

ANALISIS PENGARUH KEKUATAN LAS PADA KEMPUH V, X TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KARAKTERISTIK GETARAN

Hidayat^{1*}, Haslinda. HS², Muhammad Arham³, M. Ilham Nur⁴

Politeknik AMI Maritim, Makassar, Indonesia¹

Universitas Pejuang Republik Indonesia, Makassar, Indonesia^{2,4}

Universitas Patria Artha, Makassar, Indonesia³

^{1*}hidayatjaya15784@gmail.com, ²haslindaHS09@gmail.com, ³andiarham413@gmail.com,

⁴ilhamnuri3464@gmail.com

Abstrak

Hasil uji tarik, tegangan tarik maksimum material ialah: $\sigma_u = 37.2 \text{ Kg/mm}^2$, $\sigma_u = 49.0 \text{ Kg/mm}^2$, dan $\sigma_u = 58.0 \text{ Kg/mm}^2$. Sesuai tabel pada lampiran-3 semua hasil perhitungan masuk dalam kategori material St 37, St 42, dan St 50. Pengujian ini dilakukan untuk membuktikan bahwa bahan yang digunakan pada pengujian ini ialah benar St 37, St 42, dan St 50. Nilai simpangan terhadap putaran pada masing-masing bahan uji berbeda, dimana nilai rata-rata untuk bahan St 37 lebih besar dibanding bahan St 42 dan 50. Hal ini disebabkan tingkat kekuatan yang berbeda dimana bahan St 50 lebih kokoh sehingga simpangan yang terjadi saat diberikan putaran menjadi kecil sedangkan untuk bahan St 37 nilai simpangannya lebih besar karena tingkat kekokohnya lebih rendah dibandingkan St 50. Sekalipun dalam prosentase kenaikan tegangan tarik St 37 lebih besar dibanding St 50. Hal ini yang menyebabkan nilai simpangan dari bahan yang lebih kuat menjadi kecil dibandingkan dengan bahan yang lebih lunak. Pengaruh model kempuh las dan jenis material terhadap karakteristik getaran adalah sebagai berikut : (a) Harga frekuensi sudut resonansi (ω_{res}), jika dilihat dari model kempuh las terjadi ketidakseimbangan. Pada baja St. 37 harga ω_{res} Kempuh V = 87,733 rad/s lebih besar daripada harga ω_{res} Kempuh X = 73,267 rad/s, untuk baja St. 42. (b) Harga Kekakuan (k) baja St. 37 = 4718,81193 N/mm lebih besar daripada kekakuan baja St. 42 = 4211,47225 N/mm. Harga kekakuan dilihat dari model kempuh las kekakuan model kempuh V baja St 37 > kekakuan model kempuh X baja St 42. (c) Harga massa sistem (m) baja St. 37 = 0,67 kg lebih kecil daripada massa sistem baja St. 42 = 0,78 kg. Harga massa sistem dilihat dari model kempuh las massa sistem model kempuh V < massa sistem model kempuh X. (d) Harga koefisien peredam (c) baja St. 37 = 171,83604 Ns/m lebih besar daripada koefisien peredam baja St. 42 = 7,82268 Ns/m. Harga koefisien peredam dilihat dari model kempuh las koefisien peredam model kempuh V > koefisien peredam model kempuh X.

Kata Kunci : Kekuatan Las, Kempuh V, X, Karakteristik Getaran

1. Pendahuluan

Proses pengelasan pada prinsipnya adalah menyambungkan dua atau lebih komponen, lebih tepat ditujukan untuk merakit (*assembly*) beberapa komponen menjadi suatu bentuk mesin atau konstruksi. Komponen yang dirakit mungkin saja berasal dari produk hasil pengecoran, pembentukan atau permesinan, baik dari logam yang sama maupun berbeda-beda. Penyambungan dalam pengelasan diperlukan untuk meneruskan beban atau tegangan di antara bagian-bagian yang disambung, maka bagian yang disambung juga akan menerima beban.

