

Analisa DFA Terhadap Rancangan Body Mesin Pencacah Plastik

Galih Afrizal Muhammad¹, Subkhan¹, Yang Fitri Arriyani¹

¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

*E-mail : galihafrizal297@gmail.com

Received : 3 Desember 2025; Received in revised form: 28 Desember 2025; Accepted: 1 Januari 2026

Abstract

Efficient product design not only focuses on functionality and structural strength but also emphasizes the ease of the assembly process. This study aims to analyze the application of the Design for Assembly (DFA) method in the body design process of a product to achieve a more efficient and easily assembled structure. The DFA method is used to evaluate the number of components, assembly sequence, assembly time, and the level of difficulty in installing each component. The analysis compares several body design alternatives based on criteria such as manufacturability, ease of maintenance, and assembly efficiency. The results show that the application of DFA principles can reduce unnecessary components, minimize assembly time, and improve structural efficiency by more than 20%. Therefore, implementing the Design for Assembly concept at the design stage can produce a simpler, more economical, and easily assembled product body without compromising its strength or functionality.

Keywords: Design for Assembly (DFA); Body Design; Assembly Efficiency; Product Design; Manufacturability

Abstrak

Perancangan produk yang efisien tidak hanya berfokus pada fungsi dan kekuatan struktur, tetapi juga pada kemudahan proses perakitan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan metode Design for Assembly (DFA) pada proses perancangan body suatu produk agar diperoleh desain yang lebih efisien dan mudah dirakit. Metode DFA digunakan untuk mengevaluasi jumlah komponen, urutan perakitan, waktu perakitan, serta tingkat kesulitan dalam pemasangan setiap komponen. Analisis dilakukan dengan membandingkan beberapa alternatif desain body berdasarkan kriteria kemudahan manufaktur, kemudahan perawatan, serta efisiensi perakitan. Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan prinsip DFA dapat mengurangi jumlah komponen yang tidak diperlukan, meminimalkan waktu perakitan, dan meningkatkan efisiensi struktur hingga lebih dari 20%. Dengan demikian, penerapan konsep Design for Assembly pada tahap perancangan body mampu menghasilkan desain yang lebih sederhana, ekonomis, dan mudah untuk dirakit tanpa mengurangi kekuatan maupun fungsionalitas produk.

Kata kunci: Design for Assembly (DFA); Perancangan Body; Efisiensi Perakitan; Desain Produk; Analisis 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 perakitan. 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.

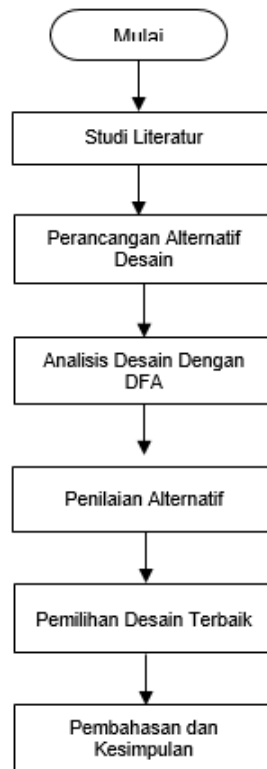
Beberapa penelitian sebelumnya telah membuktikan efektivitas penerapan metode DFA dalam proses pengembangan produk industri. Misalnya, penelitian oleh Boothroyd dan Dewhurst menunjukkan bahwa penerapan DFA mampu mengurangi waktu perakitan hingga 20-60% dengan

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 pada tahap Mulai, yang menandai awal dari keseluruhan proses kerja. Langkah pertama yang dilakukan adalah Studi Literatur, yaitu pengumpulan informasi dan teori yang relevan dari berbagai sumber untuk memahami konsep, metode, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik.

Setelah memperoleh landasan teori yang kuat, proses berlanjut ke tahap Perancangan Alternatif Desain. Pada tahap ini, beberapa opsi desain dikembangkan sebagai solusi yang mungkin digunakan dalam penelitian. Setiap alternatif disusun berdasarkan hasil studi literatur serta kebutuhan fungsi desain.

Tahap berikutnya adalah Analisis Desain dengan DFA (Design for Assembly). Dalam tahap ini, setiap alternatif desain dianalisis menggunakan prinsip-prinsip DFA untuk mengevaluasi kemudahan perakitan, efisiensi, serta potensi pengurangan komponen atau langkah perakitan.

