

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Saleh et al (2015) melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan alat peraga terhadap hasil pembelajaran pada materi peredaran darah kelas VIII SMP Negeri 2 Bulukumba. Dalam penelitian tersebut, diambil sampel penelitian yang terdiri dari kelompok eksperimen (menggunakan alat peraga) yang terdiri dari 32 siswa, dan kelompok control (tanpa alat peraga) yang terdiri dari 33 siswa. Didapatkan hasil penelitian bahwa nilai rata-rata kelompok eksperimen lebih tinggi yaitu 79,3 dibandingkan dengan kelompok control dengan nilai rata-rata 69,6. Muzaky dan Handhika (2015) melakukan penelitian mengenai penggunaan alat peraga untuk meningkatkan pemahaman konsep materi vektor. Penelitian melibatkan 16 siswa kelas X. Didapatkan nilai rata-rata siswa sebelum penggunaan alat peraga sebesar 19,06, dan nilai rata-rata siswa setelah penggunaan alat peraga sebesar 92,31.

Prakosa dan Tontowi (2010) melakukan perbandingan metode rasional dengan kreatif untuk mendesain alat bantu pasang lampu. Penelitian ini dibuat untuk mengetahui *weighted objectives* dari penggunaan metode rasional dan kreatif dalam mendesain sebuah alat bantu pasang lampu. Dari penelitian didapatkan hasil prototipe yang terpilih menggunakan metode *weighted objectives* adalah prototipe metode rasional dengan nilai bobot total adalah 7,479. Sedangkan penggunaan metode kreatif adalah 7,391. Hasil analisis usability menunjukkan bahwa *efficiency of use* prototipe metode rasional 100% lebih tinggi dari metode kreatif. Error yang dihasilkan dengan metode rasional adalah 0, sedangkan error pada metode kreatif adalah 1.

Salah satu *tool* dalam perancangan adalah *Quality Function Deployment* (QFD). Ardani et al (2014) melakukan perancangan desain produk *spring bed* dengan menggunakan *quality function deployment*. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya pemborosan waktu dan biaya dalam proses produksi *spring bed*. QFD digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan konsumen yang dihubungkan dengan karakteristik teknis produk. Karakteristik teknis produk dengan nilai tertinggi akan menjadi fokus permasalahan yang dihadapi oleh produsen. Didapatkan hasil kinerja karakteristik teknik dengan nilai tertinggi adalah karakteristik teknik *part family* dan kesamaan dasar struktur komponen dengan

masing-masing nilai derajat kepentingan sebesar 20%. Sedangkan dari sepuluh atribut kebutuhan konsumen yang memperoleh nilai *relative weight* tertinggi adalah variabel jenis busa *foam* pada matras dengan nilai *relative weight* 16,29.

Stankov et al (2010) melakukan perancangan tentang pengendalian *Heating, Ventilating, and Air Conditioning* (HVAC). Pada rancangannya kali ini, ia mengendalikan *air conditioning* menggunakan PLC dan SCADA. Cara kerja dari rancangan ini adalah mengaktifkan komponen-komponen pendingin maupun pemanas ruangan sesuai dengan suhu yang telah diseting pada tiap ruangan. Penggunaan SCADA yaitu sebagai *interface* untuk seting suhu yang diinginkan. Seting suhu tersebut sebagai acuan pada PLC untuk mengaktifkan komponen penghangat atau pendingin. Data suhu ruangan yang terdeteksi dikirim ke PLC untuk dibandingkan dan ditampilkan pada *interface* menggunakan SCADA.

Gosavi (2016), yang melakukan perancangan sistem pemantauan konsumsi energi pada perusahaan selama waktu yang berbeda dan proses yang berbeda. Tujuannya dapat memberikan data kebutuhan energi perusahaan sebagai parameter perubahan konsumsi energi. Gosavi menggunakan PLC dan SCADA pada rancangan sistem yang dibuat. Pada rancangan ini, PLC mengumpulkan semua informasi dari tiap aktifitas dalam pabrik menggunakan sensor yang berbeda jenis dan fungsinya. Selain itu juga menggunakan kWh Meter, Flow Meter, dll. Semua data yang diperoleh (konsumsi daya listrik aliran uap, *instrument* tekanan udara, dll) di *compile* dan ditampilkan oleh SCADA dalam format yang berbeda. Data ini berperan penting dalam memahami dan mengelola kebutuhan konsumsi energi dalam industri.

## **2.2. Penelitian yang Akan Dilakukan**

Penelitian yang akan dilakukan adalah merancang suatu alat peraga pembelajaran *Programmable Logic Controller* (PLC). Penelitian ini difokuskan pada desain sebuah alat peraga untuk pembelajaran PLC mahasiswa Program Studi Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Sehingga desain dari alat peraga ini dapat mengatasi permasalahan mahasiswa tentang suatu sistem terotomasi.

