

KODE/RUMPUN ILMU: 451/TEKNIK ELEKTRO

**LAPORAN KEMAJUAN PENELITIAN
DOSEN PEMULA**

**PENGEMBANGAN *EMERGENCY LAMP* DENGAN LED
MENGUNAKAN METODE
*QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD)***

TIM PENGUSUL

Normaliaty Fitri, S.T, MM

NIDN : 0227097503

Poppy Indriani, SE, AK, MSi

NIDN: 0231017101

**UNIVERSITAS BINA DARMA
JUNI 2014**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Kegiatan : ANALISIS DAYAN ERGONOMIS TERHADAP PRODUKTIVITAS PADA PENGRAJIN SONGKET DI DAERAH SUNGKI PALEMBANG

Peneliti / Pelaksana

Nama Lengkap : RINA OKTAVIANA S.Psi.,MA
NIDN : 0216107703
Jabatan Fungsional :
Program Studi : Psikologi
Nomor HP : 082177964655
Surel (e-mail) : rina_twin2003@yahoo.com

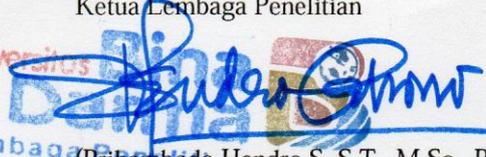
Anggota Peneliti (1)

Nama Lengkap : CHRISTOFORA DESI ST.,MT
NIDN : 0219127203
Perguruan Tinggi : Universitas Bina Darma

Institusi Mitra (jika ada)

Nama Institusi Mitra :
Alamat :
Penanggung Jawab :
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 1 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp. 13.000.000,00
Biaya Keseluruhan : Rp. 15.000.000,00

Mengetahui
Ketua Lembaga Penelitian


(Priambodo Hendro S, S.T., M.Sc., Ph.D)
NIP/NIK 02013056801

Palembang, 14 - 6 - 2014,
Ketua Peneliti,


(RINA OKTAVIANA S.Psi.,MA)
NIP/NIK030302177

HALAMAN PENGESAHAN

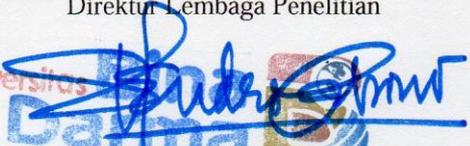
Judul Kegiatan : PENGEMBANGAN EMERGENCY LAMP DENGAN LED
MENGUNAKAN METODE QUALITY FUNCTION
DEPLOYMENT (QFD)

Peneliti / Pelaksana
Nama Lengkap : NORMALIATY FITHRI ST.,M.M
NIDN : 0227097503
Jabatan Fungsional :
Program Studi : Teknik Elektro
Nomor HP : 08127124919
Surel (e-mail) : normaliaty@mail.binadarma.ac.id

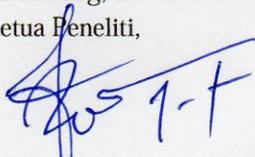
Anggota Peneliti (1)
Nama Lengkap : POPPY INDRIANI S.E., Ak., M.Si.
NIDN : 0231017101
Perguruan Tinggi : Universitas Bina Darma

Institusi Mitra (jika ada)
Nama Institusi Mitra :
Alamat :
Penanggung Jawab :
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 1 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp. 12.000.000,00
Biaya Keseluruhan : Rp. 15.000.000,00

Mengetahui
Direktur Lembaga Penelitian


(Prihambodo Hendro Saksono, S.T., M.Sc., Ph.D.)
NIP/NIK 02013056801

Palembang, 14 - 6 - 2014,
Ketua Peneliti,


(NORMALIATY FITHRI ST.,M.M)
NIP/NIK070102242

PRAKATA

Penelitian ini merupakan suatu kesempatan yang sangat baik bagi dosen perguruan tinggi baik dosen negeri maupun swasta, karena ini merupakan suatu kegiatan untuk mendapatkan nilai untuk kenaikan jenjang jabatan akademik seseorang.

Penelitian adalah suatu Tridarma Perguruan Tinggi yang harus dilakukan oleh seorang dosen, disamping itu seorang dosen wajib untuk melakukan proses belajar mengajar diperguruan tinggi dan wajib juga untuk menulis jurnal serta melakukan kegiatan Pengabdian dimasyarakat .

Penelitian Dosen Pemula yang di danai oleh Dikti memberikan sumber dana bagi dosen untuk melakukan penelitian baik dibidang teknologi, maupun dibidang lainnya punya kesempatan yang sama.

Dalam penelitian ini kami bermaksud untuk melakukan pengembangan *emergency lamp* dengan Led pada pemakai (*user*) untuk semua kalangan menggunakan metode *Quality Function Deployment (QFD)*.

RINGKASAN

Era Globalisasi yang maju mendorong pihak industri manufaktur untuk lebih meningkatkan kinerjanya dalam mengembangkan produk–produk yang dihasilkan agar dapat memenuhi keinginan konsumen. Lampu adalah alat penerangan yang sangat penting dimana lampu dapat memberikan suatu keindahan pada objek yang disinarnya. Namun, kondisi sumber listrik dari PLN yang tidak 100% dapat dialirkan terus menerus, membuat sewaktu-waktu kondisi pencahayaan ruangan yang semestinya tidak dapat digunakan. Alternatif yang dapat diterapkan adalah dengan pencahayaan lampu lilin, namun hal ini tentu saja sangat tidak efektif. Penerapan sebuah sistem yang dapat dengan otomatis menyalakan sumber pencahayaan alternatif berupa susunan led akan sangat efektif untuk diterapkan. Hal ini dikarenakan arus yang dibutuhkan untuk menyalakan led relatif sangat kecil, namun memiliki tingkat pencahayaan yang cukup tinggi. Untuk itu kita tidak perlu khawatir apabila terjadi pemutusan arus listrik PLN secara tiba-tiba, karena adanya sistem yang dengan otomatis dapat menyalakan pencahayaan disaat arus listrik PLN terputus. Banyaknya jenis lampu emegensi yang beredar dipasaran membuat konsumen dapat memilih berdasarkan kegunaan dan harga yang dapat mereka jangkau. Maka dalam penelitian kali ini peneliti akan membuat pengembangan lampu emegensi yang menggunakan Led dengan menggunakan metode *Quality Function Deployment (QFD)*. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan rancangan lampu emegensi yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Dari hasil kuesioner yang disebarkan terdapat 10 atribut yang diinginkan oleh konsumen jika mereka memilih sebuah lampu emegensi yaitu atribut : harga, model, indikator pengisian baterai, umur ekonomis, fungsi ganda, jenis lampu yang digunakan, hemat listrik, purna jual, sensor cahaya dan keamanan. Hasil dari metode QFD adalah Lamu emergency yang memiliki indicator pengisian batere.

Key word : Lampu Emergensi, Led Luxeon, *Quality Function Deployment*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PRAKATA	iii
RINGKASAN	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.	1
1.2 Rumusan Masalah	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 <i>Emergency Lamp</i>	2
2.2 Lampu LED (<i>Light Emiting Diode</i>)	3
2.3 Sensor Cahaya LDR (<i>light dependent resistor</i>)	6
2.4 Definisi <i>Quality Function Deployment</i> (QFD)	8
2.5 Peta Proses Operasi	12
2.6 Penarikan Sampel	14
2.7 Test Kecukupan Data	14
2.8 Validitas dan Realibilitas Alat Ukur	15
BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	
3.1. Tujuan Penelitian	16
3.2. Manfaat Penelitian	16
BAB IV METODE PENELITIAN	
4.1. Tempat Penelitian dan Objek Penelitian	17
4.2. Pengumpulan Data	17
4.3. Rancangan Penelitian	18

4.4. Teknik Pengolahan Data	18
4.5. Teknik Analisis Data	19
4.6. Teknik Perancangan Rangkaian	20
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	
5.1 Pengumpulan Data	25
5.2 Membuat Matriks Perencanaan (<i>Matrix Planning</i>)	23
BAB VI RENCANA TAHAP BERIKUTNYA	
	39
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	
	40
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	41

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Bentuk fisik dan simbol LED	4
Gambar 2.2 Perpindahan Elektron pada sebuah LED	5
Gambar 2.3 Bentuk fisik dan simbol LDR	6
Gambar 2.4 Karakteristik LDR	7
Gambar 2.5 Prinsip Kerja Sensor LDR	8
Gambar 2.6 Tahapan QFD (Sumber : Cohen 1995:14)	11
Gambar 2.7 <i>Road map</i> Perancangan Produk dan proses	12
Gambar 5.1 Penentuan Karakteristik Kualitas Lampu emergency	30
Gambar 5.2 Penentuan Fungsi Lampu emergency	31
Gambar 5.3 Penentuan Konsep Rancangan Produk	32
Gambar 5.4 Penentuan Rancangan Produk	33
Gambar 5.5 Penentun Proses Produksi	35
Gambar 5.6 Blok Diagram Perancangan Alat <i>Emergency Lamp</i> dengan LED	35
Gambar 5.7 Rangkaian <i>Emergency lamp</i>	36
Gambar 5.8 Tata Letak Komponen <i>Emergency lamp</i>	38
Gambar 5.9 Foto Rangkaian <i>Emergency lamp</i>	38

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Tingkat kepercayaan dan harga k	15
Tabel 4.1 Rancangan Penelitian	18
Tabel 5.1 Atribut Lampu Emergi	21
Tabel 5.2 Tabel analisis reliabilitas	22
Tabel 5.3 hasil Uji Validitas	23
Tabel 5.4 Tingkat Kepentingan	24
Tabel 5.5 Tingkat Kepuasan Konsumen	25
Tabel 5.6 Nilai Target (<i>Goal</i>)	26
Tabel 5.7 Rasio Perbaikan (<i>Improvment Ratio</i>)	27
Tabel 5.8 Titik Jual (<i>Sales Point</i>)	27
Tabel 5.9 Bobot Kepentingan relatif	29

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada zaman sekarang dunia elektronika mengalami kemajuan yang sangat pesat dan begitu cepat mengalami revolusi melalui sarana atau medianya. Berbagai jenis peralatan telah dibuat oleh manusia untuk memenuhi keinginan dan kebutuhan dalam menjalankan segala aktivitas.

Lampu adalah alat penerangan yang sangat penting dimana lampu dapat memberikan suatu keindahan pada objek yang disinarnya. Namun, kondisi sumber listrik dari PLN yang tidak 100% dapat dialirkan terus menerus, membuat sewaktu-waktu kondisi pencahayaan ruangan yang semestinya tidak dapat digunakan.

