

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

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 :

Illham Avriyansah

NIM:1042012

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

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 :

Illham Avriyansah

NIM

1042012

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



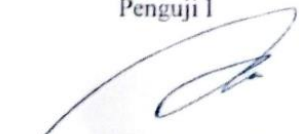
(Erwanto, S.S.T., M.T.)

Pembimbing 2



(Ariyanto, S.S.T., M.T.)

Penguji 1



(Nanda Pranandita, S.S.T., M.T.)

Penguji 2



(Yuli Dharta, S.S.T., M.T.)

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Illham Avriyansah NIM: 1042012
Dengan Judul : ANALISA KEKAKUAN PADA PELAT BAJA
GALVANIL KETEBALAN 0,8 MM AKIBAT
PEMBENTUKAN DINGIN DENGAN METODE
BEAD ROLL DENGAN VARIASI UKURAN DAN
BENTUK RADIUS.

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

Sungailiat, 26 Juli
2024



Illham Avriyansah

ABSTRAK

Proses pembentukan pelat secara dingin banyak digunakan dan dibutuhkan dalam industri manufaktur seperti industri otomotif. Salah satu proses untuk profil pelat pembentuk dingin adalah proses penggulangan pelat, yang juga dikenal sebagai "Bead Roll". Pemrosesan bead roll banyak digunakan karena murah dan dapat meningkatkan ketahanan terhadap getaran. Sebuah mesin yang disebut "bead roller" dikembangkan untuk menguji seberapa kuatnya terhadap getaran. Mesin "Bead roller" digunakan untuk membuat lekukan dan kontur pada lembaran pelat. Mesin ini memiliki sepasang rol silinder yang digunakan untuk membuat lekukan dan kontur pelat. Hasil profil yang dihasilkan mesin ini dikumpulkan dan dianalisis menggunakan metode Taguchi, yaitu teknik pengolahan data statistik yang bertujuan untuk menemukan profil akhir terbaik. Tujuan dari metode Taguchi adalah untuk mengisolasi proses benda kerja dari variabel-variabel yang dapat menimbulkan gangguan, seperti Perubahan bentuk, bahan, atau proses pembuatan. Metode Taguchi memastikan setiap bahan tidak mengganggu dan selalu menghasilkan produk yang stabil dan berkualitas tinggi. Pendekatan Taguchi disebut resilient design. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperluas pengetahuan tentang pelat yang digunakan sebagai inovasi bentuk baru dan menjadi referensi penelitian dan pengembangan di masa depan. Berdasarkan hasil analisis dan pengujian yang dilakukan pada penelitian yang berjudul "Analisa kekakuan pada pelat baja galvanil ketebalan 0,8 mm akibat pembentukan dingin dengan metode bead roll dengan variasi ukuran dan bentuk radius".

Kata kunci : Bead Roll, Frekuensi Natural, Getaran, Kekakuan Pelat, Metode Taguchi

ABSTRACT

The process of cold plate forming is widely used and needed in manufacturing industries such as the automotive industry. One of the processes for forming cold plate profiles is the plate rolling process, also known as "Bead Roll". Bead roll processing is widely used because it is cost-effective and can improve resistance to vibrations. A machine called a "bead roller" was developed to test the strength against vibrations. The "Bead roller" machine is used to create indentations and contours on sheet metal plates. This machine has a pair of cylinder rolls used to create the indentations and plate contours. The resulting profiles produced by this machine are collected and analyzed using the Taguchi method, a statistical data processing technique aimed at finding the best final profile. The goal of the Taguchi method is to isolate the workpiece process from variables that can cause disturbances, such as changes in shape, material, or manufacturing processes. The Taguchi method ensures that each material does not interfere and consistently produces stable and high-quality products. This Taguchi approach is called resilient design. The results of this research are expected to expand knowledge of plates used for new shape innovations and serve as a reference for future research and development. Based on the analysis and testing conducted in the study titled "Analysis of stiffness in 0.8 mm thick galvanized steel plates due to cold forming with bead roll method with variations in size and radius shape".

Keywords: Bead Roll, Natural Frequency, Vibration, Plate Stiffness, Taguchi Method

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, Penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul "Analisa Kekakuan Pada Pelat Baja Galvanil Ketebalan 0,8 mm Akibat Pembentukan Dingin Dengan Metode Bead Roll Dengan Variasi Ukuran dan Bentuk Radius". Penulis 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. Orang tua saya Ayah Alm. Rifandi dan Ibu Amelia yang selalu memberikan semangat, nasihat, serta doa agar dipermudah untuk menyelesaikan proyek akhir ini.
2. Kakak saya Dewi Anngryani dan Eryn Oktaviani yang selalu memberi semangat, nasihat, serta doa agar dipermudah untuk menyelesaikan proyek akhir ini.
3. Bapak Erwanto, S.S.T.,MT. selaku Dosen Pembimbing pertama yang banyak meluangkan waktunya memberikan motivasi, saran, masukan dan bimbingannya untuk melakukan pengerjaan Proyek Akhir ini.
4. Bapak Ariyanto, S.S.T.,MT. selaku Dosen Pembimbing kedua yang telah memberikan motivasi, masukan dan bimbingannya untuk melakukan pengerjaan Proyek Akhir ini.
5. Bapak I Made Andika Setiawan, M.Eng., Ph.D selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
6. Bapak Pristiansyah, S.S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
7. Bapak Boy Rollastin, S.Tr., M.T. selaku Ketua Program Studi Diploma 4 Teknik Mesin.

8. Segenap Dosen Teknik Mesin dan Manufaktur yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
9. 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 terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun agar bermanfaat untuk kedepannya bagi kita semua.

Sungailiat, 26 Juli 2024



Illham Avriyansah

DAFTAR ISI

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	i
ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	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 <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 Natural.....	9
2.6 Metode Taguchi	10
2.7 Penelitian Terdahulu	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	15
3.1 Diagram Alir.....	15
3.1.1 Studi Literatur	16
3.1.2 Perancangan Desain Penelitian.....	16

3.1.3 Persiapan Bahan Dan Alat.....	17
3.1.4 Design of Eksperiment (DoE).....	19
3.1.5 Penentuan Faktor Dan Level Penelitian	20
3.1.6 Pembuatan Spesimen	21
3.1.7 Pengujian Dan Pengumpulan Informasi Frekuensi Respon <i>Fuction</i> ..22	
3.1.8 Analisa Hasil Pengujian dan Kesimpulan.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Data Hasil	29
4.2 Analisis Varian Taguchi	29
4.2.1 Perhitungan Rata Rata Terhadap Respon.....	29
4.2.2 Anova (Analysis of Variance).....	31
4.2.3 Perhitungan S/N Rasio	37
4.2.4 Pengaruh Level Terhadap Variasi Frekuensi Alamiah.....	38
4.2.5 <i>Analysis of Variance (Anova)</i> dan Persen Kontribusi Rasio S/N.....	40
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	46
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Pelat Galvanil (Produk, 2023)	6
Tabel 2. 2 Hasil dari perbandingan studi sebelumnya	13
Tabel 3. 1 Nilai Parameter Dan Level Penelitian.....	20
Tabel 3. 2 Tabel Parameter Tetap.....	20
Tabel 3. 3 Total Derajat Kebebasan	20
Tabel 3. 4 Desain Taguchi Orthogonal Array L4.....	21
Tabel 3. 5 Desain Faktorial Penelitian	21
Tabel 3. 6 Setup Spesifikasi Vibroport 80	23
Tabel 3. 7 Data Hasil Pengujian Pengerolan Dengan Lebar Profil 12mm dan Kedalaman Profil 5mm	24
Tabel 3. 8 Data Hasil Pengujian Pengerolan Dengan Lebar Profil 10mm dan Kedalaman Profil 5mm	24
Tabel 3. 9 Data Hasil Pengujian Pengerolan Dengan Lebar Profil 10mm dan Kedalaman Profil 3mm	25
Tabel 3. 10 Data Hasil Pengujian Pengerolan Dengan Lebar Profil 12mm dan Kedalaman Profil 3mm	25
Tabel 3. 11 Rata – Rata Hasil Pengerolan Setiap Pelat.....	26
Tabel 4. 1 Hasil Dari Pengujian Frekuensi Alamiah.....	29
Tabel 4. 2 Rata – Rata Means Hasil Frekuensi Alamiah	30
Tabel 4. 3 Level Faktor Optimum.....	31
Tabel 4. 4 Anova (Analysis of Variance)	34
Tabel 4. 5 Persen Kontribusi Terhadap Frekuensi Alamiah	35
Tabel 4. 6 Hipotesis Nol	37
Tabel 4. 7 S/N Rasio Frekuensi Alamiah	38
Tabel 4. 8 Rata – Rata Variabel Respon	39

Tabel 4. 9 Variabel Proses Nilai Respon Optimal S/N Rasio.....	40
Tabel 4. 10 Analysis of Variance (Anova)	42
Tabel 4. 11 Persen Kontribusi S/N Rasio Respon.....	44
Tabel 4. 12 Hipotesis Nol Serentak	45



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Getaran Bebas.....	9
Gambar 2. 2 Getaran Paksa.....	9
Gambar 2. 3 Notasi Matrik Orthogonal.....	11
Gambar 3. 1 Diagram Alir	15
Gambar 3. 2 Pelat Galvanil.....	17
Gambar 3. 3 Mesin Bubut.....	17
Gambar 3. 4 Roda Pembentuk Bead Roll	18
Gambar 3. 5 Mesin Frais.....	18
Gambar 3. 6 Alat Uji Vibroport 80.....	19
Gambar 3. 7 Meja Uji Jepit.....	19
Gambar 3. 8 Proses Pengerolan.....	22
Gambar 3. 9 Hasil Pengerolan.....	22
Gambar 3. 10 Proses Pengambilan Data	23
Gambar 4. 1 Grafik Respon rata-rata Variabel Terhadap Hasil Frekuensi Alamiah (Sumber: Software Minitab).....	31
Gambar 4. 2 Grafik Rasio Hasil Respons.....	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2 : Dokumentasi Sample

Lampiran 3 : Grafik Hasil Pengujian

Lampiran 4 : Data Berdasarkan *Software* Minitab

Lampiran 5 : F – Tabel

Lampiran 6 : Pengecekan Plagiasi Di Turnitin

Lampiran 7 : Form Monitoring Proyek Akhir

Lampiran 8 : Form Bimbingan Proyek Akhir

Lampiran 9 : Poster

Lampiran 10 : Grafik Awal Hasil Ketukan

Lampiran 11 : Gambar Teknik Bentuk Profil

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pada dunia modern yang banyak teknologi maju saat ini, kita membutuhkan barang-barang yang sangat fungsional. Aplikasi ini memiliki potensi besar untuk membantu masyarakat menyelesaikan aktivitas dengan lebih cepat, mudah, praktis, dan berkualitas dibandingkan sebelumnya.

