



PAPER – OPEN ACCESS

Aplikasi Snap Fit Joint Untuk Peningkatan Efisiensi Desain Produk MCVP dengan Menggunakan Metode DFMA

Author : Widya RU, dkk
DOI : 10.32734/ee.v8i1.2647
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 8 Issue 1 – 2025 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



Aplikasi Snap Fit Joint Untuk Peningkatan Efisiensi Desain Produk MCVP dengan Menggunakan Metode DFMA

Widya RU, Rosnani Ginting, Owen Sebastian, Victor Frans

Magister Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara

widyarahmadani@students.usu.ac.id

Abstrak

Produk *Mini Vacuum Cleaner Portable* (MVCP) merupakan salah satu alat elektronik yang bisa dirakit dan dibongkar sehingga bisa dilakukan analisis terhadap alat tersebut dengan menggunakan metode *Design Manufacturing and Assembly* (DFMA) yang berkaitan terhadap peningkatan performansi pengguna produk. Kendala yang umum terjadi pada saat proses *maintanance* dimana pengguna harus membuka rakitan produk yang menggunakan sambungan pengunci 5 pcs mur berukuran 3 mm sehingga memakan waktu yang cukup lama, selain itu butuh tingkat ketelitian yang tinggi karena lubang sambungan berukuran cukup kecil. Hasil penelitian dengan menggunakan DFMA diperoleh adanya penurunan waktu dan biaya perakitan. Waktu perakitan aktual selama 72 detik mengalami penurunan menjadi 3 detik (selisih 69 detik) dan biaya perakitan perproduk pada kondisi aktual sebesar Rp360 menjadi Rp265 (selisih Rp95/produk). Usulan rancangan perbaikan produk dengan menggunakan metode DFMA terhadap rancangan produk *mini vacuum cleaner portable* diperoleh pada proses penggabungan rangka *vacuum* dieliminasi 5 buah komponen mur menjadi penggabungan rangka *vacuum* menggunakan konsep *snap fit* dengan *molding* klep dalam 2 posisi (atas dan bawah). Efisiensi desain mengalami peningkatan dari kondisi aktual sebesar 33,94% menjadi 46,51% (terdapat selisih sebesar 12,57%) sehingga dapat ditawarkan perbaikan rancangan produk MVCP menggunakan konsep *snap fit* tipe *cantilever*.

Kata Kunci: MVCP; DFMA; *Snap Fit*; Efisiensi Desain; *Cantilever*

Abstract

Mini Vacuum Cleaner Portable (MVCP) is an electronic device that can be assembled and disassembled, allowing for analysis using the *Design for Manufacturing and Assembly* (DFMA) method, which is related to enhancing user performance of the product. A common challenge during the maintenance process is that users must disassemble the product, which utilizes a locking connection of 5 pieces of 3 mm nuts, resulting in a considerable amount of time spent. Additionally, a high level of precision is required due to the small size of the connection holes. The research findings using DFMA indicate a reduction in assembly time and costs. The actual assembly time of 72 seconds was reduced to 3 seconds (a difference of 69 seconds), and the assembly cost per product in the actual condition decreased from Rp360 to Rp265 (a difference of Rp95 per product). The proposed design improvement for the portable mini vacuum cleaner product using the DFMA method involves eliminating 5 nut components in the vacuum frame assembly, replacing it with a snap-fit concept using a valve molding in two positions (top and bottom). The design efficiency improved from the actual condition of 33.94% to 46.51% (a difference of 12.57%), thus allowing for the proposed redesign of the MVCP product using a cantilever snap-fit concept.