Setelah proses analisis, langkah selanjutnya adalah Penilaian Alternatif, yaitu tahap evaluasi di mana setiap desain dibandingkan berdasarkan kriteria tertentu seperti efisiensi, biaya, kemudahan perakitan, dan aspek fungsional lainnya. Hasil penilaian ini menjadi dasar dalam menentukan desain terbaik.

Dari hasil penilaian tersebut, dilakukan Pemilihan Desain Terbaik. Desain yang memiliki skor paling tinggi atau paling memenuhi kriteria dipilih sebagai desain final.

Tahap terakhir adalah Pembahasan dan Kesimpulan, di mana hasil proses perancangan, analisis, dan pemilihan desain dijelaskan secara menyeluruh. Bagian ini juga memuat ringkasan temuan serta kesimpulan dari penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

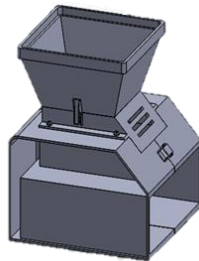
Analisis Design for Assembly (DFA) dilakukan untuk mengevaluasi tingkat efisiensi proses perakitan pada rancangan body mesin pencacah plastik. Evaluasi difokuskan pada empat komponen utama, yaitu rangka utama, hopper, body kiri dan kanan, serta penutup body, yang memiliki peran penting dalam menopang dan melindungi komponen utama mesin.

3.1 Hasil Rancangan Menggunakan Snap-fit

Rancangan body mesin pencacah plastik dengan mekanisme snap-fit menunjukkan peningkatan efisiensi dalam proses perakitan dibandingkan metode fastening

konvensional. Pada desain ini, beberapa panel body dirakit menggunakan sistem pengait tipe *cantilever snap-fit* dan *tab-slot interlock*, sehingga tidak memerlukan

penggunaan baut atau mur sebagai pengikat utama.



Gambar 2. Rancangan Menggunakan Snapfit

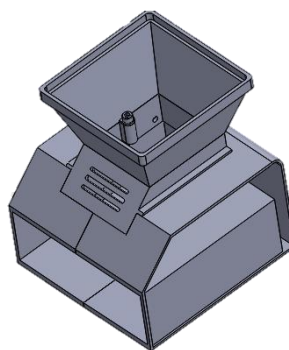
Penelitian ini membandingkan dua alternatif rancangan body, yaitu rancangan menggunakan sistem snap-fit dan rancangan menggunakan baut. Perbandingan dilakukan untuk mengetahui pengaruh perbedaan metode sambungan terhadap efisiensi perakitan, khususnya dari sisi waktu assembly, kompleksitas proses perakitan, dan kemudahan pemasangan komponen.

Penerapan snap-fit memungkinkan proses perakitan dilakukan secara langsung tanpa alat bantu, yang berdampak pada pengurangan jumlah komponen, penyederhanaan urutan perakitan, serta penurunan waktu pemasangan. Selain itu, fitur snap-fit dirancang dengan orientasi tunggal sehingga dapat meminimalkan kesalahan pemasangan. Rancangan body menggunakan snap-fit ditunjukkan pada

Gambar 2 dan selanjutnya dianalisis menggunakan metode Design for Assembly (DFA) untuk mengevaluasi efisiensi waktu perakitan.

3.2 Hasil Rancangan Menggunakan Baut

Rancangan body mesin pencacah plastik dengan menggunakan baut dan mur sebagai sistem pengikat utama dirancang untuk memberikan kekuatan struktur yang lebih tinggi serta memungkinkan proses pembongkaran kembali untuk keperluan perawatan. Pada desain ini, sambungan antar panel body dan hopper dilakukan menggunakan fastener standar, sehingga setiap komponen dapat dilepas dan dipasang kembali dengan mudah.



Gambar 3. Hasil Rancangan Menggunakan Baut

Namun, penggunaan baut menyebabkan bertambahnya jumlah komponen dan tahapan perakitan, karena memerlukan proses penyelarasan lubang,

pemasangan baut, serta pengencangan menggunakan alat bantu. Kondisi ini berdampak pada meningkatnya waktu perakitan dan kompleksitas proses

assembly. Rancangan body menggunakan baut ditunjukkan pada Gambar 3 dan selanjutnya dianalisis menggunakan metode Design for Assembly (DFA) untuk mengevaluasi efisiensi waktu perakitan dibandingkan dengan mekanisme snap-fit.

