

**ANALISA KEKAKUAN PADA PELAT BAJA LUNAK GALVANIL
KETEBALAN 0,8 MM AKIBAT PEMBENTUKAN DINGIN
DENGAN METODE *BEAD ROLLED* DENGAN VARIASI
UKURAN DAN BENTUK TRAPESIUM**

PROYEK AKHIR

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



Diusulkan Oleh :

Anandri Indra Adipura NIM:1042107

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2023/2024**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA KEKAKUAN PADA PELAT BAJA LUNAK GALVANIL
KETEBALAN 0,8 MM AKIBAT PEMBENTUKAN DINGIN
DENGAN METODE *BEAD ROLLED* DENGAN VARIASI
UKURAN DAN BENTUK TRAPESIUM**

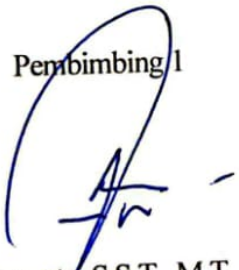
Oleh :

Anandri Indra Adipura / 1042107

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

Menyetujui

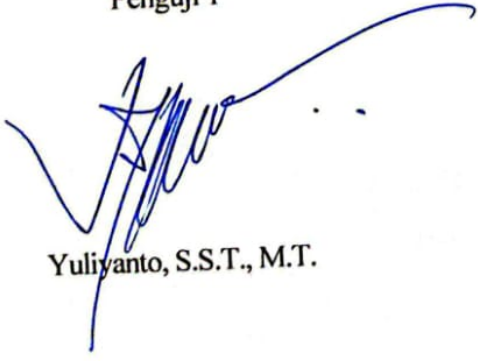
Pembimbing 1


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

Pembimbing 2


Yuli Dart, S.S.T., M.T.

Penguji 1


Yuliyanto, S.S.T., M.T.

Penguji 2


Boy Reffastin, S.Tr., M.T.

PERNYATAAN BUKAN PLAGIASI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Anandri Indra Adipura NIM : 1042107

Dengan Judul : ANALISA KEKAKUAN PADA PELAT BAJA
LUNAK GALVANIL KETEBALAN 0,8 MM
AKIBAT PEMBENTUKAN DINGIN DENGAN
METODE BEAD ROLL DENGAN VARIASI
UKURAN DAN BENTUK TRAPESIUM

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah asli milik kami dan tidak menyertakan materi plagiat. Kami telah menyatakan kebenaran ketika kami membuat deklarasi ini, dan kami siap mengambil konsekuensi yang sesuai jika ternyata kami melakukan hal tersebut di masa depan.

Sungailiat, 24 Juli 2024

Penulis

ABSTRAK

Dalam industri manufaktur, khususnya pada sektor otomotif, pelat baja galvanil sering digunakan karena pelat ini memiliki daya tahan yang kuat, kekakuannya yang tinggi dan sering digunakan sebagai komponen struktural pada bodi mobil. Namun, kekakuan pelat baja galvanil dapat berpengaruh bila digunakan dalam kondisi dingin. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah ada pengaruh dari faktor variasi lebar profil alur 10 mm dan 12 mm dan juga faktor variasi kedalaman profil alur 3 mm dan 5 mm dengan menggunakan pelat galvanil ketebalan 0,8 mm terhadap nilai frekuensi alamiahnya. Dengan menggunakan alat vibroport 80, pelat dibentuk menjadi alur silang dan kemudian dijepit pada meja uji penjepit sebagai bagian dari prosedur pengujian. Taguchi digunakan untuk menguji data yang diperoleh. berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dengan menggunakan Taguchi. Berdasarkan nilai *S/N* rasio kekakuan pelat alur “*Smaller Is Better*”, analisis Taguchi terhadap faktor variasi proses optimum menghasilkan profil alur dengan lebar 12 mm, kedalaman 3 mm, dan nilai frekuensi 52,45 Hz. bersilangan dan tidak ada variabel atau parameter proses yang memiliki dampak nyata terhadap kekakuan pelat yang dihasilkan atau respons frekuensi alami.

Kata kunci : Pelat galvanil, Kekakuan pelat, Frekuensi Alamiah

ABSTRACT

In the manufacturing industry, especially in the automotive sector, galvanized steel plates are often used because they have strong durability, high rigidity and are often used as structural components in car bodies. However, the rigidity of galvanizing steel plates can be affected when used in cold conditions. Therefore, this study aims to determine whether there is an effect of the variation factor of 10 mm and 12 mm groove profile width and also the variation factor of 3 mm and 5 mm groove profile depth using 0.8 mm thickness galvanized plate on its natural frequency value. Using a vibroport 80 tool, the plate that has been shaped into a cross groove is clamped on the clamp test table as part of the test procedure. Taguchi is used to examine the acquired data. The results of the Taguchi analysis of the ideal process variation factor based on the S/N ratio value "Smaller Is Better" of the crossgroove plate stiffness show that the width of the groove profile is 12 mm, the depth of the groove is 3 mm , and the frequency value of 52.45 Hz. No factors or process variables significantly affect the stiffness of the resulting plate against its natural frequency response.

Keywords: Galvanized Plate, Plate Stiffness, Natural Frequency

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIASI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
KATA PENGANTAR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat penelitian	3
1.5 Batasan masalah	3
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1 Pelat Galvanil	5
2.2 Pelat Alur (<i>Bead Roll</i>)	7
2.3 Kekakuan Pelat.....	7
2.4 Getaran	8
2.4.1 Getaran Bebas	8
2.4.2 Getaran Paksa	9
2.5 Frekuensi Alamiah	9
2.6 Metode Taguchi.....	10
2.7 Penelitian Terdahulu.....	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	14
3.1 Diagram Alir	14
3.1.1 Studi Literatur	16

3.1.2 Merancang Desain Eksperimen Penelitian.....	16
3.1.3 Persiapan Bahan.....	16
3.1.4 Persiapan Alat	17
3.1.5 Design of Eksperiment (DoE).....	20
3.1.6 Penentuan Faktor Dan Level Penelitian	20
3.1.7 Standar Operasional Prosedur (SOP) Pengujian Frekuensi	22
BAB IV PEMBAHASAN.....	23
4.1 Pembuatan Spesimen.....	23
4.2 Pengujian Dan Pengambilan Data Frekuensi Respon <i>Fuction</i>	25
4.3 Analisa Hasil Pengujian dan Kesimpulan.....	30
4.4 Data Hasil	31
4.5 Analisis Varian Taguchi	32
4.5.1 Perhitungan Rata Rata Terhadap Respon	32
4.5.2 <i>Anova (Analysis Of Variance)</i>	33
4.5.3 Perhitungan S/N Rasio.....	38
4.5.4 Pengaruh Level Terhadap Variasi Frekuensi Alamiah	39
4.5.5 <i>Analysis of Variance (Anova)</i> dan Persen Kontribusi Rasio S/N	41
4.5.6 Perbandingan Hasil Data Penelitian Terdahulu	47
BAB V KESIMPULAN	48
5.1 Kesimpulan.....	48
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Pelat Galvanil	6
Tabel 2. 2 Hasil Perbandingan Penelitian Sebelumnya	13
Tabel 3. 1 Nilai Parameter dan Level Penelitian.....	20
Tabel 3. 3 Total Derajat Kebebasan.....	21
Tabel 3. 2 Nilai Parameter Tetap	21
Tabel 3. 4 Desain Taguchi Orthogonal	21
Tabel 3. 5 Faktorial Penelitian	21
Tabel 4. 1 Setup Vibroport 80.....	26
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Pengerolan Dengan Lebar Profil 10mm dan Kedalaman Profil 5mm	28
Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Dengan Lebar Profil 10mm dan Kedalaman Profil 3mm	28
Tabel 4. 4 Data Hasil Pengujian Pengerolan Dengan Lebar Profil 12mm dan Kedalaman Profil 3mm	29
Tabel 4. 5 Data Hasil Pengujian Pengerolan Dengan Lebar Profil 12mm dan Kedalaman Profil 5mm	29
Tabel 4. 6 Rata – Rata Hasil Pengerolan Setiap Pelat.....	30
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Frekuensi Alamiah.....	31
Tabel 4. 8 Rata - Rata Means Hasil Frekuensi.....	32
Tabel 4. 9 Level Faktor Optimum.....	33
Tabel 4. 10 Anova (Analysis Of Variance).....	36
Tabel 4. 11 Persen Kontribusi Terhadap Frekuensi Alamiah	37
Tabel 4. 12 Hipotesis Nol	38
Tabel 4. 13 S/N Rasio Frekuensi Alamiah.....	39
Tabel 4. 14 Rata - Rata Variabel Respon.....	40
Tabel 4. 15 Variabel Proses Nilai Respon Optimal S/N Rasio.....	41
Tabel 4. 16 Analysis of Variance (Anova).....	44
Tabel 4. 17 Persen Kontribusi S/N Rasio Respon	45
Tabel 4. 18 Hipotesis Nol Serentak	46
Tabel 4. 19 Hasil Data Penelitian Sebelumnya.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Getaran Bebas.....	9
Gambar 2. 2 Getaran Paksa.....	9
Gambar 2. 3 Notasi Matrik	11
Gambar 3. 1 Pelat Galvanil	17
Gambar 3. 2 Mesin Bubut.....	17
Gambar 3. 3 Cetakan Bead Roll.....	17
Gambar 3. 4 Mesin Frais.....	18
Gambar 3. 5 Vibroport 80	18
Gambar 3. 6 Meja Uji Jepit.....	19
Gambar 4. 1 Hasil Pengerolan	24
Gambar 4. 2 Proses Pengerolan	24
Gambar 4. 3 Proses Pengambilan Data.....	27
Gambar 4. 4 Grafik Respon Mean Variabel Terhadap Hasil Frekuensi	33
Gambar 4. 5 Grafik Rasio Hasil Respons	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Daftar Riwayat

Lampiran 2 : Dokumentasi Sampel

Lampiran 3 : Data Berdasarkan *Software Minitab*

Lampiran 4 : Hasil Validasi Anova

Lampiran 5 : F- Tabel

Lampiran 6 : Grafik Pengujian

Lampiran 7 : Ketukan Pada Pelat

Lampiran 8 : Pemeriksaan Spesimen



KATA PENGANTAR

Penulis berterima kasih kepada Allah SWT atas kemampuan mereka untuk menyelesaikan laporan tugas akhir berjudul "**ANALISA KEKAKUAN PADA PELAT BAJA LUNAK GALVANIL KETEBALAN 0,8 MM AKIBAT PEMBENTUKAN DINGIN DENGAN METODE BEAD ROLL DENGAN VARIASI UKURAN DAN BENTUK TRAPESIUM.**" Penulis tidak lepas dari semua orang yang telah membantu mereka dari awal hingga akhir penyusunan laporan tugas akhir. Oleh karena itu, penulis berterima kasih kepada:

1. Kedua orang tua saya Ayah Wahyono dan Ibu Juwati yang selalu memberikan doa dan dukungan tiada henti untuk menyelesaikan proyek akhir ini.
2. Bapak Erwanto, S.S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 1 yang banyak meluangkan waktunya untuk saran, motivasi dan bimbingannya
3. Bapak Yuli Darta, S.S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan saran, motivasi dan bimbingannya
4. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D. selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
5. Bapak Pristiansyah, S.S.T., M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
6. Bapak Boy Rollastin, S.Tr., M.T. selaku Kepala Program Studi Diploma 4 Prodi Teknik Mesin dan Manufaktur
7. Segenap Dosen Teknik Mesin dan Manufaktur yang telah memberikan ilmunya selama perkuliahan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
8. Seluruh teman yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah memberikan semangat, saran, dan dukungan

Penulis telah berusaha sebaik mungkin untuk menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Karena itu, mereka mengharapkan kritik dan saran yang berguna untuk membantu kita semua di masa depan.

Sungailiat, 24 Juli 2024

Penulis



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Keperluan industri di dunia dalam meningkatkan kekuatan serta kekakuan pelat baja galvanil sering digunakan dalam proses pembentukan dingin. Proses pembentukan dingin, khususnya dengan metode *bead rolled* yang melibatkan variasi ukuran dan bentuk trapesium, memiliki dampak signifikan terhadap sifat mekanik dan struktural material.

Karena harganya yang murah dan mudah dibentuk, pelat galvanil merupakan salah satu bagian yang dimanfaatkan dalam bidang industri. Salah satunya adalah industri kendaraan yang memasukkan pelat galvanil ke dalam desain mekanis kendaraan (Suarsana, 2017). Saat mesin mobil dihidupkan, tekanan mekanis di dalam kendaraan menyebabkan getaran merambat, dan getaran ini paling sering terjadi pada kendaraan. Tekanan yang diberikan pada mobil justru mengakibatkan getaran berlebih di dalam sehingga menimbulkan kebisingan yang tidak nyaman.

