

Evaluasi Ketangguhan Alumunium terhadap Beban Dinamis melalui Pengujian Impak Charpy Takikan V

¹Trisanti, ¹Dian Susanto, ¹Maulana Rahman, ¹Kasda, ²Yusril Irawan

¹Universitas Subang

²Institut Teknologi Nasional

e-mail: trishanti20@gmail.com

¹Trisanti

Abstract

This study evaluates the toughness of aluminum against dynamic loads through V notch Charpy impact testing. Tests were conducted on aluminum specimens with varying temperatures to observe their effect on impact energy, fracture type, and transition temperature. The methodology involved the use of an impact machine to present consistent and reliable data. The main findings include the influence of V notches on the impact characteristics of aluminum, identifying critical zones that may experience deformation or cracks. Results show that impact energy and the predominance of ductile fracture increase with higher temperatures. At low temperatures, brittle fracture is dominant. A transition temperature curve was successfully drawn, showing the change in material properties from ductile to brittle. It has been demonstrated that V notch Charpy impact testing is useful for evaluating aluminum toughness and can help improve the design and safety of aluminum components in dynamic load applications.

Keywords: Impact, Charpy, Takikan V, Alumunium

Abstrak

Penelitian ini mengevaluasi ketangguhan alumunium terhadap beban dinamis melalui pengujian impak Charpy takikan V. Pengujian dilakukan pada spesimen alumunium dengan variasi temperatur untuk mengamati pengaruhnya terhadap energi impak, jenis patahan, dan temperatur transisi. Metodologi melibatkan penggunaan mesin impak untuk menyajikan data yang konsisten dan dapat diandalkan. Temuan utama mencakup pengaruh takikan V pada karakteristik impak alumunium, mengidentifikasi zona-zona kritis yang mungkin mengalami deformasi atau retakan. Hasil menunjukkan bahwa energi impak dan dominasi patahan ulet meningkat seiring temperatur yang lebih tinggi. Pada temperatur rendah, patahan getas lebih dominan. Kurva temperatur transisi berhasil digambarkan, menunjukkan perubahan sifat material dari ulet ke getas. Hal ini menunjukkan bahwa pengujian impak Charpy takikan V efektif untuk mengevaluasi ketangguhan alumunium dan bermanfaat untuk meningkatkan desain dan keamanan komponen alumunium dalam aplikasi yang melibatkan beban dinamis.

Kata Kunci: Impak, Charpy, Takikan V, Alumunium

PENDAHULUAN

Pengujian impak merupakan cara yang tepat dalam memahami sifat mekanis material, khususnya ketangguhan dan responsnya terhadap beban dinamis. Dalam konteks ini, karakterisasi sifat mekanis melalui pengujian impak menjadi langkah penting untuk meningkatkan pemahaman kita tentang bagaimana material berperilaku dalam kondisi beban yang ekstrem. Pemilihan aluminium sebagai bahan pengujian didasarkan pada kombinasi kekuatan dan ringannya, menjadikannya pilihan yang relevan untuk berbagai aplikasi.

Uji impak dapat juga disebut sebagai suatu pengujian material untuk mengetahui kemampuan suatu material/bahan dalam menerima beban tumbuk dengan diukur besarnya energi yang diperlukan untuk mematahkan spesimen material/bahan dengan ayunan. (Firmansyah, 2021)

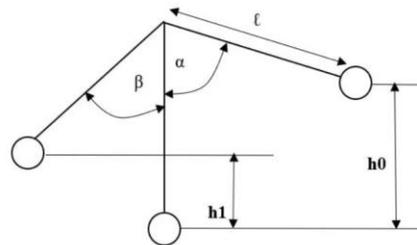
Tujuan utama dari penelitian ini adalah melakukan evaluasi ketangguhan aluminium melalui pengujian impak menggunakan metode *Charpy* dengan takikan V. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Memahami respons material terhadap beban impak, khususnya dalam konteks penggunaan takikan V, guna mendapatkan wawasan lebih mendalam tentang sifat mekanis aluminium.
2. Mengidentifikasi zona-zona kritis yang mungkin mengalami deformasi atau retakan selama pengujian, dengan harapan hasil ini dapat meningkatkan desain dan kinerja komponen yang terbuat dari bahan ini.
3. Memberikan kontribusi pada literatur ilmiah terkait karakterisasi sifat mekanis aluminium melalui uji impak, dengan

harapan hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar untuk penelitian dan aplikasi praktis di masa depan.