Lembaran baja merupakan komponen yang populer di bidang manufaktur karena mudah dibentuk. Salah satu contohnya adalah industri otomotif yang memasukkan pelat baja ke dalam desain mekanis kendaraan (Suarsana, 2017). Saat mesin mobil dihidupkan, getaran disebabkan karena tekanan mekanis di dalam mobil, dan pelat baja kendaraan rentan terhadap efek getaran ini.

Tekanan yang diberikan pada mobil menyebabkan getaran berlebihan di dalam mobil sehingga menimbulkan suara-suara yang tidak menyenangkan. Lembaran baja galvanil sering digunakan sebagai komponen struktural penting dalam konstruksi bangunan. Penggunaan lembaran baja galvanil setebal 0,8 mm telah meningkat dalam beberapa tahun terakhir karena keunggulannya seperti daya tahannya yang luar biasa dan fungsi ganda sebagai penyangga permanen dan penguat positif. Namun, kekakuan baja galvanil dapat terganggu bila digunakan pada suhu dingin. Kekakuan lembaran baja galvanil sangat penting dalam menahan berbagai beban seperti beban hidup, beban mati, dan beban gempa. Serangkaian penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa lembaran baja galvanil digunakan dalam keadaan dingin dapat mengurangi kekakuannya. Variasi suhu dapat mengubah struktur mikro baja dan

menyebabkan pembentukan dingin.

Sifat mekanik baja seperti kekuatan tarik dan kekuatan geser dapat dipengaruhi oleh modifikasi tersebut.

Mesin pengerol membuat pelat atau profil yang awalnya berbentuk oval lurus; kurva profil ini dapat diubah berdasarkan penggunaan dan kebutuhan (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). Karena proses penggulangan logam yang dilakukan secara plastis kurang efektif dan efisien serta menemui banyak kendala, maka diperlukan alat-alat inovatif yang dapat menyederhanakan proses penggulangan lembaran pelat dan pada akhirnya menghasilkan penggulangan lembaran pelat yang efektif.

Dengan menambahkan bahan peredam viskoelastik pada konstruksi kendaraan, kekakuan dinamis panel dapat ditingkatkan secara signifikan (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.

Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan bagaimana perubahan ukuran dan bentuk radius mempengaruhi kekakuan lembaran baja galvanil dan meningkatkan kekakuan lembaran baja galvanil dalam kondisi dingin.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan temuan dari pembahasan latar belakang penelitian di atas, dapat disimpulkan sebagai berikut :

Apa pengaruh hasil dari pengerollan *bead roller* dengan variasi ukuran dan bentuk radius pada pelat galvanil dengan ketebalan 0,8 mm terhadap frekuensi natural dengan metode analisis *taguchi*.

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mencari tahu apa yang berpengaruh dari hasil pembentukan *bead roller* dengan variasi ukuran dan bentuk radius dengan pembentukan pada pelat galvanil dengan ketebalan 0,8 mm terhadap frekuensi natural dengan metode analisis *taguchi*.

1.4 Manfaat penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan proses *bead roller* terhadap frekuensi natural, bisa mengetahui variasi ukuran dan bentuk radius
2. Hasil penelitian diharapkan dapat berfungsi sebagai referensi untuk meningkatkan pengetahuan tentang pelat yang akan digunakan sebagai inovasi dengan bentuk baru dan bisa menjadi referensi untuk penelitian kedepannya agar bisa dikembangkan.

1.5 Batasan masalah

Penulis menetapkan batasan masalah agar mendapatkan data dan informasi lebih mudah dan tujuan penelitian tidak menyimpang, adapun batasan masalah sebagai berikut :

1. Pelat baja galvanil adalah bahan yang digunakan pada penelitian ini.
2. Pelat *bead roll* yang akan diproses nantinya berbentuk tanda silang.
3. Parameter proses yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- ❖ Mata pengerol memiliki lebar 10 mm dan 12 mm.
- ❖ Pelat memiliki ketebalan 0,8 mm.
- ❖ Variasi dalam bentuk radius.

4. Pada pengujian ini akan dilakukan Uji Frekuensi Natural.



BAB II

DASAR TEORI

2.1 Pelat Galvanil

Cuaca di Indonesia pada umumnya bervariasi, dan di banyak tempat terjadi hujan sepanjang hari, terutama pada musim hujan. Hal ini dapat menyebabkan korosi pada bahan bangunan dan board mobil. Oleh karena itu, banyak perusahaan di bidang otomotif yang menggunakan lembaran baja galvanil untuk board kendaraan. Baja diubah menjadi baja galvanil dengan cara *annealing* (perlakuan panas) pelat setelah proses galvanisasi.

Pelat galvanil juga mempunyai ketahanan terhadap karat yang tinggi, sehingga dapat digunakan tanpa pengecatan. Baja karbon rendah, varian dari ST. 37 yang sudah terdapat lapisan yang unik, berfungsi sebagai bahan pondasi galvanis. Kandungan karbon baja tipe ST 37 berkisar antara 0,468% hingga 0,574%.

Proses pelapisan logam pada suhu yang lebih rendah daripada baja disebut hot dip galvanizing. Dengan dicelupkannya baja ke dalam seng cair pada suhu 450°C, prosedur galvanisasi celup panas menciptakan lapisan intermetalik paduan Fe-Zn dengan menciptakan hubungan metalurgi antara seng cair dan permukaan baja. Sejumlah kecil aluminium yang ditambahkan ke seng selama proses galvanisasi sangatlah penting. Fungsi aluminium adalah untuk memantulkan cahaya dari lapisan dasar dan biasanya dijaga pada komposisi antara 0,002% dan 0,005%. Permukaan bahan akan menjadi kusam jika kandungan aluminiumnya kurang dari 0,002%. Ketika sedikit aluminium digabungkan ke dalam wadah seng, dapat menghasilkan lapisan lebih tipis dan tampak lebih mengkilap dibandingkan wadah seng tanpa aluminium. (Yulianto & Aryawidura, 2016).

Tabel 2.1 di bawah ini menunjukkan spesifikasi pelat galvanil.

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.
Beberapa karakteristik seng lokfom sebagai berikut : - Mudah di las, <i>spot welding</i> , <i>seam welding</i> , <i>arc welding</i> dll. - Mudah di solder. - Mudah di cat. - Lapisan galvanil sangat kuat melekat pada logam dasar.

2.2 Pelat *Bead Roll*

Pelat *Bead Roll* merupakan lembaran pelat yang mengalami proses pembentukan dengan alat *Bead Roller* yang bertujuan menciptakan cekungan bentuk pada permukaan sebuah pelat. Mesin bead roller biasanya digunakan di manufaktur atau bisnis yang membuat bagian mobil atau kerajinan dari pelat logam atau sheet metal. Mesin *Bead Roller* ini dapat digunakan untuk membentuk profil atau lekukan pada lembaran logam dan juga dapat membuat lekukan pada ujung pelat berbentuk lingkaran, yang akan membentuk tulangan pada lembaran logam. Mesin ini terdiri dari dua mata tools dimana tools 1 membuat bentuk lekukan logam dan tools 2 menahan tekanan dari lembaran plat logam yang menjadi benda kerja. Mesin ini dapat digunakan untuk berbagai jenis ketebalan dan ukuran pelat logam. Pembuatan pelat *Bead Roll* dilakukan dengan menggunakan alat *bead roller* untuk menekan permukaan pelat sehingga memiliki bentuk profil yang tetap. Pelat *bead roll* seringkali digunakan dalam industri otomotif, karena bentuk profil yang dapat memberikan keuntungan struktural dan visual pada panel logam.

Pemilihan jenis profil yang sesuai dengan desain dan fungsi pelat *bead roll* memungkinkan penyesuaian pada ukuran dan bentuknya.

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 alumunium dapat membantu panel mobil memperoleh tingkat kekakuan yang ideal. Untuk mencapai kekakuan yang diperlukan, berbagai faktor dimensi digunakan dan dikombinasikan

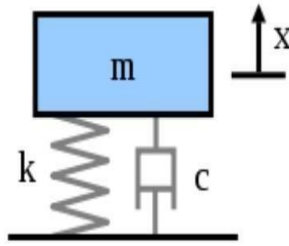
dengan modifikasi tertentu, termasuk luas penampang, panjang, lebar, ketebalan, kepadatan, dan orientasi alur (Sukanto et al., 2014).

