



## Pengujian Mekanik (Kekerasan dan Impact) Logam *Ferro* Valve Plat Double Dampers yang Digunakan Sebagai Penyaring Abu Boiler

Herry Darmadi<sup>1\*</sup>, Arie Erza Erlangga Zebua<sup>2</sup>, Nurul Shadrina Bintang<sup>3</sup>, Agustin Nurya Savitri<sup>4</sup>,  
Sorta Lumbantoruan<sup>5</sup>

<sup>1,2,4,5</sup>Teknik Mekanika, Politeknik Teknologi Kimia Industri, Medan  
<sup>3</sup>Agribisnis Kelapa Sawit, Politeknik Teknologi Kimia Industri, Medan

### Riwayat Artikel:

Diajukan: 28/04/2026  
Diterima: 20/05/2026  
Daring: 25/05/2026  
Terbit: 30/06/2026

### Kata Kunci:

Double Dampers  
Ketel  
Pengujian mekanik  
Kekerasan  
Impact

### Keywords:

Double Dampers  
Boiler  
Mechanical testing  
Hardness  
Impact

### Abstrak

Double damper juga dikenal sebagai peredam flap ganda, adalah perangkat kontrol khusus yang digunakan dalam sistem transfer abu hasil pembakaran pada boiler sebelum masuk ke *multi cyclone*. Pengujian mekanik (kekerasan dan impact) merupakan pengujian yang paling efektif untuk mengetahui gambaran sifat mekanik suatu material. Meskipun pengujian kekerasan hanya dilakukan pada satu titik, atau daerah tertentu saja, nilai kekerasan cukup valid untuk menyatakan kekuatan suatu material. Dengan melakukan uji kekerasan, material dengan mudah digolongkan sebagai material ulet atau getas. Uji impak adalah pengujian dengan menggunakan pembebanan yang cepat (rapid loading). Dalam pengujian mekanik, terdapat perbedaan dalam pemberian jenis beban kepada material. Uji tarik, uji tekan, uji puntir adalah pengujian yang menggunakan beban statik. Sedangkan uji impak menggunakan beban dinamik. Pada pembebanan cepat atau disebut juga beban impak, terjadi proses penyerapan energi yang besar dari energi kinetik suatu beban yang menumbuk ke spesimen. Proses penyerapan energi ini akan diubah dalam berbagai respon pada material seperti deformasi plastis, efek isterisis, gesekan dan efek inersia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai dari kekerasan pada *Valve Plat Double Dampers* dan untuk mengetahui kekuatan *Valve Plat Double Dampers* melalui metode impact test. Pada hasil pengujian di dapat nilai kekerasan bahan uji 1 (0°C) = 111,3 HRC, bahan uji 2 (25°C) = 108,033 HRC, dan bahan uji 3 (100°C) = 103,9 HRC. Pada pengujian *impact* diperoleh hasil analisis kekuatan beban kejut dari bahan uji 1 (0°C) = 0,215 kg.m/mm<sup>2</sup>, bahan uji 2 (25°C) = 0,235 kg.m/mm<sup>2</sup>, dan bahan uji 3 (100°C) = 0,255 kg.m/mm<sup>2</sup>.

### Abstract

*Double damper also known as a double flap damper, is a special control device used in the ash transfer system of a boiler before it enters the multi-cyclone. Mechanical testing (hardness and impact) is the most effective test for obtaining an overview of the mechanical properties of a material. Although hardness testing is only performed at a single point, or a specific area, the hardness value is quite valid in indicating the strength of a material. By conducting a hardness test, a material is easily classified as ductile or brittle. Impact testing is a test that uses rapid loading. In mechanical testing, there are differences in the type of load given to the material. Tensile testing, compression testing, and torsion testing are tests that use static loads. Meanwhile, impact testing uses dynamic loads. In rapid loading, also known as impact loading, a large energy absorption process occurs from the kinetic energy of a load that impacts the specimen. This energy absorption process will be converted into various responses in the material such as plastic deformation, isterisis effects, friction, and inertia effects. The purpose of this study is to determine the hardness value of the Double Dampers Valve Plate and to determine the strength of the Double Dampers Valve Plate through the impact test method. The test results obtained the hardness value of test material 1 (0°C) = 111.3 HRC, test material 2 (25°C) = 108.033 HRC, and test material 3 (100°C) = 103.9 HRC. In the impact test, the results of the impact strength analysis of test material 1 (0°C) = 0.215 kg.m/mm<sup>2</sup>, test material 2 (25°C) = 0.235 kg.m/mm<sup>2</sup>, and test material 3 (100°C) = 0.255 kg.m/mm<sup>2</sup>.*