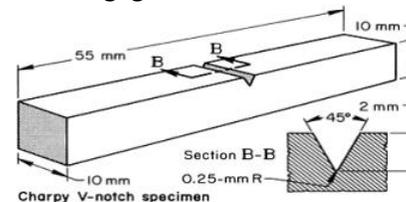
Metode *Charpy* merupakan teknik pengujian impak yang umum digunakan untuk menilai ketangguhan material. Pengujian ini melibatkan menumbuk spesimen dengan palu yang bebas jatuh dan mengukur energi yang diserap saat spesimen patah. Hasilnya memberikan gambaran tentang ketangguhan material dalam menghadapi beban impak.

Metode *Charpy* merupakan pengujian impak dengan meletakkan posisi spesimen uji pada tumpuan dengan posisi horizontal / mendatar dan arah pembebanan berlawanan dengan arah takikan. (R Pramono, 2016)



Gambar 1. Ilustrasi Metode Charpy
(Sumber: Detech Material Testing laboratory)

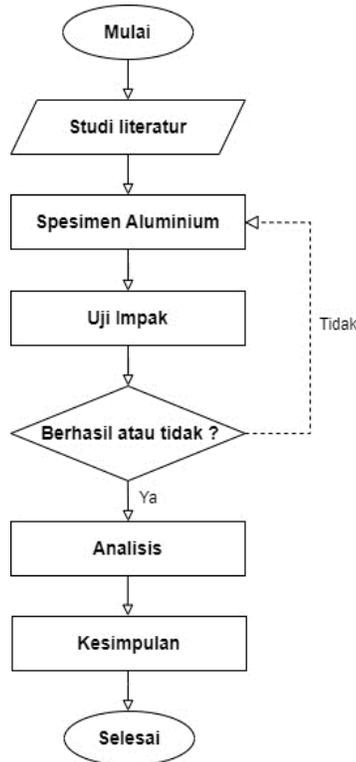
Takikan V adalah bentuk khusus pada ujung palu dalam pengujian *Charpy*. Desain takikan ini memungkinkan distribusi energi impak yang konsisten dan memberikan informasi lebih rinci tentang ketangguhan material, terutama dalam mengidentifikasi zona-zona kegagalan.



Gambar 2. Dimensi Spesimen ASTM E23
(Sumber: Detech Material Testing laboratory)

METODE PENELITIAN

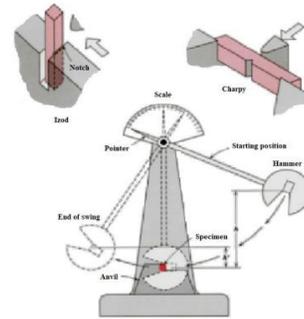
Penelitian ini difokuskan untuk mengevaluasi ketangguhan material aluminium melalui pengujian impact menggunakan metode *Charpy* dengan takikan V.



