



## Analisis Kekakuan Pada Pelat Baja Galvanil 0.8mm Akibat Pembentukan Dingin Dengan Metode *Bead Rolled* Variasi Ukuran Dan Bentuk Radius

Illham Avriyansah<sup>1</sup>, Erwanto<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

Email : ilhamavriyansah8@gmail.com

Received:19 November 2024 ; Received in revised form:13 Januari 2025 ; Accepted: 13 Januari 2025

### Abstract

*Cold plate forming process is widely used and needed in manufacturing industries such as automotive industry. One of the cold plate profile forming processes is by plate roll process or often called "Bead Roll". The bead roll process is widely used because the process is cheap, but is able to improve/add good vibration resistance, "Bead Roller" machine functions to make curves or profiles on the plate sheet. The resulting profile produced by this machine is collected and analyzed using the Taguchi method, which is a statistical data processing technique that aims to find the best final profile. The best damping result is a plate with a roll eye width of 12 mm and a rolling depth of 5 mm. The results of this study are expected to expand knowledge about plates used as new form innovations and become a reference for future research and development.*

**Keywords:** bead roll; natural frequency; vibration; plate stiffnes; taguchi method

### Abstrak

Proses pembentukan pelat dingin banyak digunakan dan dibutuhkan pada industri manufaktur seperti industri otomotif. Salah satu proses pembentukan profil pelat secara dingin dengan cara proses roll pelat atau sering disebut "*Bead Roll*". Proses bead roll banyak umum digunakan karena prosesnya murah, tapi mampu memperbaiki/ menambah kemampuan menahan getaran (vibrasi) yang baik, Mesin "*Bead Roller*" berfungsi untuk membuat lekukan atau profil pada lembaran pelat. Profil hasil yang dihasilkan mesin ini dikumpulkan dan dianalisis menggunakan metode *Taguchi*, yaitu Teknik pengolahan data statistik yang bertujuan untuk menemukan profil akhir terbaik. Hasil redaman yang terbaik yaitu pelat dengan lebar mata roll 12 mm dan kedalaman pengerolan 5 mm. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperluas pengetahuan tentang pelat yang digunakan sebagai inovasi bentuk baru dan menjadi referensi penelitian dan pengembangan di masa yang akan datang.

**Kata kunci:** bead roll; frekuensi natural; getaran; kekakuan pelat; metode taguchi

### 1. PENDAHULUAN

Pada dunia modern yang banyak teknologi maju saat ini, kita membutuhkan barang-barang yang fungsional. Aplikasi ini memiliki potensi besar untuk membantu Masyarakat menyelesaikan aktivitas dengan lebih cepat, mudah, praktis, dan berkualitas dibandingkan sebelumnya. Lembaran baja merupakan komponen yang populer dibidang manufaktur karena mudah dibentuk.

Salah satu contohnya adalah industri otomotif yang memasukan pelat baja ke dalam desain mekanis kendaraan [1]. Saat mesin mobil dihidupkan, getaran disebabkan karena tekanan mekanis di dalam mobil dan pelat baja kendaraan rentan terhadap efek getaran ini. Tekanan yang diberikan pada mobil menyebabkan getaran berlebihan di dalam mobil sehingga menimbulkan suara-suara yang tidak menyenangkan. lembaran baja galvanil sering digunakan sebagai komponen struktural penting dalam konstruksi bangunan. Penggunaan lembaran baja galvanil 0,8mm telah meningkat dalam beberapa tahun

terakhir karena keunggulannya seperti daya tahanya yang luar biasa dan fungsi ganda sebagai penyangga permanen dan penguat positif. Namun, kekakuan baja galvanil dapat terganggu bila digunakan pada suhu dingin. Kekakuan lembaran baja galvanil sangat penting dalam menahan berbagai beban seperti beban hidup, beban mati, dan beban gempa. Serangkaian penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa lembaran baja galvanil digunakan dalam keadaan dingin dapat mengurangi kekakuannya.

