

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Teori Dasar**

Bab tinjauan pustaka ini akan membahas tentang metode-metode yang akan digunakan dalam penelitian ini serta istilah-istilah penting yang akan dipakai di dalam penelitian. Selain itu juga bab tinjauan pustaka ini akan membahas tentang penelitian-penelitian terdahulu mengenai penelitian yang masih berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan oleh penulis. Penelitian-penelitian tersebut akan digunakan sebagai referensi bagi penulis dalam melakukan penelitian selanjutnya, sehingga diharapkan penulis dapat menghasilkan penelitian yang lebih baik.

##### **2.1.1 Pengertian Desain**

Pengertian yang paling mendasar dari kata desain adalah merancang, merencana, merancang bangun, atau merekayasa. Dalam bahasa Inggris ditulis dengan “*to design*”. Gregory: mendefinisikan sebagai “mengaitkan produk dengan situasi untuk memberikan kepuasan”. Definisi tersebut lebih mengutamakan adanya sebuah korelasi diantara sebuah benda atau barang dengan suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan tujuan memberikan suatu kepuasan bagi si pengguna barang tersebut. Fielden: “desain teknik adalah penggunaan prinsip-prinsip ilmiah, informasi teknis dan imajinasi dalam definisi struktur mekanik, mesin atau sistem untuk menjalankan fungsi dengan ekonomi dan efisiensi maksimum”. (Tahid dan Nurcahayati dalam Muhammad Syukran Ghufrani I, 2010).

Jika melihat pada definisi desain yang dikemukakan oleh Fielden sangat terlihat bahwa definisi tersebut hanya berfokus pada dunia teknik (*engineering*) dalam kaitannya dengan segi ekonomis dan efisiensi. Definisi tersebut sangat bersifat sempit dan kaku karena tidak dapat dipungkiri pada kenyataannya desain juga sangat erat kaitannya dengan disiplin-disiplin ilmu lainnya. Akan tetapi hal tersebut masih dapat diterima karena peran engineering terasa semakin penting dalam suatu proses desain. Hal tersebut semakin terasa sejak terjadinya revolusi industri di Eropa dan Amerika pada akhir abad ke-18 dan terus berlangsung hingga saat ini.

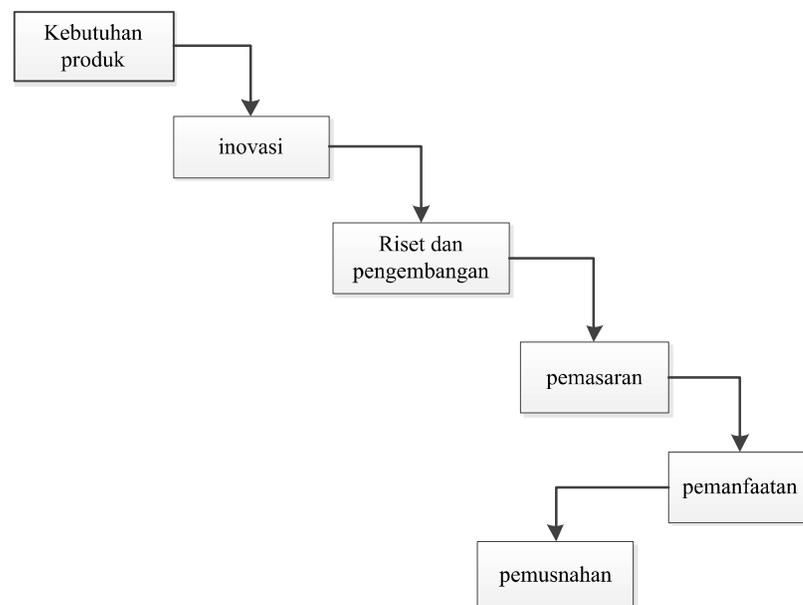
Perubahan pengertian desain juga dapat ditemukan pada pernyataan Anthony Bertram, dalam bukunya yang berjudul *Design*, yaitu sebagai berikut : “Pada tahun 1588 kata 'desain' memiliki arti 'tujuan, tujuan, niat: pada tahun 1657 berarti' hal yang dituju '. Pada tahun 1938, kata ini memperoleh makna gabungan dari tujuan ditambah hal yang dituju. Ia datang untuk memikirkan rencana dan pembuatan sampai objek jadi.” (Tahid dan Nurcahyati dalam Muhammad Syukran Ghufrani I, 2010).

### **2.1.2 Siklus Hidup Produk Dan Jalur Perancangan Produk**

Produk adalah sebuah benda teknik yang keberadaannya di dunia merupakan hasil karya keteknikan, yaitu hasil rancangan, pembuatan teknik, dan hal-hal terkait lainnya (Harsokusumo, 2000). Produk tidaklah ada secara natural di dunia ini. Melainkan merupakan hasil ciptaan manusia yang bertujuan untuk mengerjakan fungsinya memberikan kemudahan dan atau menggantikan tugas manusia.

