

Analisis Variasi Desain Briket *Towing Bar* Menggunakan Metode Elemen Hingga Terhadap Nilai Keamanan Desain

Kartinasari Ayuhikmatin Sekarjati^{1,*}, Toto Rusianto², Anak Agung Putu Susatriawan³, Angger Bagus Prasetyo⁴

¹Program Studi Teknologi Industri, Fakultas Program Pendidikan Vokasi, Universitas AKPRIND Indonesia, Jl. Kalisahak No.28, Klitren, Kec. Gondokusuman, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55222

^{2,3}Program Studi Rekayasa Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas AKPRIND Indonesia, Jl. Kalisahak No.28, Klitren, Kec. Gondokusuman, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55222

⁴Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, Jl. Babarsari, Tambak Bayan, Caturtunggal, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281

*E-mail koresponden
sekar@akprind.co.id.

Diterima: 04 06 2024

Direvisi: 02 07 2024

Disetujui: 29 07 2024

ABSTRAK

Towing bar merupakan salah satu aksesoris kendaraan roda empat yang berfungsi untuk membuat tampilan mobil lebih menarik dan menjaga keselamatan pengemudi saat terjadi kecelakaan, towing bar berfungsi untuk melindungi bumper mobil apabila terjadi benturan. Permasalahan yang sering terjadi pada penggunaan towing bar adalah ketika dipergunakan untuk menarik kendaraan yang mengalami benturan kemudian patah sehingga mengakibatkan bodi kendaraan menjadi rusak. Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan analisis struktur pada beberapa variasi briket towing bar untuk memverifikasi bahwa desain briket towing bar yang aman. Briket towing bar yang diakukan dilakukan analisis ada lurus, lengkung dan pipa berbahan material AISI 1020. Metode analisis untuk memperoleh nilai keamanan yang digunakan adalah elemen hingga. Berdasarkan pembahasan angka keamanan pada briket towing bar yang diusulkan maka diperoleh angka keamanan briket towing bar lurus sebesar 2,43, briket towing bar lengkung sebesar 3,4 dan briket towing bar pipa sebesar 1,2. Dari tiga desain briket towing bar yang diusulkan maka desain briket towing bar berbentuk lengkung yang aman untuk dipergunakan di mobil, karena angka keamanan briket towing bar lengkung sudah melebihi dari angka yang sudah dipersyaratkan

Kata kunci: Briket *Towing Bar*, Metode Elemen Hingga, Angka Keamanan

ABSTRACT

A towing bar is a four-wheel drive vehicle modification that serves to improve the aesthetics of the automobile and protect the safety of the driver in the event of an accident. In the event of an accident, the towing bar serves to shield the vehicle's bumper. One common issue with towing bars is when they are used to tow a car that gets into an accident and subsequently breaks, causing damage to the car's body. This study aims to confirm the safety of the towing bar briquette design by conducting structural analysis on multiple versions of the product. The AISI 1020 material-made straight, curved, and pipe towing bar briquettes will be examined. Finite element analysis is the method used to obtain the safety value. The safety statistics for straight towing bar briquettes are 2.43, curved towing bar briquettes are 3.4, and pipe towing bar briquettes are 1.2, according to the discussion of the safety figures for the suggested towing bar briquettes. Out of the three towing bar briquette designs that have been suggested, the curved design is the one that can be used in cars without risk because it has safety statistics that are higher than those that are necessary.

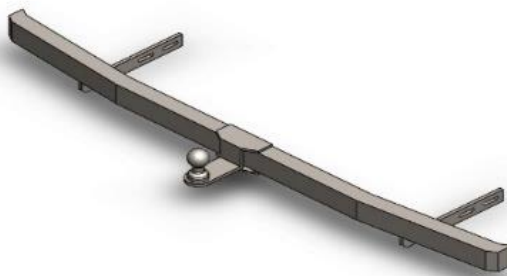
Keywords: Towing Bar Briquettes, Finite Element Method, Safety Figures.

