



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**RANCANG BANGUN ALAT UJI IMPAK CHARPY**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya**

**FAJAR ISMAIL  
LOE 009 006**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN**

**SEMARANG  
DESEMBER 2012**

## **HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : Fajar Ismail

NIM : L0E009006

Tanda Tangan :

Tanggal : 16 Desember 2012

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :  
Nama : Fajar Ismail  
NIM : L0E009006  
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin  
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Alat Uji Impak Charpy

**Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.**

### TIM PENGUJI

Pembimbing I : Drs. Wiji Mangestiyono, M.T. ( )  
Pembimbing II : Bambang Setyoko, S.T., M.Eng. ( )  
Penguji : Drs. Wiji Mangestiyono, M.T ( )  
Penguji : Bambang Setyoko, S.T., M.Eng. ( )  
Penguji : Ir. H. Murni, M.T ( )

Semarang, Desember 2012  
Ketua PSD III Teknik Mesin

Ir. Sutomo, Msi  
NIP. 19520321 198703 1 001

## **MOTTO**

Menjaga solidaritas dan kerja keras di dalam tim, kunci awal kesuksesan *teamwork*.  
(Tim)

## **PERSEMBAHAN**

Tugas akhir ini dipersembahkan penulis untuk Laboratorium Metrologi dan Instrumentasi Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telah mencurahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini dengan judul “Rancang Bangun Alat Uji Impak Charpy”

Tugas akhir ini disusun sebagai syarat untuk melengkapi kelulusan pada Jurusan Teknik Mesin Program Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dari pihak-pihak yang terkait, laporan tugas akhir ini tidak mungkin terselesaikan dengan baik, maka pada kesempatan ini kami sampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. H. Zaenal Abidin, M.Si, selaku Ketua Program Diploma III Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
2. Bapak Ir. Sutomo M.Si selaku Ketua Jurusan PSD III Teknik Mesin Universitas Diponegoro.
3. Bapak Drs. Wiji Mangestiyono, MT selaku Dosen Pembimbing 1 tugas akhir.
4. Bapak Bambang Setyoko ST, M.Eng selaku Dosen Pembimbing 2 tugas akhir.
5. Bapak Seno Darmanto, ST. MT. selaku dosen wali.
6. Bapak, Ibu dan keluarga tersayang, yang senantiasa memberikan doa dan bantuan yang tak terhingga, baik dari segi moral maupun material.
7. Rekan-rekan DIII Teknik Mesin.
8. Dan semua pihak yang telah memberi saran-saran serta kritik yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan Laporan Tugas Akhir kami ini.

Penulis mengharapkan semoga karya kecil berupa tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, kemajuan masyarakat dan bangsa Indonesia.

Semarang, November 2012

Penulis

## **ABSTRAKSI**

### **RANCANG BANGUN ALAT UJI IMPAK METODE CHARPY**

*Situasi sekarang semakin disadari pentingnya faktor keamanan pada sebuah konstruksi terutama pada pembebanan kejut. Pengujian impak merupakan analisa bahan untuk mengetahui ketangguhan bahan menerima beban dinamis karena bahan-bahan yang akan digunakan untuk membangun sebuah struktur maupun fungsi lainnya harus mampu menahan beban yang akan diterimanya. Tujuan dari penulisan proyek akhir ini adalah agar mahasiswa mampu mendesain dan membuat alat uji impak tipe charpy, mengetahui mekanisme kerja, dan menganalisa performa alat sekaligus mengkalibrasinya berdasarkan energi impak spesimen. Metodologi yang diterapkan mempunyai empat poin utama, yaitu perancangan konstruksi, proses pabrikasi, pengambilan data, uji performa dan kalibrasi. Dari uji performa alat uji impak metode charpy kapasitas 240 Joule, kuningan mempunyai energi impak rata-rata 22,16 Joule dengan standar deviasi  $\pm 1,620$  Joule, stainless steel 82,08 Joule dengan standar deviasi  $\pm 6,536$  Joule, dan baja 173,47 Joule  $\pm$  dengan standar deviasi sebesar 12,941 Joule. Kalibrasi dilakukan berdasarkan alat yang lebih standar di Lembaga Inspeksi Migas-Cepu. Dengan membandingkan data keduanya dapat dinyatakan standard error mencapai 4,59 %.*