Salah satu faktor yang menentukan dalam pemilihan sambungan adalah persiapan kempuh, dalam hal ini pemilihan tipe kempuh las yang sesuai dengan ketebalan logam induk yang dilas. Standar internasional seperti ISO 9692 membahas persiapan kempuh las (*joint preparation*), termasuk tipe V-groove, bevel angle, gap, root face, untuk menjamin penetrasi dan kualitas sambungan[1]. Salah satu faktor yang menentukan dalam pemilihan sambungan adalah persiapan kempuh, dalam hal ini pemilihan tipe kempuh las yang sesuai dengan ketebalan logam induk yang dilas. Baja paduan merupakan material yang masih banyak digunakan di industri konstruksi, perkapalan, otomotif dan lain-lain. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa faktor-faktor seperti sudut bevel kempuh las (*bevel angle*) memiliki pengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik dari sambungan las. Misalnya, semakin besar sudut bevel hingga batas tertentu dapat meningkatkan kekuatan sambungan karena penetrasi dan fusi yang lebih baik.[2]. Karena penggunaannya yang luas maka berbagai perlakuan akan dialami oleh baja tersebut seperti: pengelasan, pembentukan, pengecoran dan lain-lain. Salah satu indikator untuk

mengetahui kualitas hasil pengelasan yang baik adalah melalui uji tarik dan uji karakteristik getaran yang dihasilkan oleh

hasil lasan tersebut[3]. Uji tarik untuk mengetahui kekuatan material sedangkan getaran merupakan respon dari sebuah sistem mekanik baik yang diakibatkan oleh gaya eksitasi yang diberikan maupun perubahan kondisi operasi sebagai fungsi waktu. Gaya yang menyebabkan getaran ini dapat ditimbulkan oleh beberapa sumber misalnya kontak/benturan antar komponen yang bergerak/berputar, putaran dari massa yang tidak seimbang (*unbalance mass*).[4][5], Jenis kerusakan dapat ditunjukkan oleh adanya getaran dengan frekuensi tertentu yang muncul, sedangkan tingkat kerusakan pada umumnya diketahui dari besarnya amplitudo getaran yang dihasilkan

2. Metode Penelitian

Penelitian telah dilaksanakan dalam kurun waktu 3 bulan. Untuk proses pengelasan dan pembuatan kampuh dilaksanakan di Labaoratorium Teknik Mesin UVRI Makassar sedangkan pengujian tarik dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Akademi Teknik Industri Makassar dan untuk pengujian getaran dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Terpakai Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

a. Alat

Alat yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mesin las dengan kuat arus 100 A
2. Mesin uji tarik
3. Mesin pengujian getaran
4. Elektroda Terbungkus (NIKKO STELL E 6013 ϕ 2,6 mm)
5. Alat-alat ukur
6. Mesin gerinda
7. Mesin Brander (Pemotong Besi Plat)

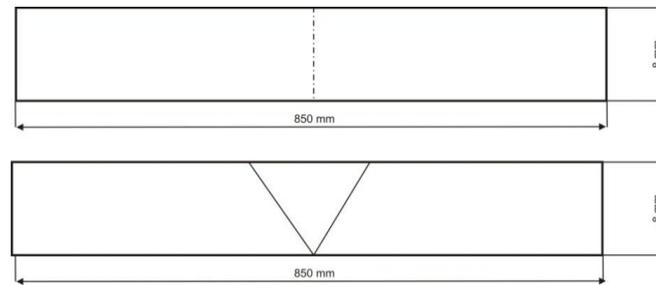
b. Bahan

Bahan penelitian yang digunakan adalah baja karbon rendah yaitu Baja St 37, Baja St 42 masing-masing mempunyai dimensi panjang 850 mm, lebar 2,5 cm dan tebal 8 mm yang nantinya diolah menjadi bentuk spesimen dengan standarisasi yang telah ditentukan.

