

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Posisi Penelitian

Homkhiew (2012) melakukan penelitian dengan judul *Application of a quality function deployment technique to design and develop furniture product*. Latar belakang masalah dari penelitian ini adalah operasi manufaktur di bidang furnitur Thailand sangat kompetitif, hal ini disebabkan karena stagnasi ekonomi akibat semua bidang industri berusaha untuk mengembangkan organisasi lebih baik, membuat kualitas produk semakin tinggi dan respon yang lebih baik untuk konsumen. Dalam beberapa waktu terakhir, kompetisi di bidang manufaktur furnitur tumbuh dengan drastis. Hal ini merupakan kepetingan para pengusaha untuk meningkatkan kualitas untuk menghasilkan dan mengembangkan desain produk baru. Hasil dari penelitian tersebut adalah mendesain dan membuat sebuah tipe baru prototype lemari pakaian tripeks untuk industri furnitur dengan menggunakan *Quality Function Deployment*.

Handriyanto (2013) melakukan penelitian tentang tanah liat merah dapat menghasilkan listrik. Dalam penelitian ini, peneliti melakukan eksperimen terhadap beberapa jenis tanah untuk mendapat jenis tanah yang paling bagus dalam menghasilkan listrik. Dan tanah liat merah atau tanah lapindo mampu menghasilkan voltase dan arus listrik tertinggi di antara jenis tanah yang lain. Dalam penelitian ini, peneliti merancang bangun untuk

mengaplikasikan tanah liat merah itu ke dalam instalasi listrik rumah tangga sebesar 450 watt.

Permana (2013) melakukan penelitian tentang merancang desain produk *holder connector* VGA dengan *Quality Function Deployment*. Latar belakang masalah dari penelitian ini adalah proses belajar mengajar sering terganggu akibat LCD proyektor. Kerusakan pada LCD proyektor disebabkan oleh beberapa faktor yaitu mulai dari lampu yang sudah melemah, adanya kerusakan lensa, dan lain-lain. Namun, 80% kerusakan disebabkan karena kerusakan konektor dan kabel proyektor. Perancangan *holder connector* dengan menggunakan metode *Quality Function Deployment*. Karena *Quality Function Deployment* dapat merancang produk sesuai dengan keinginan dan kebutuhan para pengguna LCD proyektor. Penelitian ini juga mengkorelasikan metode *Quality Function Deployment* dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Pengolahan data dari penelitian ini ada 2 yaitu mendesain *holder connector* dengan menggunakan pendekatan *Quality Function Deployment* dan menentukan harga pokok produksi produk *holder connector* jika nantinya akan dikomersialisasikan. Hasil dari penelitian ini yaitu didapat tiga desain produk, tetapi desain yang dipilih yaitu desain nomor 2. Karena berdasarkan hasil *technical response* nomor 2 paling mendekati kebutuhan konsumen *holder connector*. Serta harga produksi produk *holder connector* sebesar Rp 4.697,00.

Ardani (2014) melakukan penelitian dengan judul “Perancangan Desain *Spring Bed* dengan menggunakan Metode *Quality Function Deployment*”.

Latar belakang masalah dari penelitian ini adalah persaingan bisnis menuntut perusahaan agar mampu menerapkan rencana strategi untuk memenuhi kebutuhan konsumen dalam pengembangan produk. Konsumen tidak hanya menuntut tingkat kualitas yang lebih tinggi dalam produk baru namun juga menuntut inovasi terbaru. Hasil dari penelitian tersebut adalah hasil pengolahan QFD diperoleh atribut perancangan produk *spring bed 6 feet* yang memiliki relative weight tertinggi adalah jenis *foam* pada matras yang paling sesuai dengan desain produk *spring bed 6 feet*, dengan nilai 16,29%. Karakteristik teknis perancangan produk *spring bed 6 feet* dengan derajat kepentingan tertinggi adalah *part family* dan kesamaan dasar struktur komponen dengan masing-masing nilai sebesar 20%. Hal ini dapat menjadi prioritas pertama pihak perusahaan sebagai acuan perbaikan rancangan produk *spring bed*.

Imron (2014) melakukan penelitian mengenai Rancangan produk *charger handphone portable* dengan metode *quality function deployment (QFD)*. Latar belakang masalah dari penelitian ini adalah banyaknya aktivitas pengguna *handphone* di luar ruangan. Dari masalah tersebut maka dirancang *charger handphone portable* dengan memanfaatkan energi matahari dengan mengkonversikannya ke dalam daya listrik melalui *sollar cell*. Hasil dari penelitian tersebut adalah produk *charger handphone* yang akan dirancang, metode *part deployment* digunakan terhadap komponen yang akan digunakan pada produk.

Martanti (2016) berdasarkan penelitian terdahulu peneliti ingin melakukan penelitian mengenai penerapan *Quality Function Deployment* (QFD) untuk merancang desain produk elemen listrik sederhana dengan bahan dasar tanah liat merah (ultisol). Latar belakang dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan nilai guna dari sumber daya alam berupa tanah liat merah yang melimpah di daerah Glodogan, Klaten Selatan. Dan memanfaatkan penemuan bahwa tanah liat merah merupakan salah satu *free energy* yang mudah ditemukan. Pada penelitian ini menggunakan metode *Quality Function Deployment*, dikarenakan metode ini lebih fleksibel dalam mengetahui keinginan konsumen. Dalam penelitian ini hasil akhirnya adalah berupa *prototype* dari produk penghasil listrik arus DC.

Tabel 2.1 Posisi Penelitian

Nama	Judul	Metode	Hasil
Homkhiew (2012)	<i>Application of a quality function deployment technique to design and develop furniture product</i>	<i>Quality Function Deployment</i> tahap I	Mendesain dan membuat sebuah tipe baru prototype lemari pakaian tripeks untuk industri furnitur
Handriyanto (2013)	<i>"SCL" (Soil Cell Lapindo), Rancang Bangun Instalasi Rumah Tinggal Berdaya 450 Watt, Berbasis Energi Tanah Menggunakan Lumpur Lapindo</i>	Eksperimental	Membuat rancang bangun instalasi rumah tinggal berdaya 450 watt berbasis energi tanah menggunakan lumpur lapindo.
Permana (2013)	Desain Produk <i>Holder Connector VGA Dengan Quality Function Deployment (QFD)</i>	<i>Quality Function Deployment (QFD)</i> tahap I dan AHP	Mendesain sebuah <i>holder</i> untuk konektor VGA pada LCD proyektor dengan menggunakan QFD dan AHP.

Ardani (2014)	Perancangan Desain <i>Spring Bed</i> dengan menggunakan Metode <i>Quality Function Deployment</i>	<i>Quality Function Deployment</i> tahap I	Rancangan desain <i>spring bed</i> yang berupa atribut perancangan produk, karakteristik teknis, derajat kepentingan dan prioritas.
Imron (2014)	Rancangan Produk <i>Charger Handphone Portable</i> Dengan Metode <i>Quality Function Deployment (QFD)</i>	<i>Quality Function Deployment (QFD)</i> tahap IV	Membuat produk <i>charger handphone portable</i> dengan menggunakan <i>sollarcell</i> .
Martanti (2016)	Desain Produk Elemen Listrik Sederhana Penghasil <i>Free Energy</i> Listrik Berbahan Dasar Tanah Liat Merah (<i>Ultisol</i>) Dengan Metode <i>Quality Function Deployment</i>	<i>Quality Function Deployment (QFD)</i> tahap II	Membuat rancangan produk elemen listrik sederhana penghasil <i>free energy</i> listrik dengan bahan dasar tanah liat merah.

2.2. Free Energy

2.2.1. Pengertian Free Energy

Yang dimaksud dengan energi gratis atau *free energy* adalah pembangkit daya tenaga penggerak seperti tenaga listrik atau bahan bakar kendaraan yang diperoleh secara cuma-cuma, yang sudah ada di sekitar kita misalnya air yang mengalir, air terjun, angin yang berhembus dengan kencang, sinar matahari dan sebagainya (Didik, 2011).

Free Energy yang terdapat di bumi yaitu diantaranya :

- a. Angin, sebagai contoh kincir angin yang ada di negeri Belanda.

- b. Sinar matahari atau tenaga surya, yang banyak dibangun di negara Jepang, yaitu setiap atap rumah diberi beberapa *solar cell* (panel surya)
- c. Ombak laut atau gelombang laut, sudah diterapkan di kepulauan Hawaii (Amerika Serikat)
- d. Air terjun atau air yang mengalir dengan deras guna menggerakkan dinamo pembangkit listrik, ini sudah banyak dimanfaatkan penduduk yang tinggal di daerah dataran tinggi atau di sekitar pegunungan
- e. Medan magnet, gravitasi bumi, getaran elektro magnet bumi (frekuensi bumi yang berkisar 7 s/d 8 *hertz*), gelombang elektro magnet dan sebagainya yang paling banyak digunakan di dalam kota, karena pembuatannya paling mudah dan biaya yang terjangkau serta cocok untuk semua kondisi daerah, juga mobilitas cukup tinggi.

2.2.2. Sejarah *Free Energy*

Energi gratis ditemukan, dibuat dan dikembangkan sejak awal tahun 1890an, oleh Nikola Tesla yang lahir di kota Smiljan negara Croatia pada tanggal 10 Juli 1856 dan meninggal dunia di kota New York tanggal 7 Januari 1943 (pada umur 86 tahun) adalah seorang penemu, fisikawan, teknisi mekanika, dan teknisi listrik Amerika Serikat. Tesla dianggap sebagai salah satu penemu terpenting dalam sejarah dan merupakan salah seorang teknisi terbesar dalam akhir abad

ke-19 dan abad ke-20. Tesla merupakan seorang perintis elektromekanik tanpa kabel dan daya listrik. Ia keturunan Serbia dan menjadi warga negara Amerika Serikat pada 1891 selagi bekerja di negara tersebut.

Nikola Tesla telah membuktikan pada 1931 bahwa kita tidak perlu lagi menggunakan bahan bakar fosil untuk menjalankan mobil. Bahan bakar dari tenaga mesin dan kendaraan dunia untuk ribuan tahun ke depan dapat diperoleh dari konduktor gelombang elektromagnetik. Lebih dari 80 tahun bahwa kopeling elektromagnetik dapat digunakan dengan memanfaatkan sinar kosmik (radiasi elektromagnetik) dan menjalankan dunia. Antena sederhana merupakan sebuah konduktor elektromagnetik yang dapat mengubah gelombang radio di ruang terbuka menjadi sebuah arus listrik. Konversi elektromagnetik ini dapat menjadi sumber tenaga bagi semua mesin yang ada, termasuk kendaraan bermesin.

Negara Cina termasuk negara sedang berkembang dengan penduduk yang paling padat di dunia adalah salah satu negara yang bisa menghemat bahan bakar minyak bumi, tambang batu bara dan energi lainnya, sehingga sejak awal tahun 1980 industri menjadi maju dengan sangat pesat melampaui negara-negara lain yang sudah lebih maju sebelumnya seperti Jepang, Korea Selatan dan Taiwan. Dengan ditemukannya alat *free energy* ini, negara Cina menjadi padat karya, banyak rumah tangga biasa berubah menjadi home industri kemudian

hasilnya diekspor ke negara-negara lain termasuk Indonesia, bahkan bisa mengajak negara lain untuk kerjasama memproduksi barang-barang berteknologi tinggi misalnya Jepang. Tidak heran jika barang-barang asal Jepang dengan merk yang sama bisa dibuat di Cina dengan harga yang jauh lebih murah daripada negara asalnya, selain biaya tenaga kerja yang murah juga didukung alat energi gratis (*free energy*) yang dikembangkannya secara besar-besaran. Sehingga sampai saat ini negara Cina sudah bangkit dari kemiskinan, semakin berkurangnya pengangguran dan meningkatnya kemajuan di segala bidang dengan pesat, dari negara agraris berubah menjadi negara industri. Negara ini satu-satunya yang menggunakan mesin *free energy* secara besar-besaran atau sudah dianggap negara dengan Revolusi Energi Gratis pertama di dunia, namun tidak satupun alat energi gratis tersebut dijual ke negara lain, ini menyangkut masalah teknologi, sosial, ekonomi dan politik serta keamanan negaranya dari persaingan globalisasi.

2.3. Tanah Liat Merah (Ultisol)

2.3.1. Tentang Tanah Liat Merah (Ultisol)

Menurut Subagyo (2004) dalam Sipayung (2014) ultisol atau tanah liat merah merupakan salah satu jenis tanah di Indonesia yang mempunyai sebaran luas, mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia. Ultisol dapat berkembang dari berbagai bahan induk dari yang bersifat masam hingga basa. Namun

sebagian besar bahan induk tanah ini adalah batuan sedimen masam. Luas tanah ultisol berdasarkan bahan induknya seperti tabel 2.2 di bawah ini.

Tabel 2.2 Luas tanah Ultisol pada tingkat grup berdasarkan batuan pembentuk tanah

Jenis tanah Ultisol pada tingkat grup	Luas berdasarkan batuan pembentuk tanah (ha)				
	Sedimen	Metamorf	Volkan	Plutonik	Jumlah
Hapludults	24.703.460	185.580	2.231.520	4.770.480	31.891.040
Kandiudults	3.816.600		5.020.100		8.836.700
Palehemults	3.138.120				3.138.120
Plintudults	1.864.000				1.864.000
Paleudults	1.420.520				1.420.520

Sumber: Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat (2000) data diolah dalam Prasetyo *et al.* (2006)

Menurut Adiningsih dan Mulyadi (1993) dalam Prasetyo (2006) mengatakan bahwa ultisol dicirikan oleh adanya akumulasi liat pada horizon bawah permukaan sehingga mengurangi daya resap air dan meningkatkan aliran permukaan dan erosi tanah. Tanah Ultisol mempunyai tingkat perkembangan yang cukup lanjut, dicirikan oleh penampang tanah yang dalam. Kenaikan fraksi liat seiring dengan kedalaman tanah, reaksi tanah masam, dan kejenuhan basa rendah. Pada umumnya tanah ini mempunyai potensi keracunan Al dan miskin kandungan bahan organik. Tanah jenis ini juga miskin kandungan hara terutama P dan kation-kation dapat ditukar seperti Ca, Mg, Na, dan K, kadar Al tinggi, kapasitas tukar kation rendah dan peka terhadap erosi.

2.3.2. Ciri Morfologi Tanah Liat Merah (Ultisol)

Pada umumnya Ultisol berwarna kuning kecoklatan hingga merah. Pada klasifikasi lama menurut Soepraptohardjo (1961) dalam Prasetyo (2006) ultisol diklasifikasikan sebagai Podsolik Merah Kuning (PMK). Warna tanah pada horizon argilik sangat bervariasi dengan *hue* dari 10YR hingga 10R, nilai 3-6 dan kroma 4-8 (Subagyo, 1986). Warna tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain bahan organik yang menyebabkan warna gelap atau hitam, kandungan mineral primer fraksi ringan seperti kuarsa dan plagioklas yang memberikan warna putih keabuan, serta oksida besi seperti goethit dan hematit yang memberikan warna kecoklatan hingga merah. Makin coklat warna tanah umumnya makin tinggi kandungan goethit dan makin merah warna tanah makin tinggi kandungan hematit. Tekstur tanah Ultisol bervariasi dan dipengaruhi oleh bahan induk tanahnya. Tanah Ultisol dari granit yang kaya akan mineral kuarsa umumnya mempunyai tekstur yang kasar seperti liat berpasir, sedangkan tanah Ultisol dari batu kapur, batuan andesit, dan tufa cenderung mempunyai tekstur yang halus seperti liat dan liat halus. Ultisol umumnya mempunyai struktur sedang hingga kuat, dengan bentuk gumpal bersudut. Ciri morfologi yang penting pada Ultisol adalah peningkatan fraksi liat dalam jumlah tertentu pada horizon seperti yang diisyaratkan dalam Soil Taxonomy. Horizon tanah dengan peningkatan liat tersebut dikenal sebagai horizon argilik, horizon argilik umumnya kaya akan Al.

2.3.3. Sifat Kimia Tanah Liat Merah (Ultisol)

Ultisol umumnya mempunyai nilai kejenuhan basa $< 35\%$, karena batas ini merupakan salah satu syarat untuk klasifikasi tanah Ultisol menurut *Soil Taxonomy*. Beberapa jenis tanah Ultisol mempunyai kapasitas tukar kation < 16 cmol/kg liat, yaitu Ultisol yang mempunyai horizon kandik. Reaksi tanah Ultisol pada umumnya masam hingga sangat masam (pH 5–3,10), kecuali tanah Ultisol dari batu gamping yang mempunyai reaksi netral hingga agak masam (pH 6,80–6,50). Kapasitas tukar kation pada tanah Ultisol dari granit, sedimen, dan tufa tergolong rendah masing-masing berkisar antara 2,90–7,50 cmol/kg, 6,11–13,68 cmol/kg, dan 6,10–6,80 cmol/kg, sedangkan yang dari bahan volkan andesitik dan batu gamping tergolong tinggi (>17 cmol/kg). Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa tanah Ultisol dari bahan volkan, tufa berkapur, dan batu gamping mempunyai kapasitas tukar kation yang tinggi. Nilai kejenuhan Al yang tinggi terdapat pada tanah Ultisol dari bahan sedimen dan granit ($> 60\%$), dan nilai yang rendah pada tanah Ultisol dari bahan volkan andesitik dan gamping (0%). Ultisol dari bahan tufa mempunyai kejenuhan Al yang rendah pada lapisan atas (5–8%), tetapi tinggi pada lapisan bawah (37–78%). Tampaknya kejenuhan Al pada tanah Ultisol berhubungan erat dengan pH tanah (Prasetyo *et al.*, 2005).