Sifat mekanik baja seperti kekakuan Tarik dan kekuatan geser dapat dipengaruhi oleh modifikasi tersebut. Mesin pengerol membuat pelat atau profil yang awalnya berbentuk oval lurus; kurva profil ini dapat diubah berdasarkan penggunaan dan kebutuhan [2]. Alat, sebagaimana biasa diistilahkan, akan membantu dalam membentuk perubahan pada material. Sesuai dengan geometri dan bentuk pahat, perkakas tersebut akan memberikan gaya tekan pada material pelat lembaran logam [3]. Karena proses penggulangan logam yang dilakukan secara plastis kurang efektif dan efisien serta menemui banyak kendala, maka diperlukan alat-alat inovatif yang dapat menyederhanakan proses penggulangan lembaran pelat dan pada akhirnya menghasilkan penggulangan lembaran pelat yang efektif.

Dengan menambahkan bahan peredam viskoelastik pada konstruksi kendaraan, kekakuan dinamis panel dapat ditingkatkan secara signifikan [4]. Selain itu, mengembos panel menjadi gelombang dapat membuat pelat menjadi lebih kaku dibandingkan pelat datar, sehingga meningkatkan frekuensi alaminya hingga sepuluh kali lipat. Frekuensi alami dan bentuk model pelat juga dipengaruhi secara signifikan oleh pelaku dan distribusinya [5]. Frekuensi dan intensitas suara yang dikeluarkan pelat juga dipengaruhi oleh desain dan penempatan pengaku [6]. Proses pelapisan logam pada suhu yang lebih rendah daripada baja disebut hot dip galvanizing. Dengan dicelupkannya baja ke dalam seng cair pada suhu 450°C, prosedur galvanisasi celup panas menciptakan lapisan intermetalik paduan Fe-Zn dengan menciptakan hubungan metalurgi antara seng cair dan permukaan baja. Sejumlah kecil aluminium yang ditambahkan ke seng selama proses galvanisasi sangatlah penting. Fungsi aluminium adalah untuk memantulkan cahaya dari lapisan dasar dan biasanya dijaga pada komposisi antara 0,002% dan 0,005%. Permukaan bahan akan menjadi kusam jika kandungan aluminiumnya kurang dari 0,002%. Ketika sedikit aluminium digabungkan ke dalam wadah seng, dapat menghasilkan lapisan lebih tipis dan tampak lebih mengkilap dibandingkan wadah seng tanpa aluminium.

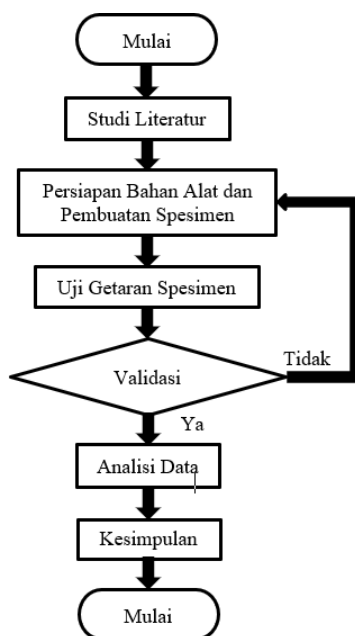
Salah satu pilihan untuk mengurangi getaran berlebihan pada panel adalah dengan membuatnya lebih kaku. Bentuk material, modulus elastisitas, dan dimensi semuanya mempengaruhi kekakuan panel [7]. Penggunaan model simulasi akan lebih hemat biaya ketika melakukan penelitian hubungan kekakuan panel dan getaran karena melibatkan sejumlah faktor yang rumit [8]. Penelitian ini bertujuan untuk mencari tahu apa yang berpengaruh dari hasil pembentukan *bead roller* dengan variasi ukuran dan bentuk radius dengan pembentukan pada pelat galvanil dengan ketebalan 0,8 mm terhadap frekuensi natural dengan metode analisis *taguchi*. Strategi penelitian yang dapat mengurangi biaya dan memaksimalkan sumber daya sekaligus meningkatkan kualitas benda kerja adalah metode Taguchi. Tujuan dari prosedur metode Taguchi adalah untuk mengisolasi proses benda kerja dari variabel-variabel yang dapat menyebabkan gangguan, seperti modifikasi pada bentuk, material, atau proses pembuatan. Metode Taguchi dapat memastikan setiap bahan secara konsisten memberikan hasil yang stabil, produk berkualitas tinggi, dan bebas dari kebisingan.

