



Pengaruh Temperatur Terhadap Kekuatan Impak Material Baja ST37 dengan Metode Charpy dan Izod

Jandri Fan HT Saragi^a, Sahat^a, Al Qadry^a, Eka Putra Dairi Boangmanalu^a, Angga Bahri Pratama^{b*}

^aProgram Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan, Jl. Almamater No.1 Kampus USU, Medan, 20155, Indonesia

^bProgram Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan, Jl. Almamater No.1 Kampus USU, Medan, 20155, Indonesia

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima 15 November 23

Diterima setelah direvisi 11 Desember 23

Disetujui 18 Desember 23

Kata kunci:

Temperatur
Material Baja
Izod

Abstract- Impact Test can be interpreted as a test that measures the ability of a material to accept impact loads which are measured by the amount of energy required to break the specimen with a swing. The aim of this test is to determine the effect of temperature on the value of energy absorbed by the material and the impact value. The method used in this research is the experimental method, namely the method used to find the effect of temperature on the impact strength of charpy and izod. The results of the charpy and izod impact tests on ST37 Steel specimens prove that there is an influence of temperature on the charpy and izod impact tests. Where the higher the temperature, the higher the energy absorbed and the impact price. Conversely, the lower the temperature, the energy absorbed and the impact price will be lower. In the test results, the lowest energy absorbed in the charpy impact test was 76 J and 22 J in the izod impact test, while the highest energy absorbed in the charpy impact test was 245 J and 114 J in the izod impact test. The lowest impact price in the test was 0.1727 J/mm² for the charpy impact test and 0.037 J/mm² for the izod impact test, while the highest impact price in the test was 0.5568 J/mm² for the charpy impact test and 0.19 J/mm² for izod impact testing.

Intisari- Uji Impak bisa diartikan sebagai suatu tes yang mengukur kemampuan suatu bahan dalam menerima beban tumbuk yang diukur dengan besarnya energi yang diperlukan untuk mematahkan spesimen dengan ayunan. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap nilai energi yang diserap material dan harga impak. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu metode yang digunakan untuk mencari pengaruh temperatur terhadap kekuatan impak charpy dan izod. Hasil pengujian impak charpy dan izod pada specimen Baja ST37 membuktikan bahwa adanya pengaruh temperatur terhadap pengujian impak charpy dan izod. Dimana semakin tinggi temperatur maka semakin tinggi pula energi yang diserap dan harga impak sebaliknya, semakin rendah suhu maka energi yang diserap serta harga impak akan semakin rendah. Pada hasil pengujian, diperoleh energi terendah yang diserap pada pengujian impak charpy sebesar 76 J dan 22 J pada pengujian impak izod, sedangkan energi tertinggi yang diserap pada pengujian impak charpy sebesar 245 J dan 114 J pada pengujian impak izod. Harga impak terendah pada pengujian sebesar 0,1727 J/mm² untuk pengujian impak charpy dan 0,037 J/mm² untuk pengujian impak izod, sedangkan harga impak tertinggi pada pengujian sebesar 0,5568 J/mm² untuk pengujian impak charpy dan 0,19 J/mm² untuk pengujian impak izod.

1. Pendahuluan

Uji Impak merupakan pengujian ketangguhan pada spesimen berbahan material logam dan komposit. Uji Impak bisa diartikan sebagai suatu tes yang mengukur kemampuan suatu bahan dalam menerima beban tumbuk yang diukur dengan besarnya energi yang diperlukan untuk

mematahkan spesimen dengan ayunan. Pada pengujian ini diperlukan sebuah spesimen sesuai standart ASTM E23 dan di uji dengan menggunakan dua motoda pengujian, yaitu: pengujian charpy dan izod.

Pengujian impak charpy dan izod masih digunakan sampai sekarang, tujuannya adalah untuk mengukur energi impak yang biasa

* Corresponding Author:

E-mail: anggabahri@polmed.ac.id (AB. Pratama)

disebut dengan ketangguhan akibat takikan (notch toughness) [1]. Pengujian Izod banyak digunakan di Eropa terutama Inggris dan merupakan cara dimana spesimen berada pada posisi vertikal pada tumpuan dengan salah satu ujungnya dicekam dengan arah takikan pada arah gaya tumbukan. Tumbukan pada spesimen dilakukan di atas dari takikan, sedangkan pada metode charpy banyak digunakan di Amerika Serikat dan merupakan cara pengujian dimana spesimen dipasang secara horizontal dengan kedua ujungnya berada pada tumpuan, sedangkan tumbukan pada spesimen terjadi tepat di tengah-tengah dengan arah pembebanan tepat diatas takikan [2].

