

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT UJI IMPAK TARIK UNTUK PENGEMBANGAN LABORATORIUM MEKANIK¹⁾

Ikram²⁾

Abstrak: Secara khusus penelitian ini bertujuan: Melengkapi fasilitas pengujian yang ada di Laboratorium Mekanik Politeknik Negeri Ujung Pandang, sehingga aktivitas belajar mahasiswa lebih lancar. Menambah keragaman data hasil pengujian kekuatan bahan yang dapat dikeluarkan oleh Laboratorium Mekanik politeknik Negeri Ujung Pandang, sebagai bahan pertimbangan untuk perencanaan konstruksi. Mekanik. Pembuatan alat ini dimulai dari tahap perancangan, dengan memperhitungkan gaya gaya yang akan bekerja serta dimensi komponen mekanisnya, dilanjutkan dengan tahap pembuatan dengan membuat komponen komponen dari alat uji ini kemudian merakitnya menjadi satu unit alat uji dampak dan tahap terakhir adalah tahap uji coba yaitu dengan melakukan pengujian dengan alat yang dibuat kemudian membandingkan dengan hasil yang diperoleh dari pengujian yang diperoleh dari alat yang telah ada sebelumnya ditempat lain. Dari hasil pengujian ini dapat disimpulkan bahwa alat uji dampak yang dibuat dapat digunakan sebagai media belajar bagi mahasiswa khususnya mahasiswa Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Kata kunci: Alat uji.

I. PENDAHULUAN

Pada kenyataan yang ada jarang sekali suatu konstruksi menerima beban statis, tetapi kebanyakan mengalami beban dinamis (beban berubah secara tiba-tiba), sehingga pengujian kekuatan bahan perlu dilakukan dengan beban dinamis. Uji kekuatan dampak merupakan salah satu cara pengujian yang bersifat dinamis untuk mengetahui sifat keuletan beban (ductility).

Berdasarkan hasil urvey yang dilakukan di Laboratorium pengujian Mekanik Politeknik Negeri Ujung Pandang, diketahui bahwa tidak ada peralatan untuk menguji kekuatan bahan yang mendapatkan beban tiba-tiba. Padahal, kalau diamati sifat pembebanan pada konstruksi mesin bersifat dinamis. Hal ini dapat berakibat fatal bagi suatu konstruksi kalau data yang digunakan dalam perencanaan merupakan data kekuatan statis, sedangkan konstruksinya sendiri mengalami beban dinamis (beban dampak).

Berdasarkan data yang ada diketahui bahwa sejak didirikannya Politeknik Negeri Ujung Pandang sampai sekarang Lab. Mekanik PS Teknik Mesin belum memiliki peralatan pengujian kekuatan dampak. Disisi lain, kalau berdasar pada

¹ Dana rutin Politeknik TA 2001

² Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

perkembangan teknologi konstruksi, peralatan ini seharusnya sudah ada dan telah digunakan oleh mahasiswa untuk mempelajari sifat-sifat mekanik suatu bahan teknik. Selain itu, sebagai laboratorium pengujian mekanik, keberadaan pengujian kekuatan dampak ini sangat dibutuhkan.

Landasan Teori

Banyak cara yang bisa kita lakukan untuk menguji suatu logam, bisa dengan cara merusak maupun tidak merusak logam tersebut. Pengujian pukul takik, pengujian tekan, pengujian kekerasan, pengujian puntiran, pengujian leleh, pengujian tarik dan lain-lain adalah termasuk cara pengujian merusak, maksudnya adalah setelah pengujian dilakukan benda uji sudah tidak dapat dipergunakan lagi karena keadaannya sudah rusak.

Pengujian pukul takik dilakukan pada suatu material untuk mengetahui kekuatan bahan bila dikenakan beban dengan tiba-tiba. Suatu material yang diperkirakan ulet ternyata dapat mengalami patah getas. Penyebab patah getas itu adalah;

- Adanya takik (notch)
- Kecepatan pembebanan tinggi yang menyebabkan kecepatan regangan tinggi pula
- Temperatur rendah

Pada pengujian takik benda uji yang dipergunakan mempunyai bentuk dan ukuran yang sudah standarisasi dan pengujian dilakukan pada suhu tertentu.