\* Korespondensi: [herry.darmadi@ptki.ac.id](mailto:herry.darmadi@ptki.ac.id)



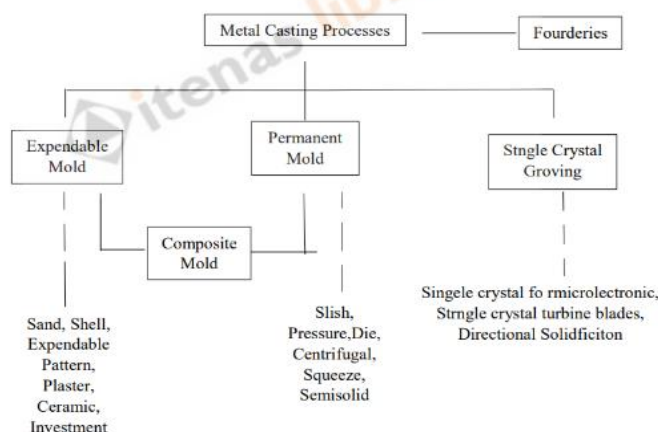
## Pendahuluan

Peleburan logam adalah proses produksi dengan cara mencairkan logam sampai logam mencapai titik leburnya, kemudian dimasukkan ke dalam ruang cetakan hingga membuat bentuk semirip bentuk akhirnya [1]. Dalam proses penelitian ini, tungku pengecoran menggunakan aluminium scrap sebagai bahan yang dilebur dan arang juga gas sebagai bahan bakar yang dipakai.

Proses pengecoran (Casting) adalah salah satu teknik pembuatan produk dimana logam dicairkan dalam tungku peleburan kemudian dituangkan kedalam rongga cetakan yang serupa dengan bentuk asli dari produk cor yang akan dibuat [2]. Dimana proses pengecoran dapat menghasilkan produk yang sangat kuat dan tahan terhadap gesekan, karena mengalami perubahan fasa pada saat logam dicairkan dan pada saat logam didinginkan.

Ada 4 faktor yang berpengaruh atau merupakan ciri dari proses pengecoran, yaitu:

1. Adanya aliran logam cair kedalam rongga cetakan
2. Terjadi perpindahan panas selama pembekuan dan pendinginan dari logam dalam cetakan.
3. Pengaruh material cetakan.
4. Pembekuan logam dari kondisi cair.



**Gambar 1** Klasifikasi Proses Pengecoran

### Pengecoran Cetakan Pasir

Pengecoran sand casting adalah proses pengecoran logam untuk membuat suatu benda kerja atau komponen dengan metode penuangan logam cair kedalam cetakan pasir. Pengecoran sand casting paling banyak digunakan dalam produksi pengecoran dikarenakan metode ini merupakan metode yang paling kuno tetapi mempunyai banyak keunggulan seperti:

1. Dapat mencetak logam dengan titik lebur yang tinggi seperti baja, nikel dan titanium.
2. Dapat memproduksi benda cor dengan dimensi dari yang ukuran kecil hingga ukuran besar serta panjang seperti pengecoran untuk pembuatan baling-baling kapal dan rel kereta api.
3. Dapat memproduksi banyak dengan cetakan yang banyak pula.

