah ada.

4. Produk baru

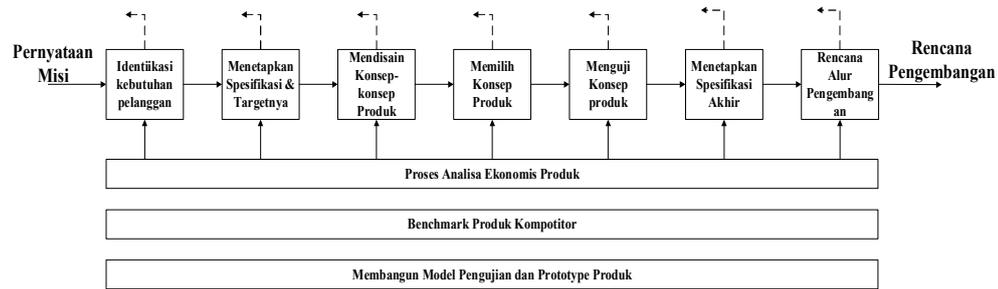
Proyek ini adalah suatu proyek yang mana produk ini belum dikenal sama sekali oleh konsumen atau produk yang benar-benar baru yang belum ada di pasaran.

#### **2.4. Pengembangan Konsep**

Menurut (Irvan. M, 2011, 263) Inti dari pengembangan desain suatu produk terletak pada pengembangan konsep. Crawford dalam penelitian Irvan. M, 2011 mengemukakan bahwa konsep desain adalah kombinasi antar lisan, tulisan dan prototipe produk yang di perbaiki sehingga pelanggan dapat melihat kekurangan dan kelebihan produk.

Menurut Ulrich dan Eppinger (2001) pengembangan konsep merupakan bagian dari fase-fase perancangan dan pengembangan produk yang di sebut fase satu. Pada fase pengembangan konsep terdiri dari kebutuhan pelanggan di identifikasi, alternatif konsep di bangkitkan dan di evaluasi untuk memilih 1 dari beberapa konsep yang di dapatkan. Konsep yaitu suatu uraian dari bentuk dan tampilan suatu produk dan biasanya dibarengi sekumpulan spesifikasi. Untuk mengetahui secara detail dari pengembangan konsep.

Berikut adalah langkah- langkah dalam pengembangan konsep produk yang dapat di lihat pada gambar 2.4:



Gambar 2.4. Fase Pengembangan Konsep  
(Ulrich & Eppinger, 2001)

Gambar 2.4. Merupakan susunan langkah-langkah susunan dari fase pengembangan konsep dari awal hingga akhir. Menurut Ulrich dan Eppinger (2001) Dasar pengembangan konsep yaitu dimulai dari pernyataan misi sampai pada memilih konsep produk.

#### 2.4.1. Identifikasi Kebutuhan Pelanggan

Menurut (Triwulandari S, 2008, 263) identifikasi kebutuhan pelanggan bertujuan agar dapat mengetahui segala yang di butuhkan pelanggan dalam produk yang muncul secara eksplisit dan cara untuk mengetahui kebutuhan pelanggan yaitu dengan cara melakukan wawancara dan menyebarkan kuesioner.

Menurut Ulrich dan Eppinger (2001), Identifikasi kebutuhan pelanggan suatu proses meyakinkan bahwa produk yang di buat berdasarkan kebutuhan pelanggan sampai pada kebutuhan yang tersembunyi dan pada proses ini tidak adanya kebutuhan pelanggan yang terlewatkan. Identifikasi kebutuhan pelanggan merupakan bagian yang meliputi seluruh proses pengembangan produk dan tahapan mulai dari spesifikasi kebutuhan produk, seleksi konsep. Menurut Identifikasi kebutuhan Menurut Ulrich dan Eppinger (2001). Pelanggan sendiri adalah sebuah proses yang dibagikan kedalam beberapa tahap yaitu:

##### 2.4.1.1. Mengumpulkan Data Mentah Dari Pelanggan.

Mengumpulkan data mentah dari pelanggan dilakukan dengan cara pengumpulan data langsung dari pelanggan atau dari suatu lingkungan yang akan menggunakan

produk tersebut, Menurut (Ulrich & Eppinger, 2001) ada tiga metode yang dapat digunakan yaitu:

#### 1. Wawancara

Proses wawancara dilakukan dengan berdiskusi seorang dengan pelanggan untuk mendapatkan kebutuhan pelanggan, wawancara dapat dilakukan dengan lingkungan pelanggan yang dapat dilakukan selamanya 1 sampai 2 jam. Identifikasi kebutuhan pelanggan lebih efisien dengan mewawancarai kelompok pengguna utama produk, menurut Von Hippel dalam buku perancangan dan pengembangan produk pengguna utama yaitu orang yang berpengalaman menggunakan produk dan berpikiran maju ke depan.