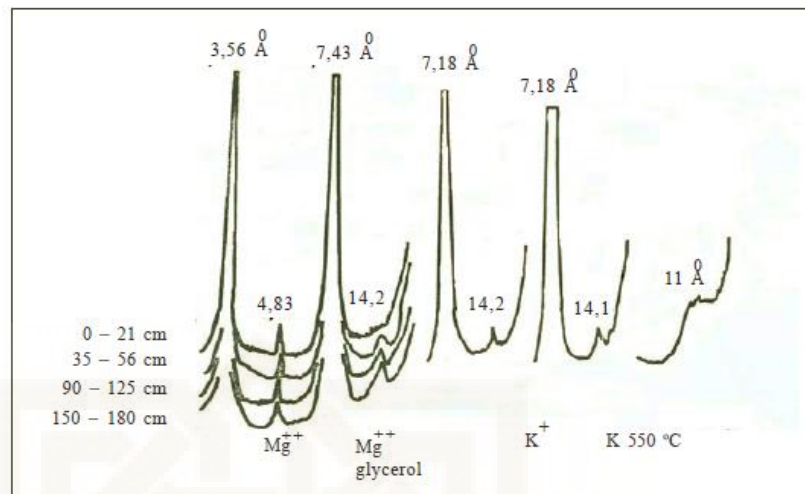
Tabel 2.3 Beberapa sifat kimia tanah Ultisol yang terbentuk dari berbagai bahan induk tanah

Jenis tanah Ultisol	Kedalaman (cm)	Fraksi liat (%)	pH H ₂ O	Jumlah kation (cmol (+) kg)	Kejenuhan Al (%)	Kapasitas tukar kation	
						Tanah (cmol/kg)	Liat (cmol/kg)
Typic Hapludults, sedimen ¹⁾	0-18	24	4,3	0,43	89	6,51	27,13
	18-46	30	3,1	0,39	91	6,11	20,37
	46-72	50	4,0	0,58	94	10,79	21,58
	72-98	57	4,1	0,56	93	12,09	21,21
	98-121	57	4,1	0,48	95	13,68	24,00
Typic Paleudults, vulkan andesitik ²⁾	0-19	79	4,7	4,04	0	26,17	33,13
	19-45	88	4,9	5,39	0	24,23	27,53
	45-61	87	5,1	7,91	0	27,24	31,31
	61-89	85	5,0	8,64	0	25,76	30,31
	89-155	74	5,3	11,20	0	24,44	33,03
Typic Paleudults, batu gamping ³⁾	0-16	80	6,5	23,30	0	32,30	40,38
	16-29	80	6,6	20,80	0	30,60	38,25
	29-49	95	6,5	19,20	0	23,90	25,16
	49-74	93	6,7	17,30	0	22,90	24,62
	74-117	87	6,8	12,60	0	19,40	22,30
	117-161	90	6,7	12,60	0	17,50	19,44
Typic Kandiudults, granit ⁴⁾	0-21	29	4,8	0,60	72	7,50	25,86
	21-35	32	4,9	0,60	66	4,50	14,06
	35-56	39	5,0	0,70	63	2,90	7,44
	56-90	41	4,9	0,70	63	3,70	9,02
	90-125	40	4,9	0,50	87	5,40	13,50
	125-150	42	4,3	0,70	64	5,40	12,86
	150-180	47	4,9	0,70	64	5,40	11,49
Typic Paleudults, tufa ⁵⁾	0-13	17	6,0	4,30	8	6,60	38,82
	13-37	29	6,3	3,90	5	6,20	21,38
	37-65	33	5,2	1,60	37	6,10	18,48
	65-150	38	5,4	1,00	78	6,80	17,52

Sumber: Prasetyo *et al.* (2005)

2.3.4. Komposisi Mineral

Komposisi mineral liat Ultisol didominasi oleh kaolinit (Prasetyo *et al.*, 2005). Gambar 2.1. memperlihatkan komposisi mineral liat dari Ultisol berbahan induk batuan granit. Pada gambar tersebut kaolinit ditunjukkan oleh puncak difraksi 7, 18A, dan 3,56A. Mineral liat lainnya adalah vermikulit dengan puncak difraksi 14,2A dan gibsit dengan puncak difraksi 4,83A. Puncak difraksi 11A pada perlakuan pemanasan K⁺ hingga 550°C menunjukkan adanya *interlayer* hidroksi Al.



Sumber : Prasetyo (2006)

Gambar 2.1 Difaktogram XRD dari Ultisol

2.4. Tanah liat merah (Ultisol) sebagai alternatif pengganti sumber energi listrik

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Handriyanto (2013) mengadakan penelitian pengujian pH, arus dan tegangan terhadap enam jenis tanah yaitu lapindo, pasir, tanah coklat, tanah padas, dan kompos. Di dapatkan hasil seperti tabel di bawah ini :

Tabel 2.4 Hasil pengujian pH, Arus dan Tegangan

Jenis Tanah	pH	Arus	Tegangan
Lapindo	5	1,90 mA	0,96 V
Pasir	6	0,38 mA	0,85 V
Tanah Coklat	6	1,06 mA	0,89 V
Tanah Padas	7	1,44 mA	0,96 V
Kompos	7	0,30 mA	0,80 V

Sumber: Handriyanto *et al* (2013)

Dari pengujian tersebut didapatkan tegangan keluaran dari tanah lapindo (tanah liat merah) sebesar 0,96 Volt dan arus keluaran sebesar 1,9 mA. Selanjutnya pengujian dilakukan dengan melakukan pengukuran secara langsung dengan menggunakan indikator LED. Indikator LED digunakan

untuk membuktikan bahwa tanah dapat menghasilkan listrik dan dapat langsung digunakan untuk menyalakan benda elektronik yang membutuhkan tegangan rendah. Berdasarkan pengamatan dan pengujian yang dilakukan, diperoleh hasil bahwa lampu LED dapat menyala dengan intensitas cahaya yang berbeda-beda, tergantung dari jenis tanah yang digunakan. Tabel di bawah ini merupakan hasil dari pengamatan terhadap nyala lampu LED masing-masing tanah serta lama waktu menyala (Handriyanto, 2013).

Tabel 2.5 Hubungan Jenis Tanah, Nyala Lampu LED, Arus dan Tegangan yang Dihasilkan

Jenis tanah	Lampu LED	Arus 11x	Tegangan 4x
Tanah Merah	vvvv	20,9 mA	3,84 V
Tanah Padas	vvv	15,84 mA	3,84 V
Tanah Coklat	vv	11,66 mA	3,56 V
Pasir	v	4,18 mA	3,4 V
Kompos	v	3,3 mA	3,2 V

Sumber: Handriyanto *et al* (2013)

Berdasarkan tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa tanah merah mempunyai tegangan dan arus keluaran yang terbesar, dimana tegangan keluaran rangkaian sebesar 3,84 Volt dengan arus keluaran rangkaian sebesar 20,9 mA untuk menyalakan sebuah lampu LED. Energi listrik dari tanah merah dapat bertahan selama kurang lebih 9 (sembilan) bulan dengan terhitungnya lampu LED mati. Lampu LED mati dikarenakan campuran air dalam tanah merah mengering dan terdapat kerak pada lempengan tembaga serta berkaratnya lempengan seng (Handriyanto *et al*, 2013).

2.5. Desain Produk

2.5.1. Definisi Desain

Menurut Palgunadi (2007) dalam Apristanto (2013) istilah desain merupakan istilah serapan dari bahasa Inggris yang terdiri dari kata *de* dan *sign*. Makna istilah *de* dalam bahasa Inggris berarti mengalihka, mengubah, atau perubahan sedangkan kata *sign* berarti menandai, memberi tanda atau hasil dari proses memberi tanda, sehingga istilah desain dalam bahasa Indonesia dapat dimaknai sebagai mengubah tanda. Desain lebih tepat didefinisikan sebagai perubahan makna atau proses perubahan makna. Sebagai contoh sebuah kayu akan memiliki makna lebih jika kayu tersebut diubah menjadi sebuah meja atau kursi. Oleh karena itu desain dapat diterjemahkan sebagai seni terapan, arsitektur, dan sebagai pencapaian kreatif lainnya.

Desain merupakan peleburan ke dalam bahasa Indonesia dari kata *design*. Kata desain menggantikan kata rancang bangun karena kata tersebut tidak dapat mencakup kegiatan, keilmuan, keluasan dan pamor profesi atau kompetensi.

2.5.2. Definisi Produk

a. Pengertian produk

Produk adalah segala sesuatu yang ditawarkan kepada suatu pasar untuk memenuhi keinginan atau kebutuhan. Segala sesuatu yang termasuk ke dalamnya adalah barang berwujud, jasa, *events*, tempat, organisasi, ide atau pun kombinasi antara

hal-hal yang baru saja disebutkan. Beberapa faktor penting yang wajib diperhatikan perusahaan dalam menyusun strategi produk mereka. Faktor pertama adalah strategi pemilihan segmen pasar yang pernah mereka tentukan sebelumnya. Adapun faktor kedua adalah pengertian tentang hakekat produk di mata pembeli. Faktor ketiga adalah strategi produk pada tingkat kombinasi produk secara individual, pada tingkat seri produk dan pada tingkat kombinasi produk secara keseluruhan. Adapun faktor keempat adalah titik berat strategi pemasaran pada tiap tahap siklus kehidupan produk.

Produk adalah segala sesuatu yang dapat ditawarkan ke pasar untuk mendapatkan perhatian, dibeli, digunakan, atau dikonsumsi yang dapat memuaskan keinginan atau kebutuhan. Secara konseptual produk adalah pemahaman subyektif dari produsen atas sesuatu yang bisa ditawarkan sebagai usaha untuk mencapai tujuan organisasi melalui pemenuhan kebutuhan dan kegiatan konsumen, sesuai dengan kompetensi dan kapasitas organisasi serta daya beli pasar. Selain itu produk dapat pula didefinisikan sebagai persepsi konsumen yang dijabarkan oleh produsen melalui hasil produksinya. Produk dipandang penting oleh konsumen dan dijadikan dasar pengambilan keputusan pembelian.

Kualitas produk adalah salah satu sarana positioning utama pemasaran. Kualitas memiliki dampak langsung pada kinerja produk atau jasa. Oleh karena itu, kualitas berhubungan erat dengan nilai dan kepuasan pelanggan. Dalam arti yang lebih sempit, kualitas dapat di definisikan sebagai “bebas dari kerusakan”. Akan tetapi, sebagian besar perusahaan yang berpusat pada pelanggan, melangkah jauh melampaui definisi sempit ini.

b. Dimensi Kualitas Produk

Menurut Irawan (2002), dimensi produk dibagi menjadi enam dimensi, yakni :

1. *Performance* (kinerja) : dimensi yang paling dasar dan berhubungan dengan fungsi utama dari suatu produk. Setiap produk memiliki kinerja tergantung nilai fungsional yang perusahaan berikan. Kepuasan atas karakteristik utama operasinya produk.
2. *Reliability* (*reliabilitas*): dimensi kualitas produk yang kedua. Dimensi kinerja dan *reliability* sepiintas mirip tetapi memiliki perbedaan yang jelas. *Reliability* lebih menunjukkan probabilitas produk gagal menjalankan fungsinya.
3. *Feature* (fitur) : yaitu dimensi kualitas produk ketiga, dimensi ini dapat dikatakan sebagai aspek sekunder.

Karakteristik sekunder yang melengkapi fungsi dasar produk.

4. *Durability* (daya tahan) : menunjukkan suatu pengukuran terhadap siklus produk, baik secara teknis maupun waktu. Produk disebut awet kalau sudah banyak digunakan, atau sudah lama sekali digunakan.
5. *Conformance* (kesesuaian) : dimensi ini menunjukkan seberapa jauh suatu produk dapat menyamai *standart* atau spesifikasi tertentu.
6. *Design* (desain) : dimensi yang unik. Dimensi ini banyak menawarkan aspek emosional dalam mempengaruhi kepuasan konsumen. *Emotional factor* adalah faktor kepuasan konsumen yang timbul pada saat seseorang mengkonsumsi.

Sedangkan menurut Garvin (1988), yang dikutip dari Tjiptono dan Chandra (2007), dikemukakan delapan dimensi kualitas produk, yakni :

1. Kinerja (*peformance*), yaitu karakteristik operasi pokok dari produk inti (*core product*) yang dibeli.
2. Fitur atau ciri – ciri tambahan (*features*), yaitu karakteristik sekunder atau pelengkap.
3. Reliabilitas (*reliability*), yaitu kemungkinan kecil akan mengalami kerusakan atau gagal dipakai.

4. Kesesuaian dengan spesifikasi (*conformance to specification*), yaitu sejauh mana karakteristik desain dan operasi memenuhi standar – standar yang telah ditetapkan sebelumnya.
5. Daya Tahan (*durability*), berkaitan dengan berapa lama produk tersebut dapat terus digunakan.
6. *Serviceability*, meliputi penanganan keluhan secara memuaskan. Layanan yang diberikan tidak hanya sebatas sebelum penjualan, tetapi juga selama proses penjualan dan purna jual.
7. Estetika, yaitu daya tarik produk terhadap panca indera, misalnya : bentuk fisik, model, desain yang artistik, dan sebagainya.
8. Kualitas yang di persepsikan (*percieved quality*), yaitu citra dan reputasi produk serta tanggung jawab perusahaan terhadapnya.

2.5.3. Definisi Desain Produk

Product design berhubungan dengan bentuk dan fungsi. *Design* mengenai bentuk berhubungan dengan perencanaan dan penampilan dari product tersebut. Sedangkan desain mengenai fungsi berhubungan dengan bagaimana produk tersebut dapat di gunakan (Hadjadinata, 1995).

Product design adalah rancang bangun dari suatu produk (barang) yang akan diproduksi (Prawirosentono, 1996).

Desain produk merupakan hal yang paling penting, karena kesempatan yang dimiliki produk baru sering menakjubkan. Dimana pada suatu waktu, produk baru dapat menaikkan dua kali atau tiga kali omset suatu organisasi (Hederick, 1999).

Desain produk merupakan terjemahan dari *Industrial Design*. Sebagian para ahli menerjemahkan *Industrial Design* dengan desain produk. Sebagian yang lain menerjemahkan dengan desain industri. Penerjemahan yang terakhir dirasa kurang tepat, karena yang didesain bukanlah industrinya melainkan produknya (Nugraha, 1989).

2.5.4. *Prototype*

Menurut Chandra dan Jumeno (2010) dalam desain *interface*, pengujian, kegunaan dan kegiatan lainnya yang berhubungan dengan faktor manusia, pembuatan *prototype* sangat dibutuhkan. *Prototype* adalah perkiraan awal dari produk akhir tetapi belum memiliki fungsional sangat penuh. Sedangkan menurut Ulrich dan Eppinger (2001) *prototype* merupakan sebuah penafsiran produk melalui satu atau dimensi yang menjadi perhatian. Membuat *prototype* merupakan proses pengembangan perkiraan-perkiraan beberapa aspek dari produk.

Tipe-tipe *prototype* yaitu :

- a. *Prototype* fisik

Suatu penggambaran benda nyata dari suatu produk.
Contoh : suatu model yang dapat dilihat dan dirasa dari produk yang sesungguhnya. *Prototype* fisik digunakan untuk mengidentifikasi suatu hal yang tidak terduga.

b. *Prototype analitis*

Mempresentasikan produk yang tidak nyata. Misal model matematis. Dalam *prototype* ini cenderung akan dianalisa dan dibandingkan untuk dibangun.

c. *Comporhensive*

Merupakan *prototype* yang mengimplementasikan semua atribut produk yang mungkin.

d. *Focused Prototype*

Hanya mengimplementasikan satu atau beberapa atribut produk saja.

Macam-macam *prototype* yaitu :

a. *Prototype Evolusioner*

Prototype yang secara terus menerus diperbaiki sampai semua kriteria sistem yang baru yang dibutuhkan pengguna dipenuhi selanjutnya proses publikasi massal.

b. *Prototype Requirement*

Prototype yang dikembangkan sebagai salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan fungsional dari sistem baru, pada

saat para pengguna tidak mampu mengungkapkan dengan tepat apa yang mereka butuhkan.

Tahap-tahap pembuatan *prototype* adalah :

a. Pengumpulan kebutuhan

Pengguna dan perancang desain produk saling berkomunikasi dan bertukar informasi serta mendefinisikan seluruh data-data yang berhubungan dengan produk yang akan dirancang.

b. Membangun *prototyping*

Membangun *prototyping* dengan membuat rancangan sementara dan berfokus pada *input* serta *output* produk.

c. Evaluasi *prototyping*

Evaluasi dilakukan oleh pelanggan apakah sudah sesuai dengan hasil yang diharapkan dari fungsi produk. Jika fungsi atau ada hal yang kurang sesuai maka langkah pengumpulan kebutuhan, membangun dan mengevaluasi *prototyping* dilakukan kembali hingga pengguna puas dengan fungsi produk yang akan dirancang.

d. Penggunaan *prototyping*

Jika *prototype* telah diuji oleh pengguna dan diterima maka *prototype* siap diproduksi dengan jumlah yang lebih banyak.

2.6. Metode Pengolahan Data

2.6.1. Uji Validitas dan Uji Reliabilitas

2.6.1.1. Uji Validitas

Uji validitas digunakan untuk mengetahui kelayakan butir-butir dalam suatu daftar pernyataan dalam mendefinisikan suatu variabel. Menurut Arikunto (2010) dalam sebuah instrument pengumpul data dikatakan valid apabila mampu mengukur apa yang digunakan atau yang seharusnya diukur.