c. Pengujian Getaran

Pelaksanaan penelitian ini benda uji yang berupa balok baja ditumpu pada tumpuan sederhana (simple beam), dimana motor penggetar (Eksiter) di letakkan pada $\frac{1}{2}$ L dari tumpuan engsel. Dalam pelaksanaan pengukuran simpangan dan kecepatan dilakukan beberapa tahap pelaksanaan sebagai berikut :

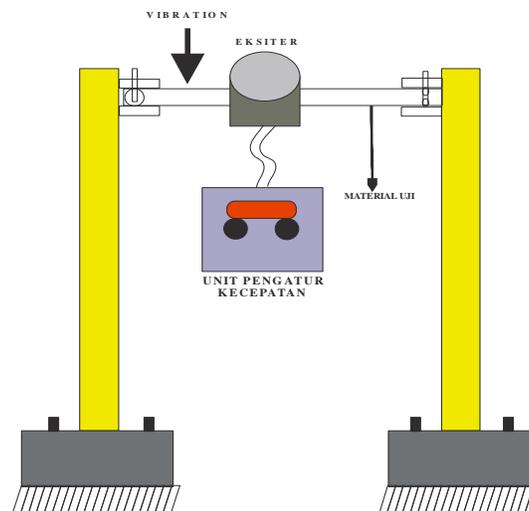
1. Material uji ditumpu pada satu ujung engsel dan ujung lainnya dengan rol (tumpuan sederhana; simple beam).
2. Meletakkan motor penggetar (*eksiter*) pada pertengahan material uji.
3. Menghubungkan motor penggetar (*eksiter*) dengan unit pengatur kecepatan.
4. Mengatur putaran motor penggetar (*eksiter*) dengan unit pengatur kecepatan dan dikontrol dengan tachometer untuk mendapatkan kondisi putaran yang diinginkan. Pada tahap awal sistem digetarkan (motor berputar dengan piringan yang tidak seimbang) pada putaran (n) yang rendah.
5. Meletakkan *vibration meter* pada material uji yang bergetar persis pada daerah kampuh las dan mencatat besarnya amplitudo simpangan (X) dan kecepatan (\dot{X}).
6. Melaksanakan poin d dan poin e secara berulang dengan putaran (n) yang berbeda.



Gambar 1. Spesimen Uji Getaran

Alat yang digunakan untuk Uji Getaran adalah :

1. Vibration Meter, Model 5160 untuk dengan skala terkecil 0,00125 mm untuk pengukuran amplitudo simpangan dan 0,125 mm/s untuk pengukuran amplitudo kecepatan. Unit pengatur kecepatan, type E 11, serial no. 15568, 110 volt dengan skala terkecil 25 rpm
2. buatan Inggris.
3. Eksiter (Motor Penggetar), buatan Electro Cooperation Inggris, dengan batas kecepatan motor penggetar : 0 sampai 3500 rpm.
4. Cantilever Beam, untuk menumpu atau menjepit material yang akan diuji.



Gambar 2. Skema Pengujian Getaran

d. Pengujian Tarik

Pengujian tarik atau tensile test adalah pengujian mekanik secara statis dimana benda uji dibebani dengan gaya tarik sebesar p (Newton). Tujuan pengujian tarik dilakukan adalah untuk mengetahui sifat-sifat mekanis beban terhadap beban tarik (statis) atau untuk mengetahui kekuatan bahan terhadap beban tarik. langkah-langkah pengujian tarik dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Memasang material uji pada penjepit benda kerja.
2. Menghidupkan mesin dengan menekan tombol "Pump-on".
3. Sebelum pembebanan, jarum penunjuk beban diatur dengan memutar "remove tranfort", sampai menunjuk angka nol. Dan pasang kertas grafik pada alat pencatat grafik.
4. Mengamati batang uji dan mencatat data-data yang diperlukan sampai batang uji patah.
5. Lepaskan spesimen dari batang penjepit dan batang uji diukur kembali.
6. Matikan mesin dengan memutar saklar utama pada posisi "of".