*Kata kunci: uji impak charpy, energi impak*

## **ABSTRACT**

### ***DESIGN OF CHARPY IMPACT TESTING MACHINE***

*Now, science and technology more realize how important is safety factor applicable on a construction notably by rapid loading. Impact test is an analysis of the material to determine the toughness of the material received dynamic loads due to the materials that will be used to build a structure or other functions must be able to withstand the loads that will be received. The purpose of this thesis is that students are able to design charpy impact machine, knowing how does it mechanism, and performance analysis within calibration based on impact energy of specimens. The methodology applied has four main points those are construction engineering, process manufacturing, data retrieval, performance analysis and calibration. From the performance test methods Charpy impact test equipment capacity of 240 Joules, brass impact energy has on average 22,16 Joules with a standard deviation  $\pm 1,620$  Joules, stainless steel 82,08 Joules with a standard deviation  $\pm 6,536$  Joules, and then steel 173,47 Joules  $\pm$  with standard deviation of 12,941 Joules. Calibration is based on more standard charpy machine in Lembaga Inspeksi Migas-Cepu. By comparing both data can be expressed standard error reaches 4,597%.*

*Keywords: impact charpy test, impact energy*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	
HALAMAN TUGAS PROYEK AKHIR .....	
HALAMAN PENGESAHAN.....	
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	
KATA PENGANTAR.....	
ABSTRAK.....	
DAFTAR ISI.....	
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	
1.2 Perumusan Masalah .....	
1.3 Pembatasan Masalah.....	
1.4 Alasan Pemilihan Judul.....	
1.5 Tujuan Tugas Akhir.....	
1.6 Manfaat Tugas Akhir.....	
1.7 Metodologi Tugas Akhir.....	
1.8 Sistematika Penulisan.....	
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Uji Impak.....	
2.2 Pengujian Impak Metode Charpy.....	
2.3 Mesin Uji Impak.....	
2.4 Energi Potensial.....	
2.5 Energi Kinetis.....	
2.6 Energi Mekanis.....	
2.7 Spesimen.....	
2.8 Mekanisme Alat Uji Impak Charpy.....	
<b>BAB III Metodologi Proyek Akhir</b>	
3.1 Desain Alat Uji Impact Metode Charpy.....	
3.2 Pembuatan Alat Uji Impak Metode Charpy.....	
3.3 Perhitungan Biaya.....	
3.4 Metode Pengambilan Data.....	
3.5 Pengoperasian dan Perawatan Alat.....	
<b>BAB IV PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil Desain.....	
4.2 Perhitungan Energi.....	
4.3 Perhitungan Konstruksi.....	
4.4 Kalibrasi.....	
4.5 Pembahasan dan Analisa.....	
4.6 Prosedur Pengoperasian Alat.....	
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1. Kesimpulan.....	
5.2. Saran.....	
DAFTAR PUSTAKA .....	
LAMPIRAN .....	



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Pada era yang semakin maju ini kebutuhan konstruksi semakin meningkat. Terutama pada konstruksi dalam penggunaan logam 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. Kepekaan terhadap patah getas adalah masalah besar pada konstruksi baja. 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 (impak) merupakan ketahanan bahan terhadap beban kejut. Inilah yang membedakan pengujian dampak dengan pengujian tarik dan kekerasan dimana pembebanan dilakukan secara perlahan-lahan. Pengujian dampak 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. Pengujian yang dilakukan dalam skala kecil pada umumnya adalah uji *impact Charpy*. Hasil dari pengujian dampak sendiri nantinya akan dapat diketahui tingkat kegetasan dan harga dampak material. Berdasarkan kenyataan diatas, maka penulis akan melaksanakan penelitian sebagai Tugas Akhir dengan judul “ RANCANG BANGUN ALAT UJI IMPAK CHARPY”.

### **1.2 Perumusan Masalah**

Dari latar belakang diatas, dapat diketahui bahwa salah satu hal yang dapat mengakibatkan kegetasan suatu material adalah ketidakmampuan bahan material untuk menyerap energi. Untuk itu, pengujian dampak digunakan untuk mengukur ketangguhan suatu material. Maka perlu dibuatnya suatu alat uji dampak dengan metode charpy yang sederhana dan efisien untuk mengatasi permasalahan ini. Dalam proses pembuatan alat ini muncul beberapa permasalahan yaitu :

1. Bagaimana desain alat uji dampak yang bisa dibuat dan sesuai dengan standar yang berlaku?
2. Bagaimana proses pembuatan alat uji dampak charpy ini?
3. Bagaimana mekanisme kerja alat uji dampak charpy ini?
4. Bagaimana unjuk kerja alat uji dampak charpy ini?