Body mobil telah banyak menggunakan pelat baja galvanil sebagai komponen struktural yang penting. Keunggulan yang ditawarkan pelat baja galvanil dengan ketebalan 0,8 mm seperti daya tahannya yang luar biasa dan peran gandanya sebagai penyangga permanen dan penguat positif telah menyebabkan peningkatan penggunaannya dalam beberapa tahun terakhir. Meski demikian, kekakuan pelat baja galvanil mungkin terpengaruh bila digunakan dalam suhu dingin. Dalam hal menahan berbagai jenis beban, termasuk beban hidup, beban mati, dan beban gempa, kekakuan pelat baja galvanil sangatlah penting. Telah dibuktikan melalui sejumlah penelitian sebelumnya bahwa kekakuan pelat baja galvanil dapat berkurang ketika dibentuk dalam keadaan dingin. Variasi suhu dapat mengubah struktur mikro baja, yang menyebabkan pembentukan dingin. Karakteristik mekanis baja, termasuk kekuatan tarik dan gesernya, mungkin dipengaruhi oleh modifikasi ini.

Mesin pengerol membuat pelat atau profil yang awalnya berbentuk oval lurus; kurva profil ini dapat diubah berdasarkan penggunaan dan kebutuhan (Darensyah et al., 2023). 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 (Novandra et al., 2017). Perlu adanya suatu alat inovatif yang dapat mempermudah proses penggulangan pelat logam dan pada akhirnya menghasilkan penggulangan pelat logam yang efektif, karena proses penggulangan logam yang dilakukan secara plastis kurang efektif dan efisien serta akan menemui banyak kendala.

Dengan menambahkan bahan peredam viskoelastik pada konstruksi kendaraan, kekakuan dinamis panel dapat ditingkatkan secara signifikan (Lee, 2004). Selain itu, mengembos panel menjadi gelombang dapat membuat pelat menjadi lebih kaku dibandingkan pelat datar, sehingga meningkatkan frekuensi alaminya hingga sepuluh kali lipat (Hedlund & Group, 2015). Frekuensi alami dan bentuk mode panel juga dipengaruhi secara signifikan oleh pengaku dan distribusinya (Nacy et al., 2009).

Frekuensi dan intensitas suara yang dikeluarkan panel juga dipengaruhi oleh desain dan penempatan pengaku (Qiau et al., 2008). Panel kendaraan sering kali memiliki berbagai bentuk alur, termasuk desain setengah lingkaran, trapesium, persegi panjang, dan segitiga. Bentuk alur trapesium paling efektif dalam bereaksi terhadap getaran (Sukanto dan Sunardi, 2011). Menurut Sunardi dkk. (2010), menciptakan alur pada panel dapat meningkatkan frekuensi pelat hingga 9,3 kali lipat dari pada pelat datar.

Dalam kaitannya dengan penjelasan latar belakang di atas, penelitian tambahan harus dilakukan untuk mengevaluasi kekakuan pelat baja galvanil dengan ketebalan 0,8 mm yang dibentuk menggunakan metode *bead roll* dengan berbagai ukuran dan bentuk trapesium. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan kekakuan pelat baja galvanil dalam cuaca dingin dan untuk memastikan bagaimana modifikasi ukuran dan bentuk trapesium dapat berdampak pada kekakuan tersebut.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas untuk rumusan masalah adalah:

Bagaimana pengaruh hasil pembentukan profil menggunakan metode *bead roll* dengan variasi ukuran dengan bentuk trapesium pada pelat galvanil dengan ketebalan 0,8 mm berdampak pada frekuensi alami dengan perhitungan *Taguchi*.

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

Mendapatkan hasil pembentukan profil menggunakan metode *bead roll* dengan variasi ukuran dengan bentuk trapesium yang berpengaruh pada pelat galvanil dengan ketebalan 0,8 mm terhadap frekuensi alami dengan perhitungan *Taguchi*.

1.4 Manfaat penelitian

Keunggulan penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh hasil dari pembentukan profil dengan variasi ukuran dan bentuk trapesium melalui metode *bead roll* berdampak pada frekuensi alami
2. Diharapkan hasil penelitian akan membantu meningkatkan pemahaman kita tentang pelat, membantu dalam pembuatan jenis pelat baru, dan menjadi referensi untuk penelitian yang akan datang.

1.5 Batasan masalah

Penulis menetapkan batasan masalah berikut ini agar proses pengumpulan data dan informasi menjadi lebih sederhana dan agar tujuan penelitian ini tidak menyimpang.

1. Bahan yang digunakan pelat baja jenis galvanil.
2. Bentuk *bead roll* yang akan dibuat adalah alur menyilang.
3. Parameter penelitian ini diuraikan adalah sebagai berikut :

- Lebar mata pengerolan 10mm dan 12mm.
- Ketebalan Pelat 0,8 mm
- Bentuk profil alur trapesium.

4. Menggunakan Uji Frekuensi Alami.



BAB II

DASAR TEORI

2.1 Pelat Galvanil

Secara umum, cuaca Indonesia 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. Bahan pondasi galvanil adalah baja dengan kandungan karbon rendah, jenis baja ST 37 dengan lapisan khusus. Kandungan karbonnya berkisar antara 0,468% dan 0,574%.

Teknik galvanisasi panas melibatkan pelapisan baja dengan lapisan logam yang meleleh pada suhu lebih rendah dibandingkan baja konvensional. Dengan merendam baja dalam seng cair 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. Dalam kebanyakan kasus, aluminium disimpan dalam komposisi pada tingkat 0,002% hingga 0,005%, yang membantu memantulkan cahaya dari permukaan lapisan. Jika bahan tersebut mengandung aluminium kurang dari 0,002%, permukaannya akan berubah kusam atau merah muda. Ketika aluminium dalam jumlah sedikit ditambahkan ke dalam wadah seng, lapisan yang dihasilkan akan lebih tipis dan cerah dibandingkan lapisan yang terbentuk tanpa aluminium (Yulianto & Aryawidura, 2016). Spesifikasi pelat galvanil ditunjukkan pada tabel 2.1. di bawah 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, <i>spot welding</i> , <i>seam welding</i> , <i>arc welding</i> dll. - Mudah di solder. - Mudah di cat. - Daya lekat lapisan galvanis terhadap logam dasarnya sangat baik (kuat).

2.2 Pelat Alur (*Bead Roll*)

Lembaran logam yang disebut pelat alur, disebut juga *bead roll*, dibentuk dengan memanfaatkan alat *bead roller* untuk membuat lekukan atau bentuk pada permukaannya. *Bead roller* merupakan salah satu jenis mesin yang biasa digunakan dalam usaha fabrikasi, seperti pembuatan bodi mobil atau kerajinan tangan dengan menggunakan lembaran logam atau pelat logam. Dengan menggunakan mesin *bead roller* ini, Anda dapat membuat profil atau lekukan pada lembaran logam. Ia juga dapat membuat penguatan pada lembaran logam dengan membuat lekukan di ujung pelat melingkar. Kedua mata bead pada mesin ini adalah mata bead 1 (yang menyorok ke dalam logam) dan mata bead 2 (yang menahan tekanan dari pelat lembaran logam yang menghasilkan benda kerja). Perangkat ini cocok untuk berbagai ukuran pelat logam dan ketebalan lembaran logam. *Bead roller* digunakan untuk menekan permukaan pelat, meninggalkan lekukan permanen pada material, saat memproduksi pelat *bead roll*. Karena cekungan panel logam dapat meningkatkan kualitas struktural dan estetika, pelat *bead roll* sering digunakan dalam otomotif, penerbangan, dan banyak industri lainnya.

Dengan memilih jenis *bead roller* yang paling memenuhi kebutuhan desain dan fungsionalitas, ukuran, bentuk, dan kedalaman *bead roll* pada pelat dapat diubah. Selain itu, berdasarkan tujuan tertentu yang diperlukan, berbagai bahan pelat dapat digunakan.

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 (Sukanto & Erwanto, 2016). Penggunaan material peredam yang dilapisi pelat aluminium dapat membantu panel mobil memperoleh tingkat kekakuan yang ideal. Untuk mencapai kekakuan yang diperlukan, berbagai faktor dimensi digunakan dan dikombinasikan dengan

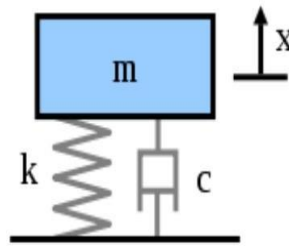
modifikasi tertentu, termasuk luas penampang, panjang, lebar, ketebalan, kepadatan, dan orientasi manik (Nurazizi, 2023).

2.4 Getaran

Gerak maju mundur di sekitar kesetimbangan dalam satu periode disebut getaran. Dalam konteks ini, keseimbangan mengacu pada keadaan di mana suatu benda tetap diam tanpa adanya gaya luar (Ahmad, 2018). 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. Getaran mengacu pada bagian mana pun yang berosilasi atau bergerak maju mundur (Naibaho et al., 2021). Meskipun istilah "getaran" umumnya digunakan untuk menggambarkan osilasi mekanis, istilah ini juga memiliki beberapa konotasi dalam bidang arus bolak-balik, gelombang elektromagnetik, dan akustik. Isu-isu yang berbeda saling berinteraksi satu sama lain; Sebagai contoh, getaran mekanis dapat menghasilkan getaran listrik atau sebaliknya. Kami membagi getaran menjadi dua kategori:

2.4.1 Getaran Bebas

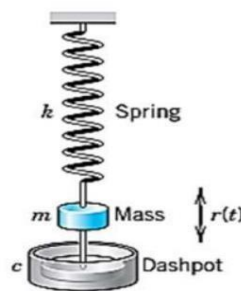
Getaran bebas terjadi ketika gaya sistem yang mengembang menyebabkan getaran dalam sistem. Kualitas dinamis suatu sistem yang bergetar, yang dihasilkan oleh distribusi massa dan kekuatannya, memungkinkannya bergerak bebas pada satu atau lebih frekuensi privatnya (Siagian, 2022). Pada pengujian pertama, 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. Beban luar tersebut seringkali berupa beban tumbukan, gangguan, dan kontak, seperti yang ditunjukkan pada lendutan dan kontak pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Sistem Getaran Bebas (Siagian, 2022)

2.4.2 Getaran Paksa

Gaya luar menimbulkan getaran, yang disebut getaran paksa. Gambar 2.2 menunjukkan bahwa ketika sistem dibuat bergetar pada frekuensi stimulus, sistem tersebut menghasilkan resonansi dan getaran yang sangat tinggi. Ini terjadi ketika frekuensi bawaan sistem dan frekuensi stimulus sama.



Gambar 2. 2 Getaran Paksa (Siagian, 2022)

2.5 Frekuensi Alamiah

Frekuensi alamiah adalah frekuensi yang dimiliki oleh sistem ketika membiarkannya bergetar tanpa redaman. Pola gerak sistem osilasi pada Modus normal atau frekuensi natural terjadi ketika setiap komponen sistem bergerak dengan frekuensi sinusoidal yang sama. Frekuensi resonansi adalah frekuensi di mana gaya luar menggerakkan sistem yang berosilasi dan amplitudo pergerakannya paling tinggi dan paling dekat dengan frekuensi alami sistem. (Ari dkk., 2022).

Untuk menghindari resonansi, perhatikan frekuensi alami peralatan dan struktur atau komponen. Resonansi dapat menyebabkan kerusakan struktur. Frekuensi alami dipengaruhi oleh dua faktor: massa dan kekakuan struktur. Sederhananya, menurunkan frekuensi natural dapat dicapai dengan meningkatkan

kekakuan struktur atau dengan membatasi jumlah struktur. Persamaan frekuensi natural ditulis sebagai berikut:

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

Dimana:

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

M = Massa (Kg)

2.6 Metode Taguchi

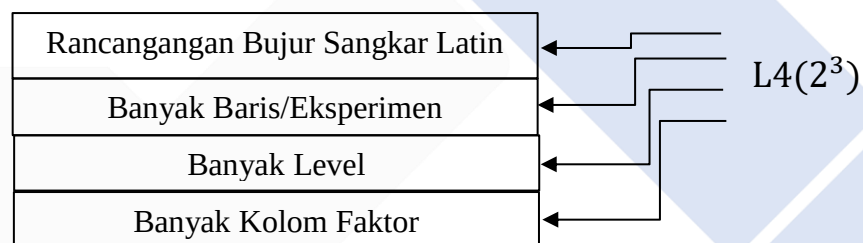
Strategi penelitian yang dapat mengurangi biaya dan memaksimalkan sumber daya sekaligus meningkatkan kualitas benda kerja adalah metode *Taguchi*. Tujuan dari prosedur metode *Taguchi* adalah untuk mengisolasi proses benda kerja dari variabel-variabel yang dapat menyebabkan gangguan, seperti modifikasi pada bahan, bentuk, atau proses pembuatan. Metode ini bisa dipastikan setiap bahan secara konsisten memberikan hasil yang stabil, produk berkualitas tinggi, dan bebas dari kebisingan. Dengan demikian, menurut Soejanto (2009), pendekatan *Taguchi* disebut sebagai desain yang berketahanan (*resilient design*).

