

PERBAIKAN RANCANGAN MESIN PENCACAH PLASTIK DENGAN MENGGUNAKAN METODE *QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT* (QFD) DAN *DESIGN FOR MANUFACTURE AND ASSEMBLY* (DFMA)

Taufan Tama Gusman¹⁾, Rosnani Ginting²⁾, Aulia Ishak³⁾

Program Studi Magister Teknik Industri Universitas Sumatera Utara

e-mail: ¹⁾taufangusman@gmail.com, ²⁾rosnani_usu@yahoo.co.id, ³⁾aulia.ishak@gmail.com

ABSTRAK

CV. XYZ merupakan perusahaan swasta yang bergerak pada sektor manufaktur pembuatan mesin-mesin, salah satu produknya adalah Mesin Pencacah Plastik. Terdapat masalah pada proses pembuatannya yaitu waktu perakitan yang lama dan biaya perakitan yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang usulan desain perbaikan Mesin Pencacah Plastik yang lebih sederhana dengan menggunakan konsep integrasi Quality Function Deployment dan Design for Manufacture and Assembly (DFMA). Identifikasi permasalahan dalam riset ini dilakukan dengan menggunakan metode Quality Function Deployment dengan dikembangkan menggunakan metode DFMA (Design for Manufacture and Assembly) untuk melakukan evaluasi ataupun perbaikan terhadap produk. Berdasarkan metode QFD fase I didapatkan atribut karakteristik teknis yaitu waktu perakitan, biaya komponen, jumlah komponen, biaya perakitan, dan efisiensi desain, Easy of Manufacturing dan Durability. Lalu pada QFD Fase II didapatkan 2 atribut dari 3 atribut part kritis yaitu Bodi Atas dan Bodi Bawah Mesin. Setelah itu dilakukan perbaikan rancangan produk mesin pencacah plastik dengan metode DFMA didapatkan pengurangan waktu perakitan sebesar 1038 menit, lalu peningkatan efisiensi desain sebesar 1,9% dan penghematan biaya perakitan sebesar Rp 249,277.00.

Kata kunci: Desain Produk, Efisiensi Desain, QFD, DFMA

ABSTRACT

CV. XYZ is a private company that operates in the manufacturing sector of machinery manufacturing, one of its products is Plastic Machinery. There is a problem in its manufacturing process, which is a long assembly time and a high assembling cost. The study aims to design a simpler design proposal for repairs of plastic milling machines using integrated concepts of Quality Function Deployment and Design for Manufacture and Assembly. (DFMA). Identification of problems in this research is carried out using the Quality Function Deployment method and developed using the DFMA (Design for Manufacture and Assembly) method to evaluate or improve the product. Based on the phase I QFD method, the attributes of technical characteristics are assembly time, component cost, number of components, assembling cost, and design efficiency, Easy of Manufacturing and Durability. Then, in Phase II QFD, two attributes were obtained from three critical parts: Upper body and lower body machine. After that, the improvement of the design of the product of the plastic grinding machine with the DFMA method was achieved reducing the assembly time by 1038 minutes, then improving the design efficiency by 1.9% and saving assembling costs of Rp 249,277,00

Keywords: Product Design, Design Efficiency, QFD, DFMA

PENDAHULUAN

Mesin pencacah plastik adalah alat penting dalam pengelolaan sampah plastik yang dapat digunakan untuk memotong bahan plastik menjadi potongan-potongan kecil yang lebih mudah dikelola dan dibuang, mesin ini terdiri dari sebuah hopper, pisau pencacah, mesin pencacah dan tempat untuk menampung potongan-potongan kecil sampah plastik yang telah dihasilkan. Alat ini dapat digunakan untuk mencacah berbagai jenis plastik seperti botol, kantong, dan lainnya. Hasil cacahan plastik tersebut juga dapat diolah kembali menjadi produk bernilai jual tinggi seperti vas, paving block, dan lain-lain [1]. Pengembangan mesin pencacah plastik untuk pengelolaan sampah plastik merupakan hal yang penting untuk diperhatikan, mengingat sampah plastik merupakan salah satu masalah lingkungan yang cukup besar saat ini [2].

