



## Analisis Numerik Frekuensi Natural dan Mode Bentuk Rangka Mesin Pengaduk Gula Aren Menggunakan Metode Elemen Hingga

Angger Bagus Prasetyo<sup>1,\*</sup>, Kartinasari Ayuhikmatin Sekarjati<sup>2</sup>, Ikbal Rizki Putra<sup>3</sup>, Iman Pradana A. Assagaf<sup>4</sup>,

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, Jl. Babarsari Caturtunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta, 55281

<sup>2</sup>Program Studi Teknologi Industri, Pendidikan Vokasi, Universitas AKPRIND Indonesia, Jl. Kalisahak No.28, Klitren, Gondokusuman Yogyakarta, Yogyakarta 55222, Kode Pos

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan, Jl. Parangtritis No.5 No.KM.4, Druwo Bangunharjo, Sewon, Bantul, Yogyakarta 55187

<sup>4</sup>Program Studi Teknik Manufaktur Industri Agro, Fakultas Teknik, Politeknik ATI Makassar, Jl. Sunu No.220 Suangga, Tallo, Makassar, Sulawesi Selatan 90211

angger.bagus@itny.ac.id

Diterima: 23 12 2024

Direvisi: 13 01 2025

Disetujui: 30 01 2025

### ABSTRAK

Mesin pengaduk gula aren merupakan peralatan penting dalam industri pengolahan gula aren. Kinerja optimal dari mesin ini sangat bergantung pada kekuatan dan ketahanan rangka mesin. Getaran yang berlebihan akibat frekuensi natural yang rendah dapat menyebabkan kerusakan pada komponen mesin, mengurangi efisiensi produksi, dan bahkan menimbulkan bahaya bagi operator. Tujuan penelitian ini untuk memahami perilaku struktural rangka mesin pengaduk gula aren di bawah beban kerja yang sebenarnya. Material yang digunakan adalah 1060 alloy dengan analisis frekuensi natural menggunakan metode Finite Element Analysis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bentuk mode 5, dengan frekuensi 54,744 Hz, mengalami perubahan resonansi tertinggi, yang menimbulkan risiko signifikan berupa getaran yang diperkuat dan potensi kegagalan struktural, sedangkan bentuk 1, pada 10,772 Hz, menunjukkan perubahan resonansi terendah, yang dicirikan oleh pola gerakan yang lebih sederhana, dengan melakukan simulasi frekuensi alami dalam desain struktural pada mesin pengaduk gula aren maka kita dapat mengetahui berbagai mode bentuk resonansi, sehingga para engineer dapat memperhitungkan tingkat keselamatan pengguna, dan memastikan keawetan struktur desain melalui pemilihan material yang tepat, strategi peredaman yang efektif, dan pemantauan berkelanjutan.

**Kata kunci:** Rangka Pengaduk Gula Aren, Frekuensi Natural, *Finite Element Analysis*.

### ABSTRACT

The palm sugar mixer is an important piece of equipment in the palm sugar processing industry. The optimal performance of this machine strongly depends on the strength and durability of the machine's frame. Excessive vibrations due to low natural frequency can cause damage to machine components, reduce production efficiency, and even pose a danger to operators. The purpose of this research is to understand the structural behaviour of the sugar palm sugar mixer frame under actual working loads. The study employs the 1060 alloy material and conducts a natural frequency analysis using the Finite Element Analysis method. The research results show that mode shape 5, with a frequency of 54.744 Hz, experiences the highest resonance change, posing a significant risk of amplified vibrations and potential structural failure, while mode shape 1, at 10.772 Hz, shows the lowest resonance change, characterised by a simpler motion pattern. We can find different resonance mode shapes by simulating the natural frequency in the structural design of the palm sugar mixer. This lets engineers think about user safety and make sure the design structure lasts by using the right materials, good damping strategies, and constant monitoring.