1. Lebih efisien karena bentuk eksperimental membuat penelitian dengan lebih banyak parameter.
2. Karena bentuk eksperimental *Taguchi* komoditas konsisten yang tahan terhadap kekuatan pengganggu lainnya dapat dihasilkan.
3. Hasil pendekatan *Taguchi* mengungkapkan tingkat faktor kontrol yang menghasilkan balasan terbaik serta pengaruh faktor terhadap respon.

2. 6. 1 Matrik Orthogonal

Matriks yang unsur-unsurnya tersusun menurut baris dan kolom disebut matriks ortogonal. Variabel yang ditampilkan pada kolom ini dapat berbeda dengan variabel pada penelitian sebelumnya. Baris-baris dalam matriks ini disebut ortogonal karena membagi pengaruh unsur eksperimen lain pada setiap tingkat setiap komponen dan memuat variabel penyeimbang pada masing-masing komponen, mewakili fluktuasi variabel dalam penelitian (Soejanto, 2009).

Matriks ortogonal ini dibuat dengan menyeimbangkan variabel dan level dalam matriks sehingga tidak ada variabel atau level yang mempengaruhi atau dapat diubah. Pada Gambar 2.3 ditampilkan Notasi Matriks Ortogonal.



Gambar 2. 3 Notasi Matrik

Berikut penjelasan notasi matriks ortogonal:

1. Informasi bujur sangkar latin ditunjukkan dengan notasi L.
2. Percobaan yang kami lakukan dalam Matrik Orthogonal menggunakan banyak baris.
3. Jumlah tingkat faktor yang kita gunakan selama penelitian disebut sebagai banyak tingkat.
4. Matrik Orthogonal dipilih berdasarkan jumlah derajat bebas. :
 - Jumlah elemen penting yang dihitung dan berhubungan
 - Tingkat faktor yang dihitung
 - Hasil yang diinginkan
 - Matrik Orthogonal memiliki banyak kolom yang menunjukkan jumlah faktor yang dihitung.

2. 6. 2 Anova (Analysis Of Variance)

Dengan menggunakan sampel, teknik analisis varians (*Anova*) dapat digunakan untuk menilai variasi variasi yang disebabkan oleh satu komponen. *Anova* memungkinkan Anda menarik kesimpulan apakah mean sampelnya sama atau berbeda. *Anova* digunakan untuk mengetahui dampak setiap parameter kontrol pada suatu proses. Dampak tersebut dapat dinilai dengan membandingkan total nilai variabilitas setiap parameter kontrol dengan total nilai variabilitas seluruh parameter kontrol (Suryandi, 2021).

Analisa varians merupakan teknik penambahan setiap faktor dan digunakan untuk mengevaluasi data penelitian dalam bentuk pendekatan komputasi kuantitatif. Jenis analisa varians ini sering digunakan untuk mengukur hasil dan melakukan analisa varians satu dan dua arah. Dengan memanfaatkan varians dan kesalahan rata-rata, analisis varians satu arah dapat digunakan untuk memastikan status suatu eksperimen. Selanjutnya analisis varians dua arah diterapkan pada data eksperimen dengan dua komponen dan dua level atau lebih. Hal ini dapat dilakukan dengan menghitung derajat kebebasan, jumlah kuadrat, rata-rata jumlah kuadrat, dan F rasio (Soejanto 2009).

2.7 Penelitian Terdahulu

Hasil dan temuan sebelumnya, yang membentuk landasan teoritis, sangat penting dan dapat memberikan informasi yang relevan. Teknik pengujian getaran panel menjadi fokus utama dalam penelitian sebelumnya dan standar. Hasilnya menunjukkan bahwa uji getaran panel dapat diidentifikasi dengan data yang ditampilkan pada tabel 2.2 di bawah ini:

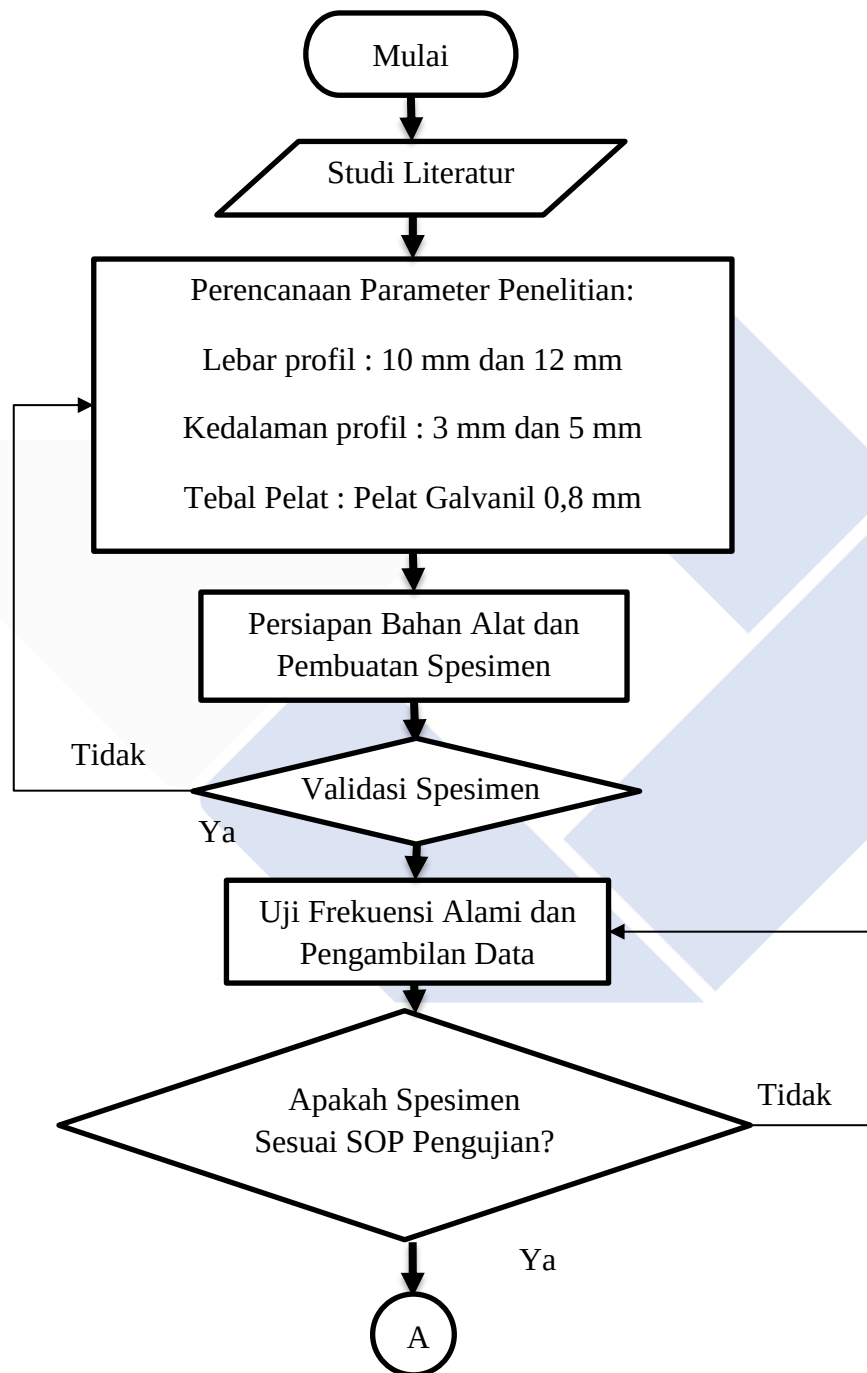
Tabel 2. 2 Hasil Perbandingan Penelitian Sebelumnya

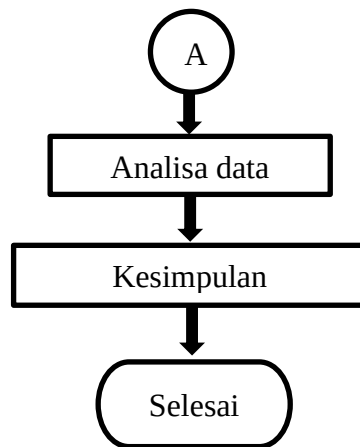
No	Jurnal	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelian
1.	(Sukanto et al., 2014) <i>Jurnal Energi dan Manufaktur</i>	Pengaruh Perubahan Bentuk Bead Panel Kendaraan terhadap Frekuensi Alamiah pada Kondisi Batas Bebas-Bebas	Mengetahui perbedaan frekuensi alamiah panel kendaraan sebelum dan sesudah 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.	(Nur Kholis et al., 2024)	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 Dimple dan pengaruh dari diameter lubang dan jumlah lubang Dimple terhadap frekuensi natural dan kekakuan	Analisa data menggunakan metode taguchi.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir





3.1.1 Studi Literatur

Proses melakukan tinjauan pustaka melibatkan pengumpulan informasi dari beberapa sumber, antara lain buku, artikel dari jurnal akademik, surat kabar, dan sumber online. Tujuannya adalah untuk memahami proses melakukan studi frekuensi natural pada alur. Untuk melaksanakan penelitian ini, Peneliti mencari dan menganalisis berbagai teori dan data ahli tentang frekuensi uji alami pada *bead roll*. Pada titik ini, peneliti dapat memperoleh gambaran secara menyeluruh dan detail mengenai metodologi-metodologi yang sebelumnya telah diterapkan pada penelitian serupa. Hasilnya, tinjauan pustaka membantu peneliti dalam mengembangkan desain penelitian yang dapat diterima dan memastikan bahwa penelitian uji yang akan dilakukan memiliki landasan teori yang kuat. Para peneliti juga dapat menggunakan data yang mereka kumpulkan dari sumber-sumber literatur sebagai referensi dan bahan perbandingan untuk temuan-temuan penelitian selanjutnya, membantu mereka dalam menentukan tujuan dan relevansi.

3.1.2 Merancang Desain Eksperimen Penelitian

Pada studi ini menggunakan dua variabel sebagai acuan yaitu :

1. Variabel Proses

Variabel proses terdiri dari tiga variabel yang akan digunakan dalam penelitian ini, yaitu lebar mata pengerolan yaitu 10 mm dan 12 mm, tebal pelat 0,8 mm dan variasi bentuk trapesium.

2. Variabel Respon

Variabel respon akan diuji menggunakan uji frekuensi alami untuk menentukan frekuensi terbentuknya *Bead Roll*.

3.1.3 Persiapan Bahan

1. Persiapan Bahan

Tahap selanjutnya pada penelitian ini adalah membuat material pelat dengan ketebalan 0,8 mm dan dimensi 575 mm x 600 mm, seperti terlihat pada Gambar 3.1



Gambar 3. 1 Pelat Galvanil

3.1.4 Persiapan Alat

Alat-alat yang digunakan untuk membantu dalam proses penelitian ini yaitu:

1. Roda Pembentuk Alur (*Roller*)

Pada proses pembuatan cetakan *bead roll* sendiri, melalui proses pembubutan



Gambar 3. 2 Mesin Bubut

2. Cetakan *Bead Roll*

Proses permesinan menggunakan cetakan *bead roll* untuk membentuk alur menyilang pada pelat. Gambar 3.3 di bawah ini menunjukkan hal ini.



Gambar 3. 3 Cetakan Bead Roll

3. Mesin Frais

Mesin milling berfungsi sebagai alat untuk memutar alat potong yang digunakan untuk memotong pelat menjadi bentuk tertentu dengan menggunakan gerak putar primer. Mesin penggilingan ini juga menggunakan sistem *Control Numerik Computer (CNC)*, seperti terlihat pada Gambar 3.4 di bawah.



Gambar 3. 4 Mesin Frais

4. Alat Vibroport 80

Uji frekuensi alami dilakukan pada sampel yang telah dibuat pembentukan *Bead Roll* dengan menggunakan alat Vibroport 80. Gambar 3.5 menunjukkan ilustrasi alat uji.



Gambar 3. 5 Vibroport 80

5. Meja Uji Jepit

Saat melakukan pengujian, sampel dijepit dengan meja uji jepit, yang juga dikenal sebagai pengujian kondisi jepit-jepit, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.6 di bawah ini.



Gambar 3. 6 Meja Uji Jepit

3.1.5 Design of Eksperiment (DoE)

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

3.1.6 Penentuan Faktor Dan Level Penelitian

Dua parameter proses akan digunakan dalam penelitian ini: kedalaman alur pada pelat dan variasi bentuk trapesium dengan lebar mata pengerolan 10 mm dan 12 mm. Faktor-faktor dan tingkat-tingkat eksperimen dipilih berdasarkan penelitian literatur yang telah dilakukan sebelumnya. Dalam penelitian ini, derajat kebebasan total ditentukan menggunakan desain matriks L4 ortogonal *Taguchi*, yang mencakup dua komponen dan dua level. Tabel 3.1 menampilkan nilai dan tingkat penelitian yang digunakan dalam penelitian ini, sedangkan Tabel 3.2 menampilkan parameter tetap yang berfungsi sebagai kontrol proses. Tabel 3.3 menampilkan perhitungan derajat kebebasan total.