Keywords: MVCP; DFMA; *Snap Fit*; Design Efficiency; *Cantilever*

1. Pendahuluan

Mini vacuum cleaner portable telah menjadi alat yang sangat dibutuhkan, terutama bagi pengguna yang menginginkan solusi pembersihan yang praktis dan efisien, baik di rumah maupun di mobil. Alat yang ringan ini bisa dibawa kemana saja dan mudah dalam penyimpanan karena bentuknya yang praktis [1]. Salah satu pengguna dari produk ini adalah *driver online*. Penggunaan alat pembersih ini bermanfaat untuk kebersihan interior mobil, efisiensi waktu, meningkatkan kenyamanan penumpang dan sebagai perawatan mobil. Kecepatan respon dari *driver online* mengharuskan melakukan pembersihan secara cepat karena jarak antara masuknya pemesanan secara *online* antara satu customer dengan customer lainnya hanya berselang beberapa detik sehingga dibutuhkan alat pembersih yang praktis dan efisien sehingga semakin sering digunakan produk tersebut, maka akan semakin sering kegiatan *maintenance* alat tersebut dan dapat meningkatkan kepuasan pelanggan [2].

Alat *mini vacuum cleaner portable* merupakan salah satu alat elektronik yang bisa dirakit dan dibongkar sehingga bisa dilakukan analisis terhadap alat tersebut dengan menggunakan metode *Design Manufacturing and Assembly* (DFMA). Desain untuk Manufaktur dan Perakitan (DFMA) merupakan metodologi yang berfokus pada pengoptimalan aspek manufaktur dan perakitan produk. Tujuannya adalah untuk menciptakan produk yang lebih efisien dan ekonomis. DFMA mendorong desain yang lebih sederhana dengan mengurangi jumlah komponen, yang sangat penting untuk produk *mini vacuum cleaner portable* yang harus ringan dan mudah digunakan. Dengan menerapkan desain modular, bagian-bagian dari *vacuum cleaner* dapat dirancang untuk digunakan di berbagai model, mengurangi biaya produksi dan mempermudah perakitan [3].

Perbaikan rancangan alat dengan metode DFMA dapat memberikan keuntungan tidak hanya bagi konsumen, tetapi juga bagi produsen [4]. Keuntungan bagi produsen meliputi pengurangan biaya produksi dengan menyederhanakan desain dan mengurangi jumlah komponen, produsen dapat mengurangi biaya material dan tenaga kerja. Hal ini berkontribusi pada penghematan biaya secara keseluruhan. Peningkatan efisiensi produksi, desain yang lebih sederhana dan modular memungkinkan proses produksi yang lebih cepat dan efisien [5].

Pada produk MVCP kendala-kendala yang dihadapi *driver online* dalam menggunakan alat *mini vacuum cleaner portable* adalah keterbatasan sumber daya, ukuran, kapasitas, perawatan/ kebersihan alat, dan biayanya. Baterai dan motor terletak di dalam bagian bodi *vacuum cleaner* sehingga ketika ada perawatan terhadap baterai ataupun baling kipas harus dilakukan pembukaan rakitan yang memakan waktu lama dikarenakan sambungan antara rangka atas dengan rangka bawah menggunakan mur kecil.



Gambar 1. Rangka Atas dan Bawah MVCP

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai perbaikan rancangan komponen menggunakan metode DFMA agar diperoleh nilai efisiensi desain yang lebih tinggi, adanya pengurangan waktu dan biaya perakitan. Dengan adanya peningkatan nilai efisiensi desain akan berpengaruh pada kepuasan pengguna produk.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Proses Perancangan Produk

Proses perancangan produk adalah urutan langkah-langkah yang diambil untuk mengubah ide menjadi produk yang dapat diproduksi dan dipasarkan. Ini mencakup penelitian, pengembangan, desain, manajemen, dan komunikasi antar pemangku kepentingan [6]. DFMA adalah pendekatan yang mengintegrasikan pertimbangan biaya dan kualitas dalam desain produk, dengan tujuan untuk menyederhanakan proses manufaktur dan perakitan. Ini melibatkan analisis mendalam tentang bagaimana produk akan diproduksi dan dirakit [7].

