

Analisa Kekakuan Pelat terhadap Pembentukan *Dimple Dies* dengan Variasi Diameter Lubang dan Jumlah Lubang *Dimple*

M. Irfan Nur Kholis¹, Erwanto^{1*}, Fajar Aswin¹

¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

*E-mail : erwanto.polmanbabel@gmail.com

Received : 8 Desember 2023; Received in revised form : 5 Februari 2024;

Accepted : 27 Februari 2024

Abstract

The construction of the body of minibus passenger vehicles usually uses walls, roofs and floors called vehicle panels. The vehicle panel itself is the most important part that supports safety and comfort for the occupants of the vehicle. Generally, the vehicle panel will cause a sound that makes passengers uncomfortable because of the noise that occurs due to the vibration of the vehicle engine and damaged road conditions. Excessive vibration can be reduced by increasing the rigidity of the panel by changing the shape such as beads, embossing, stiffeners, spot welded stiffenes, and grooves. The purpose of this study was to determine the effect of borehole variation and the number of dimple holes on plate stiffness for its natural frequency response. This research method is shown as follows: making experimental designs, dimple manufacturing processes, measuring and analyzing the results of dimple-shaped plates with variations in boreholes and the number of dimple holes to stiffness for their natural frequency response response. Based on the results, the number of holes on the dimple plate affects the stiffness of the plate to its natural frequency response.

Keywords: *Dimple dies; Minibus; Natural frequency; Plate Stiffness; Vibration.*

Abstrak

Konstruksi body kendaraan berpenumpang minibus biasanya menggunakan dinding, atap maupun lantai yang disebut panel kendaraan. Pada panel kendaraan sendiri merupakan bagian terpenting yang mendukung keamanan dan kenyamanan untuk penumpang kendaraan tersebut. Umumnya panel kendaraan akan menimbulkan suara yang membuat para penumpang tidak nyaman karena kebisingan yang terjadi karena getaran mesin kendaraan maupun kondisi jalan yang rusak. Getaran yang berlebih bisa dikurangi dengan cara meningkatkan kekakuan pada panel tersebut dengan merubah bentuk seperti bead, embossing, stiffener, spot welded stiffenes, dan alur. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh variasi lubang bor dan jumlah lubang dimple terhadap kekakuan pelat untuk respon frekuensi naturalnya. Metode penelitian ini ditunjukkan sebagai berikut: membuat desain eksperimen, proses pembuatan dimple, mengukur dan menganalisa hasil pelat berbentuk dimple dengan variasi lubang bor dan jumlah lubang dimple terhadap kekakuan untuk respon respon frekuensi naturalnya. Berdasarkan dari hasil jumlah lubang pada pelat dimple mempengaruhi kekakuan pelat terhadap respon frekuensi naturalnya.

Kata kunci: *Dimple dies; Frekuensi natural; Getaran; Kekakuan; Minibus.*

1. PENDAHULUAN

Pada kendaraan minibus, konstruksi bodi biasanya terdiri dari dinding, atap, dan lantai yang sering disebut sebagai panel kendaraan. Panel-panel ini memiliki peran penting dalam kenyamanan bagi penumpang kendaraan. Salah satu faktor kenyamanan yang sangat dipengaruhi adalah tingkat kebisingan dan getaran yang terjadi di dalam kabin kendaraan. Perbedaan

tekanan diluar dan di dalam ruang penumpang, serta getaran berlebih yang terjadi pada kendaraan dapat mengakibatkan kondisi fatik pada panel serta berdampak kebisingan kedalam kabin. Sumber kebisingan dan getaran tersebut ditimbulkan dari gaya mesin, kekasaran permukaan jalan serta struktur rangka kendaraan [1]. Getaran adalah suatu gerak bolak balik disekitar keseimbangan. Keseimbangan disini maksudnya adalah