## **2.3. Landasan Teori**

Dasar teori yang digunakan diambil dari berbagai sumber seperti buku, jurnal dan sumber lain yang berhubungan dengan penelitian.

### 2.3.1 Alat Peraga

Alat peraga atau *training kit* adalah salah satu media pembelajaran yang merupakan bentuk penggambaran mekanisme kerja suatu benda (Saleh et al, 2015). Alat peraga mempunyai fungsi untuk memperagakan kegiatan, peristiwa, atau mekanisme kerja suatu benda. Alat peraga dapat memuat ciri dan bentuk dari konsep materi belajar yang digunakan untuk memperagakan materi yang berupa penggambaran mekanisasi, peristiwa, dan kegiatan sehingga materi bisa lebih mudah dipahami oleh siswa.

### 2.3.2. Metode Perancangan

Metode perancangan produk adalah setiap prosedur, teknik, dan alat bantu tertentu yang merepresentasikan sejumlah aktivitas jenis tertentu yang digunakan oleh perancang dalam proses total perancangan (Cross, 2001). Metode perancangan dapat dibedakan menjadi dua kelompok besar yaitu metode rasional dan metode kreatif.

#### a. Metode Rasional

Salah satu *tool* paling sederhana dari metode rasional adalah *checklist*/daftar periksa. Pada perancangan, daftar periksa dapat berupa suatu daftar pertanyaan yang akan ditanyakan pada tahap awal perancangan, ataupun suatu daftar kriteria, standar, dan sebagainya yang harus dipenuhi oleh rancangan akhir. Dalam bahasa lain, daftar periksa menjadi spesifikasi tujuan akhir suatu perancangan produk.

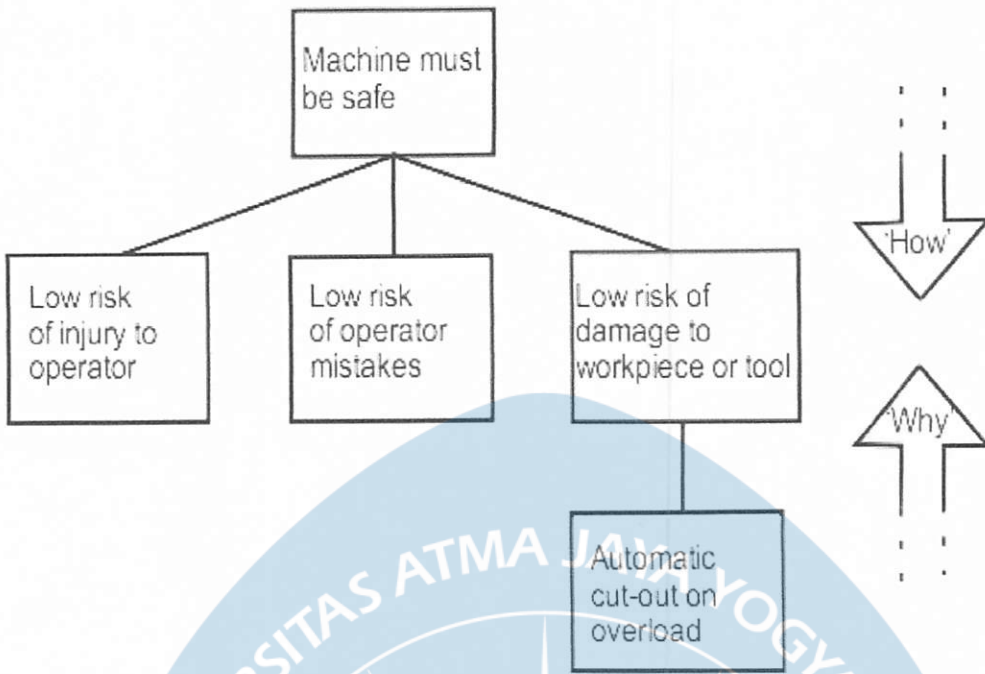
Metode rasional memiliki tujuh tahap, antara lain:

#### i. Identifikasi Kebutuhan

Kegiatan pada identifikasi kebutuhan adalah mengidentifikasi hal-hal yang ingin dirancang atau dikembangkan dari suatu produk. Fungsi dan tujuan perancangan dijadikan pertimbangan dalam menentukan aspek-aspek perancangan produk.

#### ii. Klarifikasi Tujuan

Fungsi dari tahap ini adalah mengklarifikasikan tujuan-tujuan dan sub-sub tujuan perancangan produk yang ingin dicapai, serta hubungan antara masing-masing sub-tujuan. Alat bantu yang dapat digunakan pada tahap ini adalah pohon tujuan (*objectives tree*). Contoh pohon tujuan dapat dilihat pada Gambar 2.1.