2.4 Getaran

Gerak maju mundur di sekitar kesetimbangan 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. Oleh karena itu, setiap bagian yang berosilasi atau bergerak maju mundur disebut getaran (Naibaho et al., 2021). Meskipun kata "getaran" selalu digunakan untuk menggambarkan mekanis osilasi, kata ini memiliki arti disiplin ilmu arus bolak-balik, gelombang elektromagnetik, dan akustik. Isu-isu yang berbeda saling berinteraksi satu sama lain. Getaran ini dikategorikan menjadi dua bagian:

1. 4. 1 Getaran Bebas

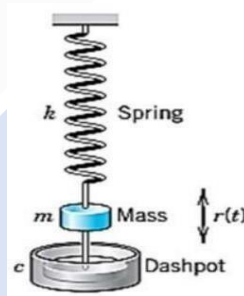
Apabila sesuatu bergetar akibat adanya gaya pada suatu sistem yang mengembang, hal ini disebut getaran bebas. Kualitas dinamis suatu sistem yang bergetar, yang dihasilkan oleh distribusi massa dan kekuatannya, memungkinkannya bergerak bebas pada satu atau lebih frekuensi privatnya (Siagian, 2022). Pada 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. Pada lendutan dan kontak pada Gambar 2.1, beban terluar seringkali berupa tumbukan beban, beban gangguan, dan kontak beban.



Gambar 2. 1 Sistem Getaran Bebas

2. 4. 2 Getaran Paksa

Getaran ini muncul akibat adanya gaya disebut getaran paksa. Sistem dipaksa bergetar pada frekuensi stimulus ketika stimulus berosilasi. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2, resonansi dan getaran yang sangat tinggi akan terjadi jika frekuensi stimulasi dan frekuensi bawaan sistem sama.



Gambar 2. 2 Getaran Paksa

2.5 Frekuensi Natural

Frekuensi getaran yang biasanya dimiliki suatu sistem yang dibiarkan bergetar tanpa adanya suatu redaman atau eksitasi disebut frekuensi alami. Pola operasi sistem getar yang seluruh komponen sistem beroperasi pada frekuensi sinusoidal yang sama disebut modus normal atau frekuensi natural. Suatu frekuensi yang di mana gaya luar menggerakkan sistem berosilasi dan amplitude pergerakannya paling besar dan paling dekat dengan sistem frekuensi alami disebut frekuensi resonansi.

Untuk mencegah resonansi, frekuensi natural harus diperhatikan. Karena frekuensi alami peralatan dan struktur atau komponen bertepatan, terjadilah resonansi. Suatu struktur mungkin gagal karena resonansi. Massa dan kekakuan struktur merupakan dua faktor yang berpengaruh pada frekuensi alami. Sederhananya, menurunkan frekuensi natural dapat dicapai dengan cara 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 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 bentuk, material, atau proses pembuatan. Metode Taguchi dapat memastikan 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*).

Beberapa keunggulan yang dimiliki Metode Taguchi seperti :

1. Karena eksperimental Taguchi memungkinkan dilakukannya penelitian dengan jumlah parameter lebih banyak, maka lebih efisien.
2. Karena desain eksperimental Taguchi, produk konsisten

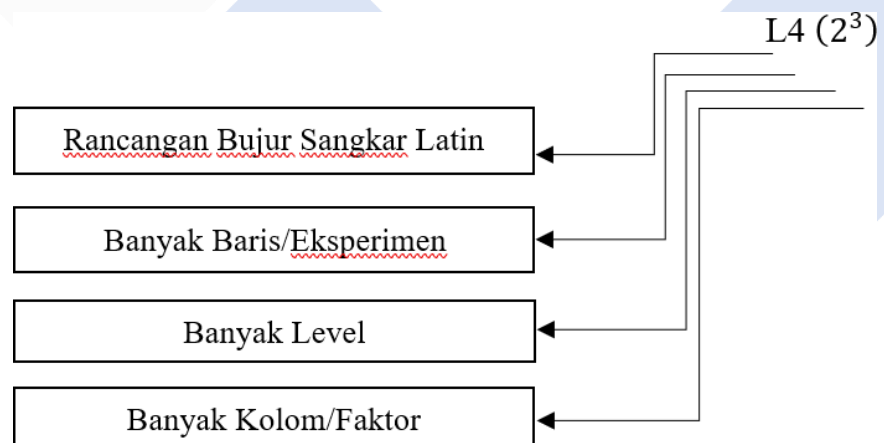
yang tahan terhadap kekuatan pengganggu lainnya dapat dihasilkan.

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. Notasi Matriks Ortogonal ditampilkan pada gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Notasi Matrik Orthogonal

Adapun keterangan notasi Matrik *Orthogonal* sebagai berikut :

1. Notasi L menunjukkan informasi tentang bujur sangkar latin.

2. Matrik *Orthogonal* akan menggunakan eksperimen banyak baris.
3. Banyak Level adalah suatu faktor yang akan digunakan saat penelitian
4. Anda dapat memilih jumlah Matrik *Orthogonal* berdasarkan jumlah derajat bebas total :
 - Jumlah komponen utama yang dihitung dan berhubungan satu sama lain.
 - Jumlah level dari hasil faktor yang dihitung.
 - Tujuan akhir 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. Kesimpulan dapat dibuat dengan menggunakan ANOVA terlepas dari apakah mean sampelnya sama atau berbeda. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh setiap parameter kontrol terhadap suatu proses, digunakan ANOVA. Dengan dibandingnya nilai total suatu variabilitas parameter kontrol dengan total variabilitas seluruh parameter kontrol, kita dapat memastikan sejauh mana pengaruhnya. (Suryandi, 2021)

Analisis varians merupakan metode yang menambahkan setiap komponen dan digunakan untuk mengevaluasi data penelitian dalam bentuk pendekatan komputasi kuantitatif. Jenis analisis varians ini biasanya melakukan pengukuran respons, analisis varians dua arah dan satu arah. Dengan menggunakan variance dan mean error, Anda dapat menggunakan ANOVA satu arah untuk menentukan keadaan eksperimen Anda. Selain itu, pada data eksperimen yang memiliki dua komponen dan dua level atau lebih, analisis dua arah dilakukan untuk menghitung derajat kebebasan, jumlah kuadrat, jumlah rata-rata kuadrat, dan rasio F (Soejanto, 2009).

2.7 Penelitian Terdahulu

Landasan teoritis, berupa temuan hasil sebelumnya yang sangat penting dan berfungsi untuk informasi pendukung.

Pada penelitian terdahulu, teknik pengujian getaran pelat menjadi fokus dan standar utama. 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 dari perbandingan studi 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	untuk mengetahui frekuensi natural panel atau pelat setelah berubah bentuk menjadi	Analisa data menggunakan metode taguchi.

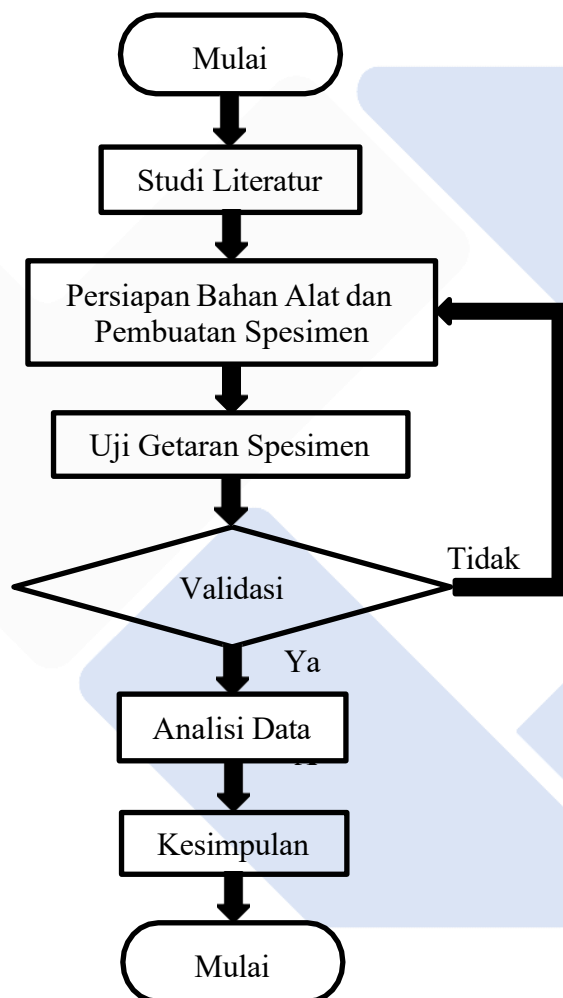
Diameter Lubang Dan Jumlah Lubang Dimple	Dimple dan pengaruh dari diameter lubang dan jumlah lubang Dimple pada frekuensi natural dan kekakuan pelat atau panel.
--	--

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3. 1 Diagram Alir

Pada rancangan proyek ini 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 Studi Literatur

Dalam proses melakukan tinjauan literatur, informasi dikumpulkan dari berbagai sumber, seperti buku, artikel jurnal akademik, surat kabar, dan sumber online. Tujuan dari proses ini adalah untuk mengetahui proses studi frekuensi alami pada alur. Untuk melakukan penelitian ini, peneliti mencari dan menganalisis berbagai hipotesis dan fakta dari para ahli mengenai frekuensi alami pengujian bead roll. Pada titik ini, peneliti dapat memperoleh gambaran menyeluruh dan rinci mengenai teknik-teknik yang sebelumnya digunakan dalam penelitian serupa. Oleh karena itu, tinjauan literatur memastikan bahwa rencana studi yang dilakukan memiliki landasan teori yang kuat dan membantu peneliti menentukan desain penelitian yang sesuai. Peneliti juga dapat menggunakan data yang dikumpulkan dari sumber literatur sebagai referensi dan bahan perbandingan untuk penelitian selanjutnya, sehingga memungkinkan mereka mengevaluasi arah dan signifikansi penelitiannya.