keadaan dimana suatu benda berada diposisi diam jika tidak ada gaya pada benda tersebut [2]. Getaran terjadi akibat adanya gerak karena adanya perbedaan tekanan dan frekuensi. Ada banyak getaran yang terjadi dalam mesin kendaraan (Otomotif), seperti getaran mesin baik yang kategori mesin kapasitas berat, mesin medium maupun mesin kapasitas ringan. Getaran mesin merupakan pergerakan bolak-balik dari sebuah mesin yang bekerja atau sebuah komponen mesin. Sehingga, setiap komponen yang bergerak bolak-balik atau berosilasi disebut bergetar [3]. Panel atau pelat adalah merupakan salah satu penghasil kebisingan dengan frekuensi rendah (20-200) pada kendaraan. Getaran yang terjadi pada panel kendaraan berdampak signifikan terhadap keamanan dan kenyamanan saat dalam berkendara. Getaran yang berlebih dapat dikurangi dengan cara membuat atau meningkatkan kekakuan pada panel atau pelat tersebut, sehingga semakin besar nilai kekakuannya maka getarannya semakin rendah [4]. Kekakuan pada panel atau pelat dapat dipengaruhi oleh geometrinya, modulus elastisitasnya, dan ukurannya. Ada berbagai metode pembentukan untuk meningkatkan kekakuan pada panel atau pelat tersebut seperti *spot welded*, *damping*, *viskoelastis*, *embossing*, *stiffener*, dan *dimple dies* [5]. *Dimple Dies* adalah proses fabrikasi mengurangi berat lembaran logam dengan cara membuat lesung pipit pada lembaran logam yang telah dilubangi lalu dipress agar berbentuk dimple. Pada proses *dimple dies* itu sendiri berfungsi untuk meningkatkan kekuatan dan kekakuan pada lembaran logam tersebut. *Dimple dies* biasanya digunakan dalam *industry automotive* seperti pembuatan sasis kendaraan, roll cage, panel body kendaraan dan pengerjaan logam lainnya [6].

Pelat galvanil adalah pelat baja yang telah melalui proses galvanisasi. Proses ini melibatkan pemberian lapisan *zinc* pada permukaan pelat baja untuk melindunginya dari korosi. Lapisan *zinc* ini bertindak sebagai penghalang antara baja dan lingkungan sekitarnya, mencegah terjadinya karat dan memperpanjang umur baja [7].

Frekuensi natural adalah dasar (karakteristik) dari system getaran, oleh karena itu penentuan personal suatu sistem getar sangatlah penting guna mencegah

getaran dan resonansi yang berlebihan. Pola gerak dari system yang bergetar pada frekuensi natural disebut mode normal [8]. Getaran sebuah gerakan bolak balik yang menimbulkan suara atau kebisingan dengan kekakuan pelat yang strukturnya keras dan kaku akibat perubahan struktur yang dikarenakan pelat tersebut di panaskan atau dibentuk menjadi pengaku maka dari itu getaran yang berlebih bisa diredam dengan kekakuan pelat. Pengaruh dari kekakuan pelat sendiri terhadap frekuensi naturalnya adalah semakin kaku suatu struktur maka semakin tinggi frekuensi naturalnya [9].

Pada penelitian ini metode analisa data menggunakan metode taguchi. Metode Taguchi adalah sebuah teknik penelitian yang berguna dalam meningkatkan kualitas benda kerja serta meminimalkan biaya dan sumber daya. Proses metode taguchi bertujuan untuk membuat proses benda kerja tidak berpengaruh karena variabel gangguan, seperti perubahan bentuk, material, dan proses manufaktur [10].

Dalam metode Taguchi sebelum melakukan eksperimen kita harus menentukan matriks ortogonal, manfaat dari matriks orthogonal adalah merancang eksperimen dengan efisiensi dan untuk menganalisis data eksperimen, agar bisa menetapkan jumlah eksperimen dan memberikan informasi tentang faktor yang mempengaruhi [11]. Didalam metode taguchi cara menganalisis data dari suatu percobaan yang terancang dengan teknik analisis ragam atau sering disebut dengan ANOVA. Analisis varian adalah sebuah metode untuk memeriksa hubungan antara dua atau lebih set data. Dengan kata lain ada hubungan antara set data dengan melakukan analisis varians. Analisis varian sering disebut juga sebagai *F-test* [12].

Berdasarkan latar belakang yang telah dibuat adapun rumusan masalah yaitu pengaruh pembentukan *Dimple Dies* terhadap frekuensi natural pada pelat baja *mild steel* dan pengaruh tebal pelat dengan variasi diameter lubang dan jumlah lubang *dimple*.

