



Rancang Bangun Mesin Uji Impact Metode Charpy Untuk Pengujian Material Komposit Polimer Serat Alam (*Natural Fiber*)

Hery Prasetyo, I Made Kastiawan

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia
email: heryprasetyo1740@gmail.com

ABSTRAK

Uji impact ialah pengujian yang bertujuan untuk mengetahui ketahanan material ketika diberi pembebanan secara tiba-tiba. Karena pada kondisi nyata, suatu material tidak selalu mendapat kondisi pembebanan perlahan, namun juga terdapat pembebanan tiba-tiba. Tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini ialah membuat rancang bangun mesin uji impact dengan metode charpy yang digunakan untuk menguji material komposit polimer serat alam sesuai standart pengujian ASTM D 5942-96 dan ASTM D 6110-97. Metodologi yang akan digunakan meliputi tiga tahap, yakni proses perancangan konstruksi mesin, proses penghitungan konstruksi, proses pembuatan dan pengujian mesin uji impact charpy.

Penelitian menghasilkan mesin uji impact charpy sesuai ASTM D 5942-96 dan ASTM D 6110-97 dengan kekuatan impact maksimal 130 Joule. Mesin hasil rancangan memiliki perbedaan nilai data yang kecil dengan mesin standart institusi, yakni 4,8%. Hal ini disebabkan karena perbedaan tebal kepala pendulum antara mesin standart institusi dengan mesin hasil rancangan yang menyebabkan terjadinya penyerapan energi dua kali serta patahan tiga bagian spesimen uji pada pendulum hasil rancangan. Namun mesin hasil rancangan telah memenuhi aspek keterulangan dalam hasil data pengujian.

Kata kunci: Uji impact Charpy, Komposit, ASTM D 5942-96, ASTM D 6110-97.

PENDAHULUAN

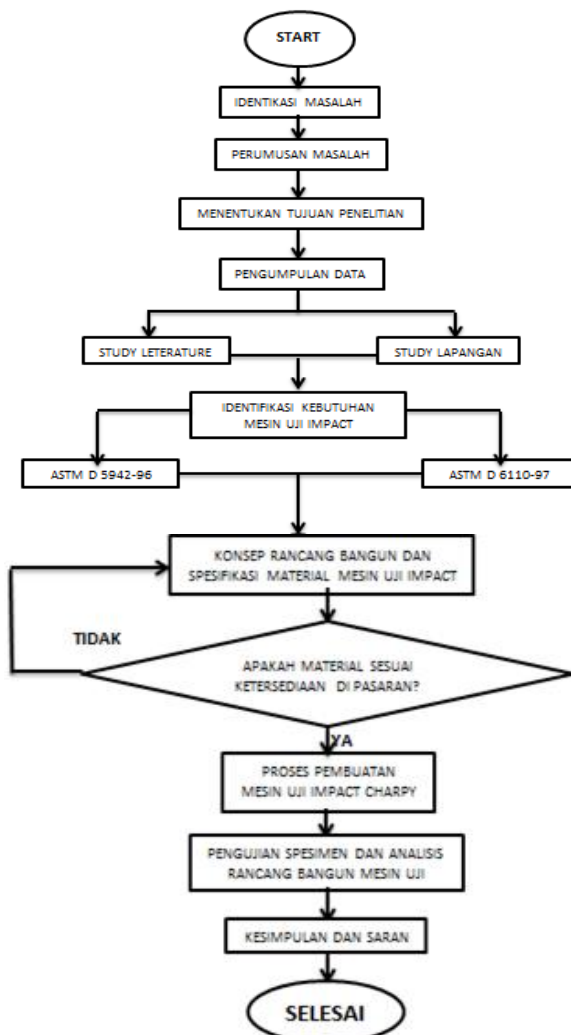
Ilmu rekayasa material saat ini sudah semakin berkembang, hal ini yang mendorong penggunaan material komposit sebagai alternatif pengganti material logam. Selain itu penggunaan material komposit pada konstruksi lebih ringan, tahan terhadap korosi. Namun tetap memperhatikan aspek permasalahan limbah non organik, oleh karenanya digunakan teknologi material komposit serat alam yang ramah terhadap lingkungan. Dimana material ini terdiri dari dua atau lebih bahan organik yang dicampur

menjadi satu dengan proses kimiawi dan juga zat pencampur (Hariyanto,2007).

Dalam penggunaan material komposit yang tepat dan sesuai kebutuhan, mahasiswa dan dosen membutuhkan suatu mesin uji guna sebagai alat ukur untuk mengetahui data-data karakteristik sifat-sifat mekanik material komposit polimer serat alam yang sedang diteliti. Dan salah satu mesin uji yang dibutuhkan ialah mesin uji impact dengan metode charpy yang bertujuan untuk mengetahui ketahanan material ketika diberi pembebanan tiba-tiba.

Mesin uji impact charpy yang umumnya berada dipasaran dirancang dengan menggunakan standart ASTM E23-07a untuk spesimen uji material logam dengan kekuatan impact maksimal 39,87 Joule dijual dengan harga yang mahal dan masih sedikit instansi yang memiliki. Pada ASTM D5942-96 dan ASTM D6110-97 yang mengatur proses pengujian dan ukuran spesimen material uji impact charpy untuk material plastik maupun komposit yang kekuatan impact maksimalnya berkisar 2,7 Joule. Guna mendapat akurasi ketelitian yang lebih baik, kami akan merancang mesin uji impact charpy yang sesuai kebutuhan tersebut.

METODE PENELITIAN

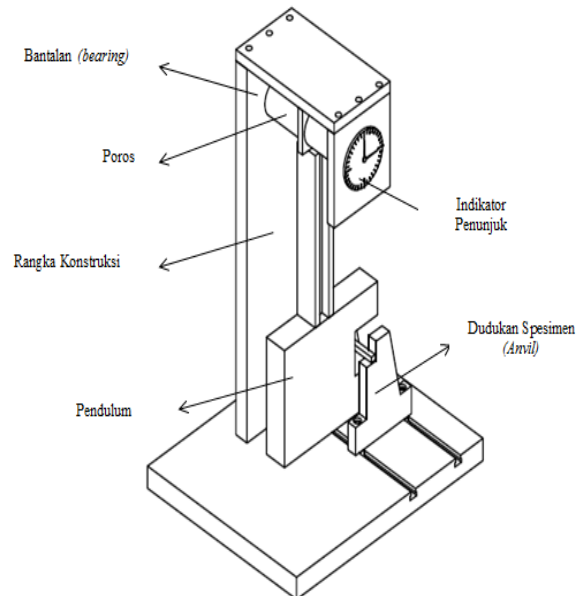


Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain Mesin Uji Impact Charpy

Rancangan mesin uji impact charpy ini terdiri dari beberapa bagian.



Gambar 2. Desain Mesin Uji Impact Charpy

A.Massa pendulum

Penentuan massa pendulum didapatkan dari persamaan sebagai berikut. Ketinggian pendulum pukul (h) pada standart ASTM D 6110-97 ialah sebesar 610 ± 2 mm, dan direncanakan energi potensial mesinnya sebesar 130 Joule, sehingga didapat:

$$W = \frac{E}{h} = \frac{130 \text{ J}}{612 \text{ mm}} = \frac{130 \text{ N} \cdot \text{m}}{0,612 \text{ m}} = 212,42 \text{ N}$$

Dimana:

W : Berat pendulum (N)

E : Energi potensial dari mesin uji (J)

h : Ketinggian pendulum pukul (mm)

Berat pendulum 212,42 Newton untuk menghitung massa pendulum dan volume pendulum.

$$W = m \times g$$

Dimana:

W : Berat pendulum (N)

m : Massa pendulum (kg)

g : Gravitasi (9,81 m/s²)

$$m = \frac{W}{g} = \frac{212,42 \text{ N}}{9,8 \text{ m/s}^2} = 21,65 \text{ kg}$$

Menggunakan baja ST-37, massa jenis 7830 kg/m³, maka volume pendulum:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{21,65 \text{ kg}}{7830 \text{ kg/m}^3} = 27,65006 \times 10^4 \text{ m}^3 = 2.765.006 \text{ mm}^3$$

Dimana:

ρ : Massa jenis (kg/m³)

m : Massa pendulum (kg)

V : Volume (mm³)

B. Dimensi Pendulum

Berdasarkan ASTM D6110-97, panjang pendulum antara 0,325 m sampai 0,406 m. Direncanakan panjang pendulum 0,400 m. Maka luas pendulum (A):

$$A = \frac{V}{L} = \frac{2.765.006 \text{ mm}^3}{0,400 \text{ m}} = \frac{2.765.006 \text{ mm}^3}{400 \text{ mm}} = 6.912,52 \text{ mm}^2$$

Dimana:

A : Luas Penampang Pendulum (mm²)

L : Panjang pendulum (mm)

V : Volume (mm³)

Selanjutnya didesain batang dan kepala pendulum.

1. Batang Pendulum

Berdasarkan aturan ASTM D6110-97, massa batang pendulum sebesar 15% sampai 20% dari massa total. Panjang batang pendulum (L) direncanakan 310 mm, sehingga:

a. Massa Batang Pendulum (20%)

$$m = 20\% \times \text{massa total pendulum} = \frac{20}{100} \times 21,65 \text{ kg} = 4,33 \text{ kg}$$

b. Volume Batang Pendulum

$$V = \frac{\text{massa batang pendulum}}{\text{massa total}} \times V \text{ total} = \frac{4,33 \text{ kg}}{21,65} \times 2.765.006 \text{ mm}^3 = 553.000 \text{ mm}^3$$

a. Luas Penampang Batang (A)

$$\frac{V}{L} = \frac{553.000 \text{ mm}^3}{310 \text{ mm}} = 1.783,87 \text{ mm}^2$$

Masing-masing bagian memiliki luas penampang sebesar:

$$\frac{\text{Luas Penampang Total (A)}}{3 \text{ Bagian}} = \frac{1.783,87 \text{ mm}^2}{3} = 594,62 \text{ mm}^2$$

Kemudian dimensi penampang batang, panjang 48,54 mm dan lebar 12,25 mm.



Gambar 3. Desain Bentuk Batang Pendulum Mesin Uji Impact Charpy

b. Defleksi Pendulum (δ) Sebelum Memukul Spesimen Uji

$$I = \frac{1}{2} m (a^2 + b^2) = \frac{1}{2} \times 4,33 \text{ kg} ((12,25 \text{ mm})^2 + (48,54 \text{ mm})^2) = 2,165 \text{ kg} (150,062 \text{ mm} + 2.356,132 \text{ mm}) = 2,165 \text{ kg} (2.506,1945 \text{ mm}) = 5.425,9 \text{ kg.mm} \text{ (inersia setiap bagian)}$$

Sehingga momen inersia keseluruhannya adalah: 5.425,9 kg.mm x 3 = 16.277,7 kg.mm

Sehingga defleksinya: $\delta = \frac{F \cdot L}{3 \cdot E \cdot I}$

$$= \frac{212,42 \text{ N} (310 \text{ mm})}{3 \times 200 \text{ Gpa} \times 16.277,7 \text{ kg.mm}} = 0,0067 \text{ mm} = 0,0000067 \text{ m}$$

c. Defleksi Pendulum (δ) Setelah Memukul Spesimen Uji

Terdapat penambahan beban rata-rata energi impact material komposit, yakni 2,7 Newton.

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

$$= \frac{212,42 \text{ N} + 2,7 \text{ N} (310 \text{ mm})}{3 \times 200 \text{ Gpa} \times 16.277,7 \text{ kg.mm}}$$

$$= 0,00011 \text{ mm} = 0,00000011 \text{ m}$$

Dari defleksi yang terjadi, maka pendulum telah memenuhi syarat, yakni mendekati angka 0.

1. Kepala Pendulum

a. Massa Kepala Pendulum

massa total pendulum – massa batang pendulum
 21,65 kg – 4,33 kg = 17,32 kg

b. Volume Kepala Pendulum

volume total – volume batang pendulum
 2.765.006 mm³ – 553.000 mm³ = 2.212.006 mm³



Gambar 4. Dimensi Awal Kepala Pendulum

Volume awal pendulum sebesar:

$$V = p \times l \times t$$

$$= 250 \text{ mm} \times 200 \text{ mm} \times 48,54 \text{ mm}$$

$$= 2.427.000 \text{ mm}^3$$

Volume (V) yang harus dibuang sebesar:

$$2.427.000 \text{ mm}^3 - 2.212.006 \text{ mm}^3$$

$$= 214.994 \text{ mm}^3$$

C. Striking Edge

a. Volume balok dibuang

$$\text{Volume buang} = p \times l \times t$$

$$= 80 \text{ mm} \times 50 \text{ mm} \times 48,54 \text{ mm}$$

$$= 194.160 \text{ mm}^3$$

b. Striking edge 45° (ASTM D 6110-97)

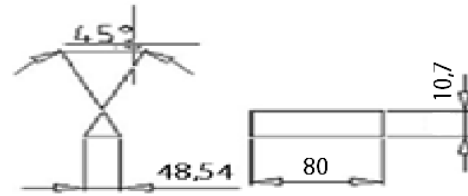
Masih terdapat sisa balok yang harus dibuang sebesar:

$$214.994 \text{ mm}^3 - 194.160 \text{ mm}^3 = 20.834 \text{ mm}^3$$

$$\text{Volume striking edge} = \frac{a \times t}{2} \times (\text{panjang})$$

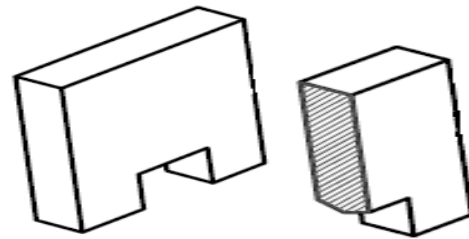
$$= \frac{48,54 \text{ mm} \times 10,7 \text{ mm}}{2} \times (80 \text{ mm})$$

$$= 20.775,12 \text{ mm}^3 \text{ (mendekati)}$$



Striking Edge

Gambar 5. Desain Striking Edge



Gambar 5. Desain Kepala Pendulum

D. Titik Berat Pendulum

$$l_T \times M_T = (M_B \times l_B) + (M_A \times l_A)$$

$$l_T = \frac{(M_B \times l_B) + (M_A \times l_A)}{M_T}$$

$$= \frac{(4,33 \text{ kg} \times 310 \text{ mm}) + (17,32 \text{ kg} \times 400 \text{ mm})}{21,65 \text{ kg}}$$

$$= \frac{(1.342,3 \text{ kg.mm}) + (6.928 \text{ kg.mm})}{21,65 \text{ kg}}$$

$$= \frac{8.270,3 \text{ kg.mm}}{21,65 \text{ kg}} = 382 \text{ mm}$$

Posisi titik berat diluar daripada titik berat yang seharusnya (400 mm). Maka ditambahkan dimensi lagi guna menggeser titik berat agar tepat pada posisi yang seharusnya yakni sebesar 10,5 mm.

$$a. V = p \times l \times t$$

$$= 250 \text{ mm} \times 10,5 \text{ mm} \times 48,54 \text{ mm}$$

$$= 127.417,5 \text{ mm}^3$$

$$\begin{aligned}
 b. \quad m &= V \times \rho \\
 &= 127.417,5 \text{ mm}^3 \times 7830 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 0,0001274175 \text{ m}^3 \times 7830 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 0,99 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Maka: massa awal + massa penambahan} \\
 &= 17,32 \text{ kg} + 0,99 \text{ kg} \\
 &= 18,31 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Maka titik beratnya menjadi:

$$l_T \times M_T = (M_B \times l_B) + (M_A \times l_A)$$

$$\begin{aligned}
 l_T &= \frac{(M_B \times l_B) + (M_A \times l_A)}{M_T} \\
 &= \frac{(4,33 \text{ kg} \times 310 \text{ mm}) + (18,31 \text{ kg} \times 400 \text{ mm})}{21,65 \text{ kg}} \\
 &= \frac{(1.342,3 \text{ kg} \cdot \text{mm}) + (7.324 \text{ kg} \cdot \text{mm})}{21,65 \text{ kg}} \\
 &= \frac{8.666,3 \text{ kg} \cdot \text{mm}}{21,65 \text{ kg}} = 400,2 \text{ mm (mendekati)}
 \end{aligned}$$

E. Beban pendulum

Pada standart ASTM D-6110-97, jarak ketinggian pendulum pukul (h) telah ditentukan yakni sebesar 610 ± 2 mm, panjang pendulum 400 mm, maka:

$$\begin{aligned}
 v &= \sqrt{2g \times h} \\
 &= \sqrt{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 0,612 \text{ m}} \\
 &= \sqrt{12,01 \text{ m/s}} = 3,47 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

Dimana:

F_s : Gaya Sentrifugal (N)

m : Massa (kg)

r : Jari-jari (m)

v : Kecepatan gerak pendulum (m/s)

g : Percepatan gravitasi (m/s^2)

h : Ketinggian pendulum pukul (mm)

$$\begin{aligned}
 F_s &= m \frac{v^2}{r} = 21,65 \text{ kg} \frac{(3,47 \text{ m/s})^2}{0,4 \text{ m}} \\
 &= 651,71 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total: } Ft &= W + F_s \\
 &= 212,42 \text{ N} + 651,71 \text{ N} = 864,13 \text{ N}
 \end{aligned}$$

F. Bantalan (*bearing*)

Bantalan berfungsi sebagai tumpuan poros agar dapat berputar tanpa mengalami

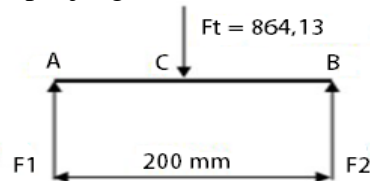
gesekan yang besar. Bantalan direncanakan memakai bantalan bola (*ball bearing*).

Bantalan ini dipilih karena:

a. Kecepatan gerak pendulum rendah, yakni sebesar 3,47 m/s.

b. Pelumasan pada *ball bearing* lebih sedikit.

c. Memiliki nilai keausan yang rendah dan memerlukan sedikit perawatan. Dirancang memakai dua buah bantalan yang posisinya berada pada setiap ujung poros yang memiliki panjang 200 mm.



Gambar 6. Pembebanan pada bantalan

Jarak F_1 dengan F_2 sebesar $L = 200$ mm, nilai F_1 sama dengan F_2 didapat dari perhitungan beban maksimum dibagi dua.

$$F_1 = F_2 = \frac{F}{2} = \frac{864,13}{2} = 432,065 \text{ N}$$

Masing-masing bantalan menerima beban radial (F_r) sebesar 432,065 N, dengan faktor keamanan (k) sebesar 2, sehingga didapat:

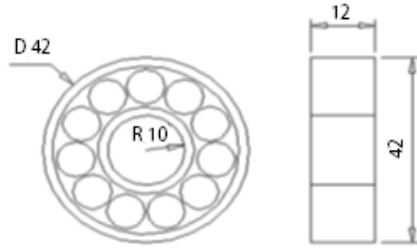
$$\begin{aligned}
 F &= k \times F_r \\
 &= 2 \times 432,065 \text{ N} = 864,13 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan direncanakan memakai *ball bearing* NTN 6004LLU, dengan diameter dalam 20 mm, diameter luar 42 mm, dan lebar 12 mm. Bantalan ini mampu menahan beban hingga 1200 N. Kecepatan gerak pendulum 3,47 m/s. Jarak pendulum (h) 612 mm, dan faktor koreksi 2 maka kecepatan maksimal (S) ialah:

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{v \times 60}{h} \times 2 \\
 &= \frac{3,47 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 60}{612 \text{ mm}} \times 2 \\
 &= \frac{3.470 \frac{\text{mm}}{\text{s}} \times 60}{612 \text{ mm}} \times 2 = 680,2 \text{ r/min}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, kecepatan maksimal (S) yang dialami oleh *bearing*

adalah 680,2 r/min. Dan *ball bearing* NTN 6004LLU memiliki kecepatan maksimal (S) 11.000 r/min, sehingga *bearing* yang dipilih sudah sesuai dan aman untuk digunakan.

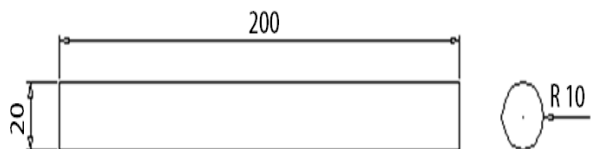


Gambar 7. Bearing NTN 6004LLU

G. Perancangan Poros

Baja poros ST 37 dengan nilai modulus elastisitas sebesar 200 Gpa dan tegangan tarik (s) sebesar 70 kg/mm². Poros ini memiliki panjang 200 mm, dengan diameter minimum 20 mm. Pada ujung poros ditempatkan pada dua buah *bearing* yang mempunyai lebar 12 mm. Beban yang dialami berupa:

- Berat pendulum, sebesar 212,42 N atau 21,65 kg
- Gaya Sentrifugal, sebesar 651,71 N



Gambar 8. Perencanaan Poros

Defleksi Poros

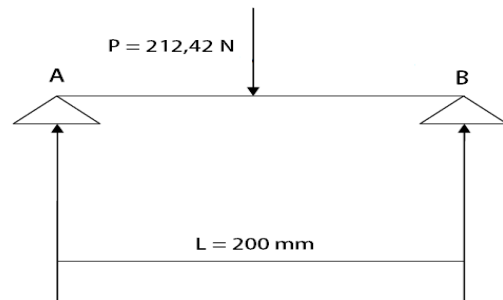
$$\begin{aligned} I\theta &= \frac{1}{64} P L d^4 \\ &= \frac{1}{64} 3,14 \times (20 \text{ mm})^4 \\ &= \frac{502.400}{64} = 7.850 \text{ kg.mm} \end{aligned}$$

Sehingga defleksi:

$$\begin{aligned} \delta &= \frac{P \cdot L}{48 \cdot E \cdot I} \\ &= \frac{21,65 \text{ kg} (200 \text{ mm})}{48 \times 200 \text{ Gpa} \times 7.850 \text{ mm}} \\ &= \frac{866.000 \text{ kg.mm}^2}{75.360.000 \text{ kg.mm}} = 0,015 \text{ mm} \end{aligned}$$

Defleksi poros sudah sesuai standart, yakni dibatasi ≤ 1 mm. Sehingga poros aman digunakan

A. Reaksi Tumpuan pada Poros



Gambar 9. Reaksi Tumpuan pada Poros

Menghitung RA , $\Sigma MB = 0$

Menghitung RB , $\Sigma MA = 0$

Dimana :

$$\Sigma MB = 0$$

$$P = 212,42 \text{ N}$$

$$L = 200 \text{ mm}$$

Maka :

$$\Sigma MB = 0$$

$$(RA \cdot L) - (P \cdot \frac{1}{2}L) = 0$$

$$(RA \cdot 200 \text{ mm}) - (212,42 \text{ N} \times 100 \text{ mm}) = 0$$

$$(RA \cdot 200 \text{ mm}) - (21.242 \text{ N.mm}) = 0$$

$$RA = \frac{21.242 \text{ N.mm}}{200 \text{ mm}} = 106,21 \text{ N}$$

$$\Sigma MA = 0$$

$$(RA \cdot L) - (P \cdot \frac{1}{2}L) = 0$$

$$(RA \cdot 200 \text{ mm}) - (212,42 \text{ N} \times 100 \text{ mm}) = 0$$

$$(RA \cdot 200 \text{ mm}) - (21.242 \text{ N.mm}) = 0$$

$$RA = \frac{21.242 \text{ N.mm}}{200 \text{ mm}} = 106,21 \text{ N}$$

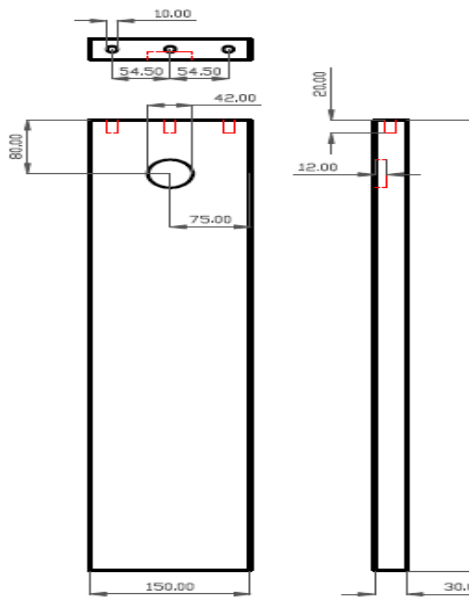
$$RA + RB = P$$

$$106,21 \text{ N} + 106,21 \text{ N} = 212,42$$

H. Perancangan Rangka Mesin

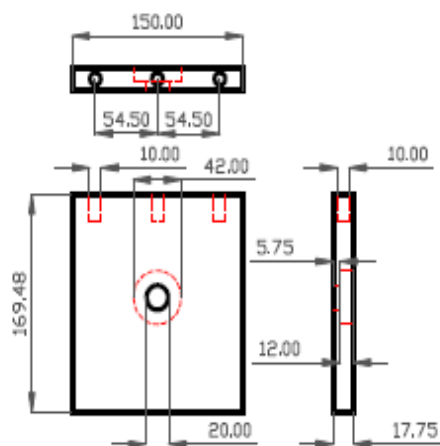
Rangka merupakan bagian dari suatu konstruksi yang mempunyai fungsi sebagai bagian penahan atau penopang terhadap beban yang terjadi pada alat uji impak Charpy ini.

1. Batang Tiang Penahan I



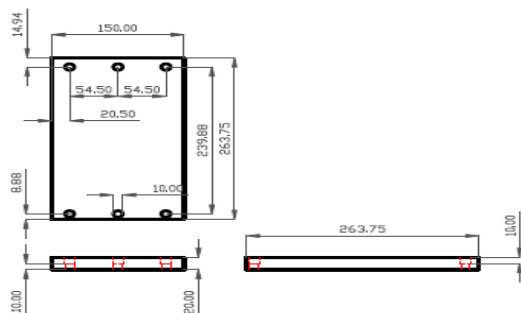
Gambar 10. Desain Batang Tiang Penahan I

2. Batang Tiang Penahan II



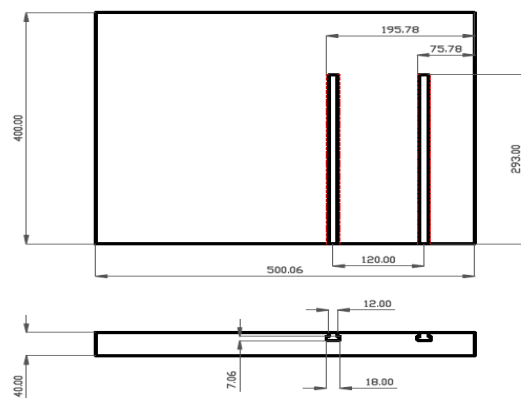
Gambar 11. Desain Tiang Penahan II

3. Batang Tiang Penghubung



Gambar 12. Desain Batang Tiang Penghubung

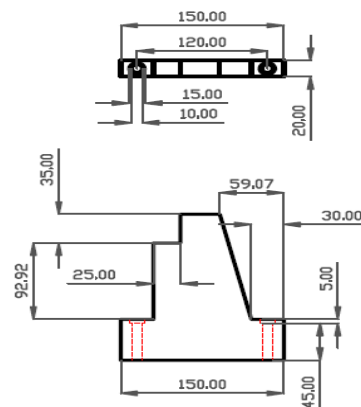
4. Alas



Gambar 13. Desain Alas

I. Dudukan Spesimen Uji (Anvil)

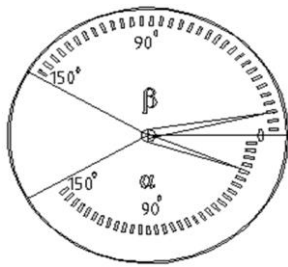
Berfungsi sebagai dudukan spesimen uji. *Anvil* dapat diatur posisinya dengan rel yang terdapat pada alas yang dikunci dengan dua buah baut pada masing-masing *anvil* agar dapat digunakan pada standart pengujian spesimen uji yang lainnya.



Gambar 14. Desain Dudukan Spesimen Uji

J. Desain Indikator Penunjuk

Terdiri dari dua jarum penunjuk. Jarum penunjuk utama dihubungkan dengan putaran poros yang berguna untuk membaca besar sudut pendulum sebelum diayunkan (α), jarum kedua tidak terhubung dengan poros, digunakan untuk membaca sudut pendulum setelah mematahkan spesimen (β). Terbuat dari pelat aluminium dengan ketebalan 2mm dengan diameter lingkaran 150 mm.



Gambar 15. Desain Indikator Penunjuk



Gambar 16. Mesin Uji Impact Charpy Hasil Rancangan

K. Spesimen Uji

Material Polypropylena (PP) dengan rumus kimia $(C_3 H_6)_x$. Merupakan polimer termo plastik yang dibuat oleh pabrik industri kimia. Dimensi panjang (l) 80 mm, lebar (b) 10 mm, dan tinggi (h) 10 mm. Panjang (l) dan lebar (b) mengacu pada standar ASTM D 5942-96 yakni $\leq 10,2$ mm serta kedalaman takik 2 mm dengan sudut 45°.



Gambar 17. Ukuran Spesimen Uji

L. Data Pengujian Impact Charpy
Menggunakan mesin standart Institusi. Dengan berat pendulum 9,5 kilogram dan panjang pendulum 0,83 meter. Serta mesin uji impact charpy hasil rancangan yang memiliki berat pendulum 21,65 kg dan panjang pendulum 0,4002 m.

$$E \text{ serap} = W \times R (\cos \beta - \cos \beta')$$

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

Dimana:

W : Berat beban/pembentur (N)

R : Jarak antara pusat gravitasi dan sumbu pendulum (m)

E : Energi yang terserap (Joule)

α : Sudut pendulum sebelum diayunkan

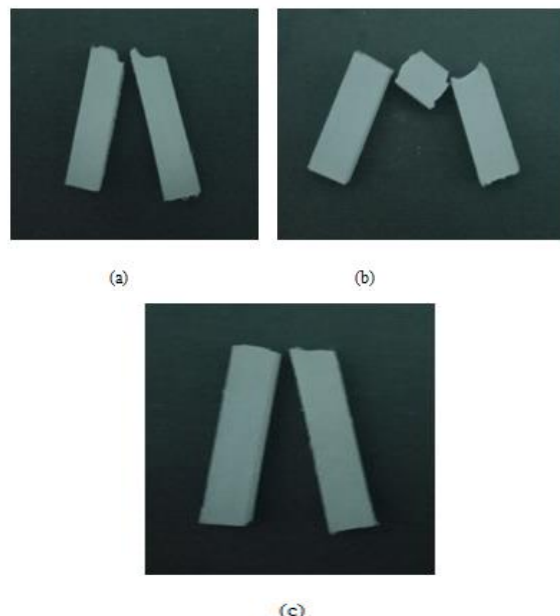
β : Sudut ayunan pendulum setelah mematahkan spesimen

β' : Sudut ayunan pendulum tanpa spesimen

HI : Harga impact

E : Energi yang diserap (Joule)

A : Luas penampang di bawah takik (mm^2)



Gambar 18. (a) Penampang Patahan Spesimen Uji Mesin Uji Impact Charpy Standart Institusi (10 mm x 10 mm x 80 mm)

(b) Penampang Patahan Spesimen Uji Rancang Bangun Mesin Uji Impact Charpy (10 mm x 10 mm x 80 mm)

(c) Penampang Patahan Spesimen Uji Rancang Bangun Mesin Uji Impact Charpy (10 mm x 10 mm x 150 mm)

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Mesin Uji Impact Charpy Standart Institusi (10 mm x 10 mm x 80 mm)

No	Material	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Berat Pendulum (kg)	Panjang Pendulum (m)	Luas (mm ²)	Sudut Awal (α)	Sudut Tanpa Spesimen (β)	Sudut Dengan Spesimen (β')	E (J)	(HI)
1	Polycarbonate (PP)	8	10	80	9,5	0,83	80	90	89	87	2,76	0,344
2		8	10	80	9,5	0,83	80	90	89	87	2,76	0,344
3		8	10	80	9,5	0,83	80	90	89	86	4,1	0,516
4		8	10	80	9,5	0,83	80	90	89	87	2,76	0,344
5		8	10	80	9,5	0,83	80	90	89	88	1,42	0,172
Rata-rata											2,76	0,344

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Rancang Bangun Mesin Uji Impact Charpy (10 mm x 10 mm x 80 mm)

No	Material	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Berat Pendulum (kg)	Panjang Pendulum (m)	Luas (mm ²)	Sudut Awal (α)	Sudut Tanpa Spesimen (β)	Sudut Dengan Spesimen (β')	E (J)	(HI)
1	Polycarbonate (PP)	8	10	80	21,65	0,4002	80	90	87	84,9	3,12	0,39
2		8	10	80	21,65	0,4002	80	90	87	84,75	3,47	0,434
3		8	10	80	21,65	0,4002	80	90	87	84,75	3,47	0,434
4		8	10	80	21,65	0,4002	80	90	87	84,9	3,12	0,39
5		8	10	80	21,65	0,4002	80	90	87	85,25	2,69	0,336
6		8	10	80	21,65	0,4002	80	90	87	85,1	2,86	0,358
7		8	10	80	21,65	0,4002	80	90	87	84,9	3,12	0,39
8		8	10	80	21,65	0,4002	80	90	87	85	3,03	0,379
9		8	10	80	21,65	0,4002	80	90	87	84,75	3,47	0,434
10		8	10	80	21,65	0,4002	80	90	87	85	3,03	0,379
Rata-rata											3,138	0,392

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Rancang Bangun Mesin Uji Impact Charpy (10 mm x 10 mm x 150 mm)

No	Material	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Berat Pendulum (kg)	Panjang Pendulum (m)	Luas (mm ²)	Sudut Awal (α)	Sudut Tanpa Spesimen (β)	Sudut Dengan Spesimen (β')	E (J)	(HI)
1	Polycarbonate (PP)	8	10	80	21,65	0,4002	80	90	87	85	3,03	0,379
2		8	10	80	21,65	0,4002	80	90	87	85	3,03	0,379
3		8	10	80	21,65	0,4002	80	90	87	85,5	2,25	0,281
4		8	10	80	21,65	0,4002	80	90	87	85,75	1,91	0,239
5		8	10	80	21,65	0,4002	80	90	87	85	3,03	0,379
Rata-rata											2,65	0,331

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis data pengujian yang telah dilaksanakan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

Kesimpulan

1. Penelitian menghasilkan mesin uji impact Charpy untuk pengujian material komposit berpenguat serat alam (*natural fibre*) dengan kekuatan impact maksimal 130 Joule berdasarkan standart *American Society for*

Testing and Materials (ASTM), yaitu ASTM D 5942-96 dan ASTM D 6110-97.

2. Hasil data pengujian yang diambil dengan rancangan mesin uji impact menunjukkan bahwa mesin uji telah memenuhi aspek keterulangan dalam hasil data pengujian.

3. Hasil data pengujian yang diambil dengan rancangan mesin uji impact menunjukkan bahwa perbandingan nilai pengujian antara mesin uji impact charpy standart institusi pada umumnya dengan mesin hasil rancangan memiliki perbedaan nilai yang kecil, yakni sebesar 4,8%. Dalam artian nilai hasil uji mesin uji rancangan ini sudah mendekati nilai yang seharusnya.

4. Terdapat perbedaan paling menonjol pada spesimen uji setelah mengalami patahan akibat tumbukan. Patahan spesimen uji pada mesin rancangan ini menghasilkan tiga bagian patahan spesimen uji. Sedangkan untuk mesin uji impact charpy standart milik Institusi menghasilkan dua bagian patahan spesimen uji. Hal ini disebabkan oleh perbedaan dimensi ketebalan kepala pendulum hasil rancangan dengan kepala pendulum mesin uji impact charpy yang umum. Pada rancangan mesin uji impact charpy yang kami buat ini memiliki dimensi ketebalan, 48,54 mm, ketebalan kepala pendulum ini jauh lebih tebal dari kepala pendulum mesin uji impact charpy standart institusi, yakni memiliki ketebalan 18,5 mm. Hal ini menyebabkan jarak antara kepala pendulum dan *anvil* sangat dekat dan mengakibatkan perbedaan patahan hasil uji, yang juga berpengaruh pada nilai hasil ujinya juga.

Saran

Kami selaku penulis secara pribadi menyampaikan beberapa saran guna pengembangan penelitian selanjutnya, yakni:

1. Dalam penelitian selanjutnya diharapkan agar merubah dimensi kepala pendulum guna mendapatkan nilai data hasil uji yang lebih mendekati lagi kepada standart mesin uji impact charpy yang ada pada umumnya. Hal ini juga berguna untuk nilai ketelitian dari data hasil uji terhadap kekuatan impact suatu material yang akan diuji.
2. Dalam penelitian selanjutnya diharapkan agar ditambahkan sistem pengereman ayunan pendulum guna meningkatkan faktor keamanan (*safety*).
3. Dikarenakan jarak *anvil* dan kepala pendulum terlalu dekat, sehingga menyebabkan terjadinya patahan spesimen uji menjadi tiga bagian yang juga berpengaruh terhadap energi impact yang diserap, maka disarankan nantinya untuk merubah dimensi kepala pendulum, khususnya bagian *striking edge* untuk dikurangi agar lebih runcing. Hal ini bertujuan agar tidak ada penyerapan energi dua kali yang menyebabkan patahan spesimen menjadi tiga bagian.

PENGHARGAAN

Penghargaan setinggi-tingginya saya ucapkan kepada bapak I Made Kastawan, ST, MT. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan masukan serta bimbingan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Terimakasih kepada ibu saya, ibu Nur Hamidah yang telah memberikan dorongan semangat dan doanya untuk saya, dan kepada semua pihak yang telah membantu guna terselesaikannya tugas akhir ini.

REFERENSI

George, E. Dieter. 1987.
Mechanical Metallurgy. Halaman 91-117. Edisi ketiga, Jilid II. Jakarta: Erlangga.

- Josep E. Shigley. (1983), Mechanical Engineering Design. New York: Mc Graw-Hill Inc.
- Y, Lakhtin. (1968), Engineering Physical Metallurgy. Moscow: MIR Published.
- Myron, L. Begeman, Amstead, B.H. 1974. Manufacturing Processes. 7th edition. Publisher: John Wiley.
- R.S. Khurmi, J.K. Gupta. (2005), Text Book of Machine Design Eurasia. New Delhi: House, Ltd Ram Nagar.
- Sularso, Suga, Kiyokatsu. (2002), Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Putranto, Beny. (2011), Perencanaan alat uji impact Charpy untuk material komposit berpenguat serat alam. UNS, Surakarta.
- Budi, Briyamoko. (2001), Rekayasa Bidang Ilmu: Aplikasi Alat Uji Impak dibidang Material Struktur. UNS, Surakarta.
- Ismail, Fajar. 2012. Tugas Akhir: Rancang Bangun Uji Impak. Semarang.
- Popov, E.P., Astamar, Zainul. (1994), Mekanika Teknik. Jakarta: Erlangga
- Sonawan, Hery. (2010), Perencanaan Elemen Mesin. Bandung: Alfabeta.
- Achmad, Zainun. (2006), Elemen Mesin I. Cetakan Kedua. Surabaya
- Alan, Eko. (2013), Uji Impak, <<http://ekoalan.blogspot.com/2013/02/ujiimpak.html#DvHlmAePEXg8eFfE.99>>
- Ikhsan, P. Gagas. (2011), Kekuatan Impak Komposit Sandwich Berpenguat Serat Aren, <<https://core.ac.uk/download/pdf/12351482.pdf>>
- Putranto, Beny. (2011), Identifikasi Alat Uji Impak ASTM D5942-96, <<https://www.coursehero.com/file/p366mil/411-Identifikasi-Alat-Uji-Impak-ASTM-D-5942-96-Standar-pengujian-ASTM-D-5942-96>>