Pertama kalinya keberadaan desain ada ketika manusia memiliki kebutuhan akan suatu produk. Pada tahap ini, yang menjadi pertimbangan desain produk

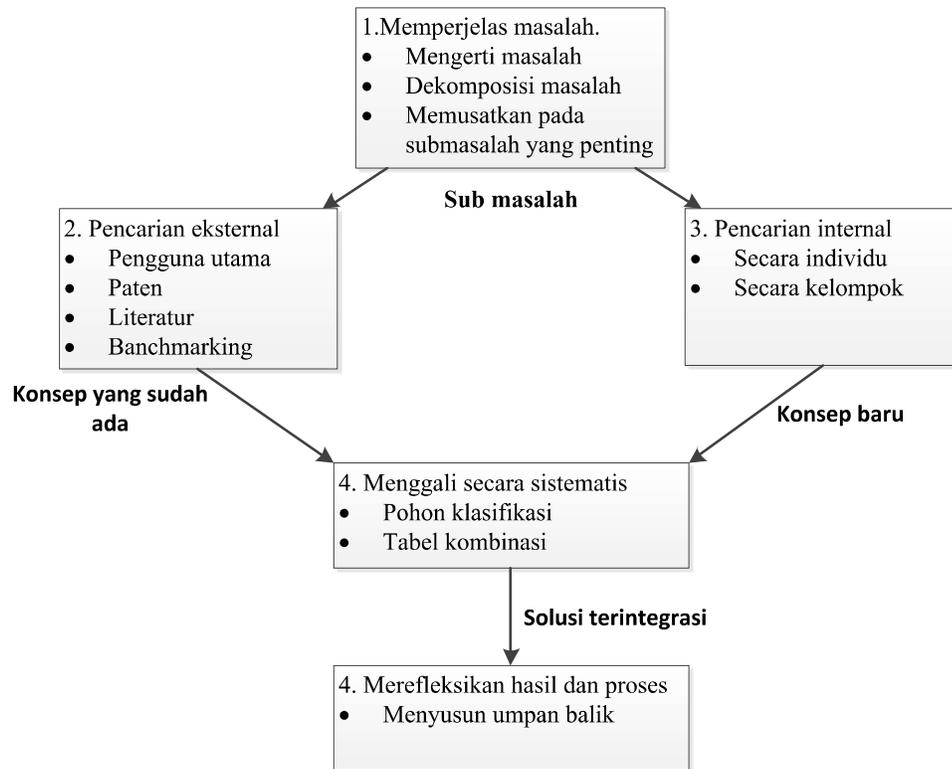
dipetakan yakni mulai dari fungsi yang akan dicapai, atribut keinginan konsumen, hingga atribut yang berkaitan dengan produk. Selanjutnya akan muncul sebuah tahap inovasi ketika fungsi, system, dan segi desain yang baru diperlukan. Oleh karena ada tujuan fungsi dan sistem yang baru itulah, kemudian dilakukan riset atau penelitian mengenai performansinya, reliability-nya, kemampuan produksinya, dan lain-lain. Selanjutnya produk memasuki tahap pemasaran. Lamanya pemanfaatan suatu produk oleh konsumennya bergantung pada kemunculan produk kompetitor atau substitusi, teknologi baru, atau memudarnya suatu tren. Ketika produk tidak lagi diminati oleh konsumen, selanjutnya produk akan memasuki tahap akhir yaitu tahap pemusnahan.



**Gambar 2. 1** Siklus alami produk

Sumber: harsokusumo, 2000

### 2.1.3 Konsep Produk



**Gambar 2. 2** Lima langkah metode menyusun konsep Ulrich

Konsep produk adalah sebuah gambaran atau pemikiran mengenai teknologi, prinsip kerja, dan bentuk produk (Ulrich). Merancang sebuah produk memiliki beberapa langkah dan diawali dengan merancang sebuah konsep (Sianturi & Fuad, 2018). Konsep produk merupakan gambaran singkat bagaimana produk memuaskan kebutuhan pelanggan. Sebuah konsep biasanya dipersepsikan sebagai sebuah sketsa atau sebagai sebuah model 3 dimensi secara garis besar dan sering kali disertai oleh sebuah uraian gambar. Sebuah produk dapat memuaskan kebutuhan pelanggan dan dapat sukses dipasarkan bergantung pada nilai yang

tinggi untuk ukuran kualitas yang mendasari konsep. Sebuah konsep yang bagus kadangkala dilaksanakan secara kurang baik pada tahap pengembangan berikutnya, tetapi sebuah konsep yang buruk jarang dimanipulasi untuk mencapai sukses yang menguntungkan. Untungnya penyusunan konsep biasanya relatif murah dan dapat dilaksanakan dengan cepat jika dibandingkan dengan proses pengembangan lainnya.

#### **2.1.4 Cara Menghasilkan Konsep Solusi**

Bagi para profesional dibidang teknik perancangan, menghasilkan sebuah konsep solusi yang baik untuk sebuah submasalah tidaklah menjadi pekerjaan yang sulit. Pengalaman mereka dalam setiap pemecahan masalah telah menciptakan sebuah serangkaian teknik untuk menghasilkan konsep solusi yang mereka gunakan untuk mendorong pemikiran mereka. Namun berbeda halnya dengan para pengembang produk yang baru dengan pengalaman mereka yang masih minim. Tidak seperti professional berpengalaman, mereka belum memiliki teknik menghasilkan konsep solusi yang cocok dengan mereka. Ahli pengembangan produk yang baru juga dapat dibantu dengan serangkaian petunjuk yang mendorong ide baru atau mendorong hubungan antar pemikiran . Van Gundy (1998), Van Oech (1983), dan McKim (1980) memberikan banyak saran yang membantu. Berikut ini adalah beberapa cara yang telah dibuktikan cukup berguna:

#### **2.1.5 Membuat Analogi**

Perancang berpengalaman selalu bertanya pada diri mereka sendiri, alat lain apa yang dapat memecahkan masalah serupa. Seringkali mereka akan bertanya pada

diri mereka sendiri apakah ada analogi alamiah atau analogi biologi untuk masalah tersebut. Mereka akan berpikir apakah masalah mereka berada pada skala dimensi yang lebih luas atau sempit dan kemudian dari sana mereka akan mempertimbangkannya. Mereka akan bertanya alat apa yang dapat mengerjakan hal serupa dalam area penerapan yang berbeda (Ulrich, 2001).

