

Pengaruh Pengerolan Alur Pelat Heksagonal Terhadap Frekuensi Pribadinya Dalam Kondisi Bebas-Bebas

Edwira Nurazizi Aulia^{1*}, Sukanto¹, Erwanto¹

¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

*E-mail : edwira.nurazizi@gmail.com

Received : 14 Juli 2023; Received in revised form : 1 Agustus 2023; Accepted : 15 Agustus 2023

Abstract

Plate panels that must be used in pick-up vehicles need to be designed as thin as possible but have high stiffness and natural frequency so that they are more efficient in fuel use and able to withstand vibrations that occur during driving. This study aims to determine the natural frequency that occurs in the plate panel profile for vehicle bodies resulting from the cold rolling process. The galvanized steel plates used are 0.6 and 0.8 mm thick. The natural frequency test method is used with free boundary conditions, where the conditioning plate is suspended by a rope. The natural frequency test tool used is the vibroport 80 at an existential pressure of 10 grams, with the hammer hitting the centre of the panel and the sensors being positioned at 0 and 90 degrees. Based on the test results that have been carried out, the panel specimen with a thickness of 0.8 mm obtained the highest natural frequency value of 922.5 Hz, while for a plate thickness of 0.6 mm, the highest value was only 816.25 Hz.

Keywords: Natural frequency; ; Pick-up car; Plate panels; Vibroport 80rolling.

Abstrak

Panel pelat yang digunakan pada kendaraan *pick-up* perlu dirancang setipis mungkin namun memiliki kekakuan dan frekuensi pribadi yang tinggi agar lebih hemat dalam penggunaan bahan bakar dan mampu menahan getaran yang terjadi selama berkendara. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui frekuensi pribadi yang terjadi pada profil panel pelat untuk bodi kendaraan hasil proses roll dingin. Pelat baja *galvanil* yang digunakan memiliki tebal 0,6 mm dan 0,8 mm. Metode pengujian frekuensi pribadi digunakan dengan kondisi syarat batas bebas-bebas, dimana pelat kondisi digantung dengan seutas tali. Alat uji frekuensi pribadi yang digunakan *vibroport* 80 pada tekanan eksistensi 10 gram, dengan posisi *hammer* dipukul ditengah panel dan sensornya dipasang posisi 0 dan posisi 90 derajat. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, spesimen panel dengan tebal 0,8 mm diperoleh nilai frekuensi pribadi tertinggi 922,5 Hz, sedangkan untuk untuk tebal pelat 0,6 mm nilai tertingginya hanya 816,25 Hz.

Kata kunci: Frekuensi pribadi; Mobil *pick-up*; Pengerolan; Panel; Pelat *vibroport* 80.

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin pesat ditambah dengan pandemi virus *corona*, tidak menghambat perkembangan dan kemajuan teknologi dibidang manufaktur dan otomatis, justru mengalami peningkatan yang pesat terutama di Indonesia. Hasil penjualan pasar otomotif di Indonesia berdasarkan ASEAN *automotive federation* sepanjang Januari hingga Agustus 2021, tercatat sebanyak 543.424 unit. Peningkatan yang terjadi tidak lepas juga dari minat

masyarakat terhadap kendaraan niaga jenis mobil *pick up* semakin diminati pasar karena lebih fleksibel dalam mengangkut bahan baku dan hasil produksi dengan kemampuan menerobos kondisi jalan, mulai dari jalan perdesaan hingga perkotaan yang memiliki kepadatan lalu lintasnya yang cukup tinggi [1] karena sepanjang tahun 2021 total penjualan mobil *pick up* secara *wholesale* (penjualan dari pabrikan ke *dealer*) di Indonesia mencapai 139.720 unit.

Pelat baja merupakan komponen yang sering digunakan dalam industri

manufaktur, contohnya industri otomotif yang menggunakan pelat baja dalam struktur rancang bangun pada desain mekanis kendaraan karena mudah dibentuk dan harganya lebih murah [2]. pelat baja pada kendaraan merupakan bagian yang paling sering terkena rambatan getaran yang terjadi akibat tekanan yang didapat kendaraan dari tekanan mekanis ketika mesin kendaraan dihidupkan. Tekanan yang didapat pada kendaraan justru menimbulkan getaran yang berlebih pada kendaraan sehingga menimbulkan kebisingan yang mengganggu kenyamanan [3]. Secara perlahan getaran berlebih pada kendaraan juga dapat menyebabkan retakan pada sudut-sudut kerangka penghubung konstruksi kendaraan, bahkan keretakan yang terjadi secara lambat laun bisa mengakibatkan hancurnya bodi kendaraan karena terjadi kelelahan material dan patahan-patahan akibat mengalami getaran yang besar secara konstan, berulang dan terus menerus[4].