Validitas adalah ukuran yang menunjukkan sejauh mana instrumen pengukuran mampu mengukur apa yang akan diukur (Ashari, 2005). Terdapat beberapa jenis validitas, yaitu:

1) Validitas Konstruksi

Suatu kuesioner yang baik harus dapat mengukur dengan jelas kerangka dari penelitian yang akan dilakukan.

2) Validitas Isi

Alat yang mengukur sejauh mana kuesioner atau alat ukur tersebut mewakili semua aspek yang dianggap sebagai kerangka konsep.

3) Validitas Prediktif

Kemampuan dari kuesioner dalam memprediksi perilaku dari konsep.

Syarat yang harus dipenuhi agar sebuah butir dalam kuesioner dikatakan sah (Wahyono, 2009), yaitu :

- 1) Korelasi dari item-item kuesioner haruslah kuat dan peluang kesalahan tidak terlalu besar (menurut teori maksimal 5% dalam uji pertama).
- 2) Korelasi harus memiliki nilai atau arah yang positif. Arah positif tersebut berarti bahwa $r_{hitung} > r_{tabel}$.

2.6.1.2. Uji Reliabilitas

Reliabilitas (kendala) merupakan ukuran yang menunjukkan konsistensi dari alat ukur dalam mengukur gejala yang sama di lain kesempatan. Misal sebuah kuesioner yang digunakan untuk mengukur kepuasan konsumen, maka hasil kuesioner tersebut akan sama jika digunakan untuk mengukur kepuasan konsumen pada penelitian yang lain (Ashari, 2005). Pengukuran reliabilitas dilakukan dengan dua cara, yaitu :

- 1) *Repeated Measure* atau pengukuran berulang. Pengukuran yang dilakukan berulang-ulang dalam kisaran waktu yang berbeda, dengan kuesioner atau pertanyaan yang sama. Hasil pengukuran dilihat apakah konsisten dengan pengukuran sebelumnya.
- 2) *One Shot*. Pengukuran dilakukan hanya dalam satu waktu, kemudian dilakukan perbandingan dengan pertanyaan yang lain atau dengan pengukuran korelasi antar jawaban. Pada program SPSS, metode ini dilakukan dengan metode

Cronbach Alpha, dimana suatu kuesioner dikatakan reliabel jika nilai *Cronbach Alpha* > 0,06

2.6.2. Kecukupan Data

Supranto (1992) jumlah responden ditentukan dengan rumus :

$$n = p(1 - p) \left(\frac{Z_{\alpha/2}}{E} \right)^2$$

Keterangan :

n : besarnya sampel, banyaknya elemen sampel

$Z_{\alpha/2}$: faktor tingkat keyakinan dari tabel normal.

Jika taraf signifikansi (α) sebesar 10% maka tingkat kepercayaannya adalah $1 - \alpha$ yaitu 90%

E : besarnya kesalahan sampling sebagai ukuran ketelitian sampel/kesalahan maksimum yang mungkin dialami adalah sebesar 10%. Sedangkan standar rata-ratanya tidak diketahui.

$p(1-p)$: proporsi kesalahan

p : proporsi sebenarnya dari populasi yang sebetulnya tidak diketahui, walaupun demikian secara eksperimen dapat disimpulkan bahwa variabilitas sampling akan mencapai nilai maksimal ketika $P = 0,50$

Tingkat kepercayaan = 90%

Derajat ketelitian = 10%

= 0,1

$$\begin{aligned}
 p &= 0,50 \\
 n &= SE = 0,10, (1 - \alpha) = 0,90 \\
 \acute{\alpha} &= 1 - 0,90 = 0,1 \\
 Z \alpha/2 &= Z 0,05 = 1,645
 \end{aligned}$$

Maka jumlah sampel yang dibutuhkan adalah :

$$n = 0,5 (1 - 0,5) \left(\frac{1,645/2}{0,1} \right)^2$$

$$n = 67,65 = 68 \text{ responden}$$

Responden dalam penelitian ini dibatasi pada masyarakat yang sudah tahu dan atau memanfaatkan *free* energi listrik. Pada penelitian ini, jumlah kuesioner yang disebar sejumlah 70.

2.6.3. Quality Function Deployment

Bangsa Jepang mengembangkan suatu pendekatan yang disebut pemberdayaan fungsi kualitas (*Quality Function Deployment-QFD*) untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Istilah ini merupakan terjemahan dari karakter kanji yang digunakan untuk menggambarkan proses tersebut, mungkin terdengar membingungkan. QFD ini ditemukan oleh Yoji Akao pada tahun 1966. QFD merupakan suatu metode yang dikembangkan untuk menghubungkan perusahaan atau lembaga dengan konsumen. Melalui QFD, setiap keputusan dibuat untuk memenuhi kebutuhan yang diekspresikan oleh pelanggan. Pendekatan ini menggunakan sejenis diagram matriks untuk mempresentasikan data dan informasi (Evans *et al*, 2007).

QFD dimulai pada tahun 1972 di lokasi anjungan kapal Mitsubishi di Kobe oleh Yoji Akao. Dengan di latar belakang oleh adanya keinginan tentang suatu sistem kualitas yang memfokuskan diri pada produk dan pelayanan yang dapat memuaskan konsumen, dengan mendengarkan *voice of customer* untuk pengembangan proses dan produk tersebut (Cohen, 1995). Menurut bangsa Jepang, karakteristik QFD yang sesuai dengan bahasanya yaitu :

- a. Hinshitsu yang berarti kualitas, keistimewaan, dan atribut.
- b. Kino yang berarti fungsi atau mekanisasi.
- c. Tenkai yang berarti pengembangan difusi, evolusi.

Quality Function Deployment (QFD) adalah metode perencanaan dan pengembangan secara terstruktur yang memungkinkan tim pengembangan mendefinisikan secara jelas kebutuhan dan harapan pelanggan, dan mengevaluasi kemampuan produk atau jasa secara sistematis untuk memenuhi kebutuhan dan harapan tersebut (Ariani, 2002).

Proses QFD meliputi pembentukan matrik-matrik yang juga biasa disebut sebagai tabel kualitas yang memuat tahap-tahap penggunaan QFD yang terdiri atas 4 fase (Cohen, 1995), yaitu :

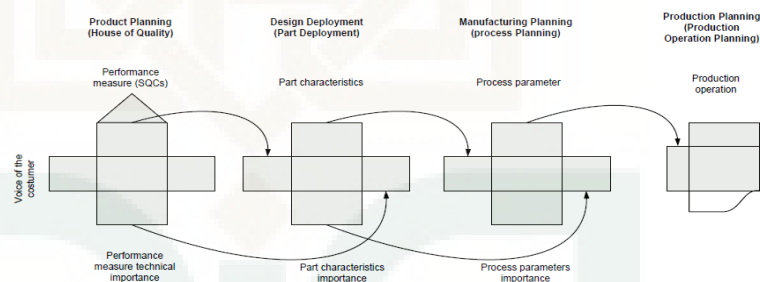
1. Perencanaan Produk (*Product Planning*), meliputi proses penerjemahan karakteristik kualitas yang menjadi keinginan pelanggan menjadi karakteristik teknik perusahaan. Tahap Perencanaan Produk biasa disebut juga *The House Of Quality*.

Pada tahap ini dikumpulkan data – data tentang kebutuhan – kebutuhan konsumen, keterangan jaminan, peluang dari persaingan, ukuran produk, ukuran produk pesaing, dan kemampuan teknis organisasi untuk memenuhi setiap kebutuhan pelanggan.

2. Perencanaan Komponen (*Part Planning*), meliputi proses penerjemahan dan pengembangan karakteristik teknik perusahaan yang dihasilkan pada fasa (1) menjadi lebih detail dan membentuk karakteristik kualitas per bagian. Desain produk menghendaki ide team yang kreatif dan inovatif. Konsep produk dibuat selama tahap ini dan menspesifikasi bagian yang telah didokumentasikan. Bagian – bagian yang ditentukan menjadi yang terpenting untuk memenuhi keinginan – keinginan konsumen yang selanjutnya disebarkan kedalam perencanaan proses (tahap 3).
3. Perencanaan Proses (*Process Planning*), meliputi proses penerjemahan karakteristik kualitas pada tiap bagian yang dihasilkan pada fasa (2) untuk menentukan karakteristik proses masing-masing. Selama perencanaan proses, proses – proses *manufacturing* dijadikan diagram alir dan parameter proses (*target values*) didokumentasikan.
4. Perencanaan Produksi (*Production Planning*), proses pembentukan hubungan dan keselarasan antara karakteristik

proses yang dihasilkan pada fasa (3) dengan karakteristik keinginan bagian produksi. Dalam perencanaan produksi, petunjuk – petunjuk pekerjaan dibuat untuk memantau proses produksi, jadwal pemeliharaan, dan pelatihan keterampilan operator – operator. Selain itu, pada tahap ini dibuat beberapa keputusan untuk menempatkan proses – proses yang paling beresiko dan beberapa kendali ditempatkan untuk mencegah kerusakan.

Ilustrasi proses perpindahan informasi dari matrik perencanaan produk ke matrik tahap berikutnya digambarkan pada gambar dibawah ini :



Sumber : Cohen (1995)

Gambar 2.2 Pembentukan Matrik QFD

Kannan (2008) membagi sistem QFD menjadi empat tahapan, yaitu tahap perencana produk, juga dikenal sebagai rumah kualitas (HOQ), bagian fase perencanaan; tahap perencanaan proses dan produksi serta tahap perencanaan operasi. Setiap fase ini diwujudkan oleh matriks yang terdiri dari satu set input (disebut 'whats' dalam HOQ) dan output (dikenal sebagai 'hows' di HOQ).

Tahap pengumpulan *Voice of customer*. Pada tahap ini akan dilakukan survei untuk memperoleh suara pelanggan yang tentu membutuhkan waktu dan ketrampilan untuk mendengarkan. Proses QFD membutuhkan data konsumen yang ditulis sebagai atribut-atribut dari suatu produk atau jasa. Tiap atribut mempunyai data numerik yang berkaitan dengan kepentingan relatif atribut bagi konsumen dan tingkat performansi kepuasan konsumen dari produk yang dibuat berdasarkan atribut tadi. Data dari konsumen dapat menunjukkan variasi pola hubungan yang mungkin tergantung bagaimana performansi kepuasan atribut dikumpulkan. Interpretasi data ini harus memperhitungkan apakah pelanggan yang disurvei menggunakan satu atau beberapa produk dan apakah sampel pelanggan terdiri atas seluruh pelanggan dari berbagai tipe atau segmen. Langkah-langkah membangun QFD adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi kebutuhan konsumen
2. Membuat matriks perencanaan (*Planning Matrix*). Matrik perencanaan berisi :
 - a. Tingkat kepentingan konsumen (*Importance to Customer*)

Penentuan tingkat kepentingan konsumen digunakan untuk mengetahui sejauh mana konsumen memberikan penilaian atau harapan dari kebutuhan konsumen yang ada.
 - b. Pengukuran tingkat kepuasan konsumen terhadap produk (*Current Satisfaction Performance*)

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

Dihitung dengan rumus :

weighted Average Performance =

$$\frac{\sum[\{\text{Number of Respondent at Performance value } i\}i]}{(\text{Total Number of Respondent})} \quad (1)$$

(Cohen,1995)

c. Target (*Goal*)

Nilai target ini ditentukan oleh pihak perusahaan untuk mewujudkan tingkat kepuasan yang diinginkan oleh konsumen.

d. Rasio perbaikan (*Improvement Ratio*)

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

$$\text{Improvement Ratio} = \frac{\text{Goal}}{(\text{Current Satisfaction Performance})} \quad (2)$$

(Cohen,1995)

3. Penyusunan kepentingan teknik

Pada tahap ini perusahaan mengidentifikasi kebutuhan teknik yang sesuai dengan keinginan dan kebutuhan konsumen. Hal ini memberikan respon teknik untuk setiap keinginan dan kebutuhan konsumen yang dibutuhkan konsumen. Keadaan ini menunjukkan

bagaimana perusahaan akan memberikan respons terhadap apa yang diinginkan konsumen.

4. Penentuan hubungan antara kebutuhan konsumen dengan kepentingan teknik

Penentuan ini menunjukkan hubungan antara setiap kebutuhan konsumen dan kepentingan teknik. Pada tahap ini ada 3 macam hubungan yang berbentuk yaitu

Tabel 2.6 Simbol hubungan

	Lemah	1
	Kuat	3
	Sangat kuat	9

5. Penentuan prioritas

Penentuan ini menunjukkan prioritas yang akan dikembangkan lebih dahulu berdasarkan kepentingan teknik.

Menurut (Kai Yang, 2008) hubungan ini ditentukan oleh tim QFD sendiri karena aspek-aspek yang dinilai tidak dapat dimengerti oleh orang awam. Jenis hubungan dalam matriks di bawah ini adalah :

1. Hubungan kuat

Merupakan hubungan yang terjadi bila respon teknikal sebagai hal-hal yang dilakukan perusahaan, berhubungan sangat erat atau sangat mempengaruhi terpenuhnya keinginan pelanggan. Bobot kuat diberi nilai 9

2. Hubungan sedang

Merupakan hubungan yang terjadi bila respon teknikal berhubungan erat atau mempengaruhi terpenuhinya keinginan pelanggan. Bobot hubungan sedang diberi nilai 3

3. Hubungan lemah

Merupakan hubungan yang terjadi bila respon teknikal tidak begitu mempengaruhi terpenuhinya keinginan pelanggan. Bobot hubungan lemah diberi nilai 1.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Objek Penelitian

Obyek penelitian ini adalah masyarakat pengguna energi listrik, tanah liat merah, faktor-faktor yang mendukung tanah liat merah dalam menghasilkan listrik arus DC.

3.2. Jenis Data

Adapun jenis data yang digunakan adalah :

a. Data Primer

Data primer merupakan sumber data penelitian yang diperoleh secara langsung dari sumber asli, tidak melalui media perantara. Yang termasuk dalam data primer adalah

1. Data keinginan konsumen
2. Data voltase listrik
3. Data arus listrik

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan sumber data penelitian yang diperoleh peneliti secara tidak langsung melalui media perantara. Data sekunder umumnya berupa bukti, catatan atau data historis yang telah tersusun dalam arsip dipublikasikan, yaitu :

1. Jurnal tentang Free energy, Ultisol, Ultisol sebagai sumber energi alternatif, desain produk, *Quality Function Deployment*, *Prototype*

2. Website

3.3. Metode Pengumpulan Data

a. Kuesioner

Kuesioner merupakan teknik pengumpulan data dalam metode survei yang menggunakan pertanyaan secara tertulis kepada subyek peneliti, metode ini digunakan untuk memperoleh data primer yang berupa data keinginan konsumen yang dijadikan dasar untuk membuat desain produk. Kuisisioner yang digunakan yaitu kuisisioner tertutup dan kuisisioner terbuka.

b. Dokumentasi

Metode dokumentasi adalah cara untuk mengumpulkan data-data dari hasil penelitian yang antara lain berupa data voltase, data arus listrik, lama waktu sel dapat bertahan.

c. Wawancara

Wawancara merupakan teknik pengumpulan data dalam metode survei yang menggunakan pertanyaan secara lisan kepada subyek peneliti, metode ini digunakan untuk memperoleh data primer yang berupa data penyimpangan produk. Selain itu untuk memperoleh apa yang menjadi ekspektasi konsumen terhadap produk.

3.4. Metode Analisis Data

Setelah data diperoleh, selanjtnya dilakukan tahap analisis data terhadap data-data tersebut, pengolahan data dilakukan dalam beberapa tahapan diantaranya adalah :

a. Identifikasi Metode Pemecahan Masalah

Metode pemecahan masalah dalam penelitian ini dengan metode *Quality Function Deployment* karena metode ini merupakan konversi suara konsumen ke dalam sebuah desain produk sehingga keinginan dan kebutuhan konsumen terakomodasi dengan baik.

b. Identifikasi atribut

Untuk membanru mempermudah peneliti dalam merancang elemen listrik sederhana *free energy*, dibutuhkan atribut mengenai elemen listrik sederhana *free energy*.

c. Identifikasi Karakteristik Responden

Untuk membanru mempermudah peneliti dalam merancang elemen listrik sederhana *free energy*, dibutuhkan responden yang dapat memberikan informasi mengenai elemen listrik sederhana *free energy*.