Alternatif yang dapat diterapkan adalah dengan pencahayaan lampu lilin, namun hal ini tentu saja sangat tidak efektif. Penerapan sebuah sistem yang dapat dengan otomatis menyalakan sumber pencahayaan alternatif berupa susunan led akan sangat efektif untuk diterapkan. Hal ini dikarenakan arus yang dibutuhkan untuk menyalakan led relatif sangat kecil, namun memiliki tingkat pencahayaan yang cukup tinggi. Untuk itu kita tidak perlu khawatir apabila terjadi pemutusan arus listrik PLN secara tiba – tiba, karena adanya sistem yang dengan otomatis dapat menyalakan pencahayaan disaat arus listrik PLN terputus

Banyaknya jenis lampu emegensi yang beredar dipasaran membuat konsumen dapat memilih berdasarkan kegunaan dan harga yang dapat mereka jangkau. Penggunaan lampu TL dan LED juga sudah banyak digunakan oleh banyak produsen pengembang lampu emegensi. Permasalahannya apakah semua produk lampu tersebut sudah memenuhi keinginan konsumen atau belum. Maka dalam penelitian kali ini peneliti akan membuat pengembangan lampu emegensi yang menggunakan Led dengan menggunakan metode *Quality Function Deployment (QFD)*.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka rumusan permasalahan adalah bagaimana rancangan lampu emegensi dengan Led Luxeon dengan menggunakan metode *Quality Function Deployment (QFD)* yang sesuai dengan keinginan konsumen.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Emergency Lamp*

Di masa-masa sekarang ini, daya listrik sering tidak mampu untuk men-suplay daya ke rumah-rumah pelanggan yang menggunakan jasa PLN. Sehingga sering sekali terjadi pemadaman lampu yang tidak menentu waktunya, yang menghambat masyarakat dalam bekerja dan mengakibatkan jalan-jalan pun akan gelap gulita tanpa adanya penyinaran lampu dari listrik PLN tersebut. Semakin meningkatnya rutinitas pemadaman listrik yang dikenal masyarakat dengan pemadaman bergilir ini, mendorong perlunya suatu perangkat yang mampu tetap membantu masyarakat dalam pencahayaan yang otomatis ketika listrik PLN padam agar tetap terang dan dapat bekerja tanpa gangguan dalam hal pencahayaan. *Emergency lamp* merupakan suatu alat berupa lampu darurat jika pasokan listrik dari PLN berhenti. Alat ini secara otomatis akan menyala jika pasokan listrik berhenti. Alat ini juga berfungsi sebagai pengganti senter. *Emergency lamp* dibuat berdasarkan kebutuhan penggunaannya dan memiliki daya jual yang tinggi.

Komponen-komponen yang terdapat dalam *Emergency lamp* adalah:

Pengecash Baterai

1. Dioda Brigde
2. Kapasitor = 1000 μ F 2V
3. IC = LM 308
4. Relay = 9 Volt
5. Transistor = BC 108
6. Resistor = 10 Ω 1 W, 1 K Ω , 100 Ω
7. Dioda = 1N4148
8. Dioda Zener = 6.2 Volt
9. Led 3 mm = 1 volt
10. Resistor = 10 k, 680, 100
11. Trimptot = 100k
12. Dioda = IN 4002
13. LED
14. Transistor =2N3904

Driver LDR

1. LDR
2. Resistor = 10K Ω
3. Trimpot = 50K Ω
4. Transistor = BC 107
5. Relay = 6 Volt

Driver Led Luxeon

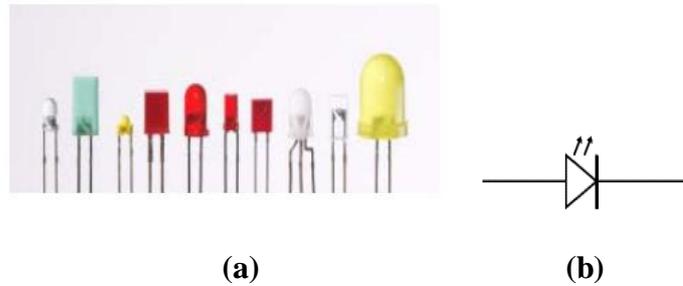
1. IC = LM 317
2. Resistor = 220 Ω , 390 Ω
3. Kapasitor = 0.1 μ F, 1 μ F
4. Dioda = 1N5402
5. Led Luxeon = 3.2 Volt 700mA

2.2 Lampu LED (*Light Emiting Diode*)

LED didefinisikan sebagai salah satu semikonduktor yang mengubah energi listrik menjadi cahaya. Sebagaimana dioda lainnya LED terdiri dari bahan semikonduktor P dan N. Bila sumber diberikan pada LED kutub negatif dihubungkan dengan N dan kutub positif dengan P maka lubang (*hole*) akan mengalir kearah N dan elektron mengalir kearah P (Muhaimin,2001).

LED merupakan perangkat keras dan padat (*solid-state component*) sehingga unggul dalam hal ketahanan (*durability*). Umur Lampu LED dapat mencapai 50.000 jam, hal ini dikarenakan tegangan kerja arus searah (V_{DC}) konstan, meskipun di suplai dari arus AC, namun di dalam LED terdapat stabiliser yang menstabilkan suplai arus AC tersebut.

Merupakan salah satu jenis dioda yang dibuat dari bahan Ga (Galium) As dan Fosfor yang dapat mengeluarkan emisi cahaya. Strukturnya juga sama seperti dioda, cahaya LED yang banyak beredar sekarang ini adalah warna merah, kuning dan hijau. Dalam memilih LED selain warna , perlu diperhatikan tegangan kerja, arus maksimum dan disipasi dayanya. Sifat dari LED yaitu ia akan mengemisi cahaya, jika memperoleh tegangan panjar maju, dan tidak tahan terhadap tegangan tinggi, hanya kira-kira 1,5 – 20 Volt.



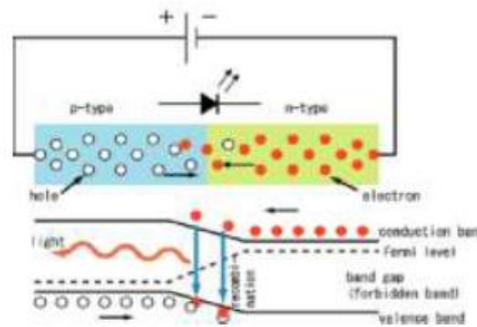
Gambar 2.1 a). Bentuk fisik LED
b). Simbol LED

Untuk mendapatkan emisi cahaya pada semikonduktor, doping yang dipakai adalah galium, arsenic dan phosporus. Jenis doping yang berbeda menghasilkan warna cahaya yang berbeda pula.

LED mempunyai penurunan tegangan yang lazimnya 1,5 Volt sampai 2,5 Volt untuk arus diantara 10mA sampai 150mA. Untuk LED dengan pancaran radiasi tampak arus yang lazim adalah 10mA sampai 50mA, sementara untuk LED infra merah arusnya sampai 150mA. Selain parameter tegangan parameter arus pada Led sangat menentukan kecerahan LED, karena LED mempunyai hambatan yang sangat kecil maka diperlukan sebuah tahanan seri terhadap LED untuk membatasi LED.

Cahaya pada LED adalah energi elektromagnetik yang dipancarkan dalam bagian spektrum yang dapat dilihat. Cahaya yang tampak merupakan hasil kombinasi panjang-panjang gelombang yang berbeda dari energi yang dapat terlihat, mata bereaksi melihat pada panjang – panjang gelombang energi elektromagnetik dalam daerah antara radiasi ultra violet dan infra merah. Cahaya terbentuk dari hasil pergerakan elektron pada sebuah atom. Dimana pada sebuah atom, elektron bergerak pada suatu orbit yang mengelilingi sebuah inti atom. Elektron pada orbit yang berbeda memiliki jumlah energi yang berbeda.

Elektron yang berpindah dari orbit dengan tingkat energy lebih tinggi ke orbit dengan tingkat energi lebih rendah perlu melepas energi yang dimilikinya. Energi yang dilepaskan ini merupakan bentuk dari foton sehingga menghasilkan cahaya. Semakin besar energi yang dilepaskan, semakin besar energi yang terkandung dalam foton.



Gambar 2.2 Perpindahan Elektron pada sebuah LED

LED dirancang sebagai sebuah komponen yang digunakan untuk menghasilkan cahaya yang dipancarkan ketika dilewati arus listrik. Hampir semua energi yang dipancarkan *LED* muncul dalam spectrum yang tampak oleh mata. Setiap *dot matrix* yang berbasis *LED* memiliki efisiensi daya yang tinggi dan mampu diprogram untuk menampilkan animasi yang menarik (Anonimous, 2008). *LED* yang dimaksud disini yaitu *LED Emited Dioda* yang jumlahnya banyak (lampu-lampu titik yang banyak), sehingga lampu ini bisa membentuk huruf dan angka (Prasetyo, 2007).

Bila *dioda* diberi prategangan maju, elektron-elektron bebas akan jatuh ke dalam lubang-lubang (*hole*) di sekitar persambungan. Ketika seluruh dari tingkat energi lebih tinggi ke tingkat energi lebih rendah elektron-elektron tersebut akan mengeluarkan energi dalam bentuk radiasi. Pada *dioda* penyearah, energi ini keluar dalam bentuk panas. Tetapi pada *dioda* pemancar cahaya, energi ini memancarkan sebagai cahaya.

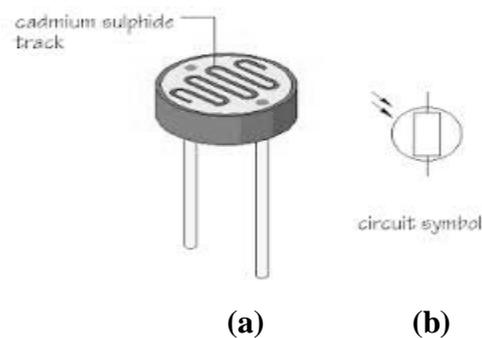
LED ini telah dapat menggantikan lampu-lampu pijar dalam beberapa pemakaian karena dayanya yang rendah, lama pemakaiannya yang panjang, dan dari mati ke hidup dan sebaliknya berlangsung cepat. Tahun-tahun belakangan ini, teknologi *LED* telah melesat jauh. Pada masa lampau, keterbatasan warna dan intensitas hanya memungkinkan *LED* digunakan sebagai lampu *indicator*. Dengan perkembangan teknologi dan metode manufaktur, *LED* dapat digunakan dalam berbagai aplikasi. Dengan semakin berkembangnya teknologi ini dan makin luas penerapannya, *dioda* pemancar cahaya merupakan pilihan menarik bagi seluruh kondisi pencahayaan (*Long Life Reliability*).

LED mempunyai waktu fungsi yang jauh lebih panjang dibanding teknologi pencahayaan tradisional. Tetapi tidak seperti beberapa anggapan, umur pakai *LED* adalah terbatas bergantung pada warna dan desain *chip*.

Kinerja *LED* akan menurun bersama waktu. Sebuah *LED* dapat bertahan selama 30.000 sampai 100.000+ jam, atau 50 kali lebih panjang dibanding sumber cahaya pijar biasa (200jam) atau sampai 10 kali lebih panjang di banding lampu *neon* (10.000 jam) (Malvino, 2005).

2.3 Sensor Cahaya LDR (*light dependent resistor*)

LDR (*Light Dependent Resistor*) adalah suatu komponen elektronik yang resistansinya berubah ubah tergantung pada intensitas cahaya. Jika intensitas cahaya semakin besar maka resistansi LDR semakin kecil, jika intensitas cahaya semakin kecil maka resistansi LDR semakin besar. LDR sering juga disebut dengan sensor cahaya.



Gambar 2.3 a). Bentuk fisik LDR
b). Simbol LED

2.3.1 Karakteristik sensor LDR (*Light Dependent Resistor*)

Karakteristik LDR terdiri dari dua macam, yaitu Laju *Recovery* dan Respon Spektral,

1. Laju *Recovery*

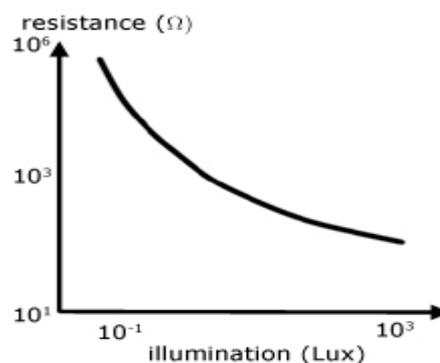
Bila sebuah LDR dibawa dari suatu ruangan dengan level kekuatan cahaya tertentu kedalam suatu ruangan yang gelap, maka bisa kita amati bahwa nilai resistansi dari LDR tidak akan segera berubah resistansinya pada keadaan ruangan gelap tersebut. Namun LDR tersebut hanya akan bisa mencapai harga di kegelapan setelah mengalami selang waktu tertentu. Laju *recovery* merupakan suatu ukuran praktis dan suatu kenaikan nilai resistansi dalam waktu tertentu. Harga ini ditulis dalam K/detik, untuk LDR tipe arus harganya lebih besar dari 200 K/detik (selama 20 menit pertama mulai dari level cahaya 100 lux), kecepatan tersebut akan lebih tinggi pada arah sebaliknya, yaitu pindah dari tempat gelap ke tempat terang yang

memerlukan waktu kurang dari 10 ms untuk mencapai resistansi yang sesuai dengan level cahaya 400 lux.

