

**ANALISIS KEKAKUAN PADA PELAT BAJA GALVANIL KETEBALAN
0,6 MM AKIBAT PEMBENTUKAN DINGIN DENGAN METODE *BEAD
ROLLED* VARIASI UKURAN DAN BENTUK RADIUS**

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Diusulkan Oleh:

Febian Muhammad Fadillah NIM: 1042113

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG
TAHUN 2024**

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS KEKAKUAN PADA PELAT BAJA GALVANIL KETEBALAN
0,6 MM AKIBAT PEMBENTUKAN DINGIN DENGAN METODE *BEAD*
ROLLED VARIASI UKURAN DAN BENTUK RADIUS

Oleh :

Febian M fadillah

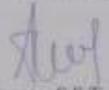
NIM1042113

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai
salah satu syarat kelulusan Program Sarjana
Terapan/Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri
Bangka Belitung
Menyetujui,

Pembimbing 1


Erwanto, S.S.T., M.T.

Pembimbing 2


Ariyanto, S.S.T., M.T.

Penguji 1


Erwanayah, S.S.T., M.T.

Penguji 2


Zaldy Kurniawan, S.S.T., M.T.

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

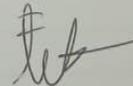
Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Febian M, Fadillah NIM : 1042113
Dengan Judul : ANALISIS KEKAKUAN PELAT BAJA
GALVANIL KETEBALAN 0,6 MM AKIBAT
PEMBENTUKAN DINGIN DENGAN METODE
BEAD ROLLED VARIASI UKURAN DAN
BENTUK RADIUS

Menyatakan bahwa laporan akhir ini dibuat dari hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikeseskan hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 23 Juli 2024

Penulis



Febian.M.Fadillah

ABSTRAK

Proses pembentukan pelat secara dingin pada pelat tipis banyak digunakan dan diperlukan pada industri manufaktur, contohnya pada 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, untuk mengetahui seberapa kemampuan menahan getaran (vibrasi) tersebut maka dirancang sebuah mesin "*Bead Roller*". Mesin "*Bead Roller*" berfungsi untuk membuat lekukan atau profil pada lembaran pelat. Mesin ini memiliki sepasang roll silinder yang berfungsi untuk membuat lekukan atau profil pelat, yang pada akhirnya bertujuan untuk mengetahui profil yang terbaik yang mampu meredam getaran pada pelat galvanil. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperluas pengetahuan tentang pelat yang digunakan sebagai inovasi bentuk baru dan menjadi referensi penelitian dan pengembangan di masa depan.

Kata kunci : Industri, Kekakuan pada pelat, Bead Roll, Frekuensi alami, Galvanil.

ABSTRACT

The cold forming process of thin plates is widely used and required in the manufacturing industry, for example, in the automotive industry. One of the cold plate forming processes is the bead rolling process, often referred to as "Bead Roll." The bead roll process is commonly used because it is cost-effective and can improve or enhance vibration resistance. To determine the vibration resistance capabilities, a "Bead Roller" machine is designed. The "Bead Roller" machine is used to create indentations or profiles on sheet metal. It features a pair of cylindrical rolls that are responsible for forming the indentations or profiles, with the ultimate goal of identifying the best profile to dampen vibrations on galvanized plates. The results of this research are expected to expand knowledge about plates used for new shape innovations and serve as a reference for future research and development.

Keywords: Industry, Plate stiffness, Bead Roll, Natural frequency, Galvanized steel.

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT	iv
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	
KATA PENGANTAR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Proyek Akhir.....	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II DASAR TEORI.....	4
2.1 Pelat Alur (bead Roll).....	4
2.2 Pelat Galvanil.....	4

2.3 Kekakuan Pelat	7
2.4 Getaran.....	7
2.4.1 ANALISIS DOMAIN WAKTU	9
2.4.2 ANALISIS DOMAIN FREKUENSI.....	10
2.4.3 Getaran Bebas	10
2.4.4 Getaran Paksa.....	11
2.5 Frekuensi Alami / Natural	12
2.6 Penelitian Terdahulu.....	13
BAB III METODELOGI PENELITIAN	15
3.1 Diagram Alir	15
3.1.1 Metodologi	16
3.1.2 Merancang Desain Eksperimen Penelitian.....	16
3.1.3 Persiapan Bahan Dan Alat	17
3.1.4 Penentuan Faktor dan Level.....	21
3.1.5 Pembuatan Spesimen	23
3.1.6 Pengujian Dan Pengambilan Data Frekuensi Respon <i>Fuction</i>	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Data Hasil Pengujian	26
4.2 Analisah Data Dari Hasil Pengujian	28
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	30
Kesimpulan Dan Saran.....	30
5.1 Kesimpulan	30
5.2 Saran	30

DAFTAR PUSTAKA.....	31
Lampiran 1.....	33
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	33



DAFTAR TABEL

<u>Tabel 2. 1 Spesifikasi Pelat Galvanil (Produk, 2023)</u>	6
<u>Tabel 3.1 Parameter dan Level Penelitian</u>	21
<u>Tabel 3.2 Parameter Tetap</u>	22
<u>Tabel 3.3 Total Derajat Kebebasan</u>	22
<u>Tabel 3.5 Desain Faktor Penelitian</u>	22
<u>Tabel 3.6 Setup Spesifikasi <i>Vibroport 80</i></u>	24
<u>Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Lebar Profil Alur 10 mm Dengan Kedalaman Profil Alur 5 mm</u>	26
<u>Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Lebar Profil Alur 10 mm Dengan Kedalaman Profil Alur 3 mm</u>	26
<u>Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Lebar Profil Alur 12 mm Dengan Kedalaman Profil Alur 3 mm</u>	27
<u>Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Lebar Profil Alur 12 mm Dengan Kedalaman Profil Alur 5 mm.</u>	
<u>Tabel rata – rata pengujian 4.5</u>	28
<u>Tabel grafik rata – rata uji getaran 4.6</u>	28

DAFTAR GAMBAR

<u>Gambar 2.1 Sistem Getaran Bebas (Siagian, 2022)</u>	11
<u>Gambar 2.2 Getaran Paksa (Siagian, 2022)</u>	12
<u>Gambar 3.1 Diagram Alir</u>	15
<u>Gambar 3.2 Pelat Galvanil</u>	17
<u>Gambar 3.3 Alat Bead Roll</u>	18
<u>Gambar 3.4 Mata Roll (<i>dies</i>)</u>	19
<u>Gambar 3.5 Gerinda Tangan</u>	19
<u>Gambar 3.6. Alat Uji <i>Vibroport 80</i></u>	20
<u>Gambar 3.7. <i>Hammer Input Vibrotest</i></u>	21
<u>Gambar 3.8. Meja Uji Jepit</u>	21
<u>Gambar 3.8 Proses Pengerolan</u>	23
<u>Gambar 3.9 Hasil pengerolan</u>	23
<u>Tabel 3.6 Setup Spesifikasi <i>Vibroport 80</i></u>	24

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Alhamdulillah Kita panjatkan puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang Maha Esa karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir ini yang berjudul **"ANALISIS KEKAKUAN PELAT BAJA GALVANIL KETEBALAN 0,6 MM AKIBAT PEMBENTUKAN DINGIN DENGAN METODE BEAD ROLLED VARIASI UKURAN DAN BENTUK RADIUS"** Sohlawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SWT, keluarga, sahabat, serta umat muslim yang mengikuti ajarannya hingga akhir jaman.