Salah satu permasalahan dalam desain adalah pada proses perakitan yang bisa memakan waktu lama. Metodologi yang mengintegrasikan prinsip-prinsip desain untuk meningkatkan kemampuan produksi dan perakitan produk. Tujuannya adalah untuk mengurangi biaya dan waktu produksi dengan meminimalkan jumlah komponen serta menyederhanakan proses perakitan menggunakan metode DFMA [8].

2.2. Design for Manufacturing and Assembly (DFMA)

Menurut Geoffrey Boothroyd, penerapan DFMA memiliki 9 tahapan, yaitu:

1. Analisis kebutuhan dan spesifikasi Produk
2. Konsep desain awal
3. Evaluasi desain DFM dan DFA
4. Optimasi desain
5. *Prototyping* dan pengujian
6. Revisi desain.
7. Dokumentasi dan persiapan produksi
8. Implementasi dan produksi.
9. Evaluasi pasca-produksi [3].

2.3. Design for Manufacturing and Assembly (DFMA)

Material selection (pemilihan material) adalah proses memilih material yang paling sesuai untuk aplikasi tertentu berdasarkan kriteria seperti kekuatan, berat, biaya, dan dampak lingkungan. Material harus memenuhi spesifikasi teknis yang diperlukan untuk aplikasi, mempertimbangkan biaya material dan proses produksi, memilih material yang ramah lingkungan dan dapat didaur ulang. Langkah-langkah *material selection* adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi kebutuhan desain
2. Penyaringan material
3. Evaluasi material [9].

2.4. Assembly Process Chart (APC)

Assembly Process Chart adalah diagram yang menggambarkan langkah-langkah dan urutan dalam proses perakitan, serta hubungan antara komponen dan subkomponen. Dalam buku ergonomi Barnes, teori ini menekankan analisis waktu dan gerakan untuk merancang proses kerja yang lebih efisien, mengurangi pemborosan, dan meningkatkan kenyamanan bagi pekerja. Teori ini juga mencakup penggunaan simbol dan notasi untuk memudahkan pemahaman alur kerja, serta pentingnya mempertimbangkan faktor ergonomis dalam desain untuk meningkatkan produktivitas dan mengurangi risiko cedera [10].

2.5. Snap Fit Joint

Snap fit Joint adalah metode perakitan yang menggunakan *interlocking features* (fitur pengunci) untuk menggabungkan dua atau lebih komponen tanpa memerlukan alat tambahan, seperti mur, sekrup atau lem. Metode ini dalam desain produk banyak digunakan karena bertujuan dalam kemudahan perakitan, pengurangan biaya, dan kemampuan untuk mengurangi jumlah komponen [11]. *Snap fit* adalah jenis sambungan mekanis yang

memungkinkan dua komponen untuk disatukan tanpa menggunakan pengikat tambahan, meningkatkan efisiensi perakitan. Adapun karakteristik dari *snap fit* adalah sebagai berikut :

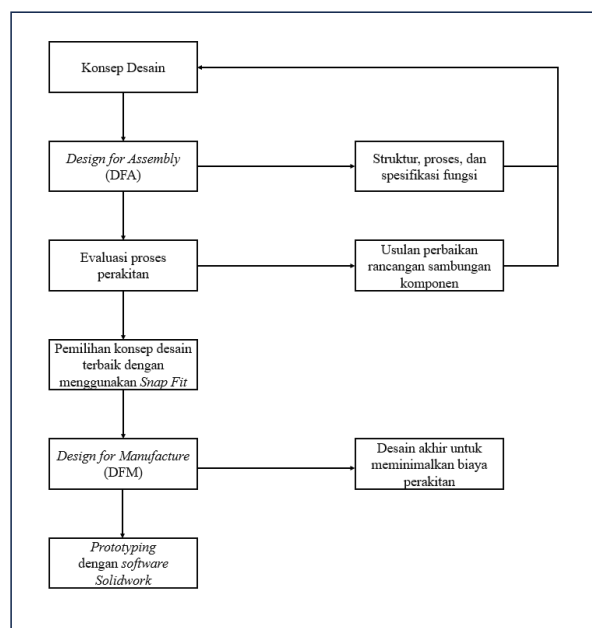
1. Desain Sederhana memudahkan proses perakitan dan mengurangi biaya.
2. Fleksibilitas, dapat dirancang untuk berbagai aplikasi dan material.
3. Kekuatan dan ketahanan, dengan desain yang tepat, *snap fit* dapat menahan beban dan tekanan tanpa gagal [12].