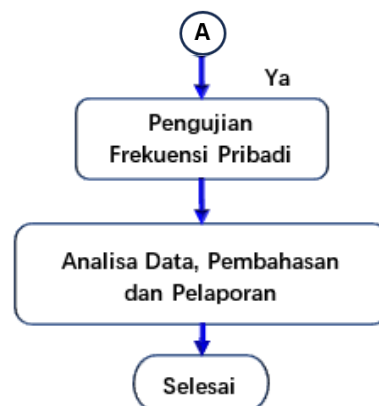
Pembentukan baja (*metal forming*) pada panel bak kendaraan mobil *pick up* bisa dilakukan dengan proses pengerolan atau pembentukan alur pada permukaan bak mobil. Penelitian pembentukan panel tersebut telah berhasil membuktikan bahwa pada panel beralur yang dibentuk mampu meredam rambatan getaran yang dihasilkan dari benturan yang dialami oleh kendaraan

[5]. Getaran yang terjadi umumnya disebabkan oleh sumber sumber mekanis seperti profil jalan yang bergelombang, gaya mesin dan struktur kendaraan yang mengikatnya [6]. Pengurangan getaran yang terjadi pada panel kendaraan dilakukan dengan proses pengerolan yaitu pembentukan alur pada permukaan dengan memberikan tekanan pada permukaan pelat sehingga membentuk alur memanjang [7]. Pengerolan dilakukan untuk mendapatkan tegangan sisa pada dinding alur pelat sehingga meningkat kekakuannya. Oleh karena itu tulisan ini menyampaikan laporan hasil penelitian tentang proses pembuatan panel pelat beralur dalam rangka meningkatkan frekuensi pribadi (alamiah) dan kekakuan panel yang cocok pada kendaraan agar kenyamanan berkendara dan kerusakan konstruksi pada bodi kendaraan dapat dihindari atau berkurang.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang diterapkan dalam penelitian ini mengacu diagram alir seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Diagram Alir Metode Penelitian. Proses diawali dengan studi literatur terkait jurnal, buku, prosiding dan media cetak baik offline maupun online sebagai acuan rancangan parameter dan analisa hasil percobaan.





Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1. Perencanaan Parameter, Persiapan Bahan dan Peralatan

Perencanaan parameter penelitian dilakukan dengan mempertimbangkan material pelat yang lazim digunakan pada kendaraan, yaitu berupa pelat galvanil. Selanjutnya parameter proses ditentukan berupa proses *metal forming* yaitu membentuk pelat datar menjadi pelat beralur hexagonal, dimana bentuk hexagonal ini lebih banyak digunakan pada kendaraan dan juga mudah dalam pembersihannya serta umumnya memiliki kekakuan yang baik[3].

Persiapan alat pengerol dilakukan dengan merehabilitasi mesin roll yang mengalami korosi akibat sudah lama tidak digunakan. Pertama mengganti pengerol dari berjumlah 5 alur menjadi 10 alur, kemudian dilakukan pembersihan korosi

pada roll dengan cara diampas dan digerinda menggunakan mata kawat supaya proses pembersihan lebih cepat dan bersih, langkah selanjutnya dilakukan pemasangan motor penggerak dan mengkalibrasi motor tersebut agar dapat bekerja dengan baik tanpa adanya masalah nantinya dan terakhir menyambungkan *push button* dengan motor listrik, seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Persiapan alat pengujian dimulai dengan menyiapkan meja penjepit untuk pelat dengan memastikan meja dalam kondisi baik kemudian dilakukan pembersihan pada meja dan mengoleskan cairan penghilang karat pada baut penjepit pelat. Kemudian memastikan *vibroport* dalam kondisi baik dan sudah terkalibrasi sehingga bisa mendapatkan karakteristik getaran yang sesungguhnya.