Penulisan laporan akhir ini merupakan syarat untuk menyelesaikan studi Sarjana Terapan pada Program Studi Teknik Mesin Dan Manufaktur Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung (POLMAN BABEL). Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini akan sulit diselesaikan tanpa adanya dukungan, bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada :

1. Kedua orang tua saya dan kakak saya Ayah Damsik, Ibu Misnawati dan kakak saya Nia Damayanti yang selalu memberikan semangat, nasihat, serta doa untuk menyelesaikan proyek akhir ini.
2. Bapak Erwanto, S.S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing pertama yang banyak meluangkan waktunya memberikan motivasi, saran, masukan dan bimbingannya untuk melakukan pengerjaan Proyek Akhir ini.
3. Bapak Ariyanto, S.S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing kedua yang telah memberikan motivasi, masukan dan bimbingannya untuk

melakukan pengerjaan Proyek Akhir ini.

4. Bapak I Made Andika Setiawan, M.Eng., Ph.D selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
5. Bapak Pristiansyah, S.S.T., M.Eng. selaku Kepala Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
6. Bapak Boy Rollastin, S.Tr., M.T. selaku Kepala Program Studi Diploma 4 Teknik Mesin.
7. Segenap Dosen Teknik Mesin dan Manufaktur yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
8. Seluruh teman yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah memberikan semangat dan dukungan.

Penulis telah berusaha sebaik mungkin dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini, tetapi penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun agar bermanfaat untuk kedepannya bagi kita semua.

Sungailiat, 23 juli 2024

Penulis

Febian.M.Fadillah



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri manufaktur dalam beberapa tahun ini mengalami perkembangan yang sangat pesat dalam bidang teknologinya. Dengan kemajuan teknologi ini dapat mempermudah manusia untuk mempercepat dalam pekerjaannya, dan hasilnya lebih berkualitas dibandingkan sebelumnya.

Salah satunya kemajuan teknologi yang berkembang sangat pesat yaitu perkembangan dalam industri otomotif. Industri otomotif yang menggunakan lembaran pelat baja ke dalam desain mekanis kendaraan [1]. Pada Panel mobil biasanya dibuat dari bahan baja karbon rendah karena kekakuan pada daya tahan body mini bus yang tergolong rendah . Tapi tingkat kekakuan panel mini bus di batasi oleh kadar karbon 0,30%[2]. Tujuan pembuatan body kendaraan menggunakan pelat baja supaya body kendaraan lebih kuat dan tahan lama. Disaat mesin di kendaraan di hidupkan biasanya mendapatkan , tekanan mekanis di dalam kendaraan menyebabkan getaran di dalam kabin, dan menimbulkan kebisingan membuat pengguna kendaraan menjadi tidak nyaman.

Dari penelitian sebelumnya dapat di lihat sejumlah penelitian bahwa kekakuan pelat baja galvanis dapat berkurang ketika dibentuk dalam keadaan dingin. Variasi suhu dapat mengubah struktur mikro baja, sehingga mengakibatkan pembentukan dingin. Perubahan tersebut dapat membuat perubahan pada sifat mekanik, termasuk kekuatan tarik dan gesernya, mungkin dipengaruhi oleh modifikasi ini.

Salah satu cara untuk menambah kekakuan pada Pelat baja dapat menggunakan teknik bead rolling. Bead roll merupakan proses pembentukan pelat yang bertujuan untuk memberikan kekuatan tambahan pada pelat logam dengan menggunakan mesin yang sering disebut Bead Roller. Mesin pengeroll

memproduksi profil pada pelat, awalnya permukaannya rata beralih menjadi melengkung dan mencetak profil yang sesuai dengan keperluan.

Teknik ini dapat membentuk profil plat secara dingin melalui proses pembentukan lembaran logam dengan menekan dan membentuknya menggunakan gulungan atau roller khusus untuk menciptakan motif tertentu. Untuk menggunakan teknik bead roll ini masih banyak penelitian yang akan dilakukan, dengan mencoba memodifikasi dimensi dan bentuk radius pada profil mata bead adalah salah satunya.

Bentuk radius ini dapat berpotensi mengubah kekakuan pada plat baja galvanil dan di bentuk dalam kondisi dingin.

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]

Berdasarkan latar belakang di atas menjelaskan, maka perlu melakukan penelitian lebih lanjut tentang analisis kekakuan pada pelat baja galvanis dengan ketebalan 0,6 mm yang dibentuk dengan metode bead rolled dengan variasi ukuran dan bentuk radius. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana variasi ukuran dan bentuk radius dapat mempengaruhi kekakuan pelat baja galvanis dan untuk meningkatkan kekakuan pelat baja galvanis ketika di bentuk dalam kondisi dingin.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibuat dapat disimpulkan bawah, rumuskan permasalahan yaitu :

1. Apa dampak dari pembentukan *bead roll* dengan variasi kedalaman dan bentuk radius *bead* pada pelat jenis galvanil ketebalan 0,6 mm terhadap frekuensi alami

1.3 Tujuan Proyek Akhir

Berikut adalah tujuan penelitian :

1. Untuk mengetahui redaman terbaik pada pelat baja jenis galvanil dengan ketebalan 0,6 mm pelat

1.4 Manfaat Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui perubahan variasi kedalaman pengerolan dan bentuk radius dengan pembentukan *bead roll* terhadap frekuensi natural.
2. Diharapkan hasil dari temuan penelitian ini dapat berguna sebagai referensi untuk meningkatkan pengetahuan tentang pelat, dan berguna untuk penelitian selanjutnya.