Adapun jenis-jenis *snap fit*, yaitu :

1. Tipe Cantilever, terdiri dari lengan fleksibel yang menonjol dari satu bagian.
2. Tipe U-Shaped, memiliki lengan yang berbentuk U, yang memungkinkan komponen untuk terpasang dengan cara yang lebih stabil.
3. Tipe L-Shaped, memiliki lengan yang membentuk sudut 90 derajat.
4. Tipe Annular, memiliki bentuk cincin yang mengelilingi bagian yang lain.
5. Tipe Torsion, menggunakan gaya torsi untuk mengunci dua bagian [13].

3. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan berdasarkan metode termasuk ke dalam penelitian deskriptif. Objek penelitian yang diamati adalah produk *mini vacuum cleaner portable* dengan spesifikasi panjang 30 cm, lebar 14 cm, ketebalan 5,5 cm, dan memiliki kekuatan daya hisap 6.500 Pa. Variabel penelitian meliputi desain produk, material produk, waktu perakitan produk, dan biaya perakitan produk. Metode pengumpulan data melalui observasi dan wawancara. Metode pengolahan data mengikuti langkah-langkah DFMA yang dapat digambarkan dalam rancangan penelitian pada Gambar 2.



Sumber : Geoffrey Boothroyd et al., 2010

Gambar 2. Rancangan Penelitian

4. Hasil Penelitian










4.1. Konsep Desain

Pada kondisi aktual, struktur produk MVCP terdiri dari 3 level dengan jumlah komponen penyusun sebanyak 25 pcs dan secara umum, waktu yang dibutuhkan dalam perakitan (waktu siklus) sebesar 221 detik yang terdiri dari 5 kegiatan operasi serta 1 kegiatan inspeksi.

4.2. Design for Assembly (DFA)

Desain perakitan akan lebih mudah diidentifikasi dan ditelusuri pemecahan masalahnya apabila dibuka perakitan satu persatu untuk mengetahui spesifikasi dari masing-masing komponen yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Komponen MVCP

No.	Komponen	Jumlah	Material	Gambar
1.	Rangka Bawah <i>Vacuum</i>	1	Plastik ABS	
2.	<i>Mouthpiece</i>	1	Plastik ABS	
3.	Penutup Belakang	1	Plastik ABS	
4.	Dinamo	1	Aluminium	
5.	Kabel Merah	1	TPE	
6.	Kabel Hitam	1	TPE	
7.	Baterai	1	Logam	
8.	Papan Sirkuit	1	<i>Fiber Glass</i>	
9.	Tombol <i>Power</i>	1	Plastik ABS	

No.	Komponen	Jumlah	Material	Gambar
10.	Rangka Atas <i>Vacuum</i>	1	Plastik ABS	
11.	Mur	5	Logam	
12.	<i>Clear Vessel</i>	1	<i>Polycarbonate</i>	
13.	<i>Silicone Lid</i>	1	<i>Silicone</i>	
14.	<i>Filter</i>	1	HEPA H10	
15.	<i>Flat Nozzle</i>	1	Plastik ABS	
16.	<i>Brush Nozzle</i>	1	Plastik ABS	

4.3. Evaluasi Proses Perakitan

Berdasarkan hasil wawancara dengan teknisi dan pengguna produk, maka dapat ditemukan kendala yang terjadi saat proses perakitan dalam kegiatan pembersihan (*maintenance*) dimana membutuhkan waktu yang cukup lama (72 detik) dan harus menggunakan alat bantu (obeng) dalam membuka dan menutup kembali kunci sambungan rangka atas dengan rangka bawah produk *mini vacuum cleaner portable* sehingga berpengaruh pada performansi penggunaan produk.

