

ANALISIS PENGARUH KETEBALAN MATA CUTTER TERHADAP DEFORMASI UNTUK PROSES PEMOTONGAN PLASTIK POLYETHYLENE (PE)

Hakim Faruli Siregar¹, Vika Rizkia², Budi Yuwono³

¹Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

E-mail address: vika.rizkia@mesin.pnj.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh berbagai ukuran mata cutter terhadap penurunan deformasi selama proses pemotongan material plastik polyethylene (PE) menggunakan metode Finite Element Analysis (FEA). Mata cutter memegang peranan penting dalam mengontrol proses pemotongan material dengan meminimalkan gesekan antara cutter dan material, yang dapat memperpanjang umur alat serta meningkatkan kualitas potongan. Penelitian ini menggunakan software Ansys 2025 R1 untuk memodelkan dan menganalisis variasi desain mata cutter dengan ukuran yang berbeda (2 mm, 3 mm, dan 4 mm). Hasil simulasi menunjukkan bahwa ukuran yang lebih besar menghasilkan penurunan deformasi yang lebih signifikan, dengan desain ukuran 4 mm memberikan hasil terbaik. Temuan ini memberikan wawasan mengenai pentingnya pemilihan ukuran mata cutter yang optimal untuk meningkatkan efisiensi proses pemotongan dan memperpanjang ketahanan alat potong.

Kata kunci: Mata cutter, Deformasi, FEA, Ukuran, Pemotongan

Abstract

This study aims to analyze the effect of varying cutter sizes on deformation reduction during the cutting process of polyethylene (PE) plastic material using Finite Element Analysis (FEA). The cutter plays a crucial role in controlling the cutting process by minimizing friction between the cutter and the material, which can extend tool life and improve the quality of the cut. This research uses Ansys 2025 R1 software to model and analyze various cutter designs with different sizes (2 mm, 3 mm, and 4 mm). The simulation results show that larger sizes result in more significant deformation reduction, with the 4 mm size design providing the best results. These findings provide insights into the importance of selecting the optimal cutter size to improve cutting process efficiency and enhance tool durability.

Keywords: Cutter, Deformation, FEA, Ukuran, Cutting.

1. PENDAHULUAN

Dalam Proses manufaktur melibatkan berbagai teknik untuk mengubah bahan baku menjadi produk jadi, salah satunya adalah pemotongan. Salah satu teknik pemotongan yang banyak digunakan adalah press cutting, yang memanfaatkan tekanan mekanik pada mata cutter untuk memotong material sesuai ukuran dan bentuk yang diinginkan. Teknik ini memiliki keunggulan dalam menghasilkan potongan presisi tinggi dan kecepatan tinggi tanpa pemanasan, yang sangat relevan untuk material plastik seperti *Polyethylene* (PE)[1][2].

Desain dan geometri mata *cutter*, khususnya memainkan peran penting dalam kinerja pemotongan[3]. Ketebalan yang lebih besar dapat mengurangi gaya gesek antara *cutter* dan material, yang memperpanjang umur alat potong dan meningkatkan kualitas potongan. Namun, masalah deformasi mata cutter tetap menjadi tantangan utama dalam pemotongan material, khususnya pada material yang lebih keras seperti plastik[4].