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap nilai energi yang diserap material dan harga impact. Dari kedua metoda tersebut mempunyai karakter pengujian yang berbeda pada penempatan spesimen. Pada metoda charphy spesimen ditaruh tertidur sedangkan spesimen metode izod dalam keadaan tegak berdiri.

Menurut *American Society for Testing and Material (ASTM) E23*, spesimen logam uji impact memiliki dimensi panjang, kedalaman dan takik standar. Ukuran standar yang digunakan untuk bentuk batang adalah luas penampang 10 x 10 mm dan panjang 75 mm, takik V dengan sudut 45° dan kedalaman takik 2 mm. Takik (*notch*) yang umumnya digunakan pada uji impact dapat berupa takik-V, takik-U atau takik Lubang kunci (*Key-hole*), tetapi tipe takik pada metode izod hanya berlaku untuk model takik V [3].

Temperatur pada pengujian impact charpy, digunakan sebagai energi untuk memecahkan spesimen berlekuk. Struktur logam berubah dengan kenaikan temperatur memiliki dampak terhadap sifat mekanik material. Temperatur dapat merubah modulus elastisitas, mengubah ikatan antar atom dan fungsi mekanik. Oleh sebab itu, dalam pengujian charpy temperatur memiliki dampak terhadap perubahan sifat mekanik [4][5].

Hasil kajian yang pernah dilakukan juga membuktikan bahwa temperatur merupakan faktor yang sangat berpengaruh pada ketangguhan suatu material dimana semakin rendah temperatur material maka semakin rendah pula ketangguhannya [6]. Hal ini menandakan temperatur yang sangat rendah yaitu butir-butir material akan sangat rapat sehingga tidak ada ruang untuk terdeformasi elastis dan penyerapan energi sangat kecil, demikian sebaliknya semakin meningkatnya temperatur maka butir-butir material akan merenggang dan meningkatkan terjadinya deformasi dan energi yang diserap juga semakin besar [7].

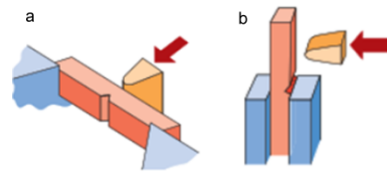
Hasil penelitian yang pernah dilakukan oleh Sukanto (2009), tentang pengaruh temperatur sintering terhadap sifat fisik (densitas) dan sifat mekanik (kekuatan impact, kekuatan lentur) dari material komposit HDPE-karet. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa penambahan temperatur sintering dari 110°C sampai 140°C akan meningkatkan densitas hingga 10.18%, kekuatan impact hingga 71.52%, dan kekuatan lentur hingga 12.28% [8].

Penelitian serupa dilakukan Zuchry dengan melakukan kajian tentang pengaruh temperatur dan bentuk takikan terhadap kekuatan impact logam. Hasilnya membuktikan temperatur dan bentuk takikan akan berpengaruh terhadap kekuatan impact bahan, kekuatan impact berbanding lurus dengan luas penampang bahan dan ketahanan bahan yang mengalami tumbukan tergantung dari sifat mekanis bahan tersebut apakah bahan tersebut ulet, kuat, getas, ataupun rapuh [9].

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu metode yang digunakan untuk mencari pengaruh temperatur terhadap kekuatan impact charpy dan izod. Pada penelitian ini akan menggunakan data-data berupa angka dari hasil perhitungan harga impact pada setiap spesimen uji sesuai temperatur yang ditentukan.

Uji impact merupakan pengujian yang menggunakan pembebanan cepat (*rapid loading*). Pada pembebanan impact, terjadi proses penyerapan energi yang besar dari energi kinetik suatu beban yang menumbuk ke spesimen. Proses penyerapan energi ini dirubah dalam berbagai respon pada material seperti gesekan, efek inersia, dan deformasi plastis. Dalam situasi seperti ini, perlu diketahui karakteristik pada material sehingga tidak terjadi kerusakan atau kegagalan.



Gambar 1. (a) Metode Charpy; (b) Metode Izod.

Pada penelitian ini pengumpulan data dengan melakukan uji impact dengan metode charpy dan izod dan menggunakan benda uji standar. Pada pengujian pukul takik (impact test) digunakan batang uji yang bertakik (*notch*).



Gambar 2. Membuat Takik Spesimen



Gambar 3. Pengujian Charpy dan Izod.

