

DAFTAR PUSTAKA

- Afendi, A. (2024). *Pembuatan Rangka Kendaraan Prototype Diesel Menggunakan Aluminium Alloy 6061*.
- Aldina, A., Erwin, S., & Taujaya, H. (2024). Karakteristik Kekuatan Mekanis Komposit Serat Karbon Poros Roda Belakang Go-Kart. *Jurnal Ilmiah Indonesia*, 9(11), 1–23.
- Aminur, A., Sudarsono, S., & Bahar, B. (2024). Analisa Kekuatan Tarik Dan Lentur Komposit Berpenguat Serat Daun Nanas (Ananas Comosus) Dengan Konfigurasi Cross-Ply Laminate. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, 10(2), 70. <https://doi.org/10.31884/jtt.v10i2.537>
- Amirudin, M. U., & Nugroho, G. (2021). Sifat Mekanik Pipa Komposit Serat Gelas, Karbon dan Karbon Kevlar yang Dibuat dengan Metode Bladder Compression Molding. *Jurnal Syntax Admiration*, 2(3), 438–452. <https://doi.org/10.46799/jsa.v2i3.201>
- Anggara, A. puji, Supriyanto, G., & Dharmawati, N. D. (2024). Pemanfaatan serat tandan kosong kelapa sawit sebagai bahan alternatif pengganti serat sintetis pada pembuatan fibreglass. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 20(2), 361–366.
- Aprillio, Y. (2022). *Pengaruh Diameter Honeycomb Ribs Pada Produk Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) 3D Printing Fused Filament Fabrication (FFF) Yang Diperkuat Komposit Carbon Fiber*.
- Ashby, M. F. (2011). *Materials selection in mechanical design* (4th ed.). Elsevier.
- Bajaj, P., Hariharan, A., Kini, A., & Das, S. (2021). Polymer matrix composites: A review and recent applications. *Materials Today: Proceedings*, 44(2), 4055–4061. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.11.896>
- Belieu, H. N., Pelle, Y. M., & Jarson, J. U. (2016). Analisa kekuatan tarik dan bending pada komposit widuri - polyester. *Jurnal Teknik Mesin UNDANA - Lontar*, 03(02), 11–20.
- Bifel, R. D. N., Maliwemu, E. U. ., & Adoe, D. G. . (2015). Pengaruh Perlakuan Alkali (NaOH) pada Serat Agave Cantula terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester. *Jurnal Teknik Mesin*, 2(1), 29–38.
- Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2020). *Materials science and engineering: An introduction* (10th ed.). Wiley.
- Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2021). *Materials science and engineering: An introduction* (10th ed.). Wiley.
- Catur, P. (2020). Buku Material Teknik. *Buku*.
- Dell'Anna, R., Lionetto, F., Montagna, F., & Maffezzoli, A. (2018). Lay-up and consolidation of a composite pipe by in situ ultrasonic welding of a thermoplastic matrix composite tape. *Materials*, 11(5). <https://doi.org/10.3390/ma11050786>
- Febriansyah, F. T. (2022). Studi eksperimental karakterisasi dasar sifat mekanis komposit berpenguat bambu jenis anyaman plain dan twill dengan matriks polyurethane. *Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Dan Rekayasa Sistem Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya*.
- Gibson, R. F. (2007). Principles of Composite Material Mechanics. *Principles of*