1.5 Batasan Masalah

Supaya penelitian yang sudah dibuat penulis, telah menetapkan batasan, untuk mendapatkan data dan informasi lebih mudah maka penulis memberi Batas Masalah sebagai berikut :

2. Pelat yang dipakai dalam penelitian ini yaitu pelat baja jenis galvanil.
3. Bentuk *bead roll* yang akan diproses adalah berbentuk tanda silang dengan profil radius.
4. Parameter proses pada penelitian ini adalah sebagai berikut :
 - ❖ Radius mata pengerolan yaitu R10 dan R12 .
 - ❖ Pelat dengan tebal 0,6 mm
 - ❖ Dengan kedalaman 5mm dan 3mm.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Pelat Alur (bead Roll)

Pelat *Bead Roll* merupakan lembaran logam yang telah mengalami proses pembentukan menggunakan alat *Bead Roller* untuk menciptakan profil atau bentuk pada permukaan lembaran logam. *Bead roller* adalah mesin yang bisa digunakan pada industri febrikasi yang membuat body mobil atau kerajinan dari pelat logam ataupun sheet metal. Mesin *Bead Roller* ini biasa digunakan untuk membuat profil pada lembaran logam dan dapat juga membentuk suatu tulangan pada lembaran logam. Mesin ini terdiri dari dua mata bead dimana bead 1 berfungsi untuk membuat lekukan pada pelat logam dan bead 2 menahan tekanan dari lembaran pelat logam supaya menjadi profil. Mesin ini juga dapat digunakan untuk beberapa jenis ketebalan pelat logam dan beberapa ukuran pelat logam. Dalam proses *Bead Roll*, digunakan untuk menekan permukaan pelat menggunakan alat *Bead roller* untuk menghasilkan lekungan yang permanen pada bahan. Dalam industri otomotif, penerbangan, dan berbagai aplikasi lainnya, banyak menggunakan pelat *Bead roll* karena cekungan dapat memberikan keuntungan struktur dan keestetika pada panel logam.

Ukuran, bentuk dan kedalaman *bead roll* ini pelat dapat disesuaikan dengan desain dan fungsi, serta dengan bentuk dan kedalaman pelat dapat disesuaikan kebutuhan.

2.2 Pelat Galvanil

Secara umum, Indonesia merupakan negara dengan cuaca yang

bervariasi, terutama pada musim hujan dimana hujan turun terus menerus sepanjang hari di banyak tempat. Hal ini dapat menyebabkan korosi pada bahan bangunan atau panel mobil. Bahan panel kendaraan baja galvanil digunakan oleh banyak perusahaan di sektor otomotif karena alasan ini.

Baja diubah menjadi galvanil dengan cara Proses annealing (perlakuan panas) lembaran pelat setelah proses pelapisan galvanisasi. Bahan ini sangat tepat digunakan untuk membuat bodi mobil. Selain itu, ketahanan karat galvanil yang kuat memungkinkannya digunakan tanpa pengecatan. Baja karbon rendah, varian dari ST. 37 yang sudah dikasih lapisan unik, berfungsi sebagai bahan pondasi galvanis. Kandungan karbon baja tipe ST 37 berkisar antara 0,468% hingga 0,574%.

Dikenal dengan metode *hot deep galvanizing*, proses pelapisan baja menggunakan lapisan logam yang meleleh pada suhu lebih rendah dibandingkan baja. Dengan mencelupkan baja ke dalam cairan seng pada suhu sekitar 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. Aluminium berfungsi untuk memantulkan cahaya dari permukaan lapisan dan biasanya dijaga pada komposisi antara 0,002% dan 0,005%. Permukaan bahan akan menjadi kusam jika kandungan aluminiumnya kurang dari 0,002%, bahkan bisa berubah warna menjadi merah jika tidak terdapat kandungan aluminium sama sekali. Ketika jumlah aluminium dimasukkan ke dalam wadah seng, lapisan yang dihasilkan akan jauh lebih tipis dan tampak lebih mengkilap dibandingkan wadah seng tanpa aluminium. aluminium [4] Spesifikasi pelat galvanil ditunjukkan pada tabel

2.1. dibawah ini:

Tabel 2. 1 Spesifikasi Pelat Galvanil (Produk, 2023)

Jenis logam dasar menurut standar industri Indonesia (SII), JIS G 3141, ASTM British Std, Australian std, atau menurut standar International lainnya. Jenis <i>cold rolled steel in coil</i> yang digunakan yaitu :
Jenis lunak (<i>soft/annealed</i>) dan jenis keras (<i>hard/unannealed</i>)
Tebal logam dasar : 0.20 mm sampai dengan 3.80 mm. (SPCC)
Lebar logam dasar : 762 mm, 914 mm, 1219 mm (maksimum)
Standar lapisan seng : Menurut standar JIS G.3302, ASTM, British Std, Australia Std. atau standard international lainnya.
Berat lapisan seng: 60 gram/M2 sampai dengan 180 gram/M2.
Tebal lapisan seng: 12 micron sampai dengan 40 micron
Sifat mekanis Bj. L. S. dengan logam dasar SPCC : sesuai standard SNI, JIS, ASTM, dll.atau sesuai permintaan
Daya lekat lapisan seng terhadap : Uji <i>lockseam</i> = bagus logam dasar SPCC : uji lipat = bagus
Komposisi lapisan seng :
Fe dilapisi seng = 12,50%
Pb dilapisi seng = 0,90 %
Al dilapisi seng = 0,35 % Zn dilapisi seng = 86,25 %
TITIK LELEH :
Logam dasar = 2760°F (1515°C).
Lapisan seng = 786°F (419°C).

Kondisi permukaan lapisan seng : Tidak diberi lapisan tambahan.

Sifat-sifat khas seng lokfom :

- Mudah di las, *spot welding*, *seam welding*, *arc welding* dll.
 - Mudah di solder.
 - Mudah di cat.
 - Daya lekat lapisan galvanis terhadap logam dasarnya sangat baik (kuat).
-

2.3 Kekakuan Pelat

Salah satu pilihan untuk mengurangi getaran berlebihan pada panel adalah dengan membuatnya lebih kaku. Bentuk material, modulus elastisitas, dan dimensi semuanya mempengaruhi kekakuan panel. Penggunaan model simulasi akan lebih hemat biaya ketika melakukan penelitian hubungan kekakuan panel dan getaran karena melibatkan sejumlah faktor yang rumit [5] Penggunaan material peredam yang dilapisi pelat alumunium dapat membantu panel mobil memperoleh tingkat kekakuan yang ideal.

Untuk mencapai kekakuan yang diperlukan, berbagai faktor dimensi digunakan dan dikombinasikan dengan modifikasi tertentu, termasuk luas penampang, panjang, lebar, ketebalan, kepadatan, dan orientasi manik (Sukanto et al., 2014).

