Bab 2
Landasan Teori

2.1. Konsep Perancangan Produk

Perancangan produk (barang atau jasa) merupakan kegiatan awal dari usaha merealisasikan suatu produk yang keberadaanya sangat dibutuhkan oleh konsumen. Setelah perancangan selesai maka kegiatan yang menyusul adalah pembuatan produk. Kedua kegiatan tersebut dilakukan dua orang atau dua kelompok orang dengan keahlian masing-masing, yaitu perancangan dilakukan oleh tim perancang dan pembuatan produk oleh tim kelompok pembuat produk.

Esensi dari perancangan dan pembuatan suatu produk yaitu untuk memenuhi kebutuhan dari permintaan. Seiring dengan berkembangnya teknologi sekarang ini kebutuhan akan adanya produk yang dapat mempermudah kegiatan manusia terutama dalam mengerjakan pekerjaan yakni alat/mesin, hal ini yang mendorong manusia untuk merancang alat bantu dalam memenuhi kebutuhan tersebut. Dalam dunia industri khususnya industri manufaktur, adanya alat bantu yang representatif dan bermanfaat untuk mempermudah dan menghemat biaya sangat dibutuhkan, oleh karena itu penelitian-penelitian untuk menciptakan suatu alat bantu kerja saat ini perlu ditingkatkan. Selain dari pada itu adanya alat bantu yang mempermudah pekerjaan akan sangat berpengaruh kepada biaya produksi suatu produk yang dihasilkan terutama biaya *overhead* tenaga kerja langsung dan waktu produksi.

Sebagian orang menganggap bahwa perancangan suatu alat atau mesin yang dapat mempermudah pekerjaan merupakan bagian yang paling penting dalam suatu proses produksi. Karena dengan adanya alat atau mesin yang dapat mempermudah pekerjaan akan berpengaruh relatif besar pada waktu penyelesaian suatu produk dank arena waktu bisa dihemat dengan adanya mesin maka biaya *overhead* tanaga kerja langsung dan biaya penyimpanan *inventori* bisa lebih dihemat atau ditekan. Akan tetapi, tujuan dari proses perancanaan alat bantu itu sendiri adalah

membantu pekerjaan manusia bukan untuk megerjakan segala aktifitas kerja manusia tersebut sehingga akan membuat lemah sumber daya manusia itu sendiri. Idealnya, perancangan alat bantu tidak mengesampingkan tugas manusia sebagai sumber daya yang harus didahulukan dalam bidang produksi, sehingga manusia dan mesin dapat bekerja secara terintegrasi untu menciptakan lingkungan kerja yang nyaman, efisien, efektif dan hemat biaya.

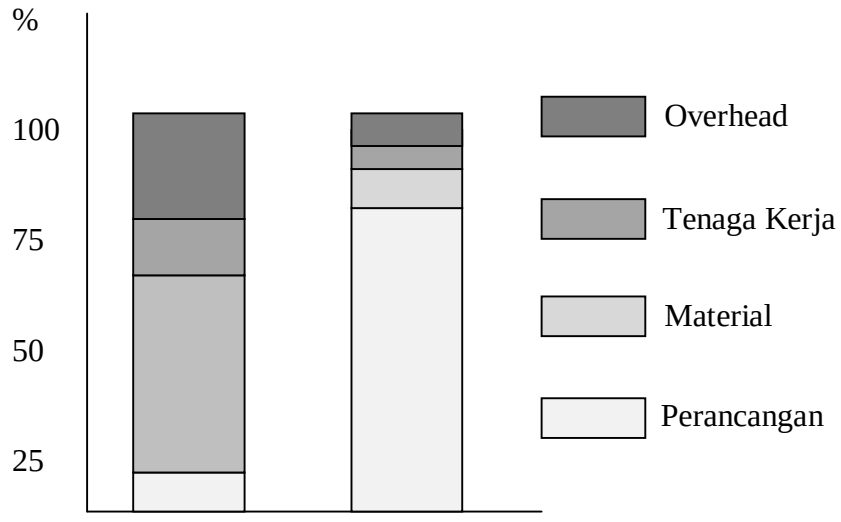
Dalam melakukan proses perancangan produk harus diingat tujuan dari pembuatan produk tersebut, yaitu:

1. Mampu mengidentifikasikan kebutuhan konsumen dan menciptakan produk yang memenuhi kebutuhan terebut.
2. Produk secara ekonomi dapat menguntungkan (*profitable*).
3. Diperlukan pengembangan produk yang telah jadi untuk memperbaiki kekuranganya.

Proses perancangan dapat berpengaruh pada aspek lain seperti:

a. Biaya pembuatan produk

Contoh : Ford *Company* (produk mobil)



Gambar 2.1. Grafik Pengaruh Perancangan Terhadap Aspek Lain

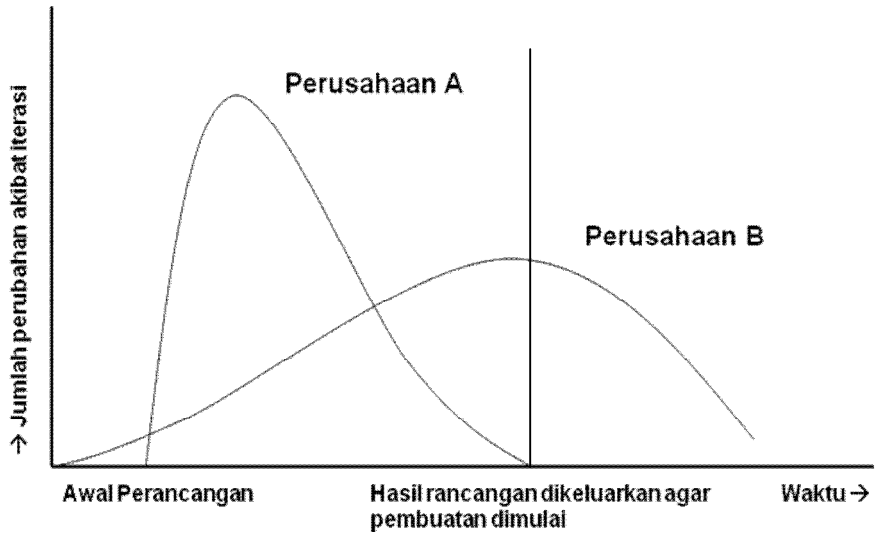
b. Kualitas produk

Tabel 2.1. Tabel Pengaruh Perancangan Terhadap Kualitas Produk

Kriteria	Penting(%)	Tidak Penting(%)	Tidak Tahu(%)
Produk berfungsi dengan baik	98	1	1
Berumur panjang	95	3	2
Berpenampilan menarik	93	6	1
Mempunyai teknologi mutakhir	58	39	3
Mempunyai banyak feature	57	47	5

- Hasil survey majalah Time pada konsumen Amerika Serikat, Nov 1999 (Susiandri, 2001)

c. Waktu penyelesaian produk mulai dari diterimanya kebutuhan sampai dipasarkan.



Gambar 2.2. Grafik Pengaruh Perancangan Terhadap Penyelesaian Produk

Perancangan Produk terdiri dari beberapa kategori yakni:

1. Bidang Produk: mesin, elektronik, transportasi,dll.
2. Dari segi kompleksitas:
   - *Plant* (pabrik).
   - *Equipment* (peralatan) dan *Machines* (mesin).
   - *Assamblies* (modules) dan susunan elemen.
   - *Single element* (elemen tunggal).

3. Dari aspek volume produk:
   - Produk yang dibuat dalam jumlah kecil.
   - Produk masal (*mass product*).

Sedangkan pengembangan produk yang bisa dinilai berhasil apabila perancangan atau pengembangan produk tersebut mempunyai aspek-aspek sebagai berikut:

- Kualitas produk dapat dipertanggung jawabkan secara teknis maupun deskriptif.
- Ongkos operasional produk dapat meminimalkan ongkos lainya.
- Waktu pengembangan relatif singkat.
- Biaya pengembangan seminimal mungkin tanpa mengesampingkan kualitas.
- Kapabilitas pengembangan atau perancangan dapat menyelesaikan masalah lain.