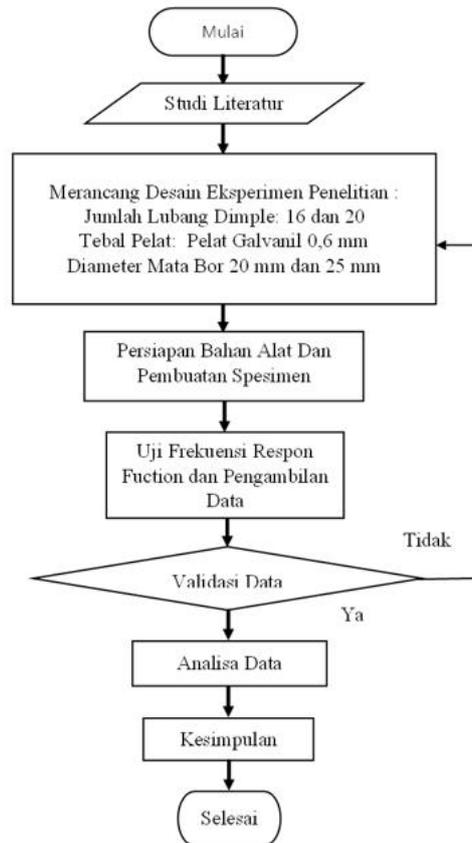
Tujuan penelitian ini untuk mengetahui frekuensi natural panel atau pelat setelah berubah bentuk menjadi *dimple*. Selanjutnya penelitian ini untuk mengetahui pengaruh dari diameter lubang dan jumlah lubang *dimple* terhadap

frekuensi natural dan kekakuan panel atau pelat.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan sesuai dengan susunan diagram alir penelitian agar penelitian tersebut teratur dan terarah lalu dilanjutkan menjelaskan kronologis

penelitian termasuk ran dengan studi literatur yang mencakup jurnal, buku, prosiding,serta sumber-sumber cetak, baik dalam format fisik maupun digital, sebagai panduan dalam merancang parameter dan menganalisis percobaan. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1. Merancang Desain Eksperimen

Ada dua parameter atau variabel proses yang digunakan dalam penelitian ini yaitu diameter lubang *Dimple Dies* dan Variasi Jumlah Lubang *Dimple Dies*. Untuk variabel respon pada penelitian ini adalah uji frekuensi alami untuk mengetahui pengaruh dari pembentukan *Dimple Dies*.

2.2. Persiapan Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang akan digunakan pada saat akan membuat sample pelat berbentuk *dimple* ini terdiri atas cetakan *dimple* untuk membentuk lubang *dimple*, mesin gerinda tangan digunakan untuk memotong pelat galvanil menjadi ukuran 575 x 600 mm, mesin bor tangan digunakan

sebagai alat untuk membuat lubang *dimple* pada pelat, mata bor hole saw ukuran 20mm dan 25mm digunakan sebagai mata potong untuk membuat lubang *dimple*, alat press hidrolik digunakan untuk proses pengepressan setelah pelat tersebut dilubangi sehingga menjadi pelat *dimple*, meja uji jepit digunakan untuk media penjepit pelat yang telah berbentuk *dimple* untuk dilakukan proses pengujian, alat ukur *Vibroport 80* digunakan untuk pengujian getaran frekuensi alami pelat setelah menjadi *dimple*, pelat galvanil dengan ukuran ketebalan 0,6 mm dan dimensi 575 x 600 mm untuk mengetahui frekuensi alami setelah pelat tersebut dibentuk menjadi *dimple*. Alat dan bahan ini dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Alat dan Bahan Penelitian

2.3. Variabel Penelitian

Variabel penelitian ada diameter bor bolongan dan jumlah lubang *dimple*.

Parameter dan nilai level penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter dan nilai level penelitian

Parameter Pembentukan <i>Dimple</i>	Level	
	Level 1	Level 2
Diameter Bor Lubang	20 mm	25 mm
Jumlah Lubang <i>Dimple</i>	16	20

2.4. Menentukan Total Derajat Kebebasan

Pada pemilihan matrik OA ini harus memiliki derajat kebebasan, total dari derajat kebebasan variabel proses dan level factor yang digunakan adalah 2 total derajat kebebasan ditunjukkan pada Tabel 2. Sesuai

dengan pilihan yang tersedia matrik OA L_9 (2^3) untuk dijadikan sebagai rancangan percobaan. Pada Tabel 3 menunjukkan desain faktorial untuk sampel uji menunjukkan nilai tiap parameter proses yang digunakan untuk membuat pelat berbentuk *dimple*.