2.4 Getaran

Gerak maju mundur di sekitar kesetimbangan dalam satu priode disebut getaran. Dalam konteks ini, keseimbangan mengacu pada keadaan di mana suatu benda tetap diam tanpa adanya gaya luar ([6]). Gerakan yang disebabkan oleh variasi frekuensi

dan tekanan menyebabkan getaran. Kendaraan otomotif dapat mengalami berbagai macam getaran pada mesinnya, baik getaran pada mesin berkapasitas berat, sedang, maupun ringan. Osilasi bolak-balik suatu mesin yang berfungsi atau komponen mesin disebut getaran mesin. Oleh karena itu, setiap bagian yang berosilasi atau bergerak maju mundur disebut bergetar ([7] Meskipun kata "getaran" selalu digunakan untuk menggambarkan osilasi mekanis, kata ini juga memiliki berbagai arti dalam disiplin ilmu arus bolak-balik, gelombang elektromagnetik, dan akustik. Isu-isu yang berbeda saling berinteraksi satu sama lain; misalnya getaran mekanis dapat menghasilkan getaran listrik atau sebaliknya [8]). Pengujian getaran menganalisis parameter berikut, biasanya dalam domain frekuensi, untuk memahami kondisi objek uji:

- **Kecepatan** = adalah kecepatan benda bergerak ke arah tertentu selama periode pengujian. Kecepatan berhubungan langsung dengan daya rusak getaran, sehingga menjadi parameter penting untuk diukur. Kecepatan menekankan frekuensi rendah dan tinggi secara seimbang.
- **Akselerasi** = mengukur seberapa cepat gerakan bertambah cepat dalam periode tertentu. Pengukuran ini paling efektif dipelajari dalam pengujian getaran frekuensi tinggi karena menekankan frekuensi tinggi. Akselerasi juga dapat dikonversi menjadi kecepatan atau perpindahan untuk wawasan tambahan.
- **Perpindahan** = adalah jarak yang ditempuh titik pengukuran selama periode pengujian. Berbeda dengan percepatan, perpindahan menekankan frekuensi rendah dan sebagian besar berguna untuk evaluasi yang lebih luas.

Karakteristik getaran penting lainnya yang perlu diukur meliputi:

- **Intensitas** = mengukur seberapa jauh suatu objek bergerak dari posisi diamnya selama getaran. Intensitas ditentukan dengan menganalisis amplitudo getaran.
- **Periodisitas** = mengukur jumlah pengulangan pola amplitudo gelombang selama jangka waktu tertentu. Periodisitas ditentukan dengan menganalisis frekuensi gelombang.

- **Resonansi** = terjadi ketika gaya yang diberikan pada objek uji bergetar pada frekuensi yang sama dengan frekuensi alami objek. Resonansi menyebabkan gaya eksternal mentransfer jumlah energi maksimum ke objek uji, yang dapat mengungkap batas objek uji.

Pengujian getaran menganalisis pola getaran dalam sistem mekanis atau komponen dan struktur individual untuk mengidentifikasi cacat dan mengevaluasi kondisi keseluruhan objek uji.

Analisis getaran memungkinkan produsen dan teknisi untuk:

- Mendeteksi dan mendiagnosis cacat struktural atau sistem
- Menentukan batas dan toleransi suatu produk
- Pastikan produk memenuhi syarat untuk tujuan yang dimaksudkan
- Konfirmasikan kepatuhan terhadap standar kualitas
- Meningkatkan kualitas dan daya tahan produk

Ada dua cara untuk melakukan analisis getaran — dalam domain waktu atau domain frekuensi Yaitu.

2.4.1 ANALISIS DOMAIN WAKTU

Bentuk gelombang getaran terjadi dalam domain waktu, yang digambarkan sebagai amplitudo terhadap waktu. Menganalisis bentuk gelombang ini dapat mengungkap informasi umum tentang kapan dan bagaimana suatu sistem mengalami kelainan.

Insinyur melakukan analisis domain waktu dengan mengekstraksi dan mempelajari panjang gelombang menggunakan parameter berikut:

- Akar kuadrat rata-rata (RMS)
- Amplitudo puncak
- Kurtosis
- Simpangan baku
- Faktor puncak
- Kecondongan

Pada akhirnya, analisis domain waktu paling baik untuk mendiagnosis kondisi keseluruhan suatu sistem atau komponen — analisis spektrum biasanya lebih efektif dalam menemukan masalah tertentu.

2.4.2 ANALISIS DOMAIN FREKUENSI

Mengubah panjang gelombang menjadi spektrum menggunakan algoritma Fast Fourier Transform (FFT) menempatkannya dalam domain frekuensi, yang menguraikan panjang gelombang menjadi semua frekuensinya.

Metodologi ini memberikan analisis yang lebih mendalam daripada memeriksa panjang gelombang dalam domain waktu. Dua cara untuk melakukan analisis domain frekuensi meliputi:

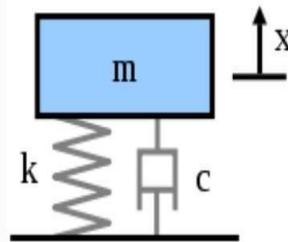
- **Analisis gabungan:** Sinyal getaran bervariasi seiring waktu, jadi menganalisis beberapa spektrum secara bersamaan menggunakan teknik Gabor-Wigner-Wavelet berguna untuk mendapatkan gambaran lebih rinci tentang potensi masalah sistem.
- **Analisis modal:** Analisis modal mempelajari sifat dinamis suatu sistem atau komponen dalam domain frekuensi. Metodologi ini menggunakan perangkat lunak komputer untuk memvisualisasikan berbagai mode getaran yang dialami objek uji. Dengan menyesuaikan variabel seperti kekakuan atau massa, Anda dapat memahami bagaimana objek uji akan merespons berbagai rangsangan.

Dan getaran di bagi menjadi dua yaitu :

2.4.3 Getaran Bebas

Apabila sesuatu bergetar mengakibatkan gaya pada suatu sistem yang mengembang, hal ini disebut getaran bebas. Kualitas dinamis suatu sistem yang

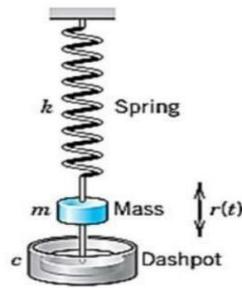
bergetar, yang dihasilkan oleh distribusi massa dan kekuatannya, memungkinkannya bergerak bebas pada satu atau lebih frekuensi privatnya ([9]). Pada pengujian pertama, getaran bebas sering terjadi ketika, misalnya, benda yang bergetar tidak terkena tekanan eksternal apa pun, namun benda kerja mungkin telah bergetar lebih awal karena tekanan eksternal. Pada lendutan dan kontak pada Gambar 2.1, beban terluar tersebut seringkali berupa tumbukan beban, beban gangguan, dan beban kontak (Ramadan, 2019).



Gambar 2.1 Sistem Getaran Bebas (Siagian, 2022).

2.4.4 Getaran Paksa

Getaran ini muncul akibat adanya getaran paksa. Sistem dipaksa untuk bergetar pada frekuensi stimulus ketika stimulus beresilasi. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2, resonansi dan getaran yang sangat tinggi akan terjadi jika frekuensi stimulasi dan frekuensi bawaan sistem sama (Siagian, 2022).



Gambar 2.2 Getaran Paksa (Siagian, 2022).

2.5 Frekuensi Alami / Natural

Frekuensi osilasi yang biasanya terjadi pada sistem ketika dibiarkan bergetar tanpa redaman atau eksitasi dikenal sebagai frekuensi alaminya, juga dikenal sebagai frekuensi Eigennya. Pola gerak sistem osilasi pada Jika setiap komponen sistem bergerak dengan frekuensi sinusoidal yang sama, maka disebut modus normal atau frekuensi natural. Suatu frekuensi disebut sebagai frekuensi resonansi jika merupakan frekuensi di mana gaya luar menggerakkan sistem yang berosilasi dan amplitudo pergerakannya frekuensi sistem yang paling bsar dan paling dekat dengan frekuensi natural(Ari dkk., 2022).