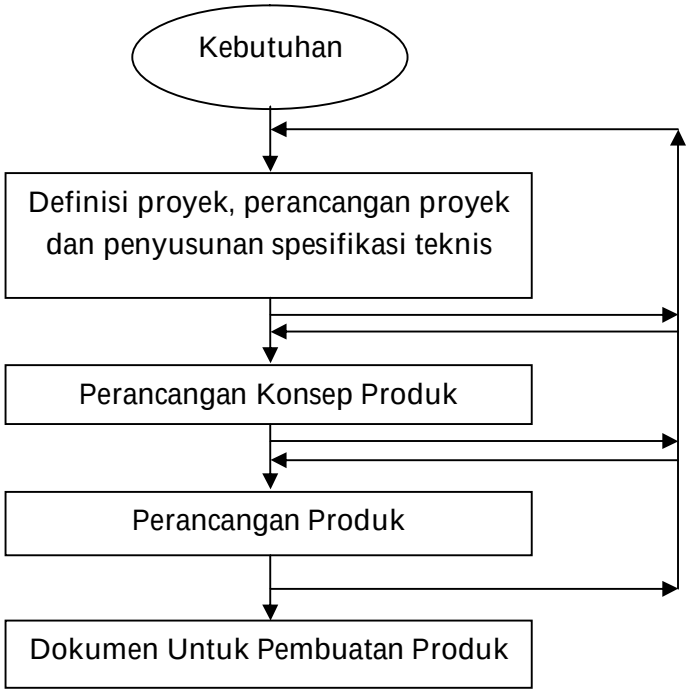
Kandungan originalitas dalam produk hasil perancangan terbagi dalam beberapa sifat, antara lain:

1) Produk Original (belum pernah ada sebelumnya) dapat terealisasi karena:
   - Terjadinya penemuan baru
   - Timbulnya teknologi baru
   - Kombinasi dari prinsip kerja atau teknologi yang ada sebelumnya yang telah dikombinasikan.

2) Produk hasil inovasi

   Perubahan-perubahan dalam bentuk dan ukuranya serta perubahan dalam fungsi sehingga menjadi produk dengan fungsi baru.

3) Produk varian yaitu produk yang hanya berbeda dimensi dari produk yang sudah ada.



Gambar 2.3. Fase Dalam Proses Perancangan

2.1.1. Perancangan Menurut Phal dan Beitz

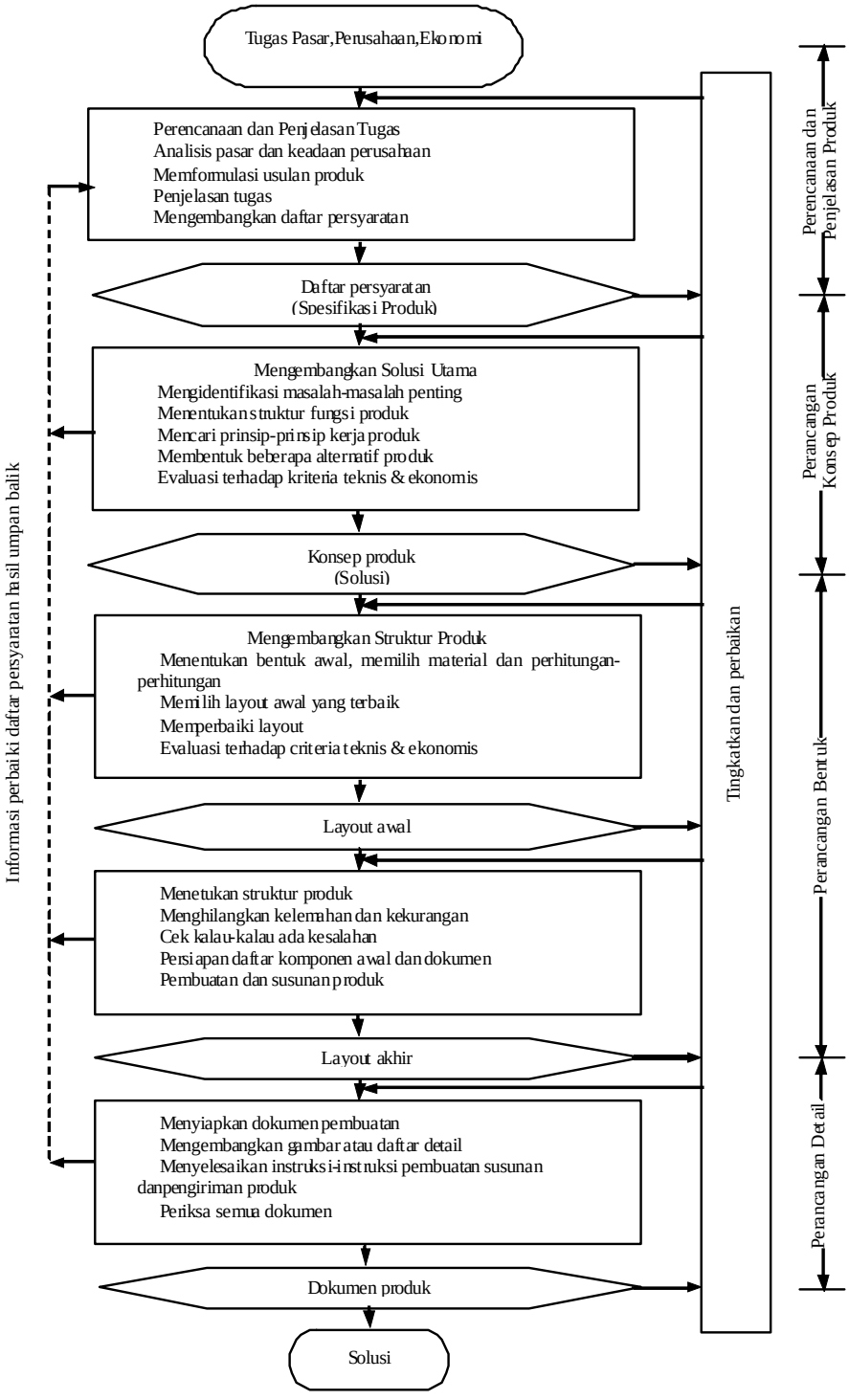
Pahl dan Beitz mengusulkan cara merancang produk sebagaimana yang dijelaskan dalam bukunya; *Engineering Design: A Systematic Approach* dalam Ginting (2009). Cara merancang Pahl dan Beitz tersebut terdiri dari 4 kegiatan atau fase, yang masing-masing terdiri dari beberapa langkah. Keempat fase tersebut adalah :

1. Perencanaan dan penjelasan tugas.
2. Perancangan konsep produk.
3. Perancangan bentuk produk.
4. Perancangan detail.

Sebenarnya langkah-langkah dalam keempat fase proses perancangan diatas tidaklah perlu dikelompokkan dalam 4 fase secara kaku, sebab seperti misalnya, pada langkah pada fase perancangan detail (fase ke-4) cara pembuatan komponen produk sudah diperlukan detail dan banyak lain contohnya seperti itu.

Setiap fase proses perancangan berakhir pada hasil fase, seperti fase pertama menghasilkan daftar persyaratan dan spesifikasi perancangan. Hasil setiap fase

tersebut kemudian menjadi masukan untuk fase berikutnya dan menjadi umpan balik untuk fase yang mendahului. Perlu dicatat pula bahwa hasil fase itu sendiri setiap saat dapat berubah oleh umpan balik yang diterima dari hasil fase-fase berikutnya.



Gambar 2.4. Diagram Alir Perancangan Menurut Pahl dan Beitz

A. Perencanaan Proyek dan Penjelasan Tugas

Tugas fase ini adalah menyusun spesifikasi produk yang mempunyai fungsi khusus dan karakteristik tertentu yang memenuhi kebutuhan konsumen. Produk dengan fungsi khusus dan karakteristik tertentu tersebut merupakan hasil pengolahan data survei bagian pemasaran atau atas permintaan segmen konsumen. Fase pertama tersebut perlu diadakan untuk menjelaskan secara lebih detail sebelum produk tersebut dikembangkan lebih lanjut.