3.3 Hasil Durasi Assembly Menggunakan Snap-fit

Hasil analisis Design for Assembly (DFA) terhadap rancangan body mesin pencacah plastik menggunakan mekanisme snap-fit disajikan pada Gambar 4. Tabel tersebut menunjukkan durasi perakitan masing-masing komponen body berdasarkan parameter DFA, yang meliputi orientasi pemasangan, kemudahan

handling, serta kebutuhan proses fastening. Berdasarkan Gambar 4, komponen hopper memerlukan waktu perakitan sebesar 8,40 detik. Penutup body memiliki Proses pemasangan yang lebih sederhana sehingga waktu perakitanya sebesar 6,45 detik. Body utama menjadi komponen dengan waktu perakitan terlama, yaitu 11,25 detik, yang dipengaruhi oleh ukuran komponen dan kebutuhan penyesuaian posisi saat pemasangan. Sementara itu, komponen dengan mekanisme snap-fit memiliki waktu perakitan paling singkat, yaitu 5,45 detik, karena tidak memerlukan proses pengencangan menggunakan baut. Secara keseluruhan, total waktu perakitan rancangan body menggunakan snap-fit adalah 31,55 detik.

COMPONENT	Alpha	Beta	thicknes	ukuran	Handling code	Handling Time (TH)	Insertion code	insertion time (TI)	Fastening Code	Fastenig Time	Total time
HOOPER	360	180	3mm	>15	20	1.8	01	3.0	3.0	3.6	8,4
Penutup Body	360	360	3mm	>15	30	1.95	00	1.5	3.0	3.6	6,45
body	360	360	3mm	>15	30	1.95	01	3.0	4.0	6.3	11.25
Snap Fit	360	360	5	>15	30	1.95	30	2	0.0	1.5	5.45
Total											31,55

Gambar 4. Tabel Perhitungan Waktu Assembly Menggunakan Snap-fit

3.4 Hasil Durasi Assembly Menggunakan Baut

Hasil analisis Design for Assembly (DFA) pada rancangan body mesin pencacah plastik dengan sistem pengikat baut disajikan pada Gambar 5. Tabel tersebut memuat durasi perakitan setiap komponen body berdasarkan parameter DFA, termasuk orientasi pemasangan,

jumlah fastener, serta kebutuhan alat bantu pada proses perakitan. Berdasarkan Gambar 5, komponen hopper memerlukan waktu perakitan sebesar 8,40 detik, sedangkan penutup body membutuhkan waktu 6,45 detik. Body utama memiliki waktu perakitan terlama, yaitu 11,25 detik, yang disebabkan oleh ukuran komponen serta proses penyesuaian dan pengencangan baut.

COMPONENT	Alpha	Beta	thicknes	ukuran	Handling code	Handling Time (TH)	Insertion code	insertion time (TI)	Fastening Code	Fastenig Time	Total time
HOOPER	360	180	3mm	>15	20	1.8	01	3.0	3.0	3.6	8,4
Penutup Body	360	360	3mm	>15	30	1.95	00	1.5	3.0	3.6	6,45
body	360	360	3mm	>15	30	1.95	01	3.0	4.0	6.3	11.25
Screw	360	0	5		11	1.8	31	5.3	3	3.6	10,7
Total											36,8

Gambar 5. Tabel Perhitungan Waktu Assembly Menggunakan Baut

Selain itu, penggunaan fastener berupa baut menambah durasi perakitan sebesar 10,7 detik. Secara keseluruhan, total waktu perakitan rancangan body menggunakan baut mencapai 36,8 detik. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan baut sebagai sistem fastening meningkatkan waktu dan kompleksitas perakitan dibandingkan dengan mekanisme snap-fit, karena adanya tambahan tahapan pemasangan dan pengencangan.

3.5 Perbandingan Efisiensi Perakitan Snap-fit dan Baut

Perbandingan hasil analisis Design for Assembly (DFA) antara rancangan body mesin pencacah plastik menggunakan mekanisme snap-fit dan baut menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap efisiensi proses perakitan. Rancangan dengan mekanisme snap-fit memiliki total waktu perakitan sebesar 31,55 detik, sedangkan rancangan dengan sistem pengikat baut membutuhkan waktu perakitan yang lebih lama, yaitu 36,8 detik.