Salah satu perusahaan yang memproduksi mesin pencacah plastik adalah CV. XYZ merupakan perusahaan swasta yang bergerak dibidang manufakturing berupa *workshop*

pembuatan mesin-mesin dan peralatan industri. Namun, terdapat beberapa masalah yang terkait dengan rancangan mesin pencacah plastik yang ada saat ini yaitu waktu dan biaya perakitan yang tinggi. Berdasarkan hasil observasi proses perakitan dan wawancara mengenai kondisi perusahaan, proses produksi, serta informasi pendukung diketahui bahwa untuk memproduksi satu unit mesin pencacah plastik CV. XYZ memerlukan waktu sebesar 5764 menit, dan menimbulkan biaya perakitan sebesar Rp.1.385.703. Besarnya waktu dan biaya perakitan pada produk disebabkan oleh aktivitas perakitan pada komponen bodi atas mesin cacah, bodi bawah mesin cacah dan poros pisau mesin cacah.

M. Mahazis [3] berpendapat bahwa Produk yang memiliki banyak komponen dapat menyebabkan waktu perakitan yang lebih lama, dapat menurunkan kinerja desain dan meningkatkan biaya produksi, hal tersebut dapat menjadi masalah bagi perusahaan dalam menghadapi persaingan pasar. Salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan terus mengembangkan dan memperbaiki produk yang ada. Keberlangsungan hidup perusahaan tergantung pada kemampuan untuk terus mengembangkan dan memperbaiki produk yang dimiliki, oleh karena itu perbaikan rancangan produk yang efisien sangat penting bagi perusahaan [4]. Dalam upaya memecahkan masalah yang dihadapi, perbaikan ini akan dilakukan dengan menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD) dan *Design for Manufacture and Assembly* (DFMA).

Sebagai metode penentu keputusan dalam perbaikan rancangan produk mesin pencacah plastik. Metode QFD meningkatkan kualitas barang atau jasa dengan memahami kebutuhan konsumen dan kemudian menghubungkannya dengan ketentuan teknis untuk menghasilkan suatu barang atau jasa pada setiap tahap pembuatan barang atau jasa yang dihasilkan [5]. Dimana pada penelitian ini digunakan bersamaan dengan metode *Quality Function Deployment* Fase I untuk mengidentifikasi tingkat kepuasan dari kebutuhan konsumen serta tingkat kepuasan dan ketidakpuasan dari pemenuhan kebutuhan tersebut, begitu juga dengan karakteristik teknis dari mesin pencacah plastik. Berdasarkan hasil dari kebutuhan konsumen dan karakteristik teknis mesin pencacah plastik, dikembangkan lebih lanjut pada fase ke II dari metode QFD untuk mendapatkan *part* kritis yang menjadi prioritas perbaikan rancangan yang akan dirancang menggunakan metode *Design for Manufacture and Assembly* (DFMA).

DFMA (*Design for Manufacture and Assembly*) adalah pendekatan perancangan, dimana menggunakan kemampuan produksi dan perangkaian sebagai pertimbangan dalam tahap perancangan dalam pengembangan produk [6]. Chowdary dan Harris [7] berpendapat bahwa DFMA berguna dalam mengurangi waktu dan biaya yang dibutuhkan untuk mengevaluasi desain dan oleh karena itu harus diimplementasikan sebagai bagian dari proses pemilihan desain (QFD fase II). Dengan menggunakan metode QFD dan DFMA diharapkan dapat memperbaiki rancangan produk mesin pencacah plastik sesuai pemenuhan permasalahan pada rancangan aktual yaitu waktu perakitan yang lama dan biaya perakitan tinggi.