Untuk mendapatkan hasil yang maksimal, maka specimen uji harus distandarasi terlebih dahulu, baik ukuran dan tipe takikannya. Standar yang digunakan yaitu ASTM E 23 yang mempunyai luas penampang melintang berupa bujursangkar (10 x 10 mm) dan memiliki notch $V= 45^\circ$, dengan jari-jari dasar 0.25 mm dan kedalaman 2 mm, seperti tabel berikut ini :

Tabel 1. Dimensi Spesimen Charpy

No	Deskripsi	Dimensi Charpy	Dimensi Izod
1	Panjang Spesimen	55 mm	75 mm
2	Pemusatan Takik	27,5 mm	28 mm
3	Panjang takik ke tepi	90°	90°
4	Sudut sisi yang berdekatan	90°	90°
5	Lebar	10 mm	10 mm
6	Ketebalan	10 mm	10 mm
7	Panjang ligamen, Tipe V	8 mm	8 mm
8	Radius Takik, Tipe V	0.25 mm	0.25 mm
9	Sudut Takik	45°	45°



Gambar 4. (a) Spesimen Charpy; (b) Spesimen Izod.

Teknik pengumpulan yang digunakan yaitu dokumentasi dan observasi. Pengujian impact charpy dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Medan. Data yang sudah dikumpulkan akan digambarkan secara grafis dalam bentuk tabel dan grafik sehingga dapat dihitung serta dianalisis untuk mengetahui seberapa besar tingkat pengaruh dari setiap variabel. Secara lebih jelas tahapan pengujian dijelaskan sebagai berikut:

- Mempersiapkan specimen uji impact
- Melakukan perlakuan dingin terhadap spesimen
- Melakukan pengukuran temperatur terhadap specimen seperti pada Gambar di bawah ini



Gambar 5. Pengukuran Temperatur Spesimen.

- Meletakkan specimen pada mesin uji impact charpy dan Izod
- Melakukan pengujian pada specimen menggunakan *Impact Charpy* dan *Izod* serta mengukur dan mencatat hasil berupa energy yang diserap specimen;
- Menghitung energi impact yang terjadi
- Mendokumentasikan hasil pengujian.

$$\text{Energi yang Diserap (E)} = m \cdot g \cdot \lambda (\cos \beta - \cos \alpha) \quad (1)$$

Dimana :

- m = Massa pendulum (Kg)
- g = Gravitasi 9,81 (m/s^2)
- λ = Jarak lenggan pendulum (m)
- $\cos \alpha$ = Sudut posisi awal pendulum
- $\cos \beta$ = Sudut posisi akhir pendulum

$$\text{Harga Impact (HI)} = \frac{\text{Energi yang di serap (E)(J)}}{\text{Luas penampang di bawah takik (A)[(mm)]^2}} \quad (2)$$

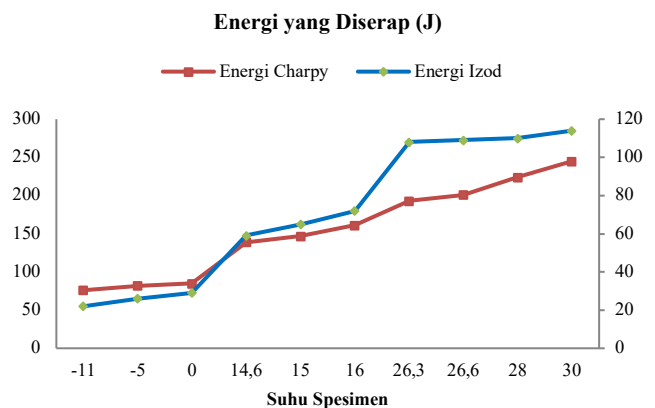
3. Hasil dan Pembahasan

Data suhu specimen pada pengujian dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Suhu pada specimen pengujian Charpy dan Izod

No	Material	Luas Penampang (mm ²)		α (°)	β (°)	Suhu (°C)
		Charpy	Izod			
1	St37	550	750	135	112,5	-11
2	St37	550	750	135	111	-5
3	St37	550	750	135	110	0
4	St37	550	750	135	96,5	14,6
5	St37	550	750	135	94,5	15
6	St37	550	750	135	91	16
7	St37	550	750	135	83,5	26,3
8	St37	550	750	135	81,5	26,6
9	St37	550	750	135	75,5	28
10	St37	550	750	135	70,5	30

Data yang dihasilkan pada penelitian adalah berupa energy dan harga impact baik dalam pengujian charpy maupun izod. Tabel 2 merupakan suhu specimen pada pengujian impact charpy dan izod Pengujian diukur pada tiap dimensi, temperatur yang berbeda sehingga mempengaruhi satuan harga impact dalam joule pers mm persegi (J/mm^2). Pada pengujian impact, massa pendulum yang digunakan sebesar 30 kg dan panjang lengan pendulum sebesar 0,8 m, sedangkan posisi sudut awal pendulum (α) pada pengujian impact charpy sebesar 135° dan pada pengujian impact izod sebesar 90° .