Adapun spesifikasi dari mesin uji tarik yang digunakan pada laboratorium antara lain adalah :

Data Teknis

Merk	: Hydrolic Universal Testing Machine WE-100
Buatan	: China
Kapasitas Uji	: 100 KN
- Lift (daya angkat)	: 250 mm
- Jarak kepala pencekam	: 600 mm
- Jarak maksimum tekanan	: 355
- Jarak antara dua tiang untuk uji tarik	: 420 mm
- Jarak antara dua batang untuk uji tekan	: 250 mm
- Kecepatan pencekam turun	

3. Hasil dan Pembahasan

A. Analisa data Pengujian

Data hasil pengujian yang terkumpul, diolah dan dihitung berdasarkan apa yang akan diketahui, dengan persamaan dan rumus yang telah ada dijelaskan sebagai berikut.

1. Pengujian Tarik

Sampel metode perhitungan :

$$\text{Tegangan yield } (\sigma_{yield}) = \frac{P_{yield}}{A_0} \text{ (Kg/mm}^2\text{)}$$

$$\text{Tegangan maksimum } (\sigma_{max}) = \frac{P_{max}}{A_0} \text{ (Kg/mm}^2\text{)}$$

$$\text{Tegangan patah } (\sigma_{patah}) = \frac{P_{patah}}{A_0} \text{ (Kg/mm}^2\text{)}$$

$$(\sigma_{yield}) = \frac{26200}{80} \text{ (Kg/mm}^2\text{)} = 327,5 \text{ Kg/mm}^2$$

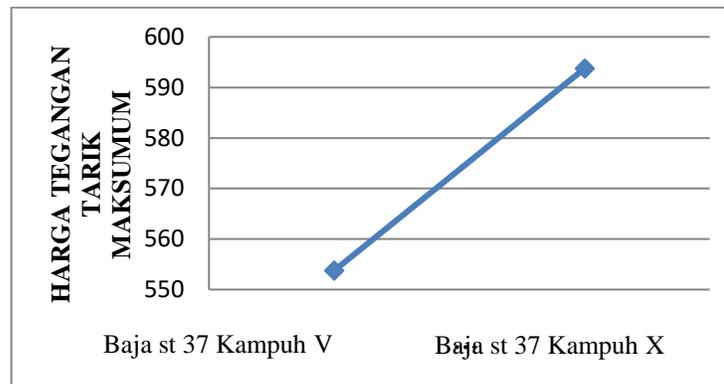
$$(\sigma_{max}) = \frac{28700}{80} \text{ (Kg/mm}^2\text{)} = 358,75 \text{ Kg/mm}^2$$

$$(\sigma_{patah}) = \frac{28300}{80} \text{ (Kg/mm}^2\text{)} = 353,75 \text{ Kg/mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Regangan } \varepsilon &= \frac{L - L_0}{L_0} \times 100\% \\ &= \frac{80 - 60}{60} \times 100\% \\ &= \frac{20}{60} \times 100\% \\ &= 33,33\% \end{aligned}$$