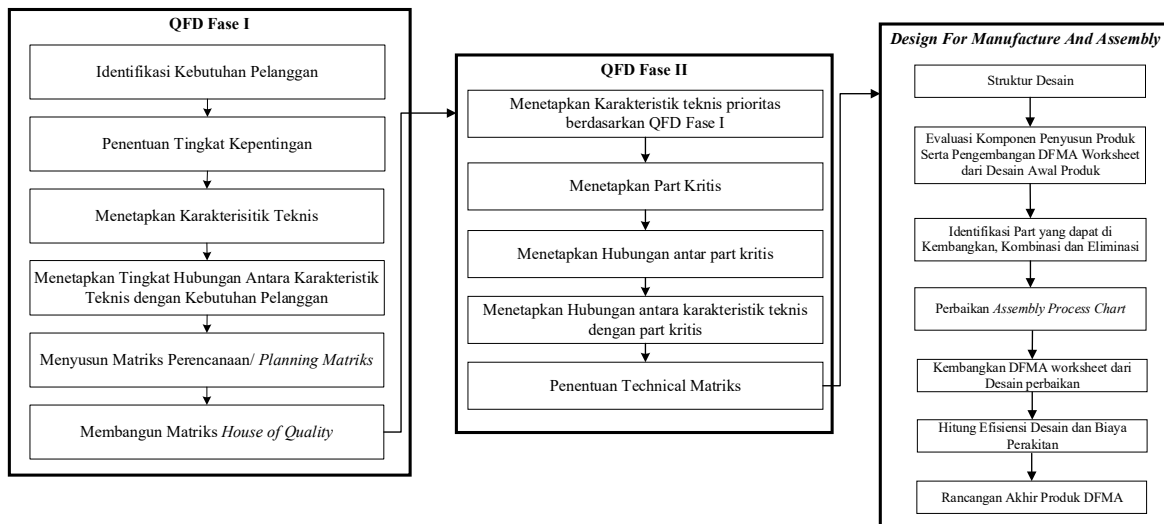
METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini dilakukan pengamatan di CV. XYZ dan objek penelitian adalah mesin pencacah plastik. Metode penelitian dimulai dengan pengumpulan data menggunakan metode kuisisioner. Kuisisioner merupakan instrumen riset atau survei yang terdiri atas serangkaian pertanyaan tertulis dan dibagikan pada responden sesuai, yang bertujuan untuk mendapatkan tanggapan dari kelompok orang terpilih melalui wawancara pribadi atau melalui pos berupa daftar pertanyaan [8]. Kuisisioner yang digunakan pada penelitian ini adalah kuisisioner terbuka dan kuisisioner tertutup. Setelah melakukan pengumpulan data tahap selanjutnya adalah melakukan pengolahan data [9].

Langkah pertama dalam tahapan pengolahan data adalah melakukan QFD analisis tahap I yaitu melakukan identifikasi kebutuhan konsumen, penentuan tingkat kepentingan, menetapkan karakteristik teknis, menetapkan hubungan antara karakteristik teknis dengan kebutuhan konsumen, menetapkan tingkat hubungan antara karakteristik teknis dengan kebutuhan konsumen, menyusun matriks perencanaan dan membangun matriks *house of quality* [10].

Langkah kedua dari tahapan pengolahan data penelitian yaitu QFD fase II yaitu dimulai dengan menetapkan karakteristik teknis prioritas berdasarkan QFD fase I, menetapkan *part* kritis, menetapkan hubungan antara *part* kritis, menetapkan hubungan antara *part* kritis, menetapkan hubungan antara karakteristik teknis dengan *part* kritis dan penentuan *technical matrix* [11].

Langkah terakhir dari tahapan pengolahan data penelitian yaitu metode *design for manufacture and assembly* yang dimulai dengan menganalisis struktur produk, mengevaluasi komponen penyusun produk dan pengembangan desain awal produk, identifikasi *part* yang dapat dikembangkan, kombinasi dan dieliminasi, perbaikan *Assembly Process Chart*, pengembangan *worksheet DFMA*, perhitungan efisiensi desain dan biaya perakitan dan melakukan rancangan akhir produk [12]. Langkah selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 1.