Menurut Griffin dan Hauser dalam buku perancangan dan pengembangan produk mengemukakan mengenai berapa banyak pelanggan yang harus di wawancarai agar mendapatkan jumlah kebutuhan yang optimal. Untuk sebagian produk bahwa 10 kali wawancara masih kurang sedangkan 50 kali wawancara terlalu banyak namun tidak terpatok pada jumlah orang yang di wawancarai, wawancara di hentikan pada saat kebutuhan yang di dapatkan berulang dan tidak ada kebutuhan lain yang baru.

Berikut merupakan tuntunan untuk melakukan interaksi yang efektif dengan pelanggan:

##### a. Biarkan wawancara mengalir apa adanya

Tahap ini akan mengungkapkan informasi kebutuhan pelanggan yang berharga, maka jangan terlalu terpaku dengan tuntunan wawancara, karena tujuan identifikasi pelanggan adalah mendapatkan informasi kebutuhan pelanggan.

##### b. Gunakan alat peraga.

Alat peraga bisa sebuah produk yang mereka gunakan atau produk lain yang berhubungan dengan produk yang akan di kembangkan.

c. Biarkan pelanggan mendemonstrasikan produk

Tahap ini dapat berguna dan dapat memberikan informasi baru terhadap produk yang akan dikembangkan.

2. Kelompok fokus

Tim pengembang melakukan wawancara langsung kepada sebuah kelompok yang akan menggunakan produk tersebut. Kelompok fokus terdiri dari 8- 12 pelanggan. Kelompok di tempatkan dalam suatu ruangan yang dilengkapi dengan cermin pada dua sisi untuk dapat mengamati situasi yang terjadi dengan di pimpin oleh salah seorang moderator untuk mengajukan pertanyaan pada kelompok fokus.

3. Observasi pada produk saat digunakan

Cara ini adalah cara melihat kekurangan dari suatu produk yang akan dikembangkan, dari hasil informasi observasi dapat dilihat apa saja yang harus diperbaiki dan apa saja yang harus ada pada produk yang akan di kembangkan dengan maksud untuk mencari kekurangan dan kelebihan pada produk sehingga dapat di identifikasi kebutuhan pelanggan dari produk tersebut.

#### **2.4.1.2. Mengidentifikasi Data Mentah Menjadi Kebutuhan Pelanggan**

Setelah mengumpulkan data mentah hasil wawancara ataupun observasi, Menurut (Ulrich & Eppinger, 2001) Kebutuhan pelanggan di tampilkan dalam sebuah pertanyaan tertulis dalam pernyataan pelanggan dan interpretasi kebutuhan pelanggan dalam sebuah tabel pertanyaan pelanggan dari data mentah hasil wawancara dan observasi. Dari tabel interpretasi kebutuhan pelanggan diambil poin-poin dari hasil wawancara yang dapat artikan bahwa poin tersebut adalah keinginan ataupun kebutuhan pelanggan.

#### **2.4.1.3. Mengorganisasikan Kebutuhan Menjadi Hierarki**

Mengorganisasikan kebutuhan menjadi hierarki adalah suatu tujuan mengelompokkan pernyataan kebutuhan pelanggan menjadi kebutuhan primer, dimana kebutuhan tersebut terdiri dari sekunder, kebutuhan sekunder dapat dipecah menjadi kebutuhan tertier jika hierarki yang didapatkan terlalu banyak.

#### **2.4.1.4. Menetapkan Kepentingan Relatif Kebutuhan**

Tahap ini bertujuan menetapkan kepentingan relatif kebutuhan. Menurut (Ulrich & Eppinger, 2001) Daftar hierarki saja tidak dapat menentukan tingkat kepentingan pelanggan yang di rasakan pelanggan. Dalam menentukan bobot kepentingan pelanggan ada 2 hal yang bisa dilakukan:

1. Berdasarkan pengalaman anggota tim dalam pengembangan produk pada saat pengumpulan data tim dapat memberikan bobot pada setiap kebutuhan.
2. Berdasarkan survey langsung kepada pelanggan dengan meminta nilai tingkat kepentingan pada setiap kebutuhan. Menurut pendapat Gay dalam buku perancangan produk ukuran sampel yang di butuhkan untuk pada perancang produk model deskriptif yaitu minimal 10 % dari populasi.

Menurut (Ulrich & Eppinger, 2001) bobot kepentingan dapatkan dengan beberapa cara seperti dengan mencari nilai rata-rata dari setiap nilai kepentingan, standar deviasi, pengguna skala tingkat kepentingan yaitu 1-5 sebagai berikut :

1. Nilai bobot 1 menunjukkan kriteria tidak di inginkan.
2. Nilai bobot 2 menunjukkan kriteria tidak peting
3. Nilai bobot 3 menunjukkan kriteria ini bagus untuk dimiliki, tetapi tidak terlalu perlu.
4. Nilai bobot 4 menunjukkan kriteria sangat diinginkan.
5. Nilai bobot 5 menunjukkan kriteria ini sangat peting.

