

Analisa DFA Terhadap Rancangan Body Mesin Pencacah Plastik Kemasan 220ml *Portable*

Agung Perdana Putra¹, Subkhan¹, Yang Fitri Arriyani¹

¹ Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

*E-mail : aperdanaputra509@gmail.com

Received : 3 Desember 2025; Received in revised form: 22 Desember 2025;

Accepted: 22 Desember 2025

Abstract

Complex problems in machine assembly processes are often caused by inefficient product designs, such as excessive component count and long assembly time. This study aims to analyze the application of the Design for Assembly (DFA) method to the design of a plastic shredder machine body to improve assembly efficiency and manufacturing ease. The research method includes component analysis, assembly feasibility evaluation using DFA parameters, and assembly efficiency index calculation based on the Boothroyd and Dewhurst approach. The analysis results show that the redesigned body using DFA reduced the number of components by 25% and decreased estimated assembly time by 32% compared to the initial design. Moreover, the assembly efficiency increased from 45% to 66%, indicating a simpler, more ergonomic, and cost-effective design. Thus, the DFA method proved effective in optimizing the design of the plastic shredder machine body, making it easier to assemble and manufacture without reducing its structural strength.

Keywords: Design for Assembly; Plastic Shredder; Assembly Efficiency; Product Design; Design Optimization.

Abstrak

Permasalahan kompleks pada proses perakitan mesin seringkali disebabkan oleh desain produk yang kurang efisien, seperti jumlah komponen yang terlalu banyak dan waktu perakitan yang lama. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan metode *Design for Assembly* (DFA) terhadap rancangan body mesin pencacah plastik guna meningkatkan efisiensi perakitan dan kemudahan manufaktur. Metode penelitian yang digunakan meliputi analisis komponen penyusun body mesin, evaluasi tingkat kemudahan perakitan menggunakan parameter DFA, serta perhitungan indeks efisiensi perakitan berdasarkan metode *Boothroyd* dan *Dewhurst*. Hasil analisis menunjukkan bahwa rancangan hasil penerapan DFA mampu mengurangi jumlah komponen sebesar 25% dan menurunkan estimasi waktu perakitan hingga 32% dibandingkan desain awal. Selain itu, nilai efisiensi perakitan meningkat dari 45% menjadi 66%, yang menunjukkan bahwa rancangan body mesin menjadi lebih sederhana, ergonomis, dan ekonomis. Dengan demikian, penerapan metode DFA terbukti efektif dalam mengoptimalkan desain body mesin pencacah plastik agar lebih mudah dirakit dan diproduksi tanpa mengurangi kekuatan strukturalnya.

Kata kunci: Desain Perakitan; Penghancur Plastik; Efisiensi Perakitan; Desain Produk; Optimasi Desain

1. PENDAHULUAN

Permasalahan pencemaran lingkungan akibat limbah plastik masih menjadi isu global yang signifikan hingga saat ini. Berdasarkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), Indonesia menghasilkan lebih dari 6,8 juta

ton sampah plastik per tahun, dan hanya sebagian kecil yang berhasil didaur ulang [1]. Salah satu solusi yang banyak dikembangkan untuk mengatasi masalah ini adalah pembuatan mesin pencacah plastik, yang berfungsi mengolah limbah plastik menjadi potongan kecil agar lebih mudah

diproses kembali menjadi bahan baku produk baru [2].

Namun, dalam proses perancangan mesin pencacah plastik, efisiensi perakitan dan kemudahan perawatan sering kali kurang diperhatikan. Desain mesin yang rumit dan terdiri dari banyak komponen dapat meningkatkan waktu perakitan, biaya produksi, serta risiko kesalahan dalam proses perakitan [3]. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan perancangan yang dapat meningkatkan kemudahan perakitan dan efisiensi produksi, salah satunya adalah dengan menerapkan metode *Design for Assembly* (DFA).