**Keywords:** *Palm Sugar Mixer Frame, Natural Frequency, Finite Element Analysis*.

## PENDAHULUAN

Mesin pengaduk gula aren merupakan peralatan penting dalam industri pengolahan gula aren. Kinerja optimal dari mesin ini sangat bergantung pada kekuatan dan ketahanan rangka mesin [1]. Getaran yang berlebihan akibat frekuensi natural yang rendah dapat menyebabkan kerusakan pada komponen mesin, mengurangi efisiensi produksi, dan bahkan menimbulkan bahaya bagi operator [2]. Getaran yang berlebihan pada mesin pengaduk gula aren dapat menyebabkan sejumlah masalah, termasuk keausan dini pada komponen mesin, penurunan kualitas produk, dan peningkatan biaya perawatan [3]. Getaran ini seringkali dipicu oleh frekuensi natural yang rendah dari rangka mesin. Jika frekuensi eksitasi dari proses pengadukan bertepatan dengan frekuensi natural rangka, maka akan terjadi resonansi yang dapat memperkuat amplitudo getaran. Kondisi ini dapat menyebabkan kerusakan pada bantalan, poros, dan komponen lainnya, serta meningkatkan tingkat kebisingan selama operasi [4]. Oleh karena itu, analisis frekuensi natural dan mode bentuk rangka mesin menjadi sangat penting untuk memastikan kinerja dan keandalan mesin dalam jangka panjang.

*Finite Element Analysis* (FEA) telah terbukti efektif dalam menganalisis perilaku struktural suatu komponen atau sistem [5]. Selain itu, dengan menggunakan metode FEA, kita dapat memprediksi respons struktur terhadap berbagai jenis beban, termasuk getaran. Dengan demikian, FEA dapat digunakan untuk mengidentifikasi frekuensi natural dan mode bentuk rangka mesin pengaduk gula aren, sehingga dapat dilakukan upaya untuk meningkatkan kehandalan sistem. Optimasi desain rangka mesin pengaduk gula aren merupakan langkah penting untuk meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi biaya operasional. Salah satu aspek penting dalam optimasi desain adalah analisis frekuensi natural. Dengan mengetahui frekuensi natural rangka, dapat dilakukan modifikasi desain untuk menghindari terjadinya resonansi [6]. Selain itu, analisis mode bentuk dapat memberikan informasi mengenai daerah-daerah pada rangka yang rentan terhadap deformasi, sehingga dapat dilakukan penebalan atau penambahan *stiffness* pada bagian-bagian tersebut. Dengan demikian, dapat diperoleh desain rangka yang lebih kuat, ringan, dan efisien [7].

Perkembangan teknologi simulasi numerik, khususnya *Finite Element Analysis* (FEA), telah memungkinkan dilakukan analisis struktur secara lebih akurat dan efisien [8]. FEA dapat digunakan untuk memprediksi perilaku struktur di bawah berbagai kondisi beban, termasuk getaran. Dengan menggunakan FEA, dapat dilakukan analisis frekuensi natural dan mode bentuk rangka mesin pengaduk gula aren secara virtual sebelum dilakukan pembuatan prototipe fisik. Hal ini dapat menghemat waktu dan biaya pengembangan produk, serta meningkatkan kualitas desain [9]. Industri pengolahan gula aren di Indonesia terus berkembang, sehingga diperlukan mesin-mesin pengaduk gula aren yang memiliki kinerja tinggi dan handal. Salah satu cara untuk mencapai hal tersebut adalah dengan melakukan analisis struktur yang komprehensif [10]. Analisis frekuensi natural dan mode bentuk menggunakan metode FEA dapat memberikan informasi yang berharga untuk meningkatkan kehandalan dan umur pakai mesin pengaduk gula aren. Selain itu, hasil analisis ini dapat digunakan sebagai dasar untuk mengembangkan standar desain yang lebih baik untuk mesin-mesin serupa. Penelitian ini bertujuan untuk memahami perilaku struktural rangka mesin pengaduk gula aren di bawah beban kerja yang sebenarnya. Dengan menggunakan metode FEA, dapat diprediksi bagaimana rangka mesin akan bereaksi terhadap getaran dan beban lainnya [11].