#### **2.1.6 Keinginan Dan Harapan**

Memulai sebuah pemikiran atau komentar dengan “saya harap kita dapat...” atau “saya ingin tau apa yang terjadi jika...” membantu seseorang atau kelompok untuk mempertimbangkan kemungkinan baru. Pertanyaan-pertanyaan ini menyebabkan adanya analisis (refleksi) terhadap batasan masalah. Sebagai contoh, seorang anggota tim perancang alat pemaku saat berhadapan dengan panjang *rail gun* ( sebuah alat elektromagnetik untuk mengeluarkan proyektil) untuk menggerakkan sebuah paku, mengatakan “saya harap alat ini panjangnya satu meter”. Pembahasan komentar ini membawa pada pemikiran mungkin saja alat yang panjang dapat digunakan, seperti sebuah tongkat untuk memaku, sehingga memungkinkan pengguna untuk bertumpu pada kaki mereka (Ulrich, 2001).

#### **2.1.7 Menggunakan Perangsang (Stimulus) Yang Berkaitan**

Banyak orang dapat memikirkan sebuah ide baru saat dihadapkan pada sebuah stimulus baru. Stimulus yang berkaitan adalah stimulus yang membangkitkan hal yang berhubungan dengan masalah yang dihadapi. Sebagai contoh satu cara untuk membangkitkan stimulus yang berkaitan adalah, untuk masing-masing individu dalam kelompok pembahasan menghasilkan sebuah daftar pemikiran (hasil kerja sendiri) dan menukarnya dengan anggota tim lainnya.

Dengan menghadapi pemikiran orang lain, banyak orang mampu menghasikan pemikiran baru. Stimulus lainnya adalah pernyataan kebutuhan pelanggan dan foto dari lingkungan pengguna produk.

#### **2.1.8 Menggunakan Stimulus Yang Tidak Berhubungan**

Kadang-kadang sembarang stimulus yang tidak berhubungan, dapat berguna dalam memunculkan pemikiran baru. Sebuah contoh untuk teknik ini adalah memilih secara acak satu dari sekumpulan foto benda dan kemudian memikirkan beberapa cara dari benda tersebut yang mungkin dapat berhubungan dengan masalah yang dihadapi. Cara lainnya, masing-masing orang dapat mengambil foto secara acak di jalanan, untuk selanjutnya digunakan sebagai stimulus ide baru. Cara ini juga dijalankan sebagai langkah perubahan yang baik untuk kelompok yang sudah jenuh.

#### **2.1.9 Menetapkan Sejumlah Tujuan**

Menghasilkan pemikiran-pemikiran baru dapat melelahkan. Mendekati akhir pembahasan, individu dan kelompok dapat menemukan sejumlah tujuan yang berguna sebagai kekuatan stimulus. Sebuah tim perancangan alat seringkali memberikan tugas menyusun konsep perorangan dengan target 10 sampai 20 konsep.

#### **2.1.10 Menggunakan Metode Galeri**

Metode galeri adalah suatu cara untuk menampilkan sejumlah besar konsep secara serentak untuk didiskusikan. Uraian masing-masing konsep yang dituliskan masing-masing pada selembar kertas, dipasang di dinding ruang rapat. Anggota tim

memperhatikan masing-masing konsep. Pembuat konsep dapat menawarkan penjelasan dan kelompok kemudian membuat usulan untuk memperbaiki konsep atau secara langsung mengajukan konsep yang berhubungan. Metode ini merupakan cara yang baik untuk menyatukan upaya individu dan kelompok.

### 2.1.11 Axiomatic Design

*Axiomatic design* (AD) dikembangkan oleh Nam Pyo Suh dari MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) sebagai upaya membuat logika proses desain. *Axiomatic design* tidak hanya diterapkan pada pengembangan produk saja, tetapi juga pada banyak aplikasi lainnya. Melalui pendekatan sistematis dan pertimbangan aksioma independensi dan aksioma informasi, bahkan proyek yang sangat kompleks dapat dikuasai sehingga mengurangi kompleksitas dalam tugas desain (Rauch et al., 2016). *Axiomatic design is a design tool to solve design problem systematically and effectively while converting customer needs into functional requirements, design parameters, and process variables* (Hosseinpour, 2013). Sebelum memasuki teori dari *Axiomatic Design*, maka terlebih dahulu perlu diketahui beberapa istilah pentingnya :

CA : *Customer Attribute*. Adalah domain yang menampung kebutuhan dari sudut pandang pengguna.

FR : *Functional Requirement*. Adalah domain yang menampung semua fungsi yang ingin dicapai dari suatu desain atau produk.

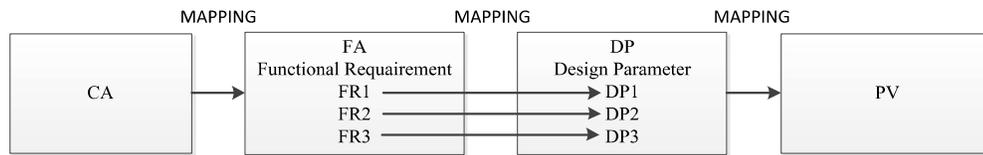
DP : *Design Parameter*. Adalah domain yang menjadi manifestasi dari FR bagaimana fungsi dari domain FR itu diwujudkan.