### **1.3 Pembatasan Masalah**

Mengingat keterbatasan pengetahuan, kemampuan, sarana dan prasarana serta agar ruang lingkup penelitian lebih sistematis dan terarah masalahnya, maka dalam penulisan

laporan tugas akhir ini, mempunyai maksud agar masalah inti yang dibahas tidak akan keluar dari batasannya. Untuk itu penulis memberikan batasan hanya pada masalah: standar material uji dampak yang akan di gunakan; pengujian spesimen (kuningan, steel dan stainless steel) terhadap beban dampak; pemilihan spesimen tersebut , dikarenakan kapasitas dari spesimen benda uji lebih rendah dari pada kapasitas Alat Uji Dampak sebesar 240 Joule dan bisa dikatakan aman.

#### **1.4 Alasan Pemilihan Judul**

Pemilihan judul “Rancang Bangun Alat Uji Dampak Charpy” mempertimbangkan beberapa alasan, yaitu:

- a. Menarik mahasiswa untuk mengetahui, apa itu alat uji dampak charpy dan fungsinya, karena adanya kemungkinan mahasiswa belum memahami definisi alat uji Dampak Charpy.
- b. Meningkatkan pengetahuan umum tentang alat uji Dampak Charpy.
- c. Mewujudkan pengabdian terhadap masyarakat dalam bidang teknologi dan konstruksi yang berkualitas.

#### **1.5 Tujuan Tugas Akhir**

Tujuan dari rancang bangun dan modifikasi ini dapat dibedakan menjadi dua yaitu tujuan akademis dan tujuan teknis.

##### **a. Tujuan Akademis**

Tujuan akademis dari penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Sebagai syarat kelulusan pada Program Studi Diploma III teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
2. Menerapkan ilmu yang didapat di bangku perkuliahan secara terpadu dan terperinci sehingga berguna bagi perkembangan industri di Indonesia.
3. Melatih dan mengembangkan kreatifitas dalam merancang dan mengemukakan gagasan ilmiah sesuai dengan spesifikasinya secara sistematis.

##### **b. Tujuan Teknis**

Tujuan teknis dari penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk melatih kemampuan dalam memperoleh dan memahami dampak uji dampak material dengan alat uji *v-notch* charpy, misalnya: mengetahui pola patahan material, mengetahui pengaruh sensitivitas takikan
2. Untuk menambah wawasan pengetahuan dan pengalaman terutama dalam bidang pembangunan khususnya konstruksi
3. Menerapkan ilmu pengetahuan yang didapat dari perkuliahan baik secara teori maupun praktek.
4. Mengetahui mekanisme kerja uji dampak metode charpy.
5. Mendapatkan konstruksi alat uji dampak charpy yang sederhana dan mudah dioperasikan

#### **1.6 Manfaat Tugas Akhir**

Jika tujuan penelitian ini mencapai hasil yang positif, maka manfaat yang akan diperoleh antara lain sebagai berikut:

- a. Memperkuat dan menumbuhkan kemampuan inovasi dan implementasi IPTEK bagi perguruan tinggi dalam menggali dan meningkatkan pemahaman tentang Uji Dampak.
- b. Menciptakan peradaban masyarakat modern yang selalu mengikuti perkembangan teknologi.

- c. Memperoleh pemahaman tentang uji dampak yang lebih efektif dan efisien.
- d. Menambah alat instrumen praktikum PSD III Teknik Mesin Fakultas teknik Universitas Diponegoro sebagai alat praktikum Metrologi dan Instrumentasi.
- e. Diharapkan mampu memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta memungkinkan bentuk kerjasama dalam memanfaatkan teknologi tepat guna untuk membantu kerja manusia.

### **1.7 Metodologi Tugas Akhir**

Penulisan laporan dilaksanakan dengan menggunakan metode studi kasus, yaitu melihat dan mengaplikasikan alat-alat sederhana menjadi peralatan modern dengan menggunakan rekayasa teknologi untuk hasil yang efektif dan efisien. Dari metode studi kasus tersebut penyusunan laporan Tugas Akhir ini menggunakan metode :

1. Survei Lapangan  
Survei data mengenai cara kerja alat uji dampak di tempat tertentu, untuk mengetahui perbandingan dari hasil uji dampak
2. Studi literatur  
Pencarian literatur dilakukan dengan mempelajari segala yang berhubungan dengan standar material antara lain: standar klasifikasi penggunaan material pada pengujian dampak.
3. Persiapan pengujian  
Pengumpulan standar maupun literatur pengujian material dan analisa yang digunakan. Penentuan dimensi dan bentuk spesimen uji sesuai dengan standar serta pembuatan spesimen uji mekanik.
4. Pembuatan Alat uji  
Pembuatan alat uji dari bentuk bahan baku alat ,rancangan sampai bentuk jadi alat uji dampak serta pembuatan bahan uji dampak

### **1.8 Sistematika Penulisan**

Laporan tugas akhir terbagi dalam bab-bab yang diuraikan secara terperinci. Adapun sistematika penulisan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Membahas tentang latar belakang masalah, alasan pemilihan judul, pembatasan masalah, perumusan masalah, tujuan tugas akhir, manfaat tugas akhir, metodologi penulisan, dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Membahas tentang dasar-dasar teori sistem perancangan.