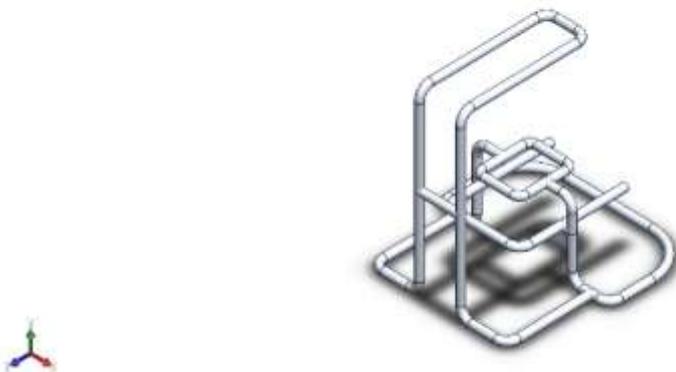
## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan numerik dengan *Finite Element Analysis* (FEA) untuk menganalisis frekuensi natural dan mode bentuk rangka mesin pengaduk gula aren. Analisis ini membantu dalam memahami bagaimana struktur akan merespons beban dinamis dan dalam merancang untuk meningkatkan kinerja dan keselamatan. Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi [12]–[15]:

### Tahapan Desain

Tahap desain merupakan langkah awal yang krusial dalam penelitian ini. Pada tahap ini, akan dilakukan pengumpulan data geometri rangka mesin pengaduk gula aren secara detail [16]. Data-data ini meliputi dimensi, bentuk, dan sambungan-sambungan antara komponen [17], [18]. Selain itu, akan dilakukan identifikasi beban

yang bekerja pada rangka mesin, baik beban statis maupun dinamis [19]. Beban statis meliputi berat komponen mesin itu sendiri, sedangkan beban dinamis meliputi gaya yang timbul akibat proses pengadukan [20]. Hasil dari tahap desain ini adalah model CAD (*Computer-Aided Design*) [21], [22] tiga dimensi dari rangka mesin yang akan digunakan sebagai dasar untuk pemodelan FEA [23]. Gambar 1 merupakan bentuk visualisasi 3D mesin pengaduk gula aren.



Gambar 1. 3D Rangka mesin pengaduk gula aren

#### Tahapan Pemilihan Material

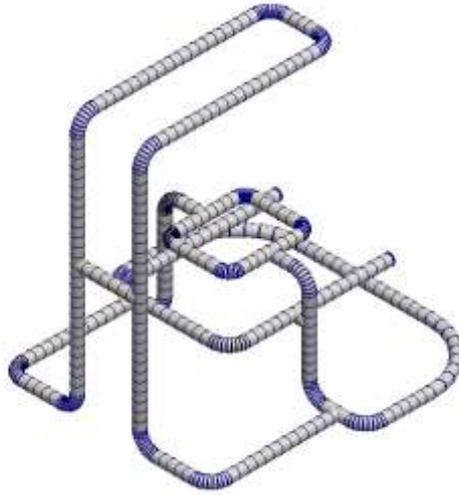
Setelah model CAD selesai dibuat, tahap selanjutnya adalah pemilihan material yang akan digunakan untuk pemodelan FEA [19]. Sifat mekanik material seperti modulus elastisitas, tegangan luluh, dan densitas sangat berpengaruh terhadap hasil analisis. Data sifat material ini dapat diperoleh dari literatur, data pabrikan, atau pengujian laboratorium. Pemilihan material yang tepat sangat penting untuk mendapatkan hasil simulasi yang akurat menggunakan material 1060 alloy [24] seperti yang diperlihatkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Spesifikasi Material 1060 alloy

Name	: 1060 Alloy
Model type	: Linear Elastic Isotropic
Yield strength	: 2,75742e+07 N/m <sup>2</sup>
Tensile strength	: 6,89356e+07 N/m <sup>2</sup>
Mass density	: 2.700 kg/m <sup>3</sup>
Elastic modulus	: 6,9e+10 N/m <sup>2</sup>
Poisson's ratio	: 0,33
Thermal expansion coefficient	: 2,4e-05 /K