2. Respon *Spektral*

LDR tidak mempunyai sensitivitas yang sama untuk setiap panjang gelombang cahaya yang jatuh padanya (yaitu warna). Bahan yang biasa digunakan sebagai penghantar arus listrik yaitu tembaga, aluminium, baja, emas, dan perak. Dari kelima bahan tersebut tembaga merupakan penghantar yang paling banyak digunakan karena mempunyai daya hantar yang baik.

Pada keadaan gelap tanpa cahaya sama sekali, LDR memiliki nilai resistansi yang besar (sekitar beberapa Mega ohm). Nilai resistansinya ini akan semakin kecil jika cahaya yang jatuh ke permukaannya semakin terang. Pada keadaan terang benderang (siang hari) nilai resistansinya dapat mengecil, lebih kecil dari 1 KOhm. Dengan sifat LDR yang demikian maka LDR biasa digunakan sebagai sensor cahaya. Contoh penggunaannya adalah pada lampu taman dan lampu di jalan yang bisa menyala di malam hari dan padam di siang hari secara otomatis.



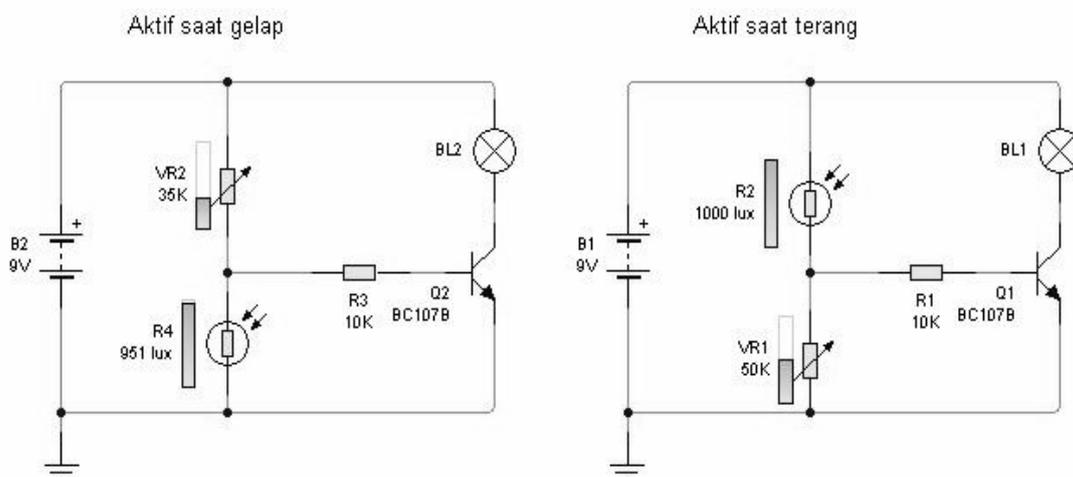
Gambar 2.4 Karakteristik LDR

2.3.2 Prinsip kerja sensor LDR (*Light Dependent Resistor*)

Pada dasarnya rangkaian diatas dirancang bagaimana supaya dengan adanya kenaikan resistansi pada LDR akan bisa menyaklarkan atau mengaktifkan beban yang diharapkan. Karena karakteristik dari LDR adalah naiknya tingkat kegelapan kondisi cahaya akan menaikkan nilai tahanan dari LDR tersebut dan semakin terang atau semakin besar intensitas cahaya akan menurunkan nilai resistansinya.

Jadi sesuai sifat LDR tadi maka kita buat LDR tersebut berhubungan seri dengan tahanan yang lain guna terjadi pembagian tegangan antara keduanya. Kemudian

posisikan besarnya tegangan pada salah satu diantara keduanya untuk dijadikan sebagai pemicu pada basis transistor. Dengan naiknya tegangan pada LDR pada saat kondisi semakin gelap (sesuai hukum pembagi tegangan) maka artinya tegangan pada LDR ini bisa kita jadikan sebagai supply tegangan bagi rangkaian pensaklaran dalam hal ini adalah transistor untuk mengaktifkan rangkaian.



Gambar 2.5 Prinsip Kerja Sensor LDR

2.4. Definisi *Quality Function Deployment* (QFD)

Quality Function Deployment merupakan suatu metodologi yang digunakan oleh perusahaan untuk mengantisipasi dan menentukan prioritas kebutuhan dan keinginan konsumen, serta menggabungkan kebutuhan dan keinginan konsumen tersebut dalam produk atau jasa yang disediakan bagi konsumen. Beberapa definisi dari QFD adalah sebagai berikut:

1. QFD adalah metodologi terstruktur yang digunakan dalam proses perencanaan dan pengembangan produk untuk menetapkan spesifikasi kebutuhan dan keinginan konsumen, serta mengevaluasi secara sistematis kapabilitas suatu produk atau jasa dalam memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen (Cohen;1995).
2. QFD adalah metodologi untuk menterjemahkan kebutuhan dan keinginan konsumen ke dalam suatu rancangan produk yang memiliki persyaratan teknis dan karakteristik kualitas tertentu. (Akao;1990 ; Urban;1993).

Penggunaan QFD dalam proses perancangan produk akan membantu manajemen dalam memperoleh keunggulan kompetitif melalui proses penciptaan karakteristik dan atribut kualitas produk atau jasa yang mampu meningkatkan kepuasan konsumen. Disamping itu,

penerapan QFD juga mampu menjamin bahwa informasi mengenai kebutuhan konsumen yang diperoleh pada tahap awal proses perencanaan diterapkan pada seluruh tahapan siklus produk, mulai tahap konsep desain, perencanaan komponen, perencanaan proses dan produksi, hingga produk sampai ke tangan konsumen.

2.4.1. Metodologi QFD

Metode QFD menurut Cohen (1995;102-117) memiliki beberapa tahap perencanaan dan pengembangan melalui matriks, yaitu :

1. Matrik perencanaan produk *House of Quality* (HOQ) lebih dikenal dengan rumah pertama (R1) yang menjelaskan *customer needs, technical requirements, co-realitionship, realitionsip, costumer competitive evaluation, competitive technical assment* dan *targets*. HOQ terdiri dari tujuh bagian utama tersebut.
2. Matrik Perencanaan Part (*Part Deployment*) : Lebih dikenal dengan rumah ke dua (R2) adalah matrik untuk mengidentifikasi factor-faktor teknis yang *critical* terhadap pengembangan produk.

a. Tingkat kepentingan konsumen (*Importance to Customer*)

Penentuan tingkat kepentingan konsumen digunakan untuk mengetahui sejauh mana konsumen memberikan penilaian atau harapan darikebutuhan konsumen yang ada.

b. Pengukuran tingkat kepuasan konsumen terhadap produk (*CustomerSatisfaction Performance*)

Pengukuran tingkat kepuasan konsumen terhadap produk dimaksudkan untuk mengukur bagaimana tingkat kepuasan konsumen setelah pemakaian produk yang akan dianalisa. Dihitung dengan rumus :

$$\text{Weight average performance} = \frac{\sum [(number\ of\ respondents\ value)_i]}{(Total\ number\ of\ respondents)} \dots\dots(1)$$

c. Nilai target (*Goal*)

Nilai target ini ditentukan oleh pihak perusahaan yang menunjukkan nilai target yang akan dicapai untuk tiap kebutuhan konsumen.

d. Rasio perbaikan (*Improvement Ratio*)

Rasio perbaikan yaitu perbandingan antara nilai target yang akan dicapai (*goal*) pihak perusahaan dengan tingkat kepuasan konsumen terhadap suatu produk. Dihitung dengan rumus :

$$Improvement\ ratio = \frac{Goal}{Customer\ Satisfaction\ on\ performance} \dots(2)$$

e. Titik jual (*Sales Point*)

Titik jual adalah kontribusi suatu kebutuhan konsumen terhadap daya jual produk. Untuk penilaian terhadap titik jual terdiri dari:

1 = Tidak ada titik jual

1.2 = Titik jual menengah

1.5 = Titik jual kuat

f. Bobot Kepentingan (*Importance Weight*)

Importance Weight merupakan nilai keseluruhan dari data-data yang dimasukkan dalam *Planning matrix* tiap kebutuhan konsumen untuk proses perbaikan selanjutnya dalam pengembangan produk. Dihitung dengan rumus :

$$W = D.R.S \quad (3)$$

Dimana:

$W = Importance\ Weight$ $R = Importance\ to\ customer$

$D = Degree\ of\ Improvement\ Ratio$ $S = Sales\ Point$

g. *Relative Weight*

Merupakan nilai dari *Importance Weight* yang dibuat dalam skala antara 0 – 1 atau dibuat dalam bentuk persentase. Dihitung dengan rumus sebagai berikut :

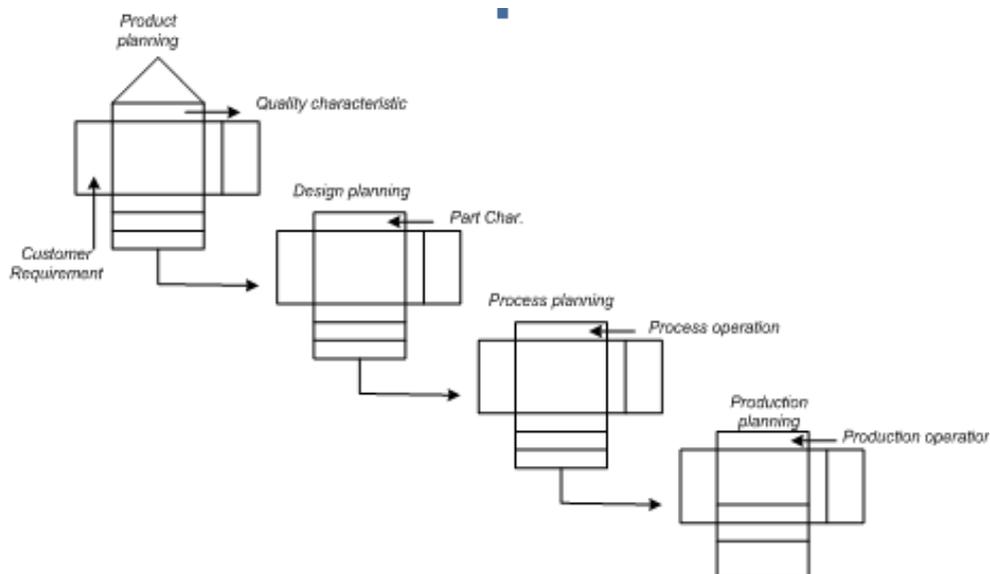
$$RW = \frac{W}{\sum W} \times 100\% \quad (4)$$

3. Matrik Perencanaan Proses (*Process Planning*), lebih dikenal dengan rumah ke tiga (R3) yang merupakan matrik untuk mengidentifikasi pengembangan proses pembuatan suatu produk.
4. Matrik Perencanaan Manufaktur produksi (*Manufacturing or Production Planning*). Lebih dikenal dengan rumah ke empat (R4) yang memaparkan tindakan yang perlu diambil didalam perbaikan produksi suatu produk.
5. Penentuan prioritas
Penentuan ini menunjukkan prioritas yang akan dikembangkan lebih dulu berdasarkan kepentingan teknik.