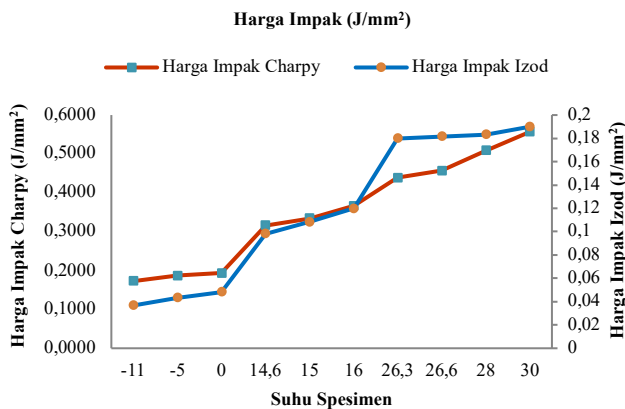


Gambar 6. Energi yang diserap specimen.

Pada Gambar 6 di atas merupakan grafik perbandingan energy yang diserap specimen baja ST37 dalam pengujian impact charpy dan izod pada

temperatur yang sama. Dari sepuluh jenis variasi temperatur dimana temperatur terendah pada pengujian yaitu -11°C dengan energy yang diserap sebesar 76 J pada pengujian impact charpy dan 22 J pada pengujian impact izod. Pada temperatur pengujian -5°C energy yang diserap sebesar 82 J pada pengujian impact charpy dan 26 J pada pengujian impact izod. Pada temperatur pengujian 0°C energy yang diserap sebesar 85 J pada pengujian impact charpy dan 29 J pada pengujian impact izod. Pada temperatur pengujian $14,6^{\circ}\text{C}$ energy yang diserap sebesar 139 J pada pengujian impact charpy dan 59 J pada pengujian impact izod. Pada temperatur pengujian 15°C energy yang diserap sebesar 147 J pada pengujian impact charpy dan 65 J pada pengujian impact izod. Pada temperatur pengujian 16°C energy yang diserap sebesar 161 J pada pengujian impact charpy dan 72 J pada pengujian impact izod. Pada temperatur pengujian $26,3^{\circ}\text{C}$ energy yang diserap sebesar 193 J pada pengujian impact charpy dan 108 J pada pengujian impact izod. Pada temperatur pengujian $26,6^{\circ}\text{C}$ energy yang diserap sebesar 201 J pada pengujian impact charpy dan 109 J pada pengujian impact izod. Pada temperatur pengujian 28°C energy yang diserap sebesar 224 J pada pengujian impact charpy dan 110 J pada pengujian impact izod. Energi tertinggi yang diserap oleh specimen pada pengujian impact charpy sebesar 245 J pada temperatur 30°C sedangkan pada pengujian impact izod sebesar 114 J.

Pada gambar 7 menunjukkan grafik perbandingan harga impact charpy dan izod pada temperatur specimen yang sama. Ditinjau dari grafik pada temperatur -11°C harga impact pada pengujian charpy sebesar $0,1727 \text{ J/mm}^2$ dan pada pengujian impact izod sebesar $0,037 \text{ J/mm}^2$. Harga impact pada temperatur -5°C pada pengujian charpy sebesar $0,1864 \text{ J/mm}^2$ dan pada pengujian impact izod sebesar $0,043 \text{ J/mm}^2$.



Gambar 7. Harga Impact Charpy dan Izod.