Pembuatan benda cor dengan metode sand casting harus dilakukan dengan banyak pertimbangan dan perencanaan yang baik untuk menghasilkan produk hasil pengecoran mempunyai kualitas yang baik dengan sedikit terjadi cacat [3].

### Keuntungan dan Kerugian Pengecoran Logam

Keuntungan yang didapat dari produk pengecoran logam secara umum adalah:

1. Dapat membentuk komponen yang rumit (salah satunya komponen boiler).
2. Dapat menghemat waktu dan pekerjaan untuk produk massal.
3. Dapat memakai bahan yang tidak dapat dikerjakan dengan proses pemesinan.
4. Ukuran produk tidak terbatas.
5. Bahan dasar dapat di daur ulang.

Kerugian yang dimiliki oleh produk pengecoran logam:

1. Kurang ekonomis untuk produksi dalam jumlah kecil.
2. Permukaan yang dihasilkan umumnya akan lebih kasar dari pada produk pemesinan.
3. Toleransi kepresisian ukuran halus lebih besar dari produk pemesinan.

### Besi Tuang

Besi tuang kelabu pada dasarnya terbentuk antara paduan eutektik dari besi dan karbon. Memiliki temperatur tergolong rendah yaitu 1200°C, temperatur lebur yang rendah ini sangat menguntungkan

dalam hal pengecoan karena mudah dicairkan sehingga energi yang dibutuhkan tidak terlalu besar dan dapur peleburan lebih sederhana dan besi cor kelabu [2].

Besi cor mengandung unsur silikon antara 1-3 % hal ini diakibatkan oleh karena silikon tertinggal dalam besi selama proses produksi dan diperlukan usaha khusus untuk menurunkannya, akan tetapi yang paling penting adalah peran silikon dalam produk akhir. Silikon meningkatkan kekuatan dari ferit dalam besi tuang dan dengan silikon dapat dicapai suhu cair eutektik yang rendah sesuai dengan kadar karbon 2%-3,5% [4].

Besi tuang diklasifikasikan menurut struktur metalografi. Dalam hal ini karbon dalam besi tuang sangat menentukan. Karbon dalam besi tuang dapat berupa senyawa yaitu sementit (karbida besi) atau berupa karbon bebas yaitu grafit. Bentuk dan distribusi dari grafit berpengaruh pada sifat mekanik dari besi tuang. Pengelompokan besi tuang dapat dilihat dari kondisi karbonnya sebagai grafit atau sementit. Bila karbonnya sebagai sementit maka dapat disebut besi tuang putih dan bila karbonnya seluruh atau sebagian berupa grafit maka pengelompokan besi tuang didasarkan pada bentuk fisik dari grafit tersebut Terjadinya struktur yang berbeda-beda ini dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain .:

- a). Kadar karbon
- b). Kadar paduan atau pengotor
- c). Laju pendinginan
- d). Perlakuan panas yang diberikan.

Besi tuang kelabu pada dasarnya merupakan perpaduan eutektik dari besi dan karbon. Dengan memiliki temperatur leleh relatif rendah yaitu sekitar 1200°C. Besi cor kelabu sangat rendah keuletannya karena adanya serpihan karbon, namun besi cor murah harganya. Selain itu, dengan adanya serpih-serpih ini, besi cor kelabu merupakan peredam getar yang sangat baik. Istilah tekniknya kapasitas peredamnya tinggi. Oleh karenanya, jenis logam ini banyak digunakan sebagai landasan mesin dan alat-alat berat [5].