Responden tersebut adalah pengguna elemen listrik sederhana, dimana pengguna dapat memberikan informasi seputar kebutuhan terhadap elemen listrik sederhana saat digunakan dan fitur apa saja yang harus ada di dalam elemen listrik sederhana *free energy*.

d. Desain kuesioner terbuka dan penyebaran kuesioner terbuka

Desain kuesioner terbuka bertujuan untuk mendapatkan informasi kepentingan atribut produk yang ditujukan langsung pada responden. Setelah pembuatan kuesioner pendahuluan maka dilakukan penyebaran kuesioner pendahuluan kepada responden.

e. Desain kuesioner penelitian dan penyebaran kuesioner penelitian

Penyusunan kuesioner penelitian bertujuan untuk mendapatkan informasi dari konsumen terhadap atribut pada elemen listrik sederhana *free energy* berbahan dasar tanah liat merah. Penyusunan kuesioner ini dibuat dari atribut produk elemen listrik sederhana *free energy* berbahan dasar tanah liat merah dan tingkat kepentingan terhadap atribut produk yang sudah valid dan reliabel.

f. Penyusunan *Matriks House of Quality* (HOQ)

Data hasil kuesioner penelitian yang berupa tingkat kepentingan dan kepuasan konsumen akan dijadikan *input* untuk menyusun *matriks* HOQ.

h. Pembentukan Matriks perencanaan komponen (*Part Deployment*)

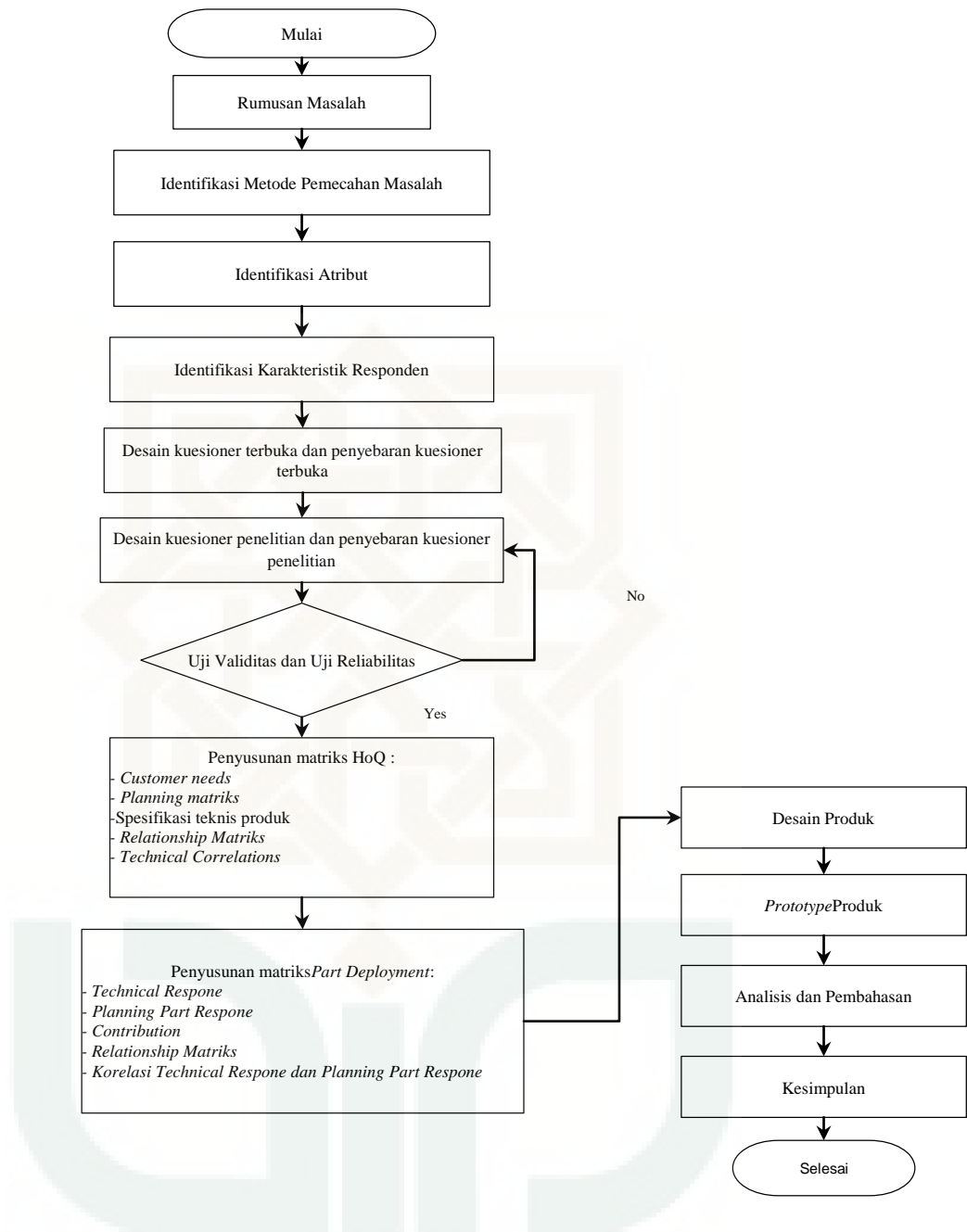
Part deployment merupakan matriks yang digunakan untuk menentukan komponen yang digunakan dalam perancangan dan pengembangan produk.

g. Perancangan konsep produk

Tahap ini meliputi peluang-peluang pengembangan produk yang meliputi segi bahan yang digunakan, dimensi, jaminan, dan keunggulan dari produk pesaing sehingga dapat menjadi produk alternatif yang dipilih.

3.5. Diagram Alir Penelitian

Untuk mengetahui alir penelitian dari awal sampai akhir dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan gambar 3.1 diagram alir penelitian di atas dapat diketahui alur-alur dalam penelitian ini. Pada tahap awal merumuskan masalah. Setelah masalah dirumuskan maka melakukan identifikasi metode pemecaha masalah

yang tepat. Dalam penelitian ini memilih metode *Quality Function Deployment* tahap I dan II untuk pemecahan masalah. Setelah menentukan metode QFD maka melakukan identifikasi atribut apa saja yang diperlukan dalam pengolahan pada matriks HoQ. Setelah menentukan atribut, melakukan identifikasi responden. Dalam hal ini menentukan karakteristik apa saja yang menjadi syarat responden yang tepat untuk penelitian ini. Setelah menentukan karakteristik responden, mendesain kuesioner terbuka untuk produk penghasil listrik arus DC dengan memanfaatkan ETAM. Kemudian menyebarkan kuesioner tersebut kepada responden. Setelah menyebarkan kuesioner maka data yang diperoleh kemudian dikelompokkan ke dalam diagram *affinity*. Setelah mendapatkan item-item apa saja yang diinginkan konsumen maka didesain kuesioner tertutup dan disebarkan kepada 30 responden. Setelah data kuesioner tertutup diperoleh maka dilakukan uji validasi dan uji reliabilitas. Jika kuesioner tersebut belum valid dan reliabel maka perlu diolah ulang dengan cara mengubah pernyataan dan disebar ulang atau pernyataan dihapus. Jika sudah valid dan reliabel maka langsung ke tahap pembentukan matriks HoQ tahap I (*Planning Matriks*). Pada HoQ tahap I ini terdapat beberapa langkah yaitu *customer needs*, *planning matriks*, spesifikasi teknis produk, *relationship matriks*, *technical correlations*. Setelah mendapatkan matriks HoQ tahap I, maka selanjutnya merancang HoQ tahap II (*Part Deployment Matrix*). Pada HoQ tahap II ini terdapat beberapa langkah yaitu *technical response*, *planning part response*, *contribution*, *relationship matriks*, *korelasi technical response* dan *planning*

part response. Setelah mendapatkan matriks HoQ tahap II selanjutnya yaitu mendesain produk penghasil listrik arus DC dengan memanfaatkan ETAM. Setelah membuat desain produk maka langkah selanjutnya yaitu membuat *prototype* produk. Langkah selanjutnya yaitu melakukan analisis dan membahas penelitian ini. Kemudian didapatkan kesimpulan dari penelitian ini.



BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

4.1.1. Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini data diperoleh melalui beberapa cara yaitu observasi, kuesioner dan wawancara. Data yang dikumpulkan melalui proses observasi yaitu data voltase dan arus listrik sel volta tanah liat merah. Sedangkan data yang diperoleh melalui kuesioner yaitu data kebutuhan konsumen. Kuesioner ini disebarakan kepada masyarakat pengguna dan atau yang mengetahui tentang *free* energi listrik. Serta wawancara dengan beberapa ahli seperti ahli elektro untuk mengetahui jenis penghantar listrik yang paling baik digunakan untuk produk dan ahli tanah untuk mengetahui karakteristik tanah liat.

Pengambilan sampel ditetapkan tanpa mengetahui jumlah populasi masyarakat. Sampel adalah sebagian dari populasi yang memiliki peluang yang sama untuk dipilih. Sampel yang baik adalah sampel yang representatif artinya jumlah sampel yang ditentukan harus dapat mewakili populasi yang ada. Penentuan jumlah sampel pada penelitian ini sangat ditentukan karena jumlah peneliti tidak dapat menjadikan semua masyarakat dapat dijadikan responden. Hal ini disebabkan karena keterbatasan masyarakat yang mengetahui tentang pemanfaatan *free* energi listrik.

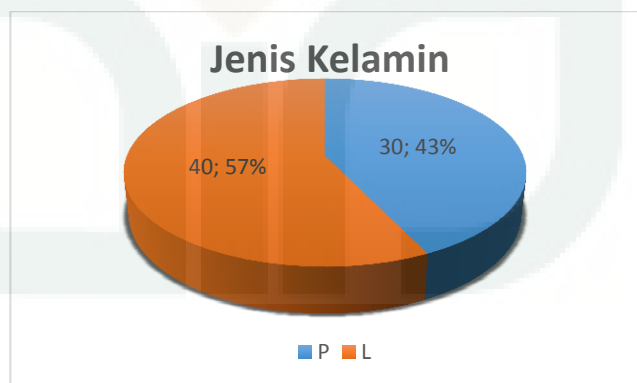
Responden dalam penelitian ini dibatasi pada masyarakat yang sudah tahu dan atau memanfaatkan *free* energi listrik. Pada penelitian ini, jumlah kuesioner yang disebar sejumlah 70.

4.1.2. Data Responden

Responden yang menjadi objek dalam penelitian telah ditentukan yaitu masyarakat yang pernah dan atau tahu tentang *free energy*.

Karakteristik responden pada penelitian ini berdasarkan atas faktor demografi yaitu usia responden dan jenis kelamin responden. Penggambaran dan pengelompokkan data tersebut dilakukan dengan bantuan *software Microsoft Excel 2013*. Data kuesioner terdapat pada lampiran 6.

Data responden berdasarkan jenis kelamin dalam tabel di bawah ini :



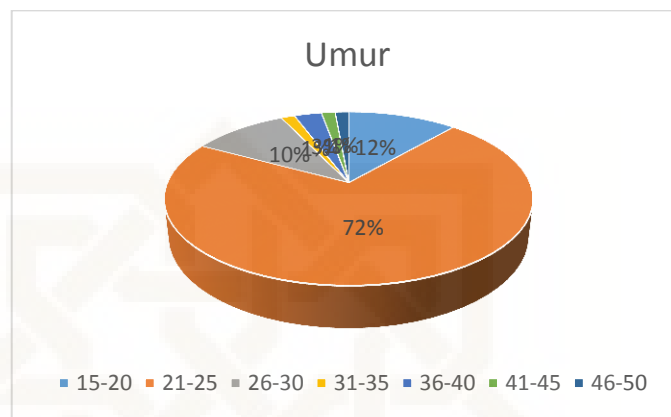
Sumber : Hasil Pengolahan Data (2016)

Gambar 4.1 Diagram Data Responden Berdasarkan Jenis Kelamin

Berdasarkan gambar 4.1 diketahui bahwa jumlah responden dengan jenis kelamin laki-laki sebanyak 40 responden atau sekitar

57%. Sedangkan jumlah responden dengan jenis kelamin perempuan sebanyak 30 responden atau sekitar 43%.

Data responden berdasarkan umur dalam tabel di bawah ini :



Sumber : Hasil Pengolahan Data (2016)

Gambar 4.2 Diagram Data Responden Berdasarkan Umur

Berdasarkan gambar 4.2 diketahui bahwa jumlah responden yang berumur antara 15-20 tahun sebanyak 8 responden atau sekitar 12 %, responden yang berumur antara 21-25 tahun sebanyak 50 responden atau sekitar 72 %, responden yang berumur 26-30 tahun sebanyak 7 responden atau sekitar 10 %, responden yang berumur 31-35 tahun sebanyak 1 responden atau sekitar 1 %, responden yang berumur 36-40 tahun sebanyak 2 responden atau sekitar 3 %, responden yang berumur 41-45 tahun sebanyak 1 responden atau sekitar 1 %, dan responden yang berumur 46-50 tahun sebanyak 1 responden atau sekitar 1 %.

4.2. Pengumpulan Data *Voice Of Customer* (VOC)

Pengumpulan data *voice of customer* (VOC) didapatkan dari hasil kuesioner terbuka pada lampiran 3 yang disebarkan kepada responden.

Kemudian dari hasil kuesioner tersebut dikategorikan ke dalam dimensi kualitas produk, sehingga didapatkan hasil seperti di bawah ini :

Tabel 4.1 Data Voice Of Customer (VOC)

No	Pernyataan
	PERFORMANCE
1.	Bisa menghidupkan lampu LED (minimal 1,5V)
2.	Menghasilkan arus listrik minimal 1 A
3.	Voltase yang dihasilkan stabil
	CONFORMANCE TO SPESIFICATION
4.	Casing kuat dan kokoh
5.	Produk tahan terhadap guncangan
6.	Produk tidak terganggu apabila terdapat perubahan faktor dari luar lingkungan (suhu, kelembaban, dll)
	SERVICEABILITY
7.	Perawatan produk mudah
8.	Tidak memerlukan biaya yang besar untuk perawatan
9.	Mudah dalam mengganti sel volta
	ESTETIKA
10.	Bentuk produk kotak
11.	Ukuran produk tidak terlalu besar
12.	Mudah dalam penggunaan
13.	Warna produk disesuaikan dengan pangsa pasar
14.	Casing tertutup rapat
15.	Bentuknya simple

Sumber : pengolahan data (2016)

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa pernyataan pertama, kedua, dan ketiga dikategorikan ke dalam dimensi kualitas *performance*. Untuk pernyataan keempat, kelima dan keenam dikategorikan ke dalam dimensi kualitas *conformance to specification*. Untuk pernyataan ketujuh, kedelapan dan kesembilan dikategorikan ke dalam dimensi kualitas *serviceability*. Serta pernyataan kesepuluh, kesebelas, keduabelas, ketigabelas, keempatbelas, dan kelimabelas dikategorikan ke dalam dimensi kualitas *estetika*. Dari hasil pengolahan di atas untuk menyusun kuesioner tertutup yang digunakan untuk *pilot study*.

4.3. Uji Validasi dan Reliabilitas Data

4.3.1. Uji Validasi

Uji validitas digunakan untuk mengetahui kelayakan butir-butir dalam suatu daftar pernyataan dalam mendefinisikan suatu variabel. Hasil uji validasi didapat pada *pilot study* dengan menyebarkan kuesioner pada lampiran 4 jumlah responden sebanyak 40 responden. Data kuesioner terdapat pada lampiran 6. Uji validitas dihitung dengan menggunakan *software SPSS 20.0 for Windows*. Uji *signifikansi* dilakukan dengan membandingkan nilai *r* hitung (nilai *Corrected Item—Total Correlation*) dengan nilai *r* tabel untuk *degree of freedom* ($df = n-2$), dengan *n* adalah jumlah sampel. Dan didapatkan hasil uji validasi pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.2 Hasil Uji Validasi

No	<i>Corrected Item-Total Correlation</i> (r_{hitung})	r_{tabel}	Keterangan
1	0,699	0,312	VALID
2	0,670	0,312	VALID
3	0,523	0,312	VALID
4	0,698	0,312	VALID
5	0,522	0,312	VALID
6	0,353	0,312	VALID
7	0,798	0,312	VALID
8	0,752	0,312	VALID
9	0,602	0,312	VALID
10	0,369	0,312	VALID
11	0,424	0,312	VALID
12	0,442	0,312	VALID
13	0,590	0,312	VALID
14	0,654	0,312	VALID
15	0,542	0,312	VALID

Sumber : Hasil Pengolahan (2016)

Tabel 4.2 merupakan hasil pengolahan *pilot study* yang dilakukan kepada 40 responden. Dan didapatkan hasil bahwa semua pernyataan dalam kuesioner dinyatakan valid. Karena nilai r hitung $>$ r tabel, dengan $df = N-2$ sehingga diketahui nilai r tabel sebesar 0,3120.

4.3.2. Uji Reliabilitas

Reliabilitas (kendala) merupakan ukuran yang menunjukkan konsistensi dari alat ukur dalam mengukur gejala yang sama di lain kesempatan. Dari hasil pengolahan kuesioner *pilot study* didapatkan hasil uji reliabilitas seperti tabel di bawah ini:

Tabel 4.3 Hasil Uji Reliabilitas

No	r_{hitung}	r_{tabel}	Keterangan
1.	0,787	0,60	RELIABEL
2.	0,695	0,60	RELIABEL
3.	0,846	0,60	RELIABEL
4.	0,725	0,60	RELIABEL

Sumber : Hasil Pengolahan (2016)

Tabel 4.3 merupakan hasil pengolahan *pilot study* yang dilakukan kepada 40 responden. Dan didapatkan hasil bahwa semua pernyataan dalam kuesioner dinyatakan reliabel. Karena nilai $\alpha \geq 0,60$.

4.4. Pengumpulan Data

Data diperoleh dari ahli elektro UNY, ahli desain ATMI, dan ahli tanah UGM. Deskripsi dan hasil wawancara terdapat pada lampiran 8.

4.4.1. Nilai Goal

Nilai Goal ditetapkan untuk menunjukkan sasaran yang ingin dicapai perusahaan, yaitu dengan menilai seberapa jauh perusahaan ingin memenuhi kebutuhan konsumen dengan pertimbangan apakah kebutuhan konsumen tersebut dapat terpenuhi atau tidak. Nilai goal didapatkan dari hasil wawancara dengan ahli. Nilai goal ditunjukkan pada tabel 4.7.

4.4.2. Sales Point

Nilai *sales point* mengidentifikasi seberapa menguntungkan kebutuhan konsumen yang berdampak pada perusahaan jika kebutuhan tersebut terpenuhi (Anshari, 2014). Nilai *sales point* ditunjukkan pada tabel 4.8.