- Composite Material Mechanics*. <https://doi.org/10.1201/9781420014242>
- Hanifah, I. A., Nanulaita, N. J. ., & Huka, G. I. (2023). Pengaruh Variasi Ketinggian Elektrikal Stik Out Pengelasan Gas Metal Arc Welding (GMAW) terhadap Sifat Mekanis pada Pipa Seamless. *Journal Mechanical Engineering (JME)*, 1(2), 112–123.
- Hull, D., & Clyne, T. W. (2019). *An introduction to composite materials* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Hulu, S. H. (2023). *Rancang Bangun Alat Pemotong Pelepah Kelapa Sawit Menggunakan Teknologi Tenaga Surya*.
- International, A. (2016). *Standard test methods for impact resistance of plastics (ASTM D256)*. ASTM International.
- Izaak, F. D., Rauf, F. A., & Lumintang, R. (2013). Analisis sifat mekanik dan daya serap air material komposit serat rotan. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 2(1), 12.
- Jawaid, M., & Thariq, M. (2017). *Hybrid polymer composite materials: Properties and characterization*. Woodhead Publishing.
- Lee, S., Choi, J., Chung, Y. S., Kim, J., Bulan, S., & Lee, S. (2024). Memahami mekanisme katalitik senyawa kalsium untuk meningkatkan kristalinitas dalam serat karbon. *Jurnal Teknik Kimia*, 479.
- Lesmana, S. D., Mulianti, M., Sari, D. Y., & Arafat, A. (2021). Analisa Kekuatan Impact Pada Aluminium 6061 Dengan Variasi Lapisan Serat Karbon Aplikasi Kerangka Mobil Listrik. *Jurnal Vokasi Mekanika (VoMek)*, 3(1), 52–59. <https://doi.org/10.24036/vomek.v3i1.183>
- Majanasastra, R. B. S. (2016). Analisis Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Hasil Proses Hydroforming Pada Material Tembaga (Cu) C84800 DAN ALUMINIUM Al 6063. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 4(2), 15–30.
- Maki, R. (1968). Carbon fibers. *Kobunshi*, 17(9), 857–862. <https://doi.org/10.1295/kobunshi.17.857>
- Nuhgraha, Y., Rosa, M. K. A., & Agustian, I. (2020). Perancangan Alat Uji Impak Digital dengan Metode Charpy Untuk Mengukur Kekuatan Material Polimer. *Jurnal Amplifier : Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Elektro Dan Komputer*, 10(2), 15–19. <https://doi.org/10.33369/jamplifier.v10i2.15316>
- Paliling, F. (2020). *Analisis Kualitas Lubang Material Carbon Fiber Reinforced Polymer Menggunakan Pahat Endmill Two Flute Di Bawah Pengaruh Variabel Permesinan*.
- Pitanova, T., & Alva, S. (2023). Karakteristik Mekanikal Material Polimer PVC dengan Variasi Konsentrasi Vco (Virgin Coconut Oil). *Jurnal Pendidikan Dan Konseling (JPDK)*, 5(1), 4422–4435.
- Pramadyanti, I. A. ., Adi Atmika, I. ., & Ary Subagia, I. D. . (2021). Pengaruh Temperatur Rendah pada Sifat Bending dari Pipa Komposit Epoxy dengan Penguatan Serat Jute. *Indonesian Journal of Applied Physics*, 11(2), 200. <https://doi.org/10.13057/ijap.v11i2.51243>
- Pramono, E. G., & Sutisna, S. P. (2019). *Perbandingan Karakteristik Serat Karbon Antara Metode Manual Lay- Up Dan Vacuum Infusion Dengan Penggunaan Fraksi Berat Serat 60%*. 15(11), 102–106.
- Purna Wirama, I. W., Astika, I. M., & Ary Subagia, I. D. . (2021). Uji Kekuatan Bending Pipa Komposit Jute-Epoxy pada Perlakuan Rendaman Air Panas.