#### **BAB III DESAIN DAN METODOLOGI TUGAS AKHIR**

Membahas tentang desain Alat Uji Dampak Metode Charpy, perhitungan biaya, metode pengambilan data atau pengujian alat, serta pengoperasian dan perawatan alat.

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Membahas tentang data hasil pengujian alat dengan analisa-analisa perhitungan.

#### **BAB V PENUTUP**

Membahas tentang kesimpulan dan saran-saran dari hasil tugas akhir.

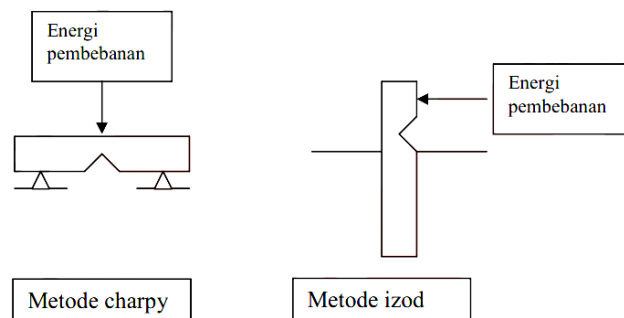
## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Uji Impak

Menurut Dieter, George E (1988) uji impak digunakan dalam menentukan kecenderungan material untuk rapuh atau ulet berdasarkan sifat ketangguhannya. Uji ini akan mendeteksi perbedaan yang tidak diperoleh dari pengujian tegangan regangan. Hasil uji impak juga tidak dapat membaca secara langsung kondisi perpatahan batang uji, sebab tidak dapat mengukur komponen gaya-gaya tegangan tiga dimensi yang terjadi pada batang uji. Hasil yang diperoleh dari pengujian impak ini, juga tidak ada persetujuan secara umum mengenai interpretasi atau pemanfaatannya.

Sejumlah uji impak batang uji bertakik dengan berbagai desain telah dilakukan dalam menentukan perpatahan rapuh pada logam. Metode yang telah menjadi standar untuk uji impak ini ada 2, yaitu uji impak metode Charpy dan metode Izod. Metode charpy banyak digunakan di Amerika Serikat, sedangkan metode izod lebih sering digunakan di sebagian besar dataran Eropa. Batang uji metode charpy memiliki spesifikasi, luas penampang 10 mm x 10 mm, takik berbentuk V. Proses pembebanan uji impak pada metode charpy dan metode izod dengan sudut  $45^\circ$ , kedalaman takik 2 mm dengan radius pusat 0.25 mm.

Batang uji charpy kemudian diletakkan horizontal pada batang penumpu dan diberi beban secara tiba-tiba di belakang sisi takik oleh pendulum berat berayun (kecepatan pembebanan  $\pm 5$  m/s). Batang uji diberi energi untuk melengkung sampai kemudian patah pada laju regangan yang tinggi hingga orde  $10^3 \text{ s}^{-1}$ . Batang uji izod, lebih banyak dipergunakan saat ini, memiliki luas penampang berbeda dan takik berbentuk v yang lebih dekat pada ujung batang. Dua metode ini juga memiliki perbedaan pada proses pembebanan. (Dieter, George E., 1988)



Gambar 2.1 Pembebanan Metode Charpy dan Metode Izod

### 2.2 Pengujian Impak Metode Charpy

Pengujian impak Charpy (juga dikenal sebagai tes Charpy *v-notch*) merupakan standar pengujian laju regangan tinggi yang menentukan jumlah energi yang diserap oleh bahan selama terjadi patahan. Energi yang diserap adalah ukuran ketangguhan bahan tertentu dan bertindak sebagai alat untuk belajar bergantung pada suhu transisi ulet getas. Metode ini banyak digunakan pada industri dengan keselamatan yang kritis, karena mudah untuk dipersiapkan dan dilakukan. Kemudian hasil pengujian dapat diperoleh dengan cepat dan murah.

Tes ini dikembangkan pada 1905 oleh ilmuwan Perancis Georges Charpy. Pengujian ini penting dilakukan dalam memahami masalah patahan kapal selama Perang Dunia II. Metode pengujian material ini sekarang digunakan di banyak industri untuk menguji material yang digunakan dalam pembangunan kapal, jembatan, dan untuk menentukan bagaimana keadaan alam (badai, gempa bumi, d.l.l.) akan mempengaruhi bahan yang digunakan dalam berbagai macam aplikasi industri. Tujuan uji impact charpy adalah untuk mengetahui kegetasan atau keuletan suatu bahan (spesimen) yang akan diuji dengan cara pembebanan secara tiba-tiba terhadap benda yang akan diuji secara statik.