PENDAHULUAN

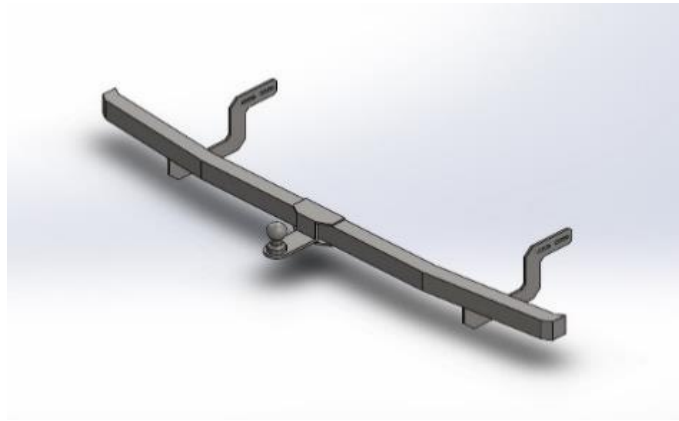
Towing bar merupakan salah satu aksesoris kendaraan roda empat yang berfungsi untuk membuat tampilan mobil lebih menarik dan menjaga keselamatan pengemudi saat terjadi kecelakaan. Pada saat ini, desain briket *towing bar* sangat bervariasi bentuk dan modelnya tergantung dengan jenis kendaraan yang digunakannya. Terdapat dua jenis *towing bar* yang dipasang di bumper depan mobil yakni *towing bar* depan yang berfungsi untuk melindungi bumper mobil depan apabila terjadi benturan dengan kendaraan lain atau juga meminimalisir terjadinya kerusakan pada body mobil. dan *towing bar* belakang berfungsi juga untuk melindungi bumper mobil belakang apabila terjadi benturan dari belakang dan menarik kendaraan. Permasalahan yang sering terjadi pada penggunaan *towing bar* adalah ketika dipergunakan untuk menarik kendaraan yang mengalami mogok, atau terjadi benturan dengan kendaraan lain seringkali *towing bar* mengalami patah dan mengakibatkan bodi kendaraan menjadi rusak, oleh sebab itu perlu dilakukan analisis struktur pada beberapa variasi briket *towing bar* untuk memverifikasi bahwa desain briket *towing bar* yang aman ketika dipergunakan. Analisis struktur merupakan proses untuk menentukan dan menghitung efek akibat beban statis atau dinamis yang diberikan/ yang bekerja pada sebuah struktur [1]. Beban statis atau dinamis menyebabkan tekanan pada material dan struktur tempat beban tersebut diterapkan. Analisis tegangan ini merupakan disiplin teknik penting untuk mempelajari dan merancang struktur, seperti bagian mekanis dan rangka struktural, di bawah beban tertentu atau yang diharapkan [2], [3]. Untuk struktur yang belum ada, kajian analisis tegangan juga dapat diterapkan untuk langkah perancangannya [4]. Analisis elemen hingga (FEA) menjadi lebih penting dalam beberapa tahun terakhir untuk melihat desain yang dibuat layak untuk diproduksi [5]. Solusi numerik bahkan untuk masalah *stress* yang sangat rumit dapat diperoleh dengan menggunakan metode ini [6]. Model desain atau material dapat dikomputerisasi untuk sistem FEA guna menganalisis hasil terkait tegangan tertentu [7]. Desain yang disarankan dapat diverifikasi menggunakan FEA, untuk menentukan desain tersebut dapat bekerja sesuai spesifikasi yang disyaratkan sebelum konstruksi atau manufaktur [8], [9]. Benda padat suatu material didiskritisasi oleh FEA menjadi volume kecil dan terbatas yang disebut elemen hingga, dimana prinsip elastisitas dapat dengan mudah diterapkan [10]. Prosedurnya memerlukan operasi pra-pemrosesan yang mengubah model desain berbantuan komputer (CAD) menjadi bentuk *mesh* yang terdiskritisasi [11], [12]. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh bentuk briket *towing bar* yang aman berdasarkan nilai tingkat keamanan desain yang dipersyaratkan yakni diatas angka 2-3 [13].