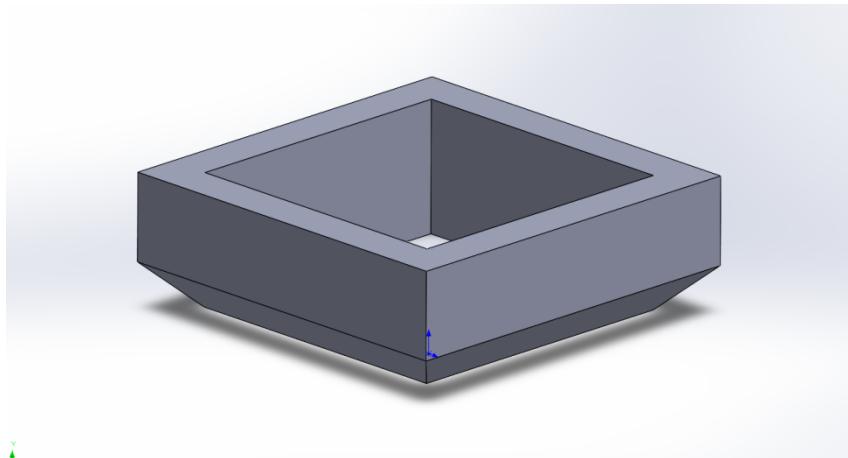
Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh ketebalan pada mata cutter terhadap deformasi selama pemotongan menggunakan *Finite Element Analysis* (FEA)[5]. Dengan FEA, penelitian ini memungkinkan untuk memodelkan dan menganalisis gaya potong, tegangan, dan deformasi yang terjadi pada material PE. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam mengoptimalkan desain *cutter* untuk menghasilkan potongan yang berkualitas tinggi dengan meminimalkan deformasi dan tegangan yang diterima oleh mata cutter.

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk ke dalam penelitian eksperimental dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian eksperimental merupakan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh antar variabel melalui proses pengujian. Dalam penelitian ini variabel bebas dimanipulasi secara terkontrol untuk mengetahui perubahan atau respon pada variabel terikat. Variabel bebas tersebut adalah ketebalan terhadap respon variabel terikat berupa deformasi pada mata *cutter*.

2.2 Objek Penelitian

Objek yang akan diteliti pada penelitian ini adalah desain komponen mata *cutter* yang akan digunakan pada mesin *cutting*. Objek ini dipilih karena mata *cutter* adalah komponen paling penting dan krusial pada proses ekstrusi material pemotongan. Komponen ini berperan dalam memotong material selama proses pemotongan berlangsung.



Gambar 1 mata cutter

2.3 Metode Pengumpulan Data

1. Studi Literatur

Studi literatur digunakan untuk memperoleh data mengenai dasar geometris dari mata *cutter*, karakteristik proses pemotongan, dan teori dasar yang mendukung perancangan dan analisis. Sumber utama data mencakup jurnal ilmiah dan buku Teknik.

2. Simulasi *Finite Element Analysis* (FEA)

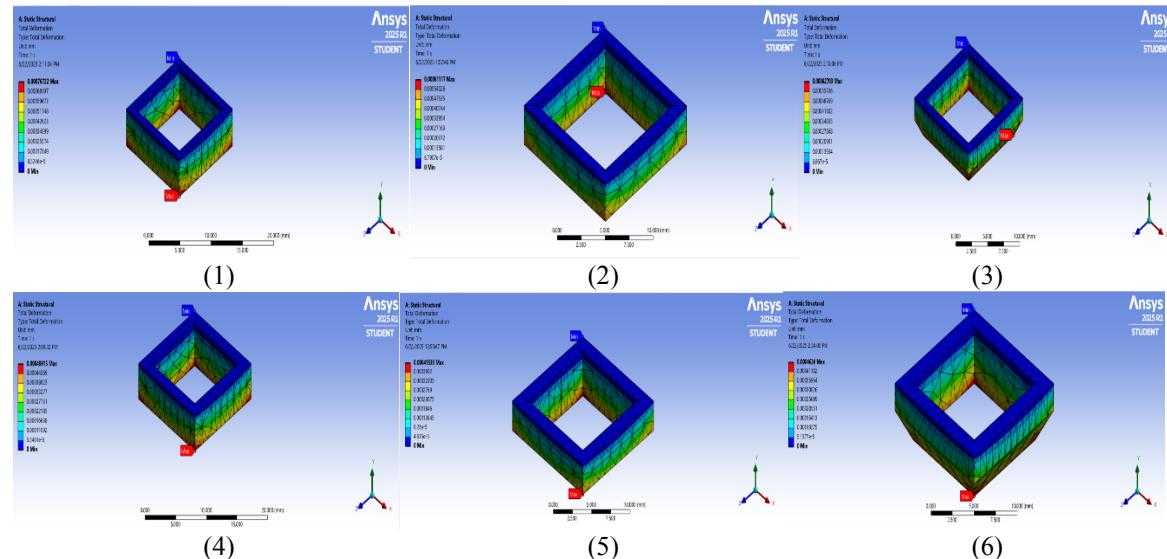
Simulasi FEA (Finite Element Analysis) dilakukan menggunakan perangkat lunak Ansys 2025 R1 untuk menganalisis variasi desain mata cutter dalam proses pemotongan material. FEA memungkinkan pemodelan dan simulasi perilaku mata cutter saat diberikan beban atau tekanan mekanis. Penelitian ini menguji 9 desain alternatif dengan variasi ukuran ketebalan mata cutter (2 mm, 3 mm, dan 4 mm) untuk mengevaluasi kinerjanya dalam mengurangi deformasi dan meningkatkan kualitas pemotongan. Hasil simulasi memberikan wawasan penting tentang pengaruh ukuran mata cutter terhadap efisiensi operasional, ketahanan alat, dan kualitas hasil pemotongan, serta membantu memilih desain optimal pada penelitian ini.