Tabel 4.4 Nilai Sales Point

Nilai	Keterangan
1	Tidak terdapat penjualan / tidak menguntungkan perusahaan
1,2	Titik penjualan menengah / cukup menguntungkan perusahaan
1,5	Titik penjualan tinggi / dapat menguntungkan perusahaan

Sumber : Anshari (2014)

4.4.3. Kebutuhan Teknik

Kebutuhan teknik merupakan terjemahan dari kebutuhan konsumen atau *voice of customer*. Kebutuhan teknis merupakan penghubung antara tim pengembang dengan konsumen pengguna produk listrik arus DC. Kebutuhan teknik ditunjukkan pada tabel 4.14.

4.5. Pengolahan Data dengan Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD)

4.5.1. Pengolahan Data Quality Function Deployment Tahap I

a. Derajat Kepentingan Atribut Konsumen

Derajat kepentingan atribut konsumen digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan pemakai produk *free energy* listrik agar dapat menyatakan posisi tingkat kepentingan atribut. Adapun nilai tingkat kepentingan atribut produk penghasil listrik arus DC berbahan dasar ETAM adalah sebagai berikut :

Tabel 4.5 Tingkat Kepentingan Atribut Menurut Pengguna

No	Dimensi	Pernyataan	Nilai
1.	PERFORMANCE	Bisa menghidupkan lampu LED (minimal 1,5V)	5
2.		Menghasilkan arus listrik minimal 1 A	5
3.		Voltase yang dihasilkan stabil	5
4.	CONFORMANCE TO SPESIFIKATION	Casing kuat dan kokoh	5
5.		Produk tahan terhadap guncangan	5
6.		Produk tidak terganggu apabila terdapat perubahan faktor dari luar lingkungan (suhu, kelembaban, dll)	5
7.	SERVICEABILITY	Perawatan produk mudah	5
8.		Tidak memerlukan biaya yang besar untuk perawatan	5
9.		Mudah dalam mengganti sel volta	4
10.	ESTETIKA	Bentuk produk kotak	3
11.		Ukuran produk tidak terlalu besar	4
12.		Mudah dalam penggunaan	5
13.		Warna produk disesuaikan dengan pangsa pasar	4
14.		Casing tertutup rapat	4
15.		Bentuknya simple	5

Sumber : pengolahan data (2016)

Dari hasil penyebaran kuesioner pada tabel di atas, maka dapat dihitung tingkat kepentingan konsumen dengan melihat skala pengukuran yang memiliki nilai terbanyak dipilih oleh responden untuk setiap atribut. Berdasarkan tabel di atas

diketahui bahwa atribut yang dianggap sangat penting oleh responden (nilai 5) yaitu bisa menghidupkan lampu LED (min 1,5 V), menghasilkan arus listrik minimal 1 A, voltase yang dihasilkan stabil, casing kokoh, produk tahan terhadap guncangan, produk tidak terganggu apabila terdapat perubahan faktor dari luar lingkungan (suhu, kelembaban, dll), perawatan produk mudah, tidak memerlukan biaya yang besar untuk perawatan, mudah dalam penggunaan, dan bentuknya *simple*.

b. Nilai rata-rata tingkat kepentingan (*Importance*)

Dari hasil pengolahan maka didapatkan hasil nilai rata-rata tingkat kepentingan (*Importance*) sebagai berikut :

Tabel 4.6 Tingkat Kepentingan Konsumen Terhadap Produk Penghasil Arus DC berbahan dasar ETAM

No	Dimensi	Pernyataan	Nilai
1.	PERFORMANCE	Bisa menghidupkan lampu LED (minimal 1,5V)	4,300
2.		Menghasilkan arus listrik minimal 1 A	4,171
3.		Voltase yang dihasilkan stabil	4,414
4.	CONFORMANCE TO SPESIFICATION	Casing kuat dan kokoh	4,129
5.		Produk tahan terhadap guncangan	4,071
6.		Produk tidak terganggu apabila terdapat perubahan faktor dari luar lingkungan (suhu, kelembaban, dll)	4,243
7.	SERVICEABILITY	Perawatan produk mudah	4,157
8.		Tidak memerlukan biaya yang besar untuk perawatan	4,186
9.		Mudah dalam mengganti sel volta	3,657
10.	ESTETIKA	Bentuk produk kotak	3,171
11.		Ukuran produk tidak terlalu besar	3,571
12.		Mudah dalam penggunaan	4,329
13.		Warna produk disesuaikan dengan pangsa pasar	3,343
14.		Casing tertutup rapat	4,057
15.	Bentuknya simple	4,157	

Sumber : pengolahan data (2016)

Berdasarkan hasil tabel di atas dapat diketahui nilai tingkat kepentingan konsumen terhadap produk penghasil arus DC berbahan dasar ETAM.

c. Nilai Target (*Goal*)

Nilai target adalah sebagai berikut :

Tabel 4.7 Nilai Target

No	Dimensi	Pernyataan	Nilai
1.	PERFORMANCE	Bisa menghidupkan lampu LED (minimal 1,5V)	3,5
2.		Menghasilkan arus listrik minimal 1 A	3
3.		Voltase yang dihasilkan stabil	4
4.	CONFORMANCE TO SPESIFIKATION	Casing kuat dan kokoh	4
5.		Produk tahan terhadap guncangan	4
6.		Produk tidak terganggu apabila terdapat perubahan faktor dari luar lingkungan (suhu, kelembaban, dll)	4
7.	SERVICEABILITY	Perawatan produk mudah	4
8.		Tidak memerlukan biaya yang besar untuk perawatan	4
9.		Mudah dalam mengganti sel volta	3
10.	ESTETIKA	Bentuk produk kotak	3
11.		Ukuran produk tidak terlalu besar	3
12.		Mudah dalam penggunaan	3,5
13.		Warna produk disesuaikan dengan pangsa pasar	3
14.		Casing tertutup rapat	4
15.	Bentuknya simple	4	

Sumber : pengolahan data (2016)

Dari tabel 4.7 di atas dapat diketahui nilai target dari masing-masing atribut. Atribut yang memiliki nilai target 3 yaitu menghasilkan arus listrik minimal 1 A, mudah dalam mengganti sel volta, bentuk produk kotak, ukuran produk tidak terlalu besar dan warna produk disesuaikan dengan pangsa pasar. Atribut yang memiliki nilai target 3,5 yaitu mudah

dalam penggunaan dan bisa menghidupkan lampu LED (minimal 1,5V). Dan atribut yang memiliki nilai target 4 yaitu voltase yang dihasilkan stabil, *casing* kuat dan kokoh, produk tahan terhadap guncangan, produk tidak terganggu apabila terdapat perubahan faktor dari luar lingkungan (suhu, kelembaban, dll), perawatan produk mudah, tidak memerlukan biaya yang besar untuk perawatan, *casing* tertutup rapat dan bentuknya *simple*.

d. *Sales Point*

Tabel 4.8 Nilai *Sales Point*

No	Dimensi	Pernyataan	Nilai
1.	PERFORMANCE	Bisa menghidupkan lampu LED (minimal 1,5V)	1,5
2.		Menghasilkan arus listrik minimal 1 A	1,5
3.		Voltase yang dihasilkan stabil	1,5
4.	CONFORMANCE TO SPESIFICATION	Casing kuat dan kokoh	1,2
5.		Produk tahan terhadap guncangan	1,2
6.		Produk tidak terganggu apabila terdapat perubahan faktor dari luar lingkungan (suhu, kelembaban, dll)	1,2
7.	SERVICEABILITY	Perawatan produk mudah	1
8.		Tidak memerlukan biaya yang besar untuk perawatan	1,5
9.		Mudah dalam mengganti sel volta	1,2
10.	ESTETIKA	Bentuk produk kotak	1,5
11.		Ukuran produk tidak terlalu besar	1
12.		Mudah dalam penggunaan	1,5
13.		Warna produk disesuaikan dengan pangsa pasar	1
14.		Casing tertutup rapat	1,2
15.	Bentuknya simple	1,2	

Sumber : Pengolahan data (2016)

Dari hasil wawancara dengan pakar dengan produk penghasil listrik arus DC dengan bahan dasar ETAM untuk

tiap atribut kebutuhan konsumen yang memiliki titik jual kuat dengan nilai 1,5 yaitu bisa menhidupkan lampu LED (minimal 1,5V), menghasilkan arus listrik minimal 1 A, voltase yang dihasilkan stabil, tidak memerlukan biaya yang besar untuk perawatan, bentuk produk kotak, dan mudah dalam penggunaan.

e. Analisis *Benchmarking*

Proses *benchmarking* merupakan tahap melakukan evaluasi suatu produk atau jasa yang ada dengan membandingkan dengan produk atau jasa yang dimiliki oleh kompetitor. Tabel *benchmarking* dari 2 produk penghasil listrik arus DC dengan memanfaatkan *free energy* adalah sebagai berikut :

Tabel 4.9 Analisis *Benchmarking*

No	Dimensi	Pernyataan	Nilai	
			ETAM	Sollar Cell
1.	PERFORMANCE	Bisa menhidupkan lampu LED (minimal 1,5V)	5	5
2.		Menghasilkan arus listrik minimal 1 A	5	5
3.		Voltase yang dihasilkan stabil	5	5
4.	CONFORMANCE TO SPESIFICATION	Casing kuat dan kokoh	5	5
5.		Produk tahan terhadap guncangan	5	4
6.		Produk tidak terganggu apabila terdapat perubahan faktor dari luar lingkungan (suhu, kelembaban, dll)	5	5
7.	SERVICEABILITY	Perawatan produk mudah	5	5
8.		Tidak memerlukan biaya yang besar untuk perawatan	5	5
9.		Mudah dalam mengganti sel volta	4	4
10.	ESTETIKA	Bentuk produk kotak	3	4
11.		Ukuran produk tidak terlalu besar	4	4

12.		Mudah dalam penggunaan	5	5
13.		Warna produk disesuaikan dengan pangsa pasar	4	4
14.		Casing tertutup rapat	4	4
15.		Bentuknya simple	5	5

Sumber : pengolahan data (2016)

Kinerja *benchmarking* sangat diperlukan dan dibutuhkan untuk mengetahui posisi kemampuan dari produk penghasil listrik arus DC berbahan dasar ETAM. Produk penghasil listrik arus DC berbahan dasar ETAM yang diteliti dibandingkan dengan kemampuan/keunggulan produk pesaingnya yaitu produk penghasil listrik arus DC berbahan dasar *solar cell*. Prosentase jumlah responden yang memberikan nilai terhadap atribut kepuasan produk dari kedua produk tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 4.10 Prosentase Nilai *Benchmarking*

No	Dimensi	Pernyataan	Nilai	
			ETAM	Sollar Cell
1.	PERFORMANCE	Bisa menghidupkan lampu LED (minimal 1,5V)	51,43%	42,86%
2.		Menghasilkan arus listrik minimal 1 A	47,14%	48,57%
3.		Voltase yang dihasilkan stabil	58,57%	40,00%
4.	CONFORMANCE TO SPESIFICATION	Casing kuat dan kokoh	44,29%	47,14%
5.		Produk tahan terhadap guncangan	44,29%	48,57%
6.		Produk tidak terganggu apabila terdapat perubahan faktor dari luar lingkungan (suhu, kelembaban, dll)	51,43%	47,14%
7.	SERVICEABILITY	Perawatan produk mudah	41,43%	52,86%
8.		Tidak memerlukan biaya yang besar untuk perawatan	57,14%	57,14%
9.		Mudah dalam mengganti sel volta	38,57%	34,29%
10.	ESTETIKA	Bentuk produk kotak	32,86%	28,57%
11.		Ukuran produk tidak terlalu besar	42,86%	37,14%
12.		Mudah dalam penggunaan	52,86%	47,14%

13.		Warna produk disesuaikan dengan pangsa pasar	30,00%	28,57%
14.		Casing tertutup rapat	42,86%	42,86%
15.		Bentuknya simple	42,86%	47,14%

Sumber : pengolahan data (2016)

f. *Scale Up Factor* / Rasio Perbaikan (*Improvement Ratio*)

Scale Up atau *Improvement Ratio* yaitu perbandingan antara nilai target yang akan dicapai (*goal*) dari produk dengan performa produk saat ini. Dari hasil pengolahan didapatkan nilai *Scale Up Factor* / Rasio Perbaikan (*Improvement Ratio*) sebagai berikut :

Tabel 4.11 Prosentase Nilai *Scale Up Factor* (*Improvement Ratio*)

No	Dimensi	Pernyataan	Nilai
1.	PERFORMANCE	Bisa menghidupkan lampu LED (minimal 1,5V)	0,814
2.		Menghasilkan arus listrik minimal 1A	0,719
3.		Voltase yang dihasilkan stabil	0,906
4.	CONFORMANCE TO SPESIFICATION	Casing kuat dan kokoh	0,969
5.		Produk tahan terhadap guncangan	0,982
6.		Produk tidak terganggu apabila terdapat perubahan faktor dari luar lingkungan (suhu, kelembaban, dll)	0,943
7.	SERVICEABILITY	Perawatan produk mudah	0,962
8.		Tidak memerlukan biaya yang besar untuk perawatan	0,956
9.		Mudah dalam mengganti sel volta	0,820
10.	ESTETIKA	Bentuk produk kotak	0,946
11.		Ukuran produk tidak terlalu besar	0,840
12.		Mudah dalam penggunaan	0,809
13.		Warna produk disesuaikan dengan pangsa pasar	0,897
14.		Casing tertutup rapat	0,986
15.	Bentuknya simple	0,962	

Sumber : pengolahan data (2016)

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel di atas diketahui bahwa atribut yang memiliki rasio perbaikan terbesar dari produk penghasil listrik arus DC berbahan dasar tanah liat merah yaitu *casing* tertutup rapat sebesar 0,986,

produk tahan terhadap guncangan sebesar 0,982, *casing* kuat dan kokoh sebesar 0,969, perawatan produk mudah dan bentuknya simpel sebesar 0,962, dan tidak memerlukan biaya yang besar untuk perawatan sebesar 0,956.

g. *Raw Weight*

Merupakan nilai keseluruhan dari data-data yang dimasukkan dalam *planning matrix* atau matriks perencanaan tiap atribut kebutuhan konsumen untuk proses perbaikan selanjutnya dalam pengembangan produk ataupun jasa. Dari hasil pengolahan didapatkan nilai *Raw Weight* sebagai berikut:

Tabel 4.12 Nilai *Raw Weight*

No	Dimensi	Pernyataan	Nilai
1.	PERFORMANCE	Bisa menghidupkan lampu LED (minimal 1,5V)	5,25
2.		Menghasilkan arus listrik minimal 1 A	4,5
3.		Voltase yang dihasilkan stabil	6
4.	CONFORMANCE TO SPESIFIKATION	Casing kuat dan kokoh	4,8
5.		Produk tahan terhadap guncangan	4,8
6.		Produk tidak terganggu apabila terdapat perubahan faktor dari luar lingkungan (suhu, kelembaban, dll)	4,8
7.	SERVICEABILITY	Perawatan produk mudah	4
8.		Tidak memerlukan biaya yang besar untuk perawatan	6
9.		Mudah dalam mengganti sel volta	3,6
10.	ESTETIKA	Bentuk produk kotak	4,5
11.		Ukuran produk tidak terlalu besar	3
12.		Mudah dalam penggunaan	5,25
13.		Warna produk disesuaikan dengan pangsa pasar	3
14.		Casing tertutup rapat	4,8
15.	Bentuknya simple	4,8	

Sumber : pengolahan data (2016)

h. Normalisasi Nilai Bobot

Normalisasi nilai bobot merupakan nilai *raw weight* yang dibuat dalam skala 0-1 atau dibuat dalam bentuk

persentase. Dari hasil pengolahan didapatkan nilai normalisasi nilai bobot sebagai berikut :

Tabel 4.13 Nilai *Normalize Raw Weight*

No	Dimensi	Pernyataan	Nilai
1.	PERFORMANCE	Bisa menghidupkan lampu LED (minimal 1,5V)	0,076
2.		Menghasilkan arus listrik minimal 1 A	0,065
3.		Voltase yang dihasilkan stabil	0,087
4.	CONFORMANCE TO SPESIFIKATION	Casing kuat dan kokoh	0,069
5.		Produk tahan terhadap guncangan	0,069
6.		Produk tidak terganggu apabila terdapat perubahan faktor dari luar lingkungan (suhu, kelembaban, dll)	0,069
7.	SERVICEABILITY	Perawatan produk mudah	0,058
8.		Tidak memerlukan biaya yang besar untuk perawatan	0,087
9.		Mudah dalam mengganti sel volta	0,052
10.	ESTETIKA	Bentuk produk kotak	0,065
11.		Ukuran produk tidak terlalu besar	0,043
12.		Mudah dalam penggunaan	0,076
13.		Warna produk disesuaikan dengan pangsa pasar	0,043
14.		Casing tertutup rapat	0,069
15.		Bentuknya simple	0,069

Sumber : Pengolahan data (2016)

- i. Menentukan karakteristik teknik (*Technical Characteristic*)

Karakteristik teknik merupakan hasil penerjemahan dari *voice of customer*. Keinginan konsumen tersebut kemudian diterjemahkan ke dalam Bahasa teknik.