3.1.2 Perancangan Desain Penelitian

Untuk tujuan penelitian ini, dua variabel digunakan yaitu :

1. Variabel Proses

Tiga variabel yang digunakan dalam proses penelitian ini, yaitu lebar mata pengerolan 10 mm dan 12 mm, tebal pelat 0,8 mm, dan variasi bentuk radius.

2. Variabel Respons

Untuk menentukan terbentuknya frekuensi *bead roller*, variabel respons akan diuji dengan metode uji frekuensi natural.

3.1.3 Persiapan Bahan Dan Alat

1. Persiapan Bahan

Menyiapkan bahan pelat dengan ketebalan 0,8 mm adalah langkah tambahan pada penelitian ini. Dimensi pelat adalah 500 mm x 500 mm, seperti yang di tunjukkan pada gambar 3.2 di bawah ini.



Gambar 3. 2 Pelat Galvanil

2. Persiapan Alat

Beberapa alat berikut diperlukan untuk penelitian ini :

1. Pengerjaan Roda Alur Pembentuk

Pengerjaan roda pembentuk *bead roll* sendiri dilakukanlah proses permesinan yaitu pembubutan.



Gambar 3. 3 Mesin Bubut

2. Roda Pembentuk *Bead Roll*

Roda pembentuk *bead roll* sendiri dibuat melalui proses permesinan, roda pembentuk tersebut digunakan untuk membuat tanda silang pada pelat. Berikut ditampilkan pada gambar 3.4 dibawah ini



Gambar 3. 4 Roda Pembentuk Bead Roll

3. Mesin Frais

Mesin frais memutar alat porong untuk menyayat pelat menjadi bentuk tertentu dengan gerak utama memutar. Alat ini juga menggunakan sistem sistem Computer Numerical Control (CNC) , berikut gambar mesin frais ditunjukan pada Gambar 3.5 dibawah ini.



Gambar 3. 5 Mesin Frais

4. Alat Uji *Vibroport 80*

Hasil uji frekuensi alami pada sample yang telah melalui proses pembentukan bead roll di ukur dengan *Vibroport 80*. Berikut gambar *Vibroport 80*, seperti yang di tunjukkan pada gambar 3.6 di bawah ini.



Gambar 3. 6 Alat Uji Vibroport 80

5. Meja Uji Jepit

Digunakan untuk menjepit pelat tempat proses pengujian akan dilakukan, juga dikenal sebagai pengujian dalam kondisi jepit-jepit. Gambar meja jepit ditunjukkan pada gambar 3.7 di bawah ini.



Gambar 3. 7 Meja Uji Jepit

3.1.4 Design of Eksperiment (DoE)

Penggunaan metode 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 radius,

ketebalan pelat 0,8 mm, dan lebar bilah rolling 10 dan 12 mm.

3.1.5 Penentuan Faktor Dan Level Penelitian

Pada penelitian ini akan menggunakan dua parameter proses yaitu kedalaman tanda silang pada pelat dan variasi bentuk radius dengan lebar mata pengerolan 10 mm dan 12 mm. Menurut penelitian literatur, faktor dan tingkat eksperimen adalah parameter proses. Berdasarkan hasil perhitungan total derajat kebebasan, array L4 orthogonal dua faktor dan dua level Taguchi digunakan dalam penelitian ini. Tabel 3.1 menunjukkan nilai parameter yang akan digunakan dalam penelitian ini, sedangkan Tabel 3.2 menunjukkan parameter tetap yang mengontrol parameter proses, dan Tabel 3.3 menunjukkan perhitungan total derajat kebebasan. Tabel 3.4 dan 3.5 menunjukkan desain matriks orthogonal array L4 Taguchi dengan desain faktorial penelitian.

Tabel 3. 1 Nilai Parameter Dan Level Penelitian

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

Tabel 3. 2 Tabel 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)
Radius	2	1

Kedalaman	2	1
Total Derajat Kebebasan		2

Tabel 3. 4 Desain Taguchi Orthogonal Array L4

No. Ekp	Radius	Kedalaman
1	1	1
2	1	2
3	2	1
4	2	2

Tabel 3. 5 Desain Faktorial Penelitian

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

Dasar percobaan ditampilkan dalam tabel 3.5. Setiap parameter yang muncul akan dimasukkan ke dalam program *minitab*. Sample bead roller akan di uji dan nilai frekuensinya akan di rata-ratakan secara natural.

3.1.6 Pembuatan Spesimen

Pembuatan spesimen dilakukan di Bengkel Mekanik Polman Babel, yang merupakan bagian dari laboratorium las fabrikasi logam, juga di kenal sebagai lab lafalo. Proses pengerolan dilakukan dengan menggunakan alat bead roll dengan profil berdiameter 10 mm dan 12 mm pada pelat galvanil yang sudah di potong dengan ukuran 500 mm x 500 mm dan ketebalan pelat

0,8 mm seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.2. Proses ini bertujuan membuat tanda pada pelat, seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.8, di mana pelat pelat dibentuk menjadi tanda silang, menghasilkan efek yang berfungsi meningkatkan kekakuan pelat.



Gambar 3. 8 Proses Pengerolan



Gambar 3. 9 Hasil Pengerolan

3.1.7 Pengujian Dan Pengumpulan Informasi Frekuensi Respon Fuction

Pengujian frekuensi dilakukan dengan *Vibroport 80* untuk mengukur kekakuan dan frekuensi sample setelah proses *Bead Roll*. Proses pengambilan data ditunjukkan sebagai berikut :

1. Langkah pertama adalah memasukan pelat yang sudah dibentuk ke meja uji.
2. Langkah kedua adalah mengunci baut pada meja jepit sampai pelat tidak bergerak.
3. Siapkan *vibroport 80* dan atur menunya ke Transfer Fuction di tampilan awal *vibroport*. Tekan menu tersebut sampai anda masuk ke tampilan berikutnya.
4. Masuk ke menu Stiffeness setelah masuk ke tampilan ke dua *Vibroport 80*.
5. Konfigurasi menu untuk spesifikasi pengujian yang akan digunakan

seperti yang di tunjukkan pada Tabel 3.6 di bawah 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 dan lakukan tes.
7. Gambar 3.10 menunjukkan bagaimana proses pengambilan data pengujian.



Gambar 3. 10 Proses Pengambilan Data

Proses pengambilan data dilakukan dengan cara mengetuk delapan kali pada setiap pelat. hasilnya di tampilkan pada Tabel 3.7 untuk pelat dengan lebar profil 12 mm dan kedalaman 5 mm, Tabel 3.8 untuk pelat dengan lebar profil 10 mm dan kedalaman 5 mm, dan Tabel 3.9 untuk pelat dengan lebar 10 mm dan kedalaman 3 mm, dan Tabel 3.10 untuk pelat dengan lebar 12 mm dan kedalaman 3 mm. Data yang di peroleh dari pengujian setiap pelat dirata-ratakan, seperti yang di tunjukkan pada Tabel 3.11.

Tabel 3. 7 Data Hasil Pengujian Pengerolan Dengan Lebar Profil 12mm dan Kedalaman Profil 5mm

Ketukan	Pelat 1	Pelat 2	Pelat 3
1	28,77	101,61	32,60
2	47,10	12,69	157,99
3	88,71	57,40	70,48
4	19,49	44,98	114,97
5	60,73	87,41	48,97
6	117,61	25,35	185,17
7	35,34	33,94	105,57
8	102,42	33,99	99,24
Rata - Rata	62,52	49,67	101,87

Tabel 3. 8 Data Hasil Pengujian Pengerolan Dengan Lebar Profil 10mm dan Kedalaman Profil 5mm

Ketukan	Pelat 1	Pelat 2	Pelat 3
1	38,74	30,67	80,93
2	60,96	96,47	93,99

3	39,13	39,16	25,10
4	97,02	66,99	76,89
5	26,27	36,52	28,77
6	33,00	59,29	30,82
7	49,24	528,99	33,73
8	70,78	138,37	77,82
Rata - Rata	51,89	124,55	56,00

Tabel 3. 9 Data Hasil Pengujian Pengerolan Dengan Lebar Profil 10mm dan Kedalaman Profil 3mm

Ketukan	Pelat 1	Pelat 2	Pelat 3
1	19,10	21,32	48,50
2	36,51	36,87	88,10
3	71,60	77,20	55,83
4	21,54	52,26	73,62
5	83,77	48,61	54,10
6	39,41	49,19	126,46
7	120,85	245,58	56,57
8	79,77	220,88	38,35
Rata - Rata	59,81	93,98	67,69

Tabel 3. 10 Data Hasil Pengujian Pengerolan Dengan Lebar Profil 12mm dan Kedalaman Profil 3mm

Ketukan	Pelat 1	Pelat 2	Pelat 3
----------------	----------------	----------------	----------------

1	32,33	58,97	179,71
2	227,82	55,61	190,44
3	76,14	39,84	59,14
4	198,90	102,99	151,48
5	30,41	128,87	26,00
6	201,99	193,99	117,01
7	270,39	154,44	183,82
8	125,78	154,22	140,99
Rata - Rata	145,47	98,61	131,07

Tabel 3. 11 Rata – Rata Hasil Pengerolan Setiap Pelat

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

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

3.1.8 Analisa Hasil Pengujian dan Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa frekuensi pelat *bead roll* dengan perbedaan lebar profil dan kedalaman yang bervariasi. Metode ini memerlukan pemeriksaan nilai variasi yang ditemukan pada

proses pengujian yang dilakukan pada sampel yang telah menjalani persiapan. Analisis Taguchi diterapkan dalam penelitian ini. Analisis dilakukan seperti berikut:

1. Analisis Varians *Taguchi*

Analisis 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 :

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

n = Hasil dari jumlah percobaan yang di ulang

Y_i = Data yang diamati ke-i

3. Pilih variabel respon yang terbaik.

Pemilihan variabel independen mendapatkan jawaban yangterbaik berdasarkan dari hasil nilai kualitas frekuensi natural dapat dipermudah dengan membuat tabel variabel respon dan menggunakannya untuk menentukan kondisi ideal untuk variabel respon.