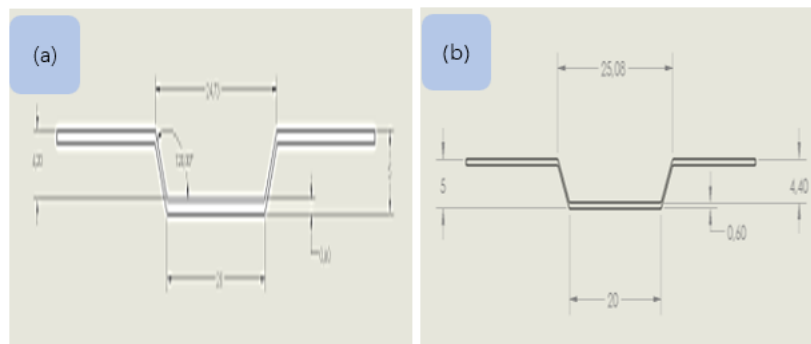
Gambar 2. Mesin Pengerol Pelat

2.2. Pembuatan Spesimen Uji dan Verifikasi

Pembuatan spesimen dilakukan dengan beberapa tahapan. Pertama dilakukan pengadaan pelat *galvanil*

dengan tebal 0,6 mm dan 0,8 mm sebanyak 3 lembar dengan ukuran 2400 mm x 1200 mm pada tiap-tiap ketebalan pelat, seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Kemudian pelat dipotong menjadi 8 bagian dengan ukuran 600 mm x 560 mm dan diambil tiap ketebalan 9 lembar. Langkah selanjutnya adalah proses *metal forming* untuk membuat alur. Bahan akan di *roll* sampai membentuk alur trapezium [8], pengerolan dilakukan secara langsung, berulang-ulang hingga mencapai ukuran kedalaman maks 4,2 mm. Proses pengerolan pelat dilakukan dalam kondisi

dingin tanpa proses pemanasan. Verifikasi specimen dilakukan dengan cara melihat langsung bentuk dan profil panel hexagonal yang terjadi, bila bentuk tidak simetris dan kedalaman alur tampak tidak seragam maka dilakukan proses Analisa parameter dan bila perlu dilakukan pembuatan ulang dari pelat baru. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan sampel terbaik dengan agar diperoleh penyimpangan nilai frekuensi pribadi yang relatif sama antara sampel satu dengan yang lainnya.

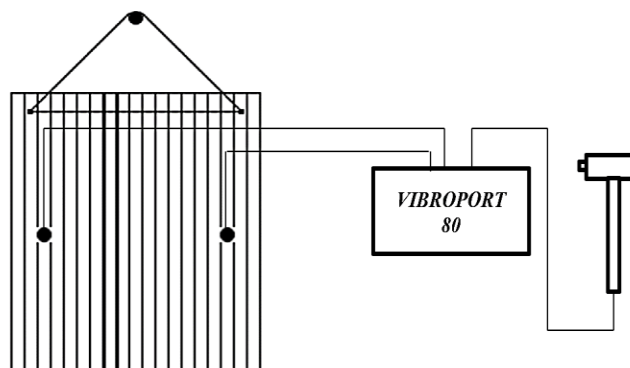


Gambar 3. Bentuk Alur Trapezium 120°: (a). Tebal 0,8 mm. (b). Tebal 0,6 mm

2.3. Pengujian Frekuensi pribadi

Getaran adalah kondisi yang tidak diinginkan terjadi pada sebuah sistem dari instalasi mesin. Getaran yang besar akan mengakibatkan pengaruh terhadap kinerja mesin maupun umur kekuatan dari sebuah elemen mesin yang ada [9]. Pengukuran frekuensi pribadi atau, getaran alami dilakukan dengan cara menempatkan 2

sensor yang telah terhubung pada *vibroport* 80 di 2 titik dengan kordinat 0 dan 90 derajat, kemudian *vibrotest* diletakkan pada tengah-tengah panel untuk mengetahui hasil getaran yang didapat. Proses pengukuran frekuensi pribadi seperti diperlihatkan pada Gambar 4. Skema Pengukuran Getaran dengan Syarat Batas Bebas-bebas.