Menurut Ulrich dan Eppinger (2001) manfaat dari metode mengidentifikasi kebutuhan pelanggan yaitu telah difokuskan terhadap kebutuhan pelanggan dan tidak ada kebutuhan pelanggan penting yang terlupakan, mengembangkan pemahaman yang jelas diantara anggota tim pengembang mengenai kebutuhan pelanggan yang menjadi target pasar, mengonsep produk dan menetapkan spesifikasi produk untuk membuat arsip ada tahap identifikasi kebutuhan dari proses pengembangan.

## **2.4.2. Spesifikasi Produk**

Menurut Ulrich dan Eppinger (2001) spesifikasi produk terbagi kedalam dua bagian yaitu spesifikasi target dan spesifikasi akhir. Spesifikasi target produk yaitu menjelaskan target apa saja yang harus dilakukan oleh sebuah produk. Spesifikasi target dibuat setelah identifikasi pelanggan, spesifikasi target merupakan harapan dan aspirasi dari tim pengembang, tetapi spesifikasi target dibuat sebelum teknologi apa yang akan digunakan pada produk spesifikasi target dapat gagal dipenuhi karena tergantung konsep produk yang dipilih. Spesifikasi dapat diperbaiki berulang-ulang selama pengembangan produk berlangsung. Berikut adalah langkah-langkah membuat spesifikasi target Menurut Ulrich dan Eppinger (2001).

### **2.4.2.1. Menyiapkan Daftar Metrik.**

Tahap ini bertujuan untuk merefleksikan secara langsung nilai produk yang memuaskan pelanggan, hubungan antar metrik dan kebutuhan pelanggan merupakan inti dari penetapan spesifikasi. Menurut Ulrich dan Eppinger (2001) Asumsi dari tahap ini adalah menerjemahkan kebutuhan pelanggan menjadi sekumpulan nilai spesifikasi yang tepat dan terukur dapat dilakukan dan menjadi upaya untuk memenuhi spesifikasi maka setelah itu dengan sendirinya akan memenuhi kebutuhan pelanggan. Pertimbangan yang harus dipertimbangkan dalam membuat metrik :

1. Metrik harus lengkap yang idealnya matrik harus berhubungan dengan kebutuhan pelanggan, nilai metrik harus memuaskan kebutuhan pelanggan terkait.
2. Metrik harus merupakan variable yang berhubungan, bukan variable bebas. Matrik harus menjelaskan apa yang harus dilakukan produk dalam memenuhi kebutuhan pelanggan.
3. Metrik harus praktis. Matrik merupakan bagian produk yang dapat langsung di analisis oleh tim pengembangan.
4. Metrik menghasilkan kebutuhan yang tidak dapat diukur atau diterjemahkan dengan terukur, maka satuan yang diberikan yaitu "Subjek".

5. Matrik harus kriteria yang populer di pasaran untuk perbandingan palagan dengan produk lain.

Spesifikasi akhir merupakan merupakan perbaikan dari spesifikasi target yang dilakukan pada saat sudah mendapatkan konsep produk terbaik. Spesifikasi target merupakan pernyataan awal dengan selang nilai tertentu dan pada spesifikasi akhir di buat dengan nilai yang tepat sesuai produk yang di buat. Menurut Ulrich dan Eppinger, (2001) Tingkat kepentingan metrik diturunkan dari kebutuhan pelanggan. Jika satu metrik memenuhi satu kebutuhan maka tingkat kepentingan langsung di turunkan, jika memenuhi beberapa kebutuhan dengan pertimbangan tim pengembang dengan memperhatikan pertimbangan tingkat dari kebutuhan pelanggan.

#### **2.4.2.2. Data Informasi Tentang Persaingan Produk Pesaing.**

Tahap ini merupakan pengumpulan data pesaing untuk mendapatkan kesuksesan sera komersial. Ketika proses pengembangan dilakukan bagai mana produk dapat bersaing di pasaran. Menurut Ulrich dan Eppinger, (2001) Pengumpulan data pesing untuk menentukan posisi produk berada dengan perbandingan produk yang sudah ada, pengumpulan data pesaing harus dikumpulkan agar produk dapat di tentukan *positioning* produk.