Saito Shinroku (1995), uji kekuatan dampak adalah salah satu cara pengujian untuk mengukur keuletan bahan atau juga kegetasan bahan terhadap beban tiba-tiba. Jenis pengujian dampak terdiri dari dua jenis yaitu pengujian dengan menggunakan mesin type Charpy dan type Izod. Perbedaan utama dari kedua type mesin tersebut terletak pada cara pembebanan benda uji dan bentuk dari batang uji itu sendiri. Prinsip dari pengujian ini dengan pemberian gaya yang diketahui besarnya dengan tiba-tiba pada benda uji sehingga benda uji patah. Bandul yang dilepaskan dari ketinggian h dari benda uji (lihat gbr.1) mengayun dan memukul benda uji yang dipasang pada sebuah landasan sehingga patah. Untuk itu alat ini harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Konstruksinya kokoh (rigid), sehingga pada waktu pemukulan tidak terjadi getaran pada konstruksi.
2. Kerugian energi pada mekanisme harus sekecil ini karena prinsip dari alat ini adalah prinsip kekal energi.
3. Titik pusat pengumpulan harus segaris dan tegak lurus dengan titik pusat rotasi sehingga tidak terjadi kehilangan energi saat pembebanan.
4. Konstruksi harus ramping sehingga pada saat diinstal tidak membutuhkan tempat yang luas.

Robert David (1984: Hl 355) Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, energi hanya dapat diubah bentuk, misalnya dari energi potensial

menjadi energi kinetik dengan nilai yang setara. Hal ini dapat dicontohkan pada sebuah benda bermassa (m), yang berada pada ketinggian tertentu (h) dari satu bidang referensi akan mempunyai energi potensial sebesar: $E_p = m \cdot g \cdot h$

Jika benda tersebut dijatuhkan, saat mencapai bidang referensi tadi mempunyai kecepatan sebesar V , dengan demikian energi kinetik yang dimiliki benda tersebut adalah $E_k = \frac{1}{2} m \cdot V^2$

Jika prinsip kekekalan energi diterapkan untuk bandul seperti gbr.1, bandul yang diberikan simpangan sebesar β (posisi A), jika dilepas akan mengayun sampai ke posisi B dengan menempuh sudut 2β . Hal ini hanya dapat dimungkinkan jika tidak ada kerugian energi pada mekanisme ayunan bandul.

Groenendijk (1984), nilai pukul Charpy adalah hasil bagi antara harga pukul dengan luas penampang mula-mula benda uji dengan satuan joule per millimeter bujur sangkar (J/mm^2). Prinsip pengujian dapat dilihat dengan bantuan gbr.1.

Pada posisi awal (posisi A), godam pemukul yang bermassa (m) mempunyai energi potensial sebesar:

$$E_{p1} = m \cdot g \cdot h_1 \text{ (Joule)}$$

$$E_{p1} = m \cdot g \cdot R (1 - \cos \beta)$$

Setelah godam dilepas dan memukul benda uji (posisi B) godam masih mempunyai energi untuk melanjutkan ayunannya sampai pada posisi tertentu setelah pemukulan (posisi C). Pada posisi C, godam mempunyai energi potensial sebesar sebesar:

$$E_{p2} = m \cdot g \cdot h_2 \text{ (Joule)}$$

$$E_{p2} = m \cdot g \cdot R (1 - \cos \alpha)$$

Sesuai dengan hukum kekekalan energi maka energi yang diserap untuk mengukur dan mematahkan benda uji adalah:

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

$$E = m \cdot g \cdot h_1 - m \cdot g \cdot h_2 \text{ (Joule)}$$

$$E = m \cdot g \cdot R (1 - \cos \beta) - (1 - \cos \alpha)$$

Energi (E) ini disebut dengan harga pukul. Perlu diketahui bahwa tidak semua energi (E) ini digunakan untuk mematahkan benda uji, tetapi dalam hal ini masih perlu diperhitungkan:

- Energi untuk mengatasi gesekan pada pusat rotasi lengan.
- Energi untuk mengatasi gesekan udara sepanjang lintasan bandul.
- Energi untuk melemparkan benda uji yang telah patah.

Ketiga kehilangan energi ini adalah 5% dari total energi yang ada. Sehingga energi netto (E_{net}) yang digunakan mematahkan benda uji adalah:

$$E_{net} = E (1 - 0,05)$$

II. METODOLOGI PENELITIAN

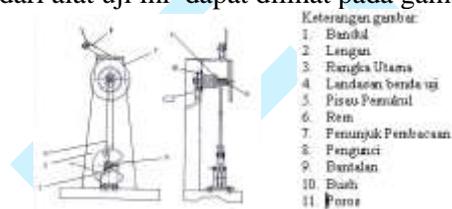
Dalam penelitian rancang bangun alat uji impak ini, pelaksanaannya dilakukan di Politeknik Negeri Ujung Pandang dan diperkirakan akan selesai dalam jangka

waktu kurang lebih 5 bulan dan dibagi dalam beberapa tahap. Tahapan-tahapan tersebut adalah Tahap Perancangan, Tahap pembuatan dan Tahap uji coba.