Perbedaan durasi perakitan ini terutama dipengaruhi oleh penggunaan fastener pada rancangan dengan baut, yang menambah tahapan pemasangan berupa penyelarasan lubang, pemasangan baut dan mur, serta proses pengencangan menggunakan alat bantu.

Sebaliknya, rancangan snap-fit memungkinkan pemasangan komponen secara langsung tanpa proses fastening tambahan, sehingga jumlah tahapan perakitan dapat dikurangi. Selain dari segi waktu, mekanisme snap-fit juga menunjukkan keunggulan dalam penyederhanaan struktur dan kemudahan orientasi komponen. Dengan mempertimbangkan hasil analisis tersebut, rancangan body menggunakan snap-fit dinilai lebih efisien dari sisi perakitan

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis Design for Assembly (DFA) pada rancangan body mesin pencacah plastik, dapat disimpulkan bahwa penerapan prinsip DFA mampu meningkatkan efisiensi proses perakitan. Rancangan body menggunakan mekanisme snap-fit menghasilkan total waktu perakitan sebesar 31,55 detik, lebih singkat dibandingkan rancangan dengan sistem

pengikat baut yang memerlukan waktu 36,80 detik. Penggunaan mekanisme snap-fit terbukti mampu mengurangi jumlah komponen fastening, menyederhanakan tahapan perakitan, serta menurunkan kompleksitas orientasi pemasangan komponen. Secara keseluruhan, rancangan body mesin pencacah plastik dengan mekanisme snap-fit dinilai lebih efisien dari sisi perakitan dan manufaktur, tanpa mengurangi fungsi dan kekuatan struktur. Oleh karena itu, penerapan metode DFA dengan mekanisme snap-fit direkomendasikan pada tahap perancangan produk untuk meningkatkan efisiensi produksi, khususnya pada mesin pencacah plastik dan produk mekanis sejenis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), *Statistik Persampahan Indonesia: Data Timbulan Sampah Plastik Nasional*. Jakarta: KLHK, 2021.
- [2] D. Suryani dan R. Hidayat, "Pengembangan mesin pencacah plastik skala rumah tangga untuk mendukung daur ulang," *Jurnal Teknologi Mekanis*, vol. 12, no. 2, pp. 55-63, 2020.
- [3] A. Rahman dan T. Widodo, "Analisis efisiensi perakitan pada mesin pencacah plastik menggunakan metode DFMA," *Jurnal Rekayasa Manufaktur*, vol. 7, no. 1, pp. 22-30, 2019.
- [4] G. Boothroyd, P. Dewhurst, dan W. Knight, *Product Design for Manufacture and Assembly*, 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, 2011.
- [5] S. Prabowo dan D. Santosa, "Desain body mesin pencacah plastik dengan analisis kekuatan struktur dan kemudahan perakitan," *Jurnal Teknologi Industri*, vol. 9, no. 3, pp. 101-110, 2020.
- [6] G. Boothroyd dan P. Dewhurst, *Design for Assembly Handbook*. Wakefield, RI: Boothroyd Dewhurst Inc., 1983.
- [7] A. Prasetyo, Y. Nugroho, dan D. Setiawan, "Penerapan DFA pada desain mesin pertanian untuk peningkatan efisiensi perakitan,"

- Jurnal Rekayasa Pertanian*, vol. 18, no. 1, pp. 45-54, 2022.
- [8] R. Kurniawan, A. S. Putra, dan M. Yusuf, "Perancangan mesin pencacah botol plastik menggunakan analisis kekuatan dan efisiensi perakitan," *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, vol. 15, no. 2, pp. 77-85, 2021.
- [9] S. Handoko dan B. Hartono, "Penerapan metode DFMA pada pengembangan produk berbasis plastik untuk meningkatkan kemudahan manufaktur," *Jurnal Riset Rekayasa*, vol. 6, no. 1, pp. 12-20, 2020.
- [10] A. Wibowo, "Optimasi desain panel plastik menggunakan teknologi injection molding dan analisis struktural," *Jurnal Material dan Proses Manufaktur*, vol. 4, no. 3, pp. 145-154, 2019.