



PAPER – OPEN ACCESS

Pengembangan Alat Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan DVD Bekas Sebagai Alternatif Panel Surya Menggunakan Metode QFD Fase II

Author : Taufan Tama Gusman, dkk.
DOI : 10.32734/ee.v5i2.1577
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 5 Issue 2 – 2022 TALENTA Conference Series: Energy & Engineering (EE)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).
Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Pengembangan Alat Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan DVD Bekas Sebagai Alternatif Panel Surya Menggunakan Metode QFD Fase II

Taufan Tama Gusman, Rayhan Novri, Handa Rivaldi Husal, Dinda Agustina Lubis, Nahdah Fadhilah

Magister Program in Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Sumatera Utara, Jalan Almamater, Medan 20155, Indonesia

taufangusman@gmail.com, rayhannovri4@gmail.com, rivaldihanda@gmail.com, dindaagustinalubis@gmail.com, nahdafadillah@gmail.com

Abstrak

Sepanjang sejarah peradaban, jumlah energi yang diperlukan kian meningkat. Jumlah permintaan energi pada tahun 2012 meningkat pada tahun 2050 yang diperkirakan sebanyak tiga kali lipat. Pada era ini, energi semakin dibutuhkan banyak orang sehingga alternatif untuk menghasilkan energi ramah lingkungan dan ekonomis sangat diperlukan. Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah energi surya. Panel surya merupakan perangkat yang tersusun atas sel surya yang berfungsi mengkonversi energi cahaya menjadi energi listrik. Panel surya kerap dikenal sebagai sel *photovoltaic* yang memiliki makna sebagai "cahaya-listrik", salah satu benda yang bersifat *photovoltaic* adalah kepingan DVD bekas. Oleh karena itu, dilakukan sebuah penelitian. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan sebuah perancangan alat PLTS dengan DVD bekas sebagai alternative pengganti panel surya. Untuk melaksanakan tujuan penelitian, penelitian dilakukan dengan menggunakan metode QFD Fase II. QFD fase 1 diperoleh dari penelitian sebelumnya. Dari penelitian yang dilakukan, diperoleh bahwa part kritis yang sangat penting untuk diperhatikan pada perancangan alat PLTS DVD bekas berdasarkan QFD Fase II adalah jenis bahan dengan derajat kepentingan sebesar 15%, kemudian untuk part kritis dengan nilai bobot tertinggi dan bobot perkiraan biaya terbesar adalah kapasitas panel surya dengan nilai 3 dan 14%. Jadi kedua hal ini harus diperhatikan dalam mendesain produk alat PLTS DVD bekas sebagai alternatif panel surya.

Kata kunci: QFD Fase II; PLTS; Panel Surya; Perancangan dan Pengembangan Produk;

Abstract

Throughout the history of civilization, the amount of energy required has increased. The amount of energy demand in 2012 will increase by 2050 which is estimated to be three times. In this era, energy is increasingly needed by many people so that alternatives to produce environmentally friendly and economical energy are needed. One alternative that can be used is solar energy. A solar panel is a device composed of solar cells that convert light energy into electrical energy. Solar panels are often known as *photovoltaic cells* which have the meaning of "light-electricity", one of the objects that are *photovoltaic* are used DVD chips. Based on the above background, this study aims to develop a design for a solar power generator with used DVDs as an alternative to solar panels. To carry out the research objectives, the research was conducted using the QFD Phase II method. QFD phase 1 was obtained from previous studies. From the research conducted, it was found that the critical part that is very important to consider in the design of a used DVD Solar Power Plant based on QFD Phase II is the type of material with a degree of importance. by 15%, then for the critical part with the highest weight value and the largest estimated cost weight is the solar panel capacity with a value of 3 and 14%. So these two things must be considered in designing a used DVD solar power generator product as an alternative to solar panels.