Tabel 1. Spesifikasi alat uji yang direncanakan

Type Mesin Uji	CHARPY
Dimensi Mesin uji (P x L x t) mm	750 X 400 X 1000
Kapasitas (joule)	80
Berat Bandul (Kg)	8
Berat Total (kg)	± 120
Jarak Titik Pusat Rotasi Dengan Titik Pukul (mm)	600
Posisi Awal Pemukul	130°
Radius Pisau Pemukul (mm)	2,5
Sudut Pisau Pemukul	30°
Model Pembacaan Hasil Pengujian	DIAL
Kecepatan Bandul Saat Memukul (m/s)	4,4
Pengangkat Bandul	Transmissi Roda Gigi
Dimensi Spesimen (mm)	55 X 10 X 10

Akhir dari tahap ini berupa suatu rancangan lengkap dengan gambar spesifikasi dan gambar kerja dari alat uji yang akan dibuat. Spesifikasi dari hasil perancangan desain alat uji impact ini dirangkumkan dan dapat dilihat pada tabel 1, adapun bentuk desain dari alat uji ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Bentuk dua dimensi alat uji impact yang direncanakan.

Tahap Pengujian

Untuk mengetahui tingkat keberhasilan alat ini dilakukan pengujian dengan dua metode yaitu:

a. Uji kosong (blangko)

Pengujian ini dilakukan tanpa benda uji. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kerugian yang terjadi akibat gesekan. Adapun langkah-langkah pengujian ini yaitu:

1. Putar engkol pemutar untuk mengangkat bandul keposisi 130°.
2. Kunci lengan bandul pada pengunci.
3. Atur posisi jarum penunjuk dial pada posisi nol.
4. Lepaskan pengunci lengan dan catat sudut dicapai ayunan bandul sesuai yang ditunjuk jarum penunjuk.

Untuk menghentikan ayunan gunakan tekan tankai pengereman.

b. Uji jalan

Pengujian peralatan ini dilakukan dengan menggunakan bahan uji (specimen) standar ASTM. Adapun langkah-langkah pengujian ini yaitu:

1. Tempatkan benda uji pada landasan alat uji.
2. Putar engkol pemutar untuk mengangkat bandul keposisi 130°.
3. Kunci lengan bandul pada pengunci.
4. Atur posisi jarum penunjuk dial pada posisi nol.
5. Lepaskan pengunci lengan dan catat sudut dicapai ayunan bandul sesuai yang ditunjuk jarum penunjuk.

Untuk menghentikan ayunan gunakan tekan tankai pengereman.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian

Hasil yang didapatkan dari suatu pengujian impak dengan menggunakan alat yang dibuat adalah seperti pada tabel 2 untuk material, Besi material Aluminium dan material Kuningan.

Massa Bandul = 8 Kg

Panjang lengan bandul = 600 mm

Tabel 2. Tabel Hasil Pengujian untuk Material Baja ST37, Aluminium dan Kuningan

No	Sudut α	Loses	Sudut θ			Ukuran Spesimen
			Baja ST37	Aluminium	Kuningan	
1	130	4	63	92	103	55x10x10-V45°x2
2	130	4	67	90,5	103	55x10x10-V45°x2
3	130	4	66	92	106	55x10x10-V45°x2
4	130	4	67,5	91	106	55x10x10-V45°x2
5	130	4	67	96	107	55x10x10-V45°x2
6	130	4	67,5	96	108	55x10x10-V45°x2
7	130	4	67	90	101	55x10x10-V45°x2

Sudut α = Sudut bandul sebelum dilepas

Sudut θ = Sudut bandul maksimum setelah pemukulan

Loses = Selisih sudut α dan sudut θ jika tidak ada benda uji (uji kosong)

Pengujian dilakukan pada sekitar temperatur 30 °C - 35 °C.

3.2. Pembahasan:

Dari data-data yang diperoleh pada tabel 2, dapat dihitung energi impaknya dengan menggunakan persamaan:

$$E = m g R \{(1 - \cos \alpha) - (1 - \cos \theta)\}$$

Di mana dari hasil pengujian diambil sampel untuk baja St 37

Berat bandul = 8 Kg

Jari-jari bandul = 600 mm.

Jadi energi impaknya adalah

$$E = 8 \cdot 9,81 \cdot 0,6 \{(1 - \cos 130) - (1 - \cos 63)\} = 51,65 \text{ Joule}$$

Sudut bandul setelah pemukulan (sudut θ) adalah sudut yang dicapai tanpa memperhitungkan kerugian gesek pada bantalan, kerugian gesek pada udara. Dari data

diperoleh bahwa kerugian energi tersebut di atas dinyatakan dengan loses, sehingga sudut bandul setelah pemukulan yang sebenarnya adalah

$$\theta = \text{Sudut } \theta' + \text{loses} = 63 + 4 = 67$$

Dengan memperhitungkan kerugian energi tersebut maka persamaan energi impact menjadi:

$$E = m g R \{(1 - \text{Cos } \alpha) - (1 - \text{Cos } \theta)\} \\ = 8 \cdot 9,81 \cdot 0,6 \{(1 - \text{Cos } 130) - (1 - \text{Cos } 67)\} = 48,66 \text{ Joule}$$

Hasil perhitungan untuk data yang lainnya dapat dilihat pada tabel 3.