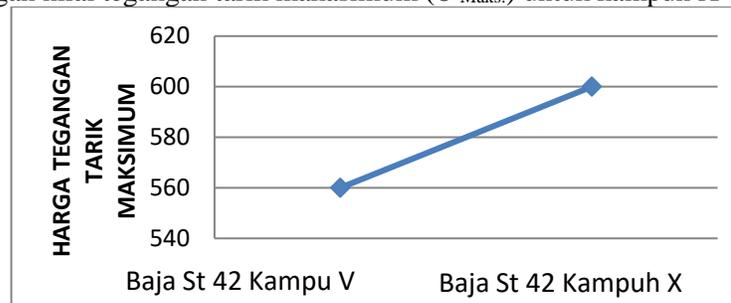
2. Kekuatan Las

Hasil pengamatan uji tarik dan grafik tegangan-regangan dapat disimpulkan bahwa semua material (baja St. 37, baja St. 42) yang mendapat perlakuan dengan pengelasan untuk membuat model kampuh las (baik kampuh V maupun kampuh X) rata-rata mengalami peningkatan tegangan tarik maksimum (ultimate) dibandingkan dengan material normal atau material yang tidak mendapat perlakuan apapun. Pada baja St. 37 nilai tegangan tarik maksimum ($\sigma_{Max.}$) kampuh V = 553,75 kg/mm² lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai tegangan tarik maksimum ($\sigma_{Max.}$) kampuh X = 595,75 kg/mm². Pada baja St. 37 nilai tegangan tarik maksimum ($\sigma_{Max.}$) kampuh V = 553,75 kg/mm² lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai tegangan tarik maksimum ($\sigma_{Max.}$) kampuh X = 595,75 kg/mm².



Gambar 3. Grafik Perbandingan Harga Tegangan Tarik Maksimum dengan Model Kampuh Las Untuk Baja St. 37.

Baja St. 42 nilai tegangan tarik maksimum ($\sigma_{Maks.}$) untuk kampuh V = 560 kg/mm² lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai tegangan tarik maksimum ($\sigma_{Maks.}$) untuk kampuh X = 600 kg/mm².



Gambar 4. Grafik Perbandingan Harga Tegangan Tarik Maksimum dengan Model Kampuh Las Untuk Baja St. 42.

Berdasarkan hasil perhitungan uji tarik, tegangan tarik maksimum material ialah : $\sigma_u = 358,75 \text{ Kg/mm}^2$, $\sigma_u = 390 \text{ Kg/mm}^2$. Sesuai tabel pada lampiran -3 semua hasil perhitungan masuk dalam kategori material St 37 dan St 42. Pengujian ini dilakukan untuk membuktikan bahwa bahan yang digunakan pada pengujian ini adalah benar baja St 37 dan St 42.

Analisis kampuh las terhadap kekuatan tarik bahan uji berdasarkan hasil pengujian nilai tegangan tarik pada bahan uji yang disambung dengan model kampuh X lebih besar dibanding bahan uji yang disambung dengan kampuh V. Hal ini disebabkan adanya faktor dilusi yang kuat pada model kampuh X, dimana dilusi merupakan ikut melehnya logam induk yang membentuk logam las. Tinggi atau rendahnya dilusi mempengaruhi susunan kristal logam las sebab prosentase dilusi digabungkan dengan prosentase transfer logam pengisi akan membentuk komposisi elemen-elemen logam las. Akibatnya tiga daerah las (daerah logam las, daerah HAZ, dan daerah logam induk) akan memiliki perubahan struktur akibat panas yang timbul saat pengelasan sehingga akan turut mempengaruhi sifat-sifat mekanis dari bahan yang dilas.

Pengaruh model kampuh las untuk bahan St 42 memiliki karakteristik yang sama dengan bahan St 37. Hal ini disebabkan besarnya dilusi yang terjadi untuk setiap bahan sangat dipengaruhi model kampuh pengelasannya. Model kampuh X menyebabkan dilusi akan terjadi pada titik persilangan X yang memiliki ketebalan yang sangat kecil sehingga pada titik inilah yang dominan terjadi pelelehan logam induk untuk membentuk logam las. Sedangkan pada model kampuh V dilusi yang terjadi lebih kecil sebab pada titik persilangannya memiliki ketebalan logam induk yang lebih besar dibandingkan pada alur tipe X.

3. Analisis Karakteristik Getaran

Data hasil pengamatan uji getaran (contoh perhitungan getaran), maka didapat hasil perhitungan karakteristik getaran seperti:

- ω = Frekuensi sudut
- $\frac{X}{F}$ = Fungsi Transfer Simpangan
- k = Kekakuan
- m = Massa sistem
- C = Koefisien Peredam

Frekuensi Sudut Resonansi (ω_{res}) Hasil perhitungan frekuensi sudut resonansi untuk baja St. 37, baja St. 42. Hasil perhitungan karakteristik getaran untuk Frekuensi Sudut Resonansi (ω_{res}) untuk jenis kampuh, nilai ω_{res} Baja St. 37 kampuh V = 83,733 rad/s sama dengan ω_{res} Baja St. 37 kampuh X = 83,733 rad/s. Untuk nilai ω_{res} untuk baja St. 42 kampuh V sama dengan nilai ω_{res} Baja St. 42 kampuh X yaitu 73,267 rad/s.