METODE PENELITIAN

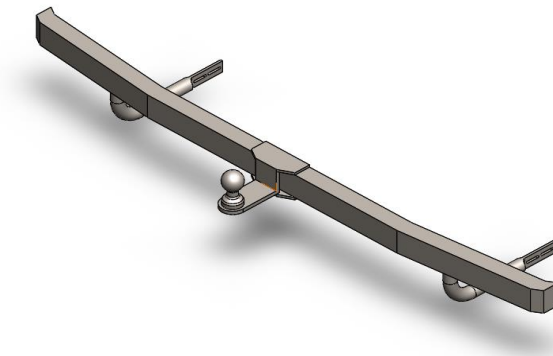
Tahapan sebelum dilakukan proses manufaktur adalah tahapan desain menggunakan bantuan perangkat lunak CAD/CAM selanjutnya tahapan simulasi [14]–[16]. Desain briket *towing bar* yang diusulkan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1, Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 1. Desain CAD Briket *Towing Bar* Lurus



Gambar 2. Desain CAD Briket *Towing Bar* Lurus

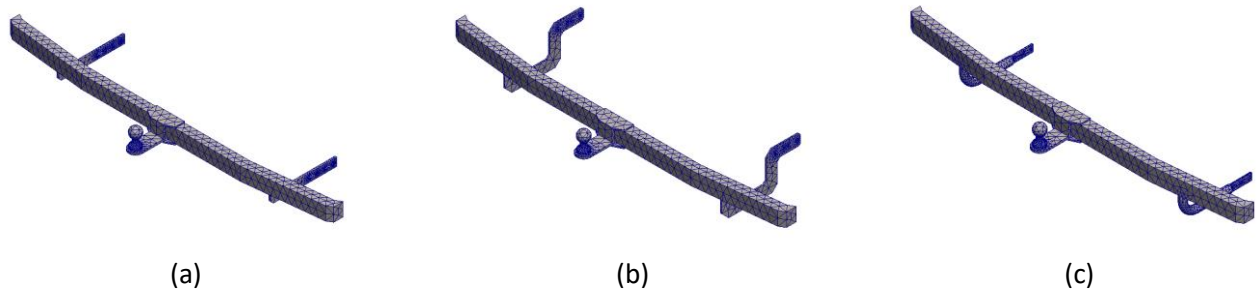


Gambar 3. Desain CAD Briket *Towing Bar* Lurus

Setelah tahapan desain sudah dilakukan, berikutnya tahapan penentuan material yang dipergunakan. Pada penelitian ini, material desain briket *towing bar* yang digunakan adalah material AISI 1020 merupakan baja karbon rendah [17]. Secara detail spesifikasi material AISI 1020 dapat dilihat pada Tabel 1. Teknologi simulasi desain sudah dipergunakan oleh *engineer* untuk melakukan perencanaan, hal ini diperlukan untuk membangun suatu sistem baru [18]. Tahapan berikutnya setelah menentukan material yang dipergunakan adalah tahapan pembagian domain komputasi (*mesh*), bagian ini penentuan kualitas hasil yang akan diperoleh dalam melakukan simulasi [19]. Jenis domain komputasi ada 3 yakni berbentuk *tetrahedral*, *hedahedral* dan *polyhedral* [20]. Jenis mesh yang dipergunakan untuk desain yang sangat kompleks dan rumit sering menggunakan domain komputasi berbentuk *tetrahedral* [21]–[23]. Gambaran detail domain komputasi pada penelitian tentang *towing bar* dapat diperlihatkan pada Gambar 4. Tahapan selanjutnya setelah pembagian domain komputasi adalah penentuan pembebanan dan penentuan tumpuan tetap [24]. Pada penelitian ini, beban yang diberikan adalah sebesar 500N.