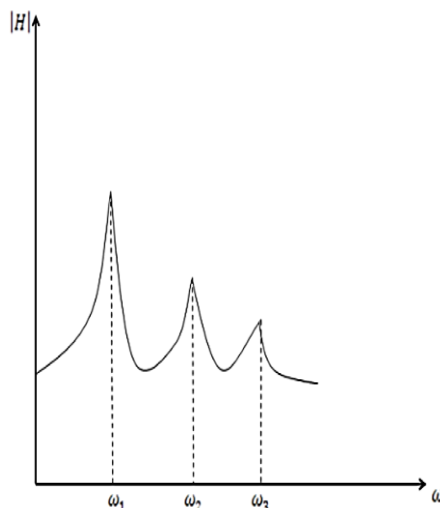
Gambar 4. Skema Pengukuran Getaran Syarat Batas Bebas-bebas

2.4. Analisis Data, Pembahasan dan Pelaporan

Analisa data dilakukan untuk mengetahui frekuensi pribadi panel hasil pembentukan roll dingin. Data diambil dari mesin pada *vibroport* 80 dalam bentuk

format excel dan grafik. Penyortiran grafik frekuensi pribadi dilakukan dengan mengacu pada teori getaran yang muncul dengan penyimpangan (H) berpola teratur,

dengan menyusun tiga bentuk simetri frekuensi pribadi ($\omega_1, \omega_2, \text{ dan } \omega_3$) terhadap seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Frekuensi Pribadi[10]

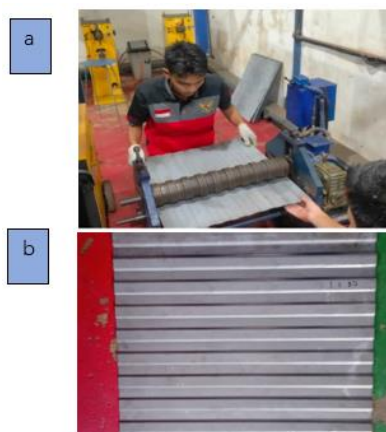
Selanjutnya dilakukan analisa pada perubahan frekuensi pribadi yang terjadi pada panel, untuk membandingkan kemampuan panel dalam menerima eksitasi gya yang diberikan terhadap getaran panel yang dibangkitkan. Nilai frekuensi pribadi (ω) yang dihasilkan dan hubungannya dengan kekakuan (k) panel pelat dapat dianalisa menggunakan persamaan (2-1) frekuensi pribadi pada sistem konstruksi material, dimana kekakuan material dan berbanding terbalik terhadap massa (m) [11].

$$\omega = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \dots\dots\dots(1)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian Frekuensi Pribadi Panel

Pembuatan spesimen panel beralur 10 dilakukan dengan menggunakan mesin pengerol berpengerak 1 hp pada putaran mesin 14 rotasi per menit. Proses pengerolan dingin ini dilakukan dengan menggunakan pengarah pengerolan serta dioperasikan oleh dua orang operator dari kedua sisi depan dan belakang mesin pengerol untuk menjaga, membantu dan mengarahkan kelurusan alur pelat. Proses pengerolan dilakukan berulang-ulang hingga terbentuk alur heksagonal dengan kedalaman berkisar 3,5 mm – 4 mm. Rata-rata pengerolan dilakukan sebanyak 10 kali. Gambar kegiatan proses pengerolan dan spesimen panel pelat hasil pengerolan dingin seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. (a). Proses Pengerolan. (b). Spesimen Hasil Pengerolan

Pengujian frekuensi pribadi terhadap panel pelat hasil roll dingin terhadap pelat dengan ketebalan 0,8 mm dan 0,6 mm dilakukan dengan syarat batas bebas-bebas yaitu menggunakan metode pelat digantung dengan seutas tali. Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali pada 3 posisi yang berbeda untuk setiap ketebalan pelat. Hasil dari pengujian frekuensi pribadi tersebut dikumpulkan dan selanjutnya ditabelkan seperti ditunjukkan pada Tabel

1. Berikut. Hasil data pada tabel tersebut diperoleh dari pengujian menggunakan alat *vibroport* 80 dengan memberikan gaya 100 N atau 10 gram pada permukaan pelat dengan cara dipukul untuk menghasilkan respon getarannya. Pemilihan parameter gaya eksitasi yang diberikan ini telah dilakukan percobaan terlebih dahulu dengan tujuan, bahwa besaran eksitasi gaya tersebut telah mampu memberikan respon getaran terhadap panel pelat yang diuji.