$$Contribution = \sum (Numerical\ value.Numerical\ RawWeight) \quad (5)$$

2.4.2. Proses Perancangan

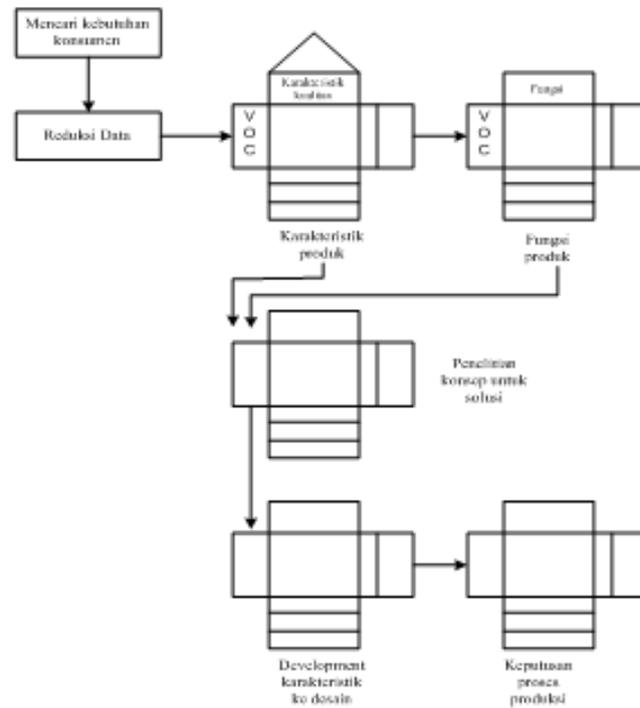
Merancang merupakan suatu bentuk khusus pemecahan masalah. Dalam merancang seseorang melakukan suatu proses yang terdiri dari urutan aktivitas-aktivitas yang membentuk siklus tertentu. Secara keseluruhan urutan aktivitas-aktivitas ini disebut Proses Perancangan. Dalam perancangan produk dengan metode QFD, ada 4 tahap yang harus dilakukan, yaitu membuat rumah kualitas atau matrik untuk melengkapi perancangan sampai ke rencana produksi, dimana tahap-1 bertujuan mencari *technical response* beserta prioritasnya, tahap ke-2 bertujuan untuk mencari rencana *design*, tahap ke-3 menghasilkan rencana proses dan tahap ke-4 menghasilkan rencana produksi. Gambar model 4 tahap QFD dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 2.6 Tahapan QFD (Sumber : Cohen 1995:14)

Proses perancangan dimulai dengan aktivitas eksplorasi yang bertujuan untuk menghasilkan ide-ide konsep desain berkaitan dengan masalah desain yang sedang dihadapi. Selanjutnya, dilakukan evaluasi terhadap kelayakan ide-ide tersebut berdasarkan tujuan, batasan atau kendala-kendala, dan kriteria-kriteria yang diterapkan dalam *design brief*. Apabila dari hasil evaluasi suatu ide dianggap layak secara teknis dan ekonomis, maka ide tersebut akan dikomunikasikan ke seluruh bagian perusahaan untuk diwujudkan atau diproduksi. Tetapi sebaliknya, apabila suatu ide dianggap tidak memenuhi syarat kelayakan

maka ide tersebut akan ditolak atau diperbaiki terlebih dahulu sebelum dikomunikasikan, dan hal ini ditunjukkan oleh anak panah yang menjelaskan proses berulang atau iterasi yang terjadi pada setiap tahap evaluasi dan tahap menghasilkan ide-ide. Untuk kerangka penelitian dengan metode QFD secara skematik dapat digambarkan sebagai berikut:



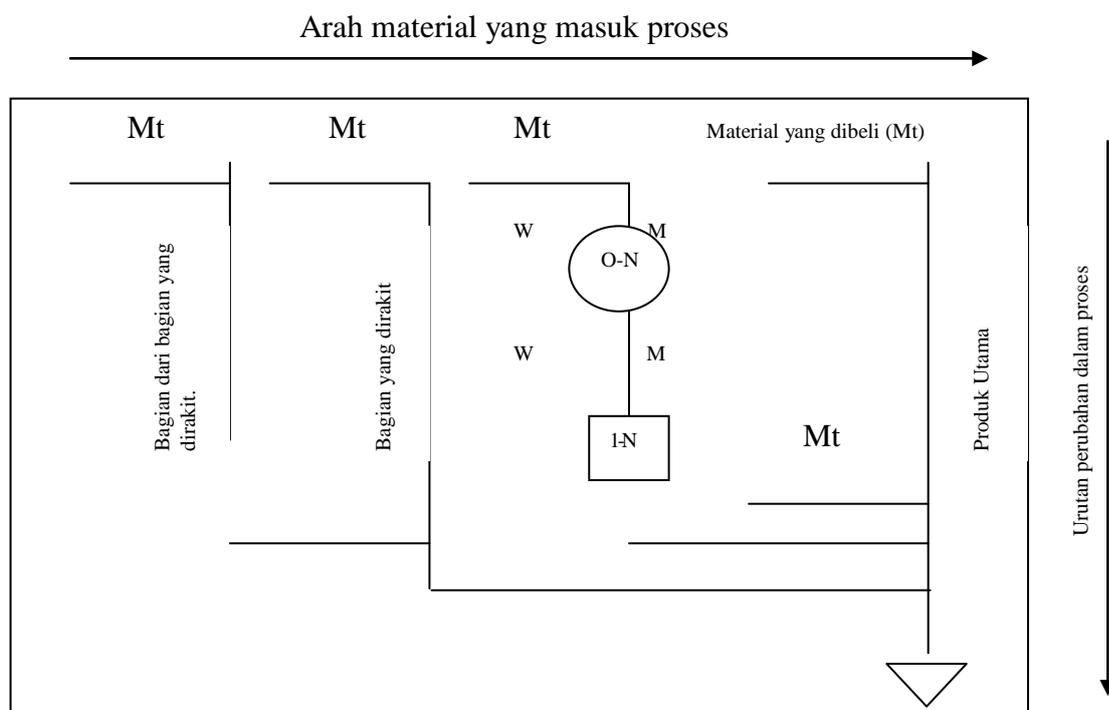
Gambar 2.7 Road map Perancangan Produk dan proses (Sumber : Cohen 1995:14)

2.5 Peta Proses Operasi

Peta proses operasi adalah peta kerja yang mencoba menggambarkan urutan kerja dengan jalan membagi pekerjaan tersebut elemen-elemen operasi secara detail. Sritomo (1992 : 63).

Tahapan proses operasi harus diuraikan secara logis dan sistematis. Sejak dari awal sampai produk jadi utuh maupun komponen, dan juga memuat informasi-informasi yang diperlukan untuk analisa lebih lanjut seperti : waktu yang dihabiskan, material yang digunakan, dan tempat atau alat atau mesin yang dipakai. Dengan demikian keseluruhan operasi kerja dapat digambarkan dari awal sampai menjadi produk akhir sehingga analisa perbaikan dari masing-masing operasi kerja secara keseluruhan akan dapat dilakukan. Prinsip-prinsip pembuatan Peta Proses Operasi yang perlu diperhatikan, sebagai berikut : Sutaaksana (1979,16)

1. Pertama-tama pada baris paling atas dinyatakan kepalanya “Peta Proses Operasi” yang diikuti oleh indentifikasi lain seperti : nama objek, nama pembuat peta, tanggal dipetakan cara lama atau sekarang, nomor peta danar.
2. Material yang akan diproses diletakkan diatas garis horizontal, yang menunjukkan bahwa material tersebut masuk kedalam proses.
3. Penomoran terhadap suatu kegiatan operasi diberikan secara berurutan sesuai dengan urutan operasi yang dibutuhkan untuk pembuatan produk tersebut sesuai dengan proses terjadi.
4. Penomoran terhadap suatu kegiatan pemeriksaan diberikan secara tersendiri dan prinsipnya sama dengan penomoran untuk kegiatan operasi.



Keterangan :

- W : Waktu yang dibutuhkan suatu operasi pemeriksaan, biasanya dalam jam
- O-N : Nomor urut untuk kegiatan operasi tersebut.
- 1-N : Nomor urut untuk kegiatan pemeriksaan tersebut.
- M : Menunjukkan mesin atau tempat dimana kegiatan tersebut dilaksanakan.

2.6 Penarikan Sampel

Penarikan sampel yang dilakukan pada penelitian ini dengan menggunakan metode sampling probabilitas. Pada penarikan jenis sampel ini, unsur dari populasi memiliki peluang yang sama untuk terpilih menjadi sampel. Salah satu jenis sampel ini adalah *simple random sampling* atau sering disebut sebagai penarikan sampel acak sederhana. Penarikan jenis ini diambil karena pengambilan sampel anggota populasi dilakukan secara acak tanpa memperhatikan strata yang ada dalam populasi dan populasi dianggap homogen. Selain itu penarikan sampel dengan cara random ini merupakan metode terbaik diantara metode yang lain dalam mendapatkan data.

Besar sampel (n) yang harus diambil dari populasi daftar dihitung menurut Cochran dengan rumus berikut:

$$n = \frac{1}{(1_{n_0}) + (1_N)} \text{ dimana } n_0 = \frac{z^2 \cdot p \cdot q}{d^2} \quad (6)$$

dimana: n_0 = perkiraan awal jumlah sampel.

Z = nilai koefisien standar dari $\alpha/2$ yang dilihat di tabel distribusi normal standar.

D = batas kesalahan yang diijinkan.

P = proporsi sukses subyek yang mengisi kuesioner sesuai kebutuhan penelitian

q = sama dengan $1 - p$

N = merupakan jumlah keseluruhan populasi penelitian.

Penilaian yang diberikan oleh konsumen menggunakan skala *likert* dengan skala 1 sampai 5 menunjukkan tingkat tingkat kepentingan yang menyangkut dalam pengembangan produk. Yaitu: (1) Sangat Tidak Penting, (2) Tidak Penting, (3) Cukup Penting, (4) Penting, (5) Sangat Penting.

2.7 Test Kecukupan Data

Untuk menetapkan beberapa jumlah observasi yang dibuat seharusnya (N'), maka disini harus diputuskan terlebih dahulu beberapa tingkat kepercayaan (*confidence of accuracy*) dan derajat ketelitian (*degree of occuracy*) untuk pengukuran. Adapun rumus yang dipakai adalah:

$$N' = \left[\frac{k / s \sqrt{N(\sum X^2) - (\sum X)^2}}{\sum \frac{N}{x}} \right]^2 \quad (7)$$

Dimana :

N = Jumlah Data yang ada

N¹ = Jumlah Data yang seharusnya dibuat

Tabel 2.1. Tingkat kepercayaan dan harga k

Derajat Kepercayaan	99,7%	99%	98%	96%	95,45%	95%	90%	80%	68,2%	50%
$Z_{\frac{\alpha}{2}}(k)$	3,0	2,8	2,33	2,05	2,00	1,96	1,654	1,28	1,00	0,675

Sumber: Boediono, 2001:399

S = tingkat ketelitian

* S = 5% : s = 0,05

* S = 10% : s = 0,1 dan seterusnya.

Jika besarnya N' kurang dari N maka sampel yang diambil sudah mencukupi, dengan kata lain sampel yang diambil telah mewakili populasi yang diamati. Dan sebaliknya jika N' > N, maka sampel yang diambil dikatakan belum mencukupi sehingga perlu dilakukan pengambilan sampel lagi atau menambah sejumlah sampel hingga akhirnya mencukupi untuk dilakukan proses perhitungan selanjutnya.

2.8 Validitas dan Realibilitas Alat Ukur

Sebagaimana diketahui bahwa alat ukur dikatakan valid apabila alat ukur tersebut dapat melakukan pengukuran dan hasil pengukurannya benar-benar cermat. Uji validitas angket dimaksudkan untuk mengetahui apakah instrumen yang dipakai adalah benar-benar sesuai berdasarkan item-item yang diberikan kepada responden. Pengujian terhadap tingkat validitas kuesioner dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan teknik *product moment*, dengan rumus :

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum X \cdot \sum Y)}{\sqrt{[n\sum X^2 - (\sum X)^2][n\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (8)$$

Atau dengan kata lain reliabilitas dapat menunjukkan konsistensi suatu alat pengukur di dalam mengukur gejala yang sama. Dalam pengujian ini nantinya dengan bantuan *software* SPSS 20.