4. Persentase kontribusi

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

5. Analisis varians dan uji F untuk hipotesis

Uji hipotesis F digunakan untuk menentukan seberapa signifikan pengaruh variabel terhadap respon eksperimen. Analisis varians dilakukan untuk mengetahui besarnya pengaruh, dan tingkat signifikan α biasanya ditetapkan pada 5% atau 0,05. Hasil uji hipotesis F menunjukkan apakah hipotesis H_0 diterima atau ditolak.



BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil

Hasil dari pengujian pelat bead roll yang telah dilakukan pengambilan data menggunakan vibroport 80 secara otomatis dengan melakukan 3 kali replikasi. Kemudian, metode Taguchi diterapkan untuk meratakan hasil yang telah diperoleh. Di bawah ini, Tabel 4.1 menunjukkan hasil pengujian.

Tabel 4. 1 Hasil Dari Pengujian Frekuensi Alamiah

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

4.2 Analisis Varian Taguchi

4.2.1 Perhitungan Rata Rata Terhadap Respon

Perhitungan langsung hasil dari 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.

$$A_1 = \frac{71,35+125,05}{2} = 98,20$$

Faktor lebar profil level 2 yaitu perhitungan 3 dan 4.

$$A_2 = \frac{77,48+73,85}{2} = 75,66$$

B. Perhitungan untuk faktor B (Kedalaman Profil)

Faktor kedalaman profil level 1 yaitu perhitungan 1 dan 3

$$B_1 = \frac{71,35+77,48}{2} = 74,41$$

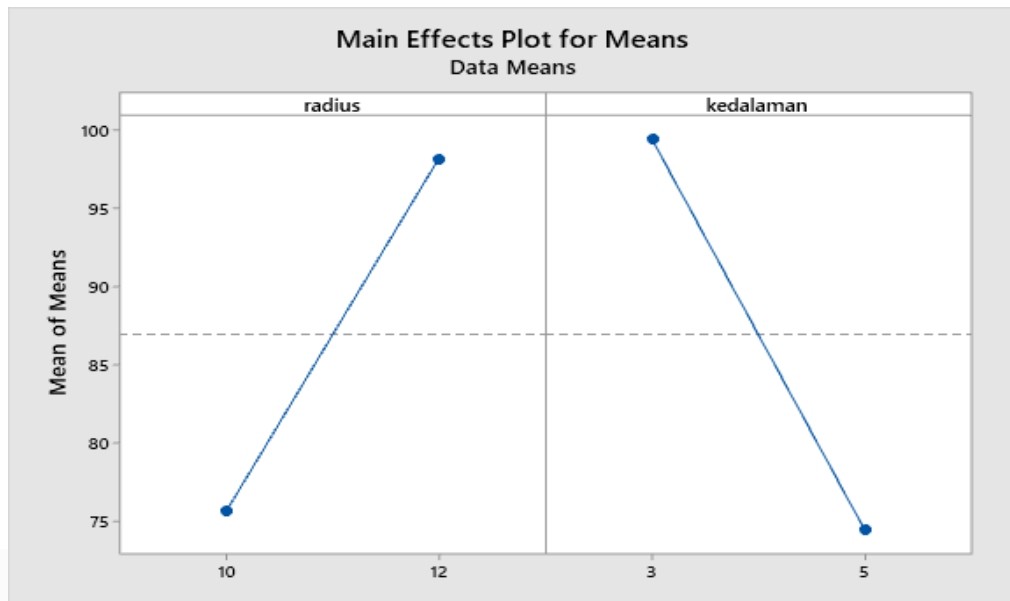
Faktor kedalaman profil level 2 yaitu perhitungan 2 dan 4

$$B_1 = \frac{125,05+73,85}{2} = 99,45$$

Rata-rata gabungan tingkat lebar profil dan kedalaman profil untuk pengaruh kekakuan pelat terhadap respon frekuensi alamiah berdasarkan temuan perhitungan seperti yang tercantum di Tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4. 2 Rata – Rata Means Hasil Frekuensi Alamiah
Response Table for Means

Level	Lebar	Kedalaman
1	98,20	74,41
2	75,66	99,45
Delta	22,53	25,03
Rank	2	1



Gambar 4. 1 Grafik Respon rata-rata Variabel Terhadap Hasil Frekuensi Alamiah (Sumber: Software Minitab)

Nilai rata-rata frekuensi alamiah pada setiap level dapat digunakan untuk menghitung kombinasi factor-faktor tersebut. Tabel 4.3 di bawah ini menggambarkan hasil respon ideal sebagai gabungan variabel proses menuju respon optimal.

Tabel 4. 3 Level Faktor Optimum

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

4.2.2 Anova (Analysis of Variance)

Untuk mengevaluasi faktor terhadap percobaan dan memungkinkan hasil data terbaik dan temuan yang dikumpulkan, metode statistik anova

digunakan. Banyak perhitungan, termasuk derajat kebebasan, jumlah kuadrat, mean kuadrat, dan rasio f, dilakukan selama analisis varians sebenarnya.

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

Perhitungan hasil jumlah kuadrat

$$SS_A = \frac{196,4^2}{2} + \frac{151,33^2}{2} - \frac{347,73^2}{4}$$
$$= 507,83$$

Perhitungan hasil derajat kebebasan

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

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

$$MS_A = \frac{507,83}{1}$$
$$= 507,83$$

Perhitungan hasil jumlah kuadrat total

$$SS_T = (71,35)^2 + (125,05)^2 + (77,48)^2 + (73,85)^2$$
$$= 32185$$

Perhitungan hasil kuadrat rata – rata (*mean*)

$$SS_M = 4 (86,93^2)$$
$$= 30227$$

Perhitungan hasil kuadrat *error*

$$SS_{Faktor} = 507,83 + 626,75$$
$$= 1134,58$$

Perhitungan hasil kuadrat *error*

$$SS_e = 32185 - 30227 - 1134,58$$

$$= 823,42$$

Perhitungan hasil nilai f-rasio

$$F\text{-rasio} = \frac{507,83}{823,42} = 0,61$$

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

Perhitungan hasil jumlah kuadrat

$$SS_B = \frac{148,83^2}{2} + \frac{198,9^2}{2} - \frac{347,73^2}{4}$$

$$= 626,75$$

Perhitungan hasil derajat kebebasan

$$V_a = 2 - 1$$

$$= 1$$

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

$$MS_A = \frac{626,75}{1}$$

$$= 626,75$$

Perhitungan hasil jumlah kuadrat total

$$SS_T = (71,35)^2 + (125,05)^2 + (77,48)^2 + (73,85)^2$$

$$= 32185$$

Perhitungan hasil kuadrat rata – rata (*mean*)

$$SS_M = 4 (86,93^2)$$

$$= 30227$$

Perhitungan hasil kuadrat *error*

$$SS_{Faktor} = 626,75 + 507,83$$

$$= 1134,58$$

Perhitungan hasil kuadrat *error*

$$SS_e = 32185 - 30227 - 1134,58 \\ = 823,42$$

Perhitungan hasil nilai f-rasio

$$F\text{-rasio} = \frac{626,75}{1134,58} = 0,55$$

Perhitungan nilai jumlah kuadrat total

$$SS_{Total} = 507,83 + 626,75 + 1134,58 \\ = 2269$$

Tabel 4.4 di bawah ini menampilkan temuan perhitungan Analysis of Variance (Anova) frekuensi alami lempeng yang telah berkembang di atas.

Tabel 4. 4 Anova (Analysis of Variance)

Sumber	V	SS	Ms	F-Rasio
A	1	507,83	507,83	0,61
B	1	626,75	626,75	0,55
Error	1	823,42	823,42	-
Total	3	2269	-	-

Untuk mengetahui besarnya faktor respon frekuensi alamiah, dihitung terlebih dahulu SS' sebagai berikut:

$$SS'A = SS'A - MSe(VA) \\ = 507,83 - 2269 \\ = - 1761,17$$

$$SS'B = SS'B - MSe (VB) \\ = 626,75 - 2269 \\ = - 1642,25$$

$$\begin{aligned}
 SSe &= SST - SS'A - SS'B \\
 &= 2269 - (-1761,17) - (-1642,25) \\
 &= 5672,42
 \end{aligned}$$

Persamaan ini digunakan untuk menghitung persentase kontribusi setiap faktor.

$$\rho A = \frac{-1761,17}{2269} \times 100\% = -0,776\%$$

$$\rho B = \frac{-1642,25}{2269} \times 100\% = -0,723\%$$

$$\rho E = \frac{823,42}{2269} \times 100\% = 0,362\%$$

Tabel 4.5 berikut menunjukkan perhitungan persen kontribusi rata, yang diperoleh dari hasil di atas.

Tabel 4. 5 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 di atas yang menghitung persentase kontribusi nilai rata-rata setiap faktor. Hal ini

menunjukkan bahwa masing-masing elemen tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap respons karena ada faktor lain yang mengganggu.