Pada fase ini dikumpulkan semua informasi tentang semua persyaratan atau *requirement* yang harus dipenuhi oleh produk dan kendala-kendala yang merupakan batas-batas untuk produk. Hasil fase ini adalah spesifikasi produk yang dimuat dalam suatu daftar persyaratan teknis. Fase perencanaan produk tersebut baru dapat memberikan hasil yang baik, jika fase tersebut memperhatikan kondisi pasar, keadaan perusahaan dan ekonomi negara. Pada perencanaan proyek dibuat jadwal kegiatan dan waktu penyelesaian setiap kegiatan dalam proses perancangan.

B. Perancangan Konsep Produk

Berdasarkan spesifikasi produk hasil fase pertama, dicarilah beberapa konsep produk yang dapat memenuhi persyaratan-persyaratan dalam spesifikasi tersebut. Konsep produk tersebut merupakan solusi dari masalah perancangan yang harus dipecahkan. Beberapa alternatif konsep produk dapat ditemukan. Konsep produk biasanya berupa gambar skets atau gambar skema yang sederhana, tetapi telah memuat semua.

Beberapa alternatif konsep produk kemudian dikembangkan lebih lanjut dan setelah dievaluasi. Evaluasi tersebut haruslah dilakukan beberapa kriteria khusus seperti kriteria teknis, kriteria ekonomis dan lain-lain. Konsep produk yang tidak memenuhi persyaratan-persyaratan dalam spesifikasi produk, tidak diproses lagi dalam fase-fase berikutnya, sedangkan dari beberapa konsep produk yang memenuhi kriteria dapat dipilih solusi yang terbaik. Mungkin terjadi, ditemukan beberapa konsep produk terbaik yang dikembangkan lebih lanjut pada fase-fase

berikutnya. Dari diagaram alir cara merancang Pahl dan Beitz dapat dilihat bahwa fase perancangan konsep produk terdiri dari beberapa langkah.

C. Perancangan Bentuk *(Embodiment Design)*

Dari diagram alir cara merancang Pahl dan Beitz dapat dilihat bahwa fase perancangan bentuk terdiri dari beberapa langkah, yang jumlahnya lebih banyak dari jumlah langkah-langkah pada fase perancangan konsep produk.

Pada fase perancangan bentuk ini, konsep produk "diberi bentuk", yaitu komponen-komponen konsep produk yang dalam gambar skema atau gambar skets masih berupa garis atau batang saja, kini harus diberi bentuk, sedemikian rupa sehingga komponen-komponen tersebut secara bersama menyusun bentuk produk, yang dalam geraknya tidak saling bertabrakan sehingga produk dapat melakukan fungsinya. Konsep produk yang sudah digambarkan pada *preliminary layout*, sehingga dapat diperoleh beberapa preliminary layout.

Preliminary layout masih dikembangkan lagi menjadi layout yang lebih baik lagi dengan meniadakan kekurangan dan kelemahan yang ada dan sebagainya. Kemudian dilakukan evaluasi terhadap beberapa preliminary layout yang sudah dikembangkan lebih lanjut berdasarkan kriteria teknis,kriteria ekonomis dan lain-lain yang lebih ketat untuk memperoleh layout yang terbaik yang disebut *definitive layout.* Definitive layout telah dicek dari segi kemampuan melakukan fungsi produk, kekuatan, kelayakan finansial dan lain-lain.

D. Perancangan Detail

Pada fase perancangan detail, maka susunan komponen produk, bentuk, dimensi, kehalusan permukaan, material dari setiap komponen produk ditetapkan. Demikian juga kemungkianan cara pembuatan setiap produk sudah dilakukan dan perkiraan biaya sudah dihitung. Hasil akhir fase ini adalah gambar rancangan lengkap dan spesifikasi produk untuk pembuatan; kedua hal tersebut disebut dokumen untuk pembuatan produk.

2.1.2. Program Komputer Dalam Pemodelan Rancangan Produk

Dalam merancang suatu produk, pemodelan produk merupakan fase yang paling penting. Karena melalui pemodelan ini dapat dilihat dimensi, bentuk, warna dan spesifikasi solid ataupun rangka dari sebuah produk yang akan dibuat kemudian. Pada masa sekarang ini komputer sudah menjadi kebutuhan yang mendesak dalam berbagai bidang khususnya dalam memodelkan produk terutama produk teknik, akan tetapi komputer tidak dapat mengganti peran perancang. Beberapa program komputer yang digunakan untuk merancang suatu produk, antara lain:

- Program FEA (*Finite Element Analysis*).
- Program CAD (*Computre Aided Design*).
- Program untuk menghitung sifat komponen seperti volume, berat, letak titik berat, luas permukaan, dll.
- Program paket dinamik untuk mempelajari gerak elemen produk sebagai respon akibat gaya-gaya.
- Program kinematik untuk mengecek kemungkinan terjadinya interferensi antara gerak elemen-elemen produk.
- Program optimasi.
- Dan masih banyak lagi program-program lainya.

2.2. Konsep Produk

Konsep produk adalah sebuah gambaran atau pekerjaan mengenai teknologi, prinsip kerja, dan bentuk produk. Konsep merupakan gambaran singkat bagaimana produk memuaskan pelanggan. Sebuah konsep biasanya diekspresikan sebagai sebuah sketsa atau sebagai rangkaian gambar. Sebuah produk dapat memuaskan pelanggan dan dapat sukses dipasaran tergantung 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 lainya.

Proses penyusunan dimulai dengan serangkaian kebutuhan pelanggan dengan spesifikasi target, dan diakhiri dengan terciptannya beberpa konsep produk sebagai sebuah pilihan akhir. Dalam banyak kasus sebuah tim pengembangan yang efektif akan menghasilkan ratusan konsep, serius selama kegiatan pemilihan konsep. Penyusunan konsep yang baik memberi keyakinan pada tim bahwa seluruh kemungkinan telah digali. Dengan menggali banyak konsep alternatif pada awal proses pengembangan, kemungkinan tim akan terlambat menemukan konsep produk yang superior atau seorang pesaing akan mengenalkan sebuah produk dengan penampilan yang lebih baik terlebih dahulu, akan sangat berkurang.

2.3. Kualitas Produk

Kualitas produk sangat menentukan posisi perusahaan dimata konsumen. Oleh karena itu konsep kualitas harus dimengerti secara tepat oleh perusahaan. Kualitas adalah kemampuan produk dalam melakukan fungsinya selama jangka waktu penggunaan tertentu yang telah ditetapkan (Hoyle dalam Ginting, 2009). Kualitas adalah karateristik total suatu entitas yang sesuai dengan kebutuhan dan keinginan konsumen (Wilson dalam Susiandri, 2001). Secara umum kualitas dapat di artikan sebagai kemampuan produk dalam melaksanakan fungsinya sesuai dengan keinginan konsumen.

2.3.1. Dimensi Kualitas Produk

Untuk mendapatkan produk unggul, tentunya harus dikenal dimensi apa saja yang mendasari kualitas suatu produk. Untuk mempermudah analisis strategis tentang konsep kualitas suatu produk, maka dikembangkan delapan dimensi kualitas menurut David Garvin (1996). Sebuah produk dapat mempunyai peringkat yang tinggi dalam salah satu dimensi kualitas tetapi sekaligus mempunyai tingkat yang rendah untuk salah satu dimensi kualitas lainya. Ini dimungkinkan karena perbaikan dari salah satu dimensi kualitas memerlukan pengorbanan dimensi kualitas yang lain. Gejala-gejala seperti itu yang perlu diwaspadai.

