



PERANCANGAN ALAT PENGUJIAN IMPAK METODE CHARPHY SKALA LAB MENGGUNAKAN ASTM E23

Dimas Ega Setiawan^{1*}, Asnawi Lubis², Anang Ansyori³, Beny Hartawan⁴

^{1,2,4}Teknik Mesin, Universitas Malahayati

³Teknik Mesin, Universitas Lampung

Corresponden Email : egadimas37@gmail.com¹

Abstract

One of the basic construction requirements is material. The mechanical properties required by a material include ductility, hardness, strength, and toughness. To determine the mechanical properties of a metal, it must be tested, one of which is the impact test. Impact testing is a test that measures resistance to shock loads. This study aims to design and construct an impact testing machine using the Charpy method and conduct direct research to determine the strength and impact energy of a metal. The tools used include a measuring scale, bearings, a shaft, a frame, a pendulum, and brakes. The test specimens used the ASTM E23 standard, which has a square cross-sectional area (10 x 10 mm) and a V-notch of 45°, with a base radius of 0.25 mm and a depth of 2 mm, and a 10 mm rivet. This impact test equipment has a pendulum weight of 18 kg, a pendulum length of 700 mm, an initial knock position of 1450, has dimensions of 1500 mm in length, 350 mm in width, and 1200 mm in height. The first specimen has a cross-sectional area of 550 mm² at 0°C producing an impact energy of 212.131 J, and an impact value of 0.385 J/mm². The second specimen at 15 °C produces an impact energy of 213.953 J and an impact value of 0.389 J/mm². The third specimen at 30 °C produces an impact energy of 221.464 J and an impact value of 0.402 J/mm². The fourth specimen at 45 °C produces an impact energy of 222.360 J and an impact value of 0.404 J/mm². The fifth specimen, at 60°C, produced an impact energy of 223.108 J, resulting in an impact value of 0.405 J/mm². Testing ASTM E23-standardized steel with varying temperatures revealed that steel becomes more brittle when exposed to low temperatures, and more ductile when exposed to high temperatures.

Keywords: Design, Charpy Method, ASTM E23, Impact testing.

Abstrak

Dalam salah satu kebutuhan dasar konstruksi adalah material. Sifat mekanik yang dibutuhkan oleh material terdiri dari keuletan, kekerasan, kekuatan, dan ketangguhan. Untuk mengetahui sifat mekanik suatu logam, harus dilakukan pengujian terhadap logam tersebut salah satunya yaitu uji impak. Uji impak merupakan suatu pengujian yang mampu memeriksa ketahanan beban terhadap beban kejut. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan desain dan pembuatan mesin uji impak menggunakan metode charpy dan melakukan penelitian secara langsung untuk menentukan kekuatan dan energi impak suatu logam. Komponen yang digunakan yaitu skala ukur, bantalan, poros, rangka, pendulum dan pengereman sedangkan spesimen pengujiannya menggunakan standar ASTM E23 yang mempunyai luas penampang melintang berupa bujursangkar (10 x 10 mm) dan memiliki notch V= 45°, dengan jari-jari dasar 0.25 mm dan kedalaman 2 mm, serta besi nako 10 mm. Peralatan uji impak ini mempunyai berat bandul 18 kg, panjang pendulum 700 mm, posisi awal ketukan 145⁰ mempunyai dimensi panjang 1500 mm, lebar 350 mm, dan tinggi 1200 mm. Spesimen pertama memiliki luas penampang sebesar 550 mm² pada 0°C menghasilkan energi impak 212,131 J, dan nilai impak diperoleh sebesar 0,385 J/mm². Spesimen kedua pada 15 °C menghasilkan energi impak 213,953 J dan diperoleh nilai impak sebesar 0,389 J/mm². Spesimen ketiga pada 30 °C menghasilkan energi impak 221,464 J dan diperoleh nilai impak sebesar 0,402 J/mm². Spesimen keempat pada 45 °C menghasilkan energi impak 222,360 J dan nilai impak yang diperoleh sebesar 0,404 J/mm². Serta spesimen kelima pada 60 °C menghasilkan energi impak 223,108 J dan diperoleh nilai impak sebesar 0,405 J/mm². Pada pengujian besi nako yang distandarisasi ASTM E23 dengan variasi temperatur dapat disimpulkan bahwa pada saat besi nako diberi temperatur rendah maka akan menjadi lebih getas kemudian pada saat diberi temperatur tinggi besi nako akan menjadi lebih ulet.