#### **2.4.2.3. Menentukan Nilai Target Ideal dan Marginal**

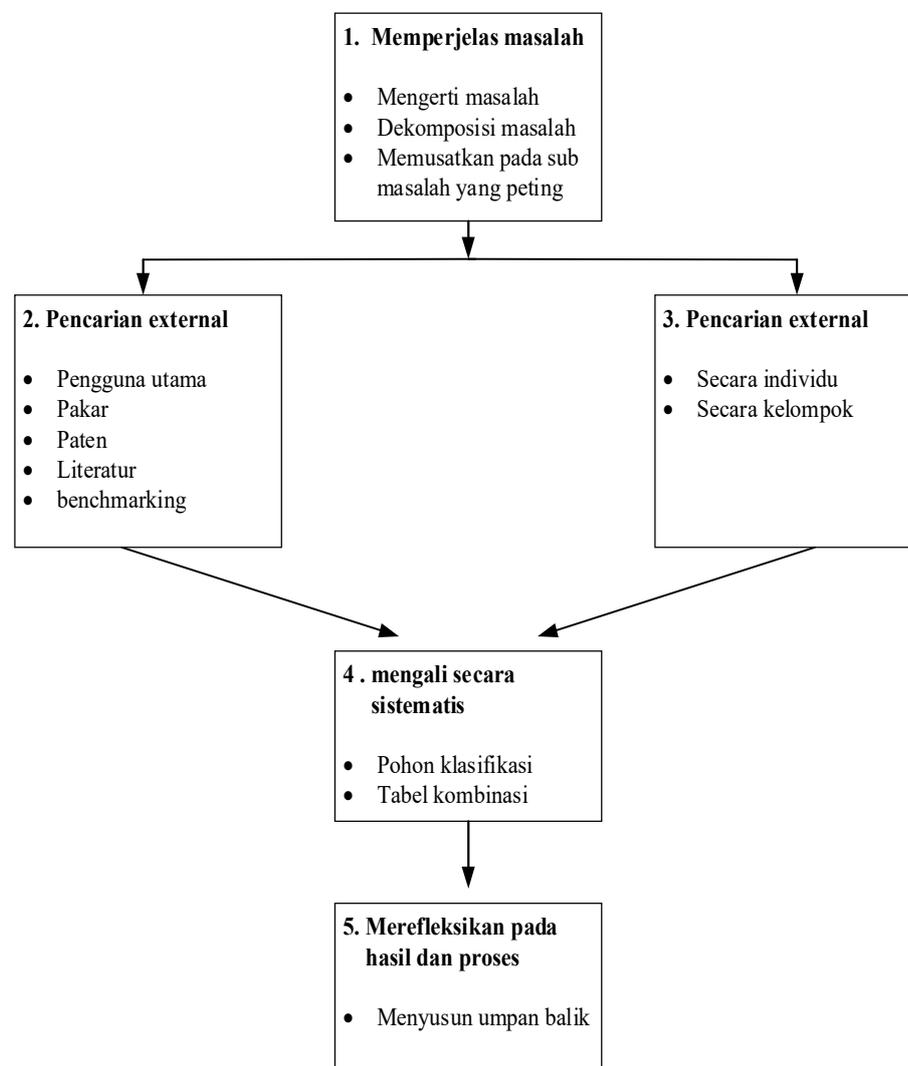
Menurut Ulrich dan Eppinger, (2001) pada tahap ini mempersatukan informasi yang tersedia untuk mengatur nilai target dalam metrik. Nilai yang digunakan ada dua macam nilai target yaitu nilai ideal merupakan nilai tetap tidak boleh kurang atau lebih dan nilai marginal yaitu nilai pertengangan antar kurang dan lebih.

#### **2.4.3. Penyusunan Konsep**

Menurut Ulrich dan Eppinger (2001) konsep produk merupakan gambaran dan perkiraan mengenai teknologi, prinsip kerja dan bentuk produk. Pembuatan konsep produk merupakan gambaran secara singkat bagaimana sebuah konsep produk

dapat memenuhi kebutuhan pelanggan. Sebuah konsep dapat di gambarkan menjadi sebuah sketsa secara garis besar. Penyusunan konsep di mulai dari sebuah keutuhan pelanggan dan spesifikasi target dengan di akhiri terciptanya 5 sampai 20 konsep produk yang harus di pertimbangkan.

Menurut Ulrich dan Eppinger (2001) Tahap penyusunan konsep terdapat 5 langkah yang dapat dilihat pada gambar 2.5 :



Gambar 2.5. Metode 5 langkah penyusunan konsep  
(Ulrich & Eppinger, 2001)

Menurut Ulrich dan Eppinger (2001) penyusunan metode ini difokuskan pada konsep menyeluruh untuk sebuah produk, namun metode ini juga dapat digunakan pada beberapa hal-hal yang berbeda dalam proses pengembangan. Proses ini tidak hanya berguna untuk konsep produk keseluruhan, tetapi juga untuk konsep *subsistem* dan komponen-komponen spesifik. Memperjelas masalah yang bertujuan untuk menyederhanakan masalah agar lebih mudah di uraikan.