PV : *Process Variable*. Adalah yang membahas bagaimana desain atau produk dibuat. Atau dengan kata lain, PV adalah domain proses produksi dari suatu desain sebelum menjadi produk.

Aksioma pertama : adalah aksioma independen yang menyatakan, “menjaga kebebasan kebutuhan fungsi “. Maksudnya adalah, idealnya suatu perubahan pada suatu desain parameter yang spesifik hanya memiliki efek pada satu fungsi saja. Di dalam desain *axiomatic* jumlah pasangan antara fungsi dapat dianalisa dan digunakan untuk membimbing pengembangan produk (Diater,2000 di dalam Muhammad Syukran Ghufrani I, 2010).

Aksioma kedua : “minimasi konten informasi desain“. Meskipun pernyataan ini memiliki makna matematis yang tidak disajikan dalam tulisan ini, inti dari aksioma ini adalah desain yang paling simpel memiliki peluang sukses terbesar dan merupakan alternatif terbaik (Muhammad Syukran Ghufrani I, 2010).

Dasar dari teori desain ini adalah ide dari functional requirements (FRs) dan design parameter (DPs). Suh melihat proses desain teknik sebagai interplay antara apa yang hendak dicapai dan bagaimana mencapainya. Tujuan selalu dinyatakan sebagai domain fungsional, dan selanjutnya (solusi fisik) dikembangkan pada domain fisik. Prosedur desain ditentukan berdasarkan dengan hubungan dua domain tersebut pada setiap level hirarki proses desain sebagaimana pada gambar 2.3.



**Gambar 2. 3** konsep desain dengan pendekatan *axiomatic design*

Sumber : Suh, Nam Pyo, 2000 di dalam Muhammad Syukran Ghufrani I, 2010

Tujuan dari desain didefinisikan dalam domain *functional requirement* (FRs). Dalam rangka memperoleh kebutuhan fungsi yang memuaskan, dibuatlah satu domain lagi yaitu *design parameters* (DPs). Sebagaimana yang diperlihatkan pada gambar 2.3, proses desain berdasarkan dari pemetaan (mapping) FRs dari domain fungsi ke DPs untuk menciptakan produk, proses, sistem atau suatu gabungan yang memenuhi kebutuhan. Proses pemetaan ini tidaklah khusus, sehingga akan ada lebih dari satu desain yang dapat dihasilkan dari pengembangan DPs untuk memenuhi FRs. Namun hasil yang diperoleh tetaplah berdasarkan kreatifitas desainer. Desain aksioma menyediakan prinsip-prinsip yang membuat pemetaan DPs ke FRs menghasilkan desain yang baik.

Proses pemetaan dari domain yang satu ke domain yang lain dapat dinotasikan secara matematis dalam bentuk vektor yang menyatakan bagaimana hubungan antara tujuan desain dan solusi desain. Mula-mula kita membuat set FRs yang sudah diketahui pada domain FRs. Kemudian kita melakukan hal yang serupa pada set DPs (solusi dari FRs) dan meletakkannya pada domain DPs. Hubungan yang dibentuk ditulis dalam persamaan berikut :

$$\{FR\} = [A] \{DP\}$$

[A] adalah desain matriks yang menjadi karakter dari desain. Persamaan di atas disebut juga persamaan desain. Untuk desain matriks dengan 3 FRs dan 3 DPs, maka bentuk persamaannya adalah :

$$[A] = \begin{vmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{vmatrix}$$

Persamaan di atas dapat juga ditulis dalam bentuk elemen penyusunnya menjadi :

$$FR_i = \sum_{j=1}^3 A_{ij} DP_j$$

**Rumus 2. 1** Persamaan desain

Atau

$$FR_1 = A_{11}DP_1 + A_{12}DP_2 + A_{13}DP_3$$

$$FR_2 = A_{21}DP_1 + A_{22}DP_2 + A_{23}DP_3$$

$$FR_3 = A_{31}DP_1 + A_{32}DP_2 + A_{33}DP_3$$

Pada design matrix, ada dua kasus khusus : diagonal matriks dan triangular matriks. Pada diagonal matriks, seluruh  $A_{ij} = 0$  kecuali dimana  $i=j$ .

$$[A] = \begin{vmatrix} A_{11} & 0 & 0 \\ 0 & A_{22} & 0 \\ 0 & 0 & A_{33} \end{vmatrix}$$

Pada desain matriks triangular ada dua kondisi : (LT) Lower Triangular dan (UT) Upper Triangular.

$$\begin{array}{ccc}
 & \text{LT} & \\
 & & \text{UT} \\
 [A] = & \begin{bmatrix} A_{11} & 0 & 0 \\ A_{21} & A_{22} & 0 \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{bmatrix} & [A] = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ 0 & A_{22} & A_{23} \\ 0 & 0 & A_{33} \end{bmatrix}
 \end{array}$$

Suatu desain dinyatakan memenuhi aksioma pertama bila design matriks berbentuk salah satu dari diagonal atau triangular. Ketika design matriks berbentuk diagonal, maka setiap fungsinya (FRs) berkorespondensi dengan DPs secara terpisah dan satu-satu. Dalam axiomatic design, hal ini dinamakan dengan *uncoupled design*. Ketika design matriks berbentuk triangular, maka independensi FRs dapat dijamin jika dan hanya jika DPs ditentukan dalam urutan yang benar. Kondisi seperti ini dikatakan sebagai *decoupled design*.