Tabel 1. Spesifikasi Material AISI 1020

Name:	AISI 1020 Steel
Model type:	Linear Elastic Isotropic
Yield strength:	3,5e+08 N/m²
Tensile strength:	4,2e+08 N/m²
Elastic modulus:	2,05e+11 N/m²
Poisson's ratio:	0,29
Mass density:	7.870 kg/m³
Shear modulus:	8e+10 N/m²
Thermal expansion coefficient:	1,17e-05 /Kelvin



Gambar 4. Mesh briket *towing bar* (a) briket lurus (b) briket bengkok (c) briket pipa

Metode Elemen Hingga

Metode elemen hingga merupakan metode terkini yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan teknik, analisis struktur, analisis tegangan, perpindahan panas dan massa, serta medan elektromagnetik dengan menganalisis data yang berkaitan dengan perubahan bentuk akibat perubahan bentuk, tekanan dan kecepatan aliran [25]. Permasalahan lain meliputi bentuk geometri, kondisi pembebanan, dan sifat mekanik kompleks suatu bahan yang tidak dapat diselesaikan dengan persamaan atau rumus matematika sering disebut penyelesaian analitis [26].

Angka Keamanan

Faktor keamanan menjadi bagian terpenting dalam sebuah simulasi, hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mengevaluasi keamanan suatu bagian atau struktur [27]. Batas tegangan tarik maksimum atau batas luluh material menjadi dasar dari faktor keamanan sebuah desain. Titik leleh adalah tegangan minimum di mana suatu bahan mulai kehilangan sifat elastisnya, yaitu sifat suatu bahan untuk kembali ke bentuk semula ketika suatu beban atau gaya dihilangkan. Kekuatan tarik merupakan tegangan maksimum yang dapat diperoleh suatu material sebelum patah. Faktor keamanan dimaksudkan untuk mencegah deformasi akibat kekuatan luluh, sedangkan faktor keamanan pada kekuatan tarik maksimum dimaksudkan untuk mencegah keruntuhan. Faktor keamanan kurang dari 2-3 menunjukkan kegagalan permanen suatu desain [13]. Persamaan untuk menghitung angka keamanan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$F_s = \frac{S_y}{\sigma} \quad (1)$$

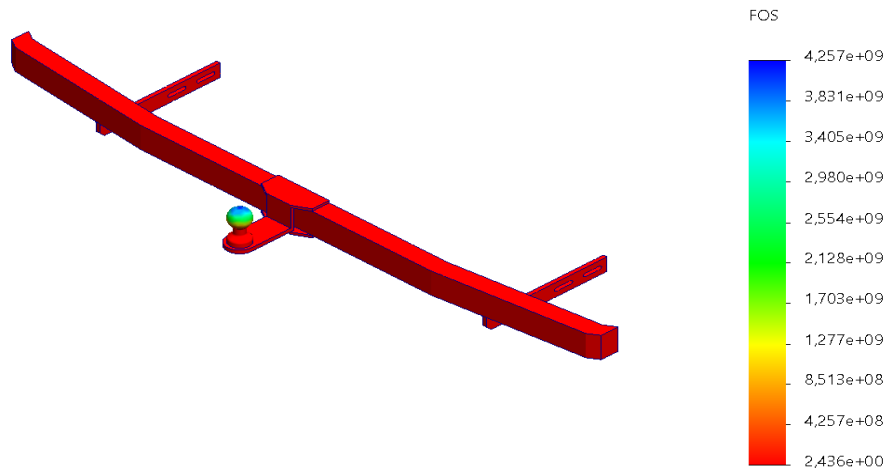
S_y merupakan kekuatan tarik benda kerja (Mpa), σ merupakan von mises (Mpa), dan F_s merupakan faktor keamanan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