#### **2.4.3.1 Memperjelas Masalah**

Memperjelas masalah merupakan suatu tahapan untuk memecahkan suatu masalah menjadi sub masalah. Pernyataan misi, kebutuhan pelanggan dan spesifikasi produk menjadi input untuk membuat sebuah konsep, dekomposisi masalah secara fungsional dengan cara menggambarkan *black box* yang berhubungan dengan material energi dan sinyal. Langkah selanjutnya dalam mendekomposisi masalah yaitu dekomposisi fungsi membagi kotak hitam tunggal menjadi sub fungsi untuk membuat sebuah gambaran apa yang harus dilakukan produk pada setiap elemen dasar.

Menurut Ulrich dan Eppinger (2001) tujuan tadi tahap ini yaitu untuk menggambarkan elemen fungsional dari produk tanpa menunjukkan sebuah prinsip kerja teknik tertentu untuk konsep produk. Tidak ada cara atau langkah yang paling benar dalam membuat suatu diagram fungsi atau *black box*. Adapun cara yang berguna dalam tahap ini yaitu sesegera mungkin membuat beberapa garis besar konsep.

#### **2.4.3.2 Pencarian Eksternal**

Menurut Ulrich dan Eppinger (2001) pencari eksternal merupakan suatu menemukan solusi yang didapatkan pada tahap pengembangan konsep. Berikut adalah cara untuk pencarian eksternal :

1. Wawancara pengguna utama
2. Konsultasi pakar
3. Mencari literatur yang sudah di publikasikan dan Analisis produk terkait.

### **2.4.3.3 Pencarian Internal**

Menurut Ulrich dan Eppinger (2001) pencarian internal merupakan penggunaan pengetahuan dan kreativitas dari individual dalam menghasilkan konsep solusi. Pencarian internal yang berarti semua pemikiran yang timbul dihasilkan dari pemikiran dan pengetahuan dari tim pengembang. Tahap ini merupakan kegiatan paling tidak terbatas dan kreatif dibanding kegiatan lainnya dalam pengembangan produk.

### **2.4.3.4 Mengali Secara Sistematis**

Tahap ini merupakan lanjutan dari pencarian eksternal dan internal yang mana mengumpulkan solusi-solusi untuk sub masalah yang didapatkan. Mengali secara sistematis dalam menyabarkannya diperlukan 2 tahapan yaitu

1. Membuat pohon klasifikasi konsep.

Menurut Ulrich dan Eppinger (2001) pohon klasifikasi dibuat untuk memisahkan keseluruhan penyelesaian yang mungkin menjadi beberapa kelas berbeda. Di dalam pohon klasifikasi terdapat sub masalah yang didapatkan dan bercabang untuk solusi yang didapatkan untuk sub masalah tersebut.

2. Tabel kombinasi konsep

Menurut Ulrich dan Eppinger (2001) Tabel kombinasi konsep membuat suatu cara untuk pertimbangan kombinasi solusi secara sistematis. Tabel kombinasi memiliki beberapa kolom yang merupakan penggalan-penggalan sub masalah dan solusi yang didapatkan. Setiap solusi dan sub masalah akan dikombinasikan menggunakan arah panah yang akan menjelaskan solusi yang digunakan untuk setiap sub masalah dan menjadi satu kesatuan konsep produk. Menurut (Suwandi A, 2017, 4) Tabel kombinasi merupakan suatu langkah untuk membuat varian-varian model produk yang berupa sketsa. Penentuan kombinasi disesuaikan dengan kecocokan pada setiap gabungan variasi.

### **2.4.4. Evaluasi Konsep**

Menurut Ulrich dan Eppinger (2001) Evaluasi konsep atau seleksi konsep yaitu langkah untuk menilai konsep dengan mengukur dari kebutuhan pelanggan dan

detail lainnya, membandingkan konsep dari segi kelemahan dan kekurangan yang ada pada konsep yang telah dibuat. Menurut Rosmani Ginting (2010) evaluasi alternatif konsep merupakan suatu proses penentuan konsep alternatif terbaik dari beberapa konsep yang di dapatkan sehingga muncul satu konsep alternatif terbaik skala penilaian dapat menggunakan skala AHP. kemudian tim pengembang memilih beberapa konsep untuk penelitian lebih lanjut dengan cara menggunakan beberapa metode untuk memilih konsep.

Menurut Ulrich dan Eppinger (2001) metode pemilihan konsep sangat bervariasi jika dilihat dari efektifitas nya, berikut ini beberapa metode yang sering digunakan:

1. Keputusan eksternal yaitu konsep dikembalikan kepada pelanggan untuk dinilai.
2. Produk juara yaitu pemilihan konsep oleh senior yang sudah mahir dalam bidangnya.
3. Intuisi yaitu konsep dipilih berdasarkan perasaan.
4. *Multi voting* yaitu setiap anggota tim pengembang memilih beberapa konsep.
5. Pro dan kontra yaitu melihat kekuatan dan kelemahan produk.
6. Matrik keputusan yaitu menilai konsep berdasarkan pada kriteria pembobolan.