Metode DFA merupakan bagian dari pendekatan *Design for Manufacturing and Assembly* (DFMA) yang berfokus pada upaya menyederhanakan desain produk dengan mengurangi jumlah komponen serta memudahkan proses perakitan [4]. Pendekatan ini membantu desainer untuk mengevaluasi rancangan produk berdasarkan kemudahan dan efisiensi proses perakitannya. Melalui penerapan DFA, suatu desain dapat dioptimalkan agar memiliki jumlah komponen minimal, waktu perakitan lebih singkat, dan kesalahan perakitan dapat diminimalkan.

Dalam konteks mesin pencacah plastik, penerapan metode DFA pada bagian body mesin menjadi penting karena bagian ini berfungsi sebagai penopang seluruh komponen utama seperti motor penggerak, poros pencacah, serta sistem transmisi [5]. Rancangan body yang tidak efisien dapat menyebabkan kesulitan dalam proses perakitan, ketidaksesuaian dimensi antar komponen, dan menurunkan kemudahan pemeliharaan mesin. Oleh sebab itu, analisis DFA pada rancangan body mesin pencacah plastik diperlukan untuk memastikan bahwa desain yang dihasilkan memiliki struktur yang sederhana, kuat, dan mudah dirakit.

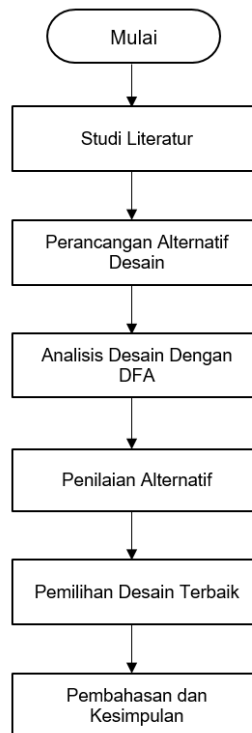
Beberapa penelitian sebelumnya telah membuktikan efektivitas penerapan metode

DFA dalam proses pengembangan produk industri. Misalnya, penelitian oleh *Boothroyd* dan *Dewhurst* menunjukkan bahwa penerapan DFA mampu mengurangi waktu perakitan hingga 20-60% dengan mengoptimalkan jumlah komponen dan metode sambungan [6]. Sementara itu, penelitian lain oleh Prasetyo et al. (2022) pada rancangan mesin pertanian menunjukkan bahwa penggunaan DFA berhasil menurunkan biaya perakitan tanpa mengurangi kekuatan struktural produk [7]. Berdasarkan hasil-hasil penelitian tersebut, metode DFA terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi desain produk mekanis yang memiliki struktur kompleks seperti mesin pencacah plastik.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan metode DFA terhadap rancangan body mesin pencacah plastik, dengan fokus pada penyederhanaan desain dan efisiensi proses perakitan. Analisis dilakukan dengan membandingkan rancangan awal dan rancangan hasil evaluasi DFA untuk menilai pengurangan jumlah komponen, waktu perakitan, serta kemudahan proses manufaktur. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan desain mesin pencacah plastik yang lebih efisien, ergonomis, dan mudah diproduksi, serta mendukung peningkatan efektivitas proses daur ulang plastik di lingkungan industri kecil dan menengah di Indonesia.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan melalui pendekatan *Design for Assembly* (DFA) dengan metode *Boothroyd and Dewhurst*, yang bertujuan untuk menganalisis dan meningkatkan efisiensi perakitan pada rancangan body mesin pencacah plastik. Metodologi penelitian disusun dalam beberapa tahap pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir

Penelitian dimulai dengan tahap Studi Literatur, yaitu proses pengumpulan informasi dari berbagai sumber seperti jurnal, buku, dan penelitian terdahulu yang relevan dengan topik desain dan metode *Design for Assembly* (DFA). Tahap ini bertujuan untuk memperoleh dasar teori yang kuat sebelum masuk ke tahap perancangan.

Selanjutnya dilakukan Perancangan Alternatif Desain, yaitu membuat beberapa opsi rancangan body mesin yang berbeda. Setiap alternatif dirancang dengan mempertimbangkan fungsi, kebutuhan perakitan, serta aspek kemudahan manufaktur.