Gambar 3. Diagram Alur Penelitian

Pengujian impact umumnya diukur dari energi impact terserap yang diperlukan untuk menyebabkan patahan pada spesimen. Energi potensial dari kepala takikan (dari sebelum takikan hingga setelah patahan) diukur dengan dial kalibrasi yang mengukur energi yang terserap pada patahan spesimen. Parameter kuantitatif lainnya, seperti jenis patahan dan tingkat keuletan atau deformasi juga sering diukur. Uji impact juga diinstrumentasikan untuk mendapatkan data waktu selama patahan berlangsung. Dalam bentuk yang paling sederhana, instrumentasi pengujian impact melibatkan penempatan

sebuah *strain gage* pada tup. (ASM, 2000) (Arafat Gilang Barokah, 2019)



Gambar 4. Ilustrasi Pengujian Impact (Sumber: Jurnal Arafat Gilang Barokah, 2019)

Berikut adalah rumus yang digunakan pada pengujian Impact:

$$E_1 = P(D - D \cos \alpha) \dots\dots\dots \text{pers. 1}$$

Untuk menghitung sisa usaha setelah mematahkan benda uji dapat menggunakan persamaan berikut :

$$E_2 = P_d(D - D \cos \theta) \dots\dots\dots \text{pers. 2}$$

Keterangan :

- E_1 = Usaha yang dikerjakan (kg.m)
- P = Beban palu (kg)
- D = Jarak dari pusat sumbu palu ke pusat gravitasi (m)
- E_2 = Sisa usaha setelah mematahkan benda uji (kg.m)
- P_d = Berat palu (kg)
- θ = Sudut ayun setelah palu mengenai spesimen (0)

(Sumber: Jurnal Arafat Gilang Barokah, 2019)

Usaha yang diharuskan guna mematahkan spesimen uji dapat diketahui melalui persamaan berikut:

$$E = E_1 - E_2 \dots\dots\dots \text{pers. 3}$$

(HI) Harga impact suatu material yang diuji dengan metode *Charpy* diberikan oleh:

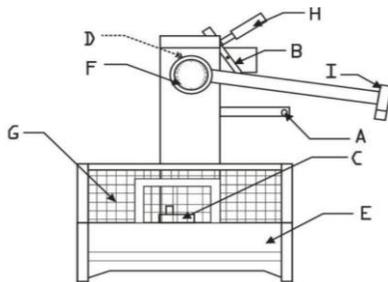
$$H_i = \frac{E_h}{A_g} \dots \dots \dots \text{pers. 4}$$

Dimana:

E_h = Energi yang diserap (J)

A_g = Luas penampang di bawah takikan (mm²)

Penelitian ini menggunakan mesin impak sebagai alat utama untuk melakukan pengujian material. Mesin ini memberikan kontrol yang presisi terhadap variabel-variabel pengujian, seperti kecepatan pukulan dan suhu, untuk mendapatkan data yang konsisten. Penggunaan mesin impak memastikan penelitian ini dilakukan dengan metode yang terkendali, memungkinkan evaluasi sifat mekanis aluminium dalam kondisi uji impak.



Gambar 5. Mesin Uji Impak (ITENAS)
(Sumber: Lab Metalurgi Fisik Itenas)

Keterangan :

- A. Pengaman (penahan bandul ketika memasang spesimen).
- B. Penjepit bandul.
- C. Landasan spesimen.
- D. Mekanisme rem.
- E. Dudukan.
- F. Skala penunjuk harga energi (E).
- G. Pengaman spesimen.
- H. Tuas rem.
- I. Bandul

Penelitian akan dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

Preparasi :

- 1. Siapkan spesimen aluminium.
- 2. Ukur dimensi spesimen yaitu panjang, lebar, dan tebal. Ukur pula tebal spesimen pada daerah terkecil, yaitu tebal spesimen dibawah takikan, untuk menentukan luas terkecil dari spesimen.
- 3. Tandai kedua ujung spesimen dengan menggunakan marker.
- 4. Panaskan specimen satu menggunakan pemanas sampai pada temperatur yang diinginkan dengan waktu selama 30 menit.
- 5. Dinginkan specimen dua menggunakan nitrogen cair sampai pada temperatur yang diinginkan selama 30 menit.
- 6. Untuk spesimen tiga menggunakan temperatur suhu ruang.

