

# Rancang Bangun Alat Uji Impak Metode Charpy

Amud Jumadi<sup>1</sup>, Budi Hartono<sup>1</sup>, Gatot Eka Pramono<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin,

Fakultas Teknik Universitas Ibn Khaldun Bogor

Corresponding author : [Amudjumadi91@gmail.com](mailto:Amudjumadi91@gmail.com)

**Abstrak:** Suatu Pengujian untuk mengukur ketahanan bahan terhadap beban kejut, dilakukan pengujian impact. Pengujian impact mensimulasikan hasil kondisi uji impact material AISI 1025 dengan metode charpy yang dirancang dengan menggunakan standar American Society for Testing and Materials ASTM E23-07a. Berdasarkan konstruksi perancangan beban pendulum, dan perhitungan kekuatan konstruksi dengan beban yang diterima AISI 1025 Pada mesin uji impact charpy yang dirancang dengan beban pendulum 100 N dan daya motor dalam menaikan pendulum 132,57 W. Dengan kekuatan impact maksimal 39,87 J. Berdasarkan data pada alat uji impact charpy diatas didapat hasil dari setiap material diperoleh energi yang diserap maksimal 39,87 J, harga impact 0,498 J/m<sup>2</sup> dan gaya pendulum 62,22 N.

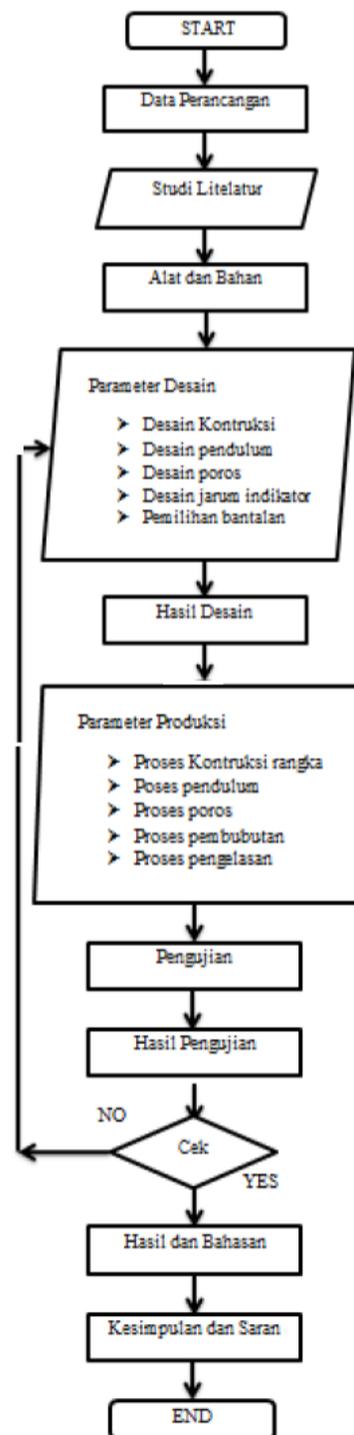
Kata Kunci : AISI 1025, ASTM E23-07a, Impact Charpy,

## 1. PENDAHULUAN

Mesin in alat uji Impact merupakan mesin untuk pengujian dan mengukur ketahanan bahan terhadap beban kejut. Sebelum desain tersebut dibuat nyata, material harus diuji terlebih dahulu. Hal ini agar konstruksi dinyatakan aman untuk operasional manusia. Kepekaan terhadap patah getas adalah masalah besar pada konstruksi baja.[1] Bila patah getas ini terjadi pada baja dengan daya tahan rendah, patahan tersebut dapat merambat dengan kecepatan sampai 2000 mm /detik, yang dapat menyebabkan kerusakan dalam waktu yang sangat singkat. Untuk menilai ketahanan material terhadap patah getas perlu adanya pengujian yang juga mempertimbangkan faktor-faktor dinamis yang dapat mempengaruhi patah getas antara lain kecepatan regang, takik, tebal pelat, tegangan sisa dan lain-lain. Ketangguhan (impact) merupakan ketahanan bahan terhadap beban kejut. Inilah yang membedakan pengujian impact dengan pengujian tarik dan kekerasan dimana pembebanan dilakukan secara perlahan-lahan. Pengujian impact merupakan suatu upaya untuk mensimulasikan kondisi operasi material yang sering ditemui dalam perlengkapan transportasi atau konstruksi dimana beban tidak selamanya terjadi secara perlahan-lahan melainkan datang secara tiba-tiba. Untuk menampung hal-hal dinamika ini perlu pengujian dalam skala besar, baik jumlah maupun dimensinya. Tetapi dipandang dari sudut ekonomi hal ini tidak mungkin dilakukan. Karena itu, dibuat pengujian dalam skala kecil yang distandarkan yang disebut pengujian takik. Dalam perancangan uji impact yang sebelumnya pengangkatan pendulum masih manual sedangkan rancang bangun yang akan di buat beban pendulum akan diangkat dengan menggunakan motor penggerak. Pengujian yang dilakukan dalam skala kecil pada umumnya adalah uji *impact* Charpy. Hasil dari pengujian impact sendiri nantinya akan dapat diketahui tingkat kegetasan dan harga impact material.

## METODE PENELITIAN

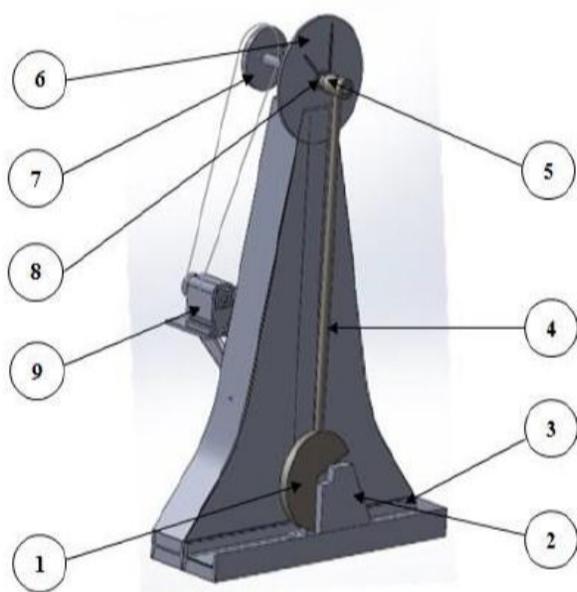
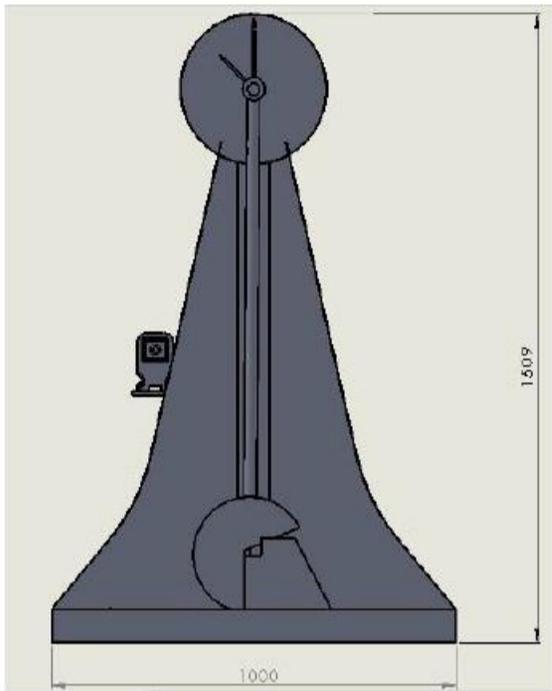
Metode penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan yang ditunjukkan sebagai berikut:



Gambar 1 diagram alir penelitian

### Desain perancangan mesin uji impact

Desain perancangan alat uji impact metode charpy ini terbagi dari beberapa komponen – komponen *part* yang dimanasebelumnya dilakukan dengan parameter desain, parameter desain



Gambar 2 desain perancangan mesin alat uji impact

Keterangan gambar adalah sebagai berikut:

1. Pendulum :Berfungsi untuk sebagai pembentuk terhadap benda spesimen
2. Dudukan spesimen : berfungsi sebagai dudukan spesimen pada waktu pengujian
3. Rangka :berfungsi sebagai bagian penahan atau penopang terhadap beban yang terjadi. Rangka terdiri dari dua bagian pokok,yaitu: batang tiang penahan dan alas tiang penahan. Pada batang rangka harus mampu menahan beban dari poros dan pendulum.
4. Batang pendulum : Sebagai penyangga pendulum
5. Poros :berfungsi sebagai tumpuan pendulum dan dihubungkan dengan bantalan.Poros yang digunakan harus mampu menahan beban yang terjadi pada pendulum. Pemilihan poros juga memperhitungkan kekuatan material ( $\sigma$ ) dan nilai defleksi ( $V_{max}$ ).
6. Indikator : Indikator pada alat uji impact Charpy ini terdiri terdiri dari dua jarum penunjuk.Jarum penunjuk yang pertama dihubungkan dengan putaran poros berfungsi untuk membaca besar

sudut pendulum sebelum diayunkan ( $\alpha$ ), dan yang kedua untuk membaca besar sudut pendulum setelah mematahkan spesimen ( $\beta$ ).

7. Sproket :Rantai roda berfungsi untuk meneruskan putaran mesin dari counter shaft transmisi ke roda belakang sehingga roda belakang berputar dan mendorong laju kendaraan.
8. Bantalan :Bantalan berfungsi untuk menumpu poros agar poros dapat bergerak tanpa mengalami gesekan yang berlebihan. yang lebih tinggi kecepatan yang dialami poros saat pendulum bergerak.
9. Motor penggerak : Motor listrik merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik berfungsi untuk mengangkat pendulum.

### 3. HASIL DAN BAHASAN

Perhitungan berat pendulum berat

$$\begin{aligned} W &= E/h \\ &= 11 \text{ J}/110 \text{ mm} \\ &= 11 \text{ J}/0,11 \text{ m} \\ &= 100 \text{ N} \end{aligned}$$

Didapat berat pendulum 100 N

$$\begin{aligned} W &= m \cdot g \\ m &= W/g \\ &= 100 \text{ N} / 9,81 \text{ m/s}^2 \\ &= 10,20 \text{ kg} \end{aligned}$$

Massa pendulum 10,20 kg

Depleksi pada batang pendulum

Massa pendulum 10,20 kg

Depleksi pada batang pendulum

$$\begin{aligned} \delta &= \frac{Fl^3}{3EI} \\ &= \frac{68,67 \text{ N} \cdot 1,01 \text{ m}^3}{3 \cdot 3,210 \text{ Gpa} \cdot 6,936 \text{ Kg/m}^2} \\ &= \frac{62,84 \text{ N/m}^2}{43,78 \text{ N/m}^2} \\ &= 1,4 \text{ mm} \end{aligned}$$

Momen inersia terhadap batang pendulum

$$I = \frac{1}{2} m \cdot R^2$$

$$\begin{aligned} I &= \frac{1}{2} m \cdot R^2 \\ &= \frac{1}{2} \cdot 10,20 \text{ kg} \cdot 1,36 \text{ m}^2 \\ &= 6,936 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

**Perhitungan dan pemilihan poros :**

Panjang poros : 400 mm

Diameter poros : 30 mm

Bahan : ST 44-2

Kekuatan Mulur : 265 Mpa

Kekuatan tarik : 440 Mpa

Tegangan lentur : 280 Mpa

Momen lentur : 742,20 Mpa

Tegangan geser ( $\tau$ ) akibat torsi

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{T \cdot r}{j} (\text{maks}) \\ \tau &= \frac{253,2 \text{ Nm} \cdot 0,015 \text{ Kg/m}^2}{79,521 \text{ m}^4} \\ \tau &= 0,047 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

Poros bepenampang lingkaran maka tegangan geser maksimum.

$$\tau_{maks} = \frac{16 \cdot T}{\pi \cdot d^3}$$

$$\tau_{maks} = \frac{16 \cdot 253,2 \text{ Nm}}{\pi \cdot 30^3}$$

$$\tau_{maks} = 34,281 \text{ N/m}^2$$

Tegangan geser yang diizinkan faktor keamanan.

$$\tau_{allowable} = \frac{Sy/2}{FS}$$

$$\tau_{allowable} = \frac{265 \text{ kg/mm}^2/2}{3}$$

$$\tau_{allowable} = 44,17 \text{ N/m}^2$$

Tegangan normal akan mencapai harga maksimum di bagian permukaan.

$$\sigma_{maks} = \frac{Ml \cdot d/2}{\pi d^4/64} = \frac{32 \cdot Ml}{\pi \cdot d^3}$$

$$\sigma_{maks} = \frac{32 \cdot Ml}{\pi \cdot d^3}$$

$$\sigma_{maks} = \frac{32 \cdot 742,201 \text{ Mpl}}{\pi \cdot 30^3}$$

$$\sigma_{maks} = 204,119 \text{ N/m}^2$$

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

$$\bar{\sigma}^2_{kombinasi} = \sqrt{\left(\frac{32 \cdot Ml}{\pi \cdot d^3}\right)^2 + \left(\frac{16 \cdot T}{\pi \cdot d^3}\right)^2}$$

$$\bar{\sigma}^2_{kombinasi} = \sqrt{\left(\frac{32 \cdot 742,201 \text{ Mpa}}{\pi \cdot 30\text{mm}^3}\right)^2 + \left(\frac{16 \cdot 253,2 \text{ Nm}}{\pi \cdot 30\text{mm}^3}\right)^2}$$

$$\bar{\sigma}^2_{kombinasi} = \sqrt{(204,119)^2 + (34,817)^2}$$

$$\bar{\sigma}^2_{kombinasi} = 207,067 \text{ N/m}^2$$

#### Pemilihan dan perhitungan sproket dan rantai

Kecepatan : 5 Rpm  
 Diameter sproket kecil : gigi 11  
 Diameter sproket besar : gigi 20  
 Pusat sproket C : nomer 40  
 Jarak rantai : 0,5 inch

Berdasarkan pada pedoman perancangan dan pemilihan jaran antara pusat sproket C sebaiknya diantara selang 30 – 40 kali pitch.

#### Menentukan ukuran sproket:

$$D = \frac{\text{pitch}}{\sin\left[\frac{180^\circ}{\text{Jumlah gigi}}\right]}$$

$$D = \frac{0,06 \text{ Inch}}{\sin\left[\frac{180^\circ}{11}\right]}$$

$$D = 0,21 \text{ inch}$$

Panjang rantai merupakan jarak keliling persamaan :

$$L = 2C + \frac{Z_2 + Z_1}{2} + \frac{(Z_2 - Z_1)^2}{4 \pi^2 \cdot C}$$

$$L = 2(20 \text{ inch}) + \frac{20 + 11}{2} + \frac{(20 - 11)^2}{4 \pi^2 \cdot 20 \text{ Inch}}$$

$$L = 55,6 \text{ Pitch}$$

$$L = 55,6 \text{ Pitch} = 28 \text{ inch}$$

Panjang Sproket standar menghasilkan jarak antara pusat sproket:

$$C_s = \frac{1}{4} \left[ L - \frac{Z_2 + Z_1}{2} + \sqrt{\left( L - \frac{Z_2 + Z_1}{2} \right)^2 - \frac{8(Z_2 + Z_1)^2}{4 \pi^2}} \right]$$

$$C_s = \frac{1}{4} \left[ 56 - \frac{20 + 11}{2} + \sqrt{\left( 56 - \frac{20 + 11}{2} \right)^2 - \frac{8(20 - 11)^2}{4 \pi^2}} \right]$$

$$C_s = 20,2 \text{ Pitch}$$

#### Pemilihan dan perhitungan motor

Berat keseluruhan pendulum, batang pendulum dan busing yaitu 19 kg di pengaruhi oleh grafitasi dengan persamaan.

$$W = m \cdot g$$

$$= 19 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}$$

$$= 186,2 \text{ N}$$

Persamaan Momen Gaya adalah  $I = F \cdot r$

$$I = F \cdot r$$

$$= 186,2 \text{ N} \times 1,36 \text{ m}$$

$$= 253,2 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Diasumsi dalam menaikan pendulum memerlukan waktu 10 detik dan ketinggian 90o dengan kecepatan 5 Rpm maka didapat dengan persamaan :

$$D = \frac{2 \pi \cdot n \cdot I}{60}$$

$$D = \frac{2 \pi \cdot 5 \text{ rpm} \cdot 253,2 \text{ Nm}}{60}$$

$$= 132,57 \text{ Watt}$$

$$= 0,178 \text{ Hp}$$

#### Pengujian data hasil uji impak

Uji spesimen dengan matrial baja nako ketebalan 10 mm harga impaknya adalah

- Energi yang diserap

$$E = m \cdot g \cdot \lambda (\sin 90 - \sin 46)$$

$$E = 10,20 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s} \cdot 1,36 \text{ m} (\sin 90 - \sin 46)$$

$$E = 136,08 (1 - 0,719)$$

$$E = 38,23 \text{ J}$$

$$A = B \cdot x \cdot h$$

$$= 10 \text{ mm} \times 8 \text{ mm}$$

$$A = 80 \text{ mm}^2$$

- Harga impak

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

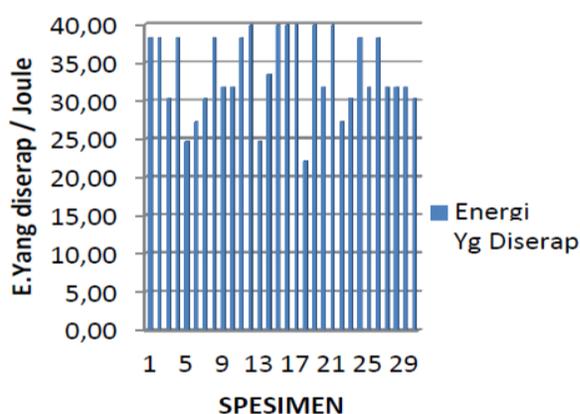
$$= \frac{38,23 \text{ J}}{80 \text{ mm}^2}$$

$$= 0,478 \text{ J/mm}^2$$

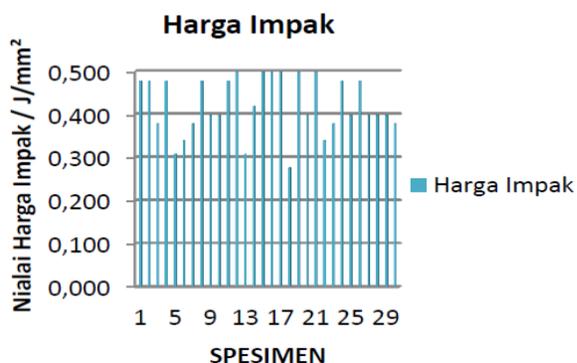
Dengan melakukan pengujian spesimen keterulangan normalisasi mesin uji dampak dengan ketebalan 10 mm  
 Nilai Dampak baja S235 Ketebalan 10 mm (J/mm<sup>2</sup>)

Replikasi	W (Kg)	g (m/s)	λ (m)	α	β	E	A	(J/mm <sup>2</sup> )
						(Joule)	(mm)	
1	10,20	9,8	1,36	90°	46°	38,23	80	0,478
2	10,20	9,8	1,36	90°	46°	38,23	80	0,478
3	10,20	9,8	1,36	90°	51°	30,34	80	0,379
4	10,20	9,8	1,36	90°	46°	38,23	80	0,478
5	10,20	9,8	1,36	90°	55°	24,63	80	0,308
6	10,20	9,8	1,36	90°	54°	27,21	80	0,340
7	10,20	9,8	1,36	90°	51°	30,34	80	0,379
8	10,20	9,8	1,36	90°	46°	38,23	80	0,478
9	10,20	9,8	1,36	90°	50°	31,84	80	0,398
10	10,20	9,8	1,36	90°	50°	31,84	80	0,398
11	10,20	9,8	1,36	90°	46°	38,23	80	0,478
12	10,20	9,8	1,36	90°	45°	39,87	80	0,498
13	10,20	9,8	1,36	90°	55°	24,63	80	0,308
14	10,20	9,8	1,36	90°	49°	33,47	80	0,418
15	10,20	9,8	1,36	90°	45°	39,87	80	0,498
16	10,20	9,8	1,36	90°	45°	39,87	80	0,498
17	10,20	9,8	1,36	90°	45°	39,87	80	0,498
18	10,20	9,8	1,36	90°	57°	22,04	80	0,276
19	10,20	9,8	1,36	90°	45°	39,87	80	0,498
20	10,20	9,8	1,36	90°	50°	31,84	80	0,398
21	10,20	9,8	1,36	90°	45°	39,87	80	0,498
22	10,20	9,8	1,36	90°	54°	27,21	80	0,340
23	10,20	9,8	1,36	90°	51°	30,34	80	0,379
24	10,20	9,8	1,36	90°	46°	38,23	80	0,478
25	10,20	9,8	1,36	90°	50°	31,84	80	0,398
26	10,20	9,8	1,36	90°	46°	38,23	80	0,478
27	10,20	9,8	1,36	90°	50°	31,84	80	0,398
28	10,20	9,8	1,36	90°	50°	31,84	80	0,398
29	10,20	9,8	1,36	90°	50°	31,84	80	0,398
30	10,20	9,8	1,36	90°	51°	30,34	80	0,379
<b>E Rata<sup>2</sup></b>						<b>33,68</b>	<b>HI Rata<sup>2</sup></b>	<b>0,421</b>
<b>DEVIASI</b>						<b>5,2478426</b>		
<b>N.Max</b>						<b>39,87</b>		<b>0,498</b>
<b>N.Min</b>						<b>22,06</b>		<b>0,276</b>

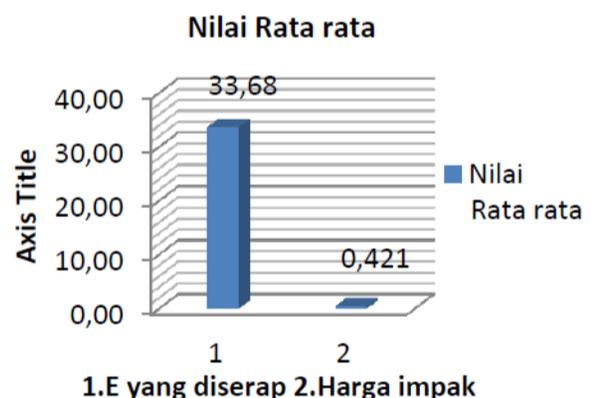
Dari hasil perhitungan dan tabel diatas energi yang diserap dan harga dampak dengan ketebalan 10 mm dalam grafik sebagai berikut :



Gambar 3 Grafik Nilai Energi yang diserap spesimen ketebalan 10 mm



Gambar 4 Grafik Harga Dampak spesimen ketebalan 10 mm



Gambar 5 Grafik Nilai Energi yang diserap dan Harga Dampak Pada baja Nako ketebalan 10 mm

Dari hasil perhitungan dan grafik diatas energi yang diserap minimum 22,04 J dan maksimal 39,87 J dengan Harga dampak minimum 0,276 J/mm<sup>2</sup> dan maksimal 0,498 J/mm<sup>2</sup> dengan nilai rata rata Energi yang diserap 33,68 J dan Harga Dampak 0,421 J/mm<sup>2</sup>

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan pengujian, maka dapat di ambil dari beberapa kesimpulan yang diperoleh, antara lain:

1. Diperoleh dari perhitungan dan pengujian alat uji dampak metode Charpy pada bahan baja dengan beban pedulum 100 N dan daya motor yang

dibutuhkan pada waktu menaikkan pendulum 132,57 Watt atau atau 1,5 hp Dengan Energi yang diserap maksimal 39,87 Joule, harga impact maksimal 0,498 J/mm<sup>2</sup> dan gaya pendulum 62,22 N dengan menggunakan standart *American Society for Testing and Materials* (ASTM), yaitu ASTM E 23 - 07a Hasil pengujian terhadap rancangan alat uji impact menunjukkan bahwa alat uji telah memenuhi aspek keterulangan dalam pengujian, meskipun dengan ketebalan spesimen yang berbeda-beda dengan jenis bahan yang sama.

2. Diperoleh dari perhitungan bahwa berat pendulum keseluruhan 18,9 Kg dan panjang batang pendulum 1100 mm. Panjang poros 400 mm, dengan diameter 30 mm dan Tegangan normal yang diizinkan dengan faktor Keamanan 88,4 N/m<sup>2</sup>, diameter sproket kecil 11 gigi, diameter sproket besar 22 gigi dengan panjang rantai 56 pitch dan jarak antara pusat sproket 20,2 Pitch hingga aman untuk digunakan.

#### **Saran**

Saran yang disampaikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah:

1. Dalam penelitian selanjutnya diharapkan modifikasi lebih lanjut mengenai konstruksi pendulum dengan penambahan beban massa untuk meningkatkan energi yang dihasilkan pada alat uji impact Charpy.
2. Dalam penelitian selanjutnya diharapkan modifikasi lebih lanjut mengenai konstruksi pengereman pergerakan pendulum untuk meningkatkan faktor safety.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Fajar ismail, Tugas akhir Rancang bangaun alat uji impact, Semarang 2012
- [2] Sonawan, Hery. Perancangan Elemen Mesin. Alfabeta. Bandung. 2010.
- [3] Elemen Mesin, karangan Kiyokatsu Suga diterjemahkan Sularso. (1980)
- [4] *George E. Dieter, Mechanical Metallurgy, Thrid Edition*
- [5] Benny Putranto, Perancangan alat uji impact Charpy untuk matrial komposit berpenguat serat alam, Surakarta 2011
- [6] *Machine Design, R.S Khurmi. JK Gupta 1980*
- [7] E.P. Popov dan Zainul Astamar. Mekanika Teknik (*Mechanics of Material*). Jakarta: Erlangga, 1994
- [8] Ridwan Jaelani, Rancang Bangun Konstruksi meja CNC Plasma Cutting Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Ibn Khaldun Bogor, 2015