Dimana benda uji dibuat takikan terlebih dahulu sesuai dengan standar ASTM E23 05 dan hasil pengujian pada benda uji tersebut akan terjadi perubahan bentuk seperti bengkokan atau patahan sesuai dengan keuletan atau kegetasan terhadap benda uji tersebut. Percobaan uji impact charpy dilakukan dengan cara pembebanan secara tiba-tiba terhadap benda uji yang akan diuji secara statik, dimana pada benda uji dibuat terlebih dahulu sesuai dengan ukuran standar ASTM E23 05. Adapun perlengkapan yang digunakan dalam pengujian impact yaitu alat uji impact tipe charpy dan benda uji.

### **2.3 Mesin Uji Impak**

Mesin uji bentur (*impact*) yang digunakan untuk mengetahui harga impak suatu bahan yang diakibatkan oleh gaya kejut pada bahan uji tersebut. Tipe dan bentuk konstruksi mesin uji bentur beranekaragam mulai dari jenis konvensional sampai dengan sistem digital yang lebih maju. Dalam pembebanan statis dapat juga terjadi laju deformasi yang tinggi kalau bahan diberi takikan, maka tajam takikan makin besar deformasi yang terkonsentrasikan pada takikan, yang memungkinkan meningkatkan laju regangan beberapa kali lipat. Patah getas menjadi permasalahan penting pada baja dan besi.

Pengujian impact charpy banyak dipergunakan untuk menentukan kualitas bahan. Benda uji takikan berbentuk V yang mempunyai keadaan takikan 2 mm banyak dipakai. Permukaan benda uji pada impact charpy dikerjakan halus pada semua permukaan. Takikan dibuat dengan mesin freis atau alat notch khusus takik. Semua dikerjakan menurut standar yang ditetapkan. Pada pengujian adalah suatu bahan uji yang ditakikan, dipukul oleh pendulum (*godam*) yang mengayun. Dengan pengujian ini dapat diketahui sifat kegetasan suatu bahan.

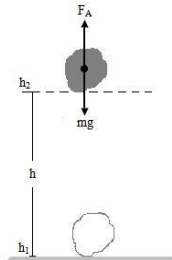
Cara ini dapat dilakukan dengan cara charpy. Pada pengujian kegetasan bahan dengan cara impact charpy, pendulum diarahkan pada bagian belakang takik dari batang uji. Sedangkan pada pengujian impact cara izod adalah pukulan pukulan pendulum diarahkan pada jarak 22 mm dari penjepit dan takikannya menghadap pendulum

### **2.4 Energi Potensial**

Energi potensial adalah energi yang dimiliki suatu benda akibat adanya pengaruh tempat atau kedudukan dari benda tersebut. Energi potensial disebut juga dengan energi diam karena benda itu mengalami perubahan energi potensial menjadi energi gerak. Contoh yang paling umum dari energi potensial adalah energi potensial gravitasi. Energi potensial gravitasi dimiliki benda karena posisi relatifnya terhadap bumi. Setiap benda yang memiliki energi potensial gravitasi dapat melakukan kerja apabila benda tersebut bergerak menuju permukaan bumi.

Jika  $F_A$  adalah gaya angkat dan  $S$  adalah perpindahan benda, maka dapat ditarik persamaan sebagai berikut : benda yang dalam keadaan diam dapat memiliki energi. ( Sears, Zemansky, 1997).

Jika benda tersebut bergerak, maka  $W = F_A \cdot S$



Gambar 2.2 Gaya Angkat ( $F_A$ ) dan Perpindahan Benda ( $h$ )

$F_A$  di atas adalah gaya angkat untuk mengangkat benda sampai pada ketinggian  $h_2$ , kemudian  $mg$  adalah berat benda itu sendiri. ( Sears, Zemansky,1997). Dari sini dapat ditarik persamaan baru yaitu:

$$E_{pt} = E_{p2} - E_{p1}$$

$$E_{pt} = m \cdot g \cdot h_2 - m \cdot g \cdot h_1$$

Besarnya  $h_1$  adalah 0 (nol), karena  $h_1$  merupakan titik acuan yang umumnya merupakan acuan dari permukaan tanah yang arahnya vertikal terhadap tanah.

