

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

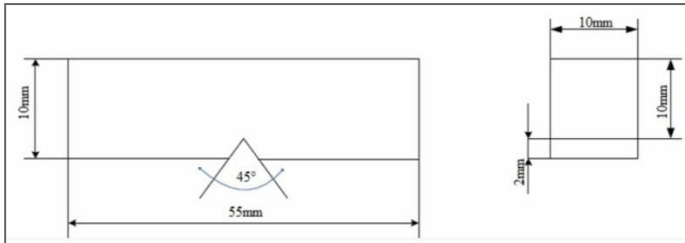
### 2.1. Teori Dasar Alat Uji *Impact*.

Alat uji *impact* adalah salah satu alat uji yang digunakan untuk mengetahui ketangguhan suatu logam akibat pembebanan kejut pada beberapa macam kondisi suhu, beban mendadak serta faktor – faktor yang mempengaruhi sifat material tersebut yang perlu diketahui dan di perhatikan. Metode untuk uji *impact* yang telah memenuhi standar sendiri terdapat 2 macam, yaitu : Metode uji *impact charpy* dan metode uji *impact izod*. Metode *charpy* banyak digunakan di Amerika Serikat, sedangkan metode *izod* sendiri banyak digunakan di sebagian besar negara eropa contohnya adalah negara inggris, sedangkan Indonesia lebih banyak menggunakan alat uji *impact* metode *charpy*.

Pada alat uji *impact* ini terdiri dari beberapa bagian penting, diantaranya : pendulum (godam), lengan ayun, poros pengayun, *bearing*, pisau pemukul, badan alat uji *impact* dan tempat benda uji. Semua bagian tersebut disusun dan dirangkai menjadi satu kesatuan sehingga membentuk suatu alat uji *impact* yang memenuhi standar JIS Z2202. Dasar dari pengujian *impact* adalah penyerapan energi potensial yang dihasilkan dari pendulum beban yang berayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk benda uji, sehingga benda uji tersebut mengalami sebuah *deformasi*. Prinsip kerja alat uji *impact* ini adalah dengan cara memberikan pembebanan secara tiba-tiba pada benda uji yang akan di uji secara statik.

Batang uji yang nantinya akan digunakan pada proses pengujian dengan menggunakan metode uji *impact charpy* sebelumnya harus memenuhi standar JIS Z2202, benda uji yang akan dilakukan pengujian mempunyai luas penampang 10 mm x 10 mm, kemudian batang uji diberikan takik berbentuk V. Kriteria takik pada metode uji *impact charpy* dan metode *charpy izod* dengan sudut 45° dan kedalaman

takik sebesar 2 mm. Gambar 2.1 merupakan sketsa keseluruhan spesimen yang digunakan untuk uji *impact charpy*.



Gambar 2.1 Sketsa benda uji *impact charpy*

## 2.2. Metode Charpy.

Uji *impact* dengan menggunakan metode *charpy* telah lama di gunakan semenjak masa perang dunia ke 2, karena pada saat itu banyak ditemukan fenomena-fenomena patahan getas pada kapal-kapal perang. Dari fenomena tersebut diperoleh patahan sebagian dan adapula patahan yang patah menjadi 2 bagian. Uji *impact* sendiri dikembangkan sekitar tahun 1900 oleh SB Russell (1898, American) dan G. Charpy (1901, Perancis). Tes tersebut dikenal sebagai tes *Charpy* pada awal 1900-an karena kontribusi teknis dan upaya standarisasi oleh Georges Charpy. Tes ini penting dalam memahami masalah fraktur kapal selama Perang Dunia II. Metode *charpy* banyak digunakan dalam dunia industri karena mudah untuk dipersiapkan atau dilakukan, dan hasil yang diperoleh lebih cepat dan murah.

Pengujian *impact* merupakan suatu upaya untuk mensimulasikan kondisi material yang sering ditemui dalam perlengkapan industri atau konstruksi, dimana beban tidak

selamanya terjadi secara perlahan-lahan melainkan datang secara tiba-tiba, contoh *deformasi* adalah pada bumper mobil pada saat terjadinya tumbukan kecelakaan. Pada uji *impact* terjadi proses penyerapan energi yang besar ketika beban menumbuk spesimen. Energi yang diserap material ini dapat dihitung dengan menggunakan prinsip perbedaan energi potensial. Dasar pengujian impak ini adalah penyerapan energi potensial dari pendulum beban yang berayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk benda uji sehingga benda uji mengalami *deformasi*. Pada pengujian *impact* ini banyaknya energi yang diserap oleh bahan untuk terjadinya perpatahan adalah merupakan ukuran ketahanan *impact* atau ketangguhan bahan tersebut terhadap pembebanan secara tiba-tiba.