Besi tuang kelabu (*gray cast iron*) mengandung grafit berbentuk serpihan-serpihan tipis yang terbagi merata dalam seluruh strukturnya, sehingga menyebabkan bidang patahannya berwarna kelabu. Besi tuang jenis ini sering banyak dipakai karena biayanya yang murah dan mudah dituang dalam jumlah besar. Komposisi kimia besi tuang jenis ini adalah 2,5-4% karbon dan 1-3% silikon. Pada kadar karbon yang tinggi, besi tuang juga mempunyai kadar silikon yang tinggi, dengan presentase sulfur dan mangan yang rendah. Oleh sebab itu, pembentukan karbon bebas meningkat dan setelah didinginkan besi tuang kelabu mengandung grafit. Besi tuang kelabu memiliki kekuatan tarik dan ketangguhan yang lebih rendah dari baja, tetapi kekuatan tekannya setara dengan baja karbon rendah dan sedang. Sifat mekanis tersebut dipengaruhi oleh bentuk, ukuran dan distribusi serpihan grafit yang terdapat dalam struktur mikro [6].

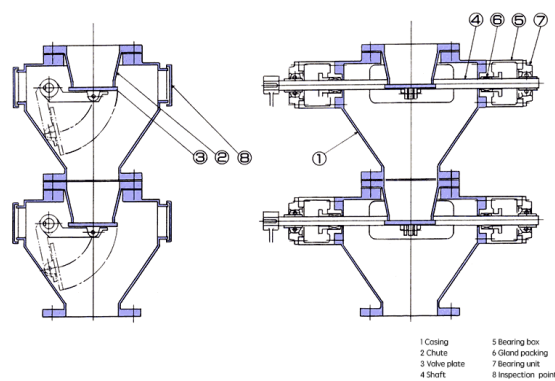
#### *Double Dampers*

Double dampers, juga dikenal sebagai *double dump valves* atau *double flap gates*, adalah jenis katup udara yang umum digunakan dalam aplikasi industri untuk menangani material curah. Mereka terutama digunakan untuk melepaskan material besar atau berserat dari hopper, bin, dan siklon yang beroperasi di bawah tekanan positif atau negatif. Double dampers berfungsi sebagai titik transisi airlock untuk mempertahankan perbedaan tekanan di atas dan di bawah katup, sambil terus melepaskan material [7].

Perangkat ini terdiri dari dua pelat katup yang beroperasi secara bergantian: pelat atas membuka untuk memungkinkan material jatuh ke pelat bawah, kemudian menutup kembali untuk mencegah kebocoran udara; setelah itu, pelat bawah membuka untuk melepaskan material sepenuhnya melalui katup, lalu menutup kembali. Siklus ini berulang terus-menerus untuk mempertahankan aliran material yang stabil dan menjaga segel positif pada sistem.



**Gambar 2** *Double Dampers*



**Gambar 3.** Komponen *Double Dampers*

### *Pengujian Mekanik*

Sifat mekanis bahan adalah salah satu sifat bahan yang sangat perlu diketahui untuk mendesain suatu konstruksi. Dengan mengetahui sifat mekanis bahan, maka proses pemilihan bahan dapat dilakukan dengan tepat dan optimal ditinjau dari aspek teknik, keamanan dan ekonomi. Sehingga data-data mengenai sifat mekanis harus menjadi acuan di dalam pemilihan bahan desain [6]. Beberapa kondisi pembebanan seperti : tarik, tekan, lengkung, puntir, geser, kejut dan gesekan baik pada keadaan statis maupun dinamis harus dapat dipenuhi oleh sifat mekanis bahan yang dipakai untuk mengetahui bahwa bahan tahan terhadap kondisi pembebanan tersebut, maka diperlukan beberapa pengujian mekanis yang hasilnya dapat memberikan informasi yang mewakili persyaratan bahan yang dipakai dalam suatu konstruksi. Beberapa jenis pengujian mekanis bahan dikelompokkan sebagai pengujian mekanik dasar meliputi pengujian tarik (tensile test), pengujian kekerasan (hardness test), pengujian dampak (impact test) dan pengujian mekanik lanjut meliputi pengujian fatik (fatigue test), pengujian mulur (creep test), pengujian fraktur (fracture test), dan pengujian keausan [7].