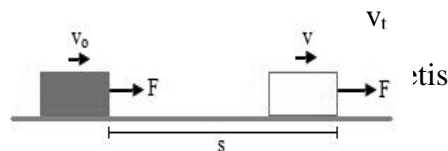
$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

## 2.5 Energi Kinetis

Energi kinetis atau energi gerak (juga disebut energi kinetik) adalah energi yang dimiliki oleh sebuah benda karena gerakannya. Energi kinetis sebuah benda didefinisikan sebagai usaha yang dibutuhkan untuk menggerakkan sebuah benda dengan massa tertentu dari keadaan diam hingga mencapai kecepatan tertentu. Energi kinetik berkaitan dengan gerak benda pada vektor horizontal.

Setiap benda yang bergerak translasi memiliki energi kinetik. 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  $s$ . ( Sears, Zemansky,1997).

Untuk itu dilakukan usaha pada benda tersebut sebesar :  $W = F \cdot s$



Kemudian besar gaya dinyatakan :  $F = m \cdot a$

Karena benda memiliki laju awal  $v_0$ , laju akhir  $v_t$  dan bergerak sejauh  $s$ , maka untuk menghitung nilai percepatan ( Sears, Zemansky, 1997):

$$v_t^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot s$$

$$a = \frac{v_t^2 - v_0^2}{2 \cdot s}$$

Kemudian persamaan disubstitusikan untuk menentukan besarnya usaha yang dibutuhkan, ( Sears, Zemansky, 1997) :

$$W = F \cdot s = m \cdot a \cdot s = m \left( \frac{v_t^2 - v_0^2}{2 \cdot s} \right) s$$

$$W = m \left( \frac{v_t^2 - v_0^2}{2} \right)$$

Dalam mekanika klasik, energi kinetik dari sebuah titik objek (objek yang sangat kecil sehingga massanya dapat diasumsikan di sebuah titik), atau juga benda diam, ( Sears, Zemansky, 1997 ).

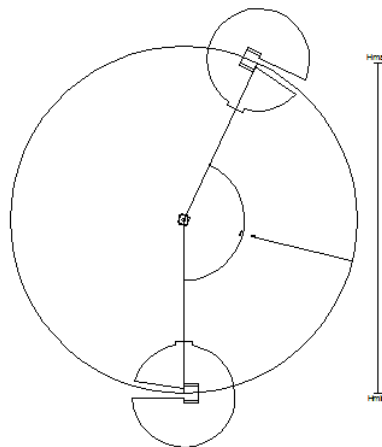
Maka digunakan persamaan:  $E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2$

## 2.6 Energi Mekanis

Bunyi dari hukum kekekalan energi yaitu Energi tidak dapat diciptakan dan juga tidak dapat dimusnahkan. Jadi perubahan bentuk suatu energi dari bentuk yang satu ke bentuk yang lain tidak merubah jumlah atau besar energi secara keseluruhan. (Sears, Zemansky, 1997). Rumus atau persamaan mekanik berhubungan dengan hukum kekekalan energi :

$$E_M = E_P + E_K$$

Mengikuti persamaan di atas, besarnya energi mekanik adalah konstan, karena massa bandul tidak berubah. Pada posisi tertinggi atau dengan kata lain saat sudut bandul terbesar, energi potensial mempunyai nilai terbesar. Namun energi kinetiknya sama dengan nol. Hal ini dianggap saat bandul mempunyai ketinggian maksimum, bandul mempunyai kecepatan sama dengan nol. Saat bandul tidak mempunyai ketinggian sama sekali, disitu energi kinetik bandul terbesar.



$H_{\max}$ :

$$E_M = E_P + E_K$$

$$E_M = E_{P_{\max}} + 0$$

$H_{\min}$ :

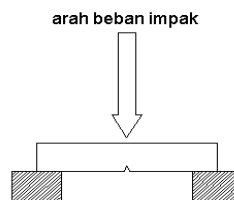
$$E_M = E_P + E_K$$

Gambar 2.4 Energi Mekanis

Pada dasarnya alat uji impact pasti memiliki bandul. Bandul difungsikan sebagai penumbuk pada material. Secara umum alat uji impact dibagi menjadi dua garis besar : bandul dengan lintasan lurus (high speed) dan bandul dengan lintasan melengkung (to high energi). Untuk alat uji Charpy sendiri secara teoritis kerugian gesek pada bantalan poros maupun kerugian gesek udara diabaikan. Sehingga energi tidak banyak yang terbuang. Alat uji impact metode Charpy mempunyai komponen massa bandul, panjang lengan, dan sudut. Tiga komponen inilah yang akan menentukan besar energi yang terkandung pada uji impact.