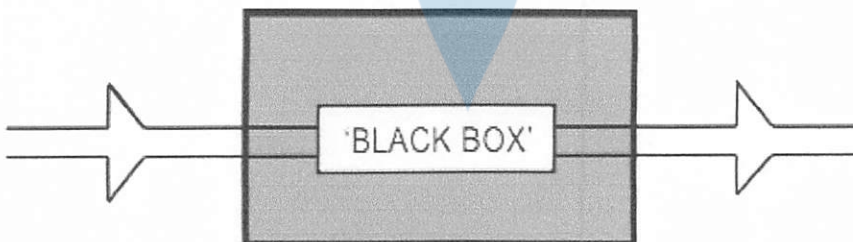


**Gambar 2.1. Objective Tree**

Sumber : (Cross, 2001)

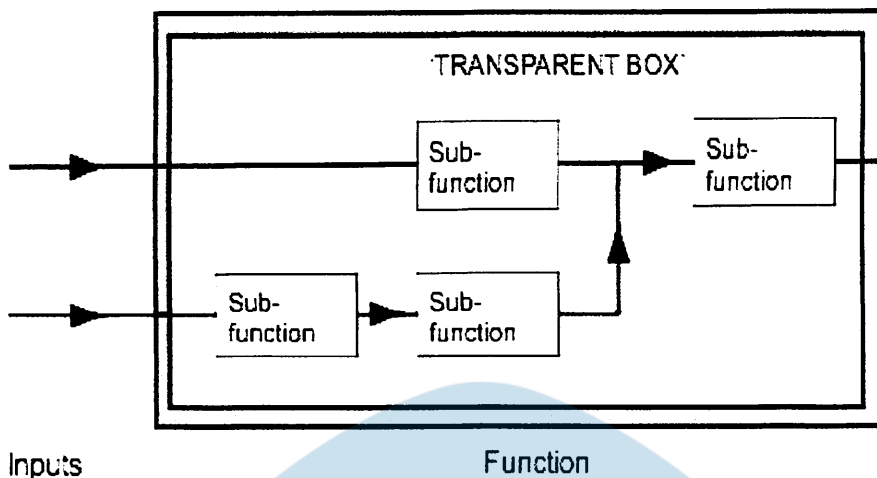
### iii. Penetapan Fungsi

Tahap ini berfungsi untuk menetapkan fungsi-fungsi dan sub-sub fungsi yang harus ada dari sebuah produk yang dirancang, dan batas-batas sistem rancangan produk yang dikembangkan. Penetapan fungsi dilakukan melalui analisis fungsi yang digambarkan dengan *Black Box* dan *Transparent Box*. Model sistem *black box* dapat dilihat pada Gambar 2.2. sedangkan model sistem *transparent box* yang dapat dilihat pada Gambar 2.3.



**Gambar 2.2. Model Sistem Black Box**

Sumber : (Cross, 2001)



**Gambar 2.3. Model Sistem *Transparent Box***

Sumber : (Cross, 2001)

#### iv. Penetapan Spesifikasi

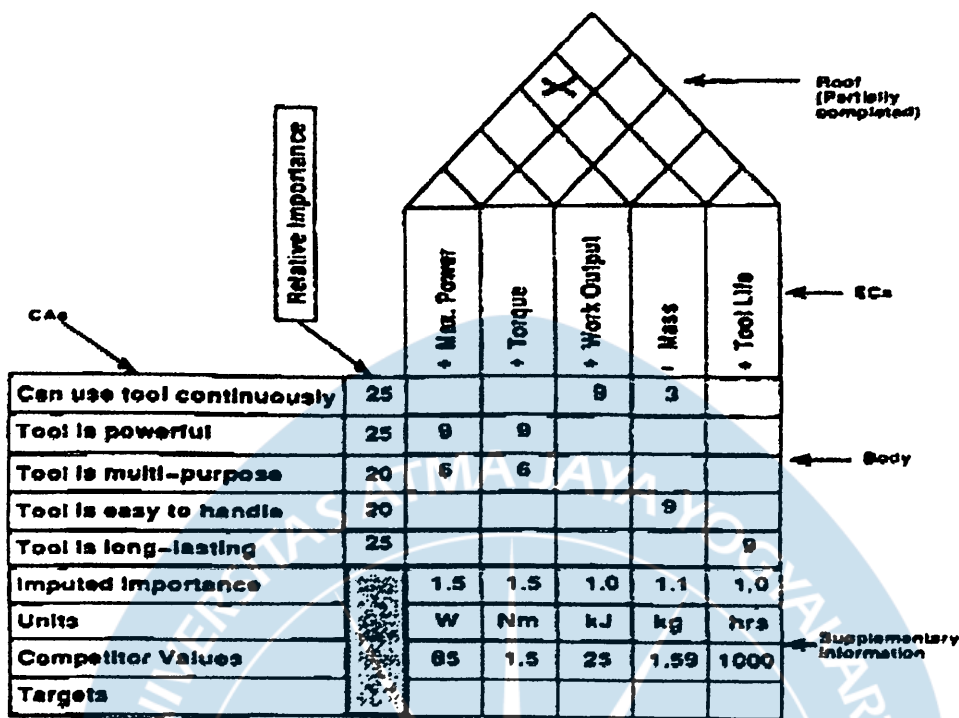
Penetapan spesifikasi untuk menetapkan spesifikasi kinerja, atau bentuk fisik, serta desain produk yang akurat dari suatu alternatif solusi rancangan produk, sesuai dengan keinginan dan kebutuhan konsumen. Penetapan ini berdasarkan data yang diperoleh dari wawancara, hasil *brainstorming*, maupun dengan menyebar kuesioner ke konsumen.