Pengujian *impact* sangat penting dilakukan untuk mengetahui kegetasan dan keuletan sebuah bahan / material terhadap pembebanan atau gaya kejut secara tiba-tiba yang akan diuji secara statik. Dalam pembebanan statik dapat juga terjadi laju *deformasi* yang tinggi, apabila bahan yang nantinya akan diuji diberi *notch* (takik). Semakin tajam *notch* maka semakin besar pula laju *deformasi* yang terkonsentrasi pada takik tersebut, maka dari itu sebelum pengujian *impact* dilakukan benda uji yang nantinya akan digunakan terlebih dahulu sesuai dengan ukuran JIS Z2202. Setelah pengujian selesai dilakukan nantinya akan didapatkan hasil seperti bengkokan, retakan atau patahan pada benda uji tersebut. Pada umumnya analisis yang dilakukan pada material hasil uji tarik terjadi sebuah patahan, patahan yang diperoleh setelah dilakukannya pengujian terhadap benda uji digolongkan menjadi 3 jenis, yaitu :

1. Perpatahan Berserat (*fibrous fracture*).

Perpatahan yang melibatkan mekanisme pergeseran bidang bidang kristal di dalam bahan (logam) yang ulet (*ductile*). Perpatahan berserat ditandai dengan permukaan patahan berserat yang berbentuk dimpel yang menyerap cahaya dan berpenampilan buram.

2. Perpatahan Granular/Kristalin.  
Perpatahan yang dihasilkan oleh mekanisme pembelahan (*cleavage*) pada butir-butir dari bahan (logam) yang rapuh (*brittle*). Ditandai dengan permukaan patahan yang datar yang mampu memberikan daya pantul cahaya yang tinggi (mengkilat).
3. Perpatahan Campuran (berserat dan granular).  
Perpatahan yang merupakan kombinasi dua jenis perpatahan, perpatahan berserat dan perpatahan granular.

Data atau informasi yang didapat dari hasil uji yang dilakukan pada benda uji tidak hanya fenomena patahan melainkan informasi tentang temperatur. Adapula faktor yang mempengaruhi kegagalan benda uji pada pengujian *impact*, yaitu :

1. *Notch / Takik*.
2. Temperatur
3. *Strainrate*.

### **2.3. Alat Uji *Impact Charpy*.**

Alat uji *impact charpy* merupakan alat uji yang digunakan untuk mengetahui harga *impact* pada suatu bahan yang di akibatkan oleh gaya kejut secara tiba – tiba. Seiring berjalannya zaman alat uji *impact* banyak mengalami perkembangan secara signifikan, tipe dan bentuk alat uji *impact* metode *charpy* beranekaragam mulai dari yang sederhana sampai dengan alat uji yang menggunakan teknologi *modern*. Walaupun dari segi dimensi berbeda namun dari segi prosedur percobaan tetap sama, karena pada dasarnya tetap mengacu pada standar JIS Z2202.

Pengujian bahan menggunakan uji *impact* banyak digunakan di dunia industri dan konstruksi di karenakan

pengujian tersebut dipastikan lebih mudah dioperasikan dan hasilnya dapat diperoleh dengan cepat. Benda uji yang digunakan sendiri terlebih dahulu harus standar dengan JIS Z2202, benda uji di takik berbentuk V dengan kedalaman takik sebesar 2mm dengan besar sudut  $45^\circ$  dan permukaan benda uji dikerjakan dengan halus pada semua permukaannya.

#### **2.4. Bagian – Bagian Alat Uji *Impact Charpy 6 Kg.***

Pada alat uji *impact charpy* memiliki beberapa bagian yang terdiri dari :

a. Kerangka alat uji *impact charpy* 6 Kg

Kerangka alat uji *impact* terbuat dari baja profil U 70 x 40 mm dengan tebal baja 6,5 mm. Sedangkan dimensi dari badan alat uji *impact* ini adalah 1000 x 600 x 965 mm. Proses pengerjaan yang dilakukan dalam pembuatan badan alat uji *impact* ini adalah proses penyambungan atau proses pengelasan. Badan alat uji *impact* berfungsi sebagai tempat dudukan dari *bearing* dan tempat benda uji. Berikut ini adalah gambar kerangka alat uji *impact* tipe *charpy*.