## 2.7 Spesimen

Ukuran spesimen standar biasa digunakan pada pengujian metode Charpy. Dimensinya mempunyai luas penampang bujur sangkar 10 mm x 10 mm dan panjang spesimen 55 mm. Tepat pada tengah spesimen ditakik V-45°. Takik V mempunyai kedalam 2 mm dan jari-jari dasar 0,25 mm. Benda uji diletakkan mendatar dan bagian yang tak bertakik diberi pembebanan impact dengan ayunan bandul (kecepatan impact sekitar 3 m/s – 6 m/s). Kemudian benda uji ASTM E 23 akan melengkung kearah takik dan patah pada laju regangan tinggi, kira-kira  $10^3$  detik<sup>-1</sup>. (Standard test methods for notched bar impact testing of metallic materials 1, ASTM E 23)

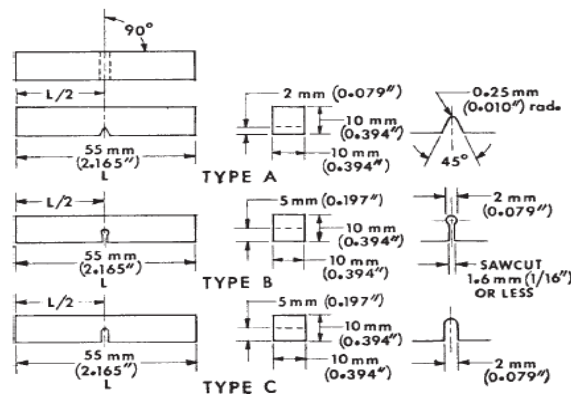


Gambar 2.5 Arah Beban Impact Charpy

Kendala plastik pada takik menghasilkan keadaan regangan tiga sumbu. Konsentrasi tegangan plastik maksimum diberikan oleh persamaan:

$$Ka = \left(1 + \frac{\pi}{2} - \frac{\omega}{2}\right)$$

Dimana  $\omega$  sudut antara sisi takik. Nilai relatif ketiga tegangan utama sangat tergantung pada dimensi batang dan ukuran takik. Benda uji standar cukup tebal untuk menjamin pembebanan regangan bidang yang tinggi dan terbentuknya regangan tiga sumbu pada hampir di seluruh penampang lintang takik. Dengan dimensi benda uji takik V Charpy standar, memberikan kondisi yang baik bagi pengujian patah getas.

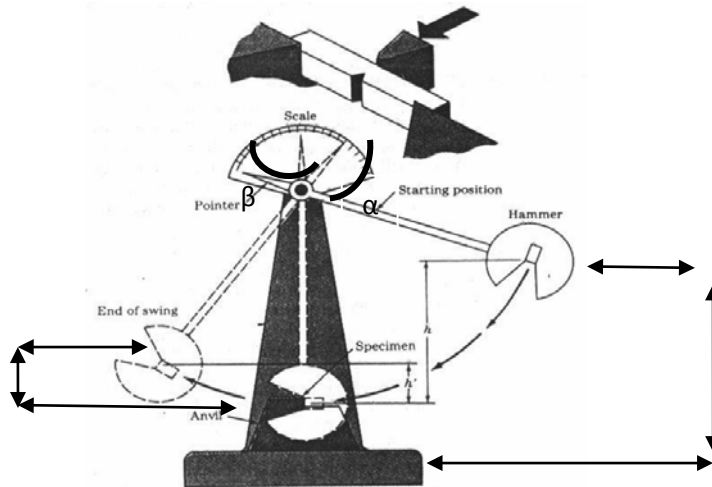


Gambar 2.6 Variasi Dimensi Spesimen



## 2.8 Mekanisme Alat Uji Impak Charpy

### 2.8.1 Prinsip Dasar Alat Uji Impak Charpy



Gambar 2.7 Ilustrasi Skematis Pengujian Impak

Bila pendulum pada kedudukan  $h_1$  dilepaskan, maka 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 patah didapat rumus yaitu :

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

$$\text{Energi yang diserap} = m \cdot g \cdot \lambda (\cos \beta - \cos \alpha) \dots\dots\dots (13)$$

- Keterangan :
- $E_p$  = Energi Potensial
  - $E_m$  = Energi Mekanik
  - $m$  = Berat Pendulum (Kg)
  - $g$  = Gravitasi  $9,81 \text{ m/s}^2$
  - $h_1$  = 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 harga impact yaitu :

$$K = \frac{\text{Energi Yang Diserap} \cdot (J)}{A}$$

- dimana ,
- $K$  = Nilai Impact ( $\text{Kgm/mm}^2$ )
  - $J$  = Energi Yang Diserap ( Joule )
  - $A$  = Luas penampang dibawah takikan ( $\text{mm}^2$ )