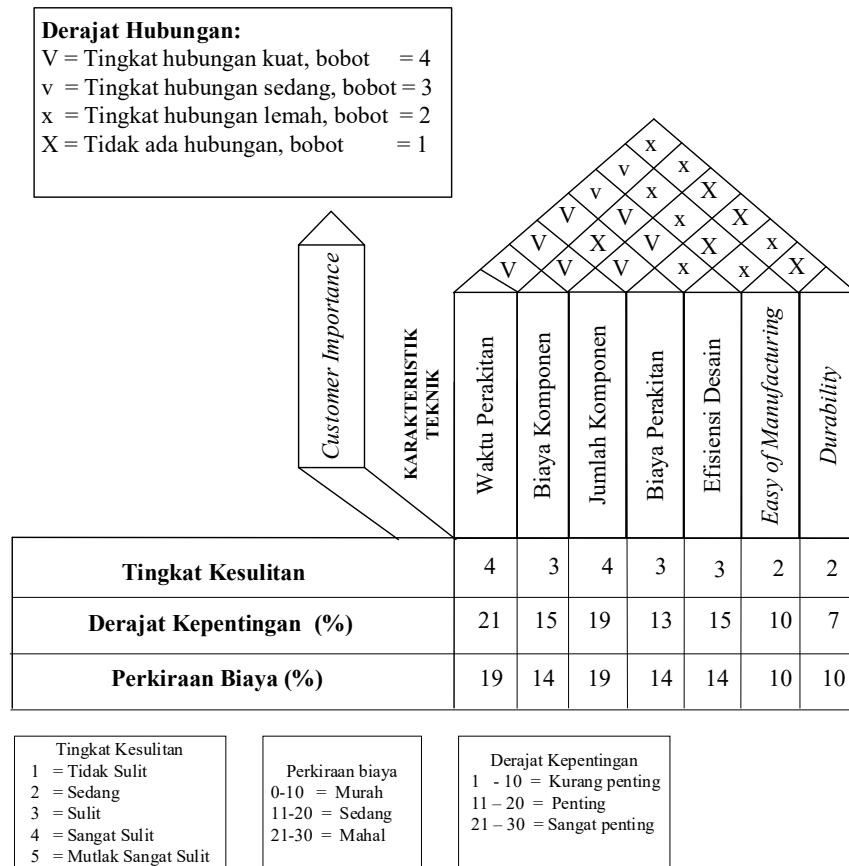


Gambar 1. Flowchart Metodologi Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Quality Function Deployment Fase I

Tahap ini merupakan langkah pertama yang dilakukan untuk melakukan pengolahan data. Prinsip QFD adalah untuk memastikan bahwa kebutuhan dan keinginan pelanggan dapat terpenuhi dalam proses penurunan suatu produk [13]. Metode QFD bergantung terhadap *matrix* penyebaran dengan beberapa *matrix*. Hal ini utamanya digunakan ketika meluncurkan produk baru, ketika ada begitu banyak pilihan tersedia untuk perancang. Metode ini dapat menjawab pertanyaan spesifik seperti apa pengharapan yang ingin dipenuhi untuk memastikan kesuksesan komersil dari produk, apa saja jawaban teknikal untuk dikerjakan, dan apa titik kritis yang perlu di pertimbangkan [14]. *Output* dari QFD Fase I adalah *House of Quality* (HoQ) yaitu alat yang digunakan dalam mengkonversi voice of costumer secara langsung terhadap persyaratan teknis dengan target yang telah ditetapkan [15]. Berikut merupakan *House of Quality* dari pengolahan QFD Fase I dapat dilihat pada Gambar 2.