Pengujian :

- 1. Set skala penunjuk mesin uji impak pada angka nol.
- 2. Posisikan bandul pada penjepit bandul, ayunkan bandul mesin tanpa ada spesimen, dan catat energi yang hilang akibat gesekan.
- 3. Posisikan bandul hingga mencapai penjepit bandul.
- 4. Pasang pengaman bandul.
- 5. Pasang spesimen pada landasan spesimen.
- 6. Buka pengaman bandul.
- 7. Lepaskan penjepit bandul hingga bandul mematahkan spesimen, kemudian tarik tuas rem sesegera mungkin.
- 8. Catat energi yang digunakan untuk mematahkan spesimen.
- 9. Amati permukaan patahan dan tentukan patahan yang terjadi.

10. Ulangi langkah 3 s/d 9 untuk kondisi temperatur yang berbeda.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian impact aluminium menggunakan metode *Charpy* dan takikan V telah dilaksanakan, langkah selanjutnya adalah merinci hasil pengujian dan mengevaluasi ketangguhan sifat material aluminium. Dalam bagian ini, kita akan mempresentasikan data hasil pengujian secara terperinci, memvisualisasikan respons material melalui grafik dan tabel, dan menginterpretasikan temuan-temuan tersebut.

Analisis mendalam terhadap hasil-hasil ini akan memberikan wawasan yang lebih baik tentang karakteristik mekanis aluminium dan implikasinya terhadap aplikasi praktis serta arah penelitian masa depan.

Metoda Pengujian : Metoda *Charpy* dengan Takikan V

Material : Aluminium

Spesimen	P (mm)	L (mm)	T (mm)	H (mm)	A (mm ²)	A _t (mm ²)	E (J)	HI (J/mm ²)	T (°C)	Kondisi Patahan
1	56,2	9,9	9,8	8,8	97,02	87,12	87	0,998	31,5	100% getas 0% ulet
2	56,2	9,9	9,8	8,8	97,02	87,12	70	0,803	-14,8	30% getas 70% ulet
3	56,2	9,9	9,8	8,8	97,02	87,12	115	1,320	291,4	50% getas 50% ulet

Tabel 1. Hasil Pengujian

Keterangan :

P = Panjang At = Luas Takikan
 L = Lebar E = Energi
 T = Tinggi HI = Harga Impact
 H = Tinggi Takikan T = Temperatur
 A = Luas Penampang Spesimen

Dari hasil pengujian yang diambil dari Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa pada penelitian ini, dilakukan pengujian dengan

memvariasikan persentase komposisi antara getas dan ulet pada bahan yang diuji. Berikut adalah rangkuman data hasil pengujian pada tiga kondisi patahan:

1. Patahan spesimen ke-1: Mempunyai Panjang, lebar, tebal, dan tinggi bahan uji masing-masing adalah 56,2 mm, 9,9 mm, 9,8 mm, dan 8,8 mm. Dengan luas area sebelum patah mencapai 97,02 mm², dengan sisa area setelah patah (A_t) sebesar 87,12 mm². Energi patah (E) sebesar 87 J, dan mendapatkan harga impact (HI) mencapai 0,998. Hasil tersebut dilakukan pada pengujian dengan emperatur sebesar 31,5 °C. Sehingga kondisi patahan yang didapat adalah 100% getas, 0% ulet.



Gambar 6. Patahan Spesimen 1

2. Patahan spesimen ke-2: Dimensi bahan uji serupa dengan patahan pertama, yaitu mempunyai Panjang, lebar, tebal, dan tinggi bahan uji masing-masing adalah 56,2 mm, 9,9 mm, 9,8 mm, dan 8,8 mm. Luas area, sisa area setelah patah, energi patah, dan harga impact berturut-turut adalah 97,02 mm², 87,12 mm², 70 J, dan 0,803. Temperatur selama pengujian mencatat nilai -14,8 °C. Sehingga kondisi patahan yang didapat adalah 30% getas, 70% ulet.