Untuk menentukan karakteristik teknik, maka dilakukan wawancara dan konsultasi dengan pihak yang mengetahui tentang elemen listrik, desain dan tanah liat, untuk mengetahui

karateristik teknik yang sesuai dengan keinginan dan kebutuhan konsumen. Karakteristik teknik ini sangat penting karena digunakan untuk pembuatan *House Of Quality* level 1. Adapun hasil dari keinginan dan kebutuhan konsumen dapat diperoleh karakteristik teknik sebagai berikut :

Tabel 4.14 Karakteristik Teknik

No	Karakteristik Teknik
1.	Material casing baterai
2.	Material casing keseluruhan
3.	Berat produk
4.	Material anoda
5.	Mateial katoda
6.	Desain produk
7.	Ukuran produk
8.	Karakteristik tanah liat

Sumber : Hasil Wawancara (2016)

- j. *Technical Response Matrix (Substitute Quality Characteristic =SQC)*

Karakteristik teknis merupakan bagian dimana perusahaan melakukan penerapan metode yang mungkin akan terealisasi dalam usaha memenuhi keinginan dan kebutuhan konsumen. Dari hasil pengolahan didapatkan arah peningkatan (*direction of goodness*) sebagai berikut:

Tabel 4.15 Direction of Goodness

No	Technical Requirement	Direction of Goodness
1.	Material casing baterai	MTB
2.	Material casing keseluruhan	MTB
3.	Berat produk	LTB
4.	Material anoda	TB
5.	Mateial katoda	TB
6.	Desain produk	MTB
7.	Ukuran produk	TB

8.	Karakteristik tanah liat	TB
----	--------------------------	----

Sumber : Hasil Pengolahan (2016)

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa *technical requirement* yang memiliki *direction of Goodness the More The Better* (MTB) yaitu material casing baterai, material casing keseluruhan dan desain produk. Sedangkan *technical requirement* yang memiliki *direction of Goodness the Less The Better* (LTB) yaitu berat produk. Dan *technical requirement* yang memiliki *direction of Goodness Target is Best* (TB) yaitu material anoda, material katoda, ukuran produk dan karakteristik tanah liat.

k. *Impact*

Impact menunjukkan setiap kekuatan hubungan antara *Technical Response* dengan *Customer Needs* yang ada. Adapun tipe hubungan itu adalah sebagai berikut (Widodo, 2001) :

- ⊙ = tingkat kepentingan kuat dengan bobot 9
- = tingkat kepentingan sedang dengan bobot 3
- △ = tingkat kepentingan lemah dengan bobot nilai 1
- = tidak ada hubungan dengan bobot nilai 0

Tabel 4.16 *Impact*

No	Pernyataan	Material casing baterai	Material casing keseluruhan	Berat produk	Material anoda	Material katoda	Desain produk	Ukuran produk	Karakteristik tanah liat
1.	Bisa menghidupkan lampu LED (minimal 1,5V)				⊙	⊙			⊙
2.	Menghasilkn arus listrik minimal 1 A				⊙	⊙			⊙
3.	Voltase yang dihasilkan stabil				⊙	⊙			⊙
4.	Casing kuat dan kokoh	⊙	⊙				○		
5.	Produk tahan terhadap guncangan	⊙	⊙				⊙		
6.	Produk tidak terganggu apabila terdapat perubahan faktor dari luar lingkungan (suhu, kelembaban, dll)	○	○				○		○
7.	Perawatan produk mudah	○	○			⊙	○		
8.	Tidak memerlukan biaya yang besar untuk perawatan	○	○			⊙	○		
9.	Mudah dalam mengganti sel volta			○			⊙	○	
10.	Bentuk produk kotak						⊙		
11.	Ukuran produk tidak terlalu besar			○			⊙	⊙	
12.	Mudah dalam penggunaan			○			○	○	
13.	Warna produk disesuaikan dengan pangsa pasar		○			○			
14.	Casing tertutup rapat	⊙	⊙			⊙			
15.	Bentuknya simple	○	○			⊙	○		

Sumber : Hasil Pengolahan Data (2016)

1. Nilai matrik interaksi kebutuhan pengguna dengan karakteristik teknik / nilai *impact*

Matrik interaksi merupakan hubungan antara atribut kebutuhan konsumen dengan karakteristik teknik. Lemah dan kuatnya interaksi yang terjadi dipengaruhi oleh tingkat kedekatan antara kebutuhan pengguna atau konsumen dengan

karakteristik teknik. Nilai matrik interaksi kebutuhan pengguna dengan karakteristik teknik dapat diketahui dari tabel berikut :

Tabel 4.17 Nilai Matrik Interaksi Kebutuhan Pengguna dengan Karakteristik Teknik

	Material casing baterai	Material casing keseluruhan	Berat produk	Material anoda	Material katoda	Desain produk	Ukuran produk	Karakteristik tanah liat
Bisa menhidupkan lampu LED (minimal 1,5V)				9	9			9
Menghasilkan arus listrik minimal 1 A				9	9			9
Voltase yang dihasilkan stabil				9	9			9
Casing kuat dan kokoh	9	9				3		
Produk tahan terhadap guncangan	9	9				9		
Produk tidak terganggu apabila terdapat perubahan faktor dari luar lingkungan (suhu, kelembaban, dll)	3	3				3		3
Perawatan produk mudah	3	3				9	3	
Tidak memerlukan biaya yang besar untuk perawatan	3	3				9	3	
Mudah dalam mengganti sel volta			3			9	3	
Bentuk produk kotak						9		
Ukuran produk tidak terlalu besar			3			9	9	
Mudah dalam penggunaan			3			3	3	
Warna produk disesuaikan dengan pangsa pasar		3				3		
Casing tertutup rapat	9	9				9		
Bentuknya simple	3	3				9	3	

Sumber : Hasil Pengolahan Data (2016)

m. *Relationship*

Relationship merupakan hasil perkalian antara nilai *Impact* dengan *Normalize Raw Weight* dari setiap kebutuhan konsumen.

$Relationship = \text{Nilai impact} \times \text{normalize raw weight}$

Tabel 4.18 Nilai *Relationship*

	k1	k2	k3	k4	k5	k6	k7	k8
per1	0,000	0,000	0,000	0,684	0,684	0,000	0,000	0,684
per2	0,000	0,000	0,000	0,586	0,586	0,000	0,000	0,586
per3	0,000	0,000	0,000	0,781	0,781	0,000	0,000	0,781
cts1	0,625	0,625	0,000	0,000	0,000	0,208	0,000	0,000
cts2	0,625	0,625	0,000	0,000	0,000	0,625	0,000	0,000
cts3	0,208	0,208	0,000	0,000	0,000	0,208	0,000	0,208
serv1	0,174	0,174	0,000	0,000	0,000	0,521	0,174	0,000
serv2	0,260	0,260	0,000	0,000	0,000	0,781	0,260	0,000
serv3	0,000	0,000	0,156	0,000	0,000	0,469	0,156	0,000
est1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,586	0,000	0,000
est2	0,000	0,000	0,130	0,000	0,000	0,391	0,391	0,000
est3	0,000	0,000	0,228	0,000	0,000	0,228	0,228	0,000
est4	0,000	0,130	0,000	0,000	0,000	0,130	0,000	0,000
est5	0,625	0,625	0,000	0,000	0,000	0,625	0,000	0,000
est6	0,208	0,208	0,000	0,000	0,000	0,625	0,208	0,000

Sumber : pengolahan data (2016)

n. *Priority*

Priority digunakan untuk menentukan karakteristik teknik yang perlu menjadi prioritas penanganan utama atau urutan prioritas penanganan. Langkah-langkah menentukan nilai *priority* yaitu :

1) Menghitung *contribution*

Contribution dihitung dengan menjumlahkan semua nilai *Relationship* yang ada pada tiap-tiap *technical response*. Dari pengolahan didapatkan nilai *contribution* seperti tabel di bawah ini :

Tabel 4.19 Nilai Contribution

Kode	Nilai kontribusi
k1	2,726
k2	2,857
k3	0,514
k4	2,051
k5	2,051
k6	5,399
k7	1,418
k8	2,260
Total	19,276

Sumber : Hasil Pengolahan Data (2016)

Dari tabel di atas diketahui nilai kontribusi masing-masing *technical response* yaitu material *casing* baterai dengan simbol k1 memiliki nilai *contribution* sebesar 2,726, material *casing* keseluruhan dengan simbol k2 memiliki nilai *contribution* sebesar 2,857, berat produk dengan simbol k3 memiliki nilai *contribution* sebesar 0,514, material anoda dengan simbol k4 memiliki nilai *contribution* sebesar 2,051, material katoda dengan simbol k5 memiliki nilai *contribution* sebesar 2,051, desain produk dengan simbol k6 memiliki nilai *contribution* sebesar 5,399, ukuran produk dengan simbol k7 memiliki nilai *contribution* sebesar 1,418, karakteristik tanah liat dengan simbol k8 memiliki nilai *contribution* sebesar 2,260.

2) Menghitung *normalize contribution*

Rumus menghitung *normalized contribution* yaitu

$$\text{normalize contribution} = \frac{\text{contribution kebutuhan no x}}{\text{contribution total}}$$

dari perhitungan tersebut didapatkan nilai *normalize contribution* seperti tabel di bawah ini :

Tabel 4. 20 Nilai *Normalize Contribution*

Kode	Normalisasi kontribusi
k1	0,141
k2	0,148
k3	0,027
k4	0,106
k5	0,106
k6	0,280
k7	0,074
k8	0,117

Sumber : Hasil Pengolahan Data (2016)

Dari tabel di atas diketahui nilai kontribusi masing-masing *technical response* yaitu material *casing* baterai dengan simbol k1 memiliki nilai *normalize contribution* sebesar 0,141, material *casing* keseluruhan dengan simbol k2 memiliki nilai *normalize contribution* sebesar 0,148, berat produk dengan simbol k3 memiliki nilai *normalize contribution* sebesar 0,027, material anoda dengan simbol k4 memiliki nilai *normalize contribution* sebesar 0,106, material katoda dengan simbol k5 memiliki nilai *normalize contribution* sebesar 0,106, desain produk dengan simbol k6 memiliki nilai *normalize contribution* sebesar 0,280, ukuran produk dengan simbol k7 memiliki nilai *normalize contribution*

sebesar 0,024 , karakteristik tanah liat dengan simbol k8 memiliki nilai *normalize contribution* sebesar 0,117.

3) Menentukan prioritas

Prioritas ditentukan berdasarkan nilai *normalized contribution* dari yang terbesar ke terkecil dari tiap *technical response*. Dari hasil pengolahan maka didapatkan prioritas seperti tabel di bawah ini :

Tabel 4.21 Prioritas

Kode	Prioritas
k6	1
k2	2
k1	3
k8	4
k4	5
k5	6
k7	7
k3	8

Sumber : pengolahan data (2016)

Dari tabel di atas diketahui bahwa yang menjadi prioritas 1 yaitu desain produk dengan kode k6, prioritas 2 yaitu material *casing* baterai dengan kode k2, prioritas 3 yaitu material *casing* keseluruhan dengan kode k1, prioritas 4 yaitu karakteristrik tanah liat dengan kode k8, prioritas 5 yaitu material anoda dengan kode k4, prioritas 6 yaitu material katoda dengan kode k5, prioritas 7 yaitu ukuran produk dengan kode k7 dan prioritas 8 yaitu berat produk dengan kode k3.

o. Hubungan antar karakteristik teknik (*Technical Correlation*)

Hubungan antar karakteristik teknik digunakan untuk mengetahui pengaruh antar karakteristik teknik. Dari hasil pengolahan didapatkan hubungan antara karakteristik teknik seperti tabel di bawah ini :

Tabel 4.22 Hubungan Antar Karakteristik Teknik (*Technical Correlation*)

	Material casing baterai	Material casing keseluruhan	Berat produk	Material anoda	Material katoda	Desain produk	Ukuran produk	Karakteristik tanah liat
Material casing baterai			++			++	+	
Material casing keseluruhan			++			++	+	
Berat produk	++	++				++	+	-
Material anoda								+
Material katoda								+
Desain produk	++	++	++				++	
Ukuran produk	+	+	+			++		
Karakteristik tanah liat				+	+			

Sumber : pengolahan data (2016)

Keterangan :

++ = memiliki hubungan sangat kuat

+ = memiliki hubungan kuat

- = memiliki hubungan lemah

p. Matriks HOQ (*House Of Quality*) Level I

Berdasarkan pengolahan-pengolahan data di atas, maka didapatkan matrik HOQ level I yang terdapat pada lampiran 1.

4.5.2. Pengolahan Data Quality Function Deployment Tahap II

Pengolahan data untuk Quality Function Deployment (QFD) tahap II yaitu :

a. Kebutuhan Teknik

Kebutuhan teknik ini diperoleh dari hasil pengolahan pada QFD tahap I.

Tabel 4.23 Kebutuhan Teknik

No	Karakteristik Teknik
1.	Material casing baterai
2.	Material casing keseluruhan
3.	Berat produk
4.	Material anoda
5.	Mateial katoda
6.	Desain produk
7.	Ukuran produk
8.	Karakteristik tanah liat

Sumber : pengolahan data (2016)

b. *Part Deployment*

Technical requirement pada QFD tahap I akan diperinci ke dalam *part deployment*. Dan diperoleh *component characteristic* seperti tabel di bawah ini :

Tabel 4.24 Component Characteristic

No	<i>Part Deployment</i>	Kode
1.	Kualitas akrilik	P1
2.	Tebal akrilik	P2
3.	Diameter PVC	P3
4.	Kualitas PVC	P4
5.	Kualitas tembaga	P5
6.	Tebal dan panjang tembaga	P6

7.	Kualitas alum4unium	P7
8.	Tebal dan panjang alumunium	P8
9.	Jenis tanah liat	P9
10.	Kadar air tanah liat	P10
11.	Diameter dan panjang baut	P11

Sumber : pengolahan data (2016)

c. *Direction of Goodness*

Tabel 4.25 *Direction of Goodness*

No	<i>Part Deployment</i>	<i>Direction of Goodness</i>
1.	Kualitas akrilik	MTB
2.	Tebal akrilik	TB
3.	Diameter PVC	TB
4.	Kualitas PVC	MTB
5.	Kualitas tembaga	TB
6.	Tebal dan panjang tembaga	TB
7.	Kualitas alumunium	TB
8.	Tebal dan panjang alumunium	TB
9.	Jenis tanah liat	TB
10.	Kadar air tanah liat	TB
11.	Diameter dan panjang baut	TB

Sumber : Hasil Pengolahan (2016)

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa *part deployment* yang memiliki *direction of Goodness the More The Better* (MTB) yaitu kualitas akrilik dan kualitas PVC. Sedangkan *part deployment* yang memiliki *direction of Goodness Target is Best* (TB) tebal akrilik, diameter PVC, kualitas tembaga, tebal dan panjang tembaga, kualitas alumunium, tabel dan panjang alumunium, jenis tanah liat, kadar air tanah liat, dan diameter dan panjang baut.

d. Hubungan karakteristik komponen dengan kebutuhan teknik dalam bentuk simbol

Tabel 4.26 Hubungan Karakteristik Komponen dengan Kebutuhan Teknik dalam Bentuk Simbol

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
K1	⊙	⊙	○	○							○
K2	⊙	⊙									⊙
K3		⊙	○							○	
K4							⊙	⊙		○	
K5					⊙	⊙				○	
K6											
K7		○	○								○
K8									⊙	⊙	

Sumber : pengolahan data (2016)

- e. Hubungan karakteristik komponen dengan kebutuhan teknis dalam bentuk angka

Tabel 4.27 Hubungan Karakteristik Komponen dengan Kebutuhan Teknik Dalam Angka

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
K1	9	9	3	3	0	0	0	0	0	0	3
K2	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9
K3	0	9	3	0	0	0	0	0	0	3	0
K4	0	0	0	0	0	0	9	9	0	3	0
K5	0	0	0	0	9	9	0	0	0	3	0
K6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K7	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	3
K8	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	0

Sumber : pengolahan data (2016)

- f. *Contribution Part Deployment*

Contribution Part Deployment merupakan hasil perkalian antara nilai hubungan karakteristik komponen dengan kebutuhan teknis

dengan nilai *normalized contribution* pada QFD tahap I. Sehingga didapatkan nilai *contribution part deployment* pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.28 Nilai Contribution part deployment

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
K1	1,269	1,269	0,423	0,423	0	0	0	0	0	0	0,423
K2	1,332	1,332	0	0	0	0	0	0	0	0	1,332
K3	0	0,243	0,081	0	0	0	0	0	0	0,081	0
K4	0	0	0	0	0	0	0,954	0,954	0	0,318	0
K5	0	0	0	0	0,954	0,954	0	0	0	0,318	0
K6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K7	0	0,222	0,222	0	0	0	0	0	0	0	0,222
K8	0	0	0	0	0	0	0	0	1,053	1,053	0

Sumber : pengolahan data (2016)

g. *Normalize Contribution Part Deployment*

Nilai *normalize contribution* merupakan hasil pembagian dari penjumlahan nilai *contribution* tiap *component characteristic* dengan nilai *contribution total*. Dari pengolahan data tersebut diperoleh nilai *normalize contribution* pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.29 Nilai Normalize Contribution Part Deployment

Kode	Normalize Contribution
P1	0,169
P2	0,199
P3	0,047
P4	0,027
P5	0,062
P6	0,062
P7	0,062
P8	0,062
P9	0,068
P10	0,115
P11	0,128

Sumber : pengolahan data (2016)

Dari tabel 4.29 di atas diketahui nilai *Normalize Contribution Part Deployment* yaitu untuk komponen kualitas akrilik sebesar 0,169,

tebal akrilik sebesar 0,199, diameter PVC sebesar 0,047, kualitas PVC sebesar 0,027, kualitas tembaga sebesar 0,062, tebal dan panjang tembaga sebesar 0,062, kualitas alumunium sebesar 0,062, tebal dan panjang alumunium sebesar 0,062, jenis tanah liat sebesar 0,068, kadar air tanah liat sebesar 0,115, serta diameter dan panjang baut sebesar 0,128.

h. *Prioritas Part Deployment*

Prioritas part deployment ditentukan berdasarkan nilai *normalize contribution part deployment* dari yang terbesar ke terkecil dari tiap *component characteristic*. Dari hasil pengolahan maka didapatkan *prioritas part deployment* seperti tabel di bawah ini :