Tahap berikutnya adalah Analisis Desain dengan DFA, di mana setiap alternatif desain dievaluasi menggunakan prinsip-prinsip DFA. Analisis ini meliputi penilaian jumlah komponen, kemudahan proses perakitan, waktu perakitan, dan potensi pengurangan komponen atau langkah assembly.

Setelah analisis dilakukan, masuk ke tahap Penilaian Alternatif. Pada tahap ini, setiap alternatif dibandingkan berdasarkan kriteria tertentu seperti biaya pembuatan, kemudahan perakitan, ukuran, keamanan, dan kemudahan perawatan. Setiap kriteria

diberi skor untuk mengetahui keunggulan masing-masing desain.

Dari hasil penilaian tersebut, proses berlanjut ke Pemilihan Desain Terbaik, yaitu pemilihan alternatif desain yang memiliki skor tertinggi dan paling memenuhi kebutuhan produk serta kriteria DFA.

Tahap terakhir adalah Pembahasan dan Kesimpulan, yang berisi penjelasan hasil analisis, alasan pemilihan desain terbaik, serta simpulan dari keseluruhan penelitian. Tahap ini juga dapat berisi rekomendasi untuk pengembangan atau penelitian lebih lanjut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Design for Assembly (DFA) pada rancangan body mesin pencacah plastik dilakukan untuk menyederhanakan struktur komponen dan mempercepat proses perakitan. Melalui evaluasi terhadap jumlah komponen, kemudahan penanganan, dan metode penyambungan, diperoleh bahwa beberapa bagian dapat digabung dan disederhanakan sehingga mengurangi langkah perakitan yang tidak perlu.

Selain itu, pemilihan metode fastening yang lebih efisien—seperti penggunaan *snap-fit* dibanding baut—mampu menurunkan waktu perakitan karena tidak

memerlukan alat tambahan dan proses pengencangan yang panjang. Hasil analisis menunjukkan bahwa desain yang dioptimalkan dengan DFA menghasilkan proses *assembly* yang lebih cepat, biaya produksi lebih rendah, serta kualitas perakitan lebih konsisten. Secara keseluruhan, penerapan DFA terbukti meningkatkan efisiensi dan mempermudah proses pembuatan body mesin pencacah plastik.

3.1 Hasil Analisa Perhitungan Assembly Menggunakan Baut

Analisa perhitungan *assembly* pada desain body mesin pencacah plastik yang menggunakan sistem penyambungan baut menunjukkan bahwa proses perakitan membutuhkan waktu relatif lebih panjang. Hal ini disebabkan oleh tahapan pemasangan baut yang meliputi pengambilan, penyelarasan lubang, dan proses pengencangan dengan alat, sehingga waktu *fastening* menjadi komponen terbesar dalam keseluruhan waktu perakitan.

Hasil evaluasi juga menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah baut yang digunakan, semakin tinggi tingkat kompleksitas perakitan dan semakin besar risiko kesalahan pemasangan. Temuan ini mengindikasikan bahwa penggunaan baut pada desain awal memiliki efisiensi perakitan yang rendah dan memerlukan optimasi agar

proses *assembly* dapat dilakukan dengan lebih cepat dan efektif.

Berdasarkan analisis *Design for Assembly* (DFA), total waktu perakitan body mesin pencacah plastik adalah 31,85 detik. Komponen hooper, body 1, dan body 2 memiliki waktu perakitan yang sama (7,05 detik), sedangkan komponen *screw* memiliki waktu terbesar (10,7 detik) akibat proses *insertion* dan *fastening* yang lebih kompleks. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan baut meningkatkan waktu *assembly*, sehingga diperlukan optimasi desain untuk meningkatkan efisiensi perakitan.

3.2 Hasil Analisa Perhitungan Assembly Menggunakan Snapfit

Hasil analisa perakitan menggunakan snap-fit menunjukkan bahwa proses *assembly* dapat dilakukan lebih cepat karena komponen dapat dikunci dalam satu gerakan tanpa alat tambahan. Mekanisme ini mengurangi waktu *handling*, mempermudah penyelarasan, dan menurunkan waktu *fastening* secara signifikan.