Tabel 3. 1 Nilai Parameter dan Level Penelitian

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

Tabel 3. 2 Nilai Parameter Tetap

Parameter Tetap	Nilai Parameter Tetap
Pelat Galvanil	0,8 mm

Tabel 3. 3 Total Derajat Kebebasan

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

Tabel 3. 2 Desain Taguchi Orthogonal

No. Ekp	Lebar Profil	Kedalaman Profil
1	1	1
2	1	2
3	2	1
4	2	2

Tabel 3. 3 Faktorial Penelitian

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

Basis percobaan disajikan dalam tabel 3.5. Software minitab dan pelat *bead roll* akan menerima setiap nilai parameter. Sampel *bead roll* akan diuji dan nilai frekuensi akan dirata-ratakan.

3.1.7 Standar Operasional Prosedur (SOP) Pengujian Frekuensi

SOP pelaksanaan pengujian diikuti untuk memastikan bahwa pengujian memberikan hasil yang relevan dan tidak mempunyai variasi yang signifikan karena faktor gangguan luar, termasuk kesalahan yang dilakukan saat menerapkan SOP pengujian frekuensi. Langkah-langkah atau SOP evaluasi frekuensi alami adalah sebagai berikut:

1. Spesimen pelat yang telah diproses diletakkan pada meja jepit.
2. Kencangkan baut pada meja jepit sampai pelat tidak bergerak. Pastikan spesimen terjepit sepenuhnya tanpa celah.
3. Siapkan alat *vibroport* 80. Pilih menu untuk menguji kekakuan atau kekakuan (*stiffnes*).
4. Selanjutnya, letakkan accelerometer sensor di tengah pelat uji.
5. Dengan menggunakan impact hammer pada 8 titik pengujian, lakukan proses pengetukan pada spesimen pelat.
6. Setelah pengujian selesai dilakukan, data dapat dilihat.

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Pembuatan Spesimen

Spesimen pengujian dikerjakan di Laboratorium Teknik Mesin Polman Babel pada sektor Las Fabrikasi Logam atau Lafalo. Pengoperasian pengerolan dilakukan dengan menggunakan alat *bead roll* yang menggunakan silinder alur profil trapesium dengan diameter 10 mm dan 12 mm pada pelat galvanil yang telah dipotong dengan dimensi 575 mm x 600 mm dengan tebal pelat 0,8 mm, seperti diilustrasikan pada gambar 4.1 Tujuan dari struktur ini adalah untuk membuat alur pada pelat.

Hasil pembentukan atau pengerolan pelat digambarkan pada gambar 4.2 Proses ini memperkuat kekakuan pelat jika dibandingkan sehubungan dengan pelat datar yang tidak melalui proses pembuatan alur menyilang. Ini dilakukan dengan mengubah bentuk pelat menjadi alur menyilang.



Gambar 4. 1 Proses Pengerolan



Gambar 4. 2 Hasil Pengerolan

4.2 Pengujian Dan Pengambilan Data Frekuensi Respon *Fuction*

Pengujian frekuensi dilakukan dengan vibroport 80 untuk mengevaluasi frekuensi dan kekakuan sampel yang telah mengalami pembentukan *bead roll*. Berikut urutan prosedur pengumpulan data:

1. Langkah pertama pada meja uji dimasukkan pelat yang sudah dibentuk
2. Langkah kedua adalah memastikan bahwa baut penjepit di meja jepit telah dikencangkan sampai tidak ada gerakan pelat.
3. Siapkan alat vibroport 80 dan ubah menunya ke *Transfer Fuction* di tampilan awal vibroport. Sampai Anda mencapai tampilan menu berikutnya, tekan menu tersebut.
4. Menu Stiffness harus dipilih setelah masuk ke tampilan kedua di vibroport 80.
5. Tabel 4.1 di bawah ini menunjukkan konfigurasi menu yang akan digunakan untuk spesifikasi pengujian.
6. Setelah itu, klik *Start* dan lakukan tes.
7. Gambar 4.3 menunjukkan proses pengambilan data pengujian.

Tabel 4. 1 Setup 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	5
Accept/Reject	Manual
Invert Phase	OFF
Good Coherance	80%
Save To	Card
Posn.Autoincr	OFF



Gambar 4. 3 Proses Pengambilan Data

Selama melakukan pengambilan data, setiap pelat diketuk sebanyak 8 kali dengan titik yang berbeda. Hasil pengujian untuk masing-masing pelat ditampilkan dalam tabel 4.2, yang mencakup data untuk lebar profil 10 mm dan kedalaman profil 3 mm, tabel 4.3, yang mencakup data untuk lebar profil 10 mm dan kedalaman profil 5 mm, dan tabel 4.4, yang mencakup data untuk lebar profil 12 mm dan kedalaman profil 5 mm. Rata-rata data yang diperoleh dari pengujian setiap pelat ditunjukkan dalam tabel 4.5.

Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Dengan Lebar Profil 10mm dan Kedalaman Profil 3mm

Ketukan	Pelat 1	Pelat 2	Pelat 3
1	101,74	66,48	57,67
2	131,81	118,52	95,08
3	27,19	40,83	60,20
4	62,75	140,31	80,37
5	106,99	100,39	32,64
6	90,63	225,62	134,78
7	45,70	55,63	78,36
8	52,77	166,96	129,99
Rata - Rata	77,44	114,34	83,63

Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Pengerolan Dengan Lebar Profil 10mm dan Kedalaman Profil 5mm

Ketukan	Pelat 1	Pelat 2	Pelat 3
1	62,50	104,86	112,72
2	99,49	178,91	90,21
3	33,34	23,92	161,96
4	145,88	152,59	59,22
5	55,68	45,11	177,58
6	66,36	61,28	43,51
7	57,70	29,98	191,88
8	177,54	72,70	44,08
Rata - Rata	87,31	83,66	110,14

Tabel 4. 4 Data Hasil Pengujian Pengerolan Dengan Lebar Profil 12mm dan Kedalaman Profil 3mm

1	38,55	111,49	36,87
2	51,58	59,29	25,90
3	61,64	96,77	48,68
4	52,87	28,98	28,54
5	61,71	42,93	63,79
6	34,77	73,29	43,83
7	61,22	43,65	38,76
8	55,95	35,69	62,11
Rata - Rata	52,28	61,51	43,56

Tabel 4. 5 Data Hasil Pengujian Pengerolan Dengan Lebar Profil 12mm dan Kedalaman Profil 5mm

Ketukan	Pelat 1	Pelat 2	Pelat 3
1	48,03	123,61	152,04
2	38,04	29,68	59,57
3	177,03	330,60	88,84
4	94,62	37,39	59,94
5	87,22	189,99	127,10
6	187,09	145,20	50,95
7	81,86	149,85	155,99
8	33,02	52,32	70,45
Rata - Rata	93,36	132,33	95,61

Tabel 4. 6 Rata – Rata Hasil Pengerolan Setiap Pelat

Lebar Profil	Kedalaman Profil	Pelat 1 (Hz)	Pelat 2 (Hz)	Pelat 3 (Hz)	Rata - Rata
10 mm	3 mm	77,44	114,34	83,63	91,80
10 mm	5 mm	87,31	83,66	110,14	93,70
12 mm	3 mm	52,28	61,51	43,56	52,45
12 mm	5 mm	93,36	132,33	95,61	107,1

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

4.3 Analisa Hasil Pengujian dan Kesimpulan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa frekuensi plat *bead roll* dengan variasi lebar profil dan kedalaman. Metode ini memerlukan pengujian variasi nilai yang dihasilkan pada sampel yang telah menjalani persiapan. Penelitian ini menggunakan analisis *Taguchi*. Prosedur analitis terdiri dari berikut ini:

1. Analisa Varians *Taguchi*

Analisa varians menganalisis data hasil tes dalam desain eksperimen secara statistik. Metode ini menggunakan strategi mengelompokkan.

2. Menentukan rasio S/N variabel respon.

Penentu utama hasil eksperimen adalah rasio S/N (*Signal To Noise*), yang mana untuk respon frekuensi natural mempunyai sifat “Lebih Kecil Lebih Baik” dalam hal kualitas respon. Rumus berikut dapat digunakan untuk mencari Rasio S/N untuk model ini :

$$S/N = -10 \log \left[\frac{\sum_{i=1}^n y_i^2}{n} \right]$$

n = Jumlah pengulangan suatu percobaan

Y_i = Data pengamatan ke-i

3. Pilih variabel respons yang paling sesuai.

Membuat tabel variabel respons memungkinkan pemilihan variabel independen optimal yang lebih sederhana berdasarkan nilai kualitas frekuensi alami.

4. Persentase kontribusi

Hitung jumlah kuadrat (SS) untuk setiap faktor untuk menentukan kontribusi relatif setiap variabel dan interaksi.

5. Analisa varians dan uji F untuk hipotesis

Uji hipotesis F digunakan untuk menilai signifikansi pengaruh faktor terhadap respon eksperimen. Untuk mengevaluasi sejauh mana pengaruhnya, dilakukan analisis varians (*Anova*) dengan ambang signifikansi (α) sebesar 5% (0,05). Hasil uji hipotesis F menyoroti apakah hipotesis nol diterima atau ditolak.

4.4 Data Hasil

Hasil uji dari pengerolan pelat yang dilakukan secara otomatis menggunakan alat uji *vibroport 80* dan dilakukan tiga kali pengulangan, lalu dirata-ratakan dengan teknik *Taguchi*. Tabel 4.7 di bawah ini merupakan data hasil pengujian.

Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Frekuensi Alamiah

Faktor			Frekuensi (Hz)				
Ekp	Lebar Profil	Kedalaman	1	2	3	Jumlah	Mean
		Profil					
1	10 mm	3 mm	77,44	114,34	83,63	275,41	91,80
2	10 mm	5 mm	87,31	83,66	110,14	281,11	93,70
3	12 mm	3 mm	52,28	61,51	43,56	157,35	52,45
4	12 mm	5 mm	93,36	132,33	95,61	321,3	107,1
Rata-Rata							86,26

Sumber: Hasil dari pengujian

4.5 Analisis Varian Taguchi

4.5.1 Perhitungan Rata Rata Terhadap Respon

Perhitungan langsung dari hasil pengujian frekuensi dapat digunakan untuk mengidentifikasi kombinasi tingkat variabel yang mempengaruhi kekakuan pelat yang berkembang pada respon frekuensi alami. Reaksi rata-rata setiap unsur kemudian dihitung, sebagai berikut:

A. Perhitungan untuk faktor A (Lebar Profil).

Faktor lebar profil level 1 yaitu perhitungan 1 dan 2.

$$A_1 = \frac{91,80+93,70}{2} = 92,75$$

Faktor lebar profil level 2 yaitu perhitungan 3 dan 4.

$$A_2 = \frac{52,45+107,1}{2} = 79,77$$

B. Perhitungan untuk faktor B (Kedalaman Profil)

Faktor kedalaman profil level 1 yaitu perhitungan 1 dan 3

$$B_1 = \frac{91,80+52,45}{2} = 72,12$$

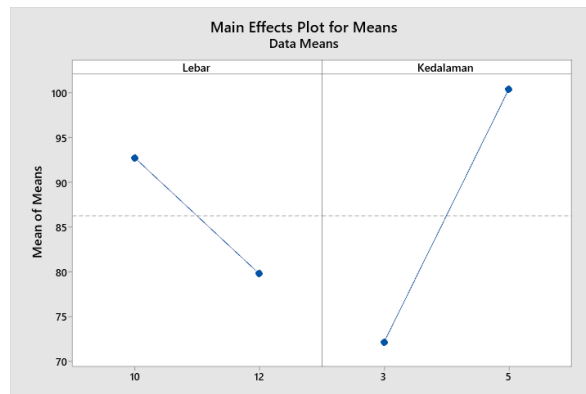
Faktor kedalaman profil level 2 yaitu perhitungan 2 dan 4

$$B_1 = \frac{93,70+107,1}{2} = 100,4$$

Tabel 4.8 di bawah ini menunjukkan rata-rata gabungan tingkat lebar dan kedalaman profil untuk pengaruh kekakuan pelat terhadap respon frekuensi alamiah.

Tabel 4. 8 Rata - Rata Means Hasil Frekuensi

Level	Lebar	Kedalaman
1	92,75	72,13
2	79,78	100,40
Delta	12,98	28,28
Rank	2	1



Gambar 4. 1 Grafik Respon Mean Variabel Terhadap Hasil Frekuensi

Nilai rata-rata frekuensi alamiah pada setiap level dapat digunakan untuk menghitung kombinasi faktor-faktor tersebut. Tabel 4.9 menunjukkan bagaimana proses menggabungkan variabel proses menuju respon optimal.