Tabel 1. Daftar hasil pengujian pada syarat batas bebas-bebas

Tebal Pelat	0,6 mm	0,8 mm
Pelat Datar	352,50	362,5
pelat 1	536,25	642,5
pelat 2	611,25	626,5
pelat 3	773,75	777,5
pelat 4	440,00	922,5
pelat 5	435,00	661,25
pelat 6	751,25	770
pelat 7	816,25	627,5
pelat 8	650,00	842,5
pelat 9	693,75	771,25

3.2. Perbandingan frekuensi Pribadi Panel Terhadap Tebal Pelat

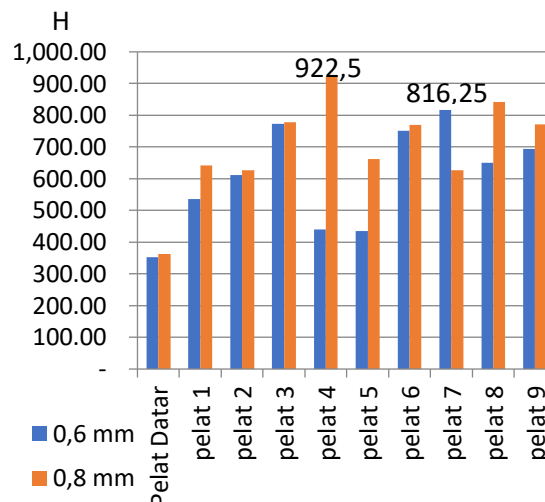
Hasil pengujian frekuensi pribadi panel pelat, yang tertera pada Tabel 3, selanjutnya dibuat grafik seperti ditunjukkan pada Gambar 7. Hal ini dilakukan dengan tujuan analisis serta untuk mengetahui sejauhmana pengaruh perbedaan tebal pelat terhadap frekuensi pribadi yang terjadi. Berdasarkan grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa pelat dengan tebal 0,8 lebih bagus dalam menyerap getaran yang diterima karena sudah terbukti memiliki nilai frekuensi pribadi yang lebih dominan dibandingkan dengan panel pelat tebal 0,6 mm. Namun demikian, proses pengerolan panel pelat dengan tebal 0,6 mm lebih mudah dibentuk karena semakin tipis sebuah pelat maka tegangan sisa yang didapat pada proses pembentukan baja semakin sedikit. Selanjutnya, berdasarkan grafik tersebut tampak jelas bahwa panel pelat dengan tebal 0,6 mm menunjukkan

nilai frekuensi pribadi yang lebih tinggi dibandingkan dengan panel pelat nomor 7

yang memiliki tebal 0,8 mm. Hal ini terjadi diakibatkan ketika proses pengerolan pelat nomor 7 dengan tebal 0,8 mm mengalami perubahan arah alur yang lebih banyak, yang mengakibatkan profil panel hexagonalnya kurang bagus dan kurang teratur. Sementara itu, panel pelat nomor 7 dengan tebal 0,6 mm memiliki bentuk hexagonal yang simetris atau cenderung lebih bagus, mengingat proses pengerolan dengan ketebalan pelat semakin rendah akan semakin lebih mudah. Rata-rata proses pengerolan panel pelat hexagonal ini dilakukan sebanyak 10 kali untuk tiap pelatnya, dan kemudian dilakukan pengulangan (tanpa penambahan kedalaman pengerolan) sebanyak 5 kali guna memperbaiki atau memperbagus bentuk profil alur hexagonal dari tiap-tiap pelatnya. Selain itu, berdasarkan grafik tersebut juga dapat dilihat bahwa, panel pelat nomor 5 juga menunjukkan nilai

frekuensi pribadi yang relatif kecil bila dibandingkan dengan frekuensi pribadi panel pelat lainnya. Hal ini juga dipengaruhi oleh terjadinya kerusakan alur panel ketika proses pengerolan berlangsung pelat slip dan menyimpang dari cetakan alur pelatnya. Semakin tipis pelat semakin

mudah pengerolannya namun juga mudah bergeser dan menyimpang sehingga profil alur hexagonalnya rusak atau tidak terbentuk. sehingga mempengaruhi hasil dari pengukuran frekuensi pribadi pada pelat [12].