Kata Kunci: Perancangan, Metode Charpy, ASTM E23, Pengujian Impak.

PENDAHULUAN

Salah satu kebutuhan dasar konstruksi adalah material. Sifat mekanik yang dibutuhkan oleh material akan bervariasi, sifat mekanik ini terutama meliputi kekerasan, keuletan, kekuatan, dan ketangguhan. Karena setiap bahan mempunyai sifat yang berbeda-beda, maka banyak cara untuk menguji sifat suatu material. Salah satu cara untuk mengukur kekuatan, kekerasan, dan keuletan material adalah uji impak ((Yopi, 2013).

Pengetahuan tentang sifat-sifat material akan menjadi sangat penting di masa depan dalam menciptakan alat yang dapat membantu kebutuhan hidup sehari-hari. Logam mempunyai sifat fisik, mekanik, thermal, dan korosif. Salah satu sifat yang penting adalah sifat mekanik. Sifat mekanik terdiri dari keuletan, kekerasan, kekuatan, dan ketangguhan. Untuk mengetahui sifat mekanik suatu logam, harus dilakukan pengujian terhadap logam tersebut (Putra, 2019).

Uji impak merupakan suatu pengujian yang mampu memeriksa ketahanan beban terhadap beban kejut. Hal ini yang membedakan uji impak dengan uji tarik dan kekerasan dimana pembebanan dilakukan secara perlahan. Pengujian impak mencoba untuk mensimulasikan kondisi pengoperasian material yang biasa ditemukan pada peralatan transportasi maupun konstruksi, dimana beban terjadi secara tiba-tiba dan bukan secara perlahan misalnya, deformasi bumper mobil akibat kecelakaan. Metode pengujian impak ini didasarkan pada penyerapan energi potensial dari beban pendulum saat berayun dari suatu ketinggian tertentu, yang kemudian menumbuk benda uji sehingga mengakibatkan deformasi. Pembebanan cepat disebut dengan beban impak, yang menyerap banyak energi kinetik beban yang menumbuk spesimen. Proses penyerapan energi ini akan bervariasi sebagai respons terhadap material seperti deformasi plastis, efek histeristis, efek gesekan, dan inersia. Salah satu pengujian yang digunakan untuk menentukan jenis logam adalah pengujian impak, dimana hasil pengujian tersebut diharapkan mampu menganalisis berbagai jenis logam dan karakteristik perpatahan yang dihasilkannya (Mahadi & Rayhan, 2020).

Pada uji charpy banyaknya energi yang diserap oleh bahan untuk terjadinya perpatahan merupakan ukuran ketahanan impak atau ketangguhan bahan tersebut. suatu material dikatakan tangguh bila mampu menyerap energi yang besar tanpa mengalami keretakan atau terdeformasi dengan mudah. Pada Uji Charpy menentukan besar energi total yang diserap benda uji biasanya dinyatakan dalam satuan joule dan dibaca langsung pada skala (dial) penunjuk yang telah dikalibrasi pada mesin penguji.

Karena takik pada benda uji Charpy tidak setajam takik yang terdapat pada pengujian mekanika perpatahan, ada usaha untuk menggunakan benda uji Charpy standar dengan retak awal. Retak awal ini berupa retak lelah (fatigue crack) pada ujung takik V. Benda uji dengan retak awal ini digunakan pada pengujian Charpy yang dilengkapi alat ukur tambahan untuk mengukur harga ketangguhan perpatahan dinamik.

Keuntungan utama uji impak takik charpy V adalah mudah dilakukan, murah dan benda ujinya kecil. Selain itu, pengujiannya dapat dilakukan di bawah temperatur ruang. Uji tersebut juga dapat digunakan untuk memperbandingkan pengaruh paduan dan perlakuan panas pada ketangguhan takik serta sering digunakan untuk keperluan pengendalian kualitas bahan. Kesukaran utama yang dihadapi adalah bahwa hasil uji charpy kurang mungkin dimanfaatkan dalam perancangan. Karena besar level tegangan tidak diberikan, sukar untuk menghubungkan data dengan performance pemakaian. Selain itu, tidak terdapat hubungan antara data Charpy dengan ukuran cacat. Sebagai tambahan, sebaran hasil uji yang besar mempersulit penentuan kurva-kurva peralihan secara cermat (Dieter, 1987).

Berdasarkan uraian diatas peneliti tertarik untuk melakukan perancangan alat pengujian impak metode charpy skala lab menggunakan ASTM E23. dengan langkah awal melakukan desain dan pembuatan mesin uji impak menggunakan metode charpy serta melakukan penelitian secara langsung untuk menentukan kekuatan dan energi impak suatu logam dengan tujuan agar alat uji yang dirancang layak digunakan dan berstandar. Selain itu, perancangan memungkinkan agar alat uji yang dibuat prosesnya lebih cepat dan alat uji ini terhindar dari kegagalan produksi dan operasi.

Usaha yang dilakukan pendulum waktu memukul benda uji atau energi yang diserap benda uji sampai mengalami perpatahan dapat ditentukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Energi yang diserap (Joule)} &= E_p = \\ &= m.g.h_1 - m.g.h_2 \\ &= m.g (h_1 - h_2) \\ &= m.g (\lambda (1 - \cos \alpha) - \lambda (1 - \cos \beta)) \\ &= m.g (\lambda - \lambda \cos \alpha - \lambda + \lambda \cos \beta) \\ &= m.g. \lambda (\cos \beta - \cos \alpha)\end{aligned}$$

Maka Energi yang diserap oleh benda uji dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut :

$$m.g. \lambda (\cos \beta - \cos \alpha)$$

Keterangan :

E_p = Energi Potensial (joule)

m = massa Pendulum (kg)

g = Percepatan gravitasi 9,81 m/s²

h_1 = Ketinggian awal antara pendulum

h_2 = Ketinggian antara pendulum

λ = Jarak lengan pengayun (m)

α = Sudut posisi awal pendulum (°)

β = Sudut posisi akhir pendulum(°)

Dari persamaan (2.1) didapatkan besarnya energi impak yaitu :

$$K = (\text{Energi yang diserap (J)})/A$$

Dimana :

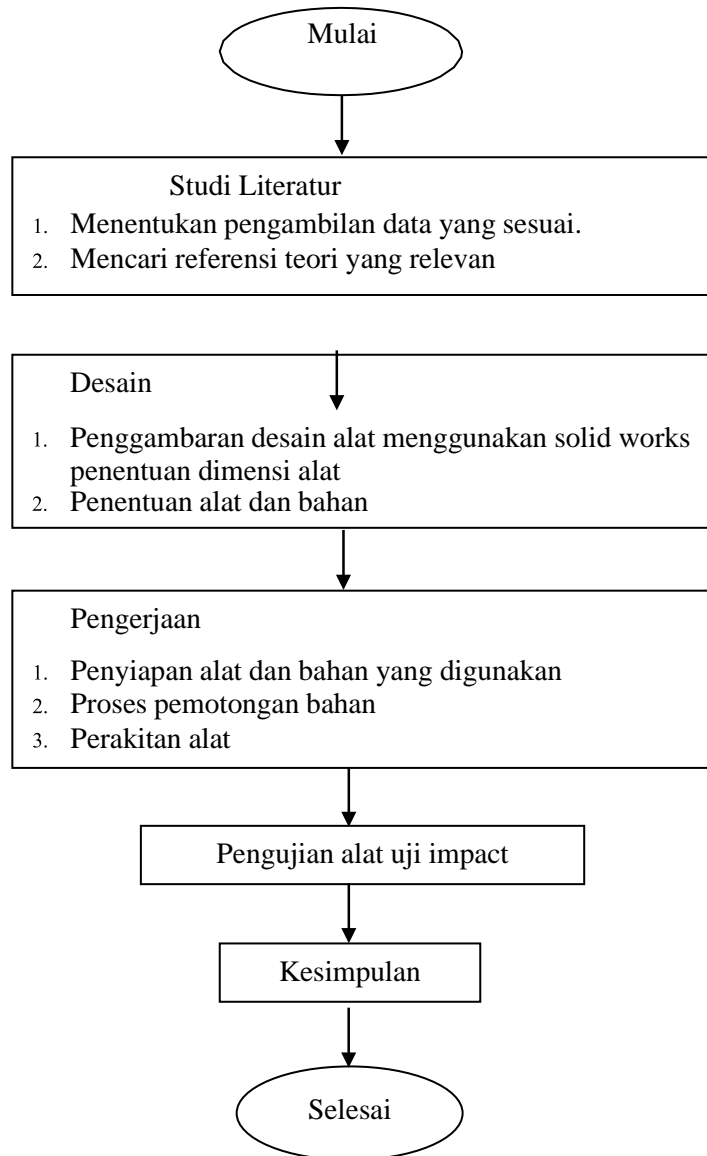
K = Nilai Impak (J/mm²)

J = Energi Yang Diserap (Joule)

A = Luas Penampang dibawah Takikan (mm²)

METODE PENELITIAN

Alat uji impact dengan metode Charpy dibuat setelah perancangan spesifikasi alat uji memenuhi persyaratan yang sesuai dengan standar ASTM E23 dan skala laboratorium yang diinginkan. Konsep alat uji impact dirancang dengan mempertimbangkan spesifikasi pada alat uji impact standar ASTM E23. Metode pengujian spesimen ini menggunakan besi nako dengan metode eksperimen, metode pengujian ini dapat diartikan sebagai metode pengujian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap variasi temperatur yang lain dalam kondisi yang terkendalikan. Pada pengujian ini, spesimen diberikan perlakuan dengan temperatur 0 °C, 15 °C, 30 °C, 45 °C, 60 °C. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2024 di laboratorium Universitas Malahayati, Bandar Lampung.



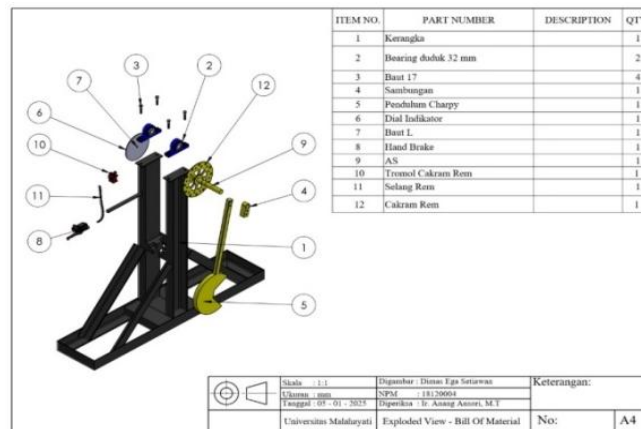
Gambar 1. Diagram Alir

KOMPONEN DAN ALAT UJI IMPAK

Komponen alat impak uji charpy terdiri dari indikator, bantalan, poros, rangka dan pendulum sedangkan peralatan yang digunakan dalam pembuatan alat uji impak diantaranya yaitu mesin las listrik, siku ukur, roll meter, gerinda potong, amplas, kuas dan cat, penggores plat, besi kanal UNP, besi pejal, dan besi siku.

PEMBUATAN ALAT UJI IMPACT METODE CHARPY

Pembuatan alat uji impact dengan metode Charpy dilakukan setelah spesifikasi alat uji dirancang sesuai standar ASTM E23 dan memenuhi persyaratan dimensi serta material yang sesuai kebutuhan pengguna. Saat membuat peralatan uji, perancangan diimplementasikan dalam gambar Solid Works dan selanjutnya diwujudkan dalam bentuk nyata. Jika terjadi hambatan dalam proses pembuatan, maka spesifikasi alat uji akan dibuat kembali.



Gambar 2. Design Rangka Solidworks

Pembuatan alat uji impact metode Charpy ini telah meliputi beberapa pengerjaan yaitu:

1. Melakukan pemotongan besi kanal unip menjadi dua dengan ukuran Panjang 120 cm untuk pembentukan rangka atas.
2. Memotong besi kanal unip menjadi dua bagian dengan ukuran Panjang 35 cm untuk pembentukan rangka bawah.
3. Memotong besi pejal dengan ukuran Panjang 55,5 cm untuk pembentukan gagang pendulum.
4. Membuat potongan lingkaran dengan ukuran diameter 30 cm menggunakan besi plat tebal 4 mm untuk pembentukan pendulum.
5. Memotong besi pejal dengan ukuran Panjang 31 cm untuk pembuatan poros.
6. Memotong besi siku menjadi 3 bagian sebanyak 2 masing-masing dengan Panjang 150 cm, 50 cm, 35 cm.
7. Membuat bentuk dudukan spesimen dengan ukuran Panjang 12 cm lebar. depan belakang 7 cm kedalaman dudukan 2,5 cm.
8. Penyatuan besi-besi dengan mesin las listrik, menjadi kerangka alat dan pendulum.
9. Pengelasan dudukan spesimen
10. Memasang komponen-komponen alat seperti bearing, cakram, kaliver, master rem, indikator sudut, selang rem, mur dan baut.
11. Pengamplasan besi-besi untuk menghilangkan karat, menyemprotkan epoxy dan cat.

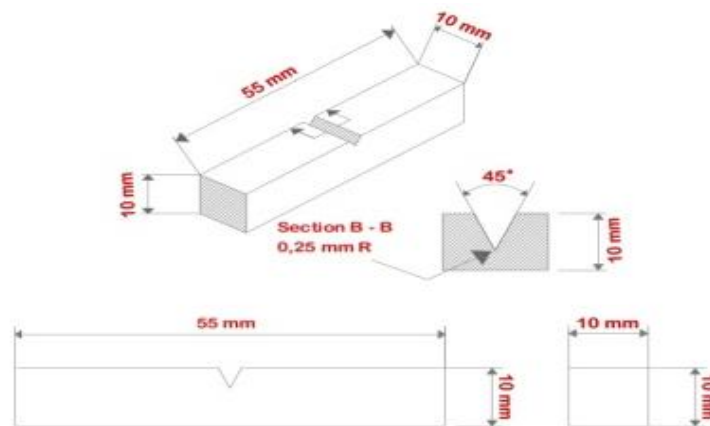
12. Finishing.

Untuk mengetahui berapa energi potensial yang didapat pada alat uji impak Charpy ini maka harus ditentukan berat pendulum yaitu 18 kg, dengan jarak ketinggian 700 mm dengan titik awal pemukulan 145° dan percepatan gravitasi bumi $9,81 \text{ m/s}^2$ maka penyelesaiannya dapat dihitung menggunakan rumus:

$$EP = m \cdot g \cdot h (1 - \cos a)$$

SPEKIMEN PENGUJIAN

Untuk mendapatkan hasil yang memuaskan, maka batang uji harus distandarisasi terlebih dahulu, baik ukuran dan tipe takikannya, Standar yang digunakan yaitu ASTM E 23 yang mempunyai luas penampang melintang berupa bujursangkar ($10 \times 10 \text{ mm}$) dan memiliki notch $V=45^\circ$, dengan jari-jari dasar $0,25 \text{ mm}$ dan kedalaman 2 mm , menggunakan besi nako 10 mm (Saragi *et al.*, 2023).



Gambar 3. Spesimen Pengujian Autocad

Setelah itu, melakukan pengukuran temperatur dengan menggunakan alat termometer terhadap spesimen pada kondisi temperatur 0°C , 15°C , 30°C , 45°C dan 60°C kemudian meletakkan spesimen pada alat uji impak Charpy dengan posisi takikan menghadap searah jarum jam kemudian diletakkan secara mendatar pada dudukan spesimen. Selanjutnya spesimen dilakukan pembebanan, palu pendulum diangkat berlawanan arah jarum jam dengan ketinggian 145° kemudian dijatuhkan pada spesimen. Energi yang diserap oleh spesimen dihitung berdasarkan perbedaan energi potensial pendulum saat dan sesudah pemukulan (dapat dibaca langsung di indikator pada mesin pengujian).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat uji impak Charpy yang dibuat pada perancangan ini menggunakan rangka berbahan besi kanal UNP, besi pejal, besi siku, besi plat tebal yang disatukan dengan sistem welding. Bearing pillow blok upc digunakan sebagai bantalan poros pendulum sehingga putaran poros pendulum lebih aman dan tidak

goyang, kemudian dikencangkan dengan baut mur baja. Sistem pengereman menggunakan cakram motor untuk menghentikan laju pendulum saat sesudah menghantam spesimen. Sistem operasional alat uji impact Charpy yang telah dirancang dan dibuat serta dapat digerakan secara manual.

Tabel 1. Hasil Pengujian Besi Nako dengan Metode Charpy

Kode Spesimen	Temperatur (°C)	Lebar (cm)	Tebal (cm)	Luas (cm ²)	Sudut α (°)	Sudut β (°)	Panjang pendulum (m)	Berat Pendulum (kg)	Energi patah (kg.m ² /s ²)
1	0	1	1	1	145	26	0,70	18	212,131
2	15	1	1	1	145	24	0,70	18	213,953
3	30	1	1	1	145	13	0,70	18	221,464
4	45	1	1	1	145	11	0,70	18	222,360
5	60	1	1	1	145	9	0,70	18	223,108

Dari data yang didapatkan pada penelitian diatas energi impact menunjukkan besarnya energi yang diserap oleh benda uji sehingga benda uji Charpy maka besarnya energi impact dapat dituliskan dengan rumus:

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

Sehingga didapatkan hasil pada spesimen pertama memiliki luas penampang sebesar 550 mm² dengan temperatur 0 °C menghasilkan energi impact 212,131 J, nilai impact yang terjadi diperoleh melalui perhitungan sebesar 0,385 J/mm². Spesimen kedua dengan temperatur 15 °C menghasilkan energi impact 213,953 J, nilai impact yang terjadi diperoleh melalui perhitungan sebesar 0,389 J/mm². Spesimen ketiga memiliki temperatur 30 °C menghasilkan energi impact 221,464 J, nilai impact yang terjadi diperoleh melalui perhitungan sebesar 0,402 J/mm². Spesimen keempat dengan temperatur 45 °C menghasilkan energi impact 222,360 J, nilai impact yang terjadi diperoleh melalui perhitungan sebesar 0,404 J/mm². Serta spesimen kelima dengan temperatur 60 °C menghasilkan energi impact 223,108 J, nilai impact yang terjadi diperoleh melalui perhitungan sebesar 0,405 J/mm. Dari hasil saat melakukan pengujian impact Charpy dapat mengetahui cara mencari hasil nilai dari energi impact pada setiap spesimen yang akan diujikan, Maka hasil nilainya dapat diketahui setelah melakukan pengujian dengan cara melakukan pengukuran pada tiap–tiap dimensi spesimen yang ada, agar mendapatkan hasil ukuran dan mendapatkan nilai energi impact yang berbeda–beda. Melalui data yang didapat bisa kita amati dari spesimen yang telah diberi temperatur tertentu akan berpengaruh dengan nilai impact.