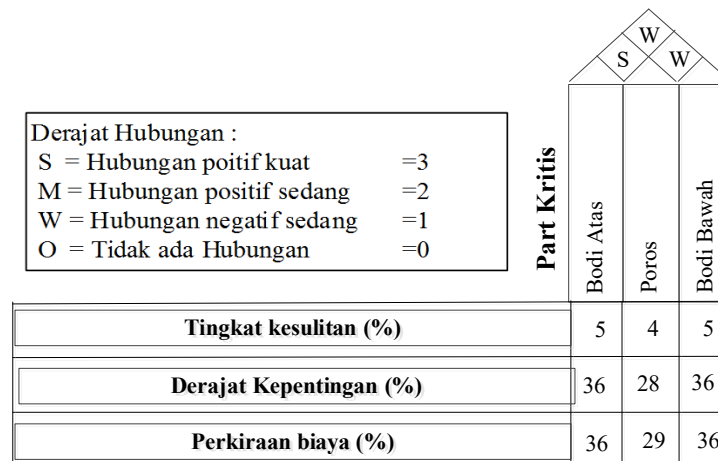


Gambar 2. House of Quality QFD Fase I

Output dari QFD ini adalah sebuah matrik yang disebut dengan *House of Quality* [16]. Hasil yang didapat dari matriks HOQ yaitu setiap kebutuhan konsumen terhadap mesin pencacah plastik memiliki hubungan dengan karakteristik teknis. Karakteristik teknis prioritas terdapat pada atribut waktu perakitan, jumlah komponen, biaya komponen, biaya perakitan dan efisiensi desain memiliki nilai yang lebih tinggi dari atribut *easy of manufacturing* dan *durability*.

Quality Function Deployment Fase II

Output dari QFD Fase II adalah *Part Deployment* [11]. Berikut merupakan *Part Deployment* dari pengolahan QFD Fase II yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Part Deployment

Dari Gambar 3. didapatkan *part* yang paling penting untuk segera diperbaiki adalah bodi atas dan bodi bawah mesin pencacah plastik dengan tingkat kesulitan bernilai 5, derajat kepentingan dengan nilai 36% serta perkiraan biaya dengan nilai 36%.

Design for Manufacture and Assembly

Tahapan dalam pelaksanaan metode *Design for Manufacture and Assembly* adalah [16]:

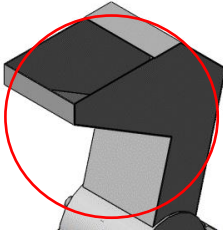
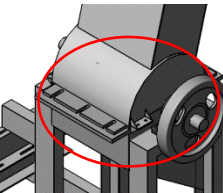
a. Struktur Produk

Dalam hal ini struktur produk diperoleh bahwa komponen *part* kritis yang menjadi fokus perbaikan pada mesin pencacah plastik merupakan komponen bodi atas dan bodi bawah mesin.

b. Evaluasi Komponen Penyusun Produk dan Pengembangan Desain Awal Produk

Berdasarkan *part* kritis yang diperoleh pada QFD fase II, komponen bodi atas dan bodi bawah mesin pencacah plastik dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Evaluasi Komponen Penyusun Produk dan Pengembangan Desain Awal Produk

No	Nama Part	Gambar Part	Fungsi Part	Masalah
1	Cetakan Stempel		Digunakan sebagai wadah penampung sampah plastik yang ingin dicacah	Bentuk bodi atas yang tidak simetris memerlukan penggunaan plat besi yang berlebih (10 unit) menyebabkan waktu perakitan tinggi.
2	Cetakan Golongan		Digunakan sebagai wadah sampah plastik yang sedang dicacah	Bentuk bodi bawah yang bulat memerlukan proses roll pada bodi untuk menjadi bulat dan perlu dilakukan proses perakitan dikedua sisi bodi bawah dengan kerangka mesin menyebabkan waktu perakitan tinggi.

c. Identifikasi Part yang Dapat Dikembangkan, Kombinasi dan Eliminasi

Identifikasi dari komponen penyusun rancangan awal diperoleh bahwa dapat dilakukan perbaikan terhadap komponen dari mesin pencacah plastik. Komponen bodi atas mesin pencacah yang tersusun dari 10 plat besi, solusi perbaikan yang ditemukan adalah dengan pengurangan plat besi sebanyak 6 uni menjadi 4 unit, dikarenakan bodi atas hanya menyisakan hopper input, solusi perbaikan dari bodi bawah adalah dengan merubah dimensi menjadi persegi empat dengan mengikuti lekukan filter plastik, sehingga mengeleminasi aktivitas melakukan roller pada bodi bawah pada rancangan sebelumnya.

d. Perbaikan Assembly Process Chart

Berdasarkan solusi rancangan perbaikan diperoleh perubahan dalam kegiatan perakitan mesin pencacah plastik, diperoleh selisih antara rancangan awal dengan rancangan usulan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perbaikan *Assembly Process Chart*

Keterangan	Aktual	Usulan	Selisih
Operasi	31	28	3
Total waktu	5764 menit	4727 menit	1038 menit

e. Pengembangan Worksheet DFMA

Hasil analisis pada *Assembly Process Chart* Usulan waktu perakitan yang dibutuhkan untuk merakit satu unit produk mesin pencacah plastik hasil rancangan adalah 4727 menit.