Untuk mencegah resonansi, frekuensi natural harus diperhatikan. Karena frekuensi alami peralatan dan struktur atau komponen berteepatan, terjadilah resonansi. Suatu struktur mungkin gagal karena resonansi. Massa dan kekakuan struktur merupakan dua faktor yang mempengaruhi frekuensi alami. Sederhananya, menurunkan frekuensi natural dapat dicapai dengan meningkatkan kekakuan struktur atau membatasi jumlah strukturnya. Ada persamaan frekuensi natural yang ditulis seperti ini.:

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Dimana:

ω_n = Frekuensi Natural (*Herzt*) K = Konstanta (N/m)

M = Massa (Kg)

2.6 Penelitian Terdahulu

Landasan teoritis, yang berupa temuan dan dari hasil penelitian sebelumnya, sangat penting dan dapat berguna sebagai informasi dukungan yang relevan. Teknik pengujian getaran pada panel menjadi fokus utama dan standar dalam penelitian sebelumnya. Temuan ini menunjukkan bahwa data yang ditampilkan pada tabel 2.2 di bawah ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi uji getaran pada panel:

Tabel 2.2 Hasil perbandingan penelitian sebelumnya

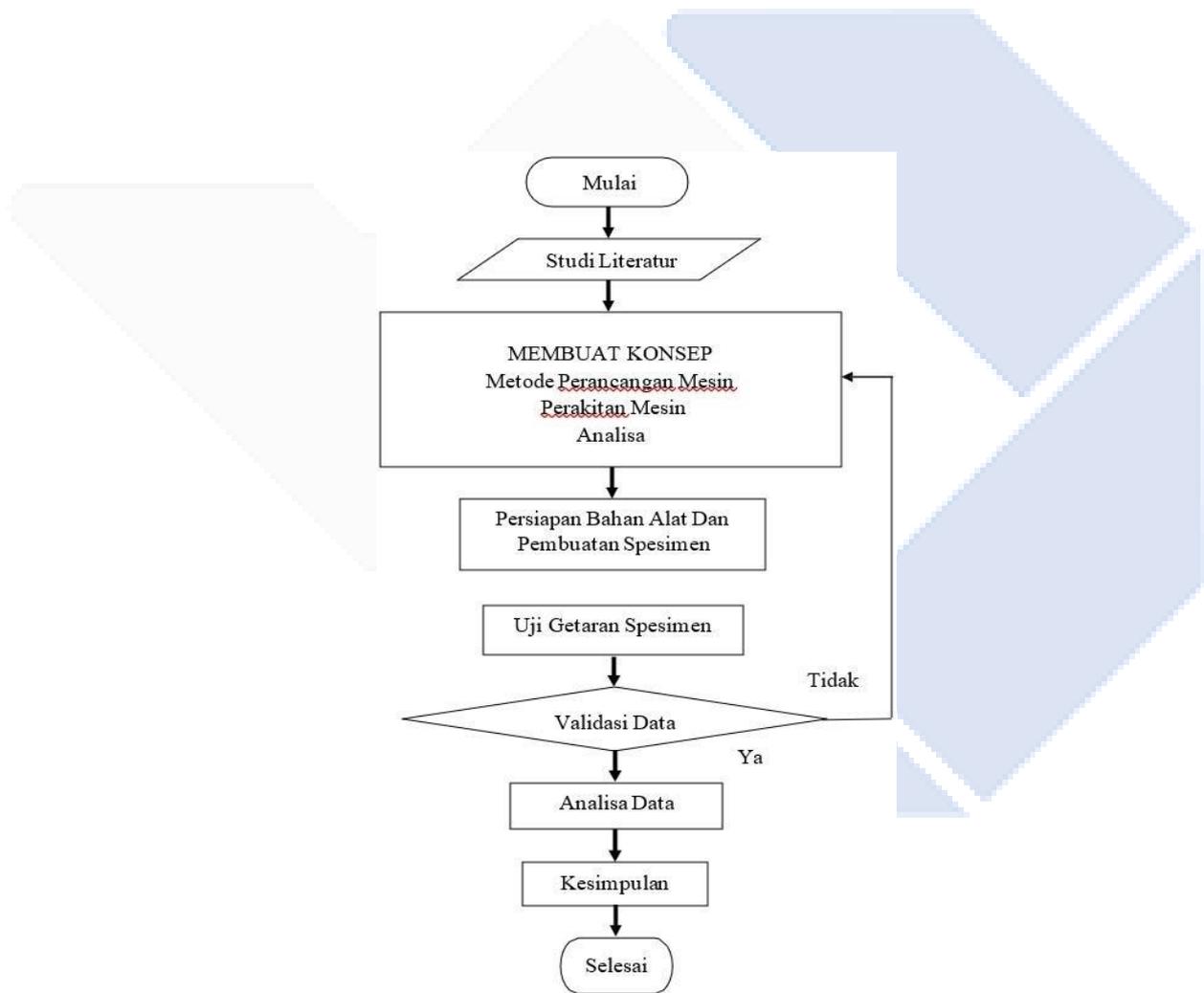
No	Jurnal	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian
1.	(Sukanto et al., 2014) <i>Jurnal Energi dan Manufaktur</i>	Pengaruh Perubahan Bentuk Bead Panel Kendaraan terhadap Frekuensi Alamiah pada Kondisi Batas Bebas-Bebas	Mengetahui perbedaan frekuensi alamiah panel kendaraan sebelum dan sesudah mengalami perubahan bentuk bead	Uji Frekuensi alamiah berbasis <i>labview</i>
2.	(Darensyah et al., 2023)	Pengaruh Pengerolan Pelat Kondisi Dingin Terhadap Kekakuan Pelat Pada Bak Mobil Pick Up	Untuk meningkatkan frekuensi alamiah dan kekakuan pelat dengan membentuk alur pada pelat.	Uji frekuensi pribadi menggunakan Vibroport 80
3.	(Kholis et al., 2023)	Analisa Kekakuan Pada Pelat Terhadap Pembentukan <i>Dimple Dies</i> Dengan Variasi Diameter Lubang Dan Jumlah Lubang Dimple	untuk mengetahui frekuensi natural panel atau pelat setelah berubah bentuk menjadi <i>Dimple</i> dan pengaruh dari diameter lubang dan jumlah lubang <i>Dimple</i> terhadap frekuensi natural dan kekakuan panel atau pelat.	Analisa data menggunakan metode taguchi.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Pada rancangan proyek ini akan dimulai dengan membuat langkah- langkah tahapan kerja yang akan dilakukan agar dapat lebih terarah dan terkontrol seperti yang digambarkan alir proses kerja yaitu :