Dalam hal kaitannya dengan bagaimana FRs berinteraksi terhadap DPs, maka desain terbagi tiga :

#### 1. *Uncoupled Design* / Ideal Design

Ketika jumlah DPs = FRs, maka desain merupakan desain yang ideal.

Artinya setiap FRs yang harus dipenuhi fungsinya, berkorespondensi satu-satu dengan DPs sebagai solusi domain fisiknya (Suh, 2001 di dalam Muhammad Syukran Ghufrani I, 2010).

#### 2. *Redundant Design*

*Redundant design* atau terkadang dapat diartikan sebagai *overdesign* terjadi, ketika jumlah DPs yang diperlukan sebagai solusi domain fisik lebih besar dari jumlah FRs (Suh, 2001 di dalam Muhammad Syukran Ghufrani I, 2010).

$$\begin{vmatrix} FR_1 \\ FR_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} A_{11} & 0 & A_{13} & A_{14} & A_{15} \\ A_{21} & A_{22} & 0 & A_{24} & 0 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} DP_1 \\ DP_2 \\ DP_3 \\ DP_4 \\ DP_5 \end{vmatrix}$$

*Design matrix* semacam ini memiliki beragam karakteristik, tergantung DP mana yang diubah dan dibuat tetap. Jika DP1 dan DP4 dibuat berubah setelah DPs yang lain dibuat tetap untuk mengontrol nilai FRs, desain menjadi *coupled*. Dalam kondisi yang lain, jika kita membuat tetap nilai DP1, DP4 dan DP5, desain menjadi seperti *uncoupled design*. Jika DP3, DP4, dan DP5 dibuat tetap, desain kemudian menjadi *decoupled design*. Jika DP1 dan DP4 diset terlebih dahulu, desain tampaknya menjadi *uncoupled redundant design* (Suh, 2001 di dalam Muhammad Syukran Ghufrani I, 2010).

### 3. *Coupled Design*.

Ketika jumlah DPs kurang dari FRs, maka akan selalu terjadi *coupled design*. Buktinya diberikan sebagai berikut : sebagai contoh, ada tiga FRs yang harus dipenuhi oleh seorang desainer dengan hanya dua DPs saja. Maka *design matrix*-nya adalah seperti dibawah ini:

$$\begin{vmatrix} FR_1 \\ FR_2 \\ FR_3 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} X & 0 \\ 0 & X \\ A_{31} & A_{32} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} DP_1 \\ DP_2 \end{vmatrix}$$

Jika A31 dan A32 bernilai 0, maka FR3 tidak dapat terpenuhi, konsekuensinya desain tidak berfungsi.

Akan ada banyak solusi desain yang dapat memenuhi kebutuhan FRs. Namun ketika desain FRs ditemukan dan mengubah desain, maka solusi harus mengikuti.

Set DPs yang baru tidak boleh sekedar modifikasi pada DPs. Namun lebih jauh lagi, ia haruslah solusi yang komplit. Batasan desain menggambarkan batasan solusi yang dapat diterima.

Batasan desain (*design constraint*) boleh jadi pada batasan pada input ataupun pada sistem. Batasan yang paling utama adalah batasan pada spesifikasi desain seperti berat, kekuatan material, biaya, ataupun ukuran, kemudian pada kapasitas mesin, hukum fisika, ataupun bentuk. Sebuah batasan adalah perbedaan dari suatu FR dimana ia tidak dapat independen terhadap FR yang lain (Suh,2001 di dalam Muhammad Syukran Ghufrani I, 2010).

Dua desain aksioma yang telah disebutkan sebelumnya merupakan bentuk ringkasnya. Sekarang akan dinyatakan ulang dalam bentuk yang lebih jelas.

Aksioma 1 : *the independence axiom*

Alternatif pernyataan 1: sebuah desain yang optimal selalu menjaga independensi FR.

Alternatif pernyataan 2 : dalam sebuah desain yang diterima, DPs dan FRs berhubungan seperti DP yang spesifik dapat disesuaikan untuk memenuhi korespondensinya dengan FR tanpa berefek pada FR yang lain.

Aksioma 2 : *the information axiom*

Alternatif pernyataan : desain terbaik adalah secara fungsional desain yang tidak berpasangan yang berisi seminimum mungkin informasi.

Ada tujuh akibat (*corollary*) utama yang dapat diturunkan dari dua aksioma dasar. Kita dapat melihat pernyataan dibawah ini sebagai aturan desain yang sangat berguna dalam keputusan desain.

*Corollary 1: Decoupling of A Coupled Design*

Pemisahan komponen-komponen atau aspek-aspek dari solusi jika FRs berpasangan atau menjadi saling berkaitan dari desain yang semestinya.

*Corollary 2 : Minimize FRs*

Minimasi jumlah FRs dan hambatan. Bertambahnya elemen yang satu ini dapat menambah konten informasi. Jangan mencoba membuat desain yang melebihi kebutuhan ( *over design* ). Sebuah desain yang menjalankan fungsi yang berlebih dari yang diperlukan, akan lebih mahal untuk dioperasikan ataupun dibuat. Dan juga reliabilitas yang rendah.

*Corollary 3 : Integration of Physical Parts.*

Mengintegrasikan fitur desain dalam satu fisik desain dianjurkan, selama FRs dapat secara independen memenuhi desain yang semestinya.

*Corollary 4 : Use of Standardization*

Penggunaan komponen yang terstandarisasi memungkinkan pergantian komponen yang mudah dan murah. Selama ia masih menjalankan desain yang semestinya.