Gambar 7. Patahan Spesimen 2

3. Patahan spesimen ke-3: Data dimensi bahan uji dan luas area serupa dengan patahan sebelumnya, yaitu mempunyai Panjang, lebar, tebal, dan tinggi bahan uji masing-masing adalah 56,2 mm, 9,9 mm, 9,8 mm, dan 8,8 mm. Energi patah (E) mencapai 115 J, dengan Harga Impak (HI) sebesar 1,320. Temperatur selama pengujian menggunakan suhu ruang mencapai 291,4 °C. Sehingga kondisi patahan yang didapat adalah 50% getas, 50% ulet.



Gambar 8. Patahan Spesimen 3

Hasil pengujian ini memberikan gambaran terinci mengenai respons materi terhadap variasi komposisi getas dan ulet pada kondisi patahan. Seiring dengan analisis dimensi dan parameter lainnya, data ini dapat menjadi dasar untuk pemahaman lebih lanjut terkait sifat mekanik dan termal bahan uji.

Berikut merupakan perhitungan dari hasil pengujian :

1. Mencari nilai A (Luas Penampang Spesimen)

$$A = L \times t$$

<u>Aluminium</u>
Spesimen 1, $A_1 = 9,9 \times 9,8 = 97,02$
Spesimen 2, $A_2 = 9,9 \times 9,8 = 97,02$
Spesimen 3, $A_3 = 9,9 \times 9,8 = 97,02$

Tabel 2. Luas Penampang spesimen

2. Mencari nilai A_t (Luas Penampang dibawah Takikan)

$$A_t = L \times H$$

<u>Aluminium</u>
Spesimen 1, $A_{t1} = 9,9 \times 8,8 = 87,12$
Spesimen 2, $A_{t2} = 9,9 \times 8,8 = 87,12$
Spesimen 3, $A_{t3} = 9,9 \times 8,8 = 87,12$

Tabel 3. Luas Penampang dibawah Takikan

3. Mencari nilai HI (Harga Impak)

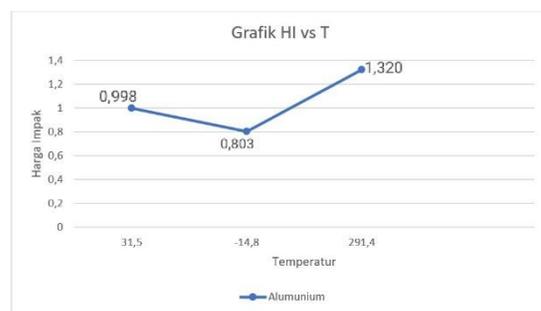
$$HI = \frac{E}{A_t}$$

<u>Aluminium</u>
Spesimen 1, $HI_1 = \frac{87}{87,12} = 0,998$
Spesimen 2, $HI_2 = \frac{70}{87,12} = 0,803$
Spesimen 3, $HI_3 = \frac{115}{87,12} = 1,320$

Tabel 4. Harga Impak

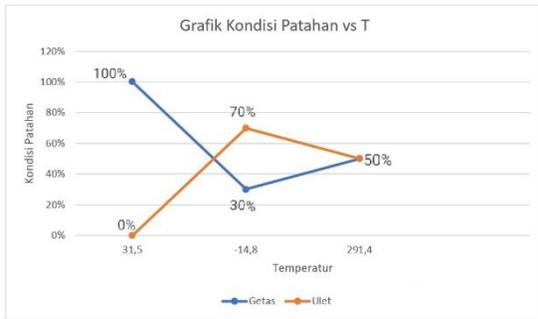
Berikut grafik hasil dari perhitungan :