Tabel 4.30 Prioritas Part Deployment

No	<i>Component Characteristic</i>	Prioritas Part Deployment
1.	Tebal akrilik	1
2.	Kualitas akrilik	2
3.	Diameter dan panjang baut	3
4.	Kadar air tanah liat	4
5.	Jenis tanah liat	5
6.	Kualitas tembaga	6
7.	Tebal dan panjang tembaga	7
8.	Kualitas alumunium	8
9.	Tebal dan panjang alumunium	9
10.	Diameter PVC	10
11.	Kualitas PVC	11

Sumber : pengolahan data (2016)

i. Hubungan antar *part deployment*

Tabel 4.31 Hubungan antar *Part Deployment*

	Tebal akrilik	Kualitas akrilik	Diameter dan panjang baut	Kadar air tanah liat	Jenis tanah liat	Kualitas tembaga	Tebal dan panjang tembaga	Kualitas alumunium	Tebal dan panjang alumunium	Diameter PVC	Kualitas PVC
Tebal akrilik		++	++								
Kualitas akrilik	++		++								
Diameter dan panjang baut	++	++									+
Kadar air tanah liat					+						+
Jenis tanah liat				+							
Kualitas tembaga							++				
Tebal dan panjang tembaga						++					
Kualitas alumunium								++			
Tebal dan panjang alumunium						++					
Diameter PVC							+		+		
Kualitas PVC				+							

Sumber : pengolahan data (2016)

Keterangan :

++ = memiliki hubungan sangat kuat

+ = memiliki hubungan kuat

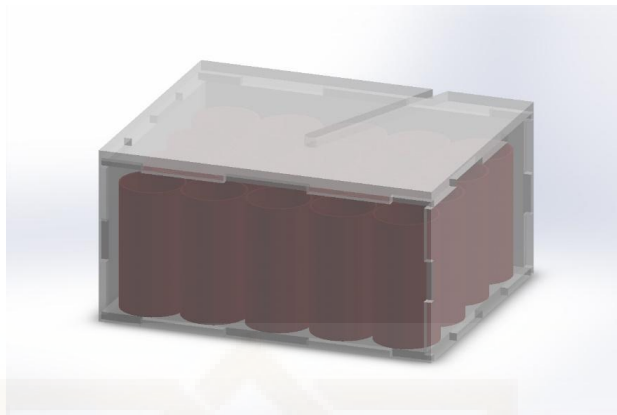
- = memiliki hubungan lemah

j. Matriks HOQ (*House Of Quality*) Level II

Berdasarkan pengolahan-pengolahan data di atas, maka didapatkan matrik HOQ level II yang terdapat pada lampiran II.

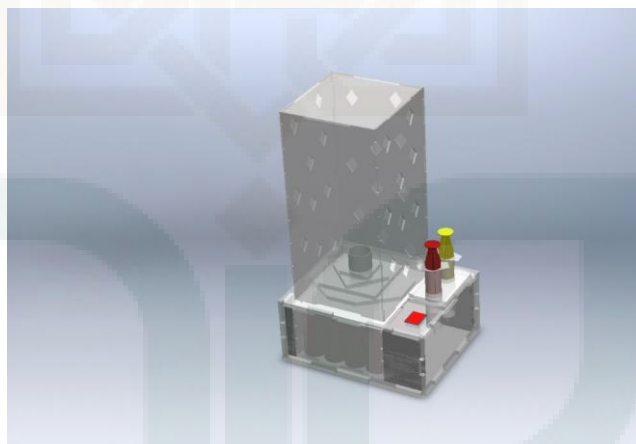
4.6. Desain Produk

Dari hasil pengolah HoQ tahap I dan II diperoleh desain produk penghasil listrik arus DC dengan memanfaatkan energi tanah liat merah (ETAM) seperti gambar di bawah ini :



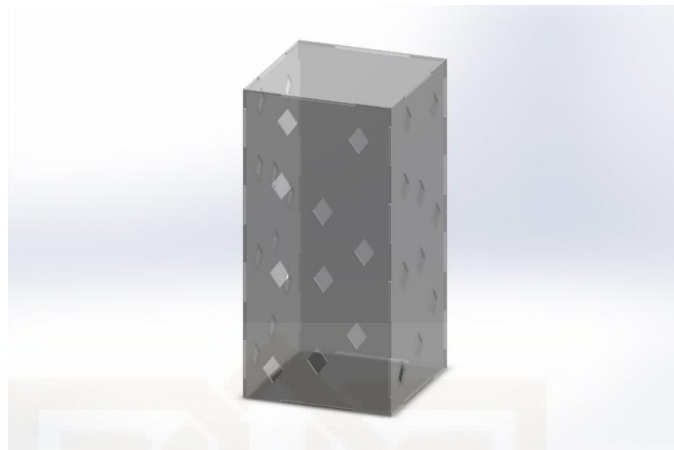
Gambar 4.3 Casing baterai

Pada gambar 4.3 di atas casing baterai didesain kotak karena untuk mempermudah menata sel dan desain produk ini dirancang *simple*. Pada bagian sel volta menggunakan pipa PVC dikarenakan akan memudahkan dalam mengganti sel volta.



Gambar 4.4 Casing Keseluruhan

Casing keseluruhan didesain seperti gambar di atas karena untuk mengimplementasikan bentuk *simple* dari *voice of customer*. Pada bagian tutup atas produk diberi ornamen berundak bertujuan agar cover lampu tidak langsung menempel pada tutup atas produk.



Gambar 4.5 Cover Lampu

Pada gambar 4.5 *cover* lampu didesain dibuat lubang-lubang berfungsi untuk keluarnya cahaya.

4.7. Analisis dan Pembahasan

4.7.1. Hasil Penelitian

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan tiga cara yaitu observasi, kuesioner dan wawancara. Pengambilan data secara observasi dilakukan untuk mendapatkan data voltase dan arus listrik. Dari metode observasi ini didapatkan rata-rata voltase yang dihasilkan oleh tiap sel volta sebesar 0,4-0,6 volt. Voltase yang dihasilkan oleh sel volta berbeda-beda dikarenakan adanya beberapa faktor yang mempengaruhi, diantaranya karakteristik tanah liat merah. Karakteristik tanah liat merah meliputi kandungan air pada tanah liat merah, tekstur (lembut tidaknya tumbukan) tanah liat merah dan faktor alam yang mempengaruhi karakteristik tanah liat merah secara alami. Faktor yang lain adalah kualitas penghantar listrik (anoda dan katoda) dan konsentrasi garam dalam air garam yang digunakan sebagai cairan

elektrolit penghantar listrik. Metode kuesioner didapatkan data *voice of customer* yang akan menjadi data utama dalam pengolahan *house of quality*. Metode wawancara digunakan untuk mendapatkan data yang tidak didapatkan dari metode observasi dan metode kuesioner. Data yang didapatkan yaitu penghantar listrik (anoda dan katoda) yang cukup baik dalam menghantarkan listrik, material yang cocok untuk casing produk, dan tentang karakteristik tanah liat merah.

Jumlah sampel yang digunakan dalam pengambilan data pada penelitian ini sebesar 70 sampel dan angka ini sudah memenuhi angka kecukupan data sebesar 68 sampel. Hal ini dikarenakan jumlah populasi dalam pengambilan data tidak diketahui karena responden dalam penelitian ini terbatas. Kriteria responden yaitu masyarakat yang pernah mengetahui dan atau pernah memanfaatkan *free energi listrik*.

Data responden dalam pengumpulan data *voice of customer* dikategorikan atas faktor demografi yaitu usia responden dan jenis kelamin responden. Berdasarkan hasil pengolahan diperoleh jumlah responden dengan jenis kelamin laki-laki 40 responden dan perempuan sebesar 30 responden. Sedangkan untuk faktor usia responden yang mengisi kuesioner mempunyai rentang usia dari 15-50 tahun.

4.7.2. Pengumpulan Data *Voice Of Customer* (VOC)

Data *voice of customer* didapatkan dari kuesioner terbuka yang disebarkan kepada 30 responden. Dalam kuesioner terbuka ini terdapat 2 pertanyaan. Dari semua jawaban responden kemudian dibuat

kesimpulan dan kemudian dibuat diagram *affinity* ke dalam dimensi-dimensi kualitas menurut Garvin. Dimensi kualitas yang digunakan dan sesuai dengan penelitian ini adalah *performance*, *conformance to specification*, *serviceability*, dan *estetika*. Hal ini dikarenakan dimensi tersebut lebih sesuai dan mencakup informasi dalam pengembangan produk penghasil arus DC dengan memanfaatkan energy tanah liat merah (ETAM).

4.7.3. Uji Validasi dan Reliabilitas Data

4.7.3.1. Uji Validasi

Hipotesis

H_0 : butir item pertanyaan valid

H_1 : butir item pertanyaan tidak valid

Tingkat signifikansi 5% dan r_{tabel} sebesar 0,312.

Dasar pengambilan keputusan

Jika nilai *Corrected Item-Total Correlation* < nilai r_{table} maka H_0 ditolak.

Jika nilai *Corrected Item-Total Correlation* > nilai r_{table} maka H_0 diterima.

Keputusan

Berdasarkan hasil pengolahan data *pilot study* dengan menggunakan *software SPSS 20.0 for Windows* yang ditunjukkan dalam tabel 4.2 Hasil Uji Validasi menunjukkan bahwa nilai *Corrected Item-Total Correlation* > nilai r_{table}

maka H_0 diterima. Hal ini berarti bahwa semua butir item pertanyaan dinyatakan valid.

4.7.3.2. Uji Reliabilitas

Hipotesis

H_0 : butir item pertanyaan reliabel

H_1 : butir item pertanyaan tidak reliabel

Dasar pengambilan keputusan

Jika nilai *Cronbach's Alpha* $< 0,60$ maka H_0 ditolak.

Jika nilai *Cronbach's Alpha* $> 0,60$ maka H_0 diterima.

Keputusan

Berdasarkan hasil pengolahan data *pilot study* dengan menggunakan *software SPSS 20.0 for Windows* yang ditunjukkan dalam tabel 4.3 Hasil Uji Reliabilitas menunjukkan bahwa nilai *Cronbach's Alpha* $> 0,60$ maka H_0 diterima. Hal ini berarti bahwa semua butir item pertanyaan dinyatakan *reliable*.

4.7.4. Pengumpulan data

Pengumpulan data dari ahli elektro ATMI, ahli desain ATMI dan ahli tanah UGM ini dilakukan dengan wawancara untuk menentukan nilai *goal*, *sales point* dan kebutuhan teknis. Hal ini dilakukan karena data nilai *goal*, *sales point* dan kebutuhan teknis tidak didapatkan dari hasil kuesioner dengan responden. Karena data ini langsung berhubungan dengan pihak-pihak dalam tim pengembangan

produk pada suatu perusahaan. Nilai *Goal* berfungsi untuk menilai seberapa jauh perusahaan atau tim pengembang ingin memenuhi kebutuhan konsumen dengan mempertimbangkan apakah kebutuhan konsumen dapat terpenuhi atau tidak. Nilai *sales point* berfungsi untuk mengidentifikasi seberapa menguntungkan kebutuhan konsumen yang berdampak pada perusahaan jika kebutuhan tersebut terpenuhi. Kebutuhan teknis ini merupakan jembatan penghubung antara tim pengembang atau perusahaan dengan konsumen. Sehingga data yang didapatkan melalui wawancara dan diskusi dengan para ahli ini sangat penting dalam pengembangan produk listrik penghasil arus DC dengan memanfaatkan energi tanah liat merah (ETAM) ini.

4.7.5. Pengolahan Data dengan Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD)

4.7.5.1. Quality Function Deployment Tahap I

Dari hasil pengolahan *house of quality* tahap I didapatkan nilai prioritas untuk 6 kebutuhan teknis tertinggi yang dapat dijadikan pertimbangan dalam mengembangkan produk penghasil listrik arus DC dengan memanfaatkan energi tanah liat merah (ETAM), yaitu :

1. Desain produk
2. Material casing keseluruhan
3. Material casing baterai
4. Karakteristik tanah liat

5. Material anoda
6. Material katoda

Desain produk menjadi prioritas pertama dikarenakan konsumen menganggap desain produk merupakan komponen utama dalam pengembangan produk penghasil listrik arus DC dengan memanfaatkan energi tanah liat merah (ETAM). Desain produk harus menarik konsumen dari segi perawatan produk, bentuk produk, cara kerja produk, dan bahan utama penyusun produk. Karena produk penghasil listrik arus DC ini tergolong produk yang baru di pasar.

Material casing keseluruhan menjadi prioritas kedua dalam penetapan prioritas kebutuhan teknis karena material casing keseluruhan bagian yang penting dalam desain produk. Karena material casing keseluruhan dapat menentukan kuat dan kokohnya produk dalam menopang beban dari bagian-bagian dalam produk. Dalam hal ini material casing keseluruhan dipilih material dari jenis akrilik.

Material casing baterai menjadi prioritas ketiga dalam penetapan prioritas kebutuhan teknis karena material casing baterai bagian yang penting dalam desain produk. Karena material casing baterai dapat menentukan kuat dan kokohnya produk dalam menopang beban dari sel volta. Sel volta

tersusun dari tanah liat merah, anoda dan katoda. Dalam hal ini material casing baterai dipilih material dari jenis akrilik juga.

Karakteristik tanah liat merupakan salah satu faktor penting dalam mengembangkan produk ini. Karena tanah liat merupakan komponen utama dalam penyusunan produk ini. Karakteristik tanah liat ini meliputi jenis tanah liat, kadar air dalam tanah liat, dan kelembaban tanah liat.

Material anoda dan katoda juga merupakan bagian penting dalam pengembangan produk ini. Material anoda dan katoda merupakan komponen penghantar listrik yang dihasilkan dari proses ionisasi ion-ion dari tanah liat. Material anoda dan katoda yang dipilih yaitu aluminium dan tembaga. Dalam penentuan material anoda dan katoda ini telah didiskusikan dengan ahli elektro.

4.7.5.2. *Quality Function Deployment Tahap II*

Dari hasil pengolahan *house of quality* tahap II didapatkan nilai prioritas untuk 5 karakteristik tertinggi yang dapat dijadikan pertimbangan dalam mengembangkan produk penghasil listrik arus DC dengan memanfaatkan energi tanah liat merah (ETAM), yaitu :

1. Tebal akrilik

Akrilik yang digunakan dalam produk ini menggunakan 3 (tiga) jenis ukuran yaitu 2 mm, 3 mm,

dan 5 mm. Akrilik 2 mm digunakan untuk cover lampu. Cover lampu menggunakan akrilik 2 mm karena beban yang dihasilkan agar tidak terlalu berat. Sehingga cover keseluruhan tetap bisa menopang dari beban yang di atasnya. Alasan memilih akrilik 2 mm sebagai cover lampu yaitu tahan terhadap panas dari lampu LED dan tidak terlalu berat.

Akrilik 3 mm digunakan untuk cover baterai. Cover baterai menggunakan akrilik 3 mm karena di dalam cover baterai tersusun dari beberapa sel volta yang tersusun dari tanah liat, anoda serta katoda. Alasan menggunakan akrilik 3 mm yaitu supaya cover baterai kuat menopang sel volta dan tidak terlalu berat. Karena semakin tebal akrilik berpengaruh juga dengan berat produk.

Akrilik 5 mm digunakan untuk cover keseluruhan produk. Cover keseluruhan produk menggunakan akrilik 5 mm karena cover harus cukup kuat dan kokoh dalam menopang semua beban dalam produk.

2. Kualitas akrilik

Kualitas akrilik yang dimaksud yaitu kuat dan kokohnya akrilik. Selain itu juga teknik pemotongan akrilik untuk mendapatkan ukuran akrilik yang presisi.

Hal ini bertujuan supaya saat perakitan untuk menjadi produk jadi menjadi kokoh dan kuat. Jika ukuran dari pemotongan akrilik ini kurang presisi maka akan mempengaruhi kualitas akrilik pada produk jadi juga.

3. Diameter dan panjang baut

Baut yang digunakan dalam produk ini yaitu baut m4 dengan panjang 10 mm dan m5 dengan panjang 20 mm. Dalam merakit produk ini menggunakan 2 jenis baut karena baut m4 digunakan untuk mengaitkan komponen-komponen yang terbuat dari akrilik 3 mm. Sedangkan untuk baut m5 digunakan untuk mengaitkan komponen-komponen yang terbuat dari akrilik 5 mm.

4. Kadar air tanah liat

Kadar air dalam tanah liat yang ideal yaitu sekitar $< 60\%$. Untuk mendapatkan kadar air sekitar $< 60\%$ dengan cara mengeringkan tanah liat.

5. Jenis tanah liat

Jenis tanah liat yang digunakan yaitu tanah liat merah yang berasal dari daerah kapur. Karena sumber daya tanah liat merah yang berasal dari daerah kapur cukup melimpah di wilayah Klaten.

4.7.6. Desain Produk

4.7.6.1. Desain Produk

Dari hasil pengolahan QFD tahap I dan QFD tahap II didapatkan suara konsumen untuk mendesain produk penghasil listrik arus DC berbahan dasar ETAM. Produk ini dirancang yang memiliki fungsi sebagai lampu, kipas angin dan pengisi baterai dengan arus DC. Desain produk penghasil listrik arus DC berbahan dasar ETAM terbagi menjadi 3 bagian yaitu : bagian casing baterai, bagian casing keseluruhan, dan bagian cover lampu.