BAB III

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan Penelitian

Tujuan dari pengembangan produk yang dilakukan antara lain adalah :

1. Menentukan keinginan dan tingkat kepentingan konsumen terhadap atribut produk.
2. Menentukan prioritas utama bagi konsumen terhadap produk lampu emergensi.
3. Membuat rancangan produk lampu emergensi.
4. Membuat rancangan proses produksi lampu emergensi.

3.2 Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui keinginan dan kebutuhan konsumen terhadap lampu emergensi.
2. Mengembangkan lampu emergensi yang lebih efisien dan memiliki harga yang terjangkau.
3. Membuat lampu emergensi sesuai dengan kebutuhan pengguna (*user*).

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Tempat dan Objek Penelitian

Lokasi penelitian perencanaan dan pengembangan produk yang dilakukan adalah di Laboratorium Analisa Perancangan Kerja dan Laboratorium Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Bina Darma Palembang yang beralamat di Jl. Jend. A Yani No. 12 Palembang. Obyek penelitian adalah konsumen pengguna lampu darurat.

4.2 Pengumpulan Data

Sebelum data diolah serta melakukan analisa dan perhitungan menurut prosedur penelitian, diperlukan data mentah dari berbagai sumber. Metode pengumpulan data yang akan digunakan adalah :

1. Studi Lapangan yaitu suatu teknik pengumpulan data dengan mengadakan tinjauan langsung pada objek yang diteliti guna mendapatkan data penelitian secara langsung ke lokasi penelitian yang diperlukan dan mencatat data-data yang diperlukan dalam penulisan.
2. Studi Pustaka Penulis yaitu menggunakan pengetahuan teoritis yang didapat dari buku kuliah serta buku yang berhubungan dengan permasalahan yang dihadapi.
3. Wawancara (*Interview*), Mengadakan wawancara langsung dan tanya jawab kepada konsumen yang berhubungan dengan masalah yang dihadapi pada perencanaan dan pengembangan produk lampu darurat ini.
3. Pengamatan (*Observasi*). Lembaran-lembaran pengamatan digunakan sebagai tempat mencatat hasil-hasil pengukuran. Agar catatan ini baik biasanya lembaran-lembaran pengamatan disediakan sebelum pengukuran dengan kolom yang memudahkan pencatatan dan pembacaan kembali.
4. Kuesioner. Merupakan daftar pertanyaan tertulis mengenai sebuah produk, pada kuesioner seorang konsumen dapat mengisi sesuai dengan pendapatnya tentang sebuah produk yang berkaitan dengan permintaan isi kuesioner

4.3 Rancangan Penelitian

Tabel 4.1. Rancangan Penelitian

Perihal	Deskripsi
Topik	Pengembangan Produk Lampu darurat dengan metode <i>Quality Function Deployment(QFD)</i>
Masalah	Bagaimana mengembangkan produk lampu darurat sesuai dengan kebutuhan pelanggan dengan metode QFD
Metode Yang Digunakan	Menggunakan Skala Likert
Tipe dan Desain Penelitian	
• Tipe penelitian	<i>Survey</i>
• Desain penelitian	Teknik Pengambilan sampel adalah <i>simple random sampling</i> , teknik yang paling sederhana. Kuesioner ini untuk mengetahui kebutuhan konsumen dan keinginan desain lampu darurat
Perencanaan Penelitian	
• Subjek	Konsumen pengguna darurat lampu
• Peralatan	Kuesioner QFD
• Prosedur	Tahapan awal adalah menyeleksi subjek penelitian berdasarkan usia guna menghindari hal yang berpengaruh terhadap hasil penelitian. Responden yang akan dipilih sesuai dengan uji kecukupan data. Kategori responden adalah wanita dan pria antara 20 -50 tahun
• Teknik analisis	Menggunakan metode QFD

4.4 Teknik Pengolahan Data

Sebelum data diolah serta melakukan analisa dan perhitungan menurut prosedur penelitian, diperlukan data mentah dari berbagai sumber. Langkah-langkah metode pengolahan data yang digunakan adalah :

4.4.1 Uji Validitas dan Reliabilitas

Uji validitas angket dimaksudkan untuk mengetahui apakah instrumen yang dipakai adalah benar-benar sesuai berdasarkan item-item yang diberikan kepada responden. Pengujian terhadap tingkat validitas kuesioner dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan teknik *product moment*.

4.4.2 Test Kecukupan Data

Jika besarnya N' kurang dari N maka sampel yang diambil sudah mencukupi, dengan kata lain sampel yang diambil telah mewakili populasi yang diamati. Dan sebaliknya jika $N' > N$, maka sampel yang diambil dikatakan belum mencukupi sehingga perlu dilakukan pengambilan sampel lagi atau menambah sejumlah sampel hingga akhirnya mencukupi untuk dilakukan proses perhitungan selanjutnya.

4.5 Teknik Analisis Data

Teknis analisis yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan metode *Quality Function Deployment* dengan tahapan sebagai berikut :

a. *House Of Quality (HOQ)*

Penerapan metodologi QFD dalam proses perancangan produk diawali dengan pembentukan matrik perencanaan produk, atau sering disebut sebagai *House of Quality* (rumah kualitas).

b. *Matrik Part Deployment*

Dalam rumah kedua ini kebutuhan teknis yang terpilih untuk dikembangkan ditransformasikan pada rancangan konsep yang lebih teknis yang disebut sebagai bagian kritis. Dalam penentuan bagian kritis, perlu dibuat suatu analisis konsep terlebih dahulu.

c. *Matrik Process Planning*

Sebelum menentukan matrik proses, harus diperhatikan tahap-tahap proses yang dilalui oleh bahan baku sampai menjadi produk jadi dan siap dipasarkan. Pada tahapan ini analisis diawali dengan pembuatan peta proses pengembangan produk. Dan peta tersebut kemudian dihubungkan dengan part kritis yang dihasilkan dan matrik sebelumnya.

d. *Matrik Perencanaan Produk*

Setelah melalui tahap perencanaan part dan proses maka untuk tahap terakhir dapat diketahui tindakan yang perlu diambil untuk perbaikan kualitas.

4.6 Teknik Perancangan Rangkaian

Perancangan merupakan suatu tahap yang terpenting dalam pembuatan alat, sebab dengan merancang kita dapat mengetahui komponen apa saja yang akan kita gunakan sehingga alat yang kita buat dapat bekerja seperti yang diharapkan. Sehingga dengan adanya perancangan kita dapat mengetahui petunjuk mengenai komponen–komponen yang akan digunakan, spesifikasi dan karakteristik dari masing–masing komponen yang kita gunakan dalam rangkaian yang akan kita buat dengan demikian kita dapat menganalisa alat yang akan kita buat tersebut.

Untuk mendapatkan hasil yang benar–benar optimal, haruslah terlebih dahulu membuat rancangan yang baik dengan memperlihatkan sifat dan karakteristik dari komponen yang digunakan serta persediaan suku cadang dipasaran sehingga dapat mempermudah dalam pengerjaan dan kerusakan–kerusakan pada komponen dapat dihindari.

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Pengumpulan data

Dalam pengumpulan kebutuhan dari atribut untuk merancang lampu darurat dilakukan dengan penyusunan kuesioner tahap awal. Tahap awal merupakan tahap penyusunan kuesioner berdasarkan kebutuhan konsumen yang ada. Teknik pengumpulan data dengan memberikan sejumlah pertanyaan kepada narasumber. Dari hasil pengumpulan data tersebut di dapatkan 10 atribut lampu darurat yaitu:

Tabel 5.1 Atribut Lampu Darurat

No	Kebutuhan
1	Harga
2	Model
3	Indikator pengisian baterai
4	Umur ekonomis
5	Fungsi Ganda
6	Jenis Lampu
7	Hemat daya listrik
8	Purna jual
9	Sensor terhadap cahaya
10	Aman

Sumber: hasil penelitian

Setelah penyusunan kuesioner awal, dilakukan penyebaran kuesioner kepada responden dengan jumlah responden sebanyak 100 orang. Pertanyaan dalam bentuk angket dengan pilihan jawaban dan menggunakan skala *Likert* yang dimodifikasikan sebagai berikut

1. Sangat Tidak Penting (STP) diberi bobot 1
2. Tidak Penting (TP) diberi bobot 2
3. Cukup Penting (CP) diberi bobot 3
4. Penting (P) diberi bobot 4
5. Sangat Penting (SP) diberi bobot 5

Teknik pengambilan sampel untuk responden dalam penelitian ini adalah *random sampling*, yaitu suatu teknik mengambil individu untuk sampel dari populasi dengan cara random. Suatu cara disebut random jika tiap-tiap individu dalam populasi diberi kesempatan yang sama untuk ditugaskan menjadi anggota sampel.

Sebelum menyebarkan kuesioner maka dihitung terlebih dahulu jumlah sampel yang akan diambil. Penentuan jumlah sampel adalah sebagai berikut :

Tingkat kepercayaan yang digunakan adalah 90% sehingga kesalahan minimal adalah 10% sehingga banyaknya data yang diambil secara acak adalah:

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 p(1-p)}{d^2}$$

$$n = \frac{1,645^2 \times 0,5 \times 0,5}{0,1^2} = 67,65 \approx 68$$

Jadi minimal sampel adalah 68 orang.

5.1.1 Pengujian Kuesioner

Kuesioner merupakan alat yang dipakai untuk mengetahui keinginan konsumen terhadap pengembangan produk lampu darurat. Saat melakukan penelitian dengan menggunakan alat tertentu sudah semestinya kalau alat yang akan digunakan haruslah baik dan valid. Karena kadangkala instrumen atau alat akan menurun keakuratannya dalam melakukan pengukuran sehingga seringkali suatu alat harus ditera terlebih dahulu. Oleh karena itu alat yang dipakai harus di uji agar hasil dari pengukurannya valid dan reliabel.

Alat tersebut dikatakan valid dan reliabel jika hasil pengukurannya tersebut dapat mengungkapkan suatu yang menjadi tujuan awal. Misalkan suatu angket atau kuesioner yang disebarkan ke responden, maka pertanyaan-pertanyaan yang diajukan haruslah dapat mengungkapkan hal tersebut. Pengujian validitas dan reliabilitas dapat dilakukan dengan dua cara yaitu:

- a. *Repeated Measure* (pengukuran secara berulang)
- b. *One Shot* (sekali ukur)

Dalam penelitian ini menggunakan *One Shot* (sekali ukur) dengan bantuan *software* SPSS 20, dan hasilnya sebagai berikut:

Tabel 5.2. Tabel analisis reliabilitas

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.857	10

Sumber : hasil pengolahan data

Dari tabel reliabilitas diatas nilai *Alfa cronbach* adalah 0,857 artinya kuesioner atau alat ukur yang dipakai adalah valid. Sedangkan hasil dari uji validitas untuk ke sepuluh atribut dapat dilihat pada tabel 5.3 dibawah ini :

Tabel 5.3 hasil Uji Validitas

No	Atribut	r hitung	r tabel	keterangan
1	Harga	0.432	0,197	valid
2	Model	0.395	0,197	valid
3	Indikator pengisian batere	0.823	0,197	valid
4	Umur ekonomis	0.515	0,197	valid
5	Fungsi Ganda	0.846	0,197	valid
6	Jenis Lampu	0.364	0,197	valid
7	Hemat daya listrik	0.198	0,197	valid
8	Purna jual	0.846	0,197	valid
9	Sensor terhadap cahaya	0.395	0,197	valid
10	Aman	0.846	0,197	valid

Sumber : pengolahan data

Semua atribut pengembangan lampu emergensi valid karena nilai koefisien korelasi hitungnya (r hitung) > dari nilai r tabel yaitu 0,197.