Tabel 4. 9 Level Faktor Optimum

Variabel	Tingkat	Nilai
Proses	Level	Level
Lebar Profil	1	12 mm
Kedalaman Profil	2	3 mm

4.5.2 Anova (Analysis Of Variance)

Pendekatan statistik (*Anova*) mengevaluasi atau mengukur kontribusi setiap faktor terhadap percobaan. Metode ini juga memungkinkan interpretasi data dan hasil yang dikumpulkan. Derajat kebebasan, jumlah kuadrat, mean kuadrat, dan rasio f adalah beberapa dari banyak perhitungan yang digunakan dalam analisis varians.

A. Perhitungan Jumlah Kuadrat (*Sum Of Square*) Faktor Lebar Profil

Perhitungan hasil jumlah kuadrat

$$\begin{aligned}
 SS_A &= \frac{185,5^2}{2} + \frac{159,55^2}{2} - \frac{345,05^2}{4} \\
 &= 168,35
 \end{aligned}$$

Perhitungan hasil derajat kebebasan

$$V_a = 2 - 1$$

$$= 1$$

Perhitungan nilai rata – rata kuadrat (*Mean Square*)

$$MS_A = \frac{168,35}{1}$$

$$= 168,35$$

Perhitungan hasil jumlah kuadrat total

$$SS_T = (91,80)^2 + (93,70)^2 + (52,45)^2 + (107,1)^2$$

$$= 31428$$

Perhitungan hasil kuadrat rata – rata (*mean*)

$$SS_M = 4 (86,26^2)$$

$$= 29763$$

Perhitungan hasil kuadrat *error*

$$SS_{Faktor} = 168,35 + 799,48$$

$$= 967,83$$

Perhitungan hasil kuadrat *error*

$$SS_e = 31428 - 29763 - 967,83$$

$$= 697,17$$

Perhitungan hasil nilai f-rasio

$$F\text{-rasio} = \frac{168,35}{697,17} = 0,24$$

B. Perhitungan Jumlah Kuadrat (*Sum Of Square*) Faktor Kedalaman Profil

Perhitungan hasil jumlah kuadrat

$$SS_B = \frac{144,25^2}{2} + \frac{200,8^2}{2} - \frac{345,05^2}{4}$$
$$= 799,48$$

Perhitungan hasil derajat kebebasan

$$V_a = 2 - 1$$
$$= 1$$

Perhitungan nilai rata – rata kuadrat (*Mean Square*)

$$MS_A = \frac{799,48}{1}$$
$$= 799,48$$

Perhitungan hasil jumlah kuadrat total

$$SS_T = (91,80)^2 + (52,45)^2 + (93,70)^2 + (107,1)^2$$
$$= 31428$$

Perhitungan hasil kuadrat rata – rata (*mean*)

$$SS_M = 4 (86,26^2)$$
$$= 29763$$

Perhitungan hasil kuadrat *error*

$$SS_{Faktor} = 799,48 + 168,35$$
$$= 967,83$$

Perhitungan hasil kuadrat *error*

$$SS_e = 31428 - 29763 - 967,83$$
$$= 697,17$$

Perhitungan hasil nilai f-rasio

$$F\text{-rasio} = \frac{799,48}{697,17} = 1,14$$

Perhitungan nilai jumlah kuadrat total

$$SS_{Total} = 168,35 + 799,48 + 697,17 = 1665$$

Tabel 4.10 di bawah ini menampilkan temuan perhitungan *Analysis of Variance* (Anova) frekuensi alami lempeng yang telah berkembang di atas.

Tabel 4. 10 Anova (Analysis Of Variance)

Sumber	V	SS	Ms	F-Rasio
A	1	168,35	168,35	0,24
B	1	799,48	799,48	1,14
Error	1	697,17	697,17	-
Total	3	1665	-	-

Untuk menentukan kontribusi faktor terhadap respons frekuensi alami, pertama-tama hitung SS sebagai berikut:

$$SS'A = SS'A - MSe(VA)$$

$$= 168,35 - 1665$$

$$= - 1496,65$$

$$SS'B = SS'B - MSe(VB)$$

$$= 799,48 - 1665$$

$$= - 865,52$$

$$SSe = SST - SS'A - SS'B$$

$$= 1665 - (- 1496,65) - (- 865,52)$$

$$= 4027,17$$

Persentase kontribusi setiap elemen dihitung menggunakan persamaan.

$$\rho A = \frac{-1496,65}{1665} \times 100\% = -0,898\%$$

$$\rho B = \frac{-865,52}{1665} \times 100\% = -0,519\%$$

$$\rho E = \frac{697,17}{1665} \times 100\% = 0,418\%$$

Data di atas meliputi perhitungan rata-rata % kontribusi yang dilaporkan pada tabel 4.11, sebagai berikut.

Tabel 4. 11 Persen Kontribusi Terhadap Frekuensi Alamiah

Sumber	V	SS	MS	SS'	P(%)
A	1	168,35	168,35	-1496,65	-0,898%
B	1	799,48	799,48	-865,52	-0,519%
Error	1	697,17	697,17	-	0,418%
Total	3	1665	-	-	100%

Kekakuan pelat yang ditimbulkan untuk respon frekuensi alamiah tidak dipengaruhi secara signifikan oleh hasil kontribusi faktor apapun, sesuai tabel diatas yang menghitung persentase kontribusi nilai rata-rata setiap faktor. Hal ini menunjukkan bahwa karena terdapat faktor-faktor lain yang mengganggu, maka masing-masing komponen tidak berpengaruh signifikan terhadap respon.

Berdasarkan perhitungan pada tabel 4.11 nilai F_{Hitung} kedalaman profil memiliki nilai yang besar dibandingkan dengan lebar profil. Kemudian nilai F_{Cunt} dibandingkan dengan nilai F_{tabel} .

Jika $F_{Count} < F_{tabel}$ maka tidak ada dampak dari frekuensi natural.

Jika $F_{tabel} > F_{Cunt}$ menunjukkan pengaruh frekuensi natural.

1. Faktor A (Lebar Profil)

H_0 : Tidak ada pengaruh frekuensi alamiah

H_1 : Ada pengaruh frekuensi alamiah

Kesimpulan $F_{\text{Hitung}} = 0,24 < F_{\text{tabel}(0,05;1;3)} = 10,13$, maka H_0 diterima artinya tidak ada pengaruh lebar profil terhadap kekakuan pelat frekuensi alamiah.

2. Faktor B (Kedalaman Profil)

H_0 : Tidak ada pengaruh frekuensi alamiah

H_1 : Ada pengaruh frekuensi alamiah

Kesimpulan $F_{\text{Hitung}} = 1,14 < F_{\text{tabel}(0,05;1;3)} = 10,13$ maka H_0 diterima artinya tidak ada pengaruh kedalaman profil terhadap kekakuan pelat. Hipotesis nol (H_0) setiap variabel ditunjukkan pada tabel 4.12 sebagai berikut :

Tabel 4. 12 Hipotesis Nol

Sumber Faktor	Kondisi H_0
A	Diterima
B	Diterima

Untuk frekuensi alamiahnya, masing-masing komponen tidak memiliki dampak yang signifikan terhadap kekakuan plat yang dibentuk, seperti yang dapat dilihat dari tabel 4.12. Ini menunjukkan bahwa H_0 diterima dan H_1 ditolak.

4.5.3 Perhitungan S/N Rasio

Hubungan antara kualitas frekuensi natural dan kekakuan pelat dicirikan oleh gagasan bahwa frekuensi alamiah yang lebih kecil maka lebih baik. Berikut adalah rumus untuk menentukan pengaturan faktor kombinasi awal :

$$\text{Eksperimen 1: S/N} = -10 \text{ Log } \left[\frac{1}{3} [77,44^2 + 114,34^2 + 83,63^2] \right] = -39,38$$

$$\text{Eksperimen 2: S/N} = -10 \text{ Log } \left[\frac{1}{3} [87,31^2 + 83,66^2 + 110,14^2] \right] = -39,50$$

$$\text{Eksperimen 3: S/N} = -10 \text{ Log } \left[\frac{1}{3} [52,28^2 + 61,51^2 + 43,56^2] \right] = -34,47$$

$$\text{Eksperimen 4: S/N} = -10 \text{ Log } \left[\frac{1}{3} [93,36^2 + 132,33^2 + 95,61^2] \right] = -40,71$$

Kekakuan pelat bead roll untuk respon frekuensi alamiah akan ditentukan dari perhitungan S/N Ratio diatas. Kekakuan ini mempunyai sifat semakin kecil semakin baik, atau “Lebih Kecil Lebih Baik” seperti terlihat pada tabel 4.13 dibawah ini.

Tabel 4. 13 S/N Rasio Frekuensi Alamiah

Variabel Proses			Frekuensi (Hz)			
Eks	A	B	Pelat 1	Pelat 2	Pelat 3	S/N
1	10 mm	3 mm	77,44	114,34	83,63	-39,38
2	10 mm	5 mm	87,31	83,66	110,14	-39,50
3	12 mm	3 mm	52,28	61,51	43,56	-34,47
4	12 mm	5 mm	93,36	132,33	95,61	-40,71
Rata - Rata						-38,51

4.5.4 Pengaruh Level Terhadap Variasi Frekuensi Alamiah

Perhitungan berikut menunjukkan bagaimana nilai masing-masing elemen digabungkan untuk menghitung variasi nilai S/N rasio kekakuan pelat terhadap respon frekuensi alamiah.

A. Perhitungan S/N Rasio Faktor A (Lebar Profil)

Faktor A level 1 yaitu eksperimen 1 dan 2

$$A_1 = \frac{-39,38 + (-39,50)}{2} = -39,44$$

Faktor A level 2 yaitu eksperimen 3 dan 4

$$A_2 = \frac{-34,47 + (-40,71)}{2} = -37,59$$

B. Perhitungan S/N Rasio Faktor B (Kedalaman Profil)

Faktor B level 1 yaitu eksperimen 1 dan 3

$$B_1 = \frac{-39,38 + (-34,47)}{2} = -36,92$$

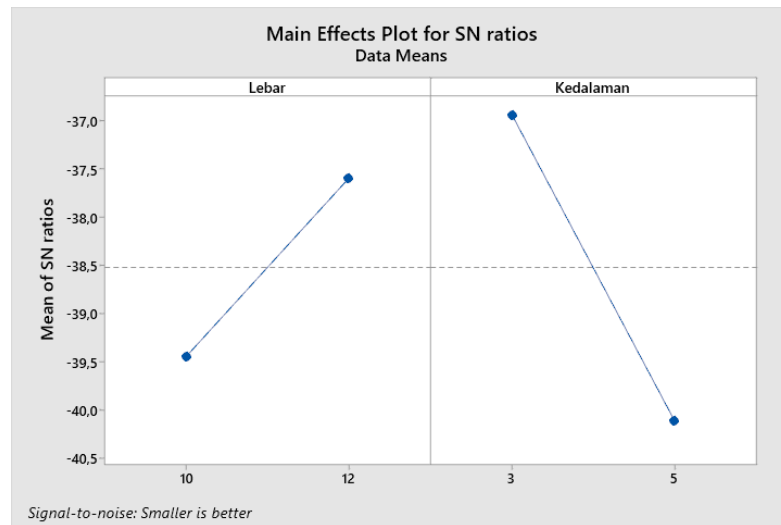
Faktor B level 2 yaitu eksperimen 2 dan 4

$$B_2 = \frac{-39,50 + (-40,71)}{2} = -40,10$$

Tabel 4.14 berikut menunjukkan hasil perhitungan rasio lebar profil dan kedalaman profil terhadap kekakuan plat berbentuk alur untuk frekuensi alamiah.

Tabel 4. 14 Rata - Rata Variabel Respon

Level	Lebar	Kedalaman
1	-39,45	-36,93
2	-37,60	-40,11
Delta	1,85	3,17
Rank	2	1



Gambar 4. 2 Grafik Rasio Hasil Respons

Nilai level kombinasi masing-masing faktor atau variabel dapat dihitung dengan menggunakan nilai S/N, yang merupakan perbandingan bentuk alur pelat galvanil terhadap respon frekuensi alami untuk meningkatkan kekakuan. Tabel 4.15 menunjukkan metode respons terbaik.

Tabel 4. 15 Variabel Proses Nilai Respon Optimal S/N Rasio

Variabel	Level	Nilai Level
Lebar Profil	1	12 mm
Kedalaman Profil	2	3 mm

4.5.5 Analysis of Variance (Anova) dan Persen Kontribusi Rasio S/N

Metode statistik anova digunakan untuk mengevaluasi atau mengukur kontribusi setiap faktor terhadap percobaan. Metode ini juga memungkinkan interpretasi data dan hasil yang dikumpulkan. Derajat kebebasan, jumlah kuadrat, mean kuadrat, dan rasio f adalah beberapa dari banyak perhitungan yang digunakan dalam analisis varians.