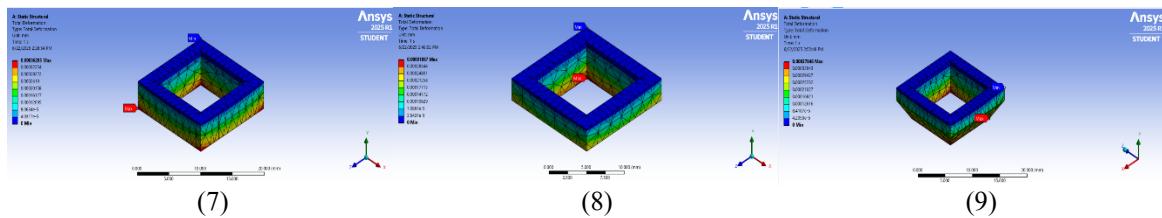
2.4 METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Finite Element Analysis* (FEA), yang digunakan untuk mengevaluasi penurunan deformasi pada mata cutter. FEA adalah teknik yang memungkinkan pemodelan dan simulasi perilaku struktur terhadap beban mekanis dengan membagi objek menjadi elemen-elemen kecil untuk analisis yang lebih mendalam[6]. Penelitian ini menggunakan perangkat lunak Ansys 2025 R1 untuk menganalisis deformasi, tegangan, dan distribusi gaya pada mata cutter dengan variasi parameter seperti ukuran dan ketebalan. Tujuan dari penggunaan metode ini adalah untuk mengidentifikasi pengaruh dimensi mata *cutter* terhadap penurunan deformasi serta memberikan informasi yang berguna untuk desain mata *cutter* yang lebih efisien dan memiliki ketahanan lebih baik[7].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini merupakan eksperimen untuk mengetahui pengaruh ukuran pada komponen mata *cutter* selama proses pemotongan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa perbedaan dimensi ketebalan mata *cutter* memiliki pengaruh besar terhadap mata *cutter* selama proses pemotongan. Temuan ini mendukung hipotesis bahwa desain mata *cutter* yang dioptimalkan dapat meningkatkan efisiensi proses pemotongan. Gambar 1 menunjukkan hasil deformasi yang didapat dari simulasi *Finite Element Analysis* (FEA).





Gambar 1. Data Nilai Simulasi FEA (1, 2, 3 = Ketebalan 2 mm; 3, 4, 5 = Ketebalan 3 mm; 6, 7, 9 = Ketebalan 4 mm)

Hasil simulasi FEA menunjukkan bahwa ukuran ketebalan yang lebih besar berkontribusi pada penurunan deformasi pada mata cutter. Tabel 1 dibawah ini menunjukkan data penurunan deformasi untuk perbedaan ukuran ketebalan pada mata cutter.