4.4. Pemilihan Konsep Terbaik

Setelah dievaluasi kendala yang terjadi dalam proses perakitan, maka langkah selanjutnya dilakukan pemilihan konsep desain terbaik dengan tujuan agar memudahkan dalam perakitan yang akan berpengaruh pada waktu siklus dan biaya perakitan [14], yaitu dengan mengganti konsep sambungan/ penguncian rangka atas dengan bawah yang sebelumnya menggunakan 5 mur berukuran 3 mm diganti dengan konsep *snap fit joint*. Melalui proses penyederhanaan desain, yaitu mengurangi jumlah komponen untuk mempermudah proses produksi, memilih material yang mudah diproduksi dan dirakit dan memastikan bahwa desain dapat diproduksi dengan metode yang efisien.

4.5. Design for Manufacture (DFM)

Berdasarkan penjelasan mengenai jenis *snap fit* pada tinjauan pustaka, maka untuk produk MVCP akan digunakan tipe *snap fit cantilever* dengan alasan biaya pembuatan rendah, butuh sedikit ruang untuk perakitan, bentuk sederhana, mudah diproduksi dan dirakit [3].

Keuntungan yang diperoleh setelah menggantikan penguncian sambungan rangka atas dan rangka bawah dengan menggunakan 5 mur dengan konsep *snap fit* adalah berkurangnya komponen (eliminasi komponen mur dan menambahkan *molding snap fit* pada rangka atas dan bawah MVCP) sehingga dapat diperoleh waktu perakitan yang lebih cepat. Identifikasi pengembangan komponen produk MVCP dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Identifikasi Pengembangan Komponen Produk

Nama Komponen	Gambar Komponen	Solusi Perbaikan
Rangka Atas		Dilakukan perbaikan dengan menggunakan konsep <i>snap fit</i> untuk menyambungkan/ mengunci antara rangka atas dengan rangka bawah <i>vacuum cleaner</i>
Rangka Bawah		

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

Dimana :

EM : Efisiensi desain

NM : Jumlah komponen teoritis

TM : Total waktu perakitan

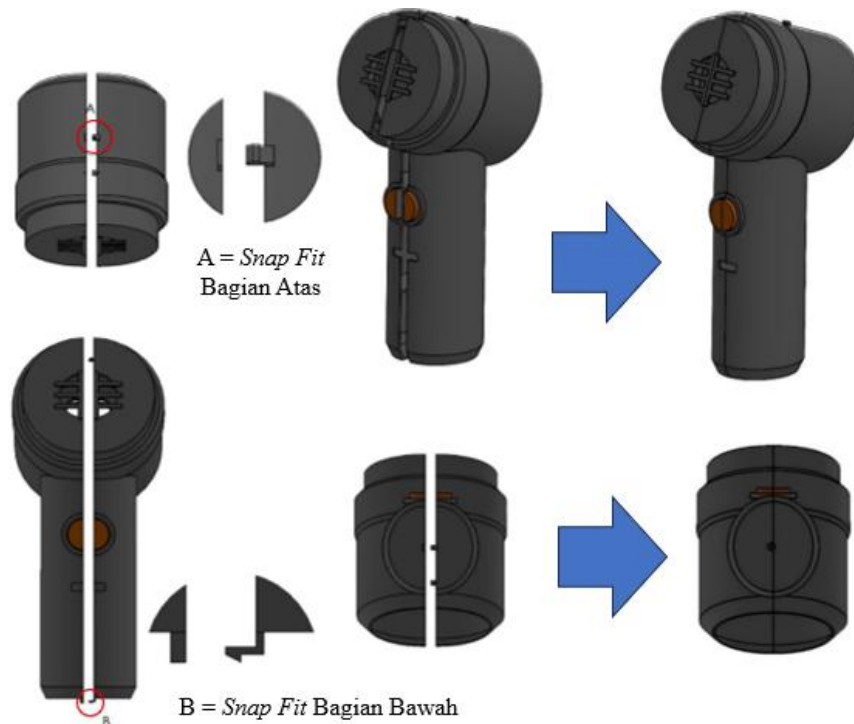
Perbandingan perhitungan efisiensi desain perakitan aktual dan hasil rancangan dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Perbandingan Perhitungan Efisiensi Desain Perakitan