Kebutuhan akan jenis-jenis pengujian mekanis tersebut tergantung pada persyaratan desain bahan dipilih, yang dianggap akan mewakili kondisi servis yang akan dialami bahan. Pada umumnya sifat mekanis dasar merupakan persyaratan minimal yang harus dipenuhi disamping sifat mekanis lanjut yang pada kondisi-kondisi khusus tertentu disyaratkan [8].

### *Pengujian Kekerasan (Hardness Test)*

Kekerasan adalah daya tahan (daya hambat suatu logam terhadap penetrasi) penekanan benda keras lainnya. Percobaan kekerasan dilakukan untuk menghitung daya tahan (daya hambat) suatu logam terhadap percobaan plastis (*Plastic Deformation*) pada lapisan dekat permukaan bahan percobaan logam [9].

Semakin keras bahannya, semakin sulit tergores. Bahan yang populer dengan kekerasan tinggi adalah berlian, yang banyak digunakan sebagai alat pemotong. Kekerasan adalah properti material utama yang perlu dipertimbangkan dalam pengambilan keputusan teknis. Dalam pemesinan, misalnya, hanya material alat pemotong keras seperti karbida atau *PCN* yang kompatibel dengan material yang sulit dipotong seperti Titanium. Bahan yang lebih lunak seperti baja berkecepatan tinggi akan segera rusak pada logam keras.

Dalam proses mendeteksi kekerasan, dimana bahan digores atau ditekan dengan suatu penetrator bola baja (*Steel Ball*) atau piramid diamond, pertama kali penetrator elastis (*Elastic Deformation*) dan kemudian sejumlah kecil perubahan plastis. Oleh karena itu *Hardness* atau kekerasan bukanlah karakter sifat mekanik yang berdiri sendiri. Menghitung sifat-sifat yang sama dengan metode yang lain, seperti tensile test (percobaan tarik) tapi kondisi beban berbeda. Mikro hardness adalah kekerasan suatu logam dihitung dengan gaya tahan terhadap perubahan plastis dalam volume besar dan micro hardness adalah kekerasan dari logam dalam volume yang sangat kecil.

Ada 3 metode pengujian kekerasan yaitu:

1. Kekerasan Rockwell (*Rockwell Hardness*)
2. Micro Vickers Hardness
3. Brinell

### *Kekerasan Rockwell (Rockwell Hardness)*

Pengujian kekerasan Rockwell dilaksanakan dengan cara menekan permukaan spesimen (benda uji) dengan suatu indentor. Penekanan indentor ke dalam benda uji dilakukan dengan menerapkan beban pendahuluan (beban minor), kemudian ditambah dengan beban utama (beban mayor), lalu beban utama dilepaskan sedangkan beban minor masih dipertahankan [1],[9].

Kekerasan *Rockwell* sama halnya dengan prinsip Brinell. Dalam test *Rockwell*, kekerasan dihitung tidak dengan diameter indentasi tapi adalah dihitung dari kedalaman indentasi (penekanan). Pengujian kekerasan dengan metode Rockwell ini diatur berdasarkan standar DIN 50103.

**Tabel 1.** Metode Pengujian Rockwell

Skala	Penekan	Beban			Skala Kekerasan	Warna Angka
		Awal	Utama	Jumlah		
A	Kerucut intan 120°	10	50	60	100	Hitam
B	Bola baja 1,558 mm (1/16")	10	90	100	130	Merah
C	Kerucut intan 120°	10	140	150	100	Hitam
D	Kerucut intan 120°	10	90	100	100	Hitam
E	Bola baja 3,175 mm (1/8")	10	90	100	130	Merah
F	Bola baja 1,558 mm	10	50	60	130	Merah
G	Bola baja 1,558 mm	10	140	150	130	Merah
H	Bola baja 3,175 mm	10	50	60	130	Merah
K	Bola baja 3,175 mm	10	140	150	130	Merah
L	Bola baja 6,35 mm (1/4")	10	50	60	130	Merah
M	Bola baja 6,35 mm	10	90	100	130	Merah
P	Bola baja 6,35 mm	10	140	150	130	Merah
R	Bola baja 12,7 mm (1/2")	10	50	60	130	Merah
S	Bola baja 12,7 mm	10	90	100	130	Merah
V	Bola baja 12,7 mm	10	140	150	130	Merah