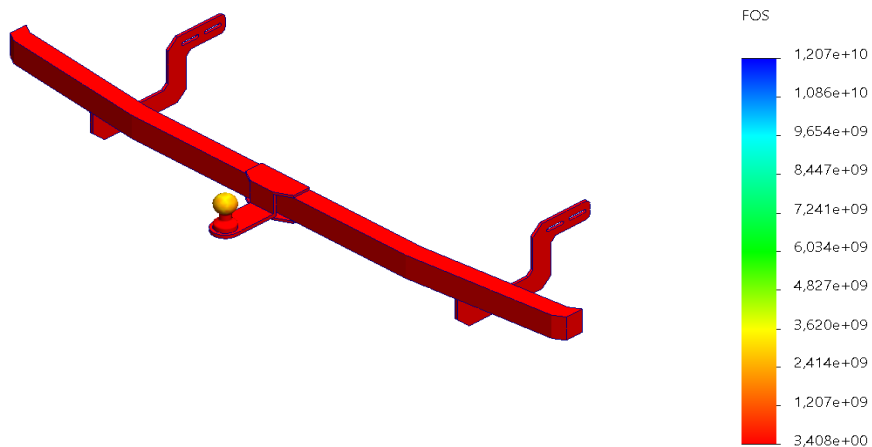
Faktor keamanan merupakan koefisien yang digunakan untuk mengevaluasi apakah perencanaan bagian-bagian mesin menjamin keselamatan, menurut teori dobrovolsky [13] untuk desain struktur yang dapat menahan beban statis dengan nilai keamanan sebesar 2-3. Banyak faktor yang berperan dalam konstruksi faktor keamanan simulasi pemodelan [13]. Keakuratan beban yang dihitung, lingkungan di mana bahan tersebut akan digunakan, kualitas bahan dan kerajinan, serta kebutuhan plastik deformasi dan kekakuan dikatakan sebagai empat faktor utama [28]. Kekuatan luluh material dibagi dengan tegangan von mises maksimum material untuk menentukan faktor keamanan yang dihasilkan. Berdasarkan hasil simulasi briket *towing bar* diperoleh hasil angka keamanan briket *towing bar* lurus sebesar 2,43, briket *towing bar* lengkung sebesar 3,4 dan briket *towing bar* pipa sebesar 1,2 sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 5, Gambar 6 dan Gambar 7. Desain briket yang memenuhi angka keamanan desain adalah briket *towing bar* lengkung dengan angka keamanan desain yang paling tinggi. Semakin tinggi nilai angka keamanan suatu desain, maka desain semakin kuat dan aman saat dipergunakan [29]. Angka keamanan desain berpengaruh terhadap beban yang diberikan, semakin besar beban yang diberikan pada sebuah desain, maka angka keamanan desain akan semakin tidak aman [14].

Hasil simulasi briket *towing bar* yang ditunjukkan pada Gambar 5, Gambar 6 dan Gambar 7, kontur warna merah didominasi diseluruh batang *towing bar*, hal ini menunjukkan bahwa bagian tersebut mengartikan bahwa daerah tersebut telah terjadi adanya perubahan akibat beban yang diberikan. Kemudian kontur warna biru pada Gambar 5 dan Gambar 7 didominasi pada bagian *towing ball* menunjukkan bahwa daerah tersebut tidak mengalami perubahan akibat beban yang diberikan. Kemudian kontur warna orange pada Gambar 6 didominasi pada bagian *towing ball* menunjukkan bahwa daerah tersebut