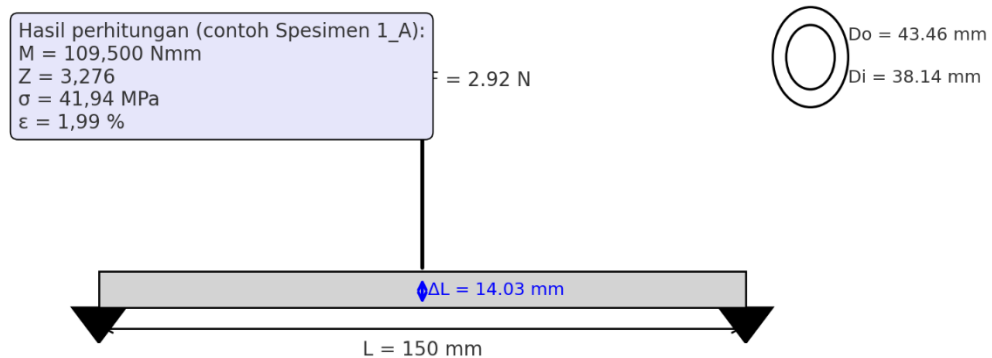
- Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 14(2), 72. <https://doi.org/10.24843/jem.2021.v14.i02.p07>
- Respati, S. M. B., Katsir, I., & Dzulfikar, M. (2020). Bodi Mobil dengan Komposit Matriks Fiber Carbon-Honeycome dan Penguat Resin Lycal. *Jurnal Teknik Mesin*, 17(2), 29–33. <https://doi.org/10.9744/jtm.17.2.29-33>
- Ryan, M. (2021). Tinjauan Intesitas Prosedur Produk Atap Genteng Berbahan Komposit Fiberglass. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik*, 3 No 6(November), 1–9.
- Setiawan, F. D., Supriyanto, G., & Dharmawati, N. D. (2025). Efisiensi Kinerja Pekerja Penggunaan Galah Bahan Karbon dan Aluminium. *Journal of Agricultural and Biosystem Engineering Researc*, X(X), 1–10.
- Setiawan, H. B., Yudo, H., & Jokosisworo, S. (2017). Analisis teknis komposit serat ddaun gebang sebagai alternatif bahan komponen kapal ditinjau dari kekuatan tekuk dan impak. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 5(2), 456–464.
- Simangunsong, P. W., Wahyudi, T., & Rahmahwati, R. (2023). Rancang Bangun Alat Panen Kelapa Sawit Mekanis Menggunakan Metode Triz. *INTEGRATE: Industrial Engineering and Management System*, 7(2), 32–38.
- Siregar, ilham chaerul R., Yudo, H., & Kiryanto. (2017). Analisa Kekuatan Tarik dan Tekuk Pada Sambungan Pipa Baja dengan Menggunakan Kanpe Clear NF Sebagai Pengganti Las. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 5(2), 421–430.
- Strong, A. B. (2008). *Fundamentals of composites manufacturing: Materials, methods and applications* (2nd ed.). Society of Manufacturing Engineers.
- Sulardjaka, Nugroho, S., & Ismail, R. (2020). Peningkatan Kekuatan Sifat Mekanis Komposit Serat Alam menggunakan Serat Enceng Gondok (Tinjauan Pustaka). *Teknik*, 41(1), 27–39. <https://doi.org/10.14710/teknik.v41i1.23473>
- Syahrafi, W. (2016). *Effect of Variation Addition Total Layer Fiber Glass with the Comparasion of Fixed Volume Fraction on Epoxy-Hollow Glass Microspheres Composite on Bending Characteristic*.
- Tarigan, A. Ardianta, Daulay, S. B., & Munir, A. Putra. (2013). Rancang Bangun Alat Pemotong Pelepah Kelapa Sawit Mekanis (Design of Oil Palm frond Mechanically Cutlery). *Journal Rekayasa Pangan*, 1(4), 111–116.
- Tavarel, S. D., Yudo, H., & Kiryanto. (2018). Analisa kekuatan tarik dan tekuk pada sambungan pipa baja dengan menggunakan Kanpe Clear Suralis 1208 UWE sebagai pengganti las. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 6(1), 277–286.
- Triadi et. al. (2023). Pengaruh Parameter Proses Manufacturing Menggunakan 3D Printer Jenis FDM terhadap Ketangguhan Material Polyethylene Terephthalate Glycol (PETG). *Journal of Mechanical Engineering*, 7(2), 0–000.
- Umam, A. F., & Irfa'i, M. A. (2019). Studi Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester Berpenguat Serat Karbon. *Jurnal Teknik Mesin*, 7(1), 67–72.
- Utama, F. Y., & Zakiyya, H. (2016). Pengaruh variasi arah serat komposit berpenguat hibrida fiberhybrid terhadap kekuatan tarik dan densitas material dalam aplikasi body part mobil. *Mekanika*, 15(2), 60–69.
- Visano, M. A., Zuki, M., & Uker, D. (2020). Correlation Between Topography and Height of Tree With Fatigue of Worker and Productivity of Palm Oil Harvesting. *Agroindustri*, 10(2), 118–128.