Delapan dimensi kualitas produk yang dikembangkan oleh David Garvin tersebut terdiri dari:

1. *Performance* (performa)

   Dimensi ini menyangkut karakteristik operasi dasar.
2. *Perceived Quality*

   Dimensi ini menyangkut mutu atau kualitas yang diterima dan dirasakan oleh konsumen.
3. *Features* (fitur)

   Dimensi ini menyangkut item-item ekstra yang ditambahkan pada fitur dasar.
4. *Conformance*

   Dimensi ini menyangkut kesesuaian kinerja dan mutu produk dengan standar.
5. *Aesthetics* (estetika)

   Dimensi ini menyangkut menyangkut tampilan, rasa, bunyi, bau, atau rasa.
6. *Durability* (ketahanan)

   Dimensi ini menyangkut jangka waktu hidup sebelum tiba saatnya diganti.
7. *Reliability* (keandalan)

   Dimensi ini menyangkut kemungkinan produk untuk tidak berfungsi pada periode waktu tertentu.
8. *Serviceability*

   Dimensi ini menyangkut kemudahan servis atau perbaikan ketika dibutuhkan.

2.4. Identifikasi Kebutuhan Pelanggan

Identifikasi kebutuhan pelanggan merupakan bagian penting dari fase pada proses pengembangan produk.. Secara umum pelanggan juga akan berbicara tentang produk dalam pengertian atribut umum dan karakteristik khusus rentangan pengamatan dari sesuatu yang mudah dilakukan hingga kepada pernyataan “saya tidak menyukai warnanya”. Seperti pada metode spesifikasi kinerja, sangatlah penting untuk meninterpretasikan pernyataan umum ke dalam pernyataan yang tepat dari berbagai kebutuhan, tetapi juga penting untuk mencoba mengidentifikasi dan menyajikan keinginan konsumen dan seleranya dari pada mengidentifikasikan pengamatan mereka ke dalam persepsi perancang dari apa yang dingiinkan oleh konsumen.

Daftar kebutuhan pelanggan yang dihasilkan digunakan untuk menuntun anggota tim dalam menetapkan spesifikasi produk, membuat konsep produk dan menyeleksi konsep produk untuk pengembangan selanjutnya. Identifikasi kebutuhan pelanggan sendiri adalah sebuah proses yang menjadi lima tahap. Tahapan-tahapan tersebut harus dilakukan secara berurutan, yaitu:

1. Mengumpulkan data mentah dari pelanggan

   Konsisten dengan filosofi dasar, yaitu "menciptakan jalur infomasi yang berkualitas dari pelanggan", maka proses pengumpulan data yang dipaparkan dibawah ini akan mencakup kontak dengan pelanggan dan pengumpulan pengalaman dari lingkungan pengguna produk. Tiga metode yang biasa digunakan adalah:

   a. Wawancara.
   b. Kelompok fokus.
   c. Observasi produk pada saat digunakan.

   Wawancara baik secara grup ataupun perorangan akan lebih banyak membutuhkan tenaga, waktu dan biaya dibandingkan dengan survey pasar. Tetapi perancang dapat dengan bebas mengeksplorasi kebutuhan konsumen. Wawancara secara perseorangan ini dianggap mencukupi dalam arti cukup mampu menggambarkan kebutuhan konsumen sampai sekitar 90% adalah sebanyak 30 wawancara. Ini didasarkan pada penelitian untuk suatu produk *picnic coolers* oleh Griffin dan Hauser (Ulrich & Eppinger dalam Susiandri, 2001).

2. Menginterpretasikan data mentah menjadi kebutuhan pelanggan

   Kebutuhan pelanggan diekspresikan sebagai pernyataan tertulis dan merupakan interpretasi kebutuhan yang berupa data mentah yang diperoleh dari pelanggan. Setiap pernyataan atau hasil observasi dapat diterjemahkan menjadi nomor berapa pun sebagai kebutuhan pelanggan.

2.5. Pengambilan Sampel

Setelah menetukan pendekatan dan instrument riset, tiga keputusan berikut ini yang harus diambil, yaitu:

1. Unit Pengambilan Sampel: *Siapa atau populasi mana yang akan disurvei?*
2. Ukuran Sampel: *Berapa banyak orang yang harus disurvei?*
3. Prosedur Pengambilan Sampel: *Bagaimana responden dipilih?*

Untuk memperoleh sampel yang representatif, maka pengambilan sampel yang dilakukan harus bersifat probabilistik dari populasi. Namun apabila biaya dan waktu yang tersedia cenderung terbatas, maka dapat juga dilakukan pengambilan sampel yang bersifat non-probabilistik.

2.5.1. Teknik Sampling

Teknik-teknik sampling dapat dikelompokan dalam dua kelompok besar, yaitu *probability sampling* dan *non-probability sampling*. Perbedaan kedua kelompok ini terletak pada peluang elemen populasi untuk dipilih menjadi subjek dalam sampel. Pada *probability sampling*, tiap elemen populasi memiliki peluang yang diketahui untuk dipilih sebagai subjek dalam sampel. Sebaliknya pada *non-probability sampling*, peluang elemen populasi untuk dipilih menjadi subjek sampel tidak diketahui. Berikut ini penjelasan dua kelompok sampling tersebut:

1. *Probability Sampling*

Teknik *probability sampling* meliputi *simple random sampling, systematic sampling, stratified random sampling, cluster sampling* (*area sampling*) dan *double sampling* (Weirs, dalam Arrifrahman, 2009).

- *Simple random sampling*

  Teknik ini digunakan jika tiap elemen populasi memiliki peluang yang sama untuk terpilih menjadi subjek dalam sampel. Sebagai contoh, misalnya suatu populasi terdiri dari 10.000 elemen dan peneliti hendak mengambil 100 subjek untuk menjadi sampel maka tiap elemen akan mempunyai peluang yang sama untuk dipilih menjadi ssampel yakni sebesar 0,01. Teknik ini memiliki bias terkecil dan menawarkan generalisasi yang paling baik. Namun desain untuk

teknik sampling ini paling sulit dilkukan sehingga dalam prakteknya banyak peneliti menggunakan tekni yang lain.

- *Systematic sampling*

  Teknik ini dilakukan dengna mengambil elemen populasi kelipatan ke-n dilmulai pada elemen yang dipilih secara acak dari 1 sampai n. teknik ini memiliki resiko terjadinya *systematic* bias, yakni bias pada kesimpulan generalisasi populasi karena bias terletak pada posisi elemen kelipatan ke-n.

- *Stratified random sampling*

  Teknik ini dipilih jika terdapat sub grup-sub grup elemen yang mewakili parameter sub grup yang berbeda-beda. Teknik ini diawali dengna menyusun stratifikasi elemen lalu memilih elemen dari tiap startum secara acak. Teknik ini dapat dibedakan menjadi dua yakni :

  1. *Proportionate*

     Persentase jumlah sampel dari tiap stratum sama dengan proporsi ukuran stratum relatif dengan populasi.

  2. *Dis-proportionate*

     Persentase jumlah sampel tiap dari tiap stratum tidak sama dengan proporsi ukuran stratum relatif dengan populasi. Teknik ini dilakukan jika pada stratum tertentu sangat sulit dikumpulkan data yang lebih banyak, atau pada stratum tertentu, tingkat heterogenitasnya berbeda dengan stratum yang lain.

- *Cluster sampling*

  Teknik ini merupakan kebalikan dari teknik *stratified random sampling.* teknik ini dipilih jika terdapat asumsi bahwa sifat elemen dalam satu *cluster* yang lain cenderung heterogen. Teknik ini dilakukan mula-mula dengan membagi populasi *cluster* secara acak, dan selanjutnya menganalisis semua subjek dalam *cluster*.

- *Area sampling*

  Teknik ini dilakukan jika penelitian yang dilakukan berkaitan dengan populasi berada dalam wilayah-wilayah geografis yang dapat diidentifikasikan dengan jelas.

- *Double sampling*

  Teknik ini dilakukan dengan mengambil sejumlah elemen populasi sebagai subjek sampel pendahuluan, kemudian diwaktu yang lain sebagian dari sampel pendahuluan ini diteliti kembali secara rinci.