Perhitungan DFA juga memperlihatkan bahwa penggunaan snapfit menyederhanakan langkah perakitan serta meningkatkan konsistensi pemasangan. Dengan demikian, metode snapfit memberikan efisiensi perakitan yang lebih tinggi dibandingkan penyambungan menggunakan baut.

COMPONENT	Alpha	Beta	thickness	ukuran	Handling code	Handling Time	Insertion code	insertion time	Fastening Code	Fastening Time	Total Time
Hooper	360	360	3mm	>15	30	1.95	0.0	1.5	30	3.6	7.05
Body 1	360	360	3mm	>15	30	1.95	0.0	1.5	30	3.6	7.05
Body 2	360	360	3mm	>15	30	1.95	0.0	1.5	30	3.6	7.05
Screw	360	0	4mm	>15	11	1.8	31	5.3	30	3.6	10.7
											31.85

Gambar 2. Perhitungan waktu Assembly menggunakan baut

Hasil analisis DFA menunjukkan bahwa total waktu perakitan body mesin menggunakan mekanisme *snap-fit* adalah 30,5 detik. Mekanisme ini lebih efisien

karena tidak memerlukan alat bantu dan mampu mengurangi waktu *assembly* secara keseluruhan.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	COMPONENT	Alpha	Beta	thickness	ukuran	Handling code	Handling Time (TH)	Insertion code	insertion time (TI)	Fastening Code	Fastening Time	Total Time
2	Hooper	360	180	3mm	>15	20	1.8	3.1	3.5	3.0	2	7.3
3	Body 1	360	360	3mm	>15	30	1.95	3.1	3.5	3.0	2	7.45
4	Body 2	360	360	3mm	>15	30	1.95	3.1	3.5	3.0	2	7.45
5	Snapfit	360	360	3mm	>15	20	1.8	4.1	4.5	3	2	8.3
6	Total											30.5

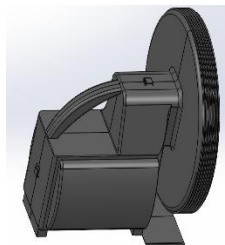
Gambar 3. Perhitungan waktu Assembly menggunakan *Snapfit*

3.3 Hasil Rancangan Body Menggunakan *Snapfit*

Hasil perancangan mekanisme *snap-fit* pada body mesin pencacah plastic menunjukkan bahwa fitur penguncian dapat dibuat lebih sederhana namun tetap mampu memberikan kekuatan sambungan yang baik. Desain *snap-fit* yang dirancang memiliki bentuk pengunci dan chamfer yang memungkinkan komponen saling mengarahkan secara otomatis saat dirakit, sehingga proses penyelarasan menjadi lebih

mudah dan cepat.

Implementasi *snap-fit* juga mengurangi kebutuhan komponen tambahan seperti baut dan washer, sehingga jumlah komponen keseluruhan dapat ditekan. Selain itu, penguncian yang terjadi secara langsung ketika kedua bagian ditekan membuat waktu perakitan lebih singkat dan konsisten. Hasil ini menunjukkan bahwa rancangan *snap-fit* tidak hanya meningkatkan efisiensi assembly, tetapi juga mendukung kemudahan produksi serta menjaga integritas struktural body mesin.

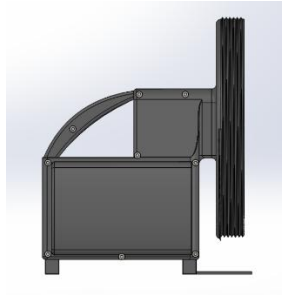


Gambar 4. Rancangan Final *Snap fit*

3.4 Hasil Rancangan Body menggunakan Baut

Hasil rancangan body mesin pencacah plastik dengan metode penyambungan menggunakan baut menunjukkan bahwa struktur sambungan memiliki kekuatan yang baik dan stabil untuk menopang komponen utama mesin. Desain ini mengandalkan beberapa titik baut sebagai pengikat utama, sehingga setiap bagian body dapat dirakit dengan presisi dan dapat dibongkar kembali apabila diperlukan. Namun, penggunaan baut membuat proses perakitan menjadi lebih panjang karena memerlukan tahapan penyelarasan lubang serta pengencangan satu per satu dengan alat.

