

**Rancang Bangun Mesin Impak *Charpy* dan Kesan Pertamanya terhadap
Minat Belajar Mahasiswa pada Matakuliah Ilmu Bahan**

**RANCANG BANGUN MESIN IMPAK *CHARPY* DAN KESAN PERTAMANYA TEHADAP
MINAT BELAJAR MAHASISWA PADA MATAKULIAH ILMU BAHAN**

Mohammad Munib Rosadi

Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasyim Asy'ari, Email: munib.rosadi@gmail.com

Basuki

Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasyim Asy'ari, Email: ukibas02its@gmail.com

Agung Samudra

Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasyim Asy'ari, Email: samudraagung8674@gmail.com

Ali Hasbi Ramadani

Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasyim Asy'ari, Email: alihhasbi89@yahoo.com

Abstrak

Kebutuhan akan alat ukur sifat mekanik material pada mata kuliah Ilmu Bahan menjadikan mesin impak *charpy* untuk segera dihadirkan guna menjadi sarana pendukung sekaligus sebagai acuan mahasiswa dalam melaksanakan pengujian impak. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui cara mendesain dan membuat mesin impak *charpy*, mengetahui cara kerja dan menganalisa performa didasarkan pada energi impak yang diterima oleh spesimen serta mengetahui dampaknya terhadap minat belajar mahasiswa pada matakuliah Ilmu Bahan. Penelitian ini merupakan penelitian rancang bangun yang pada akhirnya menghasilkan sebuah produk. Performa alat menggunakan sepuluh spesimen baja dengan dimensi 10mm x 10 mm x 55 mm menunjukkan rata-rata harga impak 1,509601 J/mm². Hasil pengukuran angket minat belajar menunjukkan indikator ketertarikan mahasiswa terhadap kehadiran mesin uji impak *charpy* pada mata kuliah ilmu bahan sebesar 73,68%.

Kata Kunci: rancang bangun, impak, *charpy*, minat belajar.

Abstract

The need for measuring the mechanical properties of material in the Material Science course makes the charpy impact machine to be immediately presented to be a supporting tool as well as a reference for students in carrying out impact testing. The purpose of this study was to find out how to design and create a charpy impact machine, find out how to work and analyze performance based on the impact energy received by the specimen and find out the impact on student learning interest in the Materials Science course. This research is a design research that ultimately produces a product. The performance of the tool uses ten steel specimens with dimensions of 10mm x 10 mm x 55 mm indicating an average impact price of 1,509601 J / mm². The measurement results of the learning interest questionnaire showed an indicator of student interest in the presence of the charpy impact testing machine in the materials science course at 73.68%.

Keywords: design, impact, charpy, learning interest

PENDAHULUAN

Kebutuhan baja domestik sebagai pilihan utama bahan primer infrastruktur terus meningkat. Di tahun 2017 diperkirakan kebutuhan baja mencapai 13,5 juta ton dan akan meningkat menjadi 14,3 juta ton di tahun 2018 (Okezone, 2017). Hal ini didasarkan pada segi pertimbangan ekonomi dan sifat mekanik yang cocok digunakan sebagai pemikul beban. Sifat mekanik tersebut terutama meliputi kekuatan (*strength*), ketangguhan (*toughness*) dan kepatahan (*decency*). Sifat mekanik

inilah yang perlu diketahui sebelum baja benar-benar digunakan. Salah satu metode yang umum digunakan adalah dengan melakukan pengujian impak.

Uji impak merupakan upaya untuk menggambarkan kondisi operasi material yang sering ditemui dalam konstruksi logam dimana beban bisa datang secara tiba-tiba, sehingga idealnya diperlukan pengujian dalam skala besar dalam hal jumlah dan dimensi material. Namun dari sudut ekonomi hal ini tidak dimungkinkan untuk dilakukan karena memerlukan biaya yang sangat besar. Pengujian yang dilakukan dalam

skala kecil pada umumnya adalah uji impak *charpy*. Hasil pengujian ini akan menunjukkan tingkat kegetasan dan harga impak material.

Mata kuliah ilmu bahan pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasyim Asy'ari mempelajari tentang klasifikasi bahan teknik, sifat-sifat bahan teknik, jenis-jenis logam dan macam-macam pengujian logam. Sehingga kehadiran mesin impak *charpy* sangat dibutuhkan untuk dijadikan acuan mahasiswa dalam melaksanakan pengujian impak. Mesin ini diharapkan mampu memberikan dampak yang signifikan terhadap minat belajar mahasiswa pada matakuliah Ilmu Bahan.

Perumusan Masalah

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana desain mesin impak *charpy*?
2. Bagaimana proses pembuatan mesin impak *charpy*?
3. Bagaimana unjuk kerja mesin impak *charpy*?
4. Bagaimana kesan pertama kehadiran mesin impak *charpy* terhadap proses pembelajaran matakuliah Ilmu Bahan ditinjau dari minat belajar?

Tujuan Penelitian

1. Tujuan Akademis
Tujuan akademis dari penelitian ini adalah:
 - a. Sebagai sarana praktikum mata kuliah Ilmu Bahan pada Laboratorium Teknik Mesin Universitas Hasyim Asy'ari.
2. Tujuan Teknis
Tujuan teknis dari penelitian ini adalah:
 - a. Mengetahui dampak uji impak metode *charpy*
 - b. Mengetahui nilai impak dari suatu material
 - c. Mengetahui kesan pertama kehadiran mesin impak *charpy* terhadap proses pembelajaran matakuliah Ilmu Bahan ditinjau dari minat belajar.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memperoleh pemahaman mesin impak secara *real*.
2. Menambah sarana untuk praktikum di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Hasyim Asy'ari.

METODE

Rancangan Penelitian

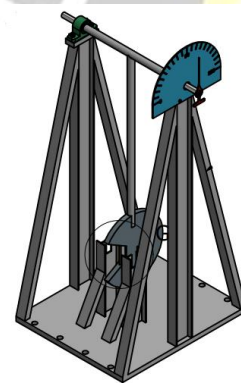
Gambar 1 dibawah ini menunjukkan diagram alir rancangan penelitian rancang bangun mesin impak *charpy*.



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Desain Alat

Gambar 2 dibawah ini menunjukkan rancangan desain mesin impak *charpy* yang akan dikerjakan.



Gambar 2. Desain Mesin Impak *Charpy*

Spesifikasi Alat

Tipe Mesin	: <i>Charpy</i>
Berat Pendulum	: 16 kg
Posisi Awal Pemukulan	: 180 ⁰
Sudut Pisau Pemukul	: 30 ⁰
Dimensi Mesin	: 750 mm x 750 mm x 1250 mm
Standar Bahan Uji	: Baja

Rancang Bangun Mesin Impak Charpy dan Kesan Pertamanya terhadap Minat Belajar Mahasiswa pada Matakuliah Ilmu Bahan

Subjek Penelitian

Subyek dalam penelitian ini adalah seluruh mahasiswa semester 5 Prodi Teknik Mesin Unhasy yang saat ini menempuh matakuliah Ilmu Bahan.

Prosedur Penelitian

Pertama-tama peneliti melakukan desain dan perancangan mesin, kemudian melaksanakan pengerjaan mesin. Setelah mesin selesai dibuat selanjutnya melakukan pengujian pada mesin. Pertama adalah pengujian unjuk kerja dan kedua menyebarkan angket minat belajar kepada mahasiswa. Data pengujian akan diolah sesuai dengan rumus sehingga akan didapatkan harga impact pada material sedangkan data angket minat belajar akan diolah dan disajikan secara deskriptif dengan bantuan *software Microsoft Excel 2016*

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian dalam penelitian ini adalah angket minat mahasiswa yang akan mengukur sejauh mana minat mahasiswa terhadap matakuliah Ilmu Bahan setelah hadirnya mesin impact charpy sebagai penunjang pembelajaran.

Teknik Pengumpulan Data

Data hasil uji impact dikumpulkan dari hasil pengujian impact sepuluh spesimen. Kemudian data minat mahasiswa didapatkan dari sebaran angket kepada seluruh mahasiswa semester V Prodi Teknik Mesin Unhasy.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dilakukan dan disajikan secara deskriptif dengan menggunakan bantuan *software Microsoft Excel 2016*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mesin Impak Charpy

Hasil akhir rancang bangun mesin impact charpy secara jelas dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini:



Gambar 3. Mesin Impak Charpy

Perancangan Spesifikasi Mesin

Perancangan Pendulum

Berat pendulum

$$W = m.g$$

Dimana:

$$\begin{aligned} W &= m.g \\ &= 16\text{kg} \cdot 9,8\text{m/s}^2 \\ &= 156,8\text{N} \end{aligned}$$

Volume pendulum

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Material yang digunakan adalah baja ST 37 dengan nilai massa jenis (ρ) sebesar 7830 kg/m^3 . Maka:

$$\begin{aligned} V &= \frac{m}{\rho} \\ &= \frac{16\text{kg}}{7830 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \\ &= 0,002\text{m}^3 \end{aligned}$$

Defleksi pada batang pendulum

$$\delta = \frac{F.L^3}{3.E.I}$$

Dimana E merupakan energi potensial, bilamana dapat diperoleh dari persamaan berikut:

$$E = m.g.h$$

Dimana (h) adalah jarak jatuhnya pisau pemukul pendulum yaitu sebesar $610 \pm 2 \text{ mm}$.

$$\begin{aligned} E &= m.g.h \\ &= 16\text{kg} \cdot 9,8\text{m/s}^2 \cdot 0,61\text{m} \\ &= 95,648 \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2} \\ &= 95,648\text{J} \end{aligned}$$

Momen inersia terhadap batang pendulum dapat diperoleh dari persamaan berikut:

$$\begin{aligned} I &= \frac{1}{2} m.R^2 \\ &= \frac{1}{2} \cdot 16\text{kg} \cdot (0,175\text{m})^2 \\ &= 0,245 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \end{aligned}$$

Sehingga nilai defleksi adalah:

$$\delta = \frac{F.L^3}{3.E.I}$$

F = W beban pendulum

$$\begin{aligned}
 F &= \frac{E}{h} \\
 &= \frac{95,648J}{0,61m} \\
 &= 156,8 \frac{J}{m} \\
 \delta &= \frac{F.L^3}{3.E.I} \\
 &= \frac{156,8 \frac{J}{m} \cdot (0,8m)^3}{3.95,648J.0,245kgm^2} \\
 &= 1,78 / kg
 \end{aligned}$$

Gaya sentrifugal yang terjadi pada pendulum

$$F_s = m \cdot v^2 / r$$

Jarak jatuhnya pisau pemukul pendulum (h) pada standart ASTM D - 6110 - 97 ditunjukkan sebesar 610 ± 2 mm panjang pendulum sebesar 380 mm.

$$\begin{aligned}
 v &= \sqrt{2gh} \\
 &= \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 0,61} \\
 &= 3,45 \frac{m}{s} \\
 F_s &= m \cdot v^2 / r \\
 &= 16kg \cdot \frac{(3,45m/s)^2}{0,8m} \\
 &= 16kg \cdot \frac{14,878 \frac{m^2}{s^2}}{m} \\
 &= 238,05 \frac{kgm}{s^2} \\
 &= 238,05N
 \end{aligned}$$

Sehingga gaya total yang terjadi pada pendulum adalah:

$$\begin{aligned}
 Ft &= W + F_s \\
 &= 156,8N + 238,05N \\
 &= 394,85N
 \end{aligned}$$

Perhitungan dan Pemilihan Poros

Diketahui:

- Panjang poros = 1100 mm
- Diameter poros = 32 mm
- Bahan = ST 44 - 2
- Kekuatan mulur = 265 MPa
- Kekuatan Tarik = 440 MPa
- Tegangan lentur = 280 MPa
- Momen lentur = 742,2 MPa
- Tegangan geser akibat torsi

$$\begin{aligned}
 \tau &= \frac{T \cdot r}{J} (maks) \\
 T &= F \cdot d \\
 &= 238,5N \cdot 0,032m \\
 &= 7,62Nm
 \end{aligned}$$

J = momen polar penampang untuk silinder pejal

$$\begin{aligned}
 J &= \frac{1}{32} \pi (Do)^4 \\
 &= \frac{1}{32} \cdot 3,14 \cdot (0,032m)^4 \\
 &= \frac{1}{32} \cdot 3,14 \cdot 0,000001m^4 \\
 &= 0,0000000981m^4
 \end{aligned}$$

Jadi tegangan geser akibat torsi adalah:

$$\begin{aligned}
 \tau &= \frac{T \cdot r}{J} \\
 &= \frac{95,22Nm \cdot 0,016m}{0,0000000981m^4} \\
 &= \frac{19,04}{0,0000000981m^2} \\
 &= 15530275,22 \frac{N}{m^2}
 \end{aligned}$$

Poros berpenampang lingkaran maka tegangan geser maksimum adalah:

$$\begin{aligned}
 \tau_{maks} &= \frac{16T}{\pi \cdot d^3} \\
 &= \frac{16 \cdot 95,22Nm}{3,14 \cdot (0,032m)^3} \\
 &= \frac{1523,52Nm}{0,0001m^3} \\
 &= 15235000 \frac{N}{m^2}
 \end{aligned}$$

Tegangan geser yang diijinkan faktor keamanan

$$\begin{aligned}
 \tau_{allowable} &= \frac{S_y / 2}{F_s} \\
 &= \frac{265kg / mm^2 / 2}{3} \\
 &= 44,17 \frac{N}{m^2}
 \end{aligned}$$

Tegangan normal akan mencapai harga maksimum dibagian permukaan

$$\begin{aligned}
 \sigma_{maks} &= \frac{32M.l}{\pi \cdot d^3} \\
 &= \frac{32 \cdot 742,201MPa}{3,14 \cdot (0,032m)^3} \\
 &= 26125400 \frac{MPa}{m^3}
 \end{aligned}$$

Poros yang menerima momen puntir dan momen lentur mengakibatkan poros memunculkan kombinasi tegangan normal dan tegangan puntir.

$$\begin{aligned}
 \sigma_{kombinasi} &= \sqrt{\left(\frac{32Ml}{\pi \cdot d^3}\right)^2} + \sqrt{\left(\frac{16T}{\pi \cdot d^3}\right)^2} \\
 &= \sqrt{\left(\frac{2612,54}{0,0001}\right)^2} + \sqrt{\left(\frac{121,92}{0,0001}\right)^2} \\
 &= 6,82 \cdot 10^{14} \frac{MPa}{m^3}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Gaya dan Momen yang Bekerja pada Poros

Rancang Bangun Mesin Impak *Charpy* dan Kesan Pertamanya terhadap Minat Belajar Mahasiswa pada Matakuliah Ilmu Bahan

Poros ini memiliki panjang 1100 mm, dengan diameter 32 mm. Pada ujung poros ditempatkan pada dua buah bearing. Beban yang dialami oleh poros pada mesin impak *charpy* berupa:

Beban dari pendulum, yaitu:

- Berat pendulum, sebesar 156,8 N
- Gaya sentrifugal, sebesar 238,05 N

Beban momen

Reaksi gaya terhadap poros adalah:

$$\begin{aligned} \sum M_A &= 0 \\ 394,85N \times 0,055m - F_2 \times 0,11m &= 0 \\ 21,72Nm &= 0,11F_2m \\ F_2 &= \frac{21,72Nm}{0,11m} \\ &= 197,425N \\ Ft &= F_1 + F_2 \\ F_1 &= Ft - F_2 \\ &= 394,85N - 197,425N \\ &= 197,425N \\ M_A &= M = 0 \\ M &= 197,425N \times 0,055m \\ &= 1,0858Nm \end{aligned}$$

Perhitungan Gaya pada Pendulum

Jarak F1 dengan F2 sebesar L = 1100 mm, nilai F1 sama dengan F2 diperoleh melalui perhitungan beban maksimum dibagi dua.

$$\begin{aligned} F_1 &= F_2 = \frac{F}{2} \\ &= \frac{394,85N}{2} \\ &= 197,425N \end{aligned}$$

Perhitungan Momen Gaya

Momen gaya diperoleh dengan mengkalikan salah satu gaya (F1 atau F2) dengan setengah total panjang jarak antara F1 dengan F2.

$$\begin{aligned} M &= \frac{F_1 \cdot l}{2} \\ &= \frac{197,425N \cdot 550mm}{2} \\ &= 54291,875Nmm \\ &= 54,291875Nm \end{aligned}$$

Pemilihan Bantalan

Pada perancangan ini menggunakan dua buah bantalan yang ditempatkan pada tiap ujung poros yang mempunyai panjang 1100 mm. Beban radial terhadap bantalan adalah:

$$\begin{aligned} F_1 &= F_2 = \frac{F}{2} \\ &= \frac{394,85N}{2} \\ &= 197,425N \end{aligned}$$

Atas dasar arah beban terhadap poros, maka setiap bantalan ini membawa beban radial (Fr) sebesar 197,425 N, dengan memperhitungkan faktor keamanan (k) sebesar 2, maka diperoleh:

$$\begin{aligned} F &= k \cdot Fr \\ &= 2 \cdot 197,425N \\ &= 394,85N \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka bantalan yang dipakai adalah bantalan *karbon chrome bearing* tipe *UCP 205 206 207 208*, yang memiliki diameter luar 0 – 100mm, diameter dalam 25 mm dan dengan lebar 71 mm. Kecepatan gerak pendulum adalah rendah, yaitu 3,45 m/s. dengan jarak pergerakan pendulum (h) adalah 610 mm, dan faktor koreksi kecepatan untuk ball bearing untuk menopang poros yang bergerak sebesar 1,5 maka kecepatan maksimal (S) yang dipakai adalah:

$$\begin{aligned} S &= \frac{V \cdot 1,5}{h} \\ &= \frac{3,45m/s \cdot 1,5}{0,61m} \\ &= 8,483/s \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, kecepatan maksimal (S) yang dialami oleh bearing pada perancangan mesin impak ini adalah 8,483/s.

Pengujian Data Hasil Uji Impak

Pengujian ini dilakukan pada mesin impak dengan spesifikasi sebagai berikut:

Bahan yang digunakan adalah baja dengan spesifikasi 10x10x55mm.

(Contoh perhitungan untuk spesimen 1)

Harga impaknya adalah:

Energi yang diserap (W)

$$\begin{aligned} W &= m \cdot g \cdot \lambda \cdot (\sin \alpha - \sin \beta) \\ &= 16 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 0,8m \times (\sin 90^\circ - \sin 30^\circ) \\ &= 236,081 \text{ Joule} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= b \times h \\ &= 10 \text{ mm} \times 8 \text{ mm} \\ &= 80 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K &= W/A \\ &= 236,0816284 / 80 \\ &= 2,9510204 \text{ J/mm}^2 \end{aligned}$$

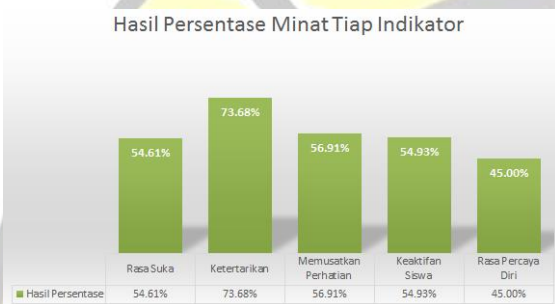
Tabel 1. Hasil Pengujian Impak *Charpy* pada Spesimen

Spesimen	α°	β°	K (J/mm ²)
1	90	30	2,9510204
2	90	40	0,2334493
3	90	27	-0,097811
4	90	33	-0,166075
5	90	28	0,9770065
6	90	25	1,6093143

7	90	37	2,4108546
8	90	24	2,8217336
9	90	41	1,6505071
10	90	43	2,7060096
K rata-rata			1,509601

Pengaruh Kehadiran Mesin Impak Charpy terhadap Minat Belajar Mahasiswa

Terdapat pengaruh yang positif antara kehadiran mesin impak charpy di Laboratorium Teknik Mesin Unhasy terhadap minat belajar mahasiswa pada matakuliah Ilmu Bahan. Hal ini ditunjukkan terutama pada indikator ketertarikan yang mencapai persentase 73,68%.



Gambar 3. Bagan Indikator Minat Belajar

PENUTUP

Simpulan

1. Perancangan mesin impak meliputi perancangan pendulum, perhitungan dan pemilihan poros, perhitungan gaya dan momen yang bekerja pada poros, perhitungan gaya pada pendulum, perhitungan momen gaya dan perancangan bantalan.
2. Hasil pengujian alat menggunakan spesimen baja dengan dimensi 10 mm x 10 mm x 55 mm menunjukkan rata-rata harga impact 1,509601 J/mm².
3. Hasil pengukuran minat belajar mahasiswa menunjukkan indikator ketertarikan sebesar 73,68%.

Saran

1. Pada penelitian tahun berikutnya hendaknya mesin impak charpy ini sudah menggunakan standart ASTM.
2. Pada penelitian tahun berikutnya hendaknya mesin impak charpy ini sudah mengimplementasikan sistem pengereman.

DAFTAR PUSTAKA

Dieter, G.E. (1983). *Engineering design: A materials and processing approach*. Tokyo: McGraw-Hill International Book Company.

Handoyo, Yopi. 2013. Perancangan Mesin Impak Metode Charpy Kapasitas 100 Joule. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 1 (2), 45-53.

Ismail, Fajar. (2013). Rancang Bangun Mesin Impak Charpy. Tugas Akhir. Repository Universitas Diponegoro.

Jumadi, Amud. (2017). Rancang Bangun Mesin Impak Metode Charpy. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 3 (2), 67-71.

Khurmi RS Ghupta, JK. (1980). *Text Book of Machine Design Eurasia*. New Delhi: Publising House, ltd Ram Nagar.

Lakhtin, Y. (1968). *Engineering Physical Metallurgy*. Moscow: MIR Published

Okezone. 2017. Marak Proyek Infrastruktur, Industri Baja Jadi Pilar Kekuatan Ekonomi Negara, (Online) (<https://economy.okezone.com/read/2017/11/20/320/1817282/marak-proyek-infrastruktur-industri-baja-jadi-pilar-kekuatan-ekonomi-negara>) diakses 09 Desember 2018

Sanroman L.R, Hernandez S.R. (2006). *Design of An Impak Test System for Polymers*. Mexico: Instituto Tecnologico Autonomo de Mexico.

Shigley Joseph E. & Mitchel, Larry. 1991. *Perencanaan Teknik Mesin*. Jakarta: Gelora Aksara Pratama.

Sonawan, Hery. (2010). *Perancangan Elemen Mesin*. Bandung: Alfabeta.

Sularso, K. Suga. (1985). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: Pradnya Paramita.