#### Tahapan Penentuan Mesh

Tahap penentuan mesh merupakan langkah penting dalam metode elemen hingga. Mesh adalah pembagian model tiga dimensi menjadi elemen-elemen yang lebih kecil [25]. Kualitas mesh sangat berpengaruh terhadap akurasi hasil analisis. Elemen yang terlalu besar dapat menyebabkan hasil yang kurang akurat, sedangkan elemen yang terlalu kecil dapat meningkatkan waktu komputasi [26]. Pada tahap ini, akan ditentukan jenis elemen yang akan digunakan (*tetrahedral*, *hexahedral* dan *polyhedral*), ukuran elemen, dan distribusi elemen pada model [27]. Penelitian ini menggunakan jenis tetrahedral mesh menggunakan elemen berbentuk *tetrahedral* atau segitiga tiga dimensi. Jenis mesh ini sering digunakan pada geometri yang kompleks atau tidak beraturan karena lebih mudah dibentuk secara otomatis oleh perangkat lunak simulasi. *Tetrahedral mesh* sangat cocok untuk simulasi pada objek dengan bentuk organik atau 3D yang rumit [12].



Gambar 2. Mesh

### Tahapan Pemodelan FEA

Setelah mesh selesai dibuat, tahap selanjutnya adalah pemodelan FEA . Pada tahap ini, model CAD yang telah dibuat akan dikonversi menjadi model FEA. Kemudian, akan dilakukan definisi material, penerapan beban, dan penentuan kondisi batas [28]. Kondisi batas mendefinisikan bagaimana model terikat pada lingkungan sekitarnya. Setelah semua parameter telah didefinisikan, akan dilakukan analisis modal untuk mendapatkan frekuensi natural dan mode bentuk dari rangka mesin. Analisis modal akan memberikan informasi mengenai kecenderungan getaran dari rangka mesin pada berbagai frekuensi.

### Tahapan Validasi Simulasi

Tahapan validasi merupakan tahapan yang penting untuk memastikan tingkat keakuratan hasil simulasi dengan membandingkannya terhadap hasil perhitungan manual berdasarkan teori dasar [29]. Langkah ini bertujuan untuk memverifikasi bahwa model simulasi telah merepresentasikan fenomena fisik dengan benar, baik dalam parameter material, geometri, maupun kondisi batas yang diterapkan. Teknik validasi dalam simulasi FEA sangat penting untuk memastikan keakuratan, keandalan, dan kredibilitas hasil simulasi, dan mendukung pengambilan keputusan yang efektif, optimalisasi desain, dan manajemen risiko dalam proyek teknik [29]. Dalam proses ini, nilai hasil simulasi, seperti frekuensi natural, tegangan, atau deformasi, dihitung kembali menggunakan rumus analitis atau empiris yang sudah teruji. Hasil dari kedua pendekatan ini kemudian dibandingkan untuk menilai konsistensi. Perbedaan atau selisih yang diperoleh dievaluasi dengan persentase kesalahan, dan jika berada dalam toleransi tertentu, simulasi dianggap valid. Rumus untuk menghitung frekuensi natural adalah sebagai berikut:

$$f_z = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$f_z$  adalah frekuensi alami struktur desain (Hz),  $k$  adalah kekakuan pada struktur desain (N/m),  $m$  adalah berat struktur desain (kg). Perhitungan spesifik dapat bervariasi berdasarkan konfigurasi rangka dan kondisi pembebanan. Untuk menghitung nilai kesalahan antara frekuensi alami yang dihitung dari Analisis Elemen Hingga (FEA) dan frekuensi alami eksperimental yang diperoleh dari simulasi, kita dapat menggunakan rumus persentase kesalahan berikut:

$$\text{Presentase Kesalahan} = \frac{\text{Simulasi} - \text{Teori}}{\text{Teori}} \times 100\%$$