Dalam metode Rockwell ini terdapat dua macam indentor yang ukurannya bervariasi, yaitu : Kerucut intan dengan besar sudut 120° dan disebut sebagai *Rockwell Cone* dan bola baja dengan berbagai ukuran dan disebut sebagai *Rockwell Ball*. Untuk cara pemakaian skala ini, kita terlebih dahulu menentukan dan memilih ketentuan angka kekerasan maksimum yang boleh digunakan oleh skala tertentu. Jika pada skala tertentu tidak tercapai angka kekerasan yang akurasi, maka kita dapat menentukan skala lain yang dapat menunjukkan angka kekerasan yang jelas.

Penetrator pada percobaan *Rockwell* adalah kerucut intan dengan sudut 120 derajat untuk material yang keras dan bola baja (*Stell ball*) diameter 1,5875mm (1/16") untuk material lunak. Kerucut Diamond dan bola baja sebagai penetrator sama mempunyai dua beban yaitu beban primer 10 Kg dan beban sekunder, beban sekunder untuk diamond 150 Kg. Percobaan dengan kerucut diamond kekerasan Rockwell dapat dihitung dengan persamaan (1).

$$\text{HRC} = \frac{a+b+c}{3} \quad (1)$$

Pada percobaan kekerasan Rockwell angka kekerasan Rockwell dapat dibaca langsung pada jam ukur dari bagian alat, yang dimana pembacaan 1 garis mempunyai skala 0,5. Kekerasan Rockwell C (HRC) dan kekerasan Rockwell B (HRB) adalah paling banyak digunakan.

**Gambar 4.** Rockwell Hardness

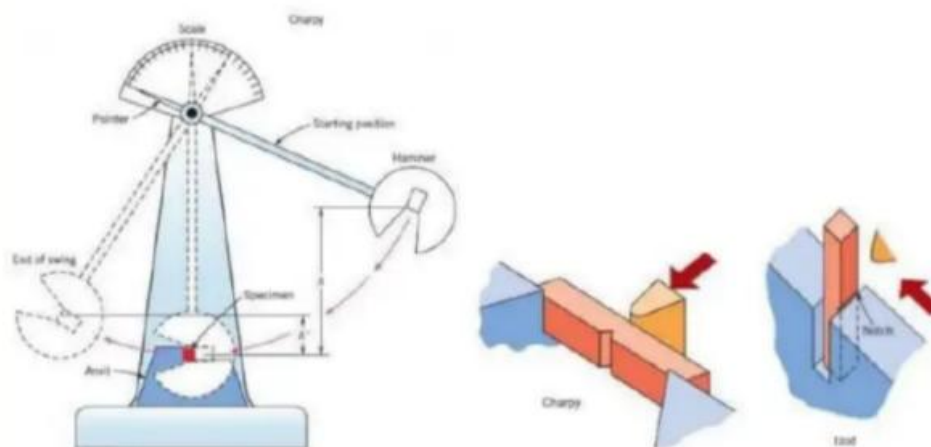


**Gambar 5.** Micro Vickers Hardness

Micro Vickers hardness adalah percobaan kekerasan micro, biasanya digunakan untuk percobaan kekerasan dari spesimen yang tipis dan kecil, dengan menggunakan beban yang sangat lemah yaitu sampai 20gr dan diagonal indentasi dihitung dengan menggunakan metal microscope. Penetrator yang digunakan adalah piramit diamond, biasanya digunakan untuk pengujian kekerasan dari lapisan yang tipis.