#### v. Penentuan Karakteristik

Fungsi tahap ini adalah untuk menetapkan target karakteristik fungsi kualitas (*quality function*) yang akan dicapai oleh suatu produk sehingga dapat memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen. Alat bantu yang digunakan adalah diagram matriks berupa seperti rumah sehingga disebut rumah kualitas (*House of Quality*(HOQ)), seperti pada Gambar 2.4. HOQ terdapat beberapa bagian antara lain:

- 1) *Customer Attributes* (CAs), berisi daftar permintaan dari pelanggan
- 2) *Engineering Characteristics* (ECs), terdapat nilai positif dan negatif yang menandakan tingkat keinginan yang diinginkan untuk meningkatkan atau menurunkan nilai karakteristik.
- 3) *Body*, berisi nilai hubungan antara CAs dan ECs.
- 4) *Roof*, berisi interaksi antara ECs.
- 5) *Supplementary Information*, berisi nilai-nilai ECs yang dicapai oleh produk pesaing utama, dan tingkat kepentingan tiap ECs. Ini merupakan nilai yang diperoleh dengan menghitung jumlah tertimbang dari hubungan ECs dan CAs.

Nilai-nilai relatif ini menunjukkan dimana perubahan karakteristik teknik yang memiliki pengaruh paling besar.



Gambar 2.4. House of Quality Matrix

Sumber : (Cross, 2001)

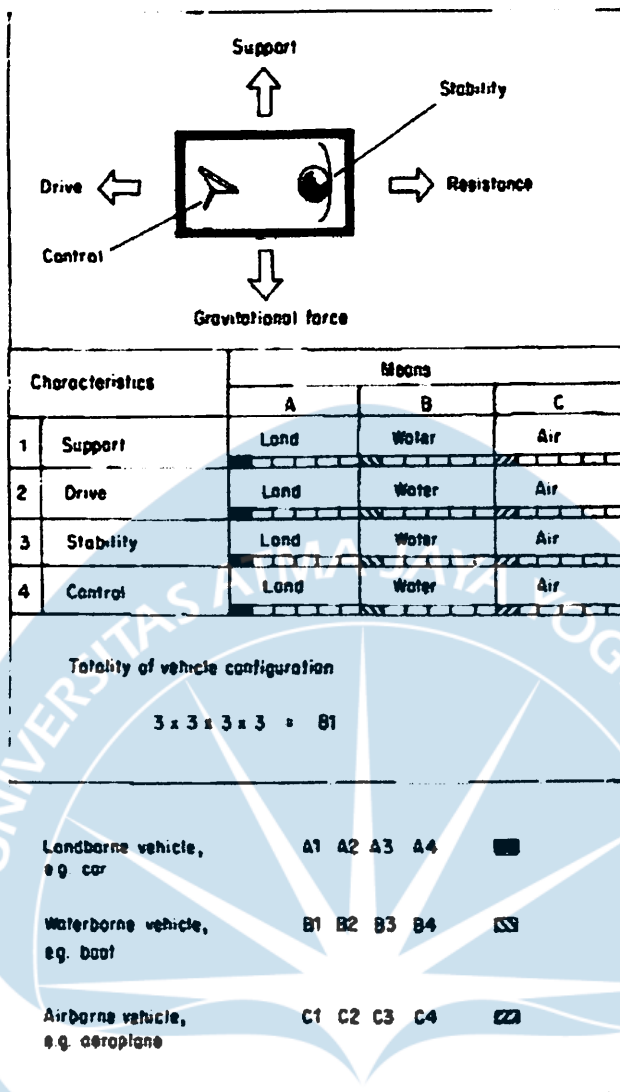
#### vi. Pembangkitan Alternatif

Tahap ini berguna untuk membangkitkan alternatif solusi-solusi perancangan suatu produk. Alat bantu yang bisa digunakan untuk memperoleh alternatif solusi sebanyak-banyaknya dalam waktu yang relatif singkat adalah peta morfologi (*morphological chart*). Pada peta morfologi dapat menggunakan perhitungan kombinasi untuk menentukan jumlah alternatif. Perhitungan kombinasi merupakan susunan unsur-unsur tanpa memperhatikan urutan. Perhitungan kombinasi didapat dengan rumus:

$$nC_r = \frac{n!}{r!(n-r)!} \quad (2.1)$$

Sebagai contoh pada Gambar 2.5., terdapat 4 karakteristik dan 3 *means*. Maka didapat 81 alternatif dengan cara mengalikan 3 kombinasi pada karakteristik:

$${}^3C_1 \times {}^3C_1 \times {}^3C_1 \times {}^3C_1 = 81 \text{ alternatif}$$



**Gambar 2.5. Peta Morfologi**

Sumber: (Cross, 2001)