*Corollary 5 : Use of Symmetry*

Penggunaan bentuk atau penyusunan yang simetri jika konsisten dengan FRs dan batasan desain.

*Corollary 6 : Largest Tolerance*

Spesifikasikan toleransi terbesar yang diperkenankan.

*Corollary 7 : Uncoupled Design*

*With Less Information* carilah sebuah desain yang *uncoupled* yang memerlukan sedikit informasi daripada *coupled design* untuk memenuhi FRs. Selalu kerjakan *uncoupled design* yang mengandung sedikit informasi. Implikasi dari akibat ini adalah, jika seorang desainer menyodorkan sebuah desain yang *uncoupled*, namun mengandung informasi lebih banyak dari desain yang *coupled*, maka ia sebaiknya mulai lagi dari awal karena desain yang baik barangkali tercecer di tempat lain (Muhammad Syukran Ghufrani I, 2010).

### **2.1.12 Quality Function Deployment**

Salah satu metode yang dapat membantu dalam proses perancangan dan pengembangan produk adalah *quality function deployment* ( QFD) dimana di dalamnya terdapat *tools house of quality* (HOQ). QFD sendiri memiliki 4 fase yakni fase 1 (*product planning*), fase 2 (*product design*), fase 3 (*process planning*) dan fase 4 (*production planning*) (Mehrerjedi, 2010 di dalam Karo et al., 2018). *Quality function deployment* (QFD) pertama sekali didasari pada sebuah penelitian yang dilakukan oleh Katsuyoshi Ishihara yang pada waktu itu bekerja pada divisi komponen elektronik di perusahaan Matsushita. Katsuyoshi Ishihara adalah orang pertama yang menerapkan pengerahan fungsi (*function deployment*) untuk memperjelas tugas-tugas dari kualitas (Kumar & Garnaik, 2016 di dalam Sandova et al., 2020).

Tujuan dari prinsip QFD adalah untuk memastikan bahwa kebutuhan dan keinginan pengguna dapat terpenuhi dalam suatu proses penurunan suatu produk. Itu sebabnya QFD dikatakan berawal dari suara pelanggan (pengguna) dan sering

dalam bahasa Inggris QFD disebut sebagai *customer-driven product development* atau *customer-focused design* (Prastyo et al., 2019).

Yang paling terkenal dari representasi metode QFD adalah HOQ atau rumah kualitas. HOQ digunakan oleh para perancang di berbagai bidang untuk menterjemahkan persyaratan konsumen, hasil riset pasar dan *benchmarking* data ke dalam sejumlah target teknis prioritas. Bentuk umum dari rumah kualitas terdiri dari 5 komponen utama (Kasan & Yohanes, 2017) yakni:

1. *Voice of customer* “WHATs” daftar persyaratan terstruktur yang berasal dari persyaratan konsumen.
2. *Voice of organization* “HOWs”, daftar karakteristik produk terstruktur yang relevan dengan persyaratan konsumen dan terukur.
3. *Relationship Matrix*, matrix ini menggambarkan persepsi tim QDF mengenai keterkaitan antara *technical* dan *customer requirement*. Skala yang cocok diterapkan dan digambarkan menggunakan simbol berikut:
  - = melambangkan hubungan kuat
  - = melambangkan hubungan sedang
  - △ = melambangkan hubungan lemah
4. *Planning Matrix* “WHYs”, menggambarkan persepsi konsumen yang diamati dalam survey pasar, termasuk didalamnya kepentingan relatif dari persyaratan konsumen, perusahaan, kinerja perusahaan dan pesaing dalam memenuhi persyaratan tersebut.
5. *Technical corelation* “ROOF Matrix”, digunakan untuk mengidentifikasi, dimana *technical requirement* saling mendukung

atau saling mengganggu satu dengan lainnya didalam desain produk.

Matriks ini dapat menyetengahkan kesempatan untuk inovasi.

### **2.1.13 Material Handling**

*Material handling* atau penanganan material merupakan bagian yang paling banyak menimbulkan biaya pada sebuah system produksi (Sari, 2011). Pemindahan bahan atau material – istilah ini diterjemahkan dari *material handling* – adalah suatu aktifitas yang sangat penting dalam kegiatan produksi dan memiliki kaitan erat dengan perencanaan tata letak fasilitas produksi. Kegiatan ini sebetulnya merupakan aktifitas yang diklasifikasikan “*non produktif*” sebab tidak memberikan perubahan nilai apa-apa terhadap material atau bahan yang dipindahkan. Disini tidak akan terjadi perubahan bentuk, dimensi maupun sifat-sifat fisik atau kimiawi dari material yang dipindahkan. Di sisi lain justru aktifitas pemindahan bahan atau material tersebut akan menambah biaya (*cost*). Dengan demikian sedapat-dapatnya kegiatan pemindahan bahan tersebut harus dieliminir atau paling tepat untuk menekan biaya pemindahan bahan tersebut adalah dengan memindahkan bahan pada jarak yang sependek-pendeknya dengan mengatur tata letak fasilitas produksi atau departemen yang ada.

*Material handling is defined simply as moving material. Improvement in material handling have positively affected workers more than any others area of work design and ergonomics* (Stephens, 2020).

Berdasarkan perumusan yang dibuat oleh *American Material Handling Society* (AMHS), pengertian mengenai material handling diartikan sebagai ilmu yang meliputi penanganan (*handling*), pemindahan (*moving*),

pembungkusan/pengepakan (*packaging*), penyimpanan (*storing*), sekaligus pengontrolan/pengawasan (*controlling*) dari bahan atau material dengan segala bentuknya (Sritomo Wignjosoebroto, 2009).