No.	Desain	Jumlah Komponen Teoitis (unit)	Total Waktu Perakitan (detik)	Efisiensi Desain
1.	Produk MVCP Awal	25	221	33,94%
2.	Produk MVCP Hasil Rancangan	20	129	46,51%

4.6. Prototyping

Pemilihan hasil rancangan akhir dengan melihat nilai efisiensi desain yang sudah dilakukan sebelumnya sehingga diperoleh nilai efisiensi yang terbaik berdasarkan metode DFMA [15]. Selanjutnya dilakukan proses *prototyping*, proses ini memastikan bahwa produk akhir tidak hanya memenuhi kebutuhan pengguna tetapi juga efisien dalam hal biaya dan waktu produksi, sesuai dengan prinsip DFMA sehingga dapat dilihat usulan rancangan perbaikan sambungan/ penguncian rangka dengan menggunakan konsep *snap fit* dengan menggunakan *software Solidwork* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Prototyping Konsep Snap Fit pada Produk MVCP

5. Analisis dan Evaluasi

Analisis pada perbaikan rancangan dengan menggunakan metode DFMA adalah substitusi komponen dari sebelumnya menggunakan sambungan 5 mur kecil berukuran 3 mm menjadi sambungan konsep *snap fit* yang berada pada bagian atas dan bawah *vacuum cleaner*. Tentunya dari segi waktu mengalami penurunan dimana pada kondisi perakitan aktual membutuhkan waktu perakitan selama 72 detik sedangkan pada kondisi usulan rancangan sambungan konsep *snap fit* hanya membutuhkan waktu 3 detik dalam perakitan. Selisih berkisar 69 detik atau 1 menit 9 detik lamanya. Dalam proses perakitan, waktu sedetik pun berpengaruh pada hasil *output* apalagi jika banyak jumlah

komponen/ komponen penyusunnya yang berukuran kecil. Ketika variabel waktu perakitan berubah, selanjutnya ada variabel lain yang ikut mengalami perubahan juga, yaitu variabel biaya perakitan, dimana pada kondisi aktual biaya perakitan perproduk sebesar Rp360 setelah menggunakan *snap fit* biaya perakitan mengalami penurunan menjadi Rp265 (selisih Rp95/produk). Jika produk dirakit dalam jumlah yang sangat banyak, maka nilai selisih tadi dapat menjadi keuntungan yang banyak bagi perusahaan itu sendiri.

Analisis pada struktur produk dari kondisi aktual dengan kondisi usulan rancangan perbaikan ada eliminasi komponen 5 mur (B-1) yang berada di bawah rangka atas *vacuum* pada level 2 Pada *Assembly Process Chart* (APC) tidak terjadi perubahan proses operasi (O-3), hanya adanya penurunan waktu perakitan dari yang sebelumnya 72 detik menggunakan alat bantu (obeng) menjadi 3 detik, tanpa alat bantu (selisih 69 detik).