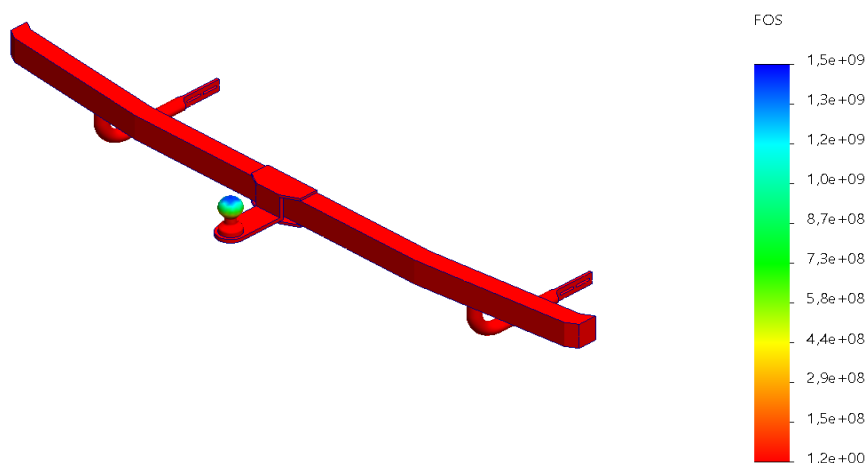
terjadi sedikit perubahan akibat beban yang diberikan. Semakin merah warna kontur pada desain simulasi maka, semakin besar perubahan akibat beban yang diberikan, dan semakin biru warna kontur pada desain simulasi, maka semakin kecil perubahan akibat beban yang diberikan [14].