Pemindahan bahan adalah bagian dari sistem industri yang memberi pengaruh tentang hubungan dan kondisi fisik dari bahan/material dan/atau produk terhadap proses produksi tanpa adanya perubahan-perubahan dan kondisi/bentuk material atau produk itu sendiri. Pemindahan bahan ini juga merupakan suatu seni atau ilmu didalam memindahkan, membungkus, atau menyimpan bahan dalam segala macam bentuknya yang ada. Prinsip didalam menetapkan sistem konsep “*the best handling si no handling at all*”. Material handling adalah aliran bahan yang harus direncanakan secermat-cermatnya sehingga material atau bahan akan bisa diindahkan pada saat dan menuju lokasi yang tepat (Sritomo Wignjosoebroto, 2009).

## **2.2 Penelitian Terdahulu**

Penelitian terdahulu adalah alat bagi penulis untuk memperkaya wawasan dan referensi dalam melakukan penelitian. Referensi-referensi dari penelitian terdahulu akan dijadikan sebagai acuan dalam menghasilkan penelitian yang lebih baik dan membantu penulis untuk menghindari kekurangan-kekurangan yang terdapat pada penelitian terdahulu tersebut. Penelitian yang akan dilakukan penulis juga dipastikan tidak akan sama persis dengan penelitian yang telah pernah dilakukan sebelumnya. Berikut adalah beberapa penelitian terdahulu yang diangkat oleh penulis dan yang akan dijadikan sebagai referensi dalam melakukan penelitian ini

**Tabel 2. 1** Penelitian terdahulu

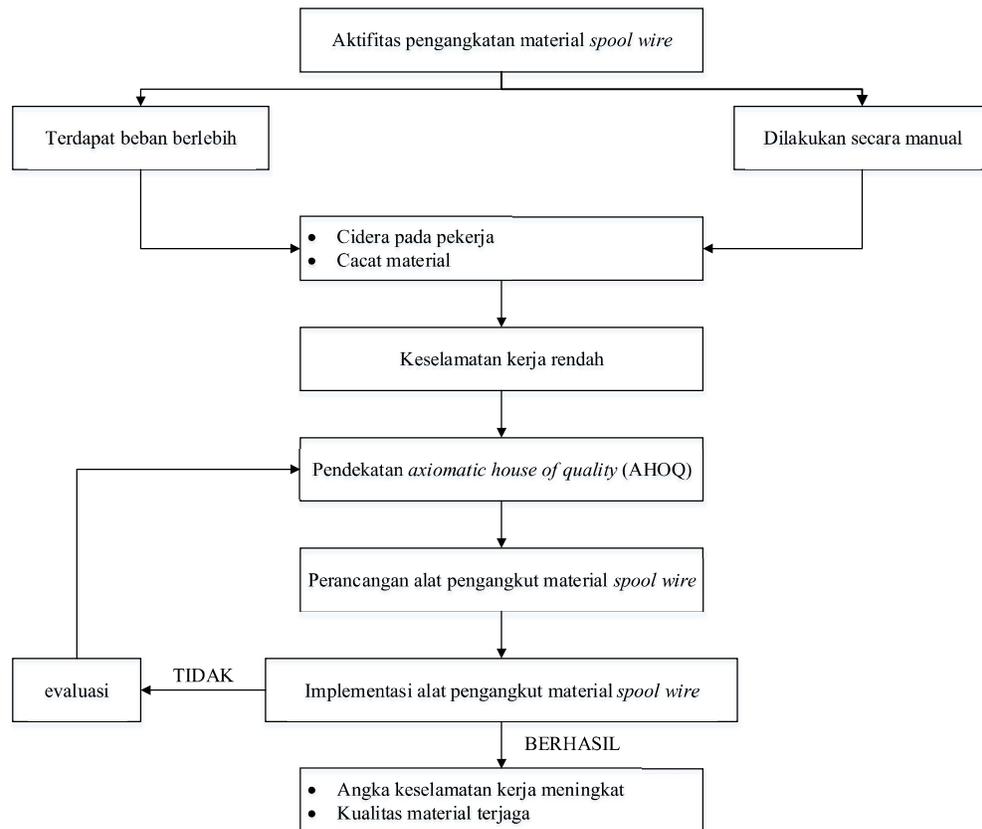
Judul Penelitian	Perancangan Alat Pengangkut Galon Ke Dispenser Dengan Pendekatan Metode <i>Axiomatic Design</i>
Nama Peneliti	Muhammad Syukran Ghufrani
Masalah	Aktifitas mengangkat galon ke atas dispenser memiliki resiko cedera
Metodologi	<i>Axiomatic Design</i>
Kesimpulan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Proses meangkat galon secara manual merupakan pekerjaan yang berat dan beresiko besar menimbulkan cedera pada daerah punggung apabila dipaksakan.</li> <li>2. fungsi utama dari perancangan alat pengangkut galon adalah: <i>rotating, lifting, structure.</i></li> <li>3. beban gaya yang ditanggung oleh otot belakang dan L5/S1 direduksi dan dipindahkan ke tangan saat menekan tuas.</li> </ol>
Judul Penelitian	Konsep Rancangan Alat Penanam Benih Jagung Dengan Pendekatan <i>Axiomatic Design</i>
Nama Peneliti	Oni Achmadi dan Hari Purnomo
Masalah	Beban peralatan yang berat dan posisi membungkuk pada saat peletakan benih jagung
Metodologi	<i>Axiomatic Design</i>
Kesimpulan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. alat penanam benih jagung tradisional masih memiliki kekurangan pada berat dan ketidak efektifan pada proses penanaman.</li> <li>2. hasil inovasi dalam penelitian menghasilkan desain alat penanam benih jagung yang aman, ergonomis dan mempermudah proses penanaman.</li> </ol>