Dalam evaluasi konsep menurut Ulrich dan Eppinger (2001) ada dua tahapan yaitu berbagai berikut

#### **2.4.4.1. Penyaringan Konsep**

Menurut Hurst dalam penelitian Suawandi A. 2017 pengambilan keputusan dalam perancangan desain konsep awal merupakan proporsi yang dapat dikelola. Langkah dalam penyaringan konsep yaitu memberikan nilai kriteria, berdasarkan penilaian relatif. Tahap penyaringan konsep didasarkan pada metode yang dikembangkan oleh Stuart Pugh pada tahun 1990 yang sering disebut seleksi konsep Pugh, 1990, tujuan dari tahap ini untuk mempersempit jumlah konsep secara cepat yang berlanjut pada perbaikan konsep. Menurut (Sianturi G, 2011, 183) metode Pugh dapat digunakan dalam metode pengambilan keputusan berdasarkan kriteria yang

telah di tetapkan yang di susun kelam sebuah matrik. Ada beberapa langkah untuk melakukan penyaringan konsep yaitu (Ulrich & Eppinger, 2001):

1. Mempersiapkan matrik seleksi.

Matrik disiapkan untuk mempermudah penyaringan konsep. Terdapat kriteria - kriteria yang dimasukan pada matriks tersebut, matriks tersebut diambil dari kebutuhan pelanggan yang telah diidentifikasi dan faktor lainnya seperti proses manufaktur. Menurut Ulrich dan Eppinger (2001) kriteria yang di cantumkan terdiri dari 5 sampai 10, tim pengembang harus menghilangkan kriteria-kriteria yang tidak terlalu peting dan hanya memasukan kriteria yang sangat peting yang dapat menggambarkan kebutuhan pelanggan dan perusahaan.

2. Menilai konsep.

Menurut Ulrich dan Eppinger (2001), Nilai relatif “lebih baik” dari konsep referensi diberi tanda +, “sama dengan” dari konsep referensi diberi tanda 0 dan “lebih buruk” dari konsep referensi diberi tanda -. Tanda tersebut diberikan pada setiap kriteria pada konsep. Terdapat konsep referensi, konsep referensi merupakan standar industri ataupun konsep standar dalam produk tersebut, selain itu konsep referensi merupakan produk komersial yang tersedia dipasaran.

3. Merengking konsep.

Menurut Ulrich dan Eppinger (2001), Setelah menilai konsep-konsep tersebut, dilanjutkan dengan merengking konsep-konsep tersebut. Pertama dijumlahkan nilai +, nilai 0 dan nilai – pada setiap konsep. Kedua masukan hasil selisih antara jumlah + dengan jumlah – pada baris nilai akhir. Ketiga memberikan rengking pada setiap konsep.

4. Menggabungkan dan Memperbaiki Konsep-konsep

Setelah merangking konsep-konsep, tim harus memeriksa apakah konsep-konsep yang dirangking masuk akal. Pada umumnya terdapat konsep yang perlu diperbaiki ataupun digabungkan. Konsep yang perlu diperbaiki ataupun digabungkan harus kembali pada proses penyusunan konsep.

5. Menentukan beberapa konsep yang akan dipilih.

Selanjutnya dipilih satu atau lebih konsep yang sudah melalui tahap sebelumnya dan tim sudah merasa puas atas hasil tersebut. Konsep yang dilanjutkan akan melalui tahap selanjutnya yaitu penilaian konsep. Jika konsep yang dilanjutkan hanya ada 1, maka tahap evaluasi penilaian konsep dapat di lewat.

6. Mengambarkan pada proses yang akan dilakukan.

Tahap ini merupakan tahap terakhir dari penyaringan konsep, namun merefleksikan hasil dan proses sebaiknya dapat dilakukan pada setiap tahap, karena tahap ini berisikan perbaikan pada setiap tahap, memfokuskan kembali tim pada sub masalah yang akan diselesaikan.

#### **2.4.4.2. Penilaian Konsep**

Menurut Ulrich dan Eppinger (2001) penilaian konsep dilakukan agar pemilihan jumlah alternatif penyelesaian dapat dibuat lebih baik diantara konsep lain. Pada tahap ini tim pengembang akan memberikan bobot kepentingan relatif untuk pada setiap kriteria seleksi dan memfokuskan pada hasil perbandingan yang lebih baik dengan penekanan pada setiap kriteria. Dalam memilih alternatif konsep terbaik maka di perlukan suatu metode penampilan keputusan.