Widiyono, E., Mahdum, M. Y., Rahman, H., & Noor, D. Z. (2021). Komposit Carbon Fiber Sandwich Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Alumunium Alloy 6063 Pada Knuckle Plate Mobil Nogogeni 5 Evo. *Jurnal Nasional Aplikasi Mekatronika, Otomasi Dan Robot Industri (AMORI)*, 2(1). <https://doi.org/10.12962/j27213560.v2i1.9120>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan hasil pengujian *bending*

Pada pengujian *bending* dilakukan pengujian spesimen sebanyak 6 spesimen. Berdasarkan hasil pengujian *bending* didapatkan sifat-sifat mekanik yaitu tegangan bending dan regangan. Berikut merupakan perhitungan yang digunakan untuk memperoleh hasil pada pengujian bending ini:



Gambar Skema Uji Bending

Sebagai contoh spesimen 1_A

1) Menghitung momen *bending*

Perhitungan momen *bending* dilakukan dengan menggunakan rumus persamaan berikut ini:

$$M = \frac{F \cdot L}{4}$$

$$M = \frac{2,92 \cdot 150}{4}$$

$$M = 109,500 \text{ (Nmm)}$$

2) Menghitung *modulus section* atau *modulus tampang*

Modulus tampang pada pengujian bending ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus persamaan dibawah ini:

$$Z = \frac{\pi (Do^4 - Di^4)}{32 \cdot Do}$$

$$Z = \frac{1,14 \times 1.451.424}{32 \cdot 43,46}$$

$$Z = \frac{4.557.471}{1.391}$$

$$Z = 3.276$$

3) Menghitung nilai tegangan *bending*

Nilai dari tegangan bending dapat diketahui dengan menggunakan rumus persamaan dibawah ini:

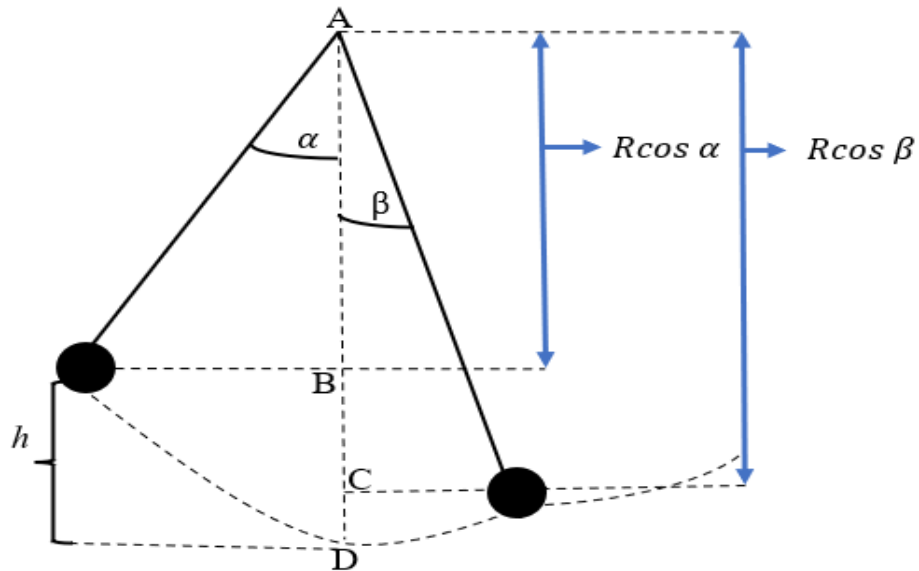
$$\begin{aligned} \text{Tegangan } bending &= \frac{(8 \cdot F \cdot L)}{\pi (D_o^3 - D_i^3)} \\ &= \frac{(8 \cdot 2,92 \cdot 150)}{3,14 (43,46^3 - 38,14^3)} \\ &= \frac{3.504.000}{3,14 \cdot 26.606} \\ &= \frac{3.504.000}{83.542} \\ &= 41,94 \text{ MPa} \end{aligned}$$

4) Menghitung nilai regangan *bending*

$$\begin{aligned} \text{Regangan } bending &= \frac{(6 \cdot (D_o - D_i) \cdot DL)}{(L^2)} \times 100\% \\ &= \frac{(6 \cdot (43,46 - 38,14) \cdot 14,03)}{(150^2)} \\ &= \frac{447,83}{22.500} \times 100 = 1,99\% \end{aligned}$$