2. *Non-Probability Sampling*

Teknik *non-probabilty sampling* ini meliputi *convenience sampling, judgment sampling, purposive sampling* dan *quota sampling* :

- *Convenience Sampling*

  Teknik ini dilakukan dengan mengumpulkan informasi dari elemen populasi yang dapat dengan mudah menyediakan informasi tersebut.

- *Purposive Sampling*

  Purposive sampling, adalah teknik penentuan sampel berdasarkan tujuan tertentu saja. Sesuai dengan namanya, sampel diambil dengan maksud atau tujuan tertentu. Seseorang atau sesuatu diambil sebagai sampel karena peneliti menganggap bahwa seseorang atau sesuatu tersebut memiliki informasi yang diperlukan bagi penelitiannya.

- *Judgment Sampling*

  Teknik ini dilakukan dengan memilih subjek yang berada pada posisi yang paling tepat memberikan informasi yang diinginkan.

- *Quota Sampling*

  Teknik ini mirip dengan *proportionate stratified sampling*. Namun dalam teknik ini, pengambilan sampel tidak dilakukan dengan random tetapi didasarkan pada kemudahan saja. Jumlah sampel ditentukan dalam batas-batas (quota) tertentu.

2.5.2. Penentuan Jumlah Sampel

Roscoe (1975) dalam Arrifahman (2009), mengatakan bahwa terdapat beberapa hal yang dapat dijadikan pedoman dalam menentukan jumlah sampel dalam suatu penelitian, yaitu:

- Sebagian besar penelitian memerlukan sampel yang berukuran 30 sampai 500.
- Pada saat sampel dibagi ke dalam beberapa sub-sampel diperlukan ukuran minimum 30 untuk setiap sub-sampel.
- Untuk penelitian yang melibatkan analisis *multivariate*, ukuran sampel biasanya tidak kurang dari lima kali jumlah variabel penelitian.
- Untuk penelitian eksperimen sederhana dengan kontrol yang ketat, jumlah sampel sebanyak 10 sampai 20 dapat mencukupi.

Pengambilan sampel sebanyak 30 data dalam sebuah penelitian pengembangan produk ternyata sudah cukup mampu menggambarkan kebutuhan konsumen yang sebenarnya. Ini dibuktikan pada penelitian pengembangan produk *picnic cooler* oleh Griffin dan Hauser (Ulrich & Eppinger, 1995) dalam Susianti (2001). Dalam penelitian ini, pengambilan sampel sebanyak 30 buah ternyata sudah cukup mampu menggambarkan kebutuhan konsumen yang sebenarnya dan setelah didapatkan data dari 30 sampel maka 90% kebutuhan telah teridentifikasi. Dengan syarat, tiap responden bersifat independen dan pengumpulan data dilakukan secara terpisah.

2.6. Pembentukan Kuesioner

Kuesioner adalah seperangkat pertanyaan atau pernyataan yang telah diformulasikan, sesuai dengan variabel yang diteliti dan data yang diperlukan. Kuesioner juga dijadikan tempat menyimpan jawaban responden atas pertanyaan tersebut. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam penyusunan kuesioner adalah sebagai berikut :

- Isi pertanyaan

  Dalam mengevaluasi berbagai alternatif pertanyaan yang akan disusun dalam kuesioner, hal-hal yang harus diperhatikan :
  - Apakah pertanyaan tersebut perlu untuk ditanyakan ?
  - Apakah responden bersedia dan dapat memberikan data yang ditanyakan ?
  - Apakah pertanyaan tersebut cukup jelas dan mencakup aspek yang ingin diketahui ?

- Tipe pertanyaan

  Tipe pertanyaan yang umumnya digunakan dalam membuat kuesioner adalah sebagai berikut :

  - *Open-ended*

    Pertanyaan *open-ended* memberikan keleluasaan kepada responden untuk menjawab dengan kalimatnya sendiri dan mengemukakan pendapat dengan cara yang dipandangnya sesuai dengan pertanyaan yang diajukan kepadanya.

  - *Close Questions*

    Tipe pertanyaan ini menyajikan pertanyaan kepada responden dan memberikan sekumpulan alternatif yang *mutually exclusive* (hanya satu alternatif yang dapat dipilih) dan *exhaustive* (kumpulan alternatif yang diberikan sudah mencakup semua kemungkinan alternatif yang ada). Kemudian responden memilih satu dari kumpulan itu, yang paling sesuai dengan responnya pada pertanyaan yang diajukan.

- Sensitivitas pertanyaan

  Beberapa topik penelitian yang berkaitan dengan pendapatan, umur, catatan kejahatan, kecelakaan dan topik sensitif lainnya cenderung memiliki bias respon pada responden yang diteliti. Oleh sebab itu bentuk dan penyusunan kalimat pertanyaan harus dirancang dengan benar agar dapat mengungkap jawaban yang sebenarnya.

- Urutan pertanyaan

  Pertanyaan-pertanyaan dalam kuesioner harus disusun dalam urutan yang logis dan jelas agar responden dapat dengan mudah mengikuti alur pertanyaan dan hasil dapat direkapitulasi dengan cepat.

- Tampilan kuesioner

  Pada kuesioner yang dikirim lewat surat atau kuesioner yang diisi oleh responden dirumahnya masing-masing, penampilan kuesioner memegang peranan yang cukup penting. Kuesioner yang kelihatannya panjang dan memiliki kalimat yang banyak semakin cenderung untuk diabaikan responden. Oleh sebab itu, bila mungkin, pertanyaan harus disusun seminimal mungkin dengan kalimat-kalimat yang mudah dan sederhana.

2.7. Pengujian Instrumen Pengukuran

2.7.1. Pengujian Validitas

Data penelitian yang baik dapat diperoleh apabila alat (instrumen) pengukurnya valid. Validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat kevalidan atau kesahihan suatu instrumen. Suatau instrument dianggap valid apabila mampu mengukur apa yang diinginkan, dengan kata lain mampu memperoleh data yang tepat dari variabel yang diteliti.

Validitas dapat dibagi menjadi tiga bagian besar, yaitu *content validity*, *criterion related validity*, dan *construct validity*.

1. *Content Validity* (Validitas Isi)

   Content validity berkaitan dengan apakah alat ukur lebih terdiri dari set item yang mencukupi dan representatif untuk mengukur semua aspek kerangka konsep yang dimaksud dalam teori-teori yang ada. semakin banyak item yang mewakili suatu konsep, maka semakin baik *content validity*-nya. Jenis validitas ini adalah satu-satunya validitas yang menggunakan pembuktian logika dan bukan secara statistik. *Content validity* yang paling dasar adalah *face validity* (validitas rupa). *Face validity* hanya menunjukkan bahwa dari segi rupa, alat ukur yang digunakan tampaknya mengukur apa yang ingin diukur.

2. *Criterion-Related Validity*

   Criterion-Related Validity berkaitan dengan hubungan hasil suatu alat ukur dengan kriteria yang telah ditentukan. Validitas ini terdiri dari dua jenis, yaitu:

   a. *Concurrent Validity* (Validitas Simultan)

      Concurrent Validity berkaitan dengan pengujian apakah terdapat kesesuain antara hasil alat ukur tentang perilaku objek penelitian dengan perilakunya yang terjadi di masa sekarang.

   b. *Predictive Validity* (Validitas Prediktif)

      Predictive Validity berkaitan dengan pengujian apakah terdapat kesesuain antara prediksi tentang perilaku objek penelitian dengan perilakunya yang nyata terjadi di masa depan.