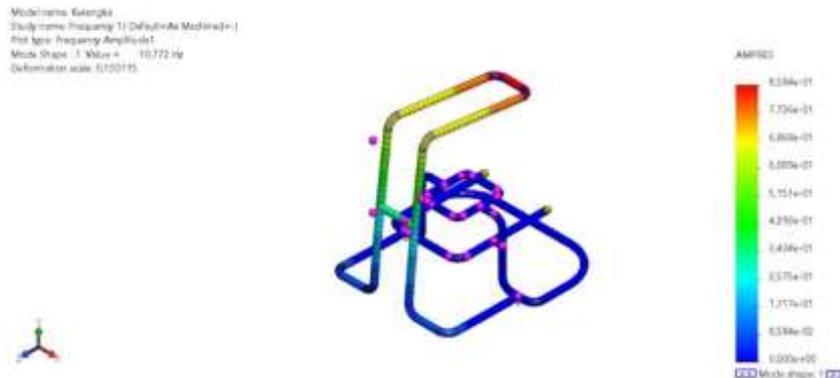
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Frekuensi alami merupakan frekuensi sebuah sistem bergetar secara bebas setelah diberi beban awal tanpa adanya pengaruh gaya eksternal tambahan. Frekuensi ini ditentukan oleh sifat fisik dari sistem, seperti massa, kekakuan, dan distribusi materialnya. Pada kasus-kasus dibidang mekanikal, frekuensi alami sangat berkaitan erat dengan kemampuan suatu struktur untuk menahan getaran tanpa menyebabkan resonansi. Hasil meshing pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Spesifikasi mesh

Mesh type	: Mixed Mesh
Mesher Used	: Blended curvature-based mesh
Jacobian points for High-quality mesh	: 16 Points
Jacobian check for shell	: On
Maximum element size	: 0,19071 cm
Minimum element size	: 0,19071 cm
Mesh Quality	: High
Node	: 17073
Element	: 10643

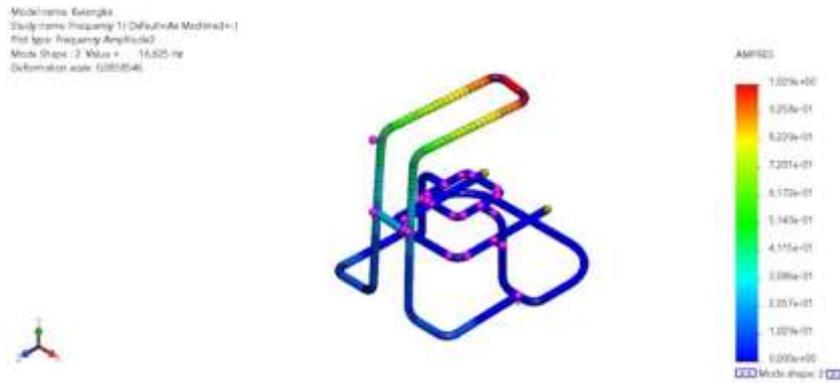
Penelitian ini, menghasilkan beberapa bentuk mode yang di visualisasikan dalam bentuk mode frekuensi. Bentuk Mode 1 seperti yang diperlihatkan pada gambar 3, struktur bergetar pada frekuensi 10,772 Hz dengan skala deformasi 0,130115.



Gambar 3. Mode bentuk 1

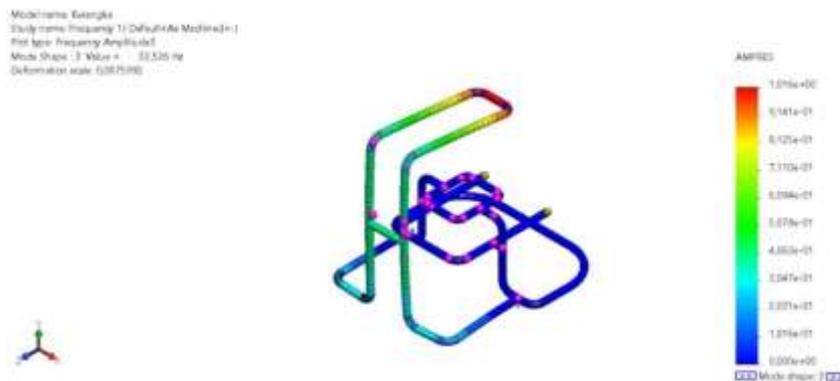
Bentuk mode ini menunjukkan pola awal getaran, yang biasanya paling mendasar dan melibatkan deformasi terbesar. Gradien warna dari biru ke merah menunjukkan amplitudo getaran, dengan merah mewakili amplitudo tertinggi dan biru terendah. Visualisasi ini membantu mengidentifikasi area struktur yang mengalami gerakan paling signifikan.