Berdasarkan perhitungan pada tabel 4.4 nilai F_{Hitung} kedalaman profil memiliki nilai yang besar dibandingkan dengan lebar profil. Maka nilai F_{Hitung} dibandingkan dengan nilai F_{tabel} :

Jika $F_{Hitung} < F_{tabel}$, artinya frekuensi alamiah tidak mempengaruhi

Jika $F_{tabel} > F_{Hitung}$, artinya frekuensi alamiah mempengaruhi

1. Faktor A (Lebar Profil)

H_0 : Frekuensi alamiah tidak mempengaruhi

H_1 : Frekuensi alamiah mempengaruhi

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

2. Faktor B (Kedalaman Profil)

H_0 : Tidak ada pengaruh frekuensi alamiah

H_1 : Ada pengaruh frekuensi alamiah

Hasilnya menunjukkan $F_{Hitung} = 1,14 < F_{tabel(0,05;1;3)} = 10,13$, sehingga H_0 diterima, yang menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh kedalaman profil terhadap kekakuan pelat. Hipotesis nol (H_0) untuk masing-masing variable ditunjukkan dalam Tabel 4.6 sebagai berikut :

Tabel 4. 6 Hipotesis Nol

Sumber Faktor	Kondisi H_0
A	Diterima
B	Diterima

Ditunjukkan pada Tabel 4.6 bahwa H_0 diterima dan H_1 ditolak, yang menunjukkan bahwa setiap komponen tidak dapat mencapai tingkat kekakuan optimal pada pelat yang dibentuk untuk frekuensinya alamiahnya.

4.2.3 Perhitungan S/N Rasio

Hubungan antara kualitas frekuensi natural dan kekakuan pelat dicirikan oleh gagasan bahwa frekuensi alamiah yang lebih kecil maka lebih baik. Untuk mengatur pengaturan faktor kombinasi awal, berikut adalah rumusnya :

$$\text{Eksperimen 1: } S/N = -10 \log \left[\frac{1}{3} [62,52^2 + 49,67^2 + 101,87^2] \right] = -37,45$$

$$\text{Eksperimen 2: } S/N = -10 \log \left[\frac{1}{3} [145,47^2 + 98,61^2 + 131,07^2] \right] = -42,04$$

$$\text{Eksperimen 3: } S/N = -10 \log \left[\frac{1}{3} [51,89^2 + 124,55^2 + 56,00^2] \right] = -38,52$$

$$\text{Eksperimen 4: } S/N = -10 \log \left[\frac{1}{3} [59,89^2 + 93,98^2 + 67,69^2] \right] = -37,53$$

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 ditunjukkan pada Tabel 4.7 dibawah ini.

Tabel 4. 7 S/N Rasio Frekuensi Alamiah

Variabel Proses			Frekuensi (Hz)			S/N
Eks	A	B	Pelat	Pelat	Pelat	
			1	2	3	
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

4.2.4 Pengaruh Level Terhadap Variasi Frekuensi Alamiah

Hasil perhitungan berikut menunjukkan variasi nilai S/N Rasio kekakuan pelat terhadap respon frekuensi alamiah ditentukan dengan menggabungkan nilai masing-masing elemen.

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

Faktor A level 1 yaitu eksperimen 1 dan 2

$$A_1 = \frac{-37,45 + (-42,04)}{2} = -39,74$$

Faktor A level 2 yaitu eksperimen 3 dan 4

$$A_2 = \frac{-38,52 + (-37,53)}{2} = -38,02$$

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

Faktor B level 1 yaitu eksperimen 1 dan 3

$$B_1 = \frac{-37,45 + (-38,52)}{2} = -37,98$$

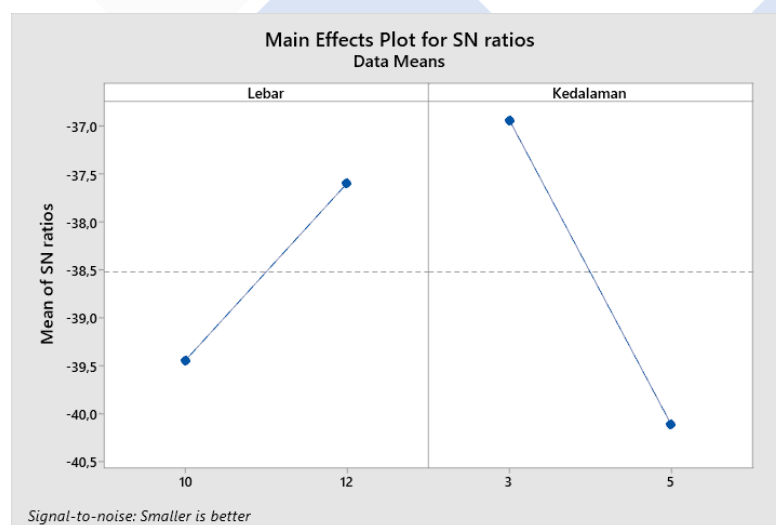
Faktor B level 2 yaitu eksperimen 2 dan 4

$$B_2 = \frac{-42,04 + (-37,53)}{2} = -39,78$$

Hasil Perhitungan di atas nilai S/N Rasio berpengaruh pada lebar profil dan kedalaman profil terhadap kekakuan pelat yang dibentuk alur untuk frekuensi alamiah ditunjukkan pada tabel 4.8 sebagai berikut :

Tabel 4. 8 Rata – Rata Variabel Respon

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



Gambar 4. 2 Grafik Rasio Hasil Respons

Level kombinasi masing-masing variabel atau faktor dapat diketahui dengan hasil nilai S/N, yaitu perbandingan alur profil pelat galvanil terhadap respon frekuensi alamiah untuk meningkatnya nilai kekakuan pada pelat. Tabel 4.9 di bawah ini menunjukkan prosedur yang menghasilkan jawaban terbaik.

Tabel 4. 9 Variabel Proses Nilai Respon Optimal S/N Rasio

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

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

Untuk mengevaluasi setiap faktor terhadap percobaan interpretasi data dan temuan yang dikumpulkan, metode statistik anova digunakan. Banyak perhitungan, termasuk derajat kebebasan, jumlah kuadrat, mean kuadrat, dan rasio f, dilakukan selama analisis varians sebenarnya.

A. Perhitungan Nilai Kuadrat (*Sum of Square*) Lebar Profil

Hasil nilai kuadrat

$$SS_A = \frac{-79,49^2}{2} + \frac{-76,05^2}{2} - \frac{-155,54^2}{4}$$

$$= -35,07$$

Perhitungan hasil derajat kebebasan

$$V_a = 2 - 1$$

$$= 1$$

Perhitungan hasil rata – rata kuadrat

$$MS_A = \frac{35,07}{1}$$

$$= 35,07$$

Perhitungan hasil jumlah kuadrat

$$SS_T = (-39,74)^2 + (-38,02)^2 + (-37,98)^2 + (-39,78)^2 \\ = 6009,92$$

Perhitungan hasil kuadrat

$$SS_M = 4 (-38,88^2) \\ = 6046,6$$

Perhitungan hasil kuadrat *error*

$$SS_{Faktor} = -35,07 + 3,24 \\ = -31,83$$

Perhitungan hasil kuadrat *error*

$$SS_e = 6009,92 - 6046,6 - (-31,83) \\ = -4,85$$

Perhitungan hasil nilai f-rasio

$$F\text{-rasio} = \frac{3,24}{-4,85} = -0,66$$

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

Hitungan hasil penjumlahan kuadrat

$$SS_B = \frac{-75,97^2}{2} + \frac{-79,57^2}{2} - \frac{-155,54^2}{4} \\ = 3,24$$

Perhitungan hasil derajat kebebasan

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

Perhitungan hasil rata – rata kuadrat

$$MS_b = \frac{3,24}{1}$$

$$= 3,24$$

Perhitungan hasil jumlah kuadrat

$$SS_T = (-39,74)^2 + (-38,02)^2 + (-37,98)^2 + (-39,78)^2 \\ = 6009,92$$

Perhitungan hasil kuadrat

$$SS_M = 4(-38,88^2) \\ = 6046,6$$

Perhitungan hasil kuadrat *error*

$$SS_{Faktor} = 3,24 + (-35,07) \\ = -31,83$$

Perhitungan hasil kuadrat *error*

$$SS_e = 6009,92 - 6046,6 - (-31,83) \\ = -4,85$$

Perhitungan hasil nilai f-rasio

$$F-rasio = \frac{3,24}{-4,85} = -0,6$$

Perhitungan nilai jumlah kuadrat total

$$SS_{Total} = -35,07 + 3,24 + (-4,85) \\ = -36,68$$

Hasil di atas terdapat hitungan *Analysis of Variance (Anova)* untuk kekakuan plat frekuensi alamiah yang ditunjukkan pada tabel 4.10 sebagai berikut :

Tabel 4. 10 Analysis of Variance (Anova)

Sumber	V	SS	Ms	F-Rasio
A	1	-35,07	-35,07	-0,66

B	1	3,24	3,24	-0,66
Error	1	-4,85	-4,85	
Total	3	-36,68		

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

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

$$= -35,07 - (-36,68)$$

$$= 1,61$$

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

$$= 3,24 - (-36,68)$$

$$= -39,92$$

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

$$= -36,68 - 1,61 - 39,92$$

$$= -78,21$$

Persamaan ini digunakan untuk menghitung presentase kontribusi setiap faktor.

$$\rho A = \frac{-35,07}{-36,68} \times 100\% = -0,956\%$$

$$\rho B = \frac{3,24}{-36,68} \times 100\% = 0,088\%$$

$$\rho E = \frac{-4,85}{-36,68} \times 100\% = 0,132\%$$

Hasil diatas merupakan hitungan persen kontribusi rata – rata yang ditunjukkan pada tabel 4.11 sebagai berikut.