#### vii. Evaluasi Alternatif

Tahap ini adalah tindakan lanjutan dari pengembangan alternatif, dan berguna untuk mengevaluasi alternatif-alternatif solusi dan memilih alternatif terbaik untuk diimplementasikan. Pada tahap ini ditentukan kriteria desain yang relevan dan tingkat kepentingan setiap kriteria dengan cara pembobotan pada tiap aspek solusi. Metode yang dapat digunakan dalam evaluasi alternatif adalah *weighted objectives*. Metode *weighted objectives* dimulai dengan melakukan pembobotan pada karakteristik kualitas dengan menggunakan metode pembobotan *zero-one*. Kemudian dilanjutkan dengan memberikan skor pada tiap karakteristik kualitas. Pemberian skor dapat menggunakan skala 5 titik (0-4), atau skala 11 titik (0-10). Perbandingan skor skala 5 titik dan 11 titik dapat dilihat pada Gambar 2.6..

| Eleven-point scale | Meaning                   | Five-point scale | Meaning      |
|--------------------|---------------------------|------------------|--------------|
| 0                  | totally useless solution  | 0                | inadequate   |
| 1                  | inadequate solution       |                  |              |
| 2                  | very poor solution        |                  |              |
| 3                  | poor solution             | 1                | weak         |
| 4                  | tolerable solution        |                  |              |
| 5                  | adequate solution         | 2                | satisfactory |
| 6                  | satisfactory solution     |                  |              |
| 7                  | good solution             |                  |              |
| 8                  | very good solution        | 3                | good         |
| 9                  | excellent solution        |                  |              |
| 10                 | perfect or ideal solution | 4                | excellent    |

**Gambar 2.6. Perbandingan Skor Skala 5 Titik dan 11 Titik**

Sumber: (Cross, 2001)

## b. Metode Kreatif

Terdapat beberapa cara yang dapat digunakan untuk membantu menstimulasi ide kreatif dengan cara meningkatkan produksi gagasan, menyisihkan hambatan mental terhadap kreatifitas dengan cara memperluas area pencarian solusi.

### i. *Brainstorming*

Metode ini bertujuan untuk menstimulasi sekelompok orang untuk menghasilkan sejumlah besar gagasan dengan cepat. Orang-orang yang terlibat dalam kelompok ini sebaiknya tidak homogen, bersifat non-hirarkial, serta haruslah orang yang memiliki keahlian atau pengetahuan khusus pada bidangnya.

Beberapa aturan penting dalam *brainstorming* adalah sebagai berikut:

- 1) Suasana harus relaks dan bebas tanpa tekanan dari pihak lain.
- 2) Tidak dibenarkan memberikan kritik terhadap setiap gagasan
- 3) Kelompok diharapkan menghasilkan gagasan sebanyak - banyaknya.
- 4) Gagasan yang dirasa aneh, harus tetap diterima.

### ii. *Sinektik*

*Sinektik* adalah suatu aktivitas kelompok yang mencoba membangun, mengkombinasikan, dan mengembangkan gagasan-gagasan untuk memberikan solusi kreatif terhadap permasalahan perancangan. Metode ini bertujuan untuk



mengarahkan aktivitas spontan pemikiran ke arah eksploratif dan transformatif pada masalah perancangan yang ada.

Sama halnya dengan *brainstorming*, metode ini juga tidak memperkenankan adanya kritik dalam proses pelaksanaannya. Perbedaan dengan model *brainstorming* adalah metode ini menghasilkan sebanyak mungkin gagasan dan juga harus menghasilkan suatu solusi tertentu. Salah satu ciri dari metode ini adalah penggunaan analogi untuk membangkitkan gagasan. Beberapa jenis analogi yang digunakan dalam metode sintektik adalah analogi langsung, analogi personal, analogi simbolik, dan analogi fantasi.

### iii. Memperluas ruang pencarian

Bentuk hambatan yang sering terjadi pada metode kreatif adalah adanya asumsi yang membatasi solusi, sehingga pemikiran menjadi terlalu sempit. Ada banyak teknik-teknik kreatif yang dapat membantu memperluas ruang pencarian, antara lain :

#### 1) Transformasi

Salah satu teknik yang dapat digunakan untuk mentransformasikan pencarian solusi dari suatu area ke area yang lain adalah dengan menerapkan beberapa kata kunci untuk mempertanyakan permasalahan yang dihadapi, misalnya substitusi, modifikasi, rotasi, kombinasi, dan sebagainya.