Jika dibandingkan dengan desain awal produk, untuk merakit setiap unit produk mesin pencacah plastik waktu yang dibutuhkan adalah 5764 menit. Hal ini berarti bahwa perbaikan terhadap desain mesin pencacah plastik mengalami penghematan sebesar 1038 menit.

f. Efisiensi Desain dan Biaya Perakitan

Efisiensi desain perakitan menggambarkan perbandingan antara estimasi waktu perakitan produk redesign dengan waktu ideal perakitan produk sebelumnya. Waktu ideal didapatkan dengan mengasumsikan bahwa setiap komponen mudah untuk ditangani dan digabungkan. Menghitung efisiensi desain perakitan manual dengan cara [17]:

$$EM = \frac{(3 \times NM)}{TM} \quad (1)$$

Biaya perakitan yang dibutuhkan untuk merakit setiap unit mesin pencacah plastik diperoleh dari estimasi upah/gaji operator dengan jumlah tenaga kerja sebanyak 6 orang.

$$\text{Biaya perakitan} = \text{Biaya/detik} \times \text{waktu perakitan} \quad (2)$$

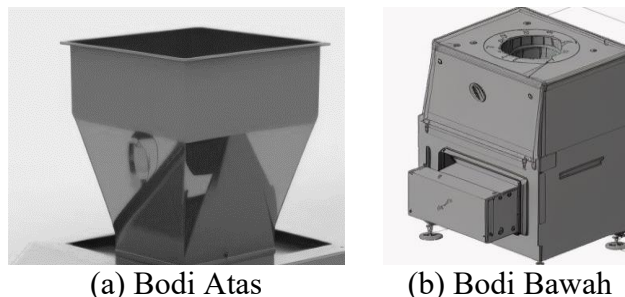
Sehingga diperoleh efisiensi desain dan biaya perakitan dari rancangan aktual dan usulan mesin pencacah plastik dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Efisiensi desain dan biaya perakitan rancangan awal dengan usulan

Keterangan	Aktual	Usulan	Selisih
Efisiensi Desain	15,61%	17,51%	1,9%
Biaya Perakitan	Rp. 1.385.703	Rp. 1.136.275	Rp. 249.277

g. Rancangan Akhir

Dengan menerapkan DFMA pada perbaikan terhadap desain, yang menjadi perhatian adalah komponen bodi atas dan bodi bawah pada mesin pencacah plastik. Berikut adalah gambar design usulan komponen bodi atas dan bodi bawah pada mesin pencacah plastik.



(a) Bodi Atas

(b) Bodi Bawah

Gambar 4. Rancangan Akhir Komponen Bodi Atas dan Bodi Bawah Mesin Pencacah Plastik

KESIMPULAN

Pada hasil identifikasi QFD Fase I, produk mesin pencacah plastik menunjukkan bahwa prioritas karakteristik teknis yang paling tinggi adalah karakteristik teknis Waktu Perakitan, Biaya Komponen, Jumlah Komponen, Biaya Perakitan, dan Efisiensi Desain. Pada hasil identifikasi QFD Fase II produk mesin pencacah plastik menunjukkan bahwa *Part Kritis* yang menjadi prioritas perbaikan adalah bodi atas dan bodi bawah mesin pencacah plastik dengan tingkat kesulitan bernilai 5, derajat kepentingan dengan nilai 36% serta perkiraan biaya dengan nilai 36%. Perbaikan rancangan produk dengan metode *Design for Manufacture and Assembly* menghasilkan rancangan mesin pencacah plastik yang mengalami penghematan waktu perakitan sebesar 1038 menit, peningkatan efisiensi desain sebesar 1,9%, dan penghematan biaya perakitan sebesar Rp. 249.277. Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode *Design for Manufacture and Assembly* (DFMA) didapatkan total waktu perakitan awal produk sebesar 5764 menit dengan biaya perakitan

sebesar Rp. 1.385.705. Lalu waktu perakitan hasil rancangan sebesar 4727 menit dengan total biaya perakitan sebesar Rp. 1.136.275