Tabel 1. Data hasil simulasi FEA

No	Ukuran (mm)	Penurunan Deformasi (mm)
1	2	0.00076722
2	2	0.00061117
3	2	0.00062703
4	3	0.00049915
5	3	0.00041535
6	3	0.0004624
7	4	0.00036285
8	4	0.00031887
9	4	0.00037848

Tabel 2. Hasil Rata – Rata Penurunan Deformasi dari hasil simulasi FEA

Ukuran (mm)	Rata - Rata Penurunan Deformasi
2	0.00066847
3	0.00045897
4	0.0003534

Ber Berdasarkan hasil simulasi FEA yang tercatat dalam Tabel 1 dan Tabel 2, dapat dilihat bahwa ukuran mata cutter yang lebih besar memiliki pengaruh signifikan dalam mengurangi penurunan deformasi selama proses pemotongan. Data pada Tabel 1 menunjukkan nilai penurunan deformasi untuk berbagai ukuran mata cutter, yaitu 2 mm, 3 mm, dan 4 mm. Untuk ukuran 2 mm, penurunan deformasi tercatat cukup tinggi pada 0.00076722 mm, 0.00061117 mm, dan 0.00062703 mm. Sementara itu, pada ukuran 3 mm, nilai penurunan deformasi lebih rendah, yaitu 0.00049915 mm, 0.00041535 mm, dan 0.0004624 mm. Terakhir, untuk ukuran 4 mm, penurunan deformasi lebih jauh menurun, dengan nilai-nilai seperti 0.00036285 mm, 0.00031887 mm, dan 0.00037848 mm. Rata-rata penurunan deformasi untuk masing-masing ukuran mata cutter, yang tercatat pada Tabel 2, menunjukkan hasil berikut: untuk ukuran 2 mm, rata-rata penurunan deformasi adalah 0.00066847 mm, untuk 3 mm adalah 0.00045897 mm, dan untuk 4 mm adalah 0.0003534 mm.

Perbedaan yang signifikan ini dapat dijelaskan dengan cara distribusi tegangan yang lebih merata pada mata cutter dengan ukuran yang lebih besar. Pada ukuran kecil, tegangan lebih terkonsentrasi pada area yang lebih sempit, menyebabkan tegangan lebih tinggi yang pada gilirannya menghasilkan deformasi yang lebih besar. Sebaliknya, pada ukuran yang lebih besar, tegangan terdistribusi lebih luas, sehingga lebih sedikit tegangan yang terkonsentrasi pada satu titik, mengurangi kemungkinan deformasi yang tinggi pada mata cutter. Hal ini mengindikasikan bahwa ukuran mata cutter yang lebih besar memiliki kemampuan untuk meminimalkan perubahan bentuk atau deformasi yang terjadi selama pemotongan[8].

Fenomena ini membawa dampak besar terhadap kualitas dan durabilitas mata cutter. Deformasi yang lebih rendah pada mata cutter tidak hanya meningkatkan kualitas potongan yang dihasilkan, tetapi juga

memperpanjang umur pakai alat tersebut. Dengan kata lain, penggunaan mata cutter dengan ukuran lebih besar dapat meningkatkan kinerja mesin secara keseluruhan, meningkatkan efisiensi operasional, serta mengurangi frekuensi perawatan dan penggantian alat. Keuntungan ini sangat penting dalam konteks industri manufaktur di mana efisiensi dan ketahanan alat potong berperan besar dalam mengurangi biaya dan meningkatkan produktivitas[9][10].