#### 2) *Input* acak

Kreatifitas dapat dibangkitkan dengan menggunakan berbagai *input* acak yang berasal dari sumber apa saja sebagai stimulus.

#### 3) Mengapa? Mengapa? Mengapa?

Cara lain untuk memperluas ruang pencarian adalah dengan memberikan pertanyaan “mengapa” pada permasalahan yang dihadapi. Setiap jawaban terhadapnya akan selalu dilanjutkan dengan “mengapa” yang berikutnya. Hal ini akan diteruskan sampai diperoleh batas terakhir, yaitu saat tidak ada lagi jawaban terhadapnya, atau sampai ditemukan suatu jawaban yang memberikan solusi.

#### 4) *Counter – planning*

Metode ini didasarkan pada konsep dialektika tesis-antitesis-sintesis.

### 2.3.3. Quality Function Deployment (QFD)

*Quality Function Deployment* adalah salah satu *tool* yang dapat digunakan untuk perancangan dan penyelesaian masalah dalam pemenuhan kebutuhan konsumen (Dieter dan Schmidt, 2013). *House of Quality* merupakan *tool* yang paling umum digunakan pada QFD. HOQ dapat digunakan dalam pengembangan hubungan yang diinginkan oleh konsumen dari sebuah produk dan fitur produk serta keseluruhan parameter performansi yang penting dalam pemenuhan keinginan konsumen. Cara kerja HOQ adalah menterjemahkan kebutuhan konsumen menjadi variabel perancangan yang dapat dihitung. Terdapat 9 tahap dalam menerapkan metode QFD antara lain peninjauan atribut produk, evaluasi produk, pengembangan produk, karakteristik teknik, matriks interelasi, keterkaitan antara parameter, analisis teknis dan sasaran nilai, dan uji kelayakan.

### 2.3.4. Sistem Otomasi

Menurut Groover (2001) otomasi adalah teknologi dimana proses atau prosedur dilakukan tanpa bantuan manusia. Otomasi diimplementasikan dengan menggunakan program instruksi yang dikombinasikan dengan sistem kontrol yang mengeksekusi instruksi, untuk mengotomatisasi proses. Sebuah sistem otomasi memerlukan tenaga, baik untuk menggerakkan proses itu sendiri maupun untuk mengoperasikan program dan sistem kontrol.

Sejarah perkembangan sistem otomasi bermula dari *governor sentrifugal* yang berfungsi untuk mengontrol kecepatan mesin uap yang dibuat oleh James Watt pada abad ke-18. Dengan semakin berkembangnya komputer maka peran-peran dari sistem otomasi konvensional yang masih menggunakan peralatan-peralatan mekanik sederhana sedikit demi sedikit memudar. Penggunaan komputer dalam suatu sistem otomasi akan menjadi lebih praktis karena dalam sebuah komputer terdapat miliaran komputasi dalam beberapa milidetik, ringkas karena sebuah PC memiliki ukuran yang relatif kecil dan memberikan fungsi yang lebih baik daripada pengendali mekanis. Terdapat tiga elemen dasar yang menjadi syarat mutlak bagi sistem otomasi, yaitu *power*, program instruksi, dan sistem kontrol yang semuanya mendukung proses dari sistem otomasi tersebut. Penjelasan tentang elemen-elemen dasar sistem otomasi adalah sebagai berikut:

a. *Power*

*Power* atau sumber energi berfungsi untuk memberikan suplai daya untuk semua komponen dari sistem otomasi. Sumber energi bisa menggunakan energi listrik dan baterai, semuanya tergantung dari tipe sistem otomasi itu sendiri.

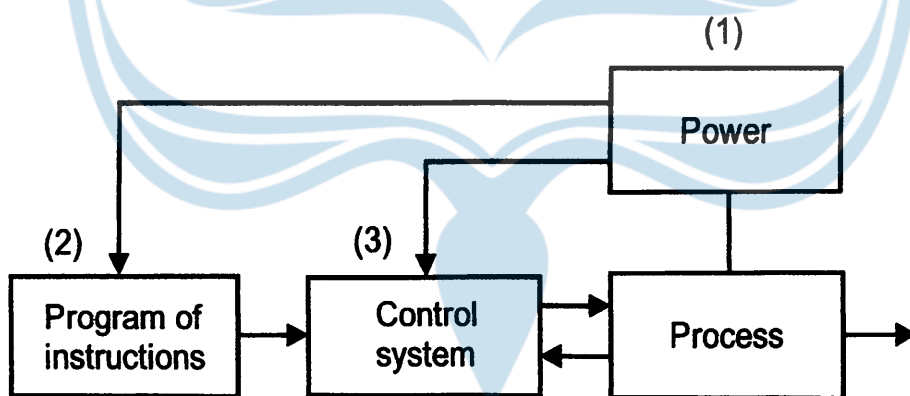
b. Program Instruksi

Pada program instruksi atau perintah pada sistem kontrol, tidak menggunakan bahasa pemrograman dalam arti sesungguhnya, karena sifatnya yang analog. Bahasa pemrograman merupakan hal yang wajib pada sistem kontrol yang menggunakan mikrokontroler maupun PLC.

c. Sistem kontrol

Sistem kontrol merupakan bagian penting dalam sistem otomasi. Apabila suatu sistem otomasi dikatakan layaknya semua organ tubuh manusia seutuhnya, maka sistem kontrol merupakan bagian otak ataupun pikiran, yang mengatur dari keseluruhan gerak tubuh. Sistem kontrol tersusun dari komputer, rangkaian elektronik sederhana, peralatan mekanik.