Gambar 5. Spesimen Setelah Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat amati dari spesimen yang telah diberi temperatur tertentu akan berpengaruh dengan nilai impact. Pada spesimen 5 merupakan nilai impact yang terbesar dibandingkan dengan spesimen lainnya. Hal ini membuktikan dengan tingginya temperatur dapat mempengaruhi keuletan pada besi nako ini, sedangkan untuk spesimen 1 dilakukan percobaan dengan temperatur lebih rendah dibandingkan dengan spesimen lainnya sehingga diperoleh harga nilai lebih rendah. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Wahyu & Irwan, 2020 bahwa temperatur yang diberikan terhadap spesimen pengujian memberikan pengaruh yang cukup membuat spesimen uji menjadi lebih getas dan bila temperatur yang diberikan kepada spesimen uji semakin tinggi maka spesimen uji tersebut semakin ulet.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dari 5 spesimen yang diuji impact didapatkan bahwa spesimen pertama memiliki luas penampang sebesar 550 mm² pada 0 °C menghasilkan energi impact sebesar 212,131 J, nilai impact yang diperoleh melalui perhitungan sebesar 0,385 J/mm². Spesimen kedua pada 15 °C menghasilkan energi impact sebesar 213,953 J, nilai impact yang terjadi diperoleh melalui perhitungan sebesar 0,389 J/mm². Spesimen ketiga pada 30 °C menghasilkan energi impact 221,464 J, nilai impact yang terjadi diperoleh melalui perhitungan sebesar 0,402 J/mm². Spesimen keempat pada 45 °C menghasilkan energi impact 222,360 J, nilai impact yang terjadi diperoleh melalui perhitungan sebesar 0,404 J/mm². Serta spesimen kelima pada 60 °C menghasilkan energi impact 223,108 J, nilai impact yang terjadi diperoleh melalui perhitungan sebesar 0,405 J/mm². Pada uji spesimen besi nako yang distandarisasi ASTM E23 dengan variasi temperatur dapat disimpulkan bahwa pada saat besi nako diberi temperatur rendah maka besi nako akan menjadi lebih getas kemudian pada saat besi nako diberi temperatur tinggi akan menjadi lebih ulet.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprizal & Yose R. (2019). Pengaruh Sifat Kekerasan dan Impak pada Komponen Poros Sepeda Motor Melalui Perlakuan Panas. 2(2).
- Hardiana, F., Budiman, H., Samantha, Y., Teknik, F., & Majalengka, U. (2016). *Perancangan Alat Uji Impak Metode Charpy Dan Izod*.
- Mahadi & Rayhan, N. (2020). Pengaruh Variasi Pengadukan Serbuk Aluminium (Al), Magnesium (Mg), Dan Seng (Zn) Terhadap Sifat Mekanik Logam Dengan Metode Metalurgi Serbuk. *Dinamis*, 8(1), 9.
- 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.
- Putra, W. T. (2019). A Zenk Galvalum Analisa kekuatan tarik Seng Galvalum terhadap beban yang di berikan. *Machine : Jurnal*
- Yopi, Handoyo. (2013). Perancangan Alat Uji Impak Metode Charphy Kapasitas 100 Joule. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 1(2), 45-53.
- Saragi, J. F. H., Bahri Pratama, A., Putra Dairi Boangmanalu, E., Al Qadry, & Taruyun Hudeardo Sinaga, F. (2023). Pengaruh Temperatur terhadap Kekuatan Impak pada Material Besi Nako 10 mm. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 4(1).
- Wahyu, M., & Irwan, A. (2020). Analisa Uji Impak Baja Carbon Steel 1045 Dengan Menggunakan Metode Charpy. *Jurnal Simetri Rekayasa*, 2(1), 82–86.