Keywords: QFD Phase II; solar power generator; solar panels; Product Design and Development;

1. Pendahuluan

Sepanjang sejarah peradaban, jumlah energi yang diperlukan kian meningkat. Jumlah permintaan energi pada tahun 2012 meningkat pada tahun 2050 yang diperkirakan sebanyak tiga kali lipat. Pada era ini, energi semakin sangat diperlukan manusia sehingga diperlukan alternatif yang mampu menciptakan energi yang baik untuk lingkungan dan ekonomis. Perlu diketahui bahwa *global warming* juga menjadi salah satu penyebab terjadinya keterbatasan sumber energi di dunia. Pemakaian sumber daya alam yang tak efisien dapat memperburuk kondisi sehingga ini merupakan alasan artikel ini dibuat. Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan ini adalah dengan menggunakan sumber energi yang ada, seperti panel surya. Jika diulik lebih jauh, di bumi ini cukup banyak *alternative* lain yang bisa dimanfaatkan sebagai pengganti energi yang sering dipakai manusia saat ini. Performa *alternative* ini pun cukup mumpuni digunakan digunakan pada pabrik, instansi, dan perkantoran guna menciptakan energi yang ramah lingkungan dan ekonomis. Di samping itu, penggunaan alternatif ini dapat memberikan benefit berupa penghematan energi operasional bagi lembaga yang menggunakannya [1].

Panel surya merupakan perangkat yang tersusun atas sel surya yang berfungsi mengkonversi energi cahaya menjadi energi listrik. Panel surya kerap dikenal sebagai sel *photovoltaic* yang memiliki makna sebagai "cahaya-listrik". Penyerapan energi matahari sangat dipengaruhi oleh *photovoltaic* untuk mengalirkan energi di antara *layer* dengan muatan tak searah [2]. Panel surya memiliki beberapa kelebihan yaitu mampu menghasilkan energi listrik ramah lingkungan, mudah dikonversi, tidak jauh dari titik beban sehingga penyaluran energi tidak rumit. Di samping itu, Indonesia sebagai negara tropis diyakini memiliki intensitas cahaya matahari yang cukup stabil dari pada negara-negara sub tropis. Selain itu, sel surya cenderung lebih sederhana karena tidak memerlukan pemeliharaan khusus, tahan lama, dan sangat handal untuk digunakan [3].

Setiap tahun, jumlah penduduk dunia terusmeningkat, salah satunya adalah negara Indonesia yang memiliki penduduk di atas 250 juta jiwa. Semua kegiatan dari penduduk tersebut pastinya tidak lepas dari penggunaan energi. Jika dilihat dari sudut pandang berbeda, hukum kekekalan energi sebenarnya telah menyatakan bahwa energi tidak akan pernah habis. Akan tetapi, ada baiknya jika tidak terlalu konsumtif dalam penggunaan energi demi keperluan kehidupan generasi selanjutnya. Namun tidak dapat dipungkiri juga bahwa kebutuhan energi memang sangat tinggi sehingga diperlukan suatu solusi untuk mengatasi permasalahan ini [4].

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Helmi Auliya et al (2019), digunakan lempengan DVD bekas sebagai jalan pintas untuk menggantikan posisi panel surya. Pengaplikasiannya dapat menggunakan bantuan sinar matahari dan hal ini diyakini dapat meminimalkan energi yang berasal dari minyak bumi. Penggunaan lempengan DVD bekas juga mampu menghasilkan *output* higienis dan ramah lingkungan. Perlu diketahui bahwa pembuatan panel surya dengan lempengan DVD bekas berbeda dengan pembuatan panel surya dengan *solar cell* berupa *silicon*. Pembuatan panel surya dengan lempengan DVD bekas berasal dari zat yang bersifat *photovoltaic*. Zat ini tidak berbeda dengan panel surya, yaitu kerap disebut sebagai zat polikarbinat. Proses penggunaan alternatif ini diawali dengan penyerapan cahaya matahari yang kemudian dikonversi menjadi arus listrik lalu diteruskan lewat kawat tembaga yang nantinya akan searah bersama dioda Zener [5].