Adapun hubungan antara elemen-elemen sistem otomasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Elemen – Elemen Sistem Otomasi

Sumber : (Groover, 2001)

### 2.3.5. Pembobotan *Zero-One*

Matriks *zero one* dapat digunakan menentukan bobot kepentingan atau performansi dari setiap alternatif (Widodo, 2005). Metode *zero one* ini mengurutkan sekumpulan kriteria dalam pengambilan keputusan dengan cara membandingkan dan menilai kriteria berdasarkan tingkat kepentingannya. Pada metode ini yang dibandingkan adalah aspek pada baris matriks dengan kolom matriks. Jika aspek yang dibandingkan lebih penting, diberi nilai 1. Sebaliknya, jika

aspek tidak lebih penting diberi nilai 0. Total nilai perbaris akan digunakan untuk menghitung bobot untuk tiap kriteria. Contoh matriks *zero one* dapat dilihat pada tabel 2.1.. Pada baris 1 kolom 2 bernilai 1, artinya kriteria A lebih penting dari kriteria B sebaliknya baris 2 kolom 1 bernilai 0. Setelah semua kolom dan baris terisi nilai, maka dijumlah untuk mengetahui urutan prioritas. Sehingga urutan prioritas pada contoh adalah A, C, B, E, D.

**Tabel 2.1. Matriks Zero One**

| Kriteria | A | B | C | D | E | Total |
|----------|---|---|---|---|---|-------|
| A        | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 4     |
| B        | 0 | - | 0 | 1 | 1 | 2     |
| C        | 0 | 1 | - | 1 | 1 | 3     |
| D        | 0 | 0 | 0 | - | 0 | 0     |
| E        | 0 | 0 | 0 | 1 | - | 1     |

### 2.3.6. Sensor

Sensor adalah elemen yang digunakan untuk mendeteksi adanya besaran dari parameter fisik dan mengubahnya menjadi sinyal yang dapat diproses oleh sistem (Alciatore, 2007). Dalam sistem kontrol sensor berperan memberikan umpan balik ke pengendali berupa sinyal listrik hasil konversi dari besaran fisik yang diukur. Sensor memiliki fungsi sangat beraneka ragam disesuaikan dengan tujuan dari sensor tersebut dalam sistem kontrol. Beberapa contoh sensor yang sering digunakan antara lain:

- a. Sensor *Proximity*, digunakan untuk mendeteksi adanya keberadaan benda,
- b. Sensor Tegangan, digunakan untuk mendeteksi tegangan suatu peralatan elektronik,
- c. Sensor Arus, digunakan untuk mendeteksi arus suatu peralatan elektronik,
- d. Sensor Suhu, digunakan untuk mendeteksi suhu,
- e. dan masih banyak lainnya.

### 2.3.7. Programmable Logic Controller (PLC)

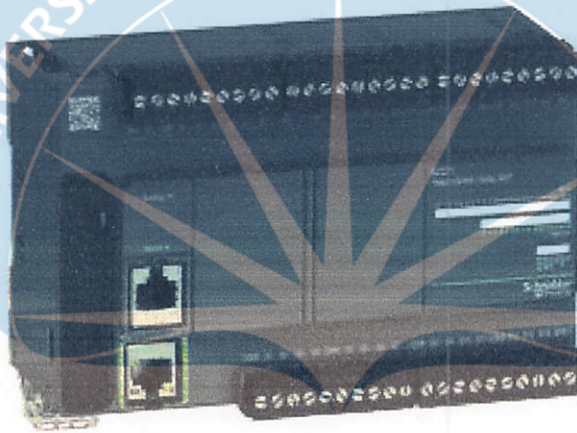
*Programmable Logic Controller (PLC)*, pertama kali dikembangkan oleh para insinyur di General Motors pada tahun 1968, saat perusahaan ini mencari alternatif untuk mengganti sistem kontrol *relay* yang kompleks.