Tabel 2. Total derajat kebebasan

Parameter Proses	Jumlah Level (k)	$ufl = (k-1)$
Diameter Bor Lubang	2	1
Jumlah Lubang <i>Dimple</i>	2	1
Total Derajat Kebebasan		2

Tabel 3. Desain eksperimen Taguchi L_4 (2^3)

No. Eks	Diameter Bor Lubang	Jumlah Lubang <i>Dimple</i>
1	20	16
2	20	20
3	25	16
4	25	20

2.5. Pembentukan Sampel Eksperimen

Pada proses pembuatan sampel dilakukan di Bengkel Mekanik Polman Babel

di sektor Lab Lafalo, tahap pertama adalah memotong pelat galvanil menjadi dimensi ukuran 575 x 600 mm, tahap kedua adalah

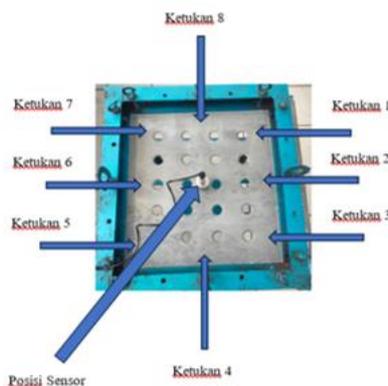
mengebor pelat tersebut dengan *hole saw* sesuai dengan jumlah variasi lubang. Tahap ketiga adalah mencetak lubang menjadi bentuk *dimple* dengan alat press dongkrak hidrolik.

2.6. Pengujian Sampel

Pengujian sampel dilakukan dengan cara menggunkan *vibroport 80* untuk melihat frekuensi natural pada pelat berbentuk *dimple*. Pada Gambar 3 adalah cara pengujian sampel dan pada Gambar 4 adalah posisi ketukan untuk mengambil data pada sampel. Dan hasil pembentukan pelat *dimple* ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 3. Pengujian Sampel



Gambar 4. Posisi Ketukan Pengujian



Gambar 5. Hasil Pembentukan Pelat Dimple

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data serta hasil perhitungan sample yang sudah dilakukan pengambilan data

terhadap uji frekuensi *natural fuction*. Adapun hasil pengujian dan pengambilan data ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian

Diameter Mata Bor Lubang	Jumlah Lubang Dimple	Pelat 1	Pelat 2	Pelat 3	Rata-rata
20	16	365,19	365,72	423,60	380,84
20	20	313,84	322,25	433,54	356,64
25	16	365,09	411,41	420,54	399,01
25	20	284,71	363,30	450,81	366,27

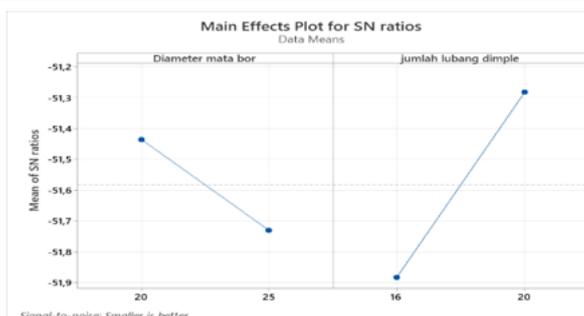
3.1. Perhitungan Respon S/N Rasio *Smaller Is Better*

Data hasil pengujian terhadap kekakuan pelat yang dibentuk *dimple* untuk respon frekuensi natural dimasukkan ke *software* untuk dianalisis datanya mencari nilai *S/N rasio Smaller Is Better* pada gambar 6 dan hasil dari nilai analisis respon *S/N Rasio* ditunjukkan pada Tabel 5. Berdasarkan

Gambar 6 analisis variabel proses optimal terhadap kekakuan pelat yang dibentuk *dimple* untuk respon frekuensi natural yaitu Diameter Lubang Bor 20 dan Jumlah Lubang *Dimple* 20, sedangkan berdasarkan Tabel 6 variabel proses yang paling berpengaruh terhadap kekakuan pelat yang dibentuk *dimple* untuk respon frekuensi natural yaitu Jumlah Lubang *Dimple*. Untuk variabel proses Diameter Mata Bor di urutan kedua.