Tabel 4. 11 Persen Kontribusi S/N Rasio Respon

Sumber	V	S	Ms	SS'	P(%)
A	1	-35,07	-35,07	-35,07	0,956%
B	1	3,24	3,24	3,24	0,088%
Error	1	-4,85	-4,85	-	0,132%
Total	3	-36,68	-	-	-

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 4.11 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 $F_{\text{hitung}} < F_{\text{tabel}}$, Frekuensi alamiah tidak mempengaruhi

Jika $F_{\text{tabel}} > F_{\text{hitung}}$, Frekuensi alamiah memengaruhi

1. Faktor A (Lebar Profil)

H_0 : Frekuensi alamiah tidak mempengaruhi

H_1 : Ada Frekuensi alamiah mempengaruhi

Kesimpulannya adalah bahwa $F_{\text{Hitung}} = 0,31 < F_{\text{tabel}(0,05;1;3)} = 10,13$, dan H_0 diterima, yang menunjukkan bahwa lebar profil tidak mempengaruhi kekakuan pelat frekuensi alamiah.

2. Faktor B (Kedalaman Profil)

H_0 : Frekuensi alamiah tidak mempengaruhi

H_1 : Frekuensi alamiah mempengaruhi

Dapat disimpulkan hasilnya adalah $F_{\text{Hitung}} = 0,92 < F_{\text{tabel}(0,05;1;3)} = 10,13$, yang menunjukkan bahwa H_0 diterima, yang menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh kedalaman profil terhadap kekakuan pelat. Hipotesis nol (H_0) untuk masing-masing variable dapat dilihat pada tabel 4.12 sebagai berikut.

Tabel 4. 12 Hipotesis Nol Serentak

Faktor	Kondisi H_0
A	Diterima
B	Diterima

Tabel 4.12 menunjukkan bahwa respon diterima untuk kondisi H_0 dan ditolak untuk kondisi H_1 , hal ini menunjukkan bahwa untuk frekuensi alaminya, tidak ada faktor atau variable yang secara signifikan mempengaruhi kekakuan pelat yang dibuat alur silang.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil analisa dan pengujian yang di lakukan pada penelitian saya yang berjudul “ Analisa Kekakuan Baja Galvanil Ketebalan 0,8 mm Akibat Pembentukan Dingin Dengan Metode *Bead Rolled* Variasi Ukuran dan Bentuk Radius “ Saya dapat menyimpulkan bahwa :

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

5.2 Saran

Mengenai hasil pengujian sudah dilakukan pada penelitian ini ada sedikit saran yang dapat diberikan untuk penelitian yang akan mendatang.

1. Untuk penelitian kedepannya ada baik nya bisa menggunakan metode penelitian yang berbeda seperti ; metode *Response surface methodology* (rsm), Experimen dan *full factorial* untuk menjadi perbandingan penelitian selanjutnya.
2. Perlu perbaikan pada meja jepit-jepit agar pada proses pengujian bisa

mendapatkan hasil data yang lebih baik.



DAFTAR PUSTAKA

- Darensyah, M., Manufaktur, P., & Bangka, N. (2023). "Pengaruh Pengerolan Pelat Kondisi Dingin Terhadap Kekakuan Pelat Pada Bak Mobil Pick Up". *Jurnal Inovasi Teknologi Terapan Polman Babel*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7.
- Hedlund, A., & Group, V. (2015). *Panel embossing pattern optimization method Panel embossing pattern optimization method*. November 2005. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2925.4483>
- 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., Tiyaasihadi, 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 Uhum 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.
- 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	: Illham Avriyansah
TEMPAT & TANGGAL LAHIR	: 27 April 2003
ALAMAT RUMAH	: Jl.Raya Desa Riding Panjang Kec.Merawang
NOMOR TELEPON	082281807160
EMAIL	: ilhamavriyansah8@gmail.com
JENIS KELAMIN	: Laki - Laki
AGAMA	: Islam



2. Riwayat Pendidikan

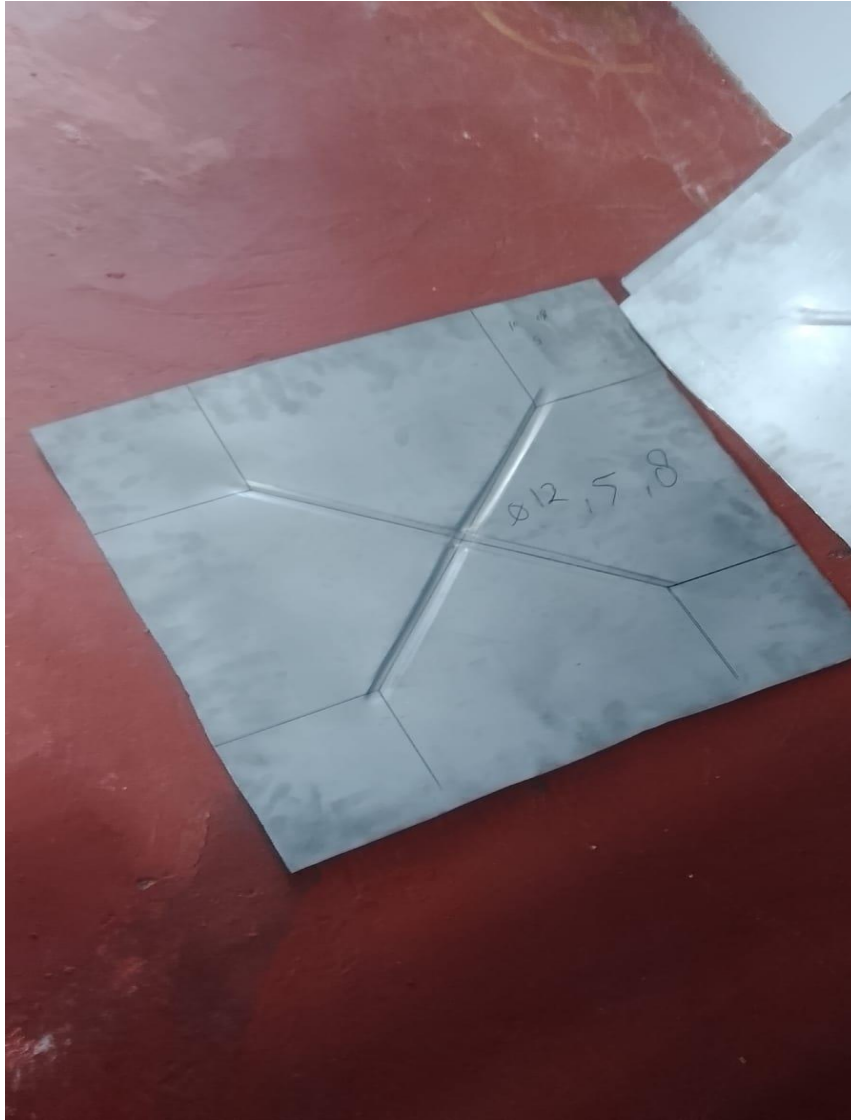
SD Negeri 8 Riding Panjang	2008-2014
SMP Negeri 1 Merawang	2015-2018
SMA Negeri 1 Merawang	2018-2021

Sungailiat, 26 Juli 2024
Penulis

Illham Avriyansah

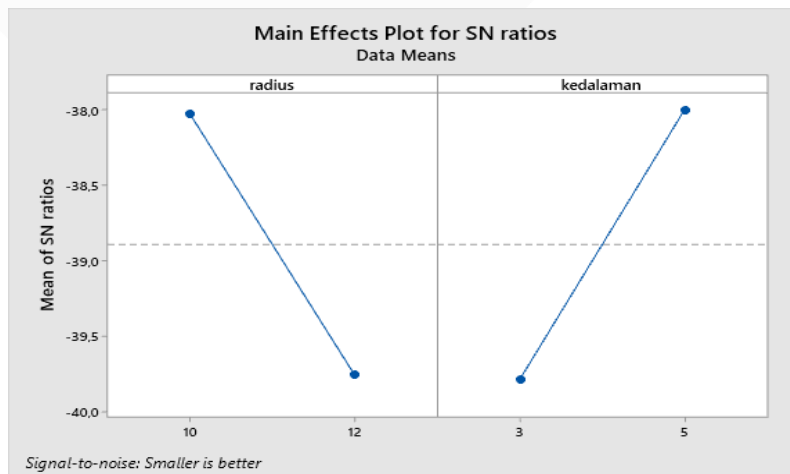
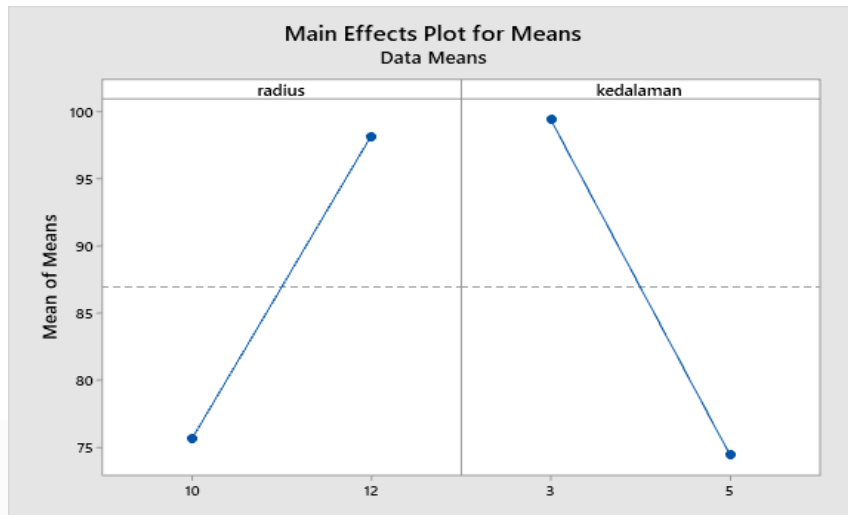
Lampiran 2