Frekuensi getaran yang biasanya dimiliki suatu sistem yang dibiarkan bergetar tanpa adanya suatu redaman atau eksitasi disebut frekuensi alami. Suatu frekuensi yang di mana gaya luar menggerakkan sistem beresilasi dan amplitud pergerakannya paling besar dan paling dekat dengan sistem frekuensi alami disebut frekuensi resonansi. Untuk mencegah resonansi, frekuensi natural harus diperhatikan [9]. Karena frekuensi alami peralatan dan struktur atau komponen bertepatan, terjadilah resonansi. Suatu struktur mungkin gagal karena resonansi. Massa dan kekakuan struktur merupakan dua faktor yang berpengaruh pada frekuensi alami.

Dengan menggunakan sampel, teknik analisis varians (ANOVA) dapat digunakan untuk menilai variasi variasi yang disebabkan oleh satu komponen [10]. Kesimpulan dapat dibuat dengan menggunakan ANOVA terlepas dari apakah mean sampelnya sama atau berbeda.

## 2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan sesuai dengan susunan diagram alir agar penelitian tersebut teratur dan terarah lalu dilanjutkan menjelaskan kronologis penelitian yang dimulai dengan melakukan tinjauan literatur, informasi dikumpulkan dari berbagai sumber, seperti buku, artikel jurnal akademik, surat kabar, dan sumber online. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir

### 2.1. Perancangan Desain Penelitian

Ada dua variable yang digunakan pada penelitian ini yaitu, variabel proses : Tiga variabel yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu lebar mata pengerolan 10mm dan 12mm, tebal pelat 0,8mm, dan variasi bentuk radius. Variabel Respons : Untuk menentukan terbentuknya frekuensi *bead roller*, variabel respons akan diuji dengan metode uji frekuensi natural.

### 2.2. Persiapan Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari pelat galvanil yang telah di potong dengan ukuran 500mm x 500mm, mesin bubut digunakan untuk membuat roda pembentuk *Bead Roll*, mesin frais digunakan untuk membuat lubang pada roda pembentuk, meja uji jepit digunakan sebagai media penjepit pelat yang telah di bentuk untuk dilakukan proses pengujian, alat ukur *Vibroport 80* digunakan untuk pengujian getaran frekuensi alami pada pelat yang telah di bentuk. Alat dan bahan ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Alat dan Bahan

### 2.3. Design of Eksperiment ( DoE )

Penggunaan metode eksperimental meningkatkan efisiensi hasil produksi pelat *Bead Roll*. Proses ini menghasilkan data desain factorial untuk beberapa penyesuaian parameter menggunakan software *minitab*. Tujuannya adalah untuk menentukan dampak masing-masing komponen dan memberikan bukti empiris. Parameter penelitian meliputi perubahan bentuk radius, ketebalan pelat 0,8 mm dan lebar billah rolling 10 dan 12 mm.

### 2.4. Penentuan Faktor dan Level Penelitian

Pada penelitian ini akan menggunakan dua parameter proses yaitu kedalaman tanda silang pada pelat dan variasi bentuk radius dengan lebar mata pengerolan 10 mm dan 12 mm. Parameter dan level penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Parameter dan Level Penelitian

Parameter	Level	
	Level 1	Level 2
<b>Pembentukan <i>Bead Roll</i></b>		
Lebar Profil Radius	10 mm	12 mm
Kedalaman	3 mm	5 mm

### 2.5. Pembuatan Spesimen

Pembuatan spesimen dilakukan di Bengkel Mekanik Polman Babel, yang merupakan bagian dari laboratorium las fabrikasi logam. Proses pengerolan dilakukan dengan menggunakan alat bead roll dengan profil berdiameter 10 mm dan 12 mm pada pelat galvanil yang sudah di potong dengan ukuran 500 mm x 500 mm dan ketebalan pelat 0,8 mm. Proses ini bertujuan membuat tanda pada pelat, di mana pelat di bentuk menjadi tanda silang, menghasilkan efek yang berfungsi meningkatkan kekakuan pelat. Proses dan hasil pengerolan dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Proses dan Hasil Pengerolan

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil data pengujian pelat *bead roll* yang telah dilakukan menggunakan vibroport 80 secara otomatis dengan melakukan 3 kali replikasi. Kemudian, metode Taguchi diterapkan untuk mendapatkan nilai rata-rata hasil yang telah diperoleh. Pada Tabel 2 menunjukkan hasil dari pengujian frekuensi alamiah.

Tabel 2. Hasil Dari Pengujian Frekuensi Alamiah

Tabel 2. Hasil Dan Pengujian Frekuensi Alamiah							
Ekp	Faktor Lebar Profil	Kedalaman an Profil	Frekuensi (Hz)			Jumlah	Mean
			1	2	3		
1	12 mm	5 mm	62,52	49,67	101,87	214,06	71,35
2	12 mm	3 mm	145,47	98,61	131,07	375,15	125,05
3	10 mm	5 mm	51,89	124,55	56,00	232,44	77,48
4	10 mm	3 mm	59,81	93,98	67,69	221,55	73,85
Rata-Rata							86,93

Kekakuan pelat yang di timbulkan untuk respon frekuensi alamiah tidak di pengaruhi secara signifikan oleh hasil kontribusi faktor apapun. Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing elemen tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap respons karena ada faktor lain yang mengganggu. Hasilnya menunjukkan  $F_{Hitung} = 1,14$

$< F_{\text{tabel}}(0,05;1;3) = 10,13$ , sehingga  $H_0$  diterima, yang menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh kedalaman profil terhadap pengaruh pelat. Hipotesis nol ( $H_0$ ) untuk masing-masing variable ditunjukkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hipotesis Nol

Sumber Faktor	Kondisi $H_0$
A	Diterima
B	Diterima

Ditunjukkan pada table di atas bahwa  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak, yang menunjukkan setiap komponen tidak dapat mencapai tingkat kekakuan optimal pada pelat yang dibentuk untuk frekuensi alamiahnya.

### 3.1. Rata-Rata Hasil Pengerolan Setiap Pelat

Tabel 4. Rata-Rata Hasil Pengerolan Setiap Pelat

Lebar Profil	Kedalaman Profil	Pelat 1 (Hz)	Pelat 2 (Hz)	Pelat 3 (Hz)	Rata - Rata
12 mm	5 mm	62,52	49,67	101,87	71,35
12 mm	3 mm	145,47	98,61	131,07	125,05
10 mm	5 mm	51,89	124,55	56,00	77,48
10 mm	3 mm	59,81	93,98	67,69	73,85

Hasil Pengujian dimasukkan ke dalam program perangkat lunak *Minitab* untuk analisis data setelah menentukan rata-rata setiap pelat.

### 3.2. Perhitungan Respon S/N Rasio Smaller Is Better

Data hasil pengujian terhadap kekakuan pelat yang telah di bentuk *bead roll* untuk respon frekuensi natural dimasukkan ke software untuk di analisis datanya mencari nilai S/N rasio smaller is better. Hasil dari nilai respon S/N rasio ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. S/N Rasio Smaller Is Better

Level	Lebar	Kedalaman
1	-38,03	-39,79
2	-39,76	-38,00
Delta	1,73	1,79
Rank	2	1

### 3.3. Perhitungan Nilai $F_{\text{Hitung}}$

Pada perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dari setiap faktor dan level terhadap pengujian kekakuan pelat yang telah di bentuk untuk respon frekuensi naturalnya.

## 4. SIMPULAN

Hasil analisa dan pengujian yang dilakukan pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari hasil analisa dan pengujian perhitungan yang menggunakan, varians taguchi untuk faktor radius untuk nilai  $F_{\text{hitung}} = 0,31 < F_{\text{tabel}}(0,05;1;3) = 10,13$  dan untuk faktor kedalaman alur radius  $F_{\text{hitung}} = 0,92 < F_{\text{tabel}}(0,05;1;3) = 10,13$  yang artinya bahwa kondisi hipotesis nol dari setiap faktor yang diterima. Menimbulkan proses atau variabel memberikan pengaruh terhadap kekakuan pelat yang telah dibentuk alur menyilang untuk frekuensi naturalnya.
2. Dari hasil pengujian *Taguchi* faktor hasil dari hasil proses yang optimal dari S/N rasio “ *smaller is better* ” terhadap hasil dari pengerolan pelat, untuk respon frekuensi naturalnya dengan kedalaman pengerolan 5 mm dan 3 mm dengan radius 12 mm dan 10 mm mendapatkan nilai frekuensi 86,93 Hz. Hasil dari analisa ini menyatakan bahwa kedalaman pengerolan dan ukuran radius mempengaruhi frekuensi natural dari pelat dengan ketebalan 0,8 mm.

---

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1]. Suarsana. (2017). Ilmu Material Teknik. *Universitas Udayana*, 47–56.
- [2]. Darensyah, M., Manufaktur, P., & Bangka, N. (2023). "Pengaruh Pengerolan Pelat Kondisi Dingin Terhadap Kekakuan Pelat Pada Bak Mobil Pick Up". *Jurnal Inovasi Teknologi Terapan Polman Babel*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7.
- [3]. Hedlund, A., & Group, V. (2015). *Panel embossing pattern optimization method Panel embossing pattern optimization method*. November 2005. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2925.4483>
- [3]. Novandra, D. R., Tiyaasihadi, T., & Hamzah, F. (2017). Rancang Bangun Roll Bending Machine With Hydraulic Assist. *Rancang Bangun Roll Bending Machine With Hydraulic Assist*, 168–174.
- [4]. Lee, 2004, *A Design of Panel Structure for the Improvement of Dynamic Stiffness*, Proc. Instn. Mech. Engrs, Vol. 218 Part D: J. Automobile Engineering, 647- 654.
- [5]. Nacy, S.M., et al, 2009, *Vibration Analysis of Plates with Spot Welded Stiffeners*, Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering, Vol. 3, No. 4, December, pp. 272-279.
- [6]. Y. Qiao, Q. Huang dan T. Li, 2008, Effect of Stiffener on the Radiated Sound Loudness from Rectangular Plate, *Adv. Theor. Appl. Mech.*, Vol. 1, No. 8, 379-399.
- [7]. Yulianto, S., & Aryawidura, I. (2016). Pengaruh Waktu Tahan Hot Dip Galvanized Terhadap SIFAT MEKANIK, TEBAL LAPISAN, DAN STRUKTUR MIKRO BAJA KARBON RENDAH. *Sintek*, 6(2), 33–44
- [8]. Sukanto, & Erwanto. (2016). Pengaruh Perlakuan Panas Pada Pembentukan Pelat Beralur Panel Kendaraan Terhadap Peningkatan Frekuensi Alamiah Diukur Pada Kondisi Batas Jepit-Jepit. *Jurnal Rotor*, 2, 1–6
- [9]. Y. Gunawan, N. Endriatno, and B.H. Anggara, Analisa Pengaruh Listrik Terhadap Sifat Mekanik Baja Karbon Tinggi , *Enthalpy-Jurnal Ilm. Mhs. Tek. Mesin*, vol. 2, no. 1, pp. 1-12, 2017.
- [10]. Jaelani, Ootong, and Heri Suropto. "Analisis Performa dan Nilai Ekonomi Sistem Solar Cell Untuk Pengoperasian Pompa Air dengan Metode Eksperimental." *Jurnal Rekayasa Mesin* 15.1 (2020): 42-50.