Takik (notch) dalam benda uji standar ditunjukkan sebagai suatu konsentrasi tegangan sehingga perpatahan diharapkan akan terjadi di bagian tersebut. Selain berbentuk V dengan sudut  $45^\circ$ , takik dapat pula dibuat dengan bentuk lubang kunci (key hole). Pengukuran lain yang biasa dilakukan dalam pengujian impak Charpy adalah penelaahan permukaan perpatahan untuk menentukan jenis perpatahan yang terjadi. Secara umum sebagaimana analisis perpatahan pada benda hasil uji tarik maka perpatahan impak digolongkan menjadi 3 jenis, yaitu:

1. Perpatahan berserat (*fibrous fracture*), yang melibatkan mekanisme pergeseran bidang-bidang kristal di dalam bahan (logam) yang ulet (*ductile*). Ditandai dengan permukaan patahan berserat yang berbentuk dimpel yang menyerap cahaya dan berpenampilan buram.
2. Perpatahan granular/ kristalin, yang dihasilkan oleh mekanisme pembelahan 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*). Merupakan kombinasi dua jenis perpatahan di atas.

Informasi lain yang dapat dihasilkan dari pengujian impak adalah temperature transisi bahan. Temperatur transisi adalah temperatur yang menunjukkan transisi perubahan jenis perpatahan suatu bahan bila diuji pada temperatur yang berbeda-beda. Pada pengujian dengan temperatur yang berbeda-beda maka akan terlihat bahwa pada dideformasi pergerakan dislokasi menjadi lebih mudah dan benda uji menjadi lebih mudah dipatahkan dengan energi yang relatif lebih rendah serta temperatur tinggi material akan bersifat ulet sedangkan pada temperatur rendah material akan bersifat rapuh atau getas. Fenomena ini berkaitan dengan vibrasi atom-atom bahan pada temperatur yang berbeda dimana pada temperatur kamar vibrasi itu berada dalam kondisi kesetimbangan dan selanjutnya akan menjadi tinggi bila temperatur dinaikkan.

Vibrasi atom inilah yang berperan sebagai suatu penghalang terhadap pergerakan dislokasi pada saat terjadi deformasi kejut/impak dari luar. Dengan semakin tinggi vibrasi itu maka pergerakan dislokasi mejadi relatif sulit sehingga dibutuhkan energi yang lebih besar untuk mematahkan benda uji. Sebaliknya pada temperatur di bawah nol derajat celcius, vibrasi atom relatif sedikit sehingga pada saat bahan dideformasi pergerakan dislokasi menjadi lebih mudah dan benda uji menjadi lebih mudah dipatahkan dengan energi yang relatif lebih rendah

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan analisis data pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil perhitungan LIM-C, untuk bahan kuningan energi yang diserap adalah sebesar 21,48 J dengan standard deviasi  $\pm 0,639$  J, untuk bahan *steel* energi yang diserap adalah sebesar 183,26 J dengan standard deviasi  $\pm 2,912$  J dan untuk bahan *stainless steel* energi yang diserap adalah sebesar 87,12 J dengan standard deviasi  $\pm 6,778$  J.
2. Hasil perhitungan Workshop, untuk bahan kuningan energi yang diserap adalah sebesar 22,16 J dengan standard deviasi  $\pm 1,620$  J, untuk bahan *steel* energi yang diserap adalah sebesar 173,47 J dengan standard deviasi  $\pm 12,941$  J dan untuk bahan *stainless steel* energi yang diserap adalah sebesar 82,08 J dengan standard deviasi  $\pm 6,536$  J.
3. Berdasarkan perbandingan alat yang lebih standar, dapat dinyatakan standar *error* alat 4,597%.
4. Pengujian impak charpy menggunakan JIS mempunyai nilai yang lebih besar pada *low energy level*, sedangkan apabila menggunakan ASTM mempunyai nilai yang lebih besar pada *medium-high energy level*.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan analisa dan kesimpulan di atas, yang dapat penulis sarankan adalah sebagai berikut:

1. Menambah mekanisme pengereman pada Alat Uji Impak Charpy, sehingga tidak menunggu lama sampai pendulum berhenti berayun.
2. Menambah mekanisme pengangkat ( motor listrik ), sehingga saat menaikkan pendulum ke atas pengunci bisa dilakukan secara otomatis.
3. Membuat alat tambahan untuk *center* specimen, hal ini dikarenakan setiap pengujian harus dilakukan secara terukur dan presisi.
4. Memperkuat coranudukan Alat Uji Impak Charpy, dikarenakan energi mekanik yang ditimbulkan Alat Uji Impak Charpy.
5. Penambahan alat pengaman/ gembok untuk tombol-tombol penting pada alat uji impak charpy, sehingga terhindar dari penyalahgunaan tombol.