A. Perhitungan Jumlah Kuadrat (Sum Of Square) Lebar Profil

Perhitungan hasil jumlah kuadrat

$$SS_A = \frac{-78,88^2}{2} + \frac{-75,18^2}{2} - \frac{-154,06^2}{4}$$
$$= 3,41$$

Perhitungan hasil derajat kebebasan

$$V_a = 2 - 1$$
$$= 1$$

Perhitungan hasil rata – rata kuadrat

$$MS_A = \frac{3,41}{1}$$
$$= 3,41$$

Perhitungan hasil jumlah kuadrat

$$SS_T = (-39,38)^2 + (-39,50)^2 + (-34,47)^2 + (-40,71)^2$$
$$= 5956,51$$

Perhitungan hasil kuadrat

$$SS_M = 4 (-38,51^2)$$
$$= 5932,08$$

Perhitungan hasil kuadrat *error*

$$SS_{Faktor} = 3,41 + 10,11$$
$$= 13,52$$

Perhitungan hasil kuadrat *error*

$$SS_e = 5956,51 - 5932,08 - 13,52$$
$$= 10,91$$

Perhitungan hasil nilai f-rasio

$$F-rasio = \frac{3,41}{10,91} = 0.31$$

B. Perhitungan Jumlah Kuadrat (Sum Of Square) Kedalaman Profil

Perhitungan hasil jumlah kuadrat

$$SS_B = \frac{-73,85^2}{2} + \frac{-80,21^2}{2} - \frac{-154,06^2}{4}$$
$$= 10,11$$

Perhitungan hasil derajat kebebasan

$$V_b = 2 - 1$$
$$= 1$$

Perhitungan hasil rata – rata kuadrat

$$MS_b = \frac{10,11}{1}$$
$$= 10,11$$

Perhitungan hasil jumlah kuadrat

$$SS_T = (-39,38)^2 + (-39,50)^2 + (-34,47)^2 + (-40,71)^2$$
$$= 5956,51$$

Perhitungan hasil kuadrat

$$SS_M = 4 (-38,51^2)$$
$$= 5932,08$$

Perhitungan hasil kuadrat *error*

$$SS_{Faktor} = 10,11 + 3,41$$
$$= 13,52$$

Perhitungan hasil kuadrat *error*

$$SS_e = 5956,51 - 5932,08 - 13,52$$
$$= 10,91$$

Perhitungan hasil nilai f-rasio

$$F\text{-rasio} = \frac{10,11}{10,91} = 0,92$$

Perhitungan nilai jumlah kuadrat total

$$\begin{aligned} SS_{Total} &= 3,41 + 10,11 + 10,91 \\ &= 24,43 \end{aligned}$$

Hasil diatas terdapat hitungan *Analysis of Variance (Anova)* untuk kekakuan plat frekuensi alamiah ditunjukkan pada tabel 4.16 sebagai berikut :

Tabel 4. 16 Analysis of Variance (Anova)

Sumber	V	SS	Ms	F-Rasio
A	1	3,41	3,41	0.31
B	1	10,11	10,11	0,92
Error	1	10,91	10,91	
Total	3	24,43		

Perhitungan selanjutnya adalah menentukan kontribusi relatif masing-masing elemen terhadap kekakuan pelat alur menyilang dan respons frekuensi alami.

$$SS'A = SS'A - MSe(Va)$$

$$= 3,41 - 24,43$$

$$= - 21,02$$

$$SS'B = SS'B - MSe(Vb)$$

$$= 10,11 - 24,43$$

$$= - 14,32$$

$$SSe = SST - SS'A - SS'B$$

$$= 24,43 - (-21,02) - (-14,32)$$

$$= 59,77$$

Persen kontribusi setiap faktor dihitung menggunakan persamaan

$$\rho A = \frac{-21,02}{24,43} \times 100\% = -0,860\%$$

$$\rho B = \frac{-14,32}{24,43} \times 100\% = -0,586\%$$

$$\rho E = \frac{10,91}{24,43} \times 100\% = 0,447\%$$

Hasil diatas terdapat perhitungan persen kontribusi rata – rata ditunjukkan pada tabel 4.17 di bawah ini.

Tabel 4. 17 Persen Kontribusi S/N Rasio Respon

Sumber	V	S	Ms	SS'	P(%)
A	1	3,41	3,41	-21,02	0,860%
B	1	10,11	10,11	-14,32	0,580%
Error	1	10,91	10,91	-	0,447%
Total	3	24,43	-	-	-

Hasil perhitungan tabel persentase kontribusi di atas menunjukkan bahwa, mengingat respon frekuensi alami, kekakuan pelat berbentuk alur menyilang tidak dipengaruhi secara signifikan oleh satu faktor atau variabel proses. Menurut analisis varians untuk % kontribusi, faktor interferensi tambahan mencegah variabel atau faktor proses apa pun berdampak besar pada kekakuan pelat dalam bentuk alur menyilang untuk respons frekuensi alami.

Tabel 4.17 menunjukkan bahwa faktor kedalaman memiliki nilai komputasi yang lebih besar dibandingkan faktor lebar profil, sebagaimana ditentukan oleh perhitungan anova yang disebutkan di atas. Nilai F_{tabel} dan nilai F_{hitung} kemudian dibandingkan.

Jika $F_{\text{hitung}} < F_{\text{tabel}}$, artinya tidak ada pengaruh frekuensi alamiah

Jika $F_{\text{tabel}} > F_{\text{hitung}}$, artinya ada pengaruh frekuensi alamiah

1. Faktor A (Lebar Profil)

H_0 : Tidak ada pengaruh frekuensi alamiah

H_1 : Ada pengaruh frekuensi alamiah

Kesimpulan $F_{\text{hitung}} = 0,31 < F_{\text{tabel}(0,05;1;3)} = 10,13$, maka H_0 diterima artinya tidak ada pengaruh lebar profil terhadap kekakuan pelat frekuensi alamiah

2. Faktor B (Kedalaman Profil)

H_0 : Tidak ada pengaruh frekuensi alamiah

H_1 : Ada pengaruh frekuensi alamiah

Kesimpulan $F_{\text{hitung}} = 0,92 < F_{\text{tabel}(0,05;1;3)} = 10,13$, maka H_0 diterima artinya tidak ada pengaruh kedalaman profil terhadap kekakuan pelat. Hipotesis nol (H_0) setiap variabel ditunjukkan pada tabel 4.18 di bawah ini.

Tabel 4. 18 Hipotesis Nol Serentak

Faktor	Kondisi H_0
A	Diterima
B	Diterima

Tabel 4.18 menunjukkan bahwa kekakuan pelat yang dibuat alur menyilang untuk respon frekuensi alaminya tidak dipengaruhi secara signifikan oleh variabel atau komponen

4.5.6 Perbandingan Hasil Data Penelitian Terdahulu

Hasil penelitian sebelumnya dilakukan perbandingan dengan penelitian sekarang guna untuk mengetahui hasil yang lebih signifikan terhadap frekuensi alami. Penelitian sebelumnya dan penelitian sekarang menggunakan teknik perhitungan yang sama dan proses pembentukan yang berbeda, penelitian sebelumnya menggunakan metode *dimple dies*. Hasil data penelitian sebelumnya dapat dilihat pada tabel 4.19 di bawah ini :

Tabel 4. 19 Hasil Data Penelitian Sebelumnya

Faktor			Frekuensi (Hz)				
Ekp	Diameter	Jumlah	1	2	3	Jumlah	Mean
	Mata bor	Lubang					
	Lubang	<i>Dimple</i>					
1	20 mm	16 buah	365,19	365,72	423,60	1154,51	380,84
2	20 mm	20 buah	313,84	322,25	433,54	1069,63	356,54
3	25 mm	16 buah	365,09	411,41	420,54	1197,04	399,01
4	25 mm	20 buah	284,71	363,30	450,81	1098,82	366,27
Rata-Rata							376,67

Menurut hasil, metode *dimple dies* menghasilkan nilai frekuensi rata – rata 376,67 Hz, sedangkan metode *bead roll* menghasilkan nilai frekuensi rata – rata 86,26 Hz. Berdasarkan penelitian sebelumnya dan hasil penelitian sekarang dibandingkan, pelat dengan metode *bead roll* memiliki nilai frekuensi terbaik karena memiliki nilai frekuensi yang rendah dibandingkan dengan pelat melalui proses *dimple*. Tetapi bila dibandingkan dengan pelat *dimple*, faktor proses pelat *bead roll* tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekakuan pelat.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian dengan judul "**ANALISA KEKAKUAN PADA PELAT BAJA GALVANIL KETEBALAN 0,8 MM AKIBAT PEMBENTUKAN DINGIN DENGAN METODE BEAD ROLLED DENGAN VARIASI UKURAN DAN BENTUK TRAPESIUM**" menemukan bahwa:

1. Menurut hasil perhitungan analisis varians Taguchi, faktor profil lebar memiliki nilai $F_{Hitung} = 0.31 < F_{Table} = 10.13$, sedangkan faktor kedalaman memiliki nilai $F_{Hitung} = 0.92 < F_{Table} = 10.13$. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi hipotesis nol untuk setiap faktor proses diterima; ini menunjukkan bahwa tidak ada faktor atau variabel proses yang mempengaruhi kekakuan pelat yang dihasilkan dari respon frekuensi alaminya.
2. Untuk mencapai kekakuan pelat galvanis yang efisien pada frekuensi alami, diperlukan nilai yang signifikan untuk lebar dan kedalaman profil alur 0,8 mm. Ini karena, berdasarkan analisis faktor variasi proses ideal Taguchi, yang didasarkan pada rasio S/N "kecil lebih baik" untuk kekakuan pelat alur menyilang untuk respons frekuensi alaminya, profil alur 12 mm, kedalaman alur 3 mm, dan nilai frekuensi 52,45 Hz

5.2 Saran

Setelah pengujian ini selesai, adapun saran yang bisa diberikan untuk penelitian selanjutnya antara lain :

1. Memodifikasi alat yang digunakan untuk membuat alur agar mendapatkan hasil yang rapi
2. Penelitian selanjutnya diharapkan bisa menerapkan metode yang lain dan variasi yang berbeda, sebagai perbandingan dari peneliti sebelumnya
3. Memperbaiki meja uji jepit untuk mendapatkan nilai yang signifikan

DAFTAR PUSTAKA

- Darensyah, M., Sukanto, S., & Erwanto, E. (2023). Pengaruh Pengerolan Pelat Kondisi Dingin Terhadap Kekakuan Pelat Pada Bak Mobil Pick Up. *Jurnal Inovasi Teknologi Terapan*, 1(1), 107–113. <https://doi.org/10.33504/jitt.v1i1.47>
- Hedlund, A., & Group, V. (2015). *Panel embossing pattern optimization method*. November 2005. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2925.4483>
- 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.
- 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.
- Naibaho, W., Siahaan, S., & Naibaho, R. (2021). Analisa Perbandingan Putaran Mesin Untuk Kompresor Air Condition Pada Mobil Daihatsu Taruna Terhadap Karakteristik Getaran Berdasarkan Time Domain. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 2(1), 25–35. <https://doi.org/10.53695/jm.v2i1.229>
- Novandra, D. R., Tiyasmihadi, T., & Hamzah, F. (2017). Rancang Bangun Roll Bending Machine With Hydraulic Assist. *Rancang Bangun Roll Bending Machine With Hydraulic Assist*, 168–174.
- Nur Kholis, M. I., Erwanto, E., & Aswin, F. (2024). Analisa Kekakuan Pelat terhadap Pembentukan Dimple Dies dengan Variasi Diameter Lubang dan Jumlah Lubang Dimple. *Jurnal Inovasi Teknologi Terapan*, 2(1), 194–200. <https://doi.org/10.33504/jitt.v2i1.168>
- Nurazizi, E. (2023). Pengaruh Pengerolan Alur Pelat Heksagonal Terhadap. *Jurnal Inovasi Teknologi Terapan*, 01(2).
- Siagian, T. (2022). Mesin (Engine) Dan Tempat Duduk Operator (Seat) Dengan

- Variasi Tingkat Kebisingan Mesin Forklift Type Fd 30 Pa Sumitomo. *Jurnal Al Ulum LPPM Universitas Al Washliyah Medan*, 10(2), 54–60.
- Suarsana. (2017). Ilmu Material Teknik. *Universitas Udayana*, 47–56.
- 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
- Sukanto dan Sunardi, 2011, *Pengaruh Bentuk Alur Pelat pada Panel Terhadap Perubahan Karakteristik Getarannya*, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin X, Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya*), 1562-1565.
- Sunardi, et. all., 2010, *Pengaruh Dimensi Alur Trapesium Pelat Terhadap Frekuensi Alaminya*, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Metalurgi*, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, 296-305.
- Wibawa, L. A. N. (2022). Analisis Frekuensi Natural Rangka Main Landing Gear Pesawat UAV Menggunakan Ansys Workbench. *Jurnal Mesin Nusantara*, 5(1), 65–73. <https://doi.org/10.29407/jmn.v5i1.17580>
- 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
- 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.