Pada bagian casing baterai terdapat sel volta dengan bahan dasar tanah liat merah, tembaga dan aluminium dengan casing baterai memanfaatkan pipa PVC dengan ukuran $\frac{3}{4}$ " dengan panjang sebesar 50 mm. Kemudian sel volta tersebut disusun dengan rangkaian seri untuk mendapatkan voltase sebesar 12 volt. Bagian luar dari rangkaian sel volta ini dibungkus lagi dengan casing baterai yang terbuat dari akrilik dengan tebal 3 mm, berbentuk balok. Di sisi bagian atas pojok diberi lubang yang berfungsi sebagai tempat injektor untuk mengalirkan air ke dalam sel volta.

Pada bagian casing keseluruhan terbuat dari akrilik dengan tebal 5 mm, berbentuk balok. Dimana desain dari casing keseluruhan ini di bagian atas mengikuti desain casing

baterai karena terdapat tempat injektor. Casing keseluruhan ini menggunakan akrilik 5 mm yang lebih tebal dari pada akrilik untuk casing baterai karena supaya casing keseluruhan dapat menopang beban dari casing baterai dan bagian cover.

Pada bagian cover terbuat dari akrilik dengan tebal 2 mm, berbentuk balok dengan lubang di tiga sisinya yang bertujuan untuk celah keluarnya sinar yang terpancar dari lampu LED di dalam cover.

4.7.6.2. Aplikasi *Voice of Customer* Pada Desain Produk

a. Bisa menghidupkan lampu LED (minimal 1,5V)

Voltase yang dihasilkan produk ini sebesar 12 volt. Bagian baterai terdiri dari 20 sel volta dan setiap sel volta menghasilkan voltase rata-rata sebesar 0,6 volt.

b. Menghasilkan arus listrik minimal 1 A

Produk ini belum bisa memenuhi keinginan konsumen karena untuk menghasilkan arus listrik 1 A cukup sulit. Dan produk ini lebih mengutamakan menghasilkan voltase listrik.

c. Voltase yang dihasilkan stabil

Voltase yang dihasilkan oleh produk ini belum cukup stabil. Untuk menghasilkan voltase yang stabil dilakukan dengan cara menyimpan daya listrik ke dalam media penyimpanan seperti baterai. Karena

energi listrik yang dihasilkan dari tanah liat ini berbeda-beda. Hal ini disebabkan beberapa faktor yang mempengaruhi voltase listrik yang dihasilkan. Sehingga energi listrik yang dihasilkan oleh tanah liat merah bisa stabil.

d. Casing kuat dan kokoh



Gambar 4.6 Desain Menyerupai Potongan *Puzzle*

Casing kuat dan kokoh pada produk ini didefinisikan dengan menggunakan akrilik dengan ketebalan tertentu, yaitu 5 mm untuk casing keseluruhan, 3 mm untuk casing baterai dan 2 mm untuk cover lampu. Di samping itu, desain untuk casing dan cover lampu dibuat menyerupai potongan *puzzle* (bergerigi). Sehingga kekuatan dan kekokohan sambungan antar sisi tidak hanya terletak pada penggunaan baut dan lem saja. Tetapi kekuatan dan kekokohan berasal dari potongan *puzzle* tersebut.

e. Produk tahan terhadap guncangan



Gambar 4.7 Casing baterai

Produk ini dirancang tahan terhadap guncangan sehingga apabila produk ini dipindah letaknya tidak akan berubah susunannya. Hal ini dikarena ukuran per *part* pada produk ini disesuaikan dengan *part* yang mendukung. Misal pada casing baterai dibuat tepat untuk sel volta yang terbuat dari pipa PVC sejumlah 20 buah. Hal ini dapat dibuktikan apabila casing tersebut dibalik maka sel volta tidak akan jatuh.

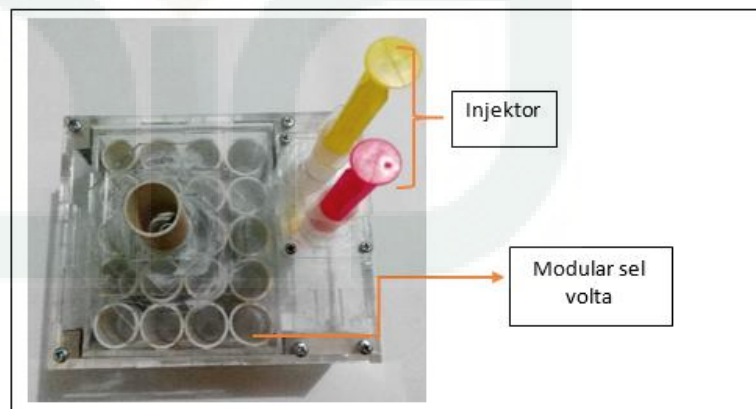
f. Produk tidak terganggu apabila terdapat perubahan faktor dari luar lingkungan (suhu, kelembaban, dll)

Produk tidak terganggu terhadap perubahan faktor dari luar lingkungan (suhu, kelembaban, dll) diaplikasikan dengan pemilihan bahan dasar casing produk dari akrilik dan pemilihan ketebalan akrilik. Alasan utama memilih akrilik sebagai bahan utama untuk casing adalah akrilik tahan terhadap suhu tinggi

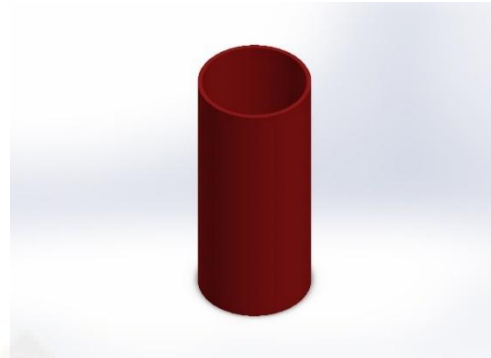
dan tidak akan mudah terpengaruh pada keadaan yang lembab.

g. Perawatan produk mudah

Perawatan produk mudah karena pada produk ini berbentuk modular. Casing sel volta dengan menggunakan pipa PVC $\frac{3}{4}$ “. Apabila modular sel volta akan diganti, cukup mengambil modular yang akan diganti saja sehingga tidak perlu mengganti semua sel volta. Karena jika daya listrik yang dihasilkan menurun cukup ditambahkan air biasa atau air garam saja. Untuk menambahkan air ke dalam produk sudah disediakan injektor. Skema pengisian air dan pengambilan modular sel volta ditunjukkan pada lampiran 14.



Gambar 4.8 Injektor



Gambar 4.9 Modular Sel Volta

h. Tidak memerlukan biaya yang besar untuk perawatan

Perawatan produk ini tidak memerlukan biaya yang besar. Karena jika daya listrik yang dihasilkan menurun cukup ditambahkan air biasa atau air garam saja. Selain itu, faktor lain yang menyebabkan daya listrik menurun yaitu keadaan anoda dan katoda. Jika anoda dan katoda mengalami korosi, maka harus segera diganti.

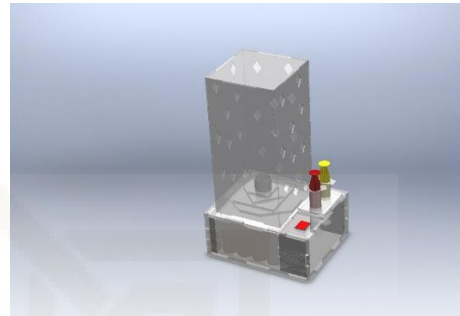
i. Mudah dalam mengganti sel volta

Pada produk ini casing sel volta dengan menggunakan pipa PVC $\frac{3}{4}$ “. Apabila sel volta akan diganti, cukup mengambil sel volta yang akan diganti saja. Dan tidak perlu mengganti semua sel volta, cukup yang akan diganti saja.

j. Bentuk produk kotak

Bentuk produk kotak karena sesuai dengan keinginan responden. Di samping itu, produk

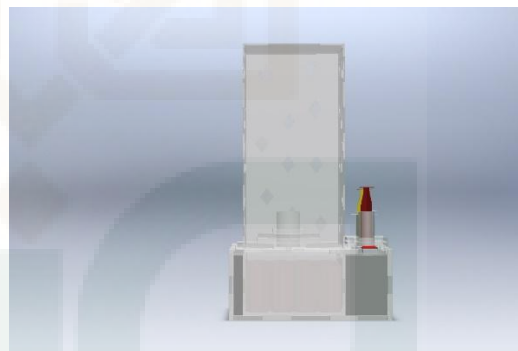
berbentuk kotak juga menghemat dalam penggunaan bahan baku untuk pembuatan casing.



Gambar 4.10 Produk penghasil listrik arus DC

k. Ukuran produk tidak terlalu besar

Produk ini didesain tidak terlalu besar yaitu casing keseluruhan memiliki ukuran 175mm x 145 mm x 77,5 mm. Dan cover lampu dengan tinggi 225 mm.



Gambar 4.11 Produk Penghasil Listrik Arus DC Tampak Samping

l. Mudah dalam penggunaan

Produk ini mudah dalam penggunaannya. Produk ini dilengkapi dengan saklar. Hal ini memudahkan apabila konsumen tidak akan menggunakan daya cukup menekan tombol *on/off* pada saklar. Produk ini didesain dengan memiliki beberapa fungsi seperti menyalakan lampu, kipas angin dan mengisi baterai.

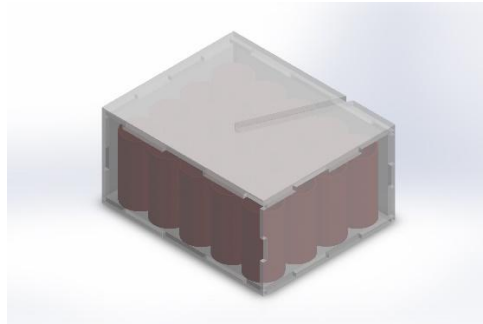
Untuk setiap *part* yang mendukung fungsi tersebut dihubungkan dengan *socket* 2 kabel. Jadi, apabila konsumen ingin mengganti fungsi dari produk hanya tinggal mengganti *partnya* saja.

m. Warna produk disesuaikan dengan pangsa pasar

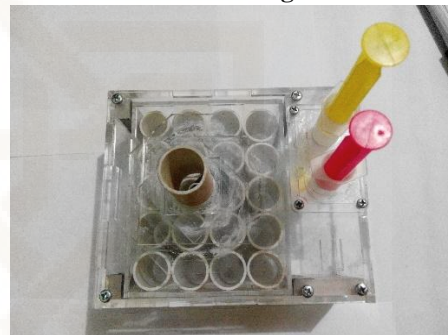
Produk ini mempunyai warna dasar bening. Jika produk ini membidik pangsa pasar untuk usia remaja maka warna yang digunakan adalah warna-warna terang seperti merah muda, kuning, atau biru muda.

n. Casing tertutup rapat

Pada casing baterai, semua sisi kecuali sisi atas saling dikaitkan dengan menggunakan lem G. Sehingga casing baterai tertutup rapat. Untuk casing keseluruhan semua sisi kecuali atas juga saling dikaitkan dengan menggunakan lem G. Sisi bagian atas dikaitkan dengan bagian lainnya menggunakan baut m5. Sehingga casing untuk produk ini benar-benar tertutup rapat.



Gambar 4.12 Casing Baterai

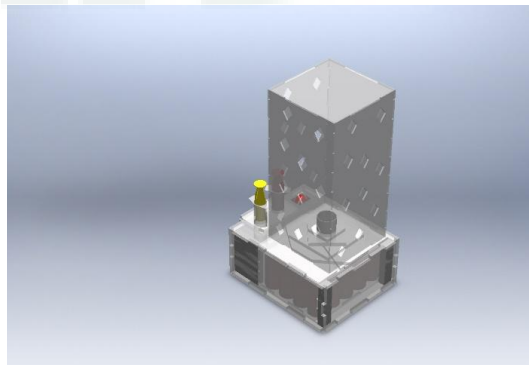


Gambar 4.13 Casing Keseluruhan

o. Simple

Simple menurut KBBI memiliki pengertian sederhana, mudah dipahami, dan mudah dikerjakan.

Produk ini simple. Hal ini memiliki pengertian produk ini mudah digunakan dan memiliki bentuk yang sederhana. Pengertian sederhana dalam produk ini yaitu bentuk tidak banyak memiliki ornamen tetapi memiliki fungsi yang tepat.



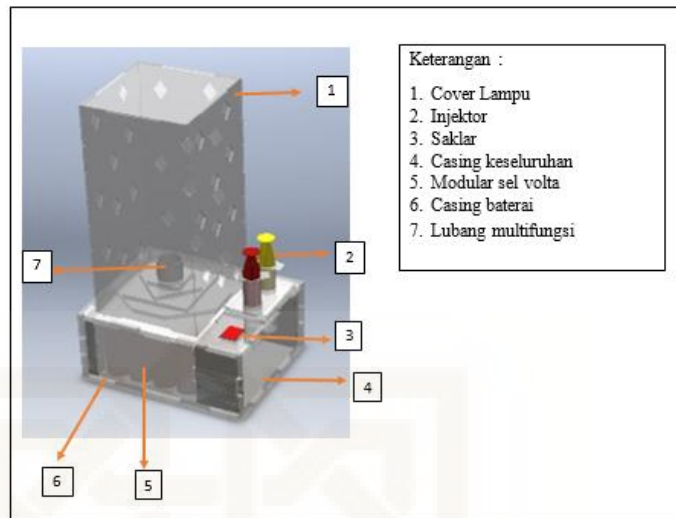
Gambar 4.14 Produk Penghasil Listrik Arus DC

4.7.6.3. Material dan Bahan

Komponen-komponen penyusun dari produk penghasil listrik arus DC adalah :

- 1) Akrilik 3 mm
- 2) Akrilik 5 mm
- 3) Pipa PVC $\frac{3}{4}$ "
- 4) Tabung suntuk
- 5) Baut M4
- 6) Baut M3
- 7) Lem G
- 8) Selang akuarium
- 9) T selang akuarium
- 10) Kabel dua warna untuk arus positif dan negatif
- 11) Tanah liat merah dengan kadar air < 60 %
- 12) Tembaga
- 13) Alumunium
- 14) Air
- 15) Socket 2 kabel
- 16) *Silicon red*
- 17) Lampu DC 12 Volt

4.7.6.4. Bagian-bagian Produk



Gambar 4.15 Produk Penghasil Listrik Arus DC

Fungsi bagian-bagian produk penghasil listrik arus DC yaitu :

1. Cover lampu

Cover lampu berfungsi sebagai penutup lampu dan sebagai hiasan.

2. Injektor

Injektor berisi air yang berfungsi untuk menginjeksi sel volta jika daya listrik menurun.

3. Saklar

Saklar berfungsi sebagai *on/off* daya listrik jika sedang tidak digunakan.

4. Casing keseluruhan

Casing keseluruhan berfungsi sebagai penutup semua bagian-bagian produk.

5. Modular sel volta

Modular sel volta berfungsi sebagai penghasil energi listrik.

6. Casing baterai

Casing baterai berfungsi sebagai wadah untuk beberapa modular sel volta.

7. Lubang multifungsi

Lubang multifungsi terdapat *socket* 2 kabel yang berfungsi untuk menghubungkan energi listrik dari baterai ke lampu, kipas angin atau pengisi baterai.

4.7.6.5. Cara Kerja Produk

Cara kerja produk ini yaitu menghasilkan listrik arus DC dari energi tanah liat merah. Tanah liat merah yang telah dihaluskan dan memiliki kadar air $< 60\%$ diberi tembaga dan alumunium sehingga menjadi sel volta. Kemudian sel volta tersebut diberi air garam atau air biasa secukupnya untuk mengaktifkan ion-ion yang terkandung dalam tanah liat merah tersebut. Tembaga dan alumunium berfungsi untuk menghantarkan arus listrik yang dihasilkan dari reaksi ionisasi tersebut. Satu buah sel volta mampu menghasilkan listrik sekitar 0,4-0,6 volt. Kemudian sel volta disusun untuk menjadi baterai. Voltase yang dihasilkan baterai ini tergantung pada penggunaannya. Dalam produk ini memerlukan 12 volt sehingga dalam satu baterai tersusun dari sekitar 20 buah sel

volta. Produk ini berfungsi untuk lampu tidur, kipas angin, dan pengisi baterai.

4.7.6.6. Perawatan Produk

Perawatan produk ini cukup mudah yaitu jika voltase yang dihasilkan dari baterai mulai menurun, maka disuntikkan air biasa ataupun air garam. Karena sel volta dapat bertahan hingga 3 bulan. Selain itu jika anoda dan katoda sudah mengalami korosi maka juga perlu diganti. Karena jika anoda dan katoda mengalami korosi mengakibatkan penghantaran arus listrik kurang baik dan hal ini dapat menyebabkan menurunnya voltase yang dihasilkan.

4.7.6.7. Kelebihan Produk

Kelebihan dari produk penghasil listrik arus DC dengan memanfaatkan energi tanah liat merah (ETAM) ini adalah :

1. Ramah lingkungan karena produk ini termasuk dalam *free energy*.
2. Perawatan produk mudah.
3. Perawatan produk tidak membutuhkan biaya yang besar.
4. Mudah dalam penggunaan.
5. Produk tahan terhadap guncangan.
6. Multifungsi.

4.7.6.8. Kelemahan Produk

Kelemahan dari produk penghasil listrik arus DC dengan memanfaatkan energi tanah liat merah (ETAM) ini adalah :

1. Voltase yang dihasilkan tiap sel volta berbeda-beda.
2. Karakteristik tanah liat merah sangat berpengaruh dalam menghasilkan sel volta.
3. Biaya untuk merancang produk ini cukup besar.
4. Produk masih cukup berat untuk dibawa kemana-mana.