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil simulasi FEA yang tercatat dalam Tabel 1 dan Tabel 2 menunjukkan bahwa ukuran ketebalan mata cutter berpengaruh signifikan terhadap penurunan deformasi yang terjadi selama proses pemotongan. Semakin besar ukuran mata cutter, semakin rendah penurunan deformasi yang tercatat. Rata-rata penurunan deformasi pada ukuran 2 mm adalah 0.00066847 mm, sementara pada ukuran 3 mm dan 4 mm, penurunan deformasi masing-masing adalah 0.00045897 mm dan 0.0003534 mm. Data ini menunjukkan bahwa desain mata cutter dengan ukuran yang lebih besar lebih efektif dalam mengurangi deformasi, yang dapat meningkatkan kualitas pemotongan dan memperpanjang umur pakai alat potong.

Fenomena ini memberikan dampak yang signifikan terhadap efisiensi dan daya tahan alat potong dalam industri manufaktur. Penurunan deformasi yang lebih rendah memungkinkan terciptanya potongan yang lebih presisi, sekaligus mengurangi frekuensi perawatan serta penggantian alat, yang pada gilirannya meningkatkan umur pemakaian mesin pemotong. Dengan demikian, pemilihan mata cutter yang lebih besar dapat memberikan keuntungan besar, seperti peningkatan efisiensi operasional, pengurangan biaya pemeliharaan, serta penghematan biaya dalam jangka panjang. Keuntungan ini menjadikan ukuran mata cutter yang lebih besar sebagai pilihan yang lebih optimal untuk desain mata cutter dalam proses pemotongan, memastikan hasil yang lebih baik dan lebih berkelanjutan dalam produksi.

REFERENSI

- [1] O. Mohammed and E. Suleiman, "Review of Manufacturing Processes," no. November, 2019, doi: 10.13140/RG.2.2.25846.45129.
- [2] L. Soriano Gonzalez, F. Medina Aguirre, S. L. Soo, R. Hood, and D. Novovic, "Influence of Size Effect in Milling of a Single-Crystal Nickel-Based Superalloy," *Micromachines*, vol. 14, no. 2, pp. 1–16, 2023, doi: 10.3390/mi14020313.
- [3] M. Pramreiter and M. Grabner, "The Utilization of European Beech Wood (*Fagus sylvatica* L.) in Europe," *Forests*, vol. 14, no. 7, 2023, doi: 10.3390/f14071419.
- [4] Z. Wu *et al.*, "Research on the orthogonal cutting performance of polyethylene-based wood-plastic composite based on principal component analysis," *Eur. J. Wood Wood Prod.*, vol. 81, no. 3, pp. 591–603, 2023, doi: 10.1007/s00107-022-01886-4.
- [5] J. A. Ghani *et al.*, "Machining analysis of S45C carbon steel using finite element method," *J. Tribol.*, vol. 40, no. August 2023, pp. 226–246, 2024.
- [6] L. He, Z. Wang, L. Song, P. Bao, and S. Cao, "Simulation and Testing of Grapevine Branch Crushing and Collection Components," *Agric.*, vol. 14, no. 9, 2024, doi: 10.3390/agriculture14091583.
- [7] R. Behera, T. C. Chan, and J. S. Yang, "Innovative Structural Optimization and Dynamic Performance Enhancement of High-Precision Five-Axis Machine Tools," *J. Manuf. Mater. Process.*, vol. 8, no. 4, 2024, doi: 10.3390/jmmp8040181.
- [8] M. Kowalczyk, "Analysis of Cutting Forces and Geometric Surface Structures in the Milling of NiTi Alloy," *Materials (Basel)*, vol. 17, no. 2, 2024, doi: 10.3390/ma17020488.
- [9] M. Zawada-Michałowska, P. Pieško, G. Mrówka-Nowotnik, A. Nowotnik, and S. Legutko, "Effect of the Technological Parameters of Milling on Residual Stress in the Surface Layer of Thin-Walled Plates," *Materials (Basel)*, vol. 17, no. 5, pp. 1–19, 2024, doi: 10.3390/ma17051193.
- [10] S. Y. Lin and C. J. Hsieh, "Construction of a Cutting-Tool Wear Prediction Model through Ensemble Learning," *Appl. Sci.*, vol. 14, no. 9, 2024, doi: 10.3390/app14093811.