5.2. Membuat Matriks Perencanaan (*Matrix Planning*)

Matriks perencanaan direfleksikan secara langsung terhadap nilai produk yang dapat memuaskan kebutuhan konsumen. Nilai spesifikasi yang tepat dan terukur dari produk diambil dari keinginan dari konsumen .

5.2.1 Perhitungan Tingkat Kepentingan Konsumen (*Importance to Customer*)

Dari spesifikasi yang telah diperoleh maka selanjutnya dilakukan penentuan tingkat kepentingan pelanggan dengan pemberian bobot atas jawaban 100 responden kemudian dicari nilai rata-ratanya. Hasil dari jawaban 100 responden yang telah diolah dapat dilihat seperti pada tabel di bawah ini:

$$\text{Nilai rata - rata} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

Sebagai contoh perhitungan untuk tingkat kepentingan dari atribut harga, berdasarkan data yang telah di dapat, maka diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Nilai rata - rata} &= \frac{(2 + 3 + 3 + \dots + 4)}{100} = \frac{359}{100} \\ &= 3,59 \end{aligned}$$

Dari hasil rata-rata tingkat kepentingan konsumen tersebut di atas maka selanjutnya dibulatkan ke atas dan hasil pembulatan tersebut akan menjadi nilai dari tingkat kepentingan, yaitu untuk atribut harga mempunyai tingkat kepentingan sebesar 4. Untuk atribut-atribut lainnya dapat di lihat pada tabel 5.4 di bawah ini:

Tabel 5.4 Tingkat Kepentingan

No	Atribut Produk	Nilai Rata-rata	Urutan Kepentingan	Tingkat Kepentingan
1	harga	3.26	7	4
2	model	3.69	2	4
3	indikator pengisian batere	3.58	5	4
4	umur ekonomis	2.25	9	3
5	fungsi ganda	3.76	1	4
6	jenis lampu	2.47	8	3
7	hemat listrik	2.32	9	3
8	purna jual	3.53	6	4
9	sensor cahaya	3.58	4	4
10	aman	3.59	3	4

Sumber: hasil pengolahan data

5.2.2 Perhitungan Tingkat Kepuasan Konsumen (*Customer Satisfaction Performance*)

Pengukuran tingkat kepuasan konsumen terhadap produk dimaksudkan untuk mengukur bagaimana tingkat kepuasan konsumen setelah pemakaian produk yang akan dianalisis. Dihitung dengan rumus :

$$\text{Weight average performance} = \frac{\sum [(number\ of\ respondents\ value)_i]}{(Total\ number\ of\ respondents)}$$

Sebagai contoh untuk menghitung tingkat kepuasan konsumen dari atribut harga adalah sebagai berikut:

$$\text{Weight average performance} = \frac{\sum [(6 \times 1) + (36 \times 2) + (51 \times 3) + (7 \times 5)]}{(100)}$$

$$= \frac{266}{100} = 2,66$$

Untuk hasil perhitungan tingkat kepuasan konsumen dari atribut-atribut lainnya dapat dilihat pada tabel 5.5 di bawah ini.

Tabel 5.5 Tingkat Kepuasan Konsumen

No	Kebutuhan	Hasil Kuesioner					Total Skor	Tingkat Kepuasan
		Skala Pengukuran						
		1	2	3	4	5		
1	harga	6	36	51	0	7	266	2.66
2	model	2	37	51	0	10	279	2.79
3	indikator pengisian batere	4	10	28	40	18	358	3.58
4	umur ekonomis	5	26	27	22	20	326	3.26
5	fungsi ganda	21	47	23	4	5	225	2.25
6	jenis lampu	23	36	21	11	9	247	2.47
7	hemat listrik	4	39	52	0	5	263	2.63
8	purna jual	8	0	31	0	61	328	3.28
9	sensor cahaya	5	71	52	0	5	269	2.69
10	aman	16	53	19	7	5	232	2.32

Sumber: hasil olahan

5.2.3 Penentuan Nilai Target (*Goal*)

Dalam pembuatan lampu emergency banyak faktor karakteristik rekayasa maupun kondisi lingkungan yang saling mempengaruhi satu sama lain sehingga sangat memungkinkan terjadi perbedaan dalam *batch-batch* produk yang dihasilkan. Misalnya, peralatan produksi dapat mempengaruhi dari kualitas produk dalam memproses, sehingga kualitas produk akan terjadi bervariasi.

Penentuan target-target karakteristik rekayasa sangat penting untuk mengendalikan proses produksi. Meskipun penerapannya proses produksi seringkali terjadi penyesuaian-penyesuaian, namun tetap distandarkan pada interval nilai tertentu untuk menjaga agar variasi yang terjadi masih dalam batas *range* yang telah ditentukan. Dalam penelitian ini nilai targetnya adalah sebagai berikut:

Tabel 5.6 Nilai Target (*Goal*)

No	Kebutuhan	Goal
1	harga	4
2	model	4
3	indikator pengisian batere	5
4	umur ekonomis	4
5	fungsi ganda	5
6	jenis lampu	4
7	hemat listrik	5
8	purna jual	5
9	sensor cahaya	5
10	aman	4

Sumber: Hasil olahan

5.2.4 Perhitungan Rasio Perbaikan (*Improvment Ratio*)

Rasio perbaikan merupakan perbandingan antara nilai yang diharapkan pihak perusahaan dengan tingkat kepuasan konsumen terhadap suatu produk. Dihitung dengan rumus :

$$Improvmentratio = \frac{Goal}{Customer\ Satisfaction\ performance}$$

Dan sebagai contoh perhitungan perhitungannya dari salah satu atribut yaitu bobot lampu emergency yang murah adalah sebagai berikut:

$$Improvment\ ratio = \frac{4}{2,66} = 1,50$$

Selanjunya untuk perhitungan atribut lainnya dengan cara yang sama maka dapat dilihat pada tabel 5.7 di bawah ini:

Tabel 5,7 Rasio Perbaikan (*Improvment Ratio*)

No	Kebutuhan	Goal	Tingkat Kepuasan	Improvment Ratio
1	harga	4	2.66	1.50
2	model	4	2.79	1.43
3	indikator pengisian batere	5	3.58	1.40
4	umur ekonomis	4	3.26	1.23
5	fungsi ganda	5	2.25	2.22
6	jenis lampu	4	2.47	1.62
7	hemat listrik	5	2.63	1.90
8	purna jual	5	3.28	1.52
9	sensor cahaya	5	2.69	1.86
10	aman	4	2.32	1.72

Sumber: hasil olahan

5.2.5 Penentuan Titik Jual (*Sales Point*)

Titik jual adalah kontribusi suatu kebutuhan konsumen terhadap daya jual produk. Nilai dari titik jual ditentukan oleh perancang setelah mempertimbangkan kondisi pasar saat melakukan penelitian dengan memperhatikan pendapat dari para ahli dan 100 responden. Sehingga untuk penilaian terhadap titik jual dari rancangan lampu emergency adalah sebagai berikut:

Tabel 5.8 Titik Jual (*Sales Point*)

No	Kebutuhan	Sales Point
1	harga	1.5
2	model	1.2
3	indikator pengisian batere	1.2
4	umur ekonomis	1.5
5	fungsi ganda	1.2
6	jenis lampu	1.2
7	hemat listrik	1.5
8	purna jual	1
9	sensor cahaya	1
10	aman	1.2

Sumber: hasil olahan

5.2.6 Perhitungan Bobot Kepentingan (*Importance Weight*)

Selanjutnya akan dihitung nilai dari bobot masing-masing atribut kebutuhan lampu emergency tersebut. Setelah didapat nilai-nilai dari bobot kepentingan masing-masing atribut, maka selanjutnya dilakukan proses perhitungan mengenai bobot relatif (*relative weight*). Bobot relatif ini membantu dalam memprioritaskan persyaratan konsumen untuk dikembangkan.

Setelah mengetahui atribut-atribut produk yang menjadi prioritas konsumen melalui rumah kualitas (*house of quality*). Adapun perhitungan untuk bobot setiap atribut menggunakan rumus sebagai berikut:

Bobot kepentingan (*Importance Weight = W*)

$$W = D.R.S$$

Dimana: $W = \text{Importance Weight}$

$R = \text{Importance to customer}$

$D = \text{Degree of Improvement Ratio}$

$S = \text{Sales Point}$

Contoh untuk perhitungan untuk atribut: harga

$$W = 4 \times 1.5 \times 1,5 = 9.02$$

Bobot Relatif (*Relative Weight*)

$$\begin{aligned} RW &= \frac{W}{\sum W} \times 100\% \\ &= \frac{9.02}{92.20} \times 100\% = 9,79\% \end{aligned}$$

Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 5.9 Bobot Kepentingan relatif

Atribut Produk	Tingkat Kepentingan	Goal	Improv. Ratio	Sales Point	Import. Weight	Relative Weight
harga	4	4	1.50	1.5	9.02	9.79
model	4	4	1.43	1.2	6.88	7.46
indikator pengisian batere	4	5	1.40	1.2	8.38	9.09
umur ekonomis	3	4	1.23	1.5	7.36	7.98
fungsi ganda	4	5	2.22	1.2	13.33	14.46
jenis lampu	3	4	1.62	1.2	7.77	8.43
hemat listrik	3	5	1.90	1.5	14.26	15.46
purna jual	4	5	1.52	1	7.62	8.27
sensor cahaya	4	5	1.86	1	9.29	10.08
aman	4	4	1.72	1.2	8.28	8.98
Jumlah					90,20	

Sumber: hasil olahan

5.2.7 Menentukan Kebutuhan Teknik

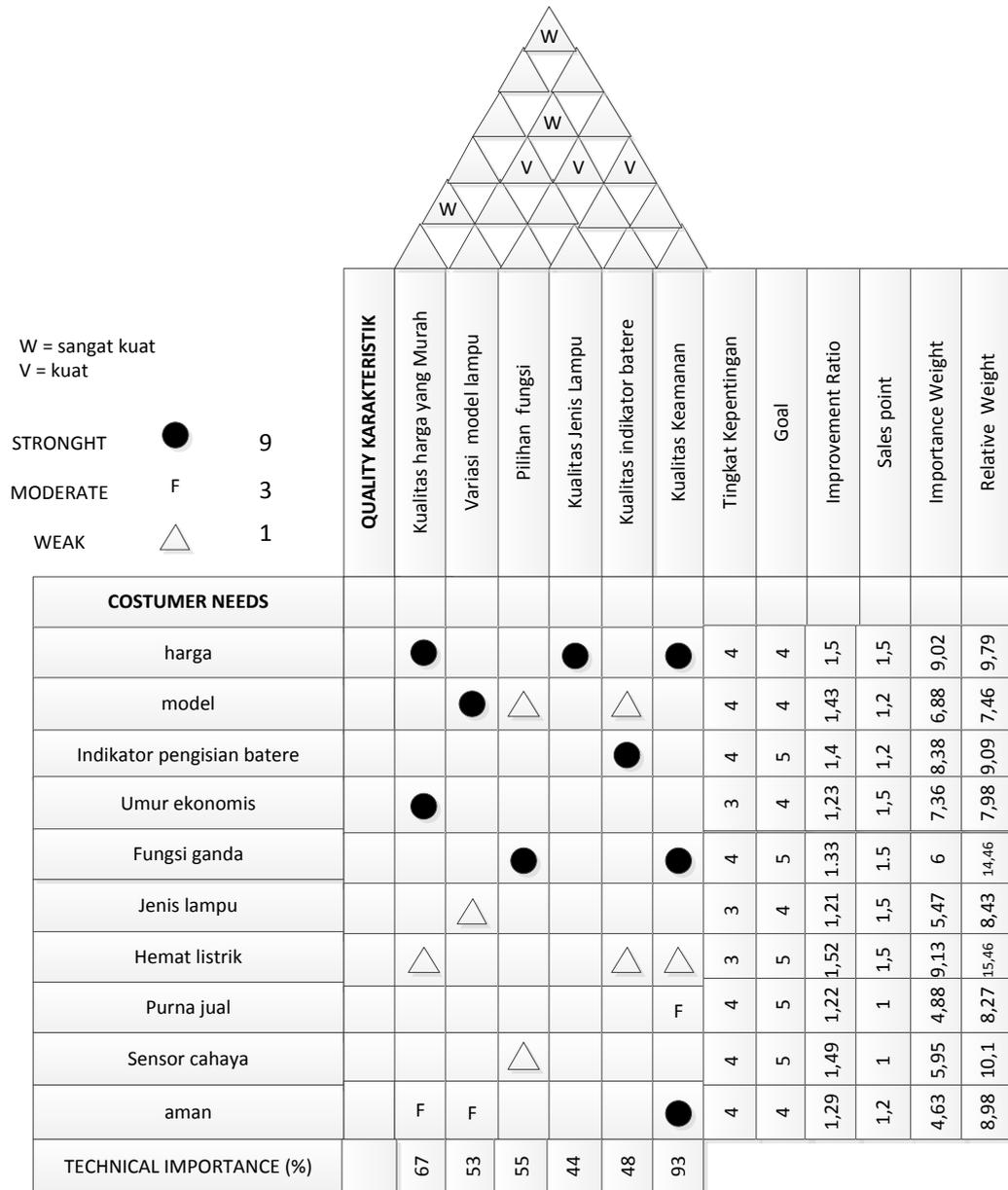
Langkah selanjutnya bagaimana menterjemahkan persyaratan-persyaratan konsumen kedalam kebutuhan-kebutuhan teknik dengan kemampuan dan sumber daya yang dimiliki perusahaan.