Analisis perbaikan rancangan DFMA dapat dilihat dari nilai efisiensi desain aktual dengan desain perbaikan yang hasilnya dapat meningkatkan efisiensi dalam perakitan dari 33,94% menjadi 46,51% (terdapat peningkatan sebesar 12,57% dari desain aktual) sehingga dapat ditawarkan menggunakan usulan rancangan perbaikan alat *mini vacuum cleaner portable* menggunakan konsep *snap fit* tipe *cantilever*.

6. Kesimpulan

Dengan menggunakan metode DFMA dan mengikuti langkah-langkah penyelesaian masalah berdasarkan teori yang sudah disampaikan sebelumnya sehingga diperoleh perlunya dilakukan perbaikan pada rancangan produk MVCP sebelumnya masih menggunakan mur sebagai pengunci sambungan antara rangka atas dengan rangka bawah diusulkan konsep menggunakan sambungan *snap fit* tipe *cantilever* dengan hasil terdapat penurunan waktu siklus perakitan dari 72 detik menjadi 3 detik, pengurangan biaya perakitan dari Rp360 menjadi Rp265, dan peningkatan nilai efisiensi desain dari 33,94% menjadi 46,51%.

Referensi

- [1] Suryadi, Rischma Fachirah, *Robot Vacuum Cleaner* dengan Dua Mode Gerak Pindai Lantai, Universitas Pembangunan Jaya (2024) 5.
- [2] Aprilia Massie, dkk., Pengaruh Kualitas Pelayanan Terhadap Kepuasan Pelanggan (Studi Pada Pelanggan PT. Grab Gorontalo), Universitas Negeri Gorontalo (2022) 271.
- [3] Boothroyd, G., Dewhurst, P., & Knight, W. A, *Product Design for Manufacture and Assembly*, CRC Press (2010) 24-25, 72-73.
- [4] Francesco De Fazio, et. al, *The Disassembly Map: A New Method to Enhance Design for Product Repairability*, Delft University of Technology of Netherland (2021) 14.
- [5] Alkent Chenio, Novika Zuya, Perancangan Perbaikan *Microwave Oven* dengan *Design for Manufacturing and Assembly* (DFMA), Universitas Sumatera Utara, Talenta Conference Series (2024), 307.
- [6] Rimbangun Bamban, dkk, Perencanaan dan Perancangan Produk, UMSIDA Press (2021) 7.
- [7] Rosnani Ginting, Metode Perancangan Produk, USU Press (2021) 11-14.
- [8] Vidi Sunjata dkk, *The Implementation of Design for Manufacturing And Assembly (Dfma) In Indonesian Construction Industry: Major Barriers And Driving Factors*, Universitas Tarumanagara Jakarta (2024)
- [9] Roxas, Cheryl Lyne C., et al., *Design for Manufacturing and Assembly (DfMA) and Design for Deconstruction (DfD) in the Construction Industry: Challenges, Trends and Developments*, De La Salle University (2023) 7.
- [10] Ralph M. Barnes, *Motion and Time Study*, John Wiley And Sons Inc (1963) 75-76.
- [11] Emilio A. Ramirez, et. al., *Methodology for Design Process of a Snap-Fit Joint Made by Additive Manufacturing*, Campus Gustavo Galindo Ecuador (2019) 4.
- [12] Sarah Rankohi et. al., *Design-for-Manufacturing and Assembly (DfMA) for the Construction Industry : a Review*, Polytechnique Montréal Canada (2022) 5.
- [13] Richconn, Shenzhen Technology Co., Ltd., *Snap Fit 101: All You Need to Know About Snap Fitting*, www.richconn-cnc.com (2020).
- [14] Akhsay Harlalka, et. al., *Redesign of An In-Market Food Processor for Manufacturing Cost Reduction using DFMA Methodology*, Aalborg University (2016) 6.
- [15] Md Fahmi Samad et. al., *Application of Design for Manufacturing and Assembly (DFMA) Method to Vehicle Door Design*. Universiti Teknikal Malaysia Melaka (2022) 5.