Gambar 5. Briket towing lurus



Gambar 6. Briket towing lengkung



Gambar 7. Briket towing pipa

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan angka keamanan pada briket towing bar yang diusulkan maka diperoleh angka keamanan briket *towing bar* lurus sebesar 2,43, briket *towing bar* lengkung sebesar 3,4 dan briket *towing bar* pipa sebesar 1,2. Dari tiga desain briket towing bar yang diusulkan maka desain briket towing bar berbentuk lengkung yang aman untuk dipergunakan di mobil, karena angka keamanan briket towing bar lengkung sudah melebihi dari angka yang sudah dipersyaratkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. B. Prasetyo dan K. A. Sekarjati, "Analisis Struktur Desain Pisau Pengupas Tempurung Kelapa Menggunakan ANSYS 19.2," *Semin. Nas. Ris. Inov. Teknol.*, vol. 1, no. 1, hal. 417–423, 2022.
- [2] F. Ibrahim dan M. S. Toha, "Finite element analysis (FEA) of a C130 towing bar," *Def. S T Tech. Bull.*, vol. 5, no. 2, hal. 159–165, 2012.
- [3] A. B. Prasetyo, K. A. Sekarjati, dan S. Haryo, "Design And Analysis of The Effect of Variation Of compression Force on Allen Key Using Finite Element Analysis Method," *SJME Kinemat.*, vol. 7, no. 1, hal. 39–52, 2022, doi: 10.20527/sjmekinematika.v7i1.
- [4] R. C. Hibbeler, *Statics and mechanics of materials (global Ed.)*, 5th ed. Prentice Hall, 2019.
- [5] A. B. Prasetyo *et al.*, "Finite Element Analysis (FEA) of blade weed design using Ansys workbench," *Sinergi*, vol. 26, no. 3, hal. 371, 2022, doi: 10.22441/sinergi.2022.3.012.
- [6] A. B. Prasetyo dan K. A. Sekarjati, "Finite Element Simulation of Power Weeder Machine Frame," *Indones. J. Comput. Eng. Des.*, vol. 4, no. 2, hal. 26–34, 2022, doi: <https://doi.org/10.35806/ijoced.v4i2.291>.
- [7] A. B. Prasetyo, K. A. Sekarjati, dan I. P. A. Assagaf, Sutrisna, "Analisis Frekuensi Natural Velg Ring 16 Menggunakan Finite Element Method," in *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XVII Tahun 2022 (ReTII)*, 2022, vol. 2022, no. November 2021, hal. 354–359.
- [8] R. Alda, I. A. Ariesta, S. R. Aditya, A. Rahayu, F. Nurwimbo, dan A. Bagus, "Desain dan Analisis Struktur Variasi Paddock Motor Menggunakan Metode Elemen Hingga," in *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XVIII Tahun 2023 (ReTII)*, 2023, vol. 2023, no. November, hal. 116–120.
- [9] A. J. Asmara, I. Nadiansyah, A. J. Magmadian, A. A. Dhombo, H. Sraun, dan A. B. Prasetyo, "Desain dan Analisis Tegangan Double Crane Hook Kapasitas 5 Ton Menggunakan Metode Elemen Hingga," in *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XVIII Tahun 2023 (ReTII)*, 2023, vol. 2023, no. November, hal. 121–125.
- [10] R. I. Yaqin, M. L. Umar, S. H. Pranoto, A. B. Prasetyo, dan B. H. Priyambodo, "Studi Perancangan Pisau Pada Mesin Pencacah Plastik Menggunakan Finite Element Analysis," *JTT (Jurnal Teknol. Ter.)*, vol. 7, no. 1, hal. 44, 2021, doi: 10.31884/jtt.v7i1.320.
- [11] A. B. Prasetyo, K. A. Sekarjati, dan I. P. A. Assagaf, "Studi Numerik Pengaruh Variasi Pembebanan Troli Pengangkut Barang di Laboratorium Manufaktur ITNY Terhadap Analisis Struktur Menggunakan Metode Elemen Hingga," *J. Energy, Mater. Manuf. Technol.*, vol. 2, no. 1, hal. 30–39, 2023, doi: <https://doi.org/10.1000/jemmtec.v2i01>.
- [12] A. B. Prasetyo dan K. A. Sekarjati, "Desain dan Analisis Frekuensi Natural Rangka Mesin Penyiang Gulma Menggunakan Metode Finite Element Analysis Design and Analysis of Natural Frequency Weed Weeding Machine Frames Using the Finite Element Analysis Method," *J. Ris. Sains dan Teknol.*, vol. 6, no. 2, hal. 181–187, 2022, doi: 10.30595/jrst.v6i2.14428.
- [13] K. Z. V. Dobrovolsky, *Machine Elements : a textbook*. Moscow: Peace, 1973.
- [14] A. B. Prasetyo dan K. A. Sekarjati, "Design engineering and analysis of the horizontal and vertical type of power weeder machine claw cultivator on the safety factor using the FEA method," *AIP Conf. Proc.*, vol. 2927, no. 1, 2024, doi: 10.1063/5.0194013.
- [15] F. Arifin, M. S. Alaydrus, dan A. B. Prasetyo, "Desain dan Analisis Cassava Chopper Machine," *Angkasa J. Imliah Bid. Teknol.*, vol. 15, no. 1, hal. 97–102, 2023, doi: <http://dx.doi.org/10.28989/angkasa.v15i1.1638>.
- [16] A. Y. Candra *et al.*, "Desain Dan Analisis Varian Sudut Pisau Terhadap Uji Kinerja Mesin Pencacah Rumput," *J. Energy, Mater. Manuf. Technol.*, vol. 3, no. 2, hal. 41–50, 2024, doi: <https://doi.org/10.61844/jemmtec.v3i01.751>.
- [17] M. Safi, R. Muhammad, S. Suheri, dan A. Nugroho, "Analysis of Flexural Stress in Prototype Carding Machine Spindle Gears Made of Aisi 1020 Steel," *Jurutera*, vol. 11, no. 1, hal. 4–7, 2024, doi: <https://doi.org/10.55377/jurutera.v11i01.9548>.
- [18] A. B. Prasetyo, *Proses Manufaktur I*, 1th ed. Sleman: Depublish, 2024.
- [19] A. B. Prasetyo dan F. Fauzun, "Numerical study of effect of cooling channel configuration and size on the product