Menurut Agus Riyanto (2014) dalam buku Pengantar Teknik Industri persoalan pengambilan keputusan alternatif terbaik yang mungkin dipilih, dengan menggunakan mekanisme tertentu dengan harapan mendapatkan keputusan terbaik. Penyusunan model keputusan adalah suatu cara mengembangkan hubungan – hubungan logis yang mendasari sebuah keputusan kedalam sebuah model matematis.

Menurut Ulrich dan Eppinger (2001) adapun langkah- langkah yang harus dilakukan untuk melakukan penilaian konsep yaitu:

#### **2.4.4.3. Merangking konsep**

Setelah setiap kriteria konsep di berikan bobot penilaian maka, selanjutnya nilai tersebut dihitung dengan mengalikan dengan bobot kriteria yang sudah ditentukan sebelumnya.

#### **2.4.4.4. Menentukan beberapa konsep yang akan dipilih.**

Setelah merangking konsep-konsep, tim harus memeriksa apakah konsep-konsep yang dirangking masuk akal, pada umumnya terdapat konsep yang perlu diperbaiki ataupun digabungkan. Konsep yang perlu diperbaiki ataupun digabungkan harus kembali pada proses penyusunan konsep. Setelah itu dihitung kembali dan digabungkan dengan konsep yang awal.

#### **2.4.4.5. Memilih satu atau lebih konsep**

Tahap ini untuk memilih konsep yang mencapai nilai tertinggi dari jumlah bobot pada setiap kriteria. Jumlah bobot kriteria yang di dapatkan pada penilaian konsep Menurut Rosmani Ginting (2010) evaluasi untuk mendapatkan penilaian konsep alternatif terbaik dapat menggunakan skala AHP.

#### **2.4.4.6. *Analytical Hierarchy Process (AHP)***

*Analytical hierarchy process* yaitu suatu metode pengambilan keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty pada tahun 70-an. Metode *analytical hierarchy process* dibuat untuk menyelesaikan permasalahan yang terdiri dari beberapa kriteria yang kompleks. Menurut Kadarsah Suryadi, (2017) Pengambilan keputusan pada dasarnya itu memilih suatu alternatif. *Analytical hierarchy process* merupakan sebuah hierarki fungsional dengan input utama persepsi manusia.

Menurut (Sianturi G, 2011, 181) *Analytical Hierarchy Process* merupakan salah satu metode *Multi Criteria Decision Making method* yang berguna dalam analisis pengambilan keputusan. *Analytical Hierarchy Process* dibentuk dalam sebuah struktur hierarki yang memiliki beberapa level. Level-level tersebut yaitu :

1. Level pertama menunjukkan tujuan yang ingin dicapai.

2. Level kedua menunjukkan kriteria dan level,
3. Ketiga menunjukkan alternatif atau opsi keputusan yang tersedia.

Metode AHP berbentuk kerangka yang berguna untuk mengambil keputusan secara lebih efektif dari suatu permasalahan yang ada. Metode AHP dilakukan dengan cara menyederhanakan permasalahan yang sedang dihadapi dan membantu mempercepat proses dalam pengambilan keputusan.

#### **2.4.4.7 Tahapan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP)**

Menurut (Sianturi G, 2011, 181) penilaian *Analytical Hierarchy Process* di bentuk dalam penilaian matrik berpasangan. Permasalahan yang kompleks yang nantinya akan dibentuk kelam sebuah hierarki, sehingga permasalahan dapat di uraikan secara terpisah. Berikut adalah tahapan dasar pengambilan keputusan dari suatu permasalahan dengan metode AHP Menurut Kadarsah Suryadi, (2017) adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi permasalahan yang ada, kemudian tentukan solusi dari permasalahan tersebut.
2. Membuat suatu struktur berbentuk hierarki yang di dalamnya terdapat tujuan, kriteria, sub kriteria dan alternatif solusi.
3. Membuat matriks perbandingan berpasangan, yaitu matrik yang menunjukkan pengaruh setiap variabel terhadap variabel. Nilai yang terdapat pada matriks adalah hasil pilihan atau judgement pengambil keputusan. Penilaian dilakukan dengan membandingkan antara suatu variabel terhadap variabel lainnya berdasarkan tingkat kepentingannya. Berikut ini adalah contoh bentuk matriks perbandingan berpasangan.