Tabel 1. Hasil Pengujian Energi Listrik Satu Keping DVD Bekas

No.	Objek	Rangkaian	Tegangan	Keterangan
1	Kawat Besar	6 Rangkaian	0.6 Volt	Intensitas cahaya matahari sama
2	Kawat Kecil	8 Rangkaian	0.5 Volt	

Berdasarkan pemaparan yang telah diuraikan di atas, maka penelitian ini memiliki tujuan dalam hal pengembangan desain produk dari pembangkit listrik tenaga surya dengan memanfaatkan DVD bekas sebagai alternatif pengganti panel surya yang sangat mumpuni digunakan sebagai penerangan rumah dan fasilitas umum seperti area pedesaan, area perpindahan masyarakat dari satu tempat ke tempat lain, perkebunan, kegiatan di area perairan, dan lain-lain. Selanjutnya, guna menyesuaikan spesifikasi produk PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) DVD bekas dengan keinginan dan kebutuhan masyarakat, maka digunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD) Fase II.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini diawali dengan penjelasan latar belakang melaksanakan perancangan produk PLTS DVD bekas sebagai alternatif panel surya dengan memanfaatkan metode *Quality Function Deployment* (QFD) Fase II pada bagian Pendahuluan. Lalu, dipaparkan juga teori-teori yang digunakan dalam menyusun penelitian pada bagian *Literature Review*. Selanjutnya, pengumpulan data terkait perancangan produk PLTS DVD bekas dilakukan dengan menggunakan jurnal penelitian terdahulu. Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD) Fase II dengan tahapan: menetapkan sifat teknis utama yang telah ada pada QFD Fase I, menetapkan *critical part*, menetapkan korelasi tiap *critical part*, menetapkan korelasi antara sifat teknis utama dan *critical part*, serta menentukan matriks teknikal. Sehingga dari pengolahan data tersebut didapat data penelitian QFD Fase II yang nantinya akan dijadikan dasar untuk menarik kesimpulan dari penelitian dan saran sebagai acuan untuk penelitian yang akan datang.

Berikut merupakan Langkah – Langkah dalam membangun QFD Fase II:

- Menetapkan sifat teknis utama: Pada tahap ini, pengolahan QFD II diambil dari hasil sifat teknis QFD Fase I.
- Menetapkan *critical part*: Penetapan komponen utama pada produk yang diperoleh dari literatur mengenai produk dan wawancara.
- Menetapkan korelasi tiap *critical part*: Derajat hubungan tiap *critical part* dinyatakan dalam bentuk simbol.
- Menetapkan korelasi antara sifat teknis utama dan *critical part*: Keseluruhan bobot nilai korelasi akan diterjemahkan lalu dibagi dari setiap *part* kritis, dimana jumlah bobotnya adalah sebagai berikut:
 - 1 yang artinya mudah dengan rentang persentase 0 – 5 %
 - 2 yang artinya cukup mudah dengan rentang persentase 6 – 11 %
 - 3 yang artinya sulit dengan rentang persentase 12 – 17 %
 - 4 yang artinya sangat sulit dengan rentang persentase 18 – 23 %
 - 5 yang artinya mutlak sulit dengan persentase di atas 24 %

- Menentukan matriks teknis: Penentuan ini didasarkan pada besaran kinerja dari QFD Fase II yang tersusun atas tiga aspek berupa tingkat kesulitan, tingkat kepentingan serta kemungkinan biaya. Rumus yang digunakan ialah [6]:

a. Bobot derajat kesulitan sifat teknis dilakukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Derajat Kesulitan} = \frac{\text{Bobot Tiap Sifat Teknis}}{\text{Total Bobot Sifat Teknis}} \quad (1)$$

Kemudian, derajat kesulitan bergantung pada rentang persentase yang didapatkan yaitu:

Tabel 2. Bobot Derajat Kesulitan

Bobot	Pengertian	Presentase (%)
1	Mudah	0 – 5
2	Cukup mudah	6 – 11
3	Sulit	12 – 17
4	Sangat sulit	18 – 23
5	Mutlak sulit	Lebih dari 24

b. Derajat kepentingan karakteristik teknis dilakukan dengan rumus :

$$\text{Derajat Kepentingan} = \frac{\text{Bobot Tiap Karakteristik Teknis Dengan Atribut}}{\text{Total Bobot Karakteristik Teknis Dengan Atribut}} \quad (2)$$

Selanjutnya, derajat kepentingan dibuat sesuai kriteria kisaran persentase yang dimiliki:

Tabel 3. Bobot Tingkat Kepentingan

Bobot	Pengertian
1 – 15	Kurang Penting
16 – 30	Penting
31 – 45	Sangat Penting

c. Nilai kemungkinan biaya karakteristik teknis dilakukan dengan rumus :

$$\text{Perkiraan Biaya} = \frac{\text{Bobot Tingkat Kesulitan Technical Characteristics Dengan Kelengkapan}}{\text{Total Bobot Tingkat Kesulitan Technical Characteristics Dengan Kelengkapan}} \quad (3)$$

Selanjutnya, tingkat kepentingan dibuat sesuai persentase yang dimiliki:

Tabel 4. Bobot Perkiraan Biaya

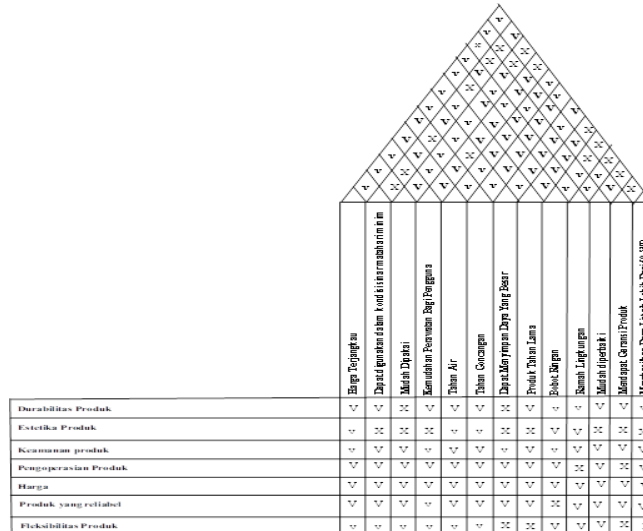
Bobot	Pengertian
1 – 15	Murah
16 – 30	Mahal
31 – 45	Sangat Mahal

d. Penentuan Peningkatan Mutu Produk: Peningkatan kualitas bergantung pada bobot paling besar pada derajat kesulitan, derajat kepentingan serta kemungkinan biaya.

3. Hasil

3.1. Menetapkan Technical Characteristics Utama Sesuai Hasil QFD Fase I

QFD Fase I dari produk PLTS DVD bekas ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 1. QFD Fase I Produk PLTS DVD Bekas

Pada pengolahan data QFD Fase II, digunakan data hasil QFD Fase I. *Technical Characteristics* yang diprioritaskan akan ditentukan melalui perankingan sesuai bobot paling besar pada derajat kesulitan, derajat kepentingan, serta kemungkinan biaya. Karakteristik teknis pada QFD disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Karakteristik Teknis PLTS DVD Bekas

No	Karakteristik Teknis
1	Harga Terjangkau
2	Dapat digunakan dalam kondisi sinar matahari minim
3	Mudah Dipakai
4	Kemudahan Perawatan Bagi Pengguna
5	Tahan Air
6	Tahan Guncangan
7	Dapat menyimpan daya listrik
8	Produk Tahan Lama
9	Bobot Ringan
10	Terbuat dari bahan yang ramah lingkungan
11	Mudah diperbaiki
12	Mendapat Garansi Produk
13	Menghasilkan Daya Listrik lebih dari 50 WP

3.2. Menentukan Critical Part

Critical part adalah komponen paling penting pada alat PLTS DVD bekas. Critical part diperoleh dari literatur mengenai produk alat PLTS DVD bekas. Critical part yang terdapat pada produk PLTS DVD bekas disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Karakteristik Teknis PLTS DVD Bekas

No	Part Kritis
1	Jenis Bahan
2	Kapasitas Panel Surya
3	Kapasitas Baterai
4	Buku manual
5	Service Centre
6	Waktu Garansi
7	Dimensi Alat
8	Bentuk Alat
9	Kekuatan Bahan
10	Kapasitas Inverter

3.3. Menentukan Korelasi Tiap Critical Part

Langkah selanjutnya dalam penyusunan matriks design deployment yaitu mengkomparasi hubungan setiap critical part dengan memanfaatkan relationship matrix. Korelasi antara critical part terdiri atas empat unsur yang dinyatakan dengan simbol sebagai berikut:

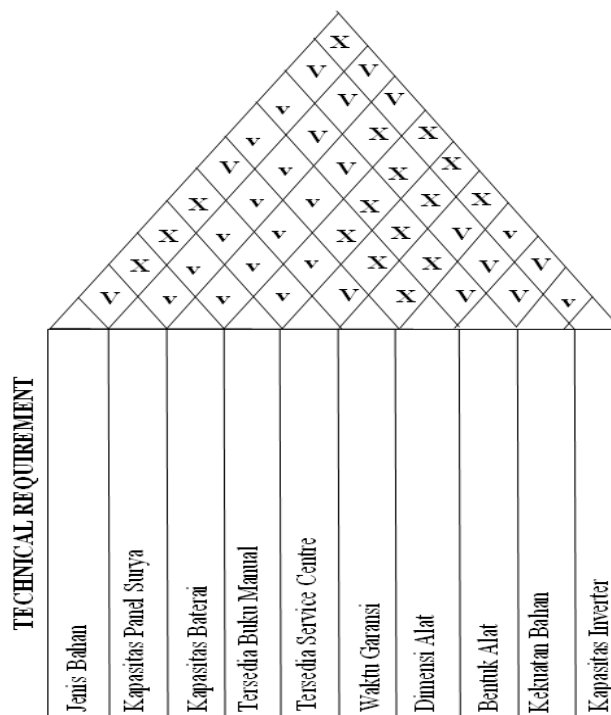
V = Korelasi positif kuat, bobot 4

v = Korelasi positif sedang, bobot 3

x = Korelasi negatif sedang, bobot 2

X = Korelasi negatif kuat, bobot 1

Tingkat korelasi tiap critical part ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan antar Part Kritis

3.4. Menentukan Korelasi Antara Critical Part

Pada pembuatan matriks *design deployment*, langkah selanjutnya adalah mengkomparisasi keterkaitan tiap *critical part* dengan *technical characteristics*. Derajat hubungan setiap *critical part* dipaparkan lewat gambar berikut.

	Jenis Bahan	Kapasitas Panel Surya	Kapasitas Baterai	Tersedia Buku Manual	Tersedia Service Centre	Waktu Garansi	Dimensi Alat	Bentuk Alat	Kekuatan Bahan	Kapasitas Inverter
Harga Terjangkau	V	V	V	X	X	v	V	v	V	V
Dapat Digunakan Dalam Kondisi Sinar Matahari Minim	V	V	X	X	X	X	V	V	v	X
Mudah Dipakai	X	X	X	V	X	X	V	V	X	X
Kemudahan Perawatan Bagi Pengguna	V	v	v	v	V	x	V	V	V	v
Tahan Air	V	X	X	X	X	V	V	V	V	X
Tahan Guncangan	V	X	X	X	X	V	V	V	V	X
Dapat Menyimpan Daya Yang Besar	V	V	V	X	X	X	v	v	V	v
Produk Tahan Lama	V	X	X	X	v	v	V	V	V	X
Bobot Ringan	V	V	V	X	X	X	V	V	v	X
Ramah Lingkungan	V	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mudah Diperbaiki	V	X	X	V	V	V	v	v	V	X
Mendapat Garansi Produk	V	X	X	X	v	V	X	X	V	X
Menghasilkan Daya Listrik Lebih Dari 50 WP	V	V	X	X	X	X	v	v	X	X

Gambar 3. Korelasi Setiap *Critical Part* dan Spesifikasi Teknis Produk

3.5. Menentukan Derajat Kesulitan

Derajat kesulitan diketahui berdasarkan *critical part*. Langkah-langkah penentuannya diawali dengan menerjemahkan keseluruhan nilai bobot korelasi lalu bobot dari setiap *critical part* tersebut dibagi dengan jumlah bobot yang ada. Kemudian, ditentukan derajat kesulitan berdasarkan persentase yang dimiliki. Derajat kesulitan didapat dari hasil penjumlahan seluruh bobot untuk setiap korelasi *critical part*.