Lampiran 1 :

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Anandri Indra Adipura
TTL : Cepu, Blora 28 Februari 2003
Alamat Rumah : Jln. Yos Sudarso Lingk. Maria Gorreti
No. HP : 081367097955
Email : indraadipuraanandri2802@gmail.com
Jenis Kelamin : Laki – Laki
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 1 Sungailiat : 2009 – 2015
SMP Negeri 1 Sungailiat : 2015 – 2018
SMAS Setia Budi Sungailiat : 2018 – 2021

Sungailiat, 24 Juli 2024

Penulis

Anandri Indra Adipura

Lampiran 2 :

Dokumentasi Sampel



Lampiran 3 :

Data Berdasarkan Software Minitab

Variabel Proses			Frekuensi (Hz)			
Eks	A	B	Pelat 1	Pelat 2	Pelat 3	S/N
1	10 mm	3 mm	77,44	114,34	83,63	-39,38
2	10 mm	5 mm	87,31	83,66	110,14	-39,50
3	12 mm	3 mm	52,28	61,51	43,56	-34,47
4	12 mm	5 mm	93,36	132,33	95,61	-40,71
Rata - Rata						-38,51

Faktor			Frekuensi (Hz)				
Ekp	Lebar Profil	Kedalaman				Jumlah	Mean
		Profil	1	2	3		
1	10 mm	3 mm	77,44	114,34	83,63	275,41	91,80
2	10 mm	5 mm	87,31	83,66	110,14	281,11	93,70
3	12 mm	3 mm	52,28	61,51	43,56	157,35	52,45
4	12 mm	5 mm	93,36	132,33	95,61	321,3	107,1
Rata-Rata							86,26

Sumber: Hasil dari pengujian

Response Table for Signal to Noise Ratios

Smaller is better

Level	Lebar	Kedalaman
1	-39,45	-36,93
2	-37,60	-40,11
Delta	1,85	3,17
Rank	2	1

Response Table for Means

Level	Lebar	Kedalaman
1	92,75	72,13
2	79,78	100,40
Delta	12,98	28,28
Rank	2	1

Lampiran 4 :

Hasil Validasi Anova

Analysis of Variance for SN ratios

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Lebar	1	3,419	3,419	3,419	0,36	0,654
Kedalaman	1	10,078	10,078	10,078	1,08	0,488
Residual Error	1	9,372	9,372	9,372		
Total	3	22,869				



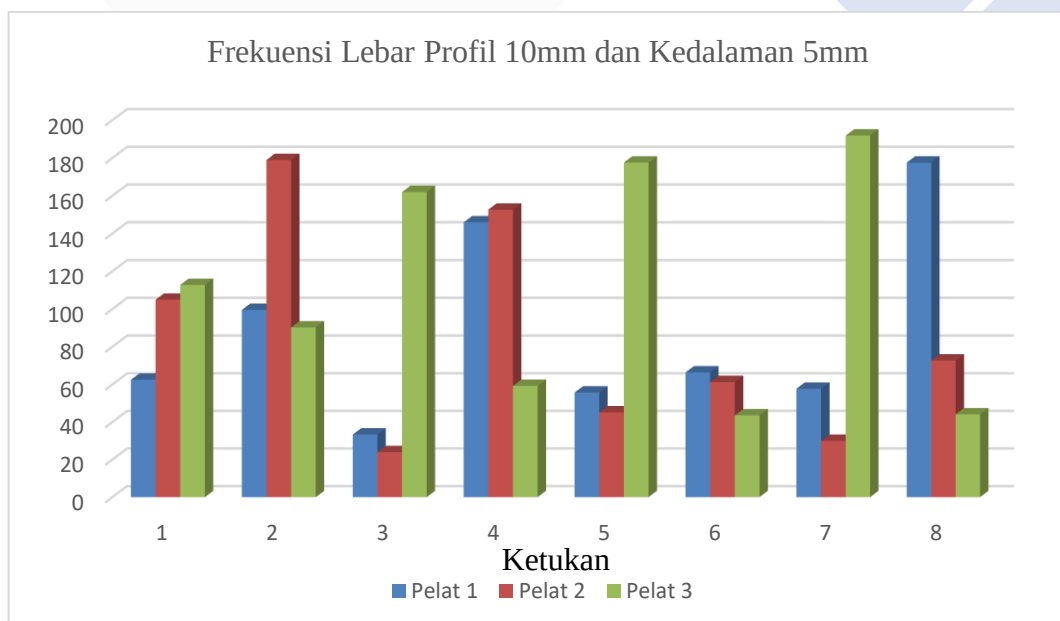
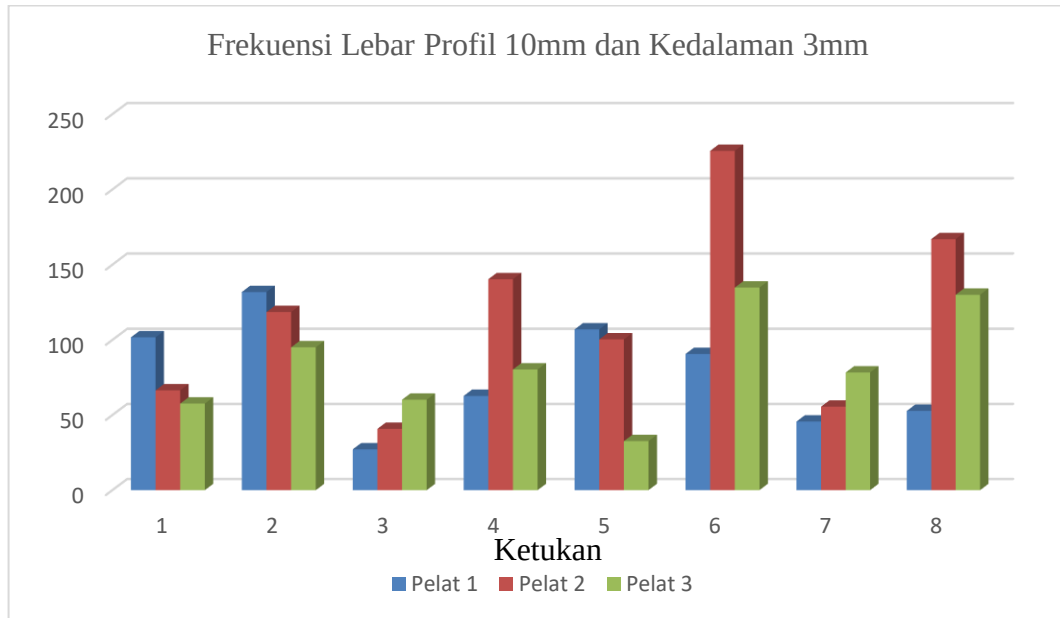
Lampiran 5 :

F-Tabel

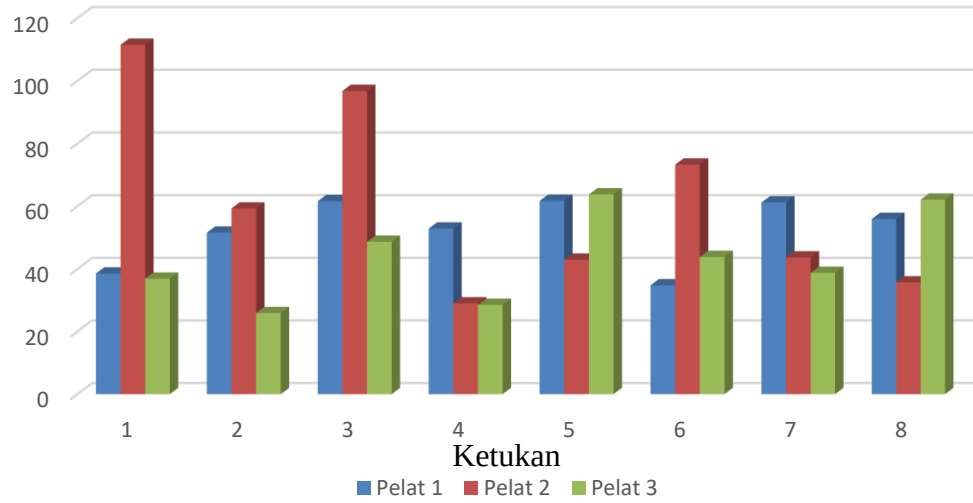
Titik Persentase Distribusi F untuk Probabilita = 0,05															
df untuk penyebut (N2)	df untuk pembilang (N1)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	161	199	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244	245	245	246
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.40	19.41	19.42	19.42	19.43
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74	8.73	8.71	8.70
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91	5.89	5.87	5.86
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.66	4.64	4.62
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.98	3.96	3.94
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.55	3.53	3.51
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.26	3.24	3.22
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.05	3.03	3.01
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.89	2.86	2.85
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79	2.76	2.74	2.72
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.66	2.64	2.62
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.58	2.55	2.53
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53	2.51	2.48	2.46
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48	2.45	2.42	2.40
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42	2.40	2.37	2.35
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38	2.35	2.33	2.31
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.31	2.29	2.27
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31	2.28	2.26	2.23
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28	2.25	2.22	2.20
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.22	2.20	2.18
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23	2.20	2.17	2.15
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.24	2.20	2.18	2.15	2.13
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.22	2.18	2.15	2.13	2.11
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.20	2.16	2.14	2.11	2.09
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.12	2.09	2.07
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.17	2.13	2.10	2.08	2.06
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12	2.09	2.06	2.04
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.14	2.10	2.08	2.05	2.03
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.13	2.09	2.06	2.04	2.01
31	4.16	3.30	2.91	2.68	2.52	2.41	2.32	2.25	2.20	2.15	2.11	2.08	2.05	2.03	2.00
32	4.15	3.29	2.90	2.67	2.51	2.40	2.31	2.24	2.19	2.14	2.10	2.07	2.04	2.01	1.99
33	4.14	3.28	2.89	2.66	2.50	2.39	2.30	2.23	2.18	2.13	2.09	2.06	2.03	2.00	1.98
34	4.13	3.28	2.88	2.65	2.49	2.38	2.29	2.23	2.17	2.12	2.08	2.05	2.02	1.99	1.97
35	4.12	3.27	2.87	2.64	2.49	2.37	2.29	2.22	2.16	2.11	2.07	2.04	2.01	1.99	1.96
36	4.11	3.26	2.87	2.63	2.48	2.36	2.28	2.21	2.15	2.11	2.07	2.03	2.00	1.98	1.95
37	4.11	3.25	2.86	2.63	2.47	2.36	2.27	2.20	2.14	2.10	2.06	2.02	2.00	1.97	1.95
38	4.10	3.24	2.85	2.62	2.46	2.35	2.26	2.19	2.14	2.09	2.05	2.02	1.99	1.96	1.94
39	4.09	3.24	2.85	2.61	2.46	2.34	2.26	2.19	2.13	2.08	2.04	2.01	1.98	1.95	1.93
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.04	2.00	1.97	1.95	1.92
41	4.08	3.23	2.83	2.60	2.44	2.33	2.24	2.17	2.12	2.07	2.03	2.00	1.97	1.94	1.92
42	4.07	3.22	2.83	2.59	2.44	2.32	2.24	2.17	2.11	2.06	2.03	1.99	1.96	1.94	1.91
43	4.07	3.21	2.82	2.59	2.43	2.32	2.23	2.16	2.11	2.06	2.02	1.99	1.96	1.93	1.91
44	4.06	3.21	2.82	2.58	2.43	2.31	2.23	2.16	2.10	2.05	2.01	1.98	1.95	1.92	1.90
45	4.06	3.20	2.81	2.58	2.42	2.31	2.22	2.15	2.10	2.05	2.01	1.97	1.94	1.92	1.89

Lampiran 6 :