Gambar 2.2 Kerangka alat uji dimensi  
1000 x 600 x 965 mm

b. *Bearing*.

*Bearing* berfungsi sebagai poros pengayun, bearing yang akan digunakan adalah *bearing* tipe *pillow block* dengan ukuran diameter dalam 25 mm sebanyak 2 buah. *Bearing* tersebut masing - masing diletakkan di ujung atas kerangka alat uji kemudian dibaut di kedua sisinya. Berikut adalah gambaran *bearing* tipe *pillow block* ukuran 25 mm :



Gambar 2.3 *Bearing* tipe *pillow block* ukuran  $\varnothing$  25 mm.

c. Poros pengayun.

Poros pengayun berfungsi sebagai penerus putaran ayun dari bearing ke lengan pengayun dan pendulum. Poros pengayun sendiri terbuat dari baja silinder  $\varnothing$  25 x 500 mm. Setiap ujung kanan dan kiri dihubungkan dengan bearing dan pada bagian tengahnya dihubungkan ke lengan pengayun dengan cara dilas.



Gambar 2.4 Poros pengayun  $\varnothing 25 \times 500$ .

d. Lengan pengayun.

Lengan pengayun berfungsi sebagai penerus gerakan dari poros pengayun menuju pendulum. Lengan pengayun terbuat dari baja silinder berukuran  $\varnothing 25 \times 800$  mm, kemudian salah satu ujungnya di hubungkan ke poros pengayun dengan cara dilas tepat di bagian tengah dari poros pengayun. Setelah di hubungkan dengan poros pengayun kemudian pada bagian bawahnya di hubungkan ke pendulum dengan cara dibor dengan kedalaman 50 mm.





Gambar 2.5 Lengan Pengayun

e. Pendulum Dan Pisau Pemukul.

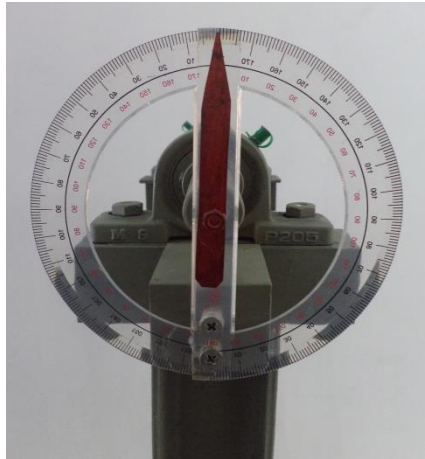
Pendulum berfungsi sebagai beban yang akan diayunkan ke benda uji dan juga terdapat pisau pemukul untuk mematahkan benda uji. Pendulum terbuat dari baja pelat silinder  $\text{Ø } 200 \times 32 \text{ mm}$  dengan berat 6 kg dan Pisau pemukul mempunyai dimensi  $30 \times 7,5 \text{ mm}$  dengan bahan yang terbuat lebih keras daripada bahan yang digunakan pendulum.



Gambar 2.6 Pendulum

f. Jarum penunjuk dan busur derajat.

Jarum penunjuk berfungsi sebagai penunjuk angka pada busur derajat sedangkan busur derajat memiliki fungsi sebagai alat ukur atau sebagai acuan dalam pengambilan data dari hasil pengujian. Pada tahap pemasangannya jarum penunjuk dipasangkan dengan poros pengayun dengan cara dibaut, jarum penunjuk dipasangkan pada poros pengayun bertujuan agar arah jarum penunjuk sesuai dengan arah ayunan poros pengayun. Sedangkan busur derajat dipasangkan pada kerangka alat uji dengan cara di baut. Jarum penunjuk dihubungkan dengan poros pengayun dengan dibaut, sehingga arahnya sesuai dengan arah ayunan poros pengayun. Berikut adalah gambar dari jarum penunjuk dan busur derajat :



Gambar 2.7 Jarum penunjuk dan busur derajat.

g. Pungunci *specimen*.

Pungunci *specimen* memiliki fungsi sebagai pengunci *specimen* yang akan di uji, agar pada saat diuji *specimen* tersebut tidak mengalami pergeseran atau perpindahan saat mengalami tumbukan.