Jumlah bobot keseluruhan korelasi antar sesama *technical characteristics*

$$= 22+31+25+17+18+24+23+26+22+22 = 230$$

Sehingga didapatkan perhitungan tingkat kesulitan setiap karakteristik teknis berikut:

$$\text{Bobot Jenis Bahan} = \frac{22}{230} \times 100\% = 9,56\% \approx 10\% \rightarrow 2$$

Tingkat kesulitan tiap part kritis ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 7. Penentuan Tingkat Kesulitan

Part Kritis	Tingkat Kesulitan
Jenis Bahan	2
Kapasitas Panel Surya	3
Kapasitas Baterai	2
Buku manual	2
Service Centre	2
Waktu Garansi	2
Dimensi Alat	2
Bentuk Alat	2
Kekuatan Bahan	2
Kapasitas Inverter	2

3.6. Menentukan Derajat Kepentingan

Selanjutnya dihitung bobot untuk korelasi setiap kelengkapan produk dengan *technical characteristics* guna mendapatkan nilai derajat kepentingan.

Total bobot semua korelasi setiap kelengkapan produk dengan *technical characteristics* adalah
 $= 49+28+22+22+23+29+43+42+41+19 = 318$

Sehingga didapatkan perhitungan derajat kepentingan setiap karakteristik teknis berikut:

$$\text{Derajat Kepentingan Jenis Bahan} = \frac{49}{318} \times 100\% = 15,40\% \approx 15\%$$

Derajat kepentingan tiap part kritis ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 8. Rekapitulasi Penentuan Derajat Kepentingan

Part Kritis	Derajat Kepentingan
Jenis Bahan	15 %
Kapasitas Panel Surya	9 %
Kapasitas Baterai	7 %
Buku manual	7 %
Service Centre	7 %
Waktu Garansi	10 %
Dimensi Alat	14 %
Bentuk Alat	13 %
Kekuatan Bahan	13 %
Kapasitas Inverter	16 %

3.7. Kemungkinan Biaya

Nilai kemungkinan biaya dipengaruhi oleh derajat kesulitan dimana nilai perkiraan biaya akan semakin besar seiring dengan membesarnya derajat kesulitan. Pertimbangan perancang produk sangat mempengaruhi perkiraan biaya, dimana dalam hal ini kemungkinan biaya umumnya dibuat dalam persen. Penjumlahan derajat kesulitan dari *technical characteristics*, yaitu:

Jumlah bobot keseluruhan korelasi setiap kelengkapan produk dengan *technical characteristics* yaitu
 $= 2+3+2+2+2+2+2+2+2 = 21$

Sehingga didapatkan perhitungan perkiraan biaya setiap karakteristik teknis berikut:

$$\text{Perkiraan Biaya Jenis Bahan} = \frac{2}{21} \times 100\% = 9,52\% \approx 10\%$$