3. *Construct Validity* (Validitas Konstruk)

   Konstruk adalah kerangka dari suatu konsep. Validitas konstruk berkaitan dengan pengujian apakah alat ukur benar-benar mengukur objek sesuai dengan kerangka konsep objek yang bersangkutan. Analisis validitas kuesioner dilakukan dengna mengevaluasi korelasi yang terjadi antara jawaban-jawaban tiap aspek yang menyusun konstruk suatu kuesioner sesuai dengan tujuan kuesioner. Kemudian nilai korelasi dibandingkan dengan angka kritis yang terdapat dalam tabel korelasi r. jika nilai korelasi lebih besar atau sama dengan nilai r tabel, maka kuesioner yang disususn memiliki validitas konstruk. Validitas ini terdiri dari dua jenis, yaitu:

   a. *Convergent Validity* (Validitas Konvergen)

      Validitas ini berkaitan dengan apakah hasil yang diperoleh dari dua alat ukur yang berbeda yang mengukur konsep yang sama berkorelasi tinggi. Jika korelasinya tinggi dan signifikan, maka alat ukur tersebut valid.

   b. *Discriminant Validity* (Validitas Diskriminan)

      Validitas ini berkaitan dengna apakah berdasarkan teori yang ada, dua variabel yang diprediksikan tidak berkorelasi dan hasil yang diperoleh secara empiris membuktikannya.

2.7.2. Pengujian Reliabilitas

Syarat yang kedua agar suatu instrumen dapat dikatakan baik adalah apabila instrument tersebut reliabel. Pengukuran reliabilitas bertujuan untuk menunjukkan kestabilan dan kekonsistenan alat ukur dalam mengukur konsep yang ingin diukur. Reliabilitas alat ukur menunjukkan sejauh mana suatu alat pengukur dapat dipercaya atau dapat diandalkan. Bila suatu alat ukur dipakai dua kali untuk mengukur gejala yang sama dan hasil pengukuran yang diperoleh relatif konsisten, maka alat ukur tersebut dinyatakan reliabel. Dengan kata lain, reliablitas menunjukkan konsistensi suatu alat ukur dalam mengukur gejala yang sama (Sekaran, 2000) dalam Arrifrahman (2009).

Lebih lanjut menurut Sekaran (2000), setiap alat ukur seharusnya memiliki kemampuan untuk memberikan hasil pengukuran yang konsisten. Pada alat ukur fenomena fisik seperti berat dan tinggi badan, konsistensi hasil pegukuran bukanlah hal yang sulit dicapai. Tetapi untuk mengukur fenomena sosial seperti sikap, opini, dan persepsi, pengukuran yang konsisten agak sulit untuk dicapai. Semakin tinggi reliabilitas menunjukkan kesalahan pengukuran semakin kecil, dan begitu pula sebaliknya, makin besar kesalhan pengukuran, semakin menunjukkan ketidakandalan alat ukur tersebut. Tinggi rendahnya reliabilitas secara empiris ditunjukkan oleh suatu angka yang disebut koefisien reliabilitas. Terdapat dua jenis reliabilitas, yaitu reliabilitas internal dan reliabilitas eksternal. Reliabilitas Eksternal adalah reliabilitas yang diperoleh dengan membandingkan hasil dari dua kelompok data.

Reliabilitas Internal adalah reliabilitas yang diperoleh dengan menganalisis data yang berasal dari satu kali pengujian kuesioner. Dari berbagai rumus (teknik) untuk menguji reliabilitas internal, teknik umum yang digunakan adalah *Alpha Cronbach* (Hair, 1998). Metode ini dikembangkan oleh Cronbach (1946). Koefisien *Alpha Cronbach* merupakan koefisien yang paling umum digunakan untuk mengevaluasi *internal consistency* (Sekaran, 2000). Berbeda dengan teknik-teknik yang hanya dapat digunakan apabila kategorisasi jawaban hanya menggunakan variabel diskrit yang dapat diskoring menjadi 0 dan 1, rumus *Alpha Cronbach* memang ditujukan untuk digunakan pada analisis reliabilitas yang skalanya bukan 0 dan 1. *Alpha Cronbach* menggambarkan suatu koefisien korelasi yang besarnya antara 0-1, sedangkan nilai α negatif dapat terjadi bila model reliabilitas dilanggar. *Alpha Cronbach* dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Hair, 1998) dalam Arrifrahman (2009):

$$\alpha = \frac{(k)\text{cov/var}}{1+(k-1)\text{cov/var}} \quad \ldots\ldots\ldots\

var : rata-rata variansi variabel

cov : rata-rata kovariansi variabel

walaupun secara teoritis besarnya koefisien reliabilitas berkisar antara 0,00-1,00, tetapi pada kenyataan koefisien sebesar 1,00 tidak pernah dicapai dalam pengukuran aspek perilaku atau psikologi, karena menusia sebagai subjek pengukuran psikologis merupakan sumber *error* yang potensial. Disamping itu, walaupun koefisien korelasi dapat bertanda positif (+) atau negatif (-), akan tetapi dalam hal relibilitas, koefisien yang besarnya kurang dari nol tidak ada artinya karena interpretasi reliabilitas selalu mengacu kepada koefisien yang positif.

2.7.3. Kecukupan Sampel

Untuk menguatkan asumsi bahwa sampel berdistribusi normal maka jumlah minimum yang harus diambil adalah sebanyak 30 buah (Dajan dalam Susiandri, 2001). Dengan memenuhi jumlah ini maka asumsi normal dapat diambil. Bila dalam sampel pertama sebanyak 30 data terdapat kesalahan maka perhitungan sampel minimum dapat dilakukan menurut Bernouli dengan perhitungan sebagai berikut:

$$n \geq \frac{(Z_{\alpha/2})^2 \times p \times q}{e^2} \quad \text{.....(2.2)}$$

dengan:

n : Jumlah sampel

p : Proporsi jumlah kuesioner yang dianggap benar

q : Proporsi jumlah kuesioner yang dianggap salah

e : Tingkat kesalahan = 0,05

$Z_{\alpha/2}$: Nilai distribusi normal dengan tingkat ketelitian 0,05

2.8. *Quality Function Deployment* (QFD)

Metode QFD (*Quality Function Deployment*) merupakan suatu metode yang berfungsi sebagai alat untuk mentransformasikan informasi-informasi tentang keinginan dan kebutuhan konsumen (*Customer Needs*) kedalam matriks variabel pada penentuan spesifikasi produk atau jasa yang akan dirancang. Menurut Cohen

(1995) dalam Susiandri (2001), QFD adalah metodologi terstruktur yang digunakan dalam proses perancangan dan pengembangan produk suntuk menetapkan spesifikasi kebutuhan dan keinginan konsumen, serta mengevaluasi secara sistematis kapabilitas produk atau jasa dalam memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen.

Manfaat utama dari QFD dalam perancangan dan pengembangan produk dan jasa (Ginting, 2009:136) adalah sebagai berikut:

1. Memusatkan rancangan produk dan jasa pada kebutuhan pelanggan. Memastikan bahwa kebutuhan konsumen dipahami dan proses desain didorong oleh kebutuhan pelanggan yang objektif dari teknologi.
2. Mengutamakan kegiatan-kegiatan desain. Hal ini memastikan bahwa proses desain dipusatkan pada kebutuhan pelanggan yang paling berarti.
3. Menganalisis kinerja produk perusahaan yang utama untuk memenuhi kebutuhan para pelanggan utama.
4. Dengan berfokus pada upaya rancangan, hal tersebut akan mengurangi lamanya waktu yang diperlukan untuk daur rancangan secara keseluruhan sehingga dapat mengurangi waktu untuk memasarkan produk-produk baru. Perkiraan-perkiraan terbaru memperlihatkan adanya penghematan antara sepertiga sampai setengah dibandingkan sebelum dilakukan QFD.
5. Mengurangi banyaknya perubahan desain setelah dikeluarkan dengan memastikan upaya difokuskan pada tahap perencanaan. Hal ini penting untuk mengurangi biaya mengenalkan desain baru.
6. Mendorong terselenggaranya tim kerja dan menghancurkan rintangan antar bagian dengan melibatkan pemasaran, rekayasa teknik dan pabrikasi sejak awal proyek. Masing-masing anggota tim kerja, sama pentingnya dan memiliki sesuatu untuk disumbangkan kepada proses.
7. Menyediakan suatu cara untuk membuat dokumentasi proses dan menyediakan suatu dasar yang kukuh untuk mengambil keputusan rancangan.