Harga impact pada temperatur 0°C pada pengujian charpy sebesar $0,1932 \text{ J/mm}^2$ dan pada pengujian impact izod sebesar $0,048 \text{ J/mm}^2$. Harga impact pada temperatur $14,6^{\circ}\text{C}$ pada pengujian charpy sebesar $0,3159 \text{ J/mm}^2$ dan pada pengujian impact izod sebesar $0,098 \text{ J/mm}^2$. Harga impact pada temperatur 15°C pada pengujian charpy sebesar $0,3340 \text{ J/mm}^2$ dan pada pengujian impact izod sebesar $0,108 \text{ J/mm}^2$. Harga impact pada temperatur 16°C pada pengujian charpy sebesar $0,3659 \text{ J/mm}^2$ dan pada pengujian impact izod sebesar $0,12 \text{ J/mm}^2$. Harga impact pada temperatur $26,3^{\circ}\text{C}$ pada pengujian charpy sebesar $0,4396 \text{ J/mm}^2$ dan pada pengujian impact izod sebesar $0,18 \text{ J/mm}^2$. Harga impact pada temperatur $26,6^{\circ}\text{C}$

pada pengujian charpy sebesar $0,4568 \text{ J/mm}^2$ dan pada pengujian impact izod sebesar $0,182 \text{ J/mm}^2$. Harga impact pada temperatur 28°C pada pengujian charpy sebesar $0,5091 \text{ J/mm}^2$ dan pada pengujian impact izod sebesar $0,183 \text{ J/mm}^2$, dan harga impact pada temperatur tertinggi yaitu 30°C pada pengujian charpy sebesar $0,5568 \text{ J/mm}^2$ dan pada pengujian impact izod sebesar $0,19 \text{ J/mm}^2$.

Gambar 5 dan 6 di atas merupakan perbandingan antara pengujian impact charpy dan izod pada temperatur yang sama. Maka, dapat diberi kesimpulan bahwa grafik kurva temperatur terhadap harga impact charpy dan izod memiliki pengaruh, dimana semakin tinggi temperatur maka harga impact charpy dan izod semakin tinggi pula, sebaliknya semakin rendah temperatur maka semakin kecil harga impactnya. Hal ini menunjukkan bahwa rendahnya temperatur dapat menghasilkan specimen uji yang getas sedangkan tinggi temperatur maka uji specimen akan menjadi ulet. Hal ini diperkuat dengan hasil penelitian bahwa kekerasan akan cenderung semakin meningkat dengan meningkatnya pada specimen baja [10], [11].

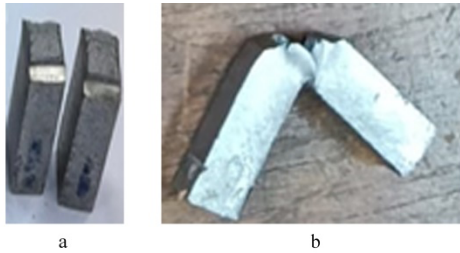
Pada gambar 5 di atas menunjukkan perbedaan hasil pengujian impact charpy dan izod pada temperatur yang sama. Pada hasil penelitian dapat dilihat bahwa pada pengujian impact charpy energy yang diserap oleh specimen lebih besar dibandingkan dengan pengujian impact izod. Hal ini disebabkan karena pada pengujian impact charpy specimen atau material menyerap seluruh energy sedangkan pada pengujian impact izod, pemegang specimen/material turut menyerap energy. Kemudian, specimen pada pengujian charpy diletakkan secara vertical/tidur pada bidang datar sehingga luas penampang yang tertahan lebih kuat. Pada pengujian Izod yaitu pencekam specimen berdiri tegak. Sehingga untuk luasan penampangnya lebih sedikit dari pada metoda charpy. Metode Izod digunakan untuk mengukur energi yang dibutuhkan untuk memecahkan sampel berlekuk, sedangkan metode Charpy digunakan mengukur energi yang diserap oleh sampel selama tumbukan. Hal ini diperkuat dengan hasil penelitian bahwa metode Izod digunakan untuk menguji bahan getas, sedangkan metode Charpy digunakan untuk menguji bahan ulet [12].



Gambar 8. Spesimen Izod setelah di uji

Pada gambar 6, menunjukkan perbedaan hasil pengujian impact charpy dan izod pada temperatur specimen yang sama. Pada perhitungan hasil penelitian diperoleh harga impact terendah berada pada suhu -11°C yaitu sebesar $0,1727 \text{ J/mm}^2$ untuk pengujian impact charpy dan sebesar $0,037 \text{ J/mm}^2$ pada pengujian impact izod sedangkan harga impact tinggi berada pada suhu 30°C yaitu sebesar $0,5568 \text{ J/mm}^2$ untuk pengujian impact charpy dan sebesar $0,19 \text{ J/mm}^2$ pada pengujian impact izod. Perbedaan hasil perhitungan harga impact pada pengujian impact charpy dan izod karena pengaruh dari besarnya energy yang diserap oleh specimen serta luas penampang di bawah takik. Diketahui bahwa luas penampang di bawah takik pada specimen izod lebih besar dibandingkan

dengan specimen charpy sehingga berdasarkan perhitungan mencari harga impact, harga impact charpy lebih besar dibandingkan dengan harga impact izod.