Sistem kontrol yang baru harus memenuhi persyaratan berikut:

- a. Pemrograman yang sederhana

- b. Perubahan program tanpa *intervensi* sistem (tidak melakukan pengkabelan ulang)
- c. Lebih kecil, lebih murah, dan lebih dapat diandalkan daripada kontrol *relay*
- d. Sederhana, biaya perawatan yang murah

Pengembangan selanjutnya adalah menghasilkan sebuah sistem yang memungkinkan koneksi sinyal biner yang sederhana. Persyaratan bagaimana sinyal ini dihubungkan dalam program kontrol yang ditentukan. Dengan sistem baru ini, memungkinkan untuk menampilkan sinyal pada layar dan menyimpan dalam sebuah memori. Sejak itu, tiga dekade berlalu, dan perkembangan mikroelektronika sangat pesat tidak berhenti pada *programmable logic controller*. (Bliesener, 2002). Salah satu contoh PLC seperti pada gambar 2.8..



**Gambar 2.8. Programmable Logic Controller**

Sumber: (Schneider, 2018)

Pada awalnya PLC merupakan suatu sistem kontrol yang berbasis pada *relay*. Sistem ini merupakan untai terintegrasi yang mengambil alih tugas-tugas seperti *relay*, *timer*, ataupun *counter*. Dalam keadaan yang sebenarnya, PLC mengikuti operasi yang serupa, bila peralatan tersebut (*relay*, dll) masih berada di tempatnya. Tetapi PLC yang mempunyai kapasitas seperti komputer dan mempunyai fleksibilitas dan reliabilitas yang lebih baik dibanding dengan sistem *relay*.

PLC memerlukan suatu urutan perintah yang di sebut dengan *Ladder-Diagram Programming*. Simbol-simbol dalam pemrograman ladder-diagram juga berumber pada sistem kontrol berbasis *relay*. Tetapi sebagian besar istilah untuk menjelaskan simbol dan konsep dating dari istilah ko mputer. Sebagai contoh Tabel 2.2. menjelaskan istilah dalam sistem *relay* dan dalam PLC.

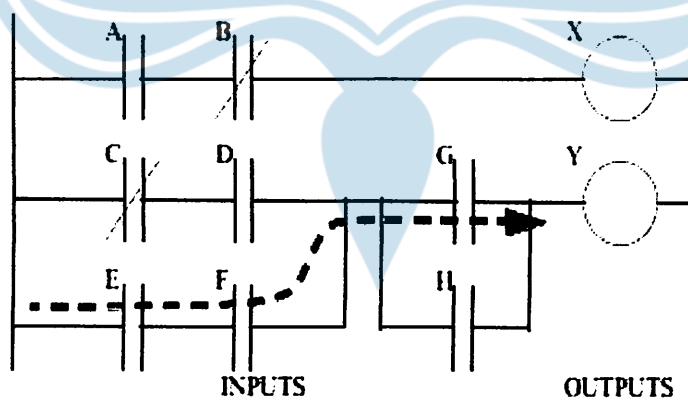
**Tabel 2.2. Penamaan Relay Dalam PLC**

Sumber : (Jack, 2007)

| <b>Relay</b>    | <b>PLC</b>               |
|-----------------|--------------------------|
| <i>Contact</i>  | <i>Input/condition</i>   |
| <i>Coil</i>     | <i>Output/work bit</i>   |
| <i>NO Relay</i> | <i>Condition</i>         |
| <i>NC Relay</i> | <i>Inverse Condition</i> |

Salah satu contoh program *ladder diagram* pada Gambar 2.8.. Pada gambar tersebut, terdapat *input Normally Open* (A,D,E,F,G,H), *input Normally Close* (B,C), dan *output* (X,Y). Mengacu pada Tabel 2.2., *input normally open* (A,B,D,E,F,G,H) pada PLC, sama seperti *NO Relay Contact*, dan begitu juga sebaliknya dengan *input normally closed*. Sedangkan pada *output* (X,Y) pada PLC, sama seperti *coil* pada *relay*.

Pada Gambar 2.8. terdapat panah putus-putus yang menandakan arah aliran program dari kiri ke kanan. Kondisi dimana 'E' masih dalam kondisi terbuka, maka sinyal tidak dapat terkirim pada 'F'. Namun pada saat 'E' aktif akan berubah menjadi kondisi tertutup dan sinyal dapat tersampaikan pada 'F'. Ketika 'F' yang semula dalam kondisi terbuka berubah menjadi kondisi tertutup, maka sinyal akan menuju ke *output* (Y).



**Gambar 2.9. Ladder Diagram**

Sumber: (Jack, 2007)

### 2.3.8. Human Machine Interface (HMI)

*Human Machine Interface* (HMI) merupakan perangkat keras antarmuka yang digunakan untuk sebuah sistem otomasi tingkat perangkat maupun mesin. Pengaplikasian HMI yaitu dengan menghubungkan *controller* dan perangkat lunak

HMI. Perangkat lunak HMI ini dapat dioperasikan pada *personal computer* (PC), panel PC, perangkat seluler yang memungkinkan untuk visualisasi dan integrasi tingkat lanjut pada pengawasan tingkat perusahaan. (Schneider, 2018). Salah satu contoh HMI seperti pada gambar 2.10..



**Gambar 2.10. Human Machine Interface**

Sumber: (Schneider, 2018)