Gambar 3.1 Diagram Alir



3.1.1 Metodologi

Proses melakukan tinjauan pustaka melibatkan pengumpulan informasi dari beberapa sumber, antara lain buku, artikel publikasi akademis, surat kabar, dan sumber dari internet bisa kita dapatkan. Tujuannya adalah untuk memahami proses melakukan studi frekuensi natural pada alur. Untuk melaksanakan penelitian ini, peneliti menemukan dan memeriksa berbagai hipotesis dan fakta yang diberikan para ahli mengenai frekuensi alami uji pada bead roll. Pada titik ini, peneliti dapat memperoleh gambaran secara menyeluruh dan detail mengenai metodologi-metodologi yang sebelumnya telah diterapkan pada penelitian serupa. Dengan demikian, evaluasi literatur menjamin bahwa pengujian yang akan dilaksanakan memiliki landasan teori yang kuat dan membantu peneliti menetapkan rencana studi yang tepat. Peneliti dapat menggunakan informasi dari literatur sebagai referensi untuk mengevaluasi kemajuan penelitian mereka dan membandingkan hasil yang akan dicapai., membantu mereka menilai arah dan signifikansi penelitian mereka.

3.1.2 Merancang Desain Eksperimen Penelitian

studi ini menggunakan dua variabel sebagai acuan :

1. Variabel Proses

Ada 3 variabel yang akan digunakan dalam penelitian ini, ialah lebar mata pengerolan yaitu R10 mm dan R12 mm dan ukuran kedalaman 5mm dan 3mm, tebal pelat 0,6 mm dan variasi bentuk radius.

2. Variabel Respon

Uji Frekuensi natural digunakan untuk mengevaluasi variabel untuk menentukan frekuensi terbentuknya *Bead Roller*.

3.1.3 Persiapan Bahan Dan Alat

1. Persiapan Bahan

Mempersiapkan bahan pelat Galvanil dengan ketebalan 0,6 mm dengan ukuran panjang x lebar 575 mm x 600 mm seperti pada Gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 3.2 Pelat Galvanil

2. Persiapan Alat pembuatan spesimen dan pengujian spesimen

Pada penelitian ini menggunakan alat sebagai berikut :

1. Persiapan Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini iyalah :

1. Alat Pengerol (*Bead Roller*)

Alat *bead roller* biasa digunakan untuk proses pembentukan



profil alur pada pelat. Persiapan alat pengerol (*bead roller*) dilakukan dengan membuat alat melalui serangkaian proses mulai dari pemotongan dan pembentukan pelat 10 mm yang digunakan untuk body mesin. Dilanjutkan proses pembubutan pada 2 shaft untuk memutar mata roll selanjutnya proses pembuatan lobang pada bushing menggunakan mesin bubut sebagai penopang poros. kemudian pembuatan engkol untuk memutar shaft dan setelah semua komponen selesai dibuat selanjutnya melakukan proses manufaktur komponen sampai menjadi alat pengerol (*bead roll*). Alat *bead roller* ditunjukkan pada gambar 3.3 di bawah ini.



Gambar 3.3 Alat Bead Roll

2. Mata Roll (*dies*)

Mata roll (*dies*) sendiri dibuat dengan proses pemesinan yaitu

pembubutan. Mata roll (*dies*) digunakan untuk membentuk profil alur radius dengan proses pengerolan arah menyilang pada pelat. Berikut ditampilkan pada gambar 3.4 di bawah ini.



Gambar 3.4 Mata Roll (*dies*)

3. Gerinda Tangan

Mesin gerinda tangan berfungsi untuk memotong bahan pelat galvanil dengan dimensi 575 mm × 600 mm. Gambar gerinda tangan ditunjukkan pada gambar 3.5 di bawah ini.



Gambar 3.5 Gerinda Tangan

4. Alat uji *Vibroport 80*

Alat uji *vibroport 80* digunakan untuk mengetahui nilai frekuensi alami pada saat melakukan uji frekuensi alami pada pelat yang telah dilakukan proses pengerolan menggunakan alat *bead roller*. Alat uji *vibroport* ditunjukkan seperti gambar 3.6 di bawah ini.



Gambar 3.6. Alat Uji *Vibroport 80*

5. *Hammer Input Vibrotest*(Palu Uji)

Palu uji merupakan alat bantu untuk melakukan uji ketukan pada pelat uji yang telah dijepit pada meja jepit. Palu uji akan di sambungkan dengan *vibroport 80* saat melakukan uji nilai frekuensi alami hasil dari ketukan. Gambar palu uji ditunjukkan pada gambar 3.7 di bawah ini.



Gambar 3.7. *Hammer Input Vibrotest*

6. Meja Uji Jepit

Meja uji jepit berguna sebagai mencengkam spesimen yang telah mengalami pembentukan profil radius, Meja uji jepit ditunjukkan seperti pada gambar 3.8 di bawah ini.

Gambar 3.8. Meja Uji Jepit



3.1.4 Penentuan Faktor dan Level

Dalam penelitian ini, akan digunakan 2 parameter proses yaitu kedalaman tanda silang pada pelat dan variasi bentuk trapesium dan radius mata pengerolan 10 mm dan 12 mm. Menurut penelitian literatur, faktor dan tingkat eksperimen bertanggung jawab atas pemilihan parameter proses. Berdasarkan perhitungan total derajat kebebasan.

Tabel 3.1 Parameter dan Level Penelitian

Parameter Pembentukan	Level	
	Level 1	Level 2
<i>Bead Roll</i>		
Lebar Profil alur radius	10 mm	12 mm
Kedalaman Alur pengerolan	3 mm	5 mm

Tabel 3.2 Parameter Tetap

Parameter Tetap	Nilai Parameter Tetap
Pelat Galvanil	0,6 mm

Tabel 3.3 Total Derajat Kebebasan

Parameter Proses	Jumlah Level (k)	df = (k-1)
Lebar Profil Alur	2	1
Kedalaman Profil Alur	2	1
Total Derajat Kebebasan		2

Tabel 3.5 Desain Faktor Penelitian

No. Ekp	Lebar Profil radius	Kedalaman Profil
1	10 mm	3 mm
2	10 mm	5 mm
3	12 mm	3 mm
4	12 mm	5 mm

3.1.5 Pembuatan Spesimen

Pembuatan spesimen dilakukan di Bengkel Mekanik Polman Babel di bagian sektor Laboratorium Las Fabrikasi Logam juga biasa di kenal (Lafalo). Proses pengerolan dilakukan dengan menggunakan alat *bead roll* yang menggunakan profil *Bead Roll* ber radius 10 mm dan 12 mm pada permukaan pelat galvanil yang sudah dipotong menjadi ukuran 575 mm x 600 mm dengan ketebalan pelat 0,6 mm seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.8. Tujuan pembentukan adalah untuk membentuk alur menyilang pada pelat, seperti pada gambar 3.9.