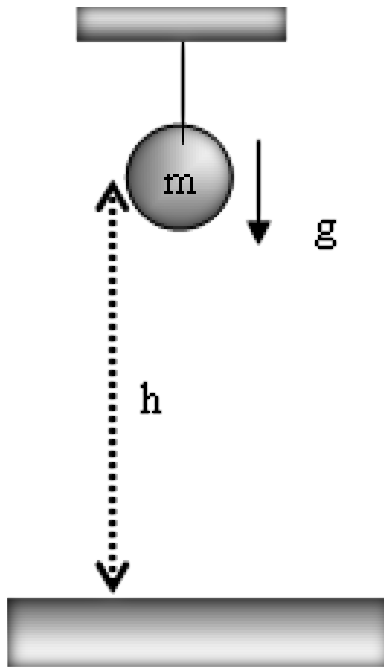
h. Tempat *specimen* / benda uji

Tempat benda uji berfungsi sebagai tempat diletakkannya benda uji yang akan dilakukan pengujian. Tempat benda uji tersebut dihubungkan dengan kerangka alat uji *impact charpy* dengan cara dilas.

Seluruh bagian – bagian tersebut lalu di rangkai menjadi satu kesatuan sehingga terciptanya alat uji *impact* yang sesuai *standar* yang telah di tentukan.

## 2.5. Energi Potensial

Energi potensial pertama kali dikemukakan oleh seorang teknik dan fisikawan berkebangsaan Skotlandia yaitu William Rankine. Energi potensial adalah energi yang tersimpan dalam suatu benda akibat kedudukan atau posisi benda tersebut dan suatu saat dapat dimunculkan, maka dari itu energi potensial tidak harus melibatkan gerakan. Walaupun benda tersebut tidak mengalami pergerakan tetapi benda tersebut memiliki energi yang tersimpan padanya yang berpotensi menyebabkan perubahan jika terdapat kondisi-kondisi tertentu. Energi potensial juga biasa disebut dengan energi diam, dikarenakan benda tersebut dapat bergerak apabila mengalami suatu perubahan energi potensial. Contoh dari energi potensial dapat kita temukan dalam kehidupan sehari – hari, misalkan buah mangga yang terjatuh dari dahannya, busur panah yang diregangkan, pot jatuh dari atas gedung dan lain - lain. Benda tersebut dapat mengalami pergerakan dikarenakan adanya gaya tarik bumi sehingga jatuhnya selalu ketanah. Energi potensial yang diakibatkan oleh gravitasi bumi disebut energi potensial gravitasi, maka setiap benda yang memiliki energi potensial gravitasi dapat melakukan pergerakan apabila benda tersebut berada pada ketinggian tertentu dari permukaan bumi.



Gambar 2.8 Suatu benda yang di gantung yang memiliki massa ( $m$ ) dan perpindahan benda ( $h$ ).

Dari gambar diatas hubungan energi potensial dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

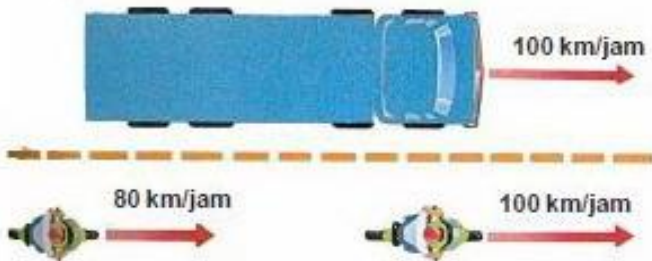
$$E_p = m g h \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana pada persamaan diatas dapat disimpulkan energi potensial ( $E_p$  ; J(Joule)) dapat terjadi apabila adanya sebuah massa ( $m$  ; kg) melakukan sebuah pergerakan atau biasa disebut mengalami sebuah perpindahan benda ( $h$  ; m) yang di akibatkan oleh adanya energi gravitasi bumi ( $g$  : 9,81 atau biasa di bulatkan menjadi  $10 \text{ m/s}^2$ ). Jika massa benda diperbesar maka energi potensial gravitasinya secara otomatis juga akan membesar. Demikian juga, apabila ketinggian

benda dari tanah diperbesar, energi potensial gravitasi beban tersebut akan semakin besar.