Tabel 5. *S/N rasio smaller is better*

Level	Variabel Proses	
	Diameter Mata Bor	Jumlah Lubang <i>Dimple</i>
1	-51,44	-51,88
2	-51,73	-51,28
Delta	0,29	0,60
Rangking	2	1



Gambar 5. Grafik S/N Rasio

3.2. Perhitungan Nilai F_{hitung}

Pada perhitungan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dari setiap factor dan level terhadap pengujian kekakuan pelat yang dibentuk *dimple* untuk respon frekuensi natural. Pada Tabel 6 menunjukan bahwa nilai F_{hitung} variabel proses Jumlah Lubang *dimple* lebih besar terhadap respon.

4. SIMPULAN

Berdasarkan pada hasil Analisa eksperimen menggunakan metode Taguchi, dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian

kekakuan pelat berbentuk *dimple* untuk frekuensi natural yang paling optimum dari 2 variabel proses dengan 2 level faktor adalah sebagai berikut:

1. Diameter Lubang Bor Level 2 dengan Bor 20 mm,
2. Jumlah Lubang *Dimple* Level 1 dengan variasi lubang 20.

Dari Tabel 6 menyatakan bahwa Nilai F_{hitung} pada variabel proses Jumlah Lubang *Dimple* sangat berpengaruh secara signifikan terhadap kekakuan pelat untuk respon frekuensi natural.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua saya yang telah mendoakan serta memberi semangat kepada saya karena berkat doa merekalah penelitian ini dapat terselesaikan. Dan terima kasih banyak kepada Bapak Erwanto, S.S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 1 dan Bapak Fajar Aswin, S.S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing 2 yang telah membimbing saya selama ini untuk menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] 2010 Goetchius, G.M., "Body structure noise and vibration refinemen," Woodhead Publ. Ltd., pp. 351-386, 2010, [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9781845694975500157>.
- [2] M. F. Ahmad, "Hubungan Getaran Terhadap Produktivitas Dengan Keluhan Carpal Tunnel Syndrome Sebagai Variabel Intervening Pada Pekerja Konveksi Di Kota Makassar," Skripsi, pp. 1-124, 2018.
- [3] W. Naibaho, S. Siahaan, and R. Naibaho, "Analisa Perbandingan Putaran Mesin Untuk Kompresor Air Condition Pada Mobil Daihatsu Taruna Terhadap Karakteristik Getaran Berdasarkan Time Domain," J. MESIL (Mesin Elektro Sipil), vol. 2, no. 1, pp. 25-35, 2021, doi: 10.53695/jm.v2i1.229.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] F. Woodward, "How to Use Dimple Dies Effectively?," 2022. <https://www.woodwardfab.com/blog/how-to-use-dimple-dies-effectively/>
- [7] S. Produk, "Lokfom galvanil," Dok. Tips, pp. 3-5, 2023, [Online]. Available: <https://dokumen.tips/documents/galvanil.html>
- [8] L. Ari, N. Wibawa, B. Uji, P. Antariksa, and I. Nasional, "Analisis Frekuensi Natural Rangka Main Landing Gear Pesawat UAV Menggunakan Ansys Workbench," J. Mesin Nusant., vol. 5, no. 1, pp. 65-73, 2022.
- [9] M. Darensyah, P. Manufaktur, and N. Bangka, "Pengaruh Pengerolan Pelat Kondisi Dingin Terhadap Kekakuan Pelat Pada Bak Mobil Pick Up," vol. 01, no. 1, pp. 1-7, 2023.
- [10] I. Soejanto, Desain Eksperimen Metode Taguchi. 2009. [Online]. Available: https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=soejanto+2009&oq=soejanto+2
- [11] P. Sidi et al., "Aplikasi Metoda Taguchi Untuk Mengetahui Optimasi Kebulatan Pada Proses Bubut Cnc," J. Rekayasa Mesin, vol. 4, no. 2, pp. 101-108, 2013.
- [12] J. Fajrin, P. Pathurahman, and L. G. Pratama, "Aplikasi Metode Analysis of Variance (Anova) Untuk Mengkaji Pengaruh Penambahan Silica Fume Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Mortar," J. Rekayasa Sipil, vol. 12, no. 1, p. 11, 2016, doi: 10.25077/jrs.12.1.11-24.2016.