Gambar 3.8 Proses Pengerolan



Gambar 3.9 Hasil pengerolan

3.1.6 Pengujian Dan Pengambilan Data Frekuensi Respon *Fuction*

Uji frekuensi dilakukan untuk mengamati frekuensi

dan kekerasan sampel yang telah mengalami pembentukan alur dengan menggunakan *vibroport 80*. Urutan prosedur pengumpulan data adalah sebagai berikut:

1. Langkah 1 pelat yang telah diroll dimasukan ke meja uji.
2. Langkah kedua mengunci baut pada meja jepit di kencangkan sampai pelat tersebut tidak bergerak bebas.
3. Siapkan *vibroport 80* dan atur menunya ditampilkan ke *Transfer Fuction*, lalu tekan menu untuk masuk ke tampilan menu berikutnya.
4. Setelah itu pilih menu *Stiffeness*
5. Setup menu untuk spesifikasi pengujian yang akan digunakan seperti tabel

3.1 dibawah ini

Tabel 3.6 Setup Spesifikasi *Vibroport 80*

Input Channel/Sensor	1
Excitation Mode	Hammer
Sensor Yang Digunakan	ASx-06x/07x(100mV/g)
Res Input Range	Automatic
Hammer Unit	Newton
H. Sens.(mV/N)	2.00
H. CCS Power	ON
Hammer Range	AUTOMATIC
Measurement	STIFFNESS
Meas Units	N/ μ m
Y- Axis	Log
Low Pass	1000 Hz

Lines	800
Window	Uniform
Num Of Averages	3
Accept/Reject	Manual
Invert Phase	OFF
Good Coherance	80%
Save To	Memory Card
Posn.Autoincr	OFF

6. Setelah itu klik start untuk memulai tes
7. Pada gambar 3.10. menunjukan proses pengambilan data.
8. Dapat kita lihat pada gambar 3.10.



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengujian

Pada proses pengujian dilakukan lima kali ketukan pada satu titik dan hasil data pengujian dapat dilihat pada tabel 4.1 untuk lebar profil dengan radius 10 mm dengan kedalaman alur pengerolan 5 mm, tabel 4.2 untuk lebar profil dengan radius 10 mm dengan kedalaman alur pengerolan 3 mm, tabel 4.3 untuk lebar profil dengan radius 12 mm dengan alur pengerolan 3 mm, dan tabel 4.4 untuk lebar alur profil dengan radius 12 mm dengan kedalaman alur pengerolan 5 mm. Data dari hasil pengujian kemudian di rata – ratakan seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.5.

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Lebar Profil Alur 10 mm Dengan Kedalaman Profil Alur 5 mm.

Ketukan	Pelat 1	Pelat 2	Pelat 3	Pelat 4	Pelat 5	Pelat 6
1	61,89	35,70	77,51	52,25	40,83	26,98
2	27,09	20,08	80,79	24,12	94,37	150,75
3	61,21	45,13	37,20	64,08	279,54	13,60
4	33,23	36,04	101,53	42,67	48,74	53,99
Rata – rata	45,85	34,23	74,25	45,78	115,87	61,33

Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Lebar Profil Alur 10 mm Dengan Kedalaman Profil Alur 3 mm.

ketukan	Pelat 1	Pelat 2	Pelat 3	Pelat 4	Pelat 5	Pelat 6
1	21,81	67,32	36,81	10,31	83,93	83,20
2	22,23	25,00	23,81	25,44	52,28	45,69
3	49,38	65,58	93,34	14,59	88,80	67,14
4	38,32	36,05	94,26	42,63	49,11	32,32
Rata - rata	33,05	48,48	62,05	23,24	68,53	57,08

Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Lebar Profil Alur 12 mm Dengan Kedalaman Profil Alur 3 mm.

Ketukan	Pelat 1	Pelat 2	Pelat 3	Pelat 4	Pelat 5	Pelat 6
1	146,99	115,48	69,41	267,15	98,12	67,22
2	95,18	49,67	26,07	39,01	26,01	26,64
3	93,17	54,21	57,09	123,98	258,99	80,50
4	53,21	39,30	35,70	155,25	104,90	270,26
Rata - rata	101,63	74,66	47,06	146,34	122,00	111,15

Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Lebar Profil Alur 12 mm Dengan Kedalaman Profil Alur 5 mm.

Ketukan	Pelat 1	Pelat 2	Pelat 3	Pelat 4	Pelat 5	Pelat 6
1	143,84	127,95	53,48	201,10	107,36	172,24
2	133,47	51,05	47,28	151,14	79,21	48,16
3	103,47	72,58	174,99	94,97	106,69	24,99
4	121,13	64,25	79,36	171,99	59,47	153,59
Rata - rata	125,47	78,95	88,77	154,8	88,18	99,74

Setelah dapat data hasil pengujian pada setiap pelat uji diperoleh, langkah selanjutnya adalah menghitung rata-rata dari hasil pengukuran tersebut.

Data dikumpulkan berdasarkan hasil uji frekuensi natural dari hasil pengerollan pelat dan langsung dilakukan pengolahan data menggunakan alat uji akuisisi data otomatis yaitu Vibroport 80, serta dilakukan 4 kali pengulangan dalam satu plat. Hasilnya kemudian dirata-rata

4.2 Analisah Data Dari Hasil Pengujian

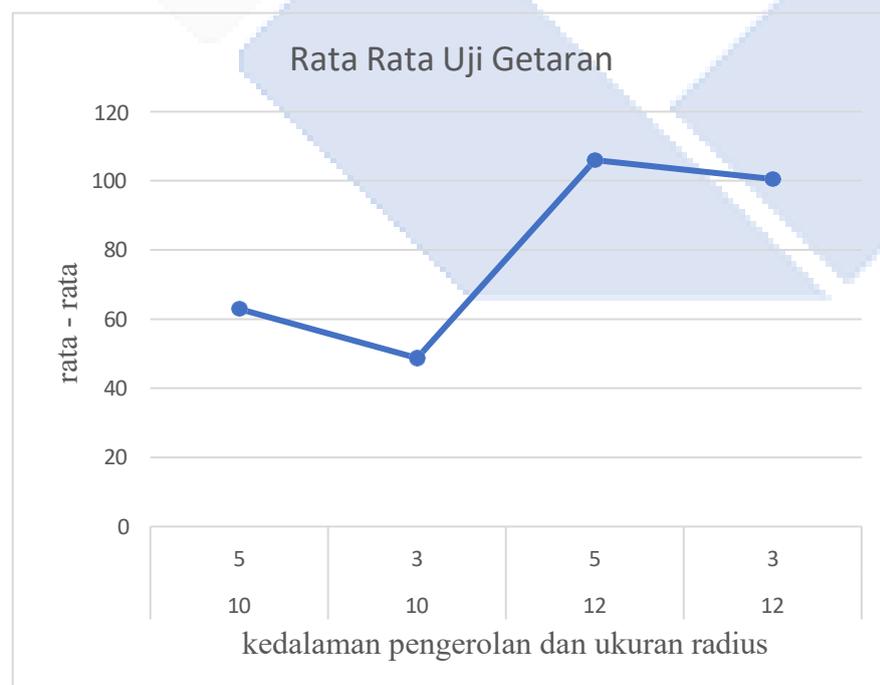
Setelah dapat data hasil pengujian pada setiap pelat uji diperoleh, langkah selanjutnya adalah menghitung rata-rata dari hasil pengukuran tersebut. Seperti tabel di bawah ini.