Dokumentasi Sample



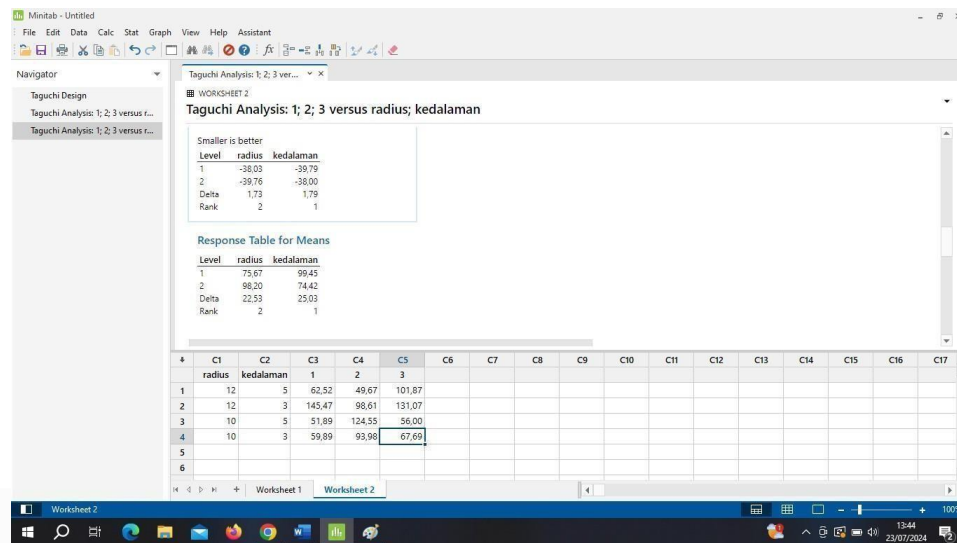
Lampiran 3

Grafik Hasil Pengujian



Lampiran 4

Data Berdasarkan *Software* Minitab.



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	8.78	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

Pengecekan Plagiasi Di Turnitin

Illham Avriyansah

ORIGINALITY REPORT

22%
SIMILARITY INDEX

21%
INTERNET SOURCES

1%
PUBLICATIONS

2%
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

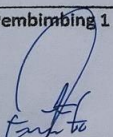
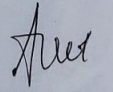
1	repository.polman-babel.ac.id Internet Source	17%
2	repository.umy.ac.id Internet Source	1%
3	repository.its.ac.id Internet Source	1%

Lampiran 7

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 bingkai dengan Metode Bead Rolled dengan Variasi ukuran dan bentuk Radius	
Nama Mahasiswa		1. ILLHAM AURIYANGSAH /NIM: 1042012 2. /NIM: 3. /NIM: 4. /NIM: 5. /NIM:	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
	24/6 2024	80% data, pembuatan gambar skema	
	10/6 2024	Pembahasan mengenai uji sampel dan Pengolahan data	

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.

Lampiran 8

FORM-PPR-3-4: Bimbingan Proyek Akhir

 FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2023 / 2024			
JUDUL	Analisa Kekakuan Pada Pelat Baja Galvanii ketebalan 0,8 mm Akibat Pembentukan Dingin Dengan Metode Bead Rolled Dengan Variasi ukuran Dan Bentuk Radius.		
Nama Mahasiswa	ILLHAM AURIYANGSAH NIM. 1042012		
Nama Pembimbing	1. Erwanto, S.S.T., M.T. 2. Ariyanto, S.S.T., M.T. 3.		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	24/01 2024	Berdiskusi tentang Pembuatan alat	R Erwanto
2	22/05 2024	Berdiskusi tentang Progres alat	R Erwanto
3	24/06 2024	Berdiskusi tentang Percobaan alat apakah berhasil	R Erwanto
4	28/06 2024	Diskusi tentang meja uji jepit-jepit	R Erwanto
5	17/06 2024	Diskusi tentang Cara menggunakan Vibropart 80	R Erwanto
6	22/06 2024	membahas cara menganalisa data vibropart 80	R Erwanto
7	24/07 2024	Diskusi tentang Kemajuan makalah	R Erwanto
8	26/07 2024	Diskusi tentang poster	R Erwanto
9			
10			

Catatan:

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

Lampiran 9

ANALISA KEKAUAN PADA PELAT GALVANIL KETEBALAN 0,8MM AKIBAT PEMBENTUKAN DINGIN DENGAN METODE BEAD ROLLED DENGAN VARIASI UKURAN DAN BENTUK RADIUS

PROYEK AKHIR
POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
2024/2025

Latar Belakang

Industri otomotif banyak menggunakan pelat baja sebagai panel konstruksi. Panel kendaraan biasanya dibentuk menjadi berbagai bentuk untuk meningkatkan kekakuannya. Dengan membuat profil alur pada panel atau pelat, getaran pada suatu kendaraan akan berkurang dan tingkat kekakuannya lebih optimal.

Hasil Penelitian

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

Kesimpulan

Dari pengujian dan analisa data yang dilakukan pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa semakin besar ukuran dan kedalaman profil alur, maka semakin kecil nilai frekuensi alaminya dan semakin tinggi tingkat kekakuannya.

Flowcart Penelitian

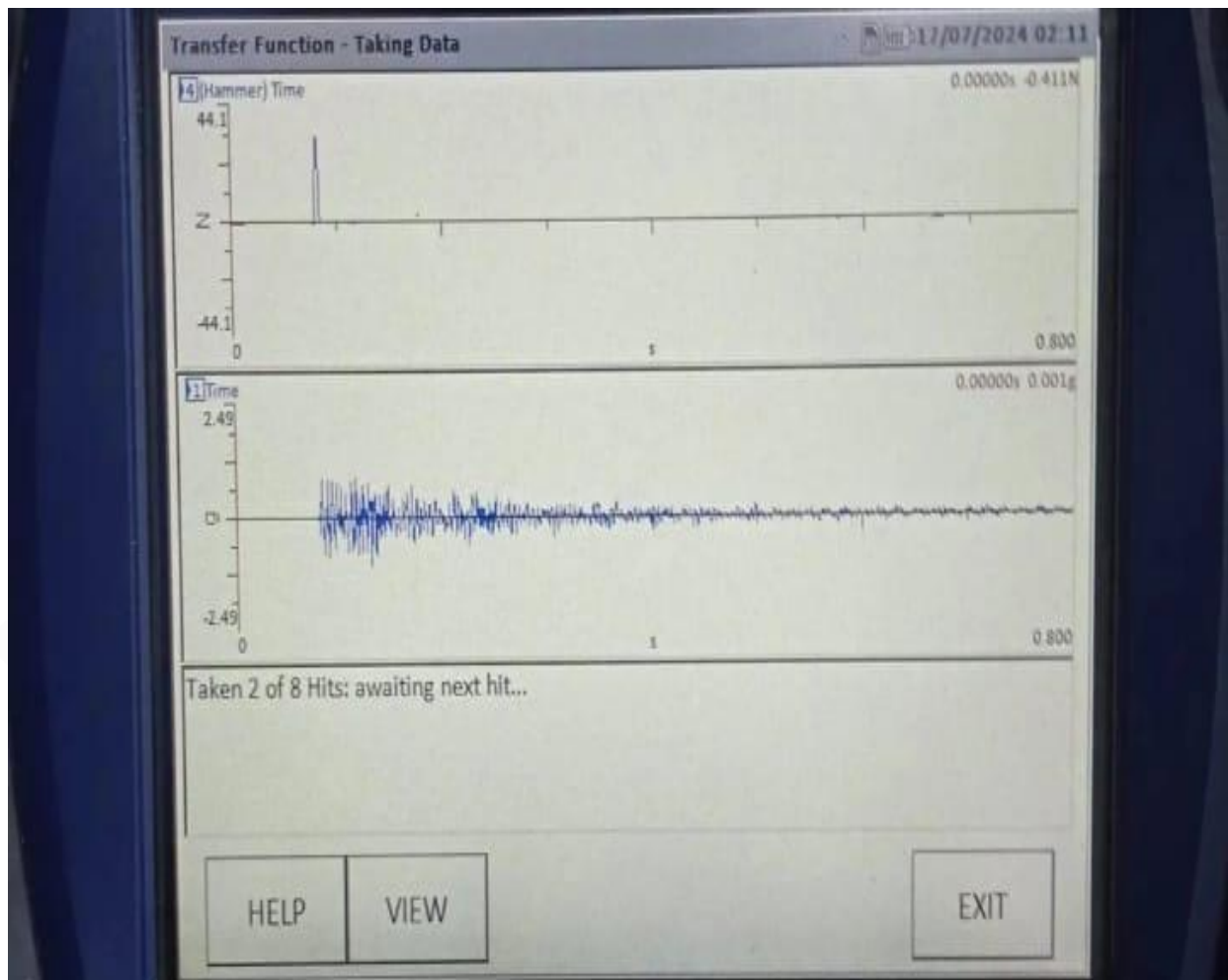
```
graph TD;
    A([Mulai]) --> B[/Studi Literatur/];
    B --> C[MEMBUAT KONSEP<br/>Metode Perancangan Mesin,<br/>Perakitan Mesin<br/>Analisa];
    C --> D[Persiapan Bahan Alat Dan<br/>Pembuatan Spesimen];
    D --> E[Uji Getaran Spesimen];
    E --> F{Validasi Data};
    F -- Ya --> G[Analisa Data];
    F -- Tidak --> C;
    G --> H[Kesimpulan];
    H --> I([Selesai]);
```

Disusun oleh : Illham Avriyansah
NIM : 1042012

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

Dosen Pembimbing 2 : Ariyanto,S.S.T.,M.T.

Lampiran 10



Lampiran 11