## 2.6. Energi Kinetik

Kata kinetik berasal dari bahasa Yunani, *kinetikos*, yang artinya “gerak”. Secara umum energi kinetik adalah energi yang dimiliki pada suatu benda karena geraknya, sedangkan secara khusus energi kinetik adalah energi yang dimiliki suatu benda bermassa ( $m$ ) yang sedang bergerak dengan kelajuan ( $v$ ). Jadi setiap benda yang bergerak sesungguhnya memiliki energi kinetik. Energi kinetik pada suatu benda didefinisikan sebagai usaha yang dibutuhkan untuk menggerakkan suatu benda dengan massa tertentu dari posisi diam hingga benda tersebut mencapai kecepatan tertentu. Banyak contoh energi kinetik yang dapat ditemukan dalam kehidupan sehari – hari, seperti mobil yang sedang melaju dengan kecepatan tertentu, air mengalir, bola yang bergerak dan lain - lain.

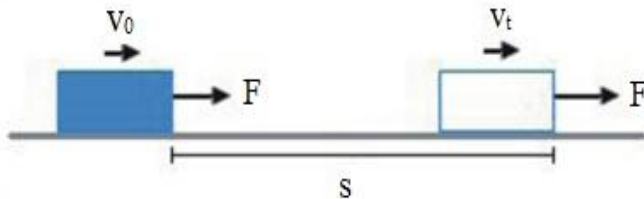


Gambar 2.9 Truk dan Sepeda motor yang melaju dalam kecepatan tertentu

Truk yang bergerak pada 100 km/jam dalam gambar di atas memiliki energi kinetik yang lebih besar dibanding sepeda motor yang bergerak dengan kelajuan yang sama. Tetapi

sepeda motor tersebut memiliki energi kinetik lebih besar daripada sepeda motor sejenis yang bergerak pada 80 km/jam. Maka dapat diambil sebuah kesimpulan, makin besar kecepatan suatu benda bergerak maka makin besar energi kinetiknya dan semakin besar massa benda yang bergerak makin besar pula energi kinetik yang dimiliki benda tersebut.

Dalam mencari sebuah persamaan energi kinetik, sebelumnya harus diturunkan terlebih dahulu persamaan energi kinetik tersebut. Agar benda dipercepat beraturan sampai bergerak dengan laju ( $v$ ) maka pada benda tersebut harus diberikan gaya total yang konstan dan searah dengan arah gerak benda sejauh ( $s$ ).



Gambar 2.10 Benda yang bermassa  $m$  berjalan pada lintasan lurus sejauh  $s$  dengan kecepatan  $v_0$ .

Pada gambar diatas sebuah benda bermassa  $m$  berjalan pada lintasan lurus sejauh  $s$  dengan kecepatan  $v_0$ , agar benda mempunyai kecepatan  $v_t$  terlebih dahulu dilakukan sebuah usaha atau kerja pada benda tersebut dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$W = F \cdot s \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana usaha yang dilakukan ( $W$  ; j(joule)) sebuah benda dapat dihasilkan dari gaya ( $F$  ; N(newton)) yang mempengaruhi benda tersebut sehingga dapat mengalami perpindahan sejauh ( $s$  ; (m)).

Untuk mengetahui berapa besar gaya yang nantinya mempengaruhi suatu benda tersebut digunakan sebuah persamaan  **$F = m.a$**

Karena benda memiliki kecepatan awal  $v_0$  dan laju akhir  $v_t$  dan mengalami suatu pergerakan sejauh  $s$  maka untuk mencari berapa besar nilai percepatan  $a$  digunakan persamaan :

$$v_t^2 = v_0^2 + 2 . a . s \dots \dots \dots (2.3)$$

$$a = \frac{v_t^2 - v_0^2}{2.s} \dots \dots \dots (2.4)$$

Kemudian nilai dari percepatan  $a$  di substitusikan ke dalam persamaan gaya  **$F = m.a$** . Untuk menentukan besarnya usaha, hasil persamaan gaya  $F$  di substitusikan kedalam persamaan usaha ( **$W = F . s$** ). Persamaan ini menjelaskan usaha total yang dikerjakan pada benda. Karena  $W = EK$  maka dapat di simpulkan bahwa besar energi kinetik translasi pada benda dapat di tulis secara umum, persamaan energi kinetik dituliskan sebagai berikut :

$$E_k = \frac{1}{2} m V^2 \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan :

$E_k$  = Energi kinetik (J)

$m$  = Massa (kg)



$v$  = Kelajuan (m/s)