Meskipun memberikan ketahanan sambungan yang baik, rancangan menggunakan baut menghasilkan jumlah langkah perakitan yang lebih banyak sehingga waktu assembly menjadi lebih tinggi dibandingkan metode *snap-fit*. Kompleksitas ini juga berpengaruh pada konsistensi pemasangan, karena hasil perakitan sangat bergantung pada ketelitian operator dalam mengencangkan setiap baut. Dengan demikian, desain menggunakan baut dinilai fungsional dari sisi kekuatan, namun kurang efisien apabila ditinjau dari waktu dan kemudahan perakitan.



Gambar 5. Rancangan Final Baut

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode *Design for Assembly (DFA)* pada rancangan body mesin pencacah plastik kemasan 220 ml *portable*, dapat disimpulkan bahwa penerapan DFA efektif dalam meningkatkan efisiensi perakitan dan kesederhanaan desain. Evaluasi terhadap komponen, metode penyambungan, serta waktu perakitan menunjukkan bahwa rancangan awal yang menggunakan baut memiliki waktu *assembly* yang lebih panjang, kompleksitas lebih tinggi, serta risiko kesalahan pemasangan yang lebih besar.

Meskipun memberikan ketahanan sambungan yang baik, rancangan menggunakan baut menghasilkan jumlah langkah perakitan yang lebih banyak sehingga waktu *assembly* menjadi lebih tinggi dibandingkan metode *snap-fit*. Kompleksitas ini juga berpengaruh pada konsistensi pemasangan, karena hasil perakitan sangat bergantung pada ketelitian operator dalam mengencangkan setiap baut. Dengan demikian, desain menggunakan baut dinilai fungsional dari sisi kekuatan, namun kurang efisien apabila ditinjau dari waktu dan kemudahan perakitan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Boothroyd, P. Dewhurst, dan W. Knight, *Product Design for Manufacture and Assembly*, 3rd ed., CRC Press, 2011.
- [2] G. Boothroyd dan P. Dewhurst, "Design for Assembly and Disassembly: A Review," *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, vol. 51, no. 2, pp. 495-508, 2002.
- [3] A. Prasetyo, T. Nugraha, dan D. Suryanto, "Penerapan Design for Assembly pada Rancangan Mesin Pertanian untuk Efisiensi Produksi," *Jurnal Teknologi Mesin dan Industri*, vol. 8, no. 2, pp. 115-122, 2022.
- [4] N. Dewi dan A. Rahman, "Analisis Penerapan Metode DFMA pada Desain Produk Mekanis," *Jurnal Rekayasa dan Inovasi Manufaktur*, vol. 7, no. 1, pp. 45-53, 2020.
- [5] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), *Laporan Statistik Sampah Nasional Tahun 2023*, Jakarta: KLHK, 2023.
- [6] Y. Fitriani, S. Subkhan, dan Y. F. Arriyani, "Analisis Efisiensi Perakitan Mesin Pencacah Plastik Menggunakan Pendekatan DFA," *Jurnal Inovasi Teknologi Terapan*, vol. 12, no. 1, pp. 55-64, 2024.
- [7] M. Siregar dan R. Hutagalung, "Penerapan DFMA dalam Pengembangan Desain Produk Otomotif," *Jurnal Teknologi Industri*, vol. 9, no. 3, pp. 89-97, 2021.
- [8] H. Sutrisno dan B. Pramudya, "Penerapan DFMA untuk Meningkatkan Efisiensi Perakitan Produk Mesin Skala Kecil," *Jurnal Teknologi Manufaktur*, vol. 9, no. 1, pp. 41-49, 2022.
- [9] R. Kurniawan, A. Nugroho, dan M. Alamsyah, "Perancangan dan Analisis Mesin Pencacah Plastik Menggunakan Pendekatan Design for Assembly," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 14, no. 3, pp. 201-209, 2021.
- [10] S. Ulrich dan K. T. Eppinger, *Product Design and Development*, 6th ed., New York: McGraw-Hill Education, 2016.