Bentuk Mode 2 yang terlihat pada gambar 4, menunjukkan struktur bergetar pada 16,625 Hz dengan skala deformasi 0,0858546. Seiring dengan meningkatnya nomor mode, kompleksitas pola getaran juga meningkat. Bentuk mode ini mungkin melibatkan lebih banyak simpul (titik perpindahan nol) dan antisimpul (titik perpindahan maksimum), yang menunjukkan interaksi gaya yang lebih kompleks dalam struktur.



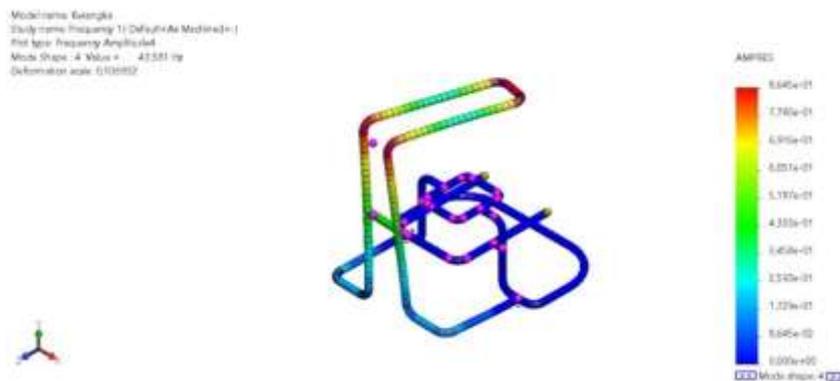
Gambar 4. Mode bentuk 2

Bentuk Mode 3 memiliki skala deformasi 0,0875992 dan terjadi pada frekuensi 32,526 Hz. Gambar 3 menunjukkan bagaimana kompleksitas pola getaran meningkat seiring dengan frekuensi. Berbagai bagian struktur mungkin bergerak ke arah yang berlawanan karena respons struktur pada frekuensi ini. Ini dapat menjadi penting untuk memahami titik tegangan potensial.



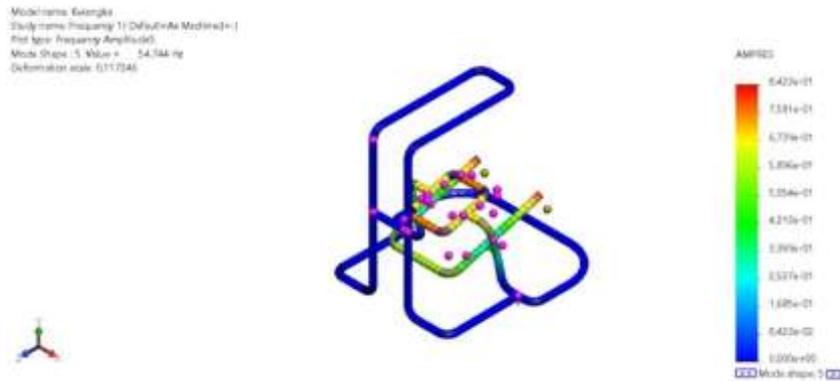
Gambar 5. Mode bentuk 3

Bentuk Mode 4, menunjukkan frekuensi 43,581 Hz dan skala deformasi 0,106932. Bentuk mode ini bahkan lebih kompleks, dengan beberapa area dengan amplitudo tinggi. Memahami mode ini penting untuk memastikan bahwa struktur dapat menahan beban dinamis tanpa mengalami tekanan atau kegagalan yang berlebihan.



Gambar 6. Mode bentuk 4

Bentuk Mode 5, dengan frekuensi 54,744 Hz dan skala deformasi 0,117246, merupakan salah satu respons frekuensi tertinggi dari struktur tersebut. Pada tahap ini, pola getaran sangat rumit, dan respons struktur dapat sangat sensitif terhadap gaya dinamis eksternal. Bentuk mode ini sangat penting untuk mengidentifikasi potensi frekuensi resonansi yang dapat menyebabkan masalah struktural jika tidak dikelola dengan baik.