## 2.7. Energi Mekanik

Energi mekanik yaitu energi yang dimiliki benda karena gerak maupun kedudukan. Jika benda bergerak dan berada pada ketinggian tertentu, maka energi mekaniknya merupakan gabungan dari energi potensial dan energi kinetik. Namun apabila benda diam pada ketinggian tertentu, maka energi mekaniknya sama dengan energi potensialnya, karena energi kinetik sama dengan nol ( $E_p = E_k$ ). Besarnya energi mekanik merupakan penjumlahan antara besarnya energi kinetik dengan energi potensial. Energi mekanik yang dimiliki suatu benda dapat ditulis secara matematis sebagai berikut :

$$E_m = E_k + E_p \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan:

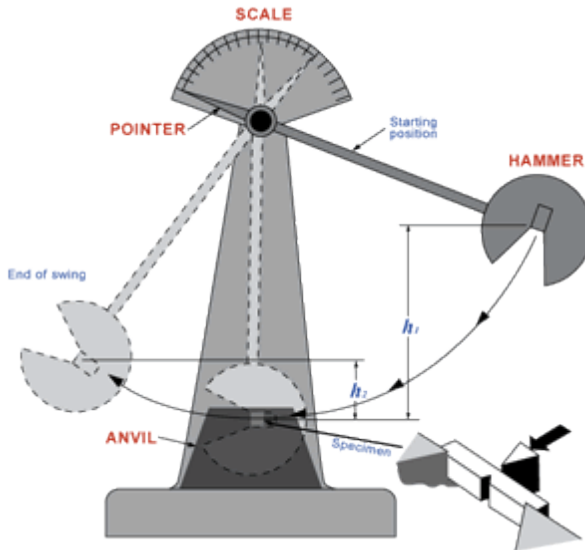
$E_m$  = Energi mekanik (J).

$E_k$  = Energi kinetik (J).

$E_p$  = Energi potensial (J).

## 2.8. Prinsip Kerja dan Perhitungan Energi.

Besar gaya yang terjadi pada alat uji *impact charpy* berdasarkan oleh gerak ayun pendulum serta ketinggian pendulum tersebut yang nantinya berdampak pada *specimen* . Berikut adalah gambaran skematis alat uji *impact*



Gambar 2.11 Skema pengujian *impact*.

Saat pendulum pada kedudukan  $h_1$  dilepaskan, maka pendulum akan mengayun sampai kedudukan fungsi akhir pada ketinggian  $h_2$  yang juga hampir sama dengan tinggi semula  $h_1$  dimana pendulum mengayun bebas. Usaha yang dilakukan pendulum waktu memukul benda uji atau energi yang diserap benda uji sampai mengalami perpatahan didapat persamaan sebagai berikut :

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

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

$$m \cdot g \cdot \lambda (\cos \beta - \cos \alpha) \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan :

$E_p$  = Energi Potensial.

$E_m$  = Energi Mekanik.

$m$  = Berat Pendulum (Kg).

$g$  = Gravitasi 9,81 m/s.

$h_1$  = Jarak awal antara pendulum dengan benda uji (m).

$h_2$  = Jarak akhir antara pendulum dengan benda uji (m).

$\lambda$  = Jarak lengan pengayun (m).

$\cos \alpha$  = Sudut posisi awal pendulum.

$\cos \beta$  = Sudut posisi akhir pendulum.

Dari persamaan rumus diatas didapatkan besarnya energi *impact* yaitu :

$$K = \frac{\text{Energi Yang Diserap .(J)}}{A} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana :

$K$  = Nilai *Impact* (Kg m/mm<sup>2</sup>).

$J$  = Energi Yang Diserap (Joule).

$A$  = Luas penampang dibawah takikan (mm<sup>2</sup>)

## 2.9. Keunggulan dan Kekurangan Alat Uji *Impact Charpy*.

### ➤ **Keunggulan Alat Uji *Impact Charpy***

Pada alat uji *impact charpy* banyak terdapat kelebihan dibandingkan dengan alat uji *impact* lain, kelebihan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Alat uji mudah digunakan / dioperasikan.
2. Biaya untuk pengujian lebih *efisien* dibandingkan alat uji yang lain.
3. Hasil dari pengujian lebih cepat diketahui.

### ➤ **Kekurangan Alat Uji *Impact Charpy***

Pada alat uji *impact charpy* banyak terdapat kekurangan. Berikut adalah beberapa kekurangan tersebut :

1. Alat uji terlalu sederhana.
2. Pengujian harus dilakukan secara berulang – ulang.
3. Kurangnya *standar* pengamanan.