Dari hasil wawancara dengan pemilik, terdapat lima hal pokok yang harus dikendalikan dalam pembuatan lampu emergency yang berkualitas, yaitu: harga, model, indikator pengisian batere, umur ekonomis dan hemat listrik. Kelima faktor ini sangat mempengaruhi setiap karakteristik rekayasa yang ada. Setiap pengoptimalan kinerja masing-masing karakteristik rekayasa selalu ditujukan untuk mencapai persyaratan tersebut.

5.2.8 Menghubungkan Kebutuhan Teknik Dengan Kebutuhan Konsumen

Penentuan kuat tidaknya hubungan antara kebutuhan teknik dengan kebutuhan konsumen memerlukan pengalaman, ketajaman dan pengetahuan yang cukup mendalam tentang segala sesuatu yang terkait dengan proses pembuatan lampu emergency. Dalam pembuatan lampu emergency, banyak hal-hal yang tidak bisa dipastikan begitu saja, namun memerlukan beberapa kali percobaan untuk mengetahui penyebabnya. Hubungan yang

memiliki ikatan yang kuat maka diberikan nilai 9 (kuat). Jika hubungannya lemah atau tidak begitu pengaruh maka diberikan nilai 3 (lemah). Hubungan antar karakteristik teknik diletakkan di bagian atas rumah kualitas.



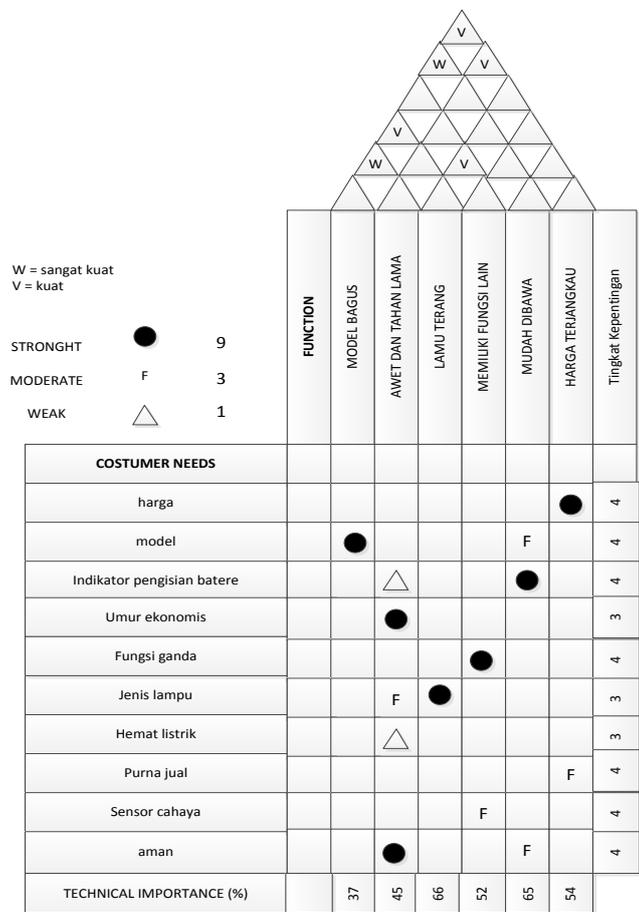
Gambar 5.1 Penentuan Karakteristik Kualitas Lampu emergency Sumber ; hasil olahan

5.2.9 Menentukan Fungsi Produk

Dengan mengidentifikasi lebih awal hubungan-hubungan antar kebutuhan teknik dalam proses akan ditarik keuntungan dalam perancangan teknik yang mungkin tidak akan

nampak sampai saat perancangan proses dan setelah menghabiskan dana dalam jumlah yang besar.

Seperti halnya dalam menentukan hubungan antara kebutuhan konsumen dengan kebutuhan teknik atau karakteristik, hubungan positif kuat antara kualitas bahan dengan hasil berupa lampu emergency. Hubungan antar karakteristik rekayasa diletakkan di bagian atas rumah kualitas. Informasi yang ditampilkan oleh peta penyebaran mutu (QFD) membutuhkan strategi analisis yang tepat. Cara menghitung *technical importance* adalah dengan jalan mengalikan nilai dari tingkat kepentingan dengan nilai hubungan antara *customer needs* dan *function*. Contoh : hubunngan harga , umur ekonomis, hemat listrik dan aman dengan harga murah, hasilnya adalah: 4×9 (*stronght*) + 4×9 + 3×1 + 3×4 = 79, untuk lebih jelasnya hal tersebut di atas dibuat dalam matriks QFD seperti tampak pada gambar di bawah ini.



Gambar 5.2 Penentuan Fungsi Lampu emergency
Sumber: hasil olahan

Dari hasil penentuan fungsi tersebut diatas maka yang menjadi prioritasnya adalah sebagai berikut: model lampu emergency yang mudah dibawa, memiliki fungsi yang lain, lampu terang dan harga terjangkau. Selanjutnya dibuat penentuan konsep rancangan produk, seperti di bawah ini:

CONCEPT SELECTION		LAMPU EMERGENCY	LAMPU YANG MUDAH DIBAWA	LAMPU YANG MEMILIKI FUNGSI LAIN	LAMPU YANG MEMILIKI INTENSITAS CAHAYA BESAR	LAMPU YANG HARGAYA MURAH	Importance customer
Better	+						
Same	S						
Worse	-						
QUALITY KARAKTERISTIK							
Kualitas harga yang Murah		S	S	S	+		67
Variasi model lampu		S	+	S	-		53
Pilihan fungsi		S	+	S	-		55
Kualitas Jenis Lampu		S	S	S	S		44
Kualitas indikator batere		S	S	S	S		48
Kualitas keamanan		S	S	S	S		93
FUNCTION							
MODEL BAGUS		S	S	S	S		37
AWET DAN TAHAN LAMA		S	S	S	S		45
LAMPU TERANG		S	S	+	-		66
MEMILIKI BANYAK FUNGSI		S	+	S	S		52
MUDAH DIBAWA		+	S	-	S		65
HARGA TERJANGKAU		-	-	-	+		54
TOTAL + POSITIF		65	160	66	121		
TOTAL - NEGATIF		54	54	119	-174		
TOTAL		11	106	-47	-53		

Gambar 5.3 Penentuan Konsep Rancangan Produk
Sumber: Hasil olahan

Setelah matriks penentuan konsep diperoleh maka selanjutnya dilakukan pemilihan terhadap keempat konsep yang direncanakan. Sedangkan untuk memilih konsep yang terbaik didasarkan pada nilai konsep positif tertinggi, yaitu lampu emergency dengan fungsi yang lain.. Untuk itu dapat dibuat matriks perancangan produk seperti di bawah ini;

CONCEPT SELECTION			DESIGN FUNCTION	Meiliki indikator pengisian batere	Berfungsi sebagai pengecash HP	Menggunakan lampu LED Luxeon	Memiliki sensor terhadap cahaya	Importance customer
STRONGHT	●	9						
MODERATE	F	3						
WEAK	△	1						
QUALITY KARAKTERISTIK								
Kualitas harga yang Murah			●		△			67
Variasi model lampu						●	F	53
Pilihan fungsi			F					55
Kualitas Jenis Lampu						●		44
Kualitas indikator batere			●					48
Kualitas keamanan			△				●	93
FUNCTION								
MODEL BAGUS			●	△	●			37
AWET DAN TAHAN LAMA			●				△	45
LAMPU TERANG						●		66
MEMILIKI BANYAK FUNGSI			F	●				52
MUDAH DIBAWA				△	△	△		65
HARGA TERJANGKAU						●	●	54
PRIORITAS DESAIN FAKTOR			2574	694	2041	1106		
PRIORITS			1	4	2	3		

Gambar 5.4 Penentuan Rancangan Produk

Dari rancangan produk yang telah disusun beserta prioritasnya, kemudian disusun proses produksi yang perlu dilaksanakan. Untuk setiap butir proses produksi, ditentukan keterkaitannya dengan rancangan produk yang telah ditetapkan untuk mendapatkan prioritas proses.

Setelah proses QFD selesai, maka dihasilkan prioritas dari rancangan produk dan proses yang perlu dilaksanakan. Langkah selanjutnya yang akan dikerjakan oleh perancang yaitu menentukan perencanaan produksi, yang menyangkut hal-hal operasional, seperti menyiapkan bahan baku sesuai dengan keinginan konsumen, desain dari lampu emergency dan lain-lain. Cara menghitung persen prioritas adalah nilai prioritas *desaign factor* dibagi dengan jumlah dari *desaign factor* dikalikan 100 persen.

Contoh :

$$\text{Persen prioritas} = \frac{\text{prioritas design factor}}{\sum \text{prioritas design factor}} \times 100\%$$

Butir pilihan indikator pengisian batere:

$$\begin{aligned} \text{Persen prioritas} &= \frac{39243}{39243 + 15687 + \dots + 35161} \times 100\% \\ &= \frac{39243}{115812} \times 100\% = 33,9\% \end{aligned}$$

untuk lebih jelasnya hal tersebut di atas dibuat dalam matriks QFD seperti tampak pada gambar di bawah ini.