Gambar 7. Mode bentuk 5

Bentuk Mode 5 mengalami perubahan resonansi tertinggi, dengan frekuensi 54,744 Hz, yang menunjukkan pola getaran kompleks yang dapat menyebabkan amplifikasi getaran yang signifikan dan potensi masalah struktural jika gaya eksternal selaras dengan frekuensi ini. Sebaliknya, Bentuk Mode 1, dengan frekuensi 10,772 Hz, mengalami perubahan resonansi terendah, karena mewakili mode getaran fundamental, yang biasanya dicirikan oleh pola gerakan yang lebih sederhana dan amplitudo yang lebih rendah, sehingga tidak terlalu rentan terhadap efek buruk resonansi dibandingkan dengan mode yang lebih tinggi [30]. Risiko resonansi merupakan pertimbangan penting dalam rekayasa struktur, karena dapat mengakibatkan konsekuensi yang serius jika tidak dikelola dengan baik [31]. Dengan memahami prinsip resonansi dan menerapkan strategi desain dan mitigasi yang efektif, para insinyur dapat meningkatkan keamanan dan keawetan struktur, memastikan struktur tersebut dapat menahan gaya dinamis tanpa mengalami efek yang merugikan [7]. Dampak resonansi dapat sangat besar, yang mengakibatkan kerusakan struktural, bahaya keselamatan, dan implikasi ekonomi. Memahami dan mengurangi risiko resonansi sangat penting dalam rekayasa dan desain untuk memastikan keamanan dan keawetan struktur. Dengan menerapkan strategi desain dan sistem pemantauan yang efektif, para insinyur dapat meminimalkan dampak buruk resonansi dan meningkatkan ketahanan struktur terhadap gaya dinamis.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan diatas maka diperoleh kesimpulan bahwa bentuk mode 5, dengan frekuensi 54,744 Hz, mengalami perubahan resonansi tertinggi, yang menimbulkan risiko signifikan berupa getaran yang diperkuat dan potensi kegagalan struktural, sedangkan bentuk 1, pada 10,772 Hz, menunjukkan perubahan resonansi terendah, yang dicirikan oleh pola gerakan yang lebih sederhana. Dengan memahami frekuensi alami dalam desain struktural untuk mengurangi efek resonansi, meningkatkan keselamatan, dan memastikan keawetan infrastruktur melalui pemilihan material yang tepat, strategi peredaman yang efektif, dan pemantauan berkelanjutan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. K. Sawidin, Y. R. Putung, A. P. Y. Waroh, dan T. Marsela, "Rancang Bangun Kontrol Pengolahan Gula Aren Dengan Programmable Logic Controller," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 5, no. 2, hal. 179–184, 2023, doi: 10.37905/jjee.v5i2.19839.
- [2] F. A. Arifin, M. S. Alaydrus, dan A. B. Prasetyo, "Desain dan analisis Cassava Chopper Machine," *Angkasa J. Ilm. Bid. Teknol.*, vol. 15, no. 1, hal. 85, 2023, doi: 10.28989/angkasa.v15i1.1638.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] A. B. Prasetyo dan K. A. Sekarjati, "Natural Frequency Analysis of Compost Processing Machin," *AIP Conf. Proc.*, vol. 020047, no. 1, hal. 1–9, 2024, doi: <https://doi.org/10.1063/5.0214076>.
- [6] H. Abbas, D. Juma, dan M. R. Jahuddin, "Penerapan Metode Elemen Hingga Untuk Desain Dan Analisis Pembebanan