Lampiran 2. Perhitungan hasil pengujian impak

Contoh perhitungan 1_A



Gambar Skema Pengujian Impak Pendulum

Diketahui :

- massa bandul = 20 kg
- gravitasi = $9,8 \text{ m/s}^2$
- panjang lengan = 0,8 m
- sudut awal = 30°
- sudut akhir = 0°

E_{srp} = Energi awal – Energi yang tersisa

$$= m \cdot g \cdot h_0 - m \cdot g \cdot h_1$$

$$= m \cdot g \cdot (R - R \cos \alpha) - m \cdot g \cdot (R - R \cos \beta)$$

$$E_{srp} = m \cdot g \cdot R \cdot (\cos \beta - \cos \alpha)$$

Jawab :

$$E_{srp} = m \cdot g \cdot R \cdot (\cos \beta - \cos \alpha)$$

$$= 20 \cdot 9,8 \cdot 0,8 (\cos 0 - \cos 30)$$

$$= 20 \cdot 9,8 \cdot 0,8 (1 - 0,866)$$

$$= 9,8 \cdot 0,8 \cdot 0,107$$

$$= 21 \text{ J}$$

Perhitungan yang sama digunakan juga untuk menghitung energi terpasang pada setiap spesimen.

Energi serap

Diketahui:

$$HI = 0,120 \text{ J/mm}^2$$

$$\text{Tinggi patahan } t = 9,67 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal patahan } l = 2,33 \text{ mm}$$

Karena Harga Impak sudah diketahui maka untuk mencari nilai energi serap menggunakan rumus HI sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A &= t \times l \\ &= 9,67 \text{ mm} \times 2,33 \text{ mm} \\ &= 22,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Maka :

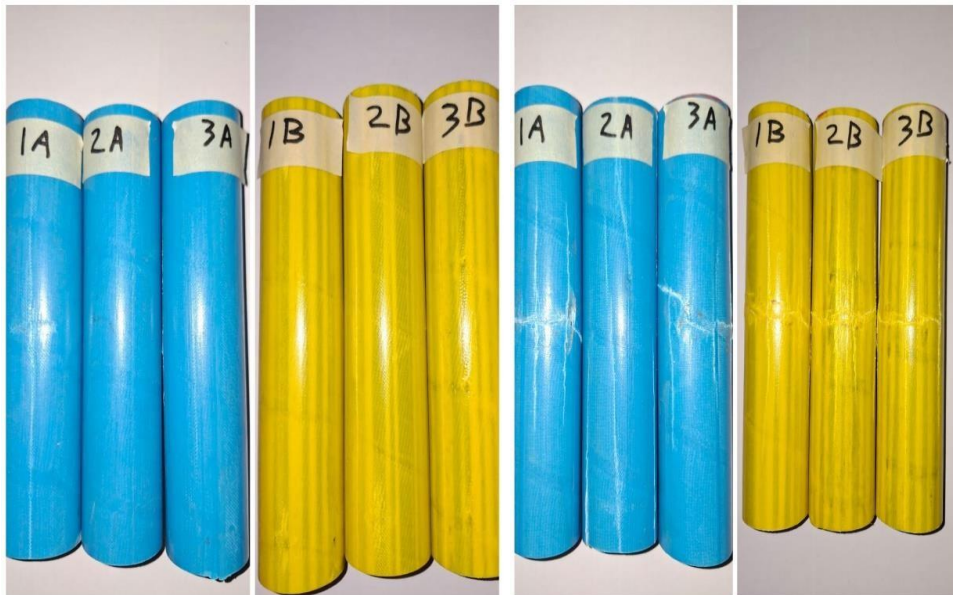
$$\begin{aligned} &= \frac{E_{srp}}{A} \\ E_{srp} &= HI \times A \\ &= 0,120 \text{ J/mm}^2 \times 22,55 \text{ mm}^2 \\ &= 2,7 \text{ J} \end{aligned}$$

Perhitungan yang sama juga untuk menghitung nilai energi serap pada setiap spesimen.