#### *Pengujian Impact*

Sebuah tes untuk mengukur jumlah energi yang diserap saat mematahkan takikan pada benda uji dengan satu pukulan yang dilakukan oleh pendulum. Benda kerja dicekam secara vertikal dengan bagian bawah takikan berada pada bidang yang sama dengan permukaan atas pencekam. Pukulan dilakukan pada permukaan yang sama dengan permukaan takikan dan pada ketinggian tertentu di atasnya[7]. Dalam hal ini energi didapat dari suatu bandul yang mempunyai ketinggian tertentu dan berayun memukul benda uji, berkurangnya energi potensial dari bandul sebelum dan sesudah memukul benda uji merupakan energi yang dapat diserap oleh benda uji tersebut. Takik atau notch memegang peranan yang penting terhadap kekuatan impact suatu material. Dua buah benda yang mempunyai luas penampang, menahan beban yang sama bisa mempunyai kekuatan impact yang selalu jauh berbeda akibat perbedaan bentuk takik yang dimiliki. Adanya takikan pada benda kerja yang bisa berupa bentuk konfigurasi hasil desain[8], pengerjaan yang salah seperti diskontinuitas pada pengelasan atau korosi lokal yang bisa berdifat sebagai pemusat tegangan (stress concentration) Adanya pusat tegangan ini dapat menyebabkan Brittle material yang menjadi patah pada beban dibawah yield strength.



**Gambar 6.** Pengujian impact

Kekuatan Impact suatu bahan didefinisikan sebagai energi yang digunakan untuk mematahkan batang uji dibagi dengan luas penampang pada daerah takikan. energi untuk mematahkan batang uji dihitung berdasarkan berat dan ketinggian ayunan pendulum sebelum dan setelah Impact[9].

#### *Prosedur Pengujian Impact*

1. Menyiapkan peralatan yang akan digunakan untuk pengujian

2. Periksa posisi nol mesin dengan menaikkan pendulum ke posisi latch,gerakkan pointer mendekati kapasitas maksimal kisaran yang digunakan, lepaskan pendulum, dan baca nilai yang ditunjukkan oleh jarum penunjuk. Penunjukan harus menunjukkan nol pada mesin pembaca.
3. Spesimen uji secara termal dikondisikan dan diposisikan pada landasan. Pendulum dilepaskan tanpa getaran, dan spesimen dipukul oleh pemukul. Informasi diperoleh dari mesin dan spesimen yang telah dipukul.
4. Benda uji dijepit pada landasan
5. Untuk melakukan tes, persiapkan mesin dengan cara menaikkan pendulum ke posisi latch, atur indikator energi pada skala maksimum. Posisikan spesimen pada landasan dan lepaskan pendulum.

Tanpa memperhatikan kehilangan energi. Energi yang dipakai untuk mematahkan test piece dapat dihitung dengan penurunan persamaan (2) sebagai berikut:

$$E = P \times D (\cos \beta - \cos \alpha) - L \text{ (kg.m)} \quad (2)$$

Dimana:

E: Energi yang dibutuhkan untuk mematahkan spesimen (kg.m)

P : Berat pendulum = 25,530 kg

D: Jarak sumbu pendulum dengan pusat gaya berat pendulum = 0,6495 m

$\alpha$ : Sudut pendulum sebelum dijatuhkan (sudut maksimum pendulum = 144°)

$\beta$ : Sudut pendulum sesudah mematahkan spesimen

L: Energi yang hilang = 0,751

Setelah mendapatkan energi yang dibutuhkan, selanjutnya menghitung nilai Impact Strenght dengan persamaan (3) berikut:

$$\partial k = \frac{E}{A} \text{ (kg.m/mm}^2\text{)} \quad (3)$$

Dimana:

$\partial k$ : Kekuatan beban kejut/*Impact strenght* (kg.m/cm<sup>2</sup>)

E : Energi yang dibutuhkan untuk mematahkan spesimen (kg.m)

A : Luas penampang (mm<sup>2</sup>)

## Hasil dan Pembahasan

### *Uji Impact Metode Charpy*

Pengujian ini terdiri dari mengukur energi yang diserap dalam takikan yang patah pada benda uji oleh satu pukulan dari pemukul yang dibawa oleh pendulum takikan benