

PERANCANGAN ALAT UJI IMPAK CHARPY UNTUK MATERIAL PLASTIK DENGAN TAKIK

Momon Wawandaru, Muhamad Fitri

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Batam, Jl. Abulyatama no. 05, Batam Center, Batam, 29464, Indonesia

Abstrak

Di perkembangan jaman sekarang ini kebutuhan akan penggunaan material plastik juga semakin berkembang. Untuk mendapatkan kualitas yang diinginkan guna mencegah kegagalan pada penggunaannya, maka perlu dilakukan beberapa pengujian material. Pengujian impact merupakan suatu pengujian untuk mengukur ketahanan bahan terhadap beban kejut. Pengujian impact mensimulasikan kondisi operasi material yang sering ditemui dimana beban terjadi secara tiba-tiba. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah mahasiswa mampu merancang alat uji Impact Charpy untuk pengujian material plastik dengan menggunakan standar ASTM D 6110-97. Dan untuk tiap-tiap bagian seperti pendulum, lengan ayun, poros,udukan spesimen dan rangka telah dilakukan perancangan dan perhitungan agar didapatkan konstruksi yang efektif dan efisien.

Kata kunci : Impact Charpy, spesimen, standar ASTM D 6110-97.

Abstract

In era development now it needs about using material plastic growing. To get desirable to prevent failure on their use, so need to be conducted some testing msterials. Impact testing is a testing for measuring security to load material shock. Impact testing simulate operating conditions material commonly encountered where burden happening by suddenly. The purpose to be achieved in research this is a student can design instrument test Charpy Impact for testing material plastic using ASTM D 6110-97 standard. And for each part like a hammer, swinging arms, shaft, holder specimen and frame has done design and calculation that obtained construction more effective and efficient.

Key words : Charpy Impact, specimens, ASTM D 6110-97 standard.

1. Pendahuluan

Latar Belakang Masalah

Pada era yang semakin maju ini kebutuhan konstruksi semakin merambah dalam penggunaan material plastik sebagai bahan utamanya. Namun semua itu harus diimbangi dengan kelayakan desain. Sebelum desain tersebut dibuat nyata, material harus diuji terlebih dahulu. Hal ini agar konstruksi dinyatakan aman untuk operasional manusia. Ketangguhan material terhadap patah getas adalah masalah yang juga harus diperhatikan pada kontruksi plastik. Bila patah getas ini terjadi pada bahan plastik dengan daya tahan rendah, patahan tersebut dapat merambat dengan cepat dan dapat menyebabkan kerusakan dalam waktu yang sangat singkat.

Untuk menilai ketahanan material terhadap patah getas perlu adanya dilakukan uji impact. 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. Pengujian yang dilakukan dalam skala kecil pada umumnya adalah uji Impact Charpy, dipilih karena dirasa lebih sederhana dan aman pada prosedur pengujiannya.

Saat ini Universitas Batam belum memiliki alat uji impact tersebut. Untuk menampung hal-hal dinamika di atas maka saya sebagai mahasiswa Universitas Batam merasa perlu untuk membuat alat uji impact tersebut untuk dapat melakukan penelitian nantinya. Dan untuk memudahkan

proses pembuatan alat tersebut maka perlu dirancang dulu, dengan begitu kemungkinan terjadinya kegagalan dalam proses pembuatan dapat ditekan.

Berdasarkan kenyataan diatas, maka penulis akan melaksanakan penelitian sebagai Tugas Akhir dengan judul “Perancangan Alat Uji Impak Charpy Untuk Material Plastik Dengan Takik”.

Agar pembahasan dalam artikel ini lebih terfokus, maka dibuat batasan pada penelitian ini, yaitu spesimen yang diuji memiliki kekuatan impak maksimum sebesar 2,7 Joule. Komponen yang umum dan ada di pasaran seperti baut dan bearing tidak termasuk dalam perhitungan perancangan, hanya dipilih sesuai dengan kebutuhan dan ketersediaan di pasaran. Alat uji impak ini dibuat mengikuti standar ASTM D 6110-97.

Yang menjadi masalah dalam perancangan alat uji ini adalah : bagaimana merancang pemukul (*hammer*) alat uji impak, bagaimana merancang dudukan spesimen, bagaimana merancang poros, bagaimana merancang pelat *base* untuk kedudukan rangka, bagaimana merancang kerangka tiang penyangga. Inilah masalah yang diangkat dalam perancangan alat uji Impak Charpy ini.

Dari masalah yang telah disebutkan di atas, maka dirumuskanlah tujuan dari perancangan alat uji impak ini, yaitu bahwa pada awalnya terlebih dahulu akan dirancang pemukul (*hammer*) alat uji impak tersebut, kemudian luas penampang dudukan spesimen, poros, pelat *base* untuk kedudukan rangka, dan kerangka tiang penyangga.

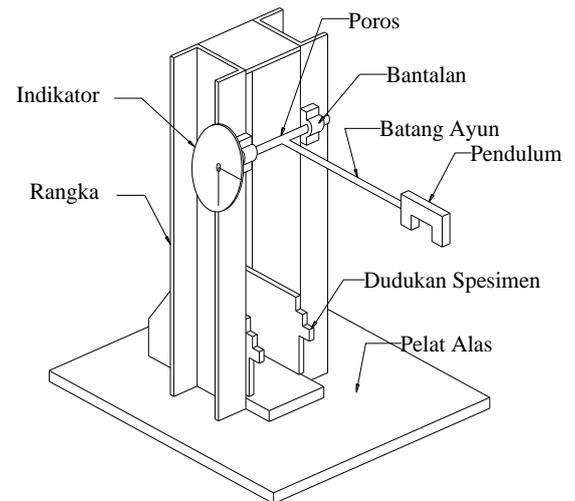
Manfaat dari perancangan alat uji Impak ini adalah untuk mempermudah proses pembuatan alat, dan mencegah atau memperkecil kemungkinan terjadinya kesalahan dalam pembuatan.

2. Metode Perancangan Diagram Alir



Gambar 1 Diagram alir

Gambar Sketsa



Gambar 2 Sketsa gambar rancangan alat uji Impak Charpy Material Plastik

Konsep Perancangan

Dalam merancang Alat Uji Impak Charpy untuk material plastik ini menggunakan acuan standar ASTM D 6110-97. Bagian-bagian alat uji Impak Charpy ini terdiri dari pendulum, bantalan, poros, dudukan spesimen, rangka, dan indikator.

1. Pendulum

Pendulum merupakan komponen utama dalam rancangan alat uji Impak Charpy ini. Pada standar ASTM D 6110-97 pendulum harus memiliki energi sebesar $2,7 \pm 0,14$ Joule dengan ketinggian jatuh 610 ± 2 mm dan panjang

pendulum yang disarankan adalah 0,325 sampai 0,406 m.

2. Bantalan

Bantalan pada perancangan alat uji Impak Charpy berguna untuk menumpu poros agar poros dapat bergerak tanpa mengalami gesekan yang berlebihan.

3. Poros

Poros berfungsi sebagai tumpuan pendulum dan dihubungkan dengan bantalan. Poros yang digunakan harus mampu menahan beban yang terjadi pada pendulum.

4. Dudukan spesimen

Dudukan spesimen berfungsi sebagai penopang sekaligus penahan spesimen saat dilakukan uji impak. Dudukan spesimen dirancang untuk mampu menahan tegangan geser yang terjadi saat dilakukan uji impak.

5. Rangka

Rangka berfungsi sebagai penopang terhadap beban yang terjadi. Rangka terdiri dari dua bagian pokok, yaitu batang tiang penahan dan alas tiang penahan yang harus mampu menahan beban dari poros dan pendulum.

6. Indikator

Indikator ini terdiri dari dua jarum penunjuk. Jarum pertama dihubungkan dengan poros berfungsi untuk membaca besar sudut pendulum sebelum diayunkan (α), dan yang kedua untuk membaca besar sudut pendulum setelah mematahkan spesimen (β).

Konsep Kerja Alat

Alat uji impak ini akan menguji material dengan cara mematahkan spesimen yang akan dibuat sesuai ASTM D 6110-97 dengan menggunakan hammer dengan pendulum sebagai pemberat. Kemudian Harga Impak (HI) akan diperoleh dari persamaan berikut:

$$HI = \frac{\text{Eserap}}{\text{Luas penampang spesimen}} \tag{1}$$

Dimana:

$$\text{Eserap} = m \cdot g \cdot R \cdot (\cos\beta - \cos\alpha) \tag{2}$$

Keterangan:

- Eserap = Energi serap (Joule)
- M = Massa pendulum (kg)
- g = Gravitasi (9,81 m/s²)
- R = Jarak pendulum (m)

Prosedur Perancangan

Untuk membuat alat uji Impak Charpy ini maka perlu direncanakan langkah-langkah perancangan. Hasil dari perhitungan perancangan ini yang nantinya akan mempermudah pada proses pembuatannya.

Komponen Utama Alat Uji Impak Charpy

1. Pendulum

Agar panjang pendulum (Lp) ini sesuai dengan standar ASTM D 6110-97 yaitu panjang pendulum yang disarankan adalah antara 0,325 m dan 0,406 m dengan jarak ketinggian jatuh pendulum adalah 610 ± 2mm maka untuk mencari panjang pendulum digunakan persamaan berikut:

$$L_p + L_p \sin 50 = 610 \text{mm} \tag{3}$$

Dalam standar ASTM D 6110-97 dijelaskan bahwa pendulum harus dapat menghantarkan energi sebesar 2,7 Joule, oleh sebab itu agar alat ini dapat digunakan untuk menguji material yang energi impaknya di kisaran 2,7 Joule, maka dalam perancangan ini pendulum dirancang agar dapat menghantarkan energi sebesar 4 Joule. Sehingga massa pendulum diperoleh dari persamaan:

$$m = \frac{E}{g \cdot h} \tag{4}$$

Keterangan:

- E = Energi (Joule)
- m = Massa pendulum (kg)
- g = Gravitasi (9,81 m/s²)
- h = Ketinggian pendulum (m)

Untuk menentukan Volume Total pendulum diperoleh dari perhitungan berikut:

$$V_{\text{tot}} = m / \rho \tag{5}$$

Keterangan:

- V_{tot} = Volume total pendulum (m³)
- m = Massa pendulum (kg)
- ρ = Massa jenis pendulum (kg/m³)

Saat pendulum memukul spesimen, maka ketinggiannya adalah 0 maka nilai energi potensialnya juga 0 sehingga:

$$\begin{aligned} E &= E_k = \frac{1}{2} m v^2 \\ v^2 &= 2E / m \\ v &= \sqrt{\frac{2E}{m}} \end{aligned} \tag{6}$$

Keterangan:

- E = Energi (Joule)
- m = Massa (kg)
- v = Kecepatan pendulum (m/s)

Besarnya gaya tangensial (F_t) tumbukan yang dihasilkan oleh pendulum diperoleh dengan persamaan:

$$F_t = m \frac{v_t^2}{R} \tag{7}$$

Keterangan:

- F_t = Gaya tangensial (N)
- m = Massa (kg)
- v_t = Kecepatan tangensial (m/s)
- R = Jarak pendulum (m)

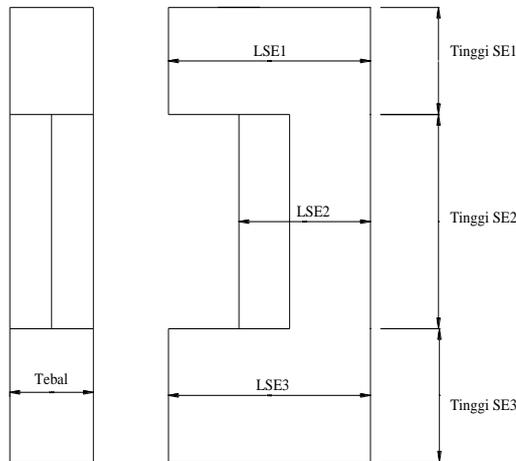
Pendulum mengalami momen lentur saat menabrak spesimen:

$$M = (V) (x) = (F) (x) \tag{8}$$

Kemudian setelah didapat hasil perhitungan nilai momen lentur maksimumnya, baru dihitung ukuran penampang yang diperlukan akibat tegangan lentur yang terjadi dengan persamaan dibawah:

$$\sigma = \frac{M Y}{I} \tag{9}$$

Bagian-bagian pendulum:



Gambar 3 Bagian-bagian pendulum.

Untuk menentukan volume bagian-bagian pendulum diperoleh dengan mengalikan lebar masing-masing bagian pendulum (LSE) dengan tinggi masing-masing bagian pendulum (TSE) dan tebal pelat pendulum. Pada perancangan pendulum ini tebal pelat dibuat sama pada keseluruhan bagian pendulum. Massa pada bagian-bagian pendulum diperoleh dengan rumus berikut:

$$m = V \times \rho \tag{10}$$

Menentukan titik berat pendulum dengan persamaan:

Titik berat sumbu X

$$X = \frac{\sum m X}{\sum m} \tag{11}$$

Titik berta sumbu Y

$$\bar{Y} = \frac{\sum m \bar{Y}}{\sum m} \tag{12}$$

2. Poros

Untuk menghitung momen torsi yang terjadi pada poros diperoleh dengan persamaan:

$$T = m_t \bar{Y} \tag{13}$$

Dimana :

- T = Momen torsi (kg.mm)
- m_t = Massa total pendulum (kg)
- \bar{Y} = Jarak poros ke titik berat (mm)

Kemudian untuk menentukan besarnya diameter minimum poros dengan beban puntir dan lentur (Sularso, 1997) digunakan persamaan:

$$D_s \geq 4.1 \sqrt[4]{T} \tag{14}$$

Keterangan:

- T = Momen torsi (kg.mm)
- D_s = Diameter poros (mm)

3. Bantalan

Bantalan dilakukan perhitungan beban dan umurnya (Sularso, 1997).

Menghitung putaran poros:

$$n = \frac{v}{\pi D} \tag{15}$$

Keterangan:

- v = Kecepatan (m/s)
- ω = Kecepatan sudut (rad/s)
- n = Putaran (rpm)

Perhitungan beban ekivalen dinamis untuk bantalan radial (P) (Sularso & Suga, K., 1997) :

$$P_r = X V F_r + Y F_a \tag{16}$$

Keterangan:

- F_r = Beban Radial (kg)
- F_a = Beban aksial (kg)
- V, X, Y = Faktor pembebanan

Perhitungan Beban Ekivalen Statis (P_o) (Sularso & Suga. K., 1997) :

Untuk bantalan radial:

$$P_o = X_0 F_r + Y_0 F_a \tag{17}$$

Keterangan:

- F_r = Beban Radial (kg)

F_a = Beban Aksial (kg)
 X_0, Y_0 = Faktor Pembebanan

Perhitungan umur nominal (L) (Sularso & Suga, K., 1997):

Faktor Kecepatan bantalan bola (f_n):

$$f_n = \left(\frac{33,3}{n}\right)^{1/3} \quad (18)$$

Faktor Umur (f_h):

$$f_h = f_n \frac{C}{P} \quad (19)$$

Umur Nominal bantalan bola (L_h):

$$L_h = 500 f_h^3 \quad (20)$$

4. Dudukan spesimen

Untuk menentukan luas penampang dudukan spesimen digunakan persamaan:

$$A = \frac{F}{\sigma_a} \quad (21)$$

Keterangan:

σ_a = Tegangan yang diijinkan (Mpa)
 F = Gaya tangensial (N)
 A = Luas penampang (mm)

5. Rangka

Pemilihan rangka tiang tegak harus lebih besar nilai modulu penampang dan luas penampangnya dari hasil perhitungan.

Modulus Penampang (S) yang diperlukan untuk rangka tiang tegak (Zainuri, 2008):

$$S = \frac{I}{Y} = \frac{M}{\sigma_a} \quad (22)$$

Luas penampang yang diperlukan untuk menahan tegangan normal akibat massa menggunakan persamaan (21).

Mencari luas penampang yang diperlukan pelat alas (*base*) untuk menahan tegangan geser:

$$A = \frac{F_t}{\tau_a} \quad (23)$$

Keterangan:

A = Luas penampang geser (mm²)
 F_t = Gaya tangensial (N)
 τ_a = tegangan geser ijin (Mpa)

6. Indikator

Perancangan desain indikator tidak diatur dalam ASTM D-6110-97. Pada perancangan ini indikator terdiri dari dua jarum penunjuk. Jarum penunjuk yang pertama dihubungkan dengan putaran poros yang berfungsi untuk membaca

besar sudut pendulum sebelum diayunkan. Sedangkan jarum yang kedua tidak berhubungan dengan poros yang berfungsi untuk membaca sudut pendulum setelah mematahkan spesimen.

3. Hasil dan Pembahasan

Prosedur Perancangan

1. Pendulum

Panjang pendulum:

$$L_p + L_p \sin 50 = 610 \text{ mm}$$

$$L_p + 0,766 L_p = 610 \text{ mm}$$

$$1,766 L_p = 610 \text{ mm}$$

$$L_p = \frac{610}{1,766} = 345,4 \text{ mm} = 345 \text{ mm}$$

Massa total pendulum (m):

$$m = \frac{E}{g h}$$

$$m = \frac{4}{(9,81)(0,61)} = 0,6684 \text{ kg}$$

Volume total (Vtot):

$$V_{tot} = m / \rho$$

$$\rho = \text{massa jenis baja St 37 (7830 kg/m}^3\text{)}$$

$$\sigma_y = 37 \text{ kg/mm}^2$$

$$V_{tot} = \frac{0,6684 \text{ kg}}{7830 \text{ kg/m}^3} = 8,5363 \times 10^{-5} \text{ m}^3 = 85363 \text{ mm}^3$$

Kecepatan Pendulum:

$$v = \sqrt{\frac{2 E}{m}}$$

$$= \sqrt{\frac{(2)(4)}{0,6684}}$$

$$V = 3,46 \text{ m/s}$$

Gaya tangensial (Ft):

$$F_t = m \frac{v_t^2}{R}$$

$$= (0,6684) \frac{(3,46)^2}{(0,345)}$$

$$= 23,19 \text{ N}$$

Tegangan yang diijinkan (σ_a):

$$\sigma_a = \frac{\sigma_y}{S_f} \rightarrow S_f = (\text{beban kejut 3-5})$$

$$\sigma_a = \frac{235 \text{ Mpa}}{3} = 78,3 \text{ Mpa}$$

Momen lentur:

$$M = (F_t) (x)$$

Momen lentur maksimum terjadi pada saat x maksimum yaitu x = 0,345 m.

$$M = (23,19 \text{ N}) (0,345)$$

$$= 8 \text{ Nm}$$

Tegangan Lentur yang dialami oleh Lengan Ayun:

$$\sigma = \frac{M Y}{I}$$

Jadi :

$$\sigma = \frac{8 Y}{I}$$

$$Y = \frac{1}{2} h \rightarrow \text{maksimum}$$

$$I = \frac{1}{12} b h^3$$

$$\sigma = \frac{(8)(\frac{1}{2})h}{\frac{1}{12} b h^3} = \frac{48}{b h^2}$$

$$b h^2 = \frac{48}{\sigma}$$

$$= \frac{48}{78,3 \times 10^{-6}} = 0,613 \times 10^{-6} m^3$$

Bila penampang batang pendulum diasumsikan berpenampang bujur sangkar maka :

$$b = h = S \rightarrow \text{Sehingga } b h^2 = S^3$$

Maka:

$$S^3 = 0,61 \times 10^{-6} m^3$$

$$S = \sqrt[3]{0,613 \times 10^{-6} m^3}$$

$$= 0,849 \times 10^{-2}$$

$$= 8,49 \text{ mm} = 8,5 \text{ mm.}$$

Tabel 1 Data ukuran pendulum hasil iterasi

	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Tebal (mm)	X (mm)	Y (mm)
Batang	8,5	305	8,5	0	182,5
S1	40,85	20	8,5	-2,04	315
S2	16,34	40	8,5	15,66	345
S3	40,85	141,356	8,5	-2,04	435,68

Tabel 2 Volume dan massa pendulum

	Volume (m ³)	Massa (kg)
Batang	2,203625 x 10 ⁻⁵	0,17254
S1	6,9445 x 10 ⁻⁶	0,05437
S2	7,3 x 10 ⁻⁶	0,0572
S3	4,908 x 10 ⁻⁵	0,3843

Titik berat sumbu X

$$X = \frac{\sum m X}{\sum m}$$

$$= \frac{(m_b)(0) + (m_{SE1})(-2,04) + (m_{SE2})(15,66) + (m_{SE3})(-2,04)}{m_b + m_{SE1} + m_{SE2} + m_{SE3}}$$

$$= \frac{(0,17254)(0) + (0,054375)(-2,04) + (0,0572)(15,66) + (0,3843)(-2,04)}{0,17254 + 0,05437 + 0,0572 + 0,3843}$$

$$= \frac{0,000855}{0,668415}$$

$$= 0,0 \text{ mm}$$

Titik berta sumbu Y

$$\bar{Y} = \frac{\sum m \bar{Y}}{\sum m}$$

$$= \frac{(m_b)(15,25) + (m_{SE1})(315) + (m_{SE2})(345) + (m_{SE3})(435,68)}{m_b + m_{SE1} + m_{SE2} + m_{SE3}}$$

$$= \frac{(0,173)(15,25) + (0,0543)(315) + (0,057)(345) + (0,384)(435,68)}{0,173 + 0,054 + 0,057 + 0,384}$$

$$= \frac{230,35862}{0,668}$$

$$= 345 \text{ mm}$$

2. Poros

Torsi:

$$T = m_t \bar{Y}$$

$$T = (0,668 \text{ kg}) \times (345 \text{ mm})$$

$$= 230,46 \text{ kg mm}$$

Diameter poros:

$$D_s \geq 4.1 \sqrt[4]{T}$$

$$D_s \geq 41 \sqrt[4]{230,40 \text{ kg mm}}$$

$$D_s \geq (4,1) (3,896)$$

$$D_s \geq 15,97 \text{ mm}$$

Maka dipilih $D_s = 25,4 \text{ mm}$

3. Bantalan

Spesifikasi bantalan sebagai berikut :

- Diamater poros $D_s = 25 \text{ mm}$
- No. bantalan = 6205
- Kapasitas Spec Dinamis (c) = 1100 kg
- Kapasitas Spec Statis (co) = 730 kg
- Factor-Factor : $v = 1$; $x = 0.56$; $y = 1.45$; $e = 0,30$, $\sin \alpha^\circ (\alpha^\circ = 20^\circ) = 0,342$, $\tan \alpha^\circ (\alpha^\circ = 20^\circ) = 0,363$

f. Putaran poros dengan persamaan:

$$n = \frac{v}{\pi D}$$

$$n = \frac{3,46 \text{ m/s}}{(3,14)(0,0254 \text{ m})}$$

$$= 43,38 \text{ rps}$$

$$= 2602 \text{ rpm}$$

Gaya Tangensial (Ft)

$$F_t = 23,19 \text{ N} = 2,36 \text{ kg}$$

Gaya Radial (FR)

Gaya radial bantalan B

$$\Sigma F_y = 0 \uparrow (+)$$

$$\rightarrow R_A + R_B - F_t = 0$$

$$\rightarrow R_A + R_B = F_t = 2,36 \text{ kg}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$\rightarrow (F_t)(AC) - (R_B)(AB) = 0$$

$$\rightarrow R_B = \frac{(F_t)(AC)}{AB}$$

$$\rightarrow R_B = \frac{(2,36)(67,5)}{135}$$

$$= 1,18 \text{ kg}$$

Gaya radial bantalan A

$$\rightarrow R_A + R_B - F_t = 0$$

$$\rightarrow R_A = F_t - R_B$$

$$= 2,36 - 1,18$$

$$= 1,18 \text{ kg}$$

Gaya aksial (Fa)

Bantalan A & B

$$F_a = F_t \tan \alpha$$

$$= 2,36 \times 0,363$$

$$= 0,856 \text{ kg}$$

Gaya Radial Ekivalen (P_r)

Bantalan A & B:

$$P_r = (x) (v) (F_R) + (Y) (F_a) = (0,56) (1) (1,18) + (1,45) (0,856) = 1,9 \text{ kg}$$

Faktor Kecepatan (f_n)

Bantalan A & B:

$$f_n = \left(\frac{33,3}{n} \right)^{\frac{1}{3}} = \left(\frac{33,3}{2602} \right)^{\frac{1}{3}} = 0,23$$

Faktor Umur (f_h):

Bantalan A & B:

$$f_h = f_n \times \frac{C}{P_r} = 0,23 \times \frac{110}{1,9} = 133,15$$

Umur Bantalan (L_h)

Bantalan A & B:

$$L_h = 500 \times f_h^3 = 500 \times 133,15^3 = 1180 \times 10^6 \text{ (jam)}$$

Untuk mesin-mesin dengan beban ringan L_h ijin adalah 2000 - 4000 jam. Bantalan aman digunakan karena umur bantalan > 2000 - 4000 jam yaitu 1180×10^6 jam (Sularso & K Suga 1997).

4. Dudukan spesimen

Tegangan ijin (σ_a)

σ_y St 37 = 235 Mpa

$$\sigma_a = \frac{\sigma_y}{sf} = \frac{235 \text{ Mpa}}{3} = 78,3 \text{ Mpa}$$

Luas penampang:

$$A = \frac{F}{\sigma_a} = \frac{23,19 \text{ N}}{78,3} = 0,296 \text{ mm}^2$$

Agar spesimen dapat diletakan pada dudukan spesimen dengan baik maka tebal plat (t) dudukan spesimen di buat 8 mm. Maka lebar pelat (L) yang di perlukan adalah :

$$L = \frac{A}{t} = \frac{0,296 \text{ mm}^2}{8 \text{ mm}} = 0,037 \text{ mm}$$

Agar pelat dudukan spesimen bisa berdiri tegak dan dapat diikat pada tiang tegak maka lebar pelat dibuat 137 mm.

5. Kerangka tegak pelat base

σ_y St 37 = 235 Mpa

$$\sigma_a = \frac{\sigma_y}{sf} = \frac{235}{3} = 78,3 \text{ Mpa}$$

Karena rangka tiang tegak ini terdiri dari dua batang dan gaya tangensial terjadi pada jarak 181mm, maka gaya tangensial yang bekerja dibagi dua:

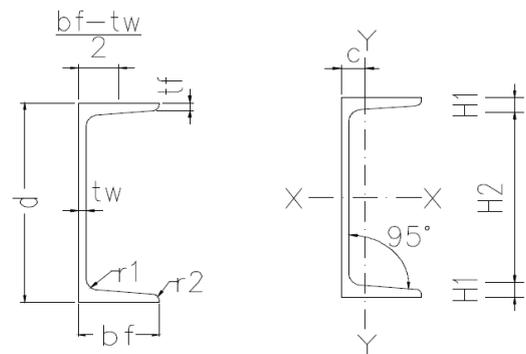
$$\rightarrow F_A = \frac{F_t}{2} = \frac{23,19 \text{ N}}{2} = 11,6 \text{ N}$$

Momen *bending*:

$$M = (F) (x) = (11,6 \text{ N}) (181 \text{ mm}) = 2099,6 \text{ Nmm}$$

Modulus penampang (S):

$$S = \frac{I}{Y} = \frac{M}{\sigma_a} = \frac{2099,6 \text{ Nmm}}{78,3 \text{ Mpa}} = 26,8 \text{ mm}^3$$



Gambar 4 Sectional Dimension of Single Channel Steel (www.benyaminnduufi.wordpress.com)

Tabel 3 Standard Sectional Dimension of Single Channel Steel

(www.benyaminnduufi.wordpress.com)

d X bf (mm)	Sec. of Area cm ²	Unit Weight kg/m	Modulus of Section (cm ³)	
			Sx	Sy
50 x 38	7,10	5,57	10,56	3,74
65 x 42	9,03	7,09	17,69	5,07
75 x 40	8,82	6,92	20,08	4,49
80 x 45	11,00	8,63	26,50	6,36
100 x 50	11,92	9,36	37,60	7,51
120 x 55	17,00	13,35	60,67	11,08
125 x 65	17,11	13,43	67,84	13,43
140 x 60	20,40	16,01	86,43	14,75
150 x 75	23,71	18,61	114,80	22,41

Rangka tiang tegak dipilih batang U Channel 120x55 yang mana pada table referensi *Standard Sectional Dimension of Single Channel Steel* memiliki nilai modulus penampang 60,67 cm³ = 2602 rpm, sedangkan pada hasil perhitungan nilai modulus

penampang hanya didapat 26,8 mm³. Jadi material yang dipilih sudah memenuhi syarat untuk konstruksi kekuatan.