Kriteria	Kriteria <sub>1</sub>	Kriteria <sub>2</sub>	...	Kriteria <sub>n</sub>
Kriteria <sub>1</sub>				
Kriteria <sub>2</sub>				
...				
Kriteria <sub>m</sub>				

Rumus untuk menghitung matrik perbandingan berpasangan dapat dilihat pada persamaan rumus 2.1. berikut ini.

$$S_{ij} = \sum_{i=1}^n \alpha_{ij} \dots\dots\dots (2.1.)$$

4. Normalisasi data dengan cara membagi setiap variabel. Persamaan Rumus yang digunakan dapat dilihat pada rumus 2.2. berikut ini.

$$V_{ij} = \frac{\alpha_{ij}}{S_{ij}} \dots\dots\dots (2.2.)$$

5. Menghitung nilai eigen vector dan menguji konsistensinya. Nilai eigen vektor adalah nilai dari bobot setiap variabel. Menurut Kadarsah Suryadi, (2017) pengujian konsistensi yang diperbolehkan harus kurang  $< 0.1$ , jika melebihi maka harus mengulangi pengambilan data atau penilaian.

#### 2.4.4.8 Prinsip Dasar Metode *analytical Hierarchy Process* (AHP)

Prinsip dasar pada AHP dalam menyelesaikan masalah yaitu sebagai berikut:

##### 1. *Decomposition*

*Decomposition* merupakan bentuk pemecahan masalah dan membaginya menjadi beberapa bagian atau variabel yang saling berhubungan ke bentuk susunan hierarki. Bentuk susunan dari dekomposisi ini yaitu:

- a. Tingkat atau level pertama : Tujuan yang ingin dicapai
- b. Tingkat atau level kedua : Kriteria dan sub kriteria
- c. Tingkat atau level ketiga : Alternatif solusi

##### 2. *Comparative Judgement*

Proses utama dalam metode AHP adalah pemberian penilaian karena akan sangat mempengaruhi prioritas setiap variabel. Hasil penilaian yang telah diberikan akan diolah menjadi bentuk matrik perbandingan berpasangan. Menurut Saaty dalam buku sistem pendukung keputusan untuk menilai suatu pendapat diberikan dengan skala perbandingan 1 hingga 9. Skala perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1. Skala penilaian Saaty

Skala	Keterangan
1	Sama penting ( <i>Equal</i> ), yaitu pengaruh antara dua elemen yang dibandingkan sama pentingnya
3	Sedikit lebih penting ( <i>Moderate</i> ), yaitu satu elemen sedikit lebih penting pengaruhnya dibandingkan elemen yang satunya
5	Cukup penting ( <i>Strong</i> ), yaitu satu elemen cukup penting pengaruhnya dibandingkan elemen yang satunya
7	Sangat penting ( <i>Very Strong</i> ), yaitu satu elemen lebih penting pengaruhnya dibandingkan elemen yang satunya
9	Mutlak lebih penting ( <i>Extreme</i> ), yaitu satu elemen mutlak paling penting pengaruhnya dibandingkan elemen yang satunya
2,4,6,8	Penilaian diantara dua penilaian yang berdekatan

Sumber : Saaty, T. Lorie. 1993

### 3. *Synthesis of Priority*

*Synthesis of priority* adalah proses penilaian eigen vector method yang berguna untuk memperoleh bobot prioritas dari setiap variabel pada susunan atau struktur hirarki. Rumus yang digunakan untuk memperoleh bobot prioritas dari setiap variabel yaitu menggunakan rumus 2.3. berikut ini.

$$P_i = \sum_{j=1}^n \frac{V_{ij}}{n} \dots\dots\dots (2.3.)$$

### 4. *Logical Consistency*

*Logical consistency* yaitu proses pengujian tingkat konsistensi dari penghitungan nilai eigen vektor. Rumus yang digunakan dalam menghitung indeks konsistensi yaitu menggunakan rumus 2.4. sedangkan untuk menghitung rasio konsistensi menggunakan rumus 2.5. berikut ini.

$$CI = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n-1)} \dots\dots\dots (2.4.)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \dots\dots\dots (2.5.)$$

Skala dari random indeks (RI) dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut ini :

Tabel 2.2. Nilai Random indeks (RI)

<b>N</b>	<b>RI</b>
1	0.00
2	0.00
3	0.58
4	0.90
5	1.12
6	1.24
7	1.32
8	1.41
9	1.45
10	1.49

*Sumber : Saaty, T. Lorie. 1993*

#### **2.4.4.9. Rata-rata Geometrik**

Rata-rata geometrik yaitu rata-rata yang dapat diperoleh dengan cara mengalikan data dalam sebuah kelompok serta di akar pangkatkan dengan banyak data sampel yang ada. Dikatakan karena harus mengikuti proses akar pangkat, jika apabila unsur data yang terdapat bernilai negatif maka rata-rata ukur tidak dapat dilakukan. Berikut ini adalah rumus untuk menghitung rata-rata geometrik yang dapat dilihat pada Rumus 2.5. berikut ini.

$$G = \sqrt[n]{x_1 \times x_2 \times \dots \times x_n} \dots\dots\dots (2.6.)$$