Persentase kerugian energi adalah:

$$\% \text{Loses} = \frac{E' - E}{E} \times 100\% = \frac{51,65 - 49,66}{51,65} \times 100\% = 3,38\%$$

Tabel 3. Hasil Perhitungan Energi Impact dalam Joule Percobaan di lab. Ilmu logam UNHAS

No	Baja ST 37	Aluminium	Kuningan
1	48,66	28,62	19,67
2	45,59	29,85	19,67
3	46,73	28,62	17,29
4	45,20	9,44	17,29
5	45,59	25,34	16,50
6	45,20	25,34	15,71
7	45,59	30,26	21,28

Tabel 4. Energi Impact Hasil

Material	Energi Impact (joule)
Besi	54,00
Aluminium	31,28
Kuningan	22,86

Dari teori yang dijelaskan pada tinjauan pustaka kerugian energi ini tidak boleh lebih dari 5 %. Jadi ditinjau dari kerugian energi akibat ayunan bandul alat ini sudah cukup baik.

Berdasarkan data-data hasil pengujian impact yang dilakukan pada Laboratorium Ilmu Logam Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin untuk material yang sama terlihat pada tabel 4.

Energi impact yang diperoleh dari kedua pengujian dengan menggunakan dua alat yang berbeda menunjukkan bahwa energi impact yang diperoleh dengan menggunakan alat uji yang dibuat mempunyai nilai yang lebih kecil dari energi impact yang diperoleh dengan mempergunakan alat yang ada pada laboratorium Ilmu Logam di Fakultas teknik Universitas Hasanuddin

Perbedaan energi impact yang diperoleh tidaklah berarti bahwa alat yang dibuat tidak presisi. Harus dipertimbangkan bahwa alat uji impact yang dijadikan acuan, dalam hal ini alat uji impact yang ada pada Laboratorium Ilmu Logam Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin sudah memiliki umur pemakaian yang cukup lama, sehingga ada juga kemungkinan justru alat pembanding inilah yang tidak presisi.

Oleh karena itu diperlukan kajian yang lebih mendalam tentang masalah perbedaan hasil yang diperoleh ini.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Sesuai dengan perencanaan maka, mesin uji impak ini mempunyai kapasitas 80 joule. atau Dengan kata lain, material yang mempunyai energi impak lebih dari kapasitas mesin uji tidak akan diketahui kekuatannya jika diuji pada alat ini
2. Dari data yang ada terlihat bahwa energi impak material baja St 37 lebih besar dari energi impak material kuningan dan material tembaga.
3. Alat uji impak yang dibuat walaupun tidak begitu sempurna tetapi sudah dapat digunakan sebagai alat praktikum dilaboratorium mekanik sebagai salah satu bahan ajar untuk mahasiswa.

B. Saran-Saran

Sehubungan dengan perencanaan dan pembuatan alat uji impak ini, ada beberapa hal yang penulis sarankan diantaranya:

1. Mekanisme pelepasan dan pengereman bandul menggunakan sistem magnetik.
2. Untuk menambah kapasitas alat uji dapat dilakukan dengan menambah beban pada bandul, tetapi harus dipertimbangkan kekuatan landasan benda uji.
3. Untuk memeriksa keseragaman benda uji, maka sebaiknya digunakan profil proyektor, agar kelurusan dan dimensinya dapat dipastikan termasuk bentuk takikannya.
4. Perlu kajian yang lebih mendalam tentang kebenaran hasil yang diperoleh dari alat uji ini

V. DAFTAR PUSTAKA

Djapri Sriatun, 1986, *Metalurgi Mekanik*, P.T Erlangga, Jakarta.

Joseph. E, Shigley, 1986, *Perencanaan Teknik Mesin*, Jilid I Cetakan IV, P.T Erlangga, Jakarta.

Katalog ASTM (American Society For Testing Material), Designation E 23 – 91.

Katalog SII (Standar Industri Indonesia), G 398 – 80.

P. Field Foster, 1944, *The Mechanical Testing of Material And Alloy*, Sir Isaac Pitman And Sons LTD London.

Sularso, Kiyokatsu Suga, 1985, *Elemen Mesin*, cetakan VI, P.T Paradya Paramita, Jakarta.