Luas penampang pelat alas (*base*):

$$\begin{aligned} A &= \frac{F_t}{\tau_u} \\ &= \frac{23,19 \text{ N}}{78,3 \text{ Mpa}} \\ &= 0,296 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

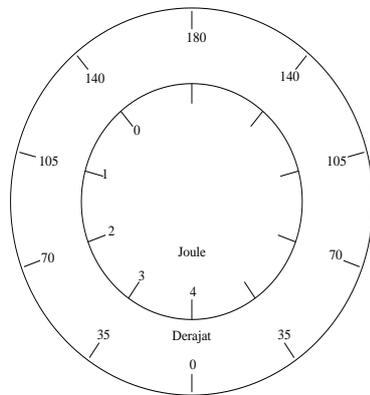
Dengan lebar diameter baut (*d*) adalah 8 mm, maka tebal pelat yang diperlukan untuk menahan tegangan geser yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Tebal pelat} &= \frac{A}{d} \\ \text{Tebal pelat} &= \frac{0,296 \text{ mm}^2}{8 \text{ mm}} \\ &= 0,037 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka dalam perancangan tebal pelat alas ini dipilih berdasarkan ketersediaan bahan yaitu 10mm.

6. Indikator

Bahan indikator pada alat uji ini terbuat dari pelat *Stain less steel* tebal 0,5 mm dengan diameter 200 mm. Dari hasil perhitungan sebelumnya diperoleh berat pendulum 0,6684 kg atau 6,557N. Dengan jari-jari pusat putar ke titik berat pendulum 0,345 m. Maka energi yang diserap diperoleh dengan persamaan (2).



Gambar 5 Rancangan Indikator

4. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

1. Hasil perancangan perhitungan luas penampang dudukan spesimen didapat 0,296mm², namun dengan pertimbangan supaya spesimen dapat ditempatkan dengan baik dan lebih aman maka lebar dan tebal pelat dudukan spesimen dibuat 8mm x 137mm, sehingga luas penampang dudukan spesimen adalah 1096 mm².
2. Hasil perhitungan perancangan pemukul spesimen (*hammer*) dengan menggunakan material St 37 dan dengan kapasitas 4 Joule, maka massa pendulum adalah 0,6684 kg.

3. Pada perancangan poros, digunakan St 37 dengan hasil perhitungan perancangan didapat diameternya adalah 25,4mm.
4. Hasil perancangan perhitungan pelat *base* untuk dudukan rangka didapat tebal pelat 0,037mm, namun dengan pertimbangan supaya lebih aman maka tebal pelat dipilih 10 mm.
5. Hasil perhitungan untuk menentukan kerangka tiang tegak adalah menggunakan baja profil C dengan ukuran 120 x 55 x 791. Material ini dipilih berdasarkan lebar *bf* lebih lebar daripada dudukan bearing yaitu 55 mm, yang mana berdasarkan tabel *Standar Sectional of Single Channel Steel*, yang memiliki nilai modulus penampang lebih besar dari modulus penampang pada perhitungan.

Saran

1. Disarankan dalam pembuatan alat uji Impak *Charpy* untuk material plastik dengan takik ini menggunakan material yang sesuai dengan hasil perancangan.
2. Dalam penelitian selanjutnya diharapkan modifikasi lebih lanjut mengenai konstruksi pengereman pergerakan pendulum untuk meningkatkan faktor *safety*.

Daftar Pustaka

- Sularso & Kyokatsu Suga, 1997, "Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin", Pradnya Paramita, Jakarta.
- Hermawan, 2012, "Bab II Dasar Teori", termuat di: www.eprints.undip.ac.id, diakses 26 Maret 2016.
- Iman Mujiarto, 2005, Sifat dan Karakteristik material Plastik dan Bahan Aditif, termuat di: <http://server2.docfoc.us>, diakses 27 Maret 2016.
- Ismail, 2012, "Alat Uji Impak *Charpy*", <http://eprints.undip.ac.id>, diakses 26 Maret 2016.
- Beny Putranto, 2011, "Perancangan Alat Uji Impak *Charpy* Untuk Material Komposit", Skripsi Universitas Sebelas Maret.
- Ach. Muhib Zainuri, 2008, "Kekuatan Bahan", CV. Andi Offset.
- Ramadhani F, 2015, "Bab II Dasar Teori", termuat di: www.repository.usu.ac.id, diakses 26 Maret 2016.