Analisis kampuh las terhadap karakteristik getaran, Hasil pengujian terlihat bahwa nilai simpangan terhadap putaran pada masing-masing bahan uji berbeda, dimana nilai rata-rata untuk bahan St 37 lebih besar dibanding bahan St 42. Hal ini disebabkan tingkat kekuatan yang berbeda dimana bahan St 42 lebih kokoh sehingga simpangan yang terjadi saat diberikan putaran menjadi kecil sedangkan untuk bahan St 37 nilai simpangannya lebih besar karena tingkat kekokohnya lebih rendah dibandingkan St 42. Sekalipun dalam presentase kenaikan tegangan tarik St 37 lebih kecil dibanding St 42. Hal ini yang menyebabkan nilai simpangan dari bahan yang lebih kuat menjadi kecil dibandingkan dengan bahan yang lebih lunak. Pengaruh frekuensi sudut terhadap putaran untuk kedua bahan uji memiliki karakteristik yang sama dimana makin bertambahnya putaran maka nilai frekuensi pribadi bahan makin naik. Kekakuan pegas dan massa penyeimbang yang digunakan relatif sama sehingga faktor dominan yang mempengaruhi frekuensi pribadi hanya putaran. Sedangkan pada fungsi transfer pada bahan St 37 lebih besar dibanding bahan St 42 hal ini disebabkan besarnya fungsi transfer sangat dipengaruhi besarnya simpangan yang terjadi pada masing-masing bahan.

4. Penutup

a. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang telah diuraikan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Pengaruh model kampuh las dan jenis material terhadap karakteristik getaran, sebagai berikut :
 1. Harga frekuensi sudut resonansi (ω_{res}), jika dilihat dari model kampuh las terjadi ketidakseimbangan.
Pada baja St. 37 harga ω_{res} Kampuh V = 87,733 rad/s lebih besar daripada harga ω_{res} Kampuh X = 73,267 rad/s, untuk baja St. 42.
 2. Harga Kekakuan (k) baja St. 37 = 4718,81193 N/mm lebih besar daripada kekakuan baja St. 42 = 4211,47225 N/mm. Harga kekakuan dilihat dari model kampuh las kekakuan model kampuh V baja St 37 > kekakuan model kampuh X baja St 42.
 3. Harga massa sistem (m) baja St. 37 = 0,67 kg lebih kecil daripada massa sistem baja St. 42 = 0,78 kg. Harga massa sistem dilihat dari model kampuh las massa sistem model kampuh V < massa sistem model kampuh X.
 4. Harga koefisien peredam (c) baja St. 37 = 171,83604 Ns/m lebih besar daripada koefisien peredam baja St. 42 = 7,82268 Ns/m. Harga koefisien peredam dilihat dari model kampuh las koefisien peredam model kampuh V > koefisien peredam model kampuh X.
- b. Rata-rata kekuatan tarik maksimum (σ_{MAKS}) kampuh X lebih besar daripada kekuatan tarik maksimum (σ_{MAKS}) kampuh V, pada baja St. 37 σ_{MAKS} kampuh X = 593,75 kg/mm² > σ_{MAKS} kampuh V = 553,75 kg/mm², pada baja St. 42 σ_{MAKS} kampuh X = 600 kg/mm² > σ_{MAKS} kampuh V = 560 kg/mm².

b. Saran

Dari penelitian ini ada beberapa saran yang perlu dipertimbangkan untuk penelitian selanjutnya, antara lain sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan terkait pengaruh kondisi beban dan lingkungan uji di bawah variasi beban dinamis, temperatur, dan korosi untuk mengetahui performa riil di lapangan dan bagaimana parameter getar berubah seiring waktu.
2. Untuk mendapatkan data yang akurat perlu standarisasi prosedur las, inspeksi NDT, dan pemilihan kampuh sesuai kebutuhan (V untuk stiffness, X untuk kekuatan tarik).
3. Untuk jangka panjang optimalisasi geometri dan perlakuan termal, serta studi umur layanan di kondisi lapangan.