Gambar 7. Diagram Batang Perbandingan Hasil Pengerolan

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa ketebalan pelat dapat mempengaruhi proses pengerolan dan tegangan sisa yang dihasilkan, proses pengerolan pelat dengan tebal 0,6 mm lebih mudah dalam pembentukan profil hexagonal yang diharapkan, namun demikian panel pelat dengan tebal 0,8 mm lebih efisien dalam merespon getaran dari gaya yang diberikan. Hal ini dikarenakan semakin tebal panel pelat yang digunakan semakin tinggi nilai frekuensi pribadi dan kekakuan panelnya. Selain itu, dalam beberapa hal, kekakuan material panel lebih penting dibandingkan kekuatannya [13].

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada bapak Edi Yusri, S.Pd., M.Pd. dan Ibu Dewi Roswita, S.Pd. sebagai wali penulis yang selalu memberikan dukungan berupa semangat dan materi yang tidak terhitung, juga terima kasih saya tujukan kepada bapak Dr. Sukanto, S.S.T., M.Eng. dan bapak Erwanto,

S.S.T., M.T. yang telah menuntun selama proses penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Nursanti and S. Frans, "Analisis Sikap Konsumen terhadap Keputusan Pembelian Mobil Pic-up Merek Isuzu Panther dan Mitsubishi L300 di Pekanbaru," *J. Online Mhs. Fak. Ekon. Univ. Riau*, vol. 1, no. 1, 2014.
- [2] Suarsana, *Ilmu Material Teknik*. Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana, 2017.
- [3] Sukanto and Erwanto, "pengaruh perlakuan panas pada pembentukan pelat beralur panel kendaraan terhadap peningkatan frekuensi alamiah diukur pada kondisi batas jepit-jepit," *J. rotor*, no. 2, pp. 1-6, 2016.
- [4] E. Listijorini and R. Sandro, "Pengaruh bentuk bukaan terhadap kekuatan dan getaran balok," *Sintek J. Tek. Mesin*, vol. 12, no. 2, pp. 107-112, 2018.
- [5] O. Danielsson, A. González Cocaña, K. Ekström, M. Bayani Khaknejad, M.

- Klomp, and R. Dekker, "Influence of body stiffness on vehicle dynamics characteristics," *Dyn. Veh. Roads Tracks - Proc. 24th Symp. Int. Assoc. Veh. Syst. Dyn. IAVSD 2015*, no. August 2019, pp. 45-56, 2016, doi: 10.1201/b21185-7.
- [6] Sukanto, I. M. Miasa, and R. Soekrisno, "Pengaruh Perubahan Bentuk Bead Panel Kendaraan terhadap Frekuensi Alamiah pada Kondisi Batas Bebas-Bebas," *J. energi dan manufaktur*, vol. 7, pp. 131-136, 2014.
- [7] Gunadi, *Teknik Bodi Otomotif*, vol. 53, no. 9. 2013.
- [8] Sukanto, "karakteristik getaran panel kendaraan terhadap perubahan bentuk alur pelat," *J. manutech*, pp. 1-5, 2011.
- [9] M. Faisal, N. Endriatno, and B. Sudia, "Analisa Getaran Pada Balok Jepit Bebas dan Jepit-Jepit dengan Variasi Posisi Motor Penggetar Abstrak," *J. Ilm. Mhs. Tek. mesin*, vol. 6, no. 2, pp. 1-6, 2021.
- [10] sendi aditya Putra, *Identifikasi kerusakan struktur berdasarkan karakteristik*. 2010.
- [11] tungga bhimadi Karyasa, *Dasar-dasar getaran mekanis*. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta, 2010.
- [12] A. K. Samlawi and R. Siswanto, "Diktat Bahan Kuliah Material Teknik," *Univ. Lambung Mangkurat*, pp. 3, 8, 56-59, 2016.
- [13] T. Surdia and S. Saito, *Pengetahuan Bahan Teknik*, 4th ed. PT. Pradnya Paramita, 1999.