CONCEPT SELECTION

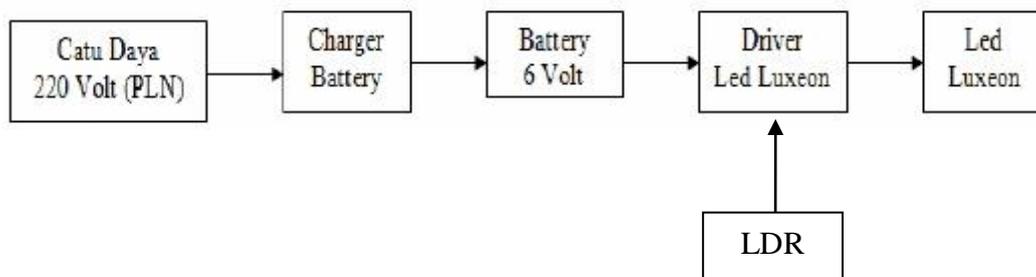
	Proses Produksi	Pemilihan model lampu	Pemilihan komponen	Pembuatan pengesah batere	Pemilihan LED LUXION	Pembuatan Driver LDR	PRIORITAS DESIGN FACTOR
STRONGHT	●						9
MODERATE	F						3
WEAK	△						1
DESIGN FUNCTION							
Memiliki indikator pengisian batere		●				●	2574
Berfungsi sebagai pengecash HP			●	●			694
Menggunakan lampu LED Luxeon		F	F		●	△	2041
Memiliki sensor terhadap cahaya		●	F	△		●	1106
PRIORITAS DESIGN FACTOR		39243	15687	7352	18369	35161	
PERSEN PRIORITAS		33,9	13,5	6,3	15,9	30,4	
PRIORITAS		1	4	5	3	2	

Gambar 5.5 Penentuan Proses Produksi
Sumber: hasil olahan

5.3 Langkah – Langkah Perancangan

Pada langkah perancangan ini ada dua tahapan yang akan dilakukan yaitu tahap perancangan bagian elektronik dan bagian perancangan mekanik. Pada bagian elektronik berhubungan langsung dengan rangkaian Pengecas (*recharger*).

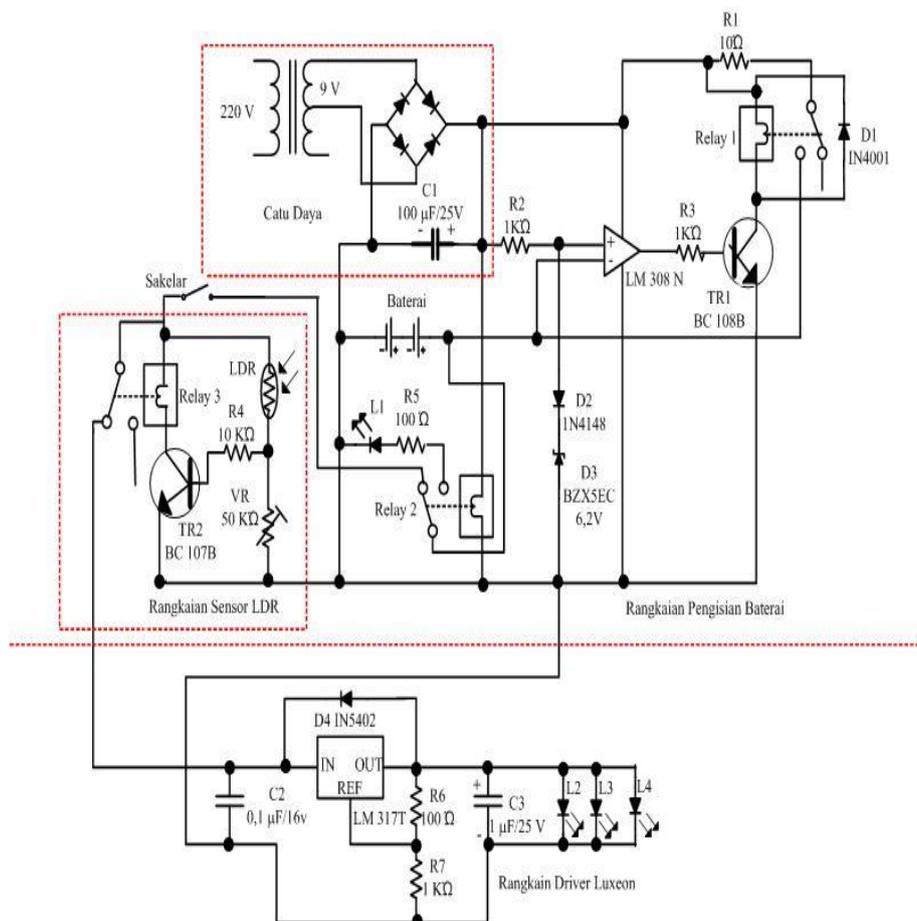
Adapun blok rangkaian dari ” *Emergency Lamp* dengan LED” diperlihatkan pada gambar berikut :



Gambar 5.6 Blok Diagram Perancangan Alat *Emergency Lamp* dengan LED

Dari blok diagram di atas dapat dilihat bahwa ketika jala-jala PLN (catu daya) menyala maka akan terjadi proses pengisian baterai. Pada saat proses ini, tegangan dan arus dari jala-jala PLN (catu daya) masuk ke rangkaian pengisi baterai melewati *relay* pertama pada keadaan *Normally Closed* ke *Normally Open* yang akan mengecras baterai 6 Volt, secara otomatis *relay* kedua akan berubah keadaan dari *Normally Closed* ke *Normally Open* untuk memutuskan tegangan dan arus ke driver LED sehingga LED tidak menyala.

Sebaliknya, ketika jala-jala PLN padam maka *relay* pertama berubah keadaan dari *Normally Open* ke *Normally Closed* dan memutuskan tegangan dan arus untuk pengecasan baterai. Dan *relay* kedua akan berubah keadaan dari *Normally Open* ke *Normally Closed*, sehingga tegangan dan arus dari baterai 6 Volt masuk ke driver dan Kemudian LDR akan membaca intensitas cahaya di ruangan, jika terang, tegangan arus akan terputus dan apabila gelap, membuat LED menyala.



Gambar 5.7 Rangkaian *Emergency lamp*

Komponen-komponen yang terdapat dalam *Emergency lamp* adalah:

Pengecash (*recharger*) Baterai

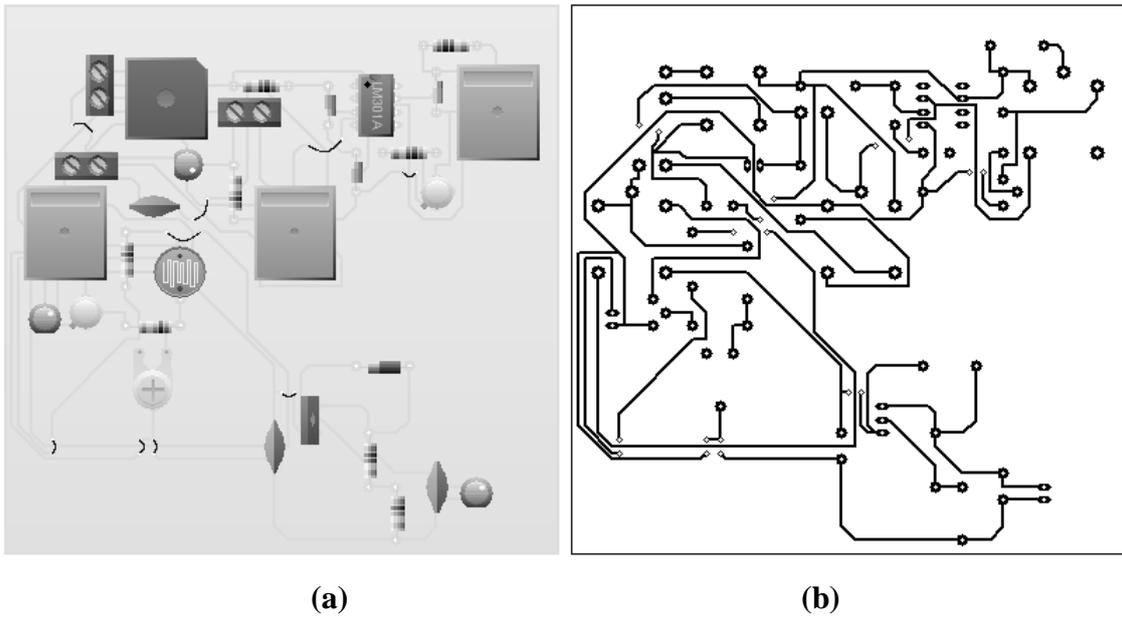
1. Dioda Brigde
2. Kapasitor = 1000 μ F 2V
3. IC = LM 308
4. Relay = 9 Volt
5. Transistor = BC 108
6. Resistor = 10 Ω 1 W, 1 K Ω , 100 Ω
7. Dioda = 1N4148
8. Dioda Zener = 6.2 Volt
9. Led 3 mm = 1 volt
10. Resistor = 10 k, 680, 100
11. Trimpot = 100k
12. Dioda = IN 4002
13. LED
14. Transistor =2N3904

Driver LDR

1. LDR
2. Resistor = 10K Ω
3. Trimpot = 50K Ω
4. Transistor = BC 107
5. Relay = 6 Volt

Driver Led Luxeon

6. IC = LM 317
7. Resistor = 220 Ω , 390 Ω
8. Kapasitor = 0.1 μ F, 1 μ F
9. Dioda = 1N5402
10. Led Luxeon = 3.2 Volt 700Ma



Gambar 5.8 a). Tata Letak Komponen *Emergency lamp*
 b). *Lay Out Rangkaian Emergency lamp*



Gambar 5.9 Foto Rangkaian *Emergency lamp*

BAB VI

RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

Rencana tahap berikutnya adalah melakukan

1. Analisis terhadap konsep hubungan Teknik dengan kebutuhan konsumen
2. Analisis terhadap konsep hasil perancangan produk
3. Analisis terhadap prioritas fungsi lampu *emergency*
4. Analisis terhadap proses produksi

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan sementara yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Atribut produk hasil dari kuesioner adalah : (1) harga, (2) model, (3) indikator pengisian batere, (4) umur ekonomis, (5) fungsi ganda, (6) jenis lampu, (7) hemat listrik, (8) purna jual, (9) sensor cahaya, (10) aman.
2. Dari analisis *Quality Function Deployment* di dapatkan bahwa prioritas utama lampu emergensi adalah yang memiliki indikator pengisian batere agar lampu lebih awet dan memiliki umur ekonomis yang lama.
3. Rancangan lampu emergensi yang disesuaikan dengan kebutuhan konsumen yaitu menggunakan indikator pengisian batere, memakai lampu LED LUXION agar lampu terang, memiliki sensor cahaya dan dapat berfungsi sebagai pengecash HP.

DAFTAR PUSTAKA

- Couhen Lou, 1995, *Quality Function Deployment*, Addison-Wesley Publishing Company
- Imam Djati Widodo. 2003. Perencanaan dan Pengembangan Produk, *Produk Planning And Design*. Yogyakarta, Penerbit UII Press Indonesia.
- Malvino. 2005. *Metode Pengembangan Running Led*. Gava Media. Yogyakarta
- Muhaimin, 2001, *Teknologi Pencahayaan*, Refika Aditama, Bandung
- Nurmianto, 2008, *Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya*. PT. Guna Widya, Surabaya
- Prasetyo, 2007, *Perencanaan Penampil Dot Matrix Dengan Menggunakan Aplikasi LED*, Elek Media Komputindo, Jakarta
- Pringatun , Sri , Karnoto, M. Toni Prasetyo, *Analisis Komparasi Pemilihan Lampu Penerangan Jalan Tol*, 2011, Jurnal Media Elektrika, Vol. 4 No. 1, Juni 2011, Undip, Semarang
- Purnomo, Hari. 2004. *Pengantar Teknik Industri*, Yogyakarta, Penerbit Graha Ilmu.
- Saputro, Jimy, Tejo Sukmadi, dan Karnoto , 2013, *Analisa Penggunaan Lampu Led Pada Penerangan Dalam Rumah*, Jurnal Transmisi Vol 15, No 1, 2013 Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang
- Sirait Hasanuddin, 2010, *Perancangan Aplikasi Sistem Display Led Berbasis Dot Matrix*, Jurnal Logika Edisi 2 Vol 2 Bulan April 2010 Halaman : 8 STIMIK Parna Raya,
- Sugiyono, 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif, kualitatif dan R & D*. Penerbit ALFABETA.
- Sutalaksana, dkk .2006. *Teknik Tata Cara Kerja*. ITB. Bandung.