Referensi :

- [1] Weld_Joint_Preparation_ISO_9692, "No TitleWeld Joint Preparation ISO 9692," *WELD Jt. Prep.*, [Online]. Available: <https://www.scribd.com/document/645348302/Weld-Joint-Preparation-ISO-9692>
- [2] M. P. Kumar, K. N. Kumar, and K. S. Narayana, "Effect of Bevel Angle and Wire Feed Rate in MIG Welding," *Int. J. Eng. Sci. Technol.*, vol. 2, no. 8, pp. 984–987, 2013, [Online]. Available: <https://www.ijert.org/download/4751/effect-of-bevel-angle-and-wire-feed-rate-in-mig-welding>
- [3] R. Ranjan, M. Kumar, and A. Goyal, "Tensile strength enhancement in vibration assisted butt welding using response surface optimization," *Discov. Appl. Sci.*, vol. 7, no. 8, 2025, doi: 10.1007/s42452-025-07525-w.
- [4] M. A. A. Aswin Salam, Muh. Syahril M, "KARAKTERISTIK EKSPERIMENTAL DAN TEORITIS GETARAN BALOK KAYU LONTAR (Borassus Flabellifer Linn)," *J. Tematis (Teknologi, Manufaktur dan Ind.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–7, 2023.
- [5] P. Kayu, M. Lutony, B. F. Linn, and S. Selatan, "STUDI EKSPERIMENTAL GETARAN BALOK KAYU DENGAN," vol. 7, no. 1, pp. 33–43, 2025.
- [6] M. Arham, M. Zainuddin, H. Mubarak, and A. Hamka, "Thermodynamic Performance Analysis of Food Refrigeration Machine on MT . YN Busan Ship in Supporting Food Quality During Sailing," vol. 05, no. 02, pp. 1609–1614, 2025.
- [7] M. Arham, M. I. Nur, H. Hs, and A. A. Salam, "ANALISIS PERBANDINGAN PERFORMA TURBIN ARCHIMEDES SCREW MENGGUNAKAN CLOSED SYSTEM," 2025.
- [8] Paz, Mario. 1990. *Dinamika Struktur (Teori dan Perhitungan)*. Edisi II. Alih bahasa oleh Manu A.P. Erlangga. Jakarta.
- [9] R. R. Chavan and A. M. Kiran, "Effect of Bevel Angle and Wire Feed Rate in MIG Welding," *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, vol. 4, no. 09, pp. 389–393, Sep. 2015. [Online]. Available: <https://www.ijert.org/effect-of-bevel-angle-and-wire-feed-rate-in-mig-welding>
- [10] H. Zhang, Z. Wu, J. Li, and Y. Chen, "Effect of Vibration Frequency on Microstructure and Properties of Laser-Welded Inconel 718 Nickel-Base Superalloy," *Journal of Materials Engineering and Performance*, vol. 30, pp. 2399–2407, 2021. doi: 10.1007/s11665-020-05392-7.
- [11] S. S. Kumar, K. Elangovan, and R. Saravanan, "Tensile strength enhancement in vibration assisted butt welding using response surface optimization," *Discover Applied Sciences*, vol. 7, no. 1, pp. 1–14, 2025. doi: 10.1007/s42452-025-07525-w.
- [12] A. S. Ahmed, M. F. S. Wahab, and H. A. Elsayed, "The Effect of Localized Vibration during Welding on the Microstructure and Mechanical Behavior of Steel Welds," *Metals (Basel)*, vol. 9, no. 8, pp. 1–15, 2019. [Online]. Available: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6719122/>