- cooling effectiveness in the plastic injection molding," *MATEC Web Conf.*, vol. 197, hal. 8–11, 2018, doi: 10.1051/mateconf/201819708019.
- [20] A. B. Prasetyo, A. A. Azmi, D. S. Pamuji, dan R. Yaqin, "Pengaruh Perbedaan Mesh Terstruktur dan Mesh Tidak Terstruktur Pada Simulasi Sistem Pendinginan Mold Injeksi Produk Plastik," *Pros. Nas. Rekayasa Teknol. Ind. dan Inf. XIV Tahun 2019*, vol. 2019, no. November, hal. 400–406, 2019.
- [21] A. B. Prasetyo, F. Fauzun, A. A. Azmi, dan R. I. Yaqin, "Studi Numerik Kontur Pola Aliran Fluida Pendinginan Pada Mold Injeksi Molding," *Infotekmesin*, vol. 12, no. 1, hal. 104–109, 2021, doi: 10.35970/infotekmesin.v12i1.493.
- [22] A. B. Prasetyo, "Manutech : Jurnal Teknologi Manufaktur Analisis Numerik Perpindahan Panas Pada Saluran Pendingin Plastik Injeksi Molding Menggunakan Polyhedral Mesh," *Teknol. manufaktur*, vol. 11, no. 02, hal. 70–79, 2019, doi: <https://doi.org/10.33504/manutech.v11i02.113>.
- [23] A. B. Prasetyo, F. Fauzun, A. A. Azmi, dan S. H. Yaqin, Rizqi Ilmal, Pranoto, "ANALISIS KESERAGAMAN PENDINGINAN PRODUK PLASTIK INJEKSI MOLDING DENGAN VARIASI SISTEM PENDINGIN," *J. Penelit. Saintek*, vol. 25, no. 2, hal. 173–183, 2020, doi: 10.21831/jps.v25i2.34574.
- [24] R. I. Yaqin, B. H. Priyambodo, A. B. Prasetyo, dan M. L. Umar, "Penerapan Metode Elemen Hingga Dalam Pemilihan Bahan Pada Desain Pisau Mesin Pencacah Plastik," *Sci. J. Mech. Eng. Kinemat.*, vol. 6, no. 2, hal. 85–98, 2021, doi: 10.20527/sjme kinematika.v6i2.190.
- [25] S. Wunda, A. Z. Johannes, R. K. Pingak, dan A. S. Ahab, "Analisis Tegangan, Regangan Dan Deformasi Crane Hook Dari Material Baja Aisi 1045 Dan Baja St 37 Menggunakan Software Elmer," *J. Fis. Fis. Sains dan Apl.*, vol. 4, no. 2, hal. 131–137, 2019.
- [26] A. A. Kharisma, A. F. Givari, dan I. S. Mulyana, "Desain Dan Analisis Kekuatan Tangki Fire Water Storage Tank Tipe Fix Cone Roof Kapasitas 1500 Kl Dengan Perhitungan Aktual Dan Simulasi Software," *J. Ilm. Teknol. dan Rekayasa*, vol. 26, no. 1, hal. 69–78, 2021, doi: 10.35760/tr.2021.v26i1.3692.
- [27] R. K. N. Suprpto dan L. A. N. Wibawa, "Desain dan Analisis Tegangan Rangka Alat Simulasi Pergerakan Kendali Terbang Menggunakan Metode Elemen Hingga," *J. Tek. Mesin ITI*, vol. 5, no. 1, hal. 19, 2021, doi: 10.31543/jtm.v5i1.559.
- [28] X. Wang, Q. Shi, W. Fan, R. Wang, dan L. Wang, "Comparison of the reliability-based and safety factor methods for structural design," *Appl. Math. Model.*, vol. 72, hal. 68–84, 2019, doi: 10.1016/j.apm.2019.03.018.
- [29] L. A. N. Wibawa, K. Diharjo, W. W. Raharjo, dan B. H. Jihad, "Stress analysis of thick-walled cylinder for rocket motor case under internal pressure," *J. Adv. Res. Fluid Mech. Therm. Sci.*, vol. 70, no. 2, hal. 106–115, 2020, doi: 10.37934/ARFMTS.70.2.106115.