Judul Penelitian	Redesain Produk Berfokus Pada <i>Customer Requirements</i> Dengan Integrasi <i>Axiomatic Design</i> dan <i>House of Quality</i>
Nama Peneliti	Debrina Puspita Andriani, Mochamad Choiri, FX Berri Desrianto
Masalah	Kondisi rak sepatu yang masih belum memenuhi harapan pelanggan karena masih terdapat masalah kenyamanan, estetika dan material yang kokoh.
Metodologi	Axiomatic House Of Quality (AHOQ)
Kesimpulan	Model rak sepatu telah sesuai dengan prinsip <i>axiomatic design</i> . Setiap <i>functional requirement</i> adalah independen dan masing-masing <i>functional requirement</i> dijawab hanya dengan satu <i>design parameters</i> .
Judul Penelitian	Perancangan Alat Pengangkat Sistem Hidrolik Tipe H Pada Tempat Pencucian Mobil Dengan Kapasitas Maximum 2.5 Ton
Nama Peneliti	Ervini Meladiani, Bayu Permana, Marsudi dan Ahmad Zayadi
Masalah	Meningkatnya kebutuhan alat angkat mobil yang efektif dan efisien karena meningkatnya jumlah kendaraan mobil (Meladiyani et al., 2018).
Metodologi	Observasi dan pengamatan
Kesimpulan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dari hasil perhitungan terhadap poros/piston silinder hidrolik maka tegangan bengkok bahan &gt; tegangan bengkok yang terjadi, sehingga silinder hidrolik dinyatakan kuat dan aman untuk mengangkat beban 2,5 ton.</li> <li>2. Tegangan geser izin pada plat dan batang penahan &gt; tegangan geser yang terjadi sehingga konstruksi batang penahan dan bahan BJ 37 dinyatakan kuat dan aman untuk menahan beban sebesar 2,5 ton.</li> <li>3. Garpu penjepit pin pada batang penahan dan bahan BJ 37 dinyatakan aman dan kuat karena tegangan geser yang diizinkan pada bahan &gt; dari tegangan geser yang terjadi.</li> </ol>
Judul Penelitian	Analisis Perancangan Alat Bantu <i>Material Handling</i> Produksi Genteng Menggunakan Metode <i>Axiomatic House Of Quality</i> (AHOQ)
Nama Peneliti	Muhammad Dian Putra, Ishardita Pambudi Tama, Debrina Puspita Andriani
Masalah	Keterbatasan lahan penjemuran genteng dan keluhan kelelahan para pekerja karena terlalu banyak aktifitas pemindahan genteng satu per satu.
Metodologi	<i>Axiomatic House Of Quality</i>

Kesimpulan	<p>1. spesifikasi dan desain alat bantu didapatkan dari pengolahan data kebutuhan customer yang terdiri dari 3 bagian yaitu bagian badan rak, bagian roda dan bagian pengatur kemiringan.</p> <p>2. jumlah kapasitas yang dapat ditampung alat bantu adalah 42 genteng. Kapasitas yang meningkat dapat meningkatkan kapasitas penjemuran dan mengurangi aktifitas pemindahan genteng secara satu per satu.</p>
Judul Penelitian	<i>Integration Axiomatic Design with Quality Function Deployment and Sustainable design for the satisfaction of an airplane tail stakeholders</i>
Nama Peneliti	Mohammadali Shahi Ashtiany dan Alireza Alipour
Masalah	Kompleksitas masalah desain produk pembuatan pesawat dan pemenuhan kebutuhan para pemangku kepentingan
Metodologi	<i>Axiomatic Design</i> dan QFD
Kesimpulan	Axiomatic design diterapkan pada desain konseptual awal dari ekor beech barons G58, untuk mendapatkan konfigurasi yang lebih baik. Pertimbangan CNs dan Keberlanjutan yang dipetakan ke dalam FRs dan DPs berdasarkan aturan axiomatic oleh QFD menghasilkan dua buah design matrix yang menunjukkan korelasi antara FRs dengan DPs dengan hasil aksioma independensi yang memuaskan (Ashtiany & Alipour, 2016).
Judul Penelitian	<i>Integration of Axiomatic Design with Quality Function Deployment for Sustainable Modular Product Design</i>
Nama Peneliti	Arash Hosseinpour
Masalah	Membuat rancangan kursi roda yang baru yang sesuai dengan kebutuhan pelanggan dan persyaratan berkelanjutan.
Metodologi	Integrasi <i>Axiomatic Design</i> Dengan <i>Quality Function Deployment</i>
Kesimpulan	Hasil keputusan matriks untuk desain kursi roda menunjukkan bahwa biaya, jejak lingkungan, bobot daur ulang, jumlah komponen dan kemudahan perawatan adalah parameter terpenting untuk memenuhi kebutuhan pelanggan dan pertimbangan berkelanjutan.

### 2.3 Kerangka Berpikir

Gambar 2.4 adalah bentuk kerangka berpikir dalam penelitian ini:



**Gambar 2. 4** Kerangka berpikir