1. Grafik Harga Impak vs Temperatur



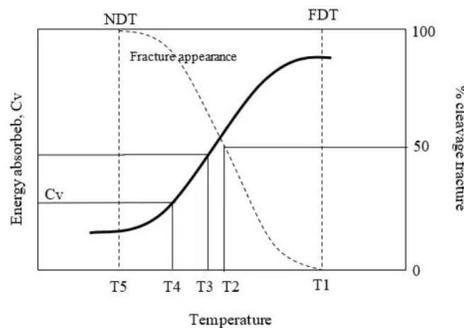
Grafik 1. Harga Impak vs Temperatur

2. Grafik Kondisi Patahan vs Temperatur

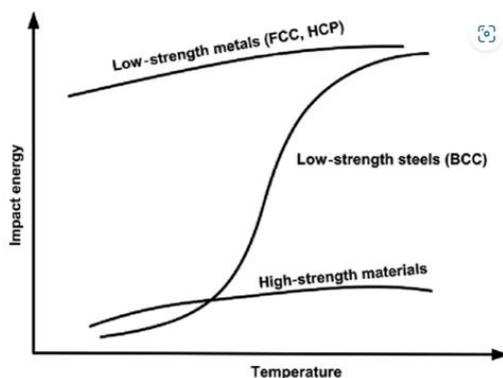


Grafik 2. Kondisi patahan terhadap temperatur

Pengujian impact juga dilakukan dengan berbagai variasi suhu, seperti suhu rendah, suhu kamar, dan suhu tinggi. Variasi harga impact kemudian diplot dalam bentuk kurva untuk melihat pengaruh perubahan suhu terhadap harga impact. Temperatur transisi material yang diuji dapat dihitung dari kurva ini:



Grafik 3. Temperature transisi
 (Sumber: Detech Material Testing laboratory)



Grafik 4. Efek temperatur terhadap jenis material
 (Sumber: Artikel Fracture and Toughness)

Nilai energi impact aluminium dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

1. Jenis material aluminium.
2. Nilai energi impact. Aluminium paduan umumnya lebih tinggi daripada aluminium murni. Hal ini karena adanya penambahan unsur-unsur lain pada paduan aluminium yang meningkatkan kekuatan dan ketangguhan aluminium. Kadar unsur-unsur dalam paduan aluminium. Nilai energi impact aluminium paduan juga dipengaruhi oleh kadar unsur-unsur yang terkandung dalam paduan tersebut. Umumnya, peningkatan kadar unsur paduan yang meningkatkan kekuatan aluminium juga akan meningkatkan nilai energi impact aluminium.
3. Suasana uji. Nilai energi impact aluminium juga dipengaruhi oleh suhu uji. Umumnya, nilai energi impact aluminium akan meningkat seiring dengan penurunan suhu uji. Hal ini karena pada suhu rendah, atom-atom aluminium akan lebih sulit untuk bergeser, sehingga diperlukan energi yang lebih besar untuk mematahkan spesimen. Pada suhu kamar, nilai energi impact aluminium umumnya berkisar antara 100 hingga 500 J/cm². Nilai ini dapat bervariasi tergantung pada jenis material aluminium, kadar unsur-unsur dalam paduan aluminium, dan suasana uji. Pada suhu transisi, nilai energi impact aluminium akan mengalami penurunan yang signifikan. Suhu transisi adalah suhu di mana sifat ulet dan getas aluminium berimbang. Pada suhu transisi, aluminium menjadi lebih rentan mengalami patah getas.

Berdasarkan hasil pembahasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa pengujian impak metode *Charpy* takikan V merupakan metode yang efektif untuk menentukan nilai energi impak alumunium. Nilai energi impak alumunium dapat digunakan untuk menilai ketangguhan alumunium terhadap beban kejut.

Berikut adalah beberapa contoh penerapan pengujian impak *Charpy* takikan V pada alumunium:

1. Pengujian kualitas bahan alumunium. Pengujian impak *Charpy* takikan V dapat digunakan untuk menilai kualitas bahan alumunium, seperti untuk menentukan apakah bahan alumunium tersebut memenuhi persyaratan mutu yang ditentukan.
2. Pengujian desain produk alumunium. Pengujian impak *Charpy* takikan V dapat digunakan untuk menilai desain produk alumunium, seperti untuk menentukan apakah desain produk tersebut cukup tangguh untuk menahan beban kejut yang terjadi selama penggunaan.
3. Pengujian pengaruh perlakuan panas pada alumunium. Pengujian impak *Charpy* takikan V dapat digunakan untuk menilai pengaruh perlakuan panas pada alumunium, seperti untuk menentukan apakah perlakuan panas tersebut dapat meningkatkan nilai energi impak alumunium.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Allah SWT yang senantiasa memberi kelancaran dan kemudahan dalam penelitian ini.

Dalam penelitian ini, kami ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak

Institut Teknologi Nasional atas keramahan, dukungan, dan kesempatan yang diberikan sebagai tempat praktikum pengujian material. Kerjasama yang diberikan telah memberikan warna yang tak terlupakan dalam perjalanan penelitian kami.

Terima kasih juga kami sampaikan kepada Pak Dian Susanto, S.T,M.T, selaku dosen pembimbing kami, atas bimbingan, arahan, dan kesabaran beliau selama proses penelitian. Pandangan dan saran beliau menjadi landasan kuat bagi kelancaran penelitian ini. Kami juga ingin menyampaikan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada orang tua kami atas doa dan dukungan tanpa henti selama perjalanan penelitian ini. Doa dan semangat dari orang tua kami adalah pendorong utama kami untuk terus berusaha dan berkembang.

Terima kasih kepada pihak Institut Teknologi Nasional, Pak Dian Susanto, S.T, M.T, dan orang tua kami atas segala dukungan yang tak ternilai harganya.

SIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Temuan utama dari penelitian ini menunjukkan bahwa pengujian impak pada alumunium dengan metode *Charpy* dan takikan V memberikan pemahaman lebih mendalam tentang ketangguhan material. Penggunaan takikan V mempengaruhi karakteristik impak dan mengidentifikasi zona-zona kritis yang rentan terhadap deformasi atau retakan.

Hasil penelitian ini dapat diaplikasikan untuk meningkatkan desain dan keamanan komponen alumunium dalam beban dinamis. Selain itu, temuan ini memberikan landasan untuk penelitian lebih lanjut dalam

karakterisasi sifat mekanis alumunium, memotivasi pengembangan metode baru dan aplikasi praktis di masa depan.

2. Saran-saran

- a) Mengembangkan penelitian ini dengan memperluas cakupan pada jenis-jenis khusus dari alumunium, seperti paduan atau bentuk yang berbeda.
- b) Melibatkan penelitian lebih lanjut yang mengeksplorasi pengaruh variasi suhu terhadap ketangguhan alumunium.
- c) Memperkaya penelitian dengan penggunaan analisis numerik atau simulasi komputer untuk memodelkan respons material pada tingkat mikro dan makro.

Saran-saran ini diharapkan dapat menginspirasi pengembangan lebih lanjut dari jurnal ini, menjadikan penelitian sebagai dasar yang kokoh untuk penelitian lanjutan dan kontribusi signifikan dalam pemahaman sifat mekanis alumunium.

DAFTAR PUSTAKA

- Arafat Gilang Barokah, 2019, Analisis Uji Kekerasan, Tarik Dan Impak Dari Aluminium Hasil Peleburan Kaleng Minuman Yang Dipadu Dengan Oli https://repository.unsri.ac.id/14269/3/RAMA_21201_03051381520056_0021035910_01_front_ref.pdf
- Firmansyah, (2021). *Material Testing Impact Test*.
<https://www.detech.co.id/impact-test/>
- R Pramono, (2016). Bab II Landasan Teori Pengujian Impak.
<https://repositori.uma.ac.id./ispui/bits>

tream/123456789/119/5/11.813.0011_file5.pdf

Modul Praktikum Pengujian Material Laboratorium Metalurgi Fisik Institut Teknologi Nasional.

Info ebrary.net *Molecular Dynamics Simulation of Nanostructured Materials: An Understanding of Mechanical Behavior . Fracture and Toughness* [Fracture and Toughness, Crack Propagation and Healing Mechanism for Metallic System](#) (ebrary.net)