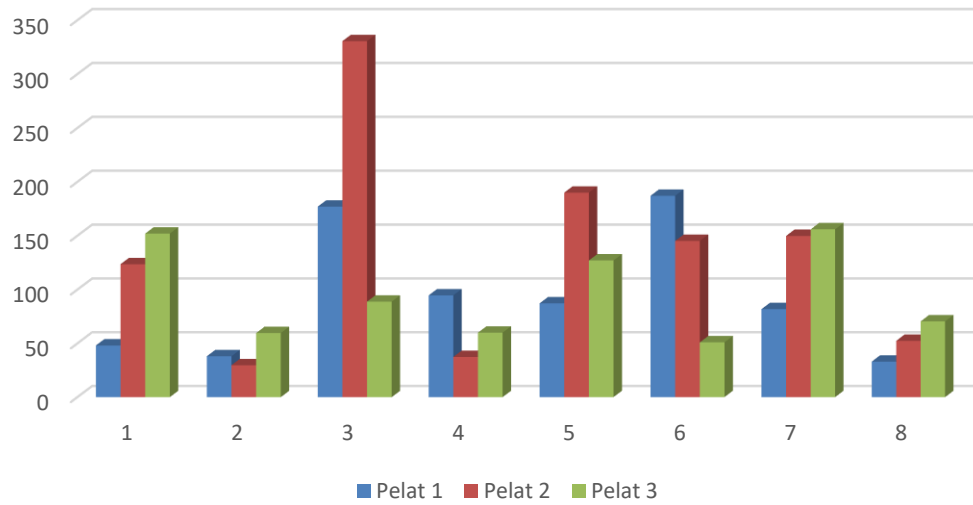
Grafik Pengujian



Frekuensi Lebar Profil 12mm dan Kedalaman 3mm

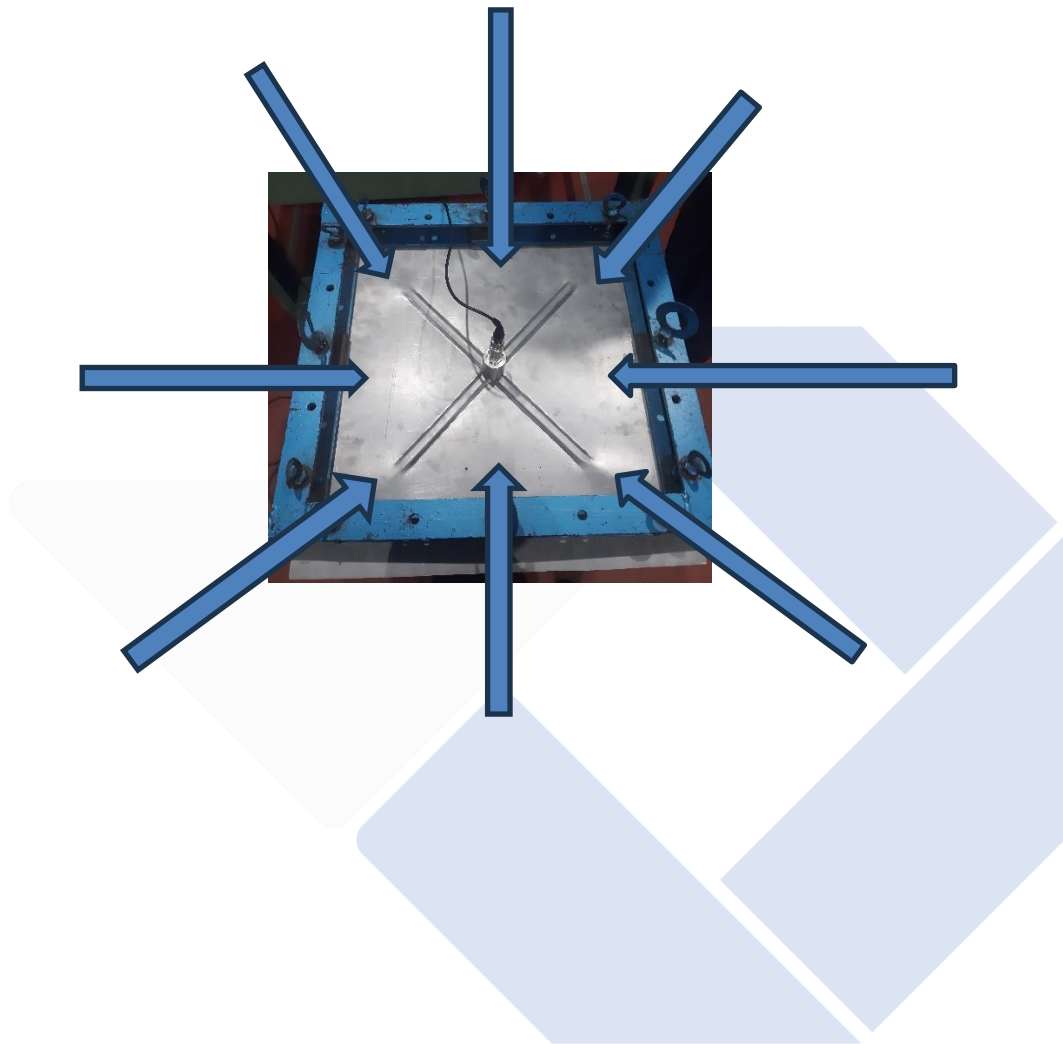


Frekuensi Lebar Profil 12mm dan Kedalaman 5mm



Lampiran 7 :

Posisi Ketukan Pada Pelat



Lampiran 8 :

Pemeriksaan Spesimen



ORIGINALITY REPORT

18%
SIMILARITY INDEX

18%
INTERNET SOURCES

1%
PUBLICATIONS

1%
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1 repository.polman-babel.ac.id
Internet Source

18%

Exclude quotes On
Exclude bibliography On

Exclude matches < 1%



FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

	FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK/...../.....		
JUDUL	Analisa Kekakuan Pada Pelat Baja Galvani ketebalan 0,8mm Akibat Pembentukan Daging Dengan Metode Bead Rolled Variasi ukuran dan Bentuk Trapezium		
Nama Mahasiswa	Anandri Indra Adipura NIRM: 1092107		
Nama Pembimbing	1. <u>Erwanto, S.S.T., M.T.</u> 2. <u>Yuli Darto, S.S.T., M.T.</u> 3. _____		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	23/01 24	Konsultasi mengenai Judul TA dengan Calon Dosen mengenai apa	<i>Erwanto</i>
2	24/01 24	Konsultasi terkait rancangan mesin yang akan dibuat	<i>Erwanto</i>
3	29/01 24	Konsultasi pembuatan makalah dan referensi	<i>Erwanto</i>
4	07/05 24	Diskusi terkait progres untuk monitoring 1 ke Dosen 1	<i>Erwanto</i>
5	07/05 24	Diskusi Progres untuk monitoring 1 ke Dosen 2	<i>Erwanto</i>
6	20/06 24	Diskusi pembuatan Specimen	<i>Erwanto</i>
7	21/06 24	Diskusi penyelesaian alat	<i>Erwanto</i>
8	24/06 24	Diskusi terkait + progres untuk penilaian monitoring 2 ke Dosen 1	<i>Erwanto</i>
9	24/06 24	Diskusi terkait + progres untuk penilaian monitoring 2 ke Dosen 2	<i>Erwanto</i>
10	04/07 24	Diskusi progres makalah Bab 1-3	<i>Erwanto</i>

Catatan:

- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali di Panitia/Komisi Proyek Akhir

FORM-PPR-3-4: Bimbingan Proyek Akhir

 FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2024/2025			
JUDUL	Analisa Kekakuan Pada Pelat Baja Galvani ketebalan 9,8mm Akibat Pembentukan Digen Dengan Metode Bread Roll dan Variasi ukuran dan bentuk ripples		
Nama Mahasiswa	Anandri Indra Adipura NIM: 1042107		
Nama Pembimbing	1. Erwanto, S.S.T., M.T. 2. Yuli Darto, S.S.T., M.T. 3.		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	10/07 24	Diskus. Revisi dari Bab 1-3	R. Erwanto
2	18/07 24	Diskus. terkait + pengambilan data	R. Erwanto
3	22/07 24	Diskus. progres makalah Bab 1-4	R. Erwanto
4	23/07 24	Diskus. Revisi makalah Bab 1-4	R. Erwanto
5	24/07 24	Diskus. pembuatan Poster	R. Erwanto
6	25/07 24	Diskus. Revisi poster dan perbaikan	R. Erwanto
7	26/07 24	Diskus. terkait persiapan makalah, poster, dan data	R. Erwanto
8	26/07 24	Diskus. persiapan berkas ke dosen 2	R. Erwanto
9			
10			

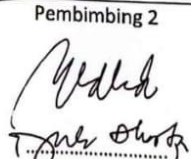
Catatan:

- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali di Komisi Proyek Akhir

FORM-PPR-3-6: Form Monitoring Proyek Akhir

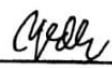
		FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2024 / 2025	
JUDUL		Analisa Kekakuan Pada Pelat Baja Galvanis Ketebalan 0.8 mm Akibat Pembentukan Dinding Dengan Metode Bead Rolled Dengan Variasi Ukuran Dan Bentuk Trapesium	
Nama Mahasiswa		1. Anandri Indra Adipura /NIM: 1042107 2. /NIM: 3. /NIM: 4. /NIM: 5. /NIM:	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
		20% Alat & bahan	R. Firda
1	9/05 2024	85% Selesai pembuatan	Cyha

KESIAPAN ALAT UNTUK SIDANG: ~~YA~~ / BELUM (coret yang tidak terpenuhi)

Mengetahui		
Pembimbing 1	Pembimbing 2	Pembimbing 3
 (.....)	 (.....)	(.....)

Silahkan diatur kolom baru jika jumlah pembimbing lebih dari yang tersedia.

FORM-PPR-3-6: Form Monitoring Proyek Akhir

		FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2024 / 2025	
JUDUL		Analisa kekuatan Pada Pelat Baja Galvanil ketebalan 0,8 mm Akibat pembentukan Dinding Dengan Metode Bead Rolled dengan Variasi Ukuran Dan Bentuk Trapesium	
Nama Mahasiswa		1. Anandri Indra Adipura /NIM: 1092107 2. /NIM: 3. /NIM: 4. /NIM: 5. /NIM:	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
	24/6 2024	80% alat uji specimen sdh	
	24/6/2024	Pengambilan Sampling	

KESIAPAN ALAT UNTUK SIDANG: ~~SIAP~~ / BELUM (coret yang tidak terpenuhi)

Mengetahui		
Pembimbing 1  (.....)	Pembimbing 2  (.....)	Pembimbing 3 (.....)

Silahkan diatur kolom baru jika jumlah pembimbing lebih dari yang tersedia.

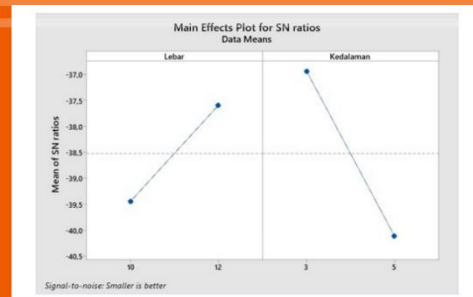
ANALISA KEKAKUAN KE PADA PELAT BAJA GALVANIL KETEBALAN 0,8 MM AKIBAT PEMBENTUKAN DINGIN DENGAN METODE BEAD ROLL DENGAN VARIASI UKURAN DAN BENTUK.



METODOLOGI PELAKSANAAN

LATAR BELAKANG:

PELAT BAJA GALVANIL SERING DIGUNAKAN KARENA KEKUATAN DAN KEKAKUANNYA YANG TINGGI. PELAT INI MEMILIKI DAYA TAHAN YANG LUAR BIASA DAN SERING DIGUNAKAN SEBAGAI KOMPONEN STRUKTURAL PADA BODI MOBIL. NAMUN, KEKAKUAN PELAT BAJA GALVANIL DAPAT TERPENGARUH BILA DIGUNAKAN DALAM KONDISI DINGIN. PENELITIAN INI PENTING KARENA FREKUENSI DAN INTENSITAS GETARAN YANG DIALAMI OLEH PELAT BAJA GALVANIL. OLEH KARENA ITU, DIPERLUKAN PENELITIAN LEBIH LANJUT UNTUK MEMAHAMI BAGAIMANA VARIASI UKURAN DAN BENTUK TRAPESIUM DAPAT MEMPENGARUHI KEKAKUAN PELAT BAJA GALVANIL DAN MENINGKATKAN KEKAKUANNYA DALAM KONDISI DINGIN.



KESIMPULAN

GRAFIK MENUNJUKKAN BAHWA KONDISI HIPOTESIS NOL PADA FAKTOR LEBAR PROFIL DAN KEDALAMAN PROFIL DITERIMA, HAL INI MENUNJUKKAN BAHWA TIDAK ADA FAKTOR ATAU VARIABEL PROSES YANG BERPENGARUH SECARA SIGNIFIKAN TERHADAP KEKAKUAN PELAT YANG DIHASILKAN TERHADAP RESPON FREKUENSI ALAMINYA.

HASIL :

TABEL HASIL PENGOLAHAN DATA BERDASARKAN DESIGN OF EKSPERIMENT TAGUCHI

Ekp	Faktor		Frekuensi (Hz)					Mean
	Lebar Profil	Kedalaman Profil	1	2	3	Jumlah		
1	10 mm	3 mm	77,44	114,34	83,63	275,41		91,80
2	10 mm	5 mm	87,31	83,66	110,14	281,11		93,70
3	12 mm	3 mm	52,28	61,51	43,56	157,35		52,45
4	12 mm	5 mm	93,36	132,33	95,61	321,3		107,1
Rata-Rata								86,26

Respon frekuensi alami pada spesimen tidak berpengaruh secara signifikan oleh faktor proses. Nilai faktor lebar profil 12mm kedalaman 3mm lebih besar dibandingkan nilai faktor lain.



PROYEK AKHIR TAHUN 2024/2025



POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG



Mahasiswa
Anandri Indra Adipura



Dosen Pembimbing 1
Erwanto, S.S.T., M.T.



Dosen Pembimbing 2
Yuli Darti, S.S.T., M.T.