Lampiran 3. Spesimen uji *bending* dan impak



Lampiran 4. Pengujian sebelum dan setelah, *bending* dan impak



Sebelum pengujian *bending*

Setelah pengujian *bending*



Sebelum pengujian impak

Setelah pengujian impak

Lampiran 5. Pembutan spesimen pengujian



Memotong pipa komposit galah carbon dan *fiberglass*

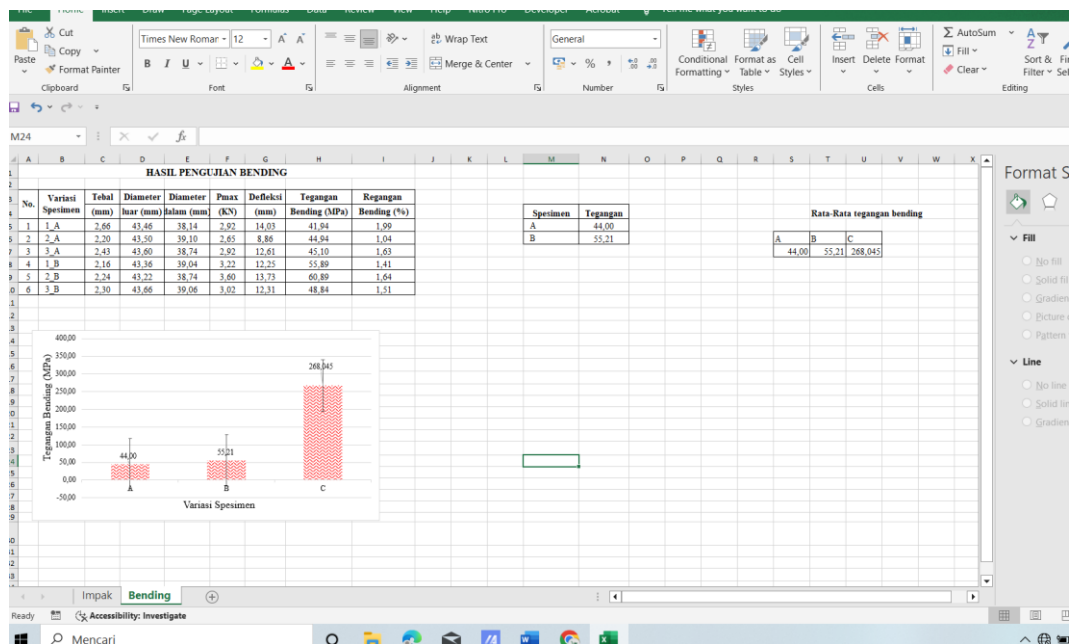


Merapihkan spesimen setelah di potong

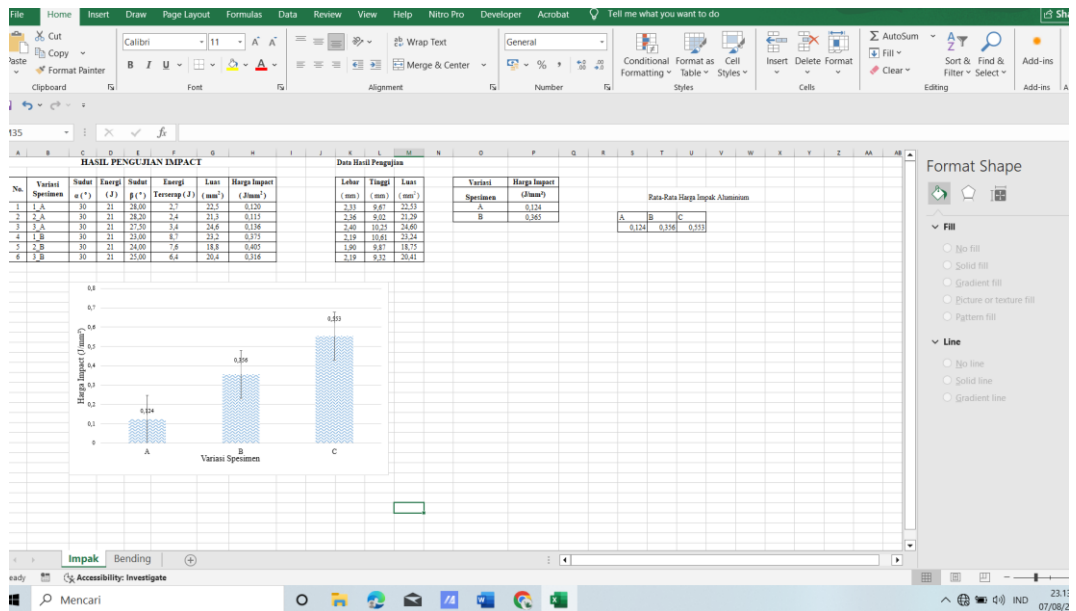


Pembutan v *notch* pengujian impak

Lampiran 6. Analisa data menggunakan *microsoft excel data bending*



Lampiran 7. Analisa data menggunakan *microsoft excel data impact*



Lampiran 8. Hasil pengujian *bending*



LABORATORIUM BAHAN TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS GADJAH MADA

HASIL PENGUJIAN BENDING

No.	Variasi Spesimen	Tebal (mm)	Do (mm)	Di (mm)	Pmax (KN)	Defleksi (mm)	Teg. Bending (MPa)	Regangan Bending (%)
1	1_A	2.66	43.46	38.14	2.92	14.03	41.94	1.99
2	2_A	2.20	43.50	39.10	2.65	8.86	44.94	1.04
3	3_A	2.43	43.60	38.74	2.92	12.61	45.10	1.63
4	1_B	2.16	43.36	39.04	3.22	12.25	55.89	1.41
5	2_B	2.24	43.22	38.74	3.60	13.73	60.89	1.64
6	3_B	2.30	43.66	39.06	3.02	12.31	48.84	1.51

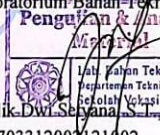
Keterangan:

1. Pengujian dilakukan tanggal 24 Juni 2025
2. Pengujian menggunakan Universal Testing Machine
3. Standar spesimen menggunakan ASTM-D790