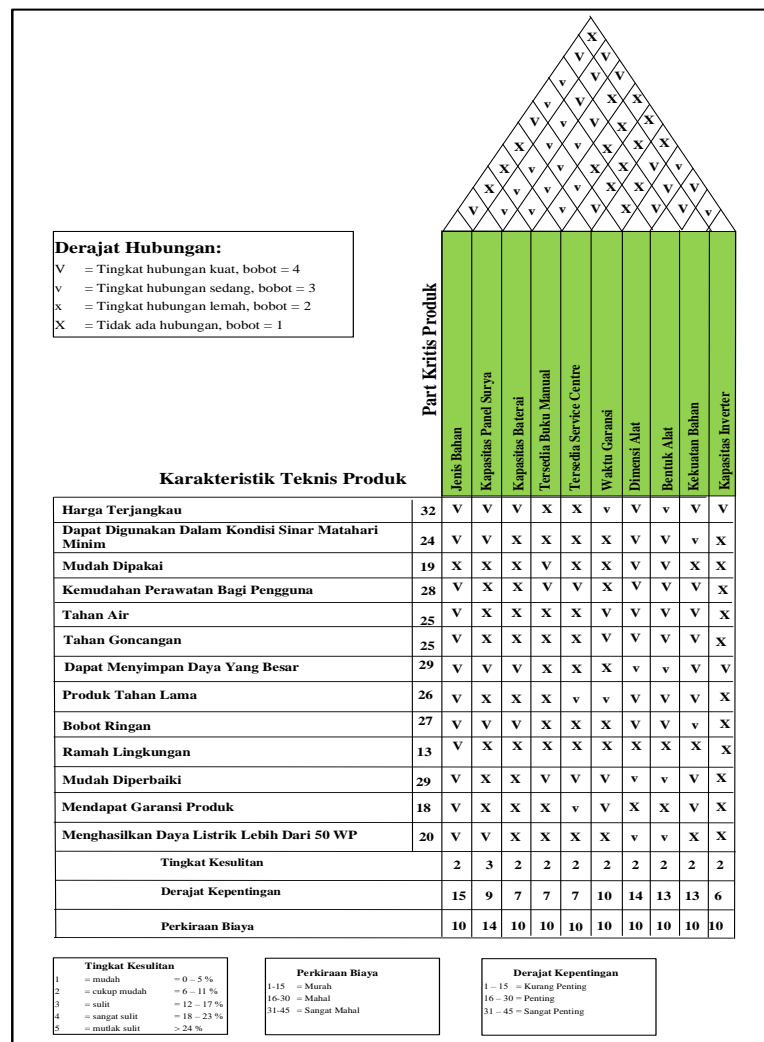
Derajat kepentingan tiap part kritis ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 9. Perkiraan Biaya

Part Kritis	Perkiraan Biaya
Jenis Bahan	10 %
Kapasitas Panel Surya	14 %
Kapasitas Baterai	10 %
Buku manual	10 %
Service Centre	10 %
Waktu Garansi	10 %
Dimensi Alat	10 %
Bentuk Alat	10 %
Kekuatan Bahan	10 %
Kapasitas Inverter	10 %

3.8. Penentuan Quality Function Deployment (QFD) Fase II

Semua data pada tahap sebelumnya dikumpulkan dengan matriks design deployment. Quality Function Deployment (QFD) Fase II PLTS DVD bekas disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Korelasi Tiap Critical Part dan Spesifikasi Teknis PLTS DVD bekas

4. Kesimpulan

Berdasarkan pemaparan data-data yang dimuat pada hasil dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa pembuatan rancangan PLTS kepingan DVD bekas dengan menggunakan metode *Quality Function Deployment* fase II diperoleh 13 *technical characteristics* dan 10 *critical part*. Berdasarkan pengolahan pada *Quality Function Deployment* Fase II pada *critical part* yang memiliki nilai bobot tertinggi adalah kapasitas panel surya yaitu sebesar 3 (Sulit), kemudian derajat kepentingan terbesar yaitu jenis bahan yaitu sebesar 15% (Kurang Penting), dan perkiraan biaya terbesar yaitu kapasitas panel surya dengan 14% (Murah).

Referensi

- [1] Togi, Y., Marpaung, F., Hutagaol, P., Limbong, W. H., Kusnadi, N., & Belakang, L. (2011) "Perkembangan Konsumsi Dan Penyediaan Energi Dalam Perekonomian Indonesia." *Journal of Agricultural Economics* **2(1)**: 1–14.
- [2] Saputro, S. E. D. (2017) "Analisis Perencanaan pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbantuan Program System Sizing Estimator." *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura* **1(1)**: 1-10
- [3] Ramadhan, S., Rangkuti, C. (2016) "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Atap Gedung Harry Hartanto Universitas Trisakti." *Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan*: 1–11
- [4] Syafriwel. (2015) "Analisis Ramalan Kebutuhan Beban Energi Listrik Di Regional Sumatera Utara Tahun 2015-2019." *Jurnal Teknovasi* **2(2)**: 53– 62.
- [5] Helmi Auliya, Ninik Widyowati, Arghob Khofya Haqiqi. (2019) "Potensi Keping DVD Bekas Sebagai Panel Surya Alternatif." *Konstan-Jurnal Fisika Dan Pendidikan Fisika* **4(2)**: 131-138
- [6] Rosnani Ginting, (2021) *Metode Perancangan Produk*. Medan: Usu Press