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Aryani, D. Buchori and A.B. Setiawan, "Design of a Plastic Shredder Machine," *IPTEK Journal of Proceedings*, Series No. 3, pp. 35–39, 2019.
- [2] A.A. Saputra and L.S. Muchtar, "Perancangan Mesin Pencacah Sampah Botol Plastik Skala Rumah Tangga," Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2021, pp. 1–10.
- [3] M. Mahazis and A. Nawawi, "Cost Reduction of Electric Oven Machine Using Design for Manufacture and Assembly (DFMA)," *Progress in Engineering Application and Technology*, vol. 2, no. 1, pp. 995–1005, 2021.
- [4] G.F. Barbosa and J. Carvalho, "Design for Manufacturing and Assembly Methodology Applied to Aircrafts Design and Manufacturing," in *IFAC Proceedings* vol. 46, no. 7, pp. 116–121, 2013.
- [5] R. Ginting, T.Y. Batubara, and W. Widodo, "Desain Ulang Produk Tempat Tissue Multifungsi dengan Menggunakan Metode Quality Function Deployment," *Jurnal Sistem Teknik Industri*, vol. 19, no. 2, pp. 1–9, 2017.
- [6] J. Volotinen, and M. Lohtander, "The re-design of the Ventilation unit with DFMA aspects: Case Study in Finnish Industry," *Procedia Manufacturing*, Elsevier, 2018, pp. 557–564.
- [7] B.V. Chowdary and A. Harris, "Integration of DFMA and DFE for Development of a Product Concept: A Case Study," In *Proc. of the 7th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology*, 2009, pp. 1–8.
- [8] R. Ginting, *Perancangan Produk*, Graha Ilmu, Bandung, 2018.
- [9] R. Ginting, *Alat Ukur Kepuasan Konsumen Terhadap Produk*, USU Press, Medan, 2021.
- [10] R. Ginting, *Perancangan dan Pengembangan Produk*, USU Press, Medan, 2018.
- [11] D.A. Lubis, N. Fadillah, H.R. Husal, T.T. Gusman, and R. Novri, "Pengembangan Alat Pencacah Sampah Organik dan Anorganik Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD) Fase II," *TALENTA Conference Series: Energy and Engineering (EE)*, vol. 5, no. 2, pp. 270–275, 2022.
- [12] G. Boothroyd, P. Dewhurst, and W. Knight, *Product Design for Manufacture and Assembly*, 2nd Edition, Marcel Dekker, New York, 2002.
- [13] D.L. Trenggonowati, "Metode Pengembangan Produk QFD Untuk Meningkatkan Daya Saing Perusahaan," *Spektrum Industri*, vol. 15, no. 1, pp. 1–17, 2017.
- [14] J.E.L. Mesbahi, I. Buj-Corral, and A.E.L. Mesbahi, "Use of the QFD Method to redesign a printing machine for ceramics," *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 111, no. 1, pp. 227–242, 2020.
- [15] S.M. Padma, Z.S. Prihastari, A.R. Sari, I.R. Revulaningtyas, and D.I. Norsita, "Pengembangan Produk Pangan Lokal Talas Bogor (*Colocasia Esculenta*) sebagai Bahan Baku Pembuatan Donat Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD)," *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 9, no. 2, pp. 148–157, 2021.
- [16] A.S. Rahmat, "Peningkatan Mutu Produk Mochi Lampion Kaswari Sukabumi dengan Metode QFD," *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 3, no. 1, pp. 1–9, 2015.
- [17] R. Ginting and B. Suwandira, "Perbaikan Rancangan Laryngoscope dengan Menggunakan Metode DFMA (Design For Manufacturing and Assembly)," *TALENTA Conference Series: Energy & Engineering (EE)*, vol. 3, no. 2, pp. 294–299, 2020.