- Rangka Chassis Mobil Model Tubular Space Frame," *ILTEK J. Teknol.*, vol. 15, no. 2, hal. 96–102, 2020, doi: 10.47398/iltek.v15i2.527.
- [7] P. Ofrial, M, T, A; Noerochim, L ;Hidayat, M, I, "Analisis Numerikal Frekuensi Natural Pada Poros Low Pressure Boiler Feed Pump PT.PJB UP Gresik," *J. Tek. ITS*, vol. 6, no. 1, hal. F1–F6, 2017, doi: <http://dx.doi.org/10.12962/j23373539.v6i1.21080>.
- [8] 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>.
- [9] 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.
- [10] A. B. Prasetyo dan K. A. Sekarjati, "Analysis of The Vertical and Horizontal type Cultivator Claw on The Performance test of Tge Power Weeder Machine," *SINTEK J. J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 18, no. 1, hal. 13–18, 2024, doi: 10.24853/sintek.18.1.13-18.
- [11] R. P. Ikbal, F. Setiawan, dan A. B. Prasetyo, "Analisis pengaruh metode vacuum bag terhadap geometri sayap uav skywalker analysis of vacuum bagging method on geometry of skywalker uav wing," *SJME Kinemat.*, vol. 8, no. 1, hal. 36–43, 2023, doi: 10.20527/sjmekinematika.v8i.
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] A. B. Prasetyo, F. Fauzun, A. A. Azmi, dan S. H. Yaqin, Rizqi Ilmal, Pranoto, "Simultaneous Cooling Analysis of Injection Molding Plastic Products with Cooling System Variations," *J. Penelit. Saintek*, vol. 25, no. 2, hal. 173–183, 2020, doi: 10.21831/jps.v25i2.34574.
- [16] A. B. Prasetyo, *Proses Manufaktur I*, 1th ed. Sleman: Depublish, 2024.
- [17] H. Jakahadiyuda Prawira, D. Dwi Handoko, dan A. Bagus Prasetyo, "Rancang Bangun Animal Feed Grass Chopping Machine," *J. Energy, Mater. Manuf. Technol.*, vol. 2, no. 02, hal. 6–14, 2023, doi: 10.61844/jemmtec.v2i02.453.
- [18] 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>.
- [19] 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.
- [20] F. Nurwimbo, I. A. Ariesta, I. Nadiansyah, dan A. B. Prasetyo, "Studi Eksperimental Pengaruh Konfigurasi Dudukkan Mata Pisau Terhadap Kinerja Mesin Pencacah Rumput," in *ReTII*, 2024, vol. 2024, no. November, hal. 365–370.
- [21] 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.
- [22] 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," *Pros. Nas. Rekayasa Teknol. Ind. dan Inf. XVIII Tahun 2023*, vol. 2023, no. November, hal. 116–120, 2023.
- [23] A. B. Prasetyo, "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>.
- [24] M. Shang, Y. Li, M. Yang, Y. Chen, L. Bai, dan P. Li, "Wall Thickness Uniformity in ISF of Hydraulic Support: System Design, Finite Element Analysis and Experimental Verification," *Machines*, vol. 11, no. 3, 2023, doi: 10.3390/machines11030353.
- [25] 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>.
- [26] A. B. Prasetyo dan K. A. Sekarjati, "Analisis Struktur Desain Pisau Pengupas Tempurung Kelapa," in *Seminar Nasional Riset & Inovasi Teknologi*, 2022, hal. 417–423.
- [27] A. B. Prasetyo, K. A. Sekarjati, dan S. Haryo, "Design And Analysis of The Effect of Variation Ofcompression Force on Allen Key Using Finite Element Analysis Method," *SJME Kinemat.*, vol. 7, no. 1, hal. 39–52, 2022, doi:

- 10.20527/sjmekinematika.v7i.
- [28] 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.
- [29] S. Sutrisna, A. B. Prasetyo, dan F. R. A. Juniar, "Design and Analysis of the Komatsu Pc400 Excavator'S Tooth Bucket Thickness Using the Finite Element Method," *Int. J. Mech. Eng. Technol. Appl.*, vol. 5, no. 2, hal. 130–138, 2024, doi: 10.21776/mechta.2024.005.02.2.
- [30] N.- Endriatno, "Analisis Frekuensi Natural dan Modus Getar Balok Kantilever Aluminium dengan Metode Elemen Hingga dan Eksperimental," *Rekayasa Mesin*, vol. 13, no. 1, hal. 217–229, 2022, doi: Corresponding Author: nanangendriatno@gmail.com DOI: DOI: <https://doi.org/10.21776/ub.jrm.2022.013>.
- [31] L. Ari, N. Wibawa, B. Uji, P. Antariksa, dan I. Nasional, "Analisis Frekuensi Natural Rangka Main Landing Gear Pesawat UAV Menggunakan Ansys Workbench," *J. Mesin Nusantara.*, vol. 5, no. 1, hal. 65–73, 2022, doi: 10.29407/jmn.v5i1.17580.