Tujuan dari *Quality Function Deployment* tidak hanya memenuhi sebanyak mungkin harapan pelanggan, tapi juga berusaha melampaui harapan-harapan

pelanggan sebagai cara untuk berkompetensi dengan saingannya, sehingga diharapkan konsumen tidak menolak dan tidak komplein, tapi malah menginginkannya. Implementasi QFD terdiri dari tiga tahap, dimana seluruh kegiatan yang dilakukan pada masing-masing tahapan dapat diterapkan seperti layaknya suatu proyek, dengan terlebih dahulu dilakukan tahap perencanaan dan persiapan, ketiga tahapan tersebut adalah (Cohen dalam Susiandri, 2001):

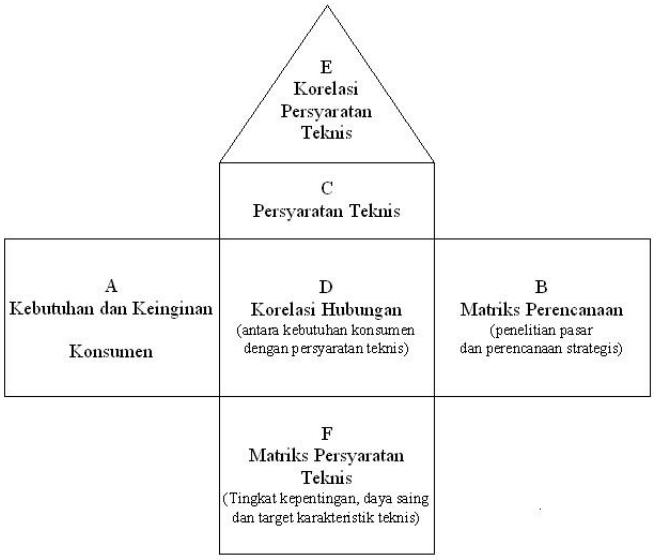
1. Tahap pengumpulan *Voice of Customer*.
2. Tahap penyusunan rumah kualitas (*House of Quality*).
3. Tahap analisis dan implementasi.

2.8.1. Pengumpulan Suara Pelanggan *(Voice of Customer)*

Tahap ini dilakukan survey untuk memperoleh suara pelanggan yang tentu akan memakan waktu dan membutuhkan keterampilan mendengarkan. Proses QFD membutuhkan data pelanggan yang ditulis sebagai atribut-atribut dari produk atau jasa. Atribut-atribut atau kebutuhan-kebutuhan ini merupakan keuntungan potensial yang dapat diterima pelanggan dari produk atau jasa tersebut. Tiap atribut mempunyai beberapa data numerik yang berkaitan dengan kepentingan relatif, atribut bagi pelanggan dan tingkat performasi kepuasan pelanggan dari produk yang mirip berdasarkan atribut tersebut. Atribut ini biasanya disebut data pelanggan kualitatif dan informasi numerik tiap atribut sebagai data kuantitatif. Prosedur umum dalam perolehan suara pelanggan adalah untuk menentukan atribut-atribut pelanggan (data kualitatif) dan mengukur atribut-atribut (data kuantitatif). Data kualitatif secara umum diperoleh dari pembicaraan dan observasi dengan pelanggan sementara data kuantitatif diperoleh dari survey atau penarikan suara (*polls*).

2.8.2. Menyusun Rumah Kualitas *(House of Quality)*

Penerapan metode *Quality Function Deployment* dalam proses perancangan produk dan jasa diawali dengan pembentukan matriks perencanaan produk atau sering disebut sebagai *House of Quality* (rumah kualitas). Tahap-tahap dalam menyusun rumah kualitas adalah sebagai berikut (Ginting, 2009:142):



Gambar 2.5. Struktur *House Of Quality* (HOQ)

1. Mengidentifikasi keinginan konsumen ke dalam atribut-atribut produk

   Pada tahap ini akan diuji sampai sejauh mana tingkat kepuasan konsumen terhadap suatu produk. Umumnya konsumen menyatakan pendapatnya mengenai suatu produk ke dalam atribut-atribut yang sangat umum, sehingga yang terpenting dalam tahap ini adalah mengidentifikasi pernyataan konsumen dengan baik untuk menghindari kesalahan interpretasi.

2. Menentukan tingkat kepentingan relatif dari atribut-atribut

   Penentuan peringkat atribut ini dapat dilakukan dengan memberikan bobot pesentase pada masing-masing atribut dengan menggunakan skala prioritas. Pemberian bobot dimulai dari spesifikasi yang diinginkan oleh responden berdasarkan jumlah nilai dibagi dengan jumlah responden. Perhitungan dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$DK = \frac{\sum_{i-1}^{n} NK_i}{n} \quad \text{.....(2.3)}$$

   Dimana:

   - DK = Derajat Kepentingan
   - NK = Nilai Kepentingan
   - n = Jumlah responden

Perhitungan bobot atribut konsumen (b_i), dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$b_i = \frac{DK}{\sum DK} \quad \text{.....(2.4)}$$

3. Mengevaluasi atribut-atribut dari produk pesaing

   Performansi dari pesaing dianalisis, keterangan mengenai atribut yang diprioritaskan pesaing dikaji. Prioritas dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.3 untuk mencari tingkat kepuasan konsumen terhadap atribut produk pesaing.

4. Membuat matriks perlawanan antara atribut produk dengan karakteristik.

   Dari atribut kebutuhan konsumen kemudian dibuat karakteristik teknis yang dapat mempengaruhi atribut tersebut. Atribut-atribut yang telah terjemahkan ke dalam karakteristik teknis dimasukan ke dalam suatu matriks, dimana atribut diletakan vertikal pada tepi sebelah kiri (kamar A), sedangkan karakteristik teknis diletakan horizontal pada tepi atas (kamar C). Karakteristik teknis yang dipilih harus dapat diukur.

5. Mengidentifikasi hubungan antara karakteristik teknis dan atribut poduk.

   Tahap ini menentukan seberapa kuat hubungan antara respon teknis dengan kebutuhan-kebutuhan pelanggan. Penilaian kekuatan hubungan dinyatakan dengan angka sebagai berikut:

   9 : menunjukan hubungan sangat kuat

   3 : menunjukan hubungan kuat

   1 : menunjukan hubungan lemah

   (Kosong) : menunjukan tidak ada hubungan sama sekali

   Setelah seluruh hubungan antar atribut dan karakteristik teknis dapat teridentifikasi, ditentukan bobot kolomnya dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

   $$Bobot\ Kolom = \sum_i (b_i \, x \, r_{ij}) \quad \text{..... (2.5)}$$

   Dimana:

   - b_i = Bobot kebutuhan *i*
   - r_{ij} = Skor relasi antara atribut *i* dan karakteristik teknis *j*

Setelah bobot kolom dihitung, kemudian dihitung bobot persentase absolut dan pemberian skala prioritas berdasarkan bobot persentase absolut tersbesar, Dengan perhitungan sebagai berikut:

$$Bobot\ Absolut = \frac{Bobot\ Kolom}{\sum Bobot\ Kolom} \quad \text{.....(2.6)}$$

6. Mengidentifikasi interaksi yang relevan di antara sesama karakteristik teknis.
   Dalam *House Of Quality*, besaran diletakan pada bagian kamar E. Bekerja dengan matriks *roof* seperti ini dapat memudahkan dalam memeriksa interaksi yang terjadi pada setiap karakteristik teknis. Tingkat kekuatan hubungan (korelasi) antar karakteristik teknis dinyatakan dengan notasi sebagai berikut:
   ● : korelasi positif kuat.
   ◯ : korelasi positif.
   X : korelasi negatif kuat.
   X : korelasi negatif.
   (Kosong) : Tidak ada hubungan
7. Menentukan gambaran target yang ingin dicapai untuk karakteristik teknis.
   Pada tahap ini tim perancang menentukan target yang ingin dicapai untuk pengukuran parameter karakteristik teknis dalam memuaskan keinginan konsumen dan meningkatkan produknya melebihi produk pesaing.