Gambar 9. (a) Spesimen Charpy patah Getas; (b) Spesimen Charpy patah Ulet.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian impact charpy dan izod pada specimen Baja ST37 pada variasi temperatur yang sama untuk specimen charpy maupun izod membuktikan bahwa adanya pengaruh temperatur terhadap pengujian impact charpy dan izod. Dimana semakin tinggi temperatur maka semakin tinggi pula energy yang diserap dan harga impact sebaliknya, semakin rendah suhu maka energy yang diserap serta harga impact akan semakin rendah. Pada hasil pengujian, diperoleh energy terendah yang diserap material ST37 dengan temperatur -11°C pada pengujian impact charpy sebesar 76 J dan 22 J pada pengujian impact izod, sedangkan energy tertinggi yang diserap material ST37 dengan temperatur 30°C pada pengujian impact charpy sebesar 245 J dan 114 J pada pengujian impact izod. Harga impact terendah pada pengujian material ST37 dengan temperatur -11°C sebesar $0,1727 \text{ J/mm}^2$ untuk pengujian impact charpy dan $0,037 \text{ J/mm}^2$ untuk pengujian impact izod, sedangkan harga impact tertinggi pada pengujian material ST37 dengan temperatur 30°C sebesar $0,5568 \text{ J/mm}^2$ untuk pengujian impact charpy dan $0,19 \text{ J/mm}^2$ untuk pengujian impact izod.

Referensi

- [1] C. U. Wardani, Y. Samantha, H. Budiman, F. Teknik, and U. Majalengka, "ANALISIS PENGUJIAN IMPAK METODA IZOD DAN CHARPY MENGGUNAKAN," no. 1, pp. 2–5.
- [2] P. Seminar, N. Sains, and T. Doi, "No Title," pp. 131–137, 2020.
- [3] H. Porawati, "Jurnal Inovator Analisis Alat Uji Impact Metode Izod pada Bengkel Politeknik Jambi," vol. 1, no. 1, pp. 1–5, 2018.
- [4] J. Fan, H. T. Saragi, A. B. Pratama, E. Putra, D. Boangmanalu, and A. Qadry, "Pengaruh Temperatur terhadap Kekuatan Impact pada Material Besi Nako 10 mm," vol. 04, no. 01, 2023.
- [5] S. Pranata, T. Husni, and R. Afriany, "EISSN : 2686-5416 TEKNIKA : Jurnal Teknik VOL . 7 NO . 2 PENGARUH VARIASI SUHU TEMPERING 200°C 400°C 600°C TERHADAP KEKERASAN DAN KETANGGUHAN BAJA JIS G4801 SUP 9 Fakultas Teknik Universitas IBA TEKNIKA : Jurnal Teknik VOL . 7 NO . Oktober 2020," vol. 7, no. 2, pp. 216–224.
- [6] M. Z. Prawira and S. J. Sisworo, "PENGARUH PERBEDAAN SUHU TERHADAP KEKUATAN IMPACT ALUMINIUM 5083 HASIL PENGLASAN TUNGSTEN INERT GAS," pp. 362–370.
- [7] D. P. Kosasih and H. D. Nugraha, "Analisa Pengaruh Temperatur terhadap Impact Al 20xx dan Baja AISI," vol. 4, no. 2, pp. 31–40, 2020.
- [8] H. Sukanto, "Pengaruh Suhu Sintering Terhadap Densitas dan Kekuatan Komposit Plastik - Karet The Influence of Sintering Temperature toward Density and Strength of Plastic-Ruber Composite," vol. 3, no. 1, pp. 2–6, 2009.
- [9] M. Z. M., "Pengaruh temperatur dan bentuk takikan terhadap kekuatan impact logam," vol. 3.
- [10] Hasrin, "Analisa perpatahan baja st 60 yang dikenai beban impact charpy," pp.

- 1–4.
- [11] M. Nurdin, Z. Muhsin, and B. Anwar, "Pengaruh Temperatur terhadap Kekuatan Impact Sambungan Las Listrik pada Material Besi Plat ST 42," pp. 35–42, 2016.
- [12] H. Purwanto, "Analisis Keakuratan Hasil Uji Impact dengan Metode Izod dan Charpy," pp. 130–135, 2017.