4. Do = Diameter outer
5. Di = Diameter inner

Identitas Penguji :

Nama : Fajar Aji Sampurna
NIM : 22889
Institusi : Teknik Pertanian Instiper

Yogyakarta, 24 Juni 2025

Staf Laboratorium Bahan Teknik
Pengujian & Analisa


Dr. Ir. Lilik Dwi Setyana, S.T., M.T.
NIP. 197703312002121002

Kampus : Jl. Grafika 2A Yogyakarta 55281

Lembar asli, tidak untuk digandakan

Lampiran 9. hasil pengujian impak



LABORATORIUM BAHAN TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS GADJAH MADA

HASIL PENGUJIAN IMPACT

No.	Variasi Spesimen	Sudut α (°)	Energi (J)	Sudut β (°)	Energi Terserap (J)	Luas (mm ²)	Harga Impact (J/mm ²)
1	1_A	30	21	28.00	2.7	22.5	0.120
2	2_A	30	21	28.20	2.4	21.3	0.115
3	3_A	30	21	27.50	3.4	24.6	0.136
4	1_B	30	21	23.00	8.7	23.2	0.375
5	2_B	30	21	24.00	7.6	18.8	0.405
6	3_B	30	21	25.00	6.4	20.4	0.316

Keterangan :

1. Pengujian dilakukan tanggal 24 Juni 2025
2. Standar Spesimen menggunakan ASTM D244
3. Panjang lengan 0,8 meter
4. Berat palu 20 kilogram

Identitas Penguji :

Nama : Fajar Aji Sampurna
 NIM : 22889
 Institusi : Teknik Pertanian Instipier

Yogyakarta, 24 Juni 2025

Staf Laboratorium Bahan Teknik

Pengujian & Analisa
IMPAK

Lab. Bahan Teknik
 Departemen Teknik Mesin
 Sekolah Vokasi UGM

Dr. Ir. Lilik Dwi Setyana, S.P., M.T.
 NIP. 197703312002121002

Kampus : Jl. Grafika 2A Yogyakarta 55281

Lembar asli, tidak untuk digandakan