2.8.3. Analisis dan Implementasi

Setelah menyusun rumah kualitas (HOQ), maka analisis terhadap hasil-hasil yang terdapat pada *House Of Quality* dilakukan untuk mengetahui target karakteristik teknis poduk yang akan dibuat. Kemudian hasil analisis akan diimplementasikan baik ke dalam bentuk prototipe maupun dokumentasi gambar teknik yang akan dilanjutkan ke tahap proses pengujian dan pabrikasi secara masal.

2.9. Tabel Morfologi

Tabel morfologi adalah suatu daftar atau ringkasan dari analisis perubahan bentuk secara sistematis untuk mengetahui bagaimana bentuk suatu produk dibuat. Di dalam tabel ini dibuat kombinasi dari berbagai kemungkinan solusi untuk membentuk produk-produk yang berbeda. Kombinasi yang berbeda dari satu sub

solusi dapat dipilih dari tabel mungkin menuju solusi baru yang belum teridentifikasi sebelumnya. Tabel morfologi berisi elemen-elemen, komponen-komponen atau sub-sub solusi yang lengkap yang dapat dikombinasikan. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut (Ginting, 2009:161-165):

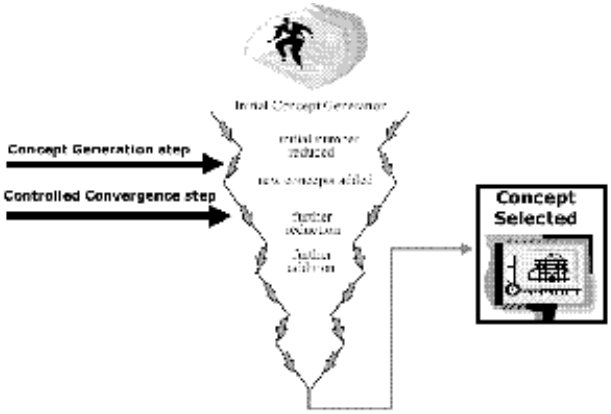
a. Mendaftar/membuat daftar yang penting bagi sebuah produk. Daftar tersebut haruslah meliputi seluruh fungsi pada tingkat generalisasi yang tepat.
b. Daftar setiap fungsi yang dapat dicapai yang menentukan komponen apa saja untuk mencapai fungsi. Daftar tersebut meliputi gagasan baru sebagaimana komponen-komponen yang ada dari bagian solusi.
c. Menggambar dan membuat sebuah *chart* untuk mencantumkan semua kemungkinan hubungan solusi.
d. Identifikasi kelayakan gabungan/kombinasi sub-sub solusi. Jumlah total dari kombinasi tersebut mungkin sangat banyak sehingga pencarian strategi mungkin harus berpedoman pada konstrain atau kriteria, seperti keterbatasan waktu dan biaya atau potensi alasan perancang itu sendiri.

2.10. *Pugh Concept Selection*

Mekanisme kunci untuk memilih desain terbaik yang mungkin atau solusi proses adalah metode dari ”*controlled convergence,*” yang telah dikembangkan oleh Stuart Pugh (Pugh, 1991) sebagai bagian dari proses pemilihan konsep ini. *Controlled convergence* adalah solusi iteratif proses pemilihan yang memberikan alternatif pemikiran konvergen (analitik) dan divergen (sintesis) untuk tim berpengalaman. Metode ini mengalternatifkan antara aktivitas *generation* dan *selection* (gambar 2.6). El Haik dan Yang (2003) dalam Susiandri (2001) diusulkan mengikuti peningkatan/perbaikan metode *controlled convergence*:

1. Aktivitas ”*generation*” dapat diperkaya dengan penyebaran desain Axiom 1 dan semuanya diperoleh kerangka kerja teoritis, untuk kebutuhan fungsional bebas. Penyebaran ini akan diperoleh lebih lanjut dengan berbagai konsep metodologi TRIZ untuk memutuskan *vulnerability* desain yang dapat diaplikasikan.

2. Aktivitas ”*selection*” dapat diperoleh dengan penyebaran Axiom 2, untuk kesederhanaan desain



Gambar 2.6. Skema Metode *Controlled Convergence*

Beberapa tinggi level yang mungkin dan konsep yang tidak rinci biasanya dibangkitkan menggunakan matriks sintesis. Pembangkitan konsep *multiple* ini memposisikan pemilihan masalah. Dimana konsepnya harus dipiih untuk rincian lebih lanjut dan harus memilih konsep terbaik menggunakan metode pemilihan konsep Pugh. Dalam tahap ini, tim perancang menghasilkan konvergensi ke konsep terbaik dalam tahap alternatif yang ditunjukkan dengan disiplin tim perancang. Urutan yang dapat digunakan untuk memfasilitasi konvergensi ke konsep terbaik dengan tim perancang:

1. Mengembangkan suatu kriteria berdasarkan apa yang pelanggan mau dan apa yang dibutuhkan, *Voice Of Cusstomers.* Tentukan beban kepentingan *Voice Of Cusstomers.* Jangan lupa peraturan dan kebutuhan legal dalam *mapping* desain. Kriteria ini harus dapat diukur, didefinisikan, dan dipahami dari semua anggota tim.
2. Kembangkan cara untuk menguraikan konsep yang dikembangkan lebih jauh.
3. Pilih data (*baseline*) dengan semua konsep lain yang dibandingkan. Data dapat berasal dari *baseline* yang ada, dalam kasus situasi redesain. Dalam situasi desain baru, data dapat pada tiap konsep bahwa tim mungkin membangkitkan dari matriks sintesis.
4. Kembangkan kelompok konsep desain yang dimaksud pada kepuasan *Voice Of Cusstomers.*

5. Menggunakan matriks sederhana, buat daftar kriteria dari tahap 1 diatas pada sebelah kiri dan konsep melewati puncak. Buat daftar konsep dalam kolom dari matriks Pough yang diperoleh dari matriks sintesis.
6. Bandingkan konsep baru dengan data. Evaluasi konsep dengan kriteria yang didefinisikan. Gunakan evaluasi tradisional plus (+), minus (-), atau sama (s). Data akan menjadi elemen netral dari sistem penomoran yang telah dipilih. Bandingkan tiap entitas solusi dengan data, nilai dengan plus (lebih baik daripada),minus (lebih buruk daripada), atau sama dengan data.

2.11. Treker *Bearing*

Treker *bearing* adalah alat bantu teknik yang berfungsi untuk melepaskan *bearing* (silinder dinamis) dari porosnya maupun komponen alat lainya seperti roda gigi, poros engkol, dan lain-lain. Cara kerja dari alat ini yaitu memanfaatkan fungsi gerak batang ulir yang mengubah gaya putar menjadi gaya tekan atau tarik secara linier untuk menekan dan pengait sebagai komponen untuk menahan tekanan dari batang ulir pada komponen yang hendak dilepaskan. Bentuk treker umum biasanya berkaki dua atau tiga, dengan batang ulir terletak pada titik sentris secara simetris dengan pengait (gambar 1.1). Bila diputar, ulir akan mendorong as bagian tengah dimana *bearing* terpasang. Alat ini banyak digunakan pada banyak kegiatan perbengkelan. Terdapat dua jenis treker *bearing* yang umum beredar dipasaran saat ini, yaitu:

1. Treker *Bearing* Ulir Konvensional

   Treker jenis ini adalah treker yang telah beredar di kalangan konsumen pengguna treker secara umum, dimana sistem kerjanya menggunakan batang ulir sebagai penggerak dengan dua atau tiga pengait sebagai alat untuk melepaskan komponen (lihat gambar 1.1).
2. Treker *Bearing* Ulir Magnet Konvensional

   Perbedaan yang signifikan antara treker ulir magnet ini dengan treker ulir konvensional, terletak pada prinsip kerja dari alat pembuka atau pelepas komponenya. Dimana pada treker jenis ini tidak menggunakan lengan pengait melainkan menggunakan silinder yang terbuat dari magnet sebagai alat utama pembuka atau pelepas komponenya (lihat gambar 1.2).