Tabel rata – rata pengujian 4.5

Eks	Faktor		Jumlah Spesimen						Rata – Rata	Means
	Lebar radius	Kedalaman pengerolan	1	2	3	4	5	6		
1	10	5	45,85	34,23	74,25	45,78	115,87	61,33	377,31	62,88
2	10	3	33,05	48,48	62,05	23,24	68,53	57,08	292,43	48,73
3	12	5	125,47	78,95	88,77	154,8	88,18	99,74	635,91	105,98
4	12	3	101,63	74,66	47,06	146,34	122,00	111,15	602,84	100,47
Rata rata										79,51

Grafik di bawah ini menunjukan rata rata kekakuan pada pelat galvanil 0,6 mm yang telah di lakukan pengerollan dengan alur menyilang dengan menggunakan profil radius

Tabel grafik rata – rata uji getaran 4.6



Grafik ini menunjukkan pelat yg memiliki redaman terbaik adalah hasil dari pengerolan pelat dengan kedalaman 3mm dan profil radius 10 mm, dan pelat yang memiliki redaman tertinggi iyalah pelat dengan ukuran kedalaman penerollan 5 mm dan profil radius 12 mm



Bab V

Kesimpulan Dan Saran

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil analisis dan pengujian yang dilakukan pada penelitian saya yang berjudul “ANALISIS KEKAKUAN PELAT BAJA *GALVANIL* KETEBALAN 0,6 MM AKIBAT PEMBENTUKAN DINGIN DENGAN METODE *BEAD ROLLED* VARIASI UKURAN DAN BENTUK RADIUS” Saya dapat menyimpulkan bahwa :

Pelat yang sudah di dilakukan pengerolan alur menyilang, Dari analisi di atas Pelat yang mampu meredam getaran dengan baik adalah pelat hasil pengerolan dengan kedalaman 3 mm dan ukuran profil 10 mm karena memiliki rata – rata paling rendah.

5.2 Saran

Berdasarkan pengujian yang sudah dilakukan. Adapun saran yang dapat diberikan untuk penelitian yang akan mendatang adalah.

1. Untuk penelitian yang akan mendatang ada baik nya dapat menggunakan metode penelitian yang berbeda seperti ; metode *Response surface methodology* (rsm), Taguci dan *full factorial* untuk menjadi perbandingan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suarsana, “Ilmu Material Teknik,” *Univ. Udayana*, pp. 47–56, 2017.
- [2] Y. Gunawan, N. Endriatno, and B. H. Anggara, “Analisa Pengaruh Pengelasan Listrik Terhadap Sifat Mekanik Baja Karbon Rendah Dan Baja Karbon Tinggi,” *Enthalpy-Jurnal Ilm. Mhs. Tek. Mesin*, vol. 2, no. 1, pp. 1–12, 2017.
- [3] dan F. H. Diga Rahmat Novandra, Tri Tiyasmihadi, “Rancang Bangun Roll Bending Machine With Hydraulic Assist,” *Ranc. Bangun Roll Bend. Mach. With Hydraul. Assist*, pp. 168–174, 2017.
- [4] S. Yulianto and I. Aryawidura, “Pengaruh Waktu Tahan Hot Dip Galvanized Terhadap SIFAT MEKANIK, TEBAL LAPISAN, DAN STRUKTUR MIKRO BAJA KARBON RENDAH,” *Sintek*, vol. 6, no. 2, pp. 33–44, 2016, [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/sintek/article/view/134%0Ahttps://jurnal.umj.ac.id/index.php/sintek/article/viewFile/134/116>
- [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] M. I. Nur Kholis, E. Erwanto, and F. Aswin, “Analisa Kekakuan Pelat terhadap Pembentukan Dimple Dies dengan Variasi Diameter Lubang dan Jumlah Lubang Dimple,” *J. Inov. Teknol. Terap.*, vol. 2, no. 1, pp. 194–200, 2024, doi: 10.33504/jitt.v2i1.168.
- [7] 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.
- [8] M. H. N. Ramadhan, “Analisis Getaran Proses Drill Pada Mesin Bubut Emco Maximat V13 Dengan Variasi Putaran Mesin Dan Diameter Mata Drill,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019.
- [9] T. Siagian, “Mesin (Engine) Dan Tempat Duduk Operator (Seat)

Dengan Variasi Tingkat Kebisingan Mesin Forklift Type Fd 30 Pa Sumitomo,” *J. Al Ulum LPPM Univ. Al Washliyah Medan*, vol. 10, no. 2, pp. 54–60, 2022.

Ahmad, M. F. (2018). "Hubungan Getaran Terhadap Produktivitas Dengan Keluhan Carpal Tunnel Syndrome Sebagai Variabel Intervening Pada Pekerja Konveksi Di Kota Makassar". *Skripsi*, pp. 1–124.

Ari, L., Wibawa, N., Uji, B., Antariksa, P., & Nasional, I. (2022). "Analisis Frekuensi Natural Rangka Main Landing Gear Pesawat UAV Menggunakan Ansys Workbench". *Jurnal Mesin Nusantara*, vol. 5, no. 1, pp. 65–73

Sukanto, Miasa, I. M., & Soekrisno, R. (2014). "Pengaruh Perubahan Bentuk Bead Panel Kendaraan terhadap Frekuensi Alamiah pada Kondisi Batas Bebas- Bebas". *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, vol 7, pp. 131–136.

Soejanto, I. (2009). "*Desain Eksperimen Metode Taguchi*".

<https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=soejanto+2009&oq=soejanto+2/>.

Supriyandi. (2021). "Optimasi Kekasaran Permukaan Proses CNC Turning Baja SKD-11 Dengan Menggunakan Metode Taguchi". *Repository Polman Babel*.

<<https://repository.polman-babel.ac.id/id/eprint/384/1/12/>>.

Lampiran 1

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Data Pribadi

NAMA LENGKAP : Febian M Fadillah
TEMPAT & TANGGAL LAHIR : Sungailiat, 22 febuari
2004
ALAMAT RUMAH : Bukit Betung
RT/RW 10/,Sungailiat
Telp: 083891963736
Email :
febianm87@gmail.com

JENIS KELAMIN : Laki - Laki
AGAMA : Islam

2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 26 Sungailiat	2009-2015
SMP Negeri 5 Sungailiat	2015-2018
SMK Negeri 1 Sungailiat	2018-2021

Sungailiat, 23 Juli 2024

Penulis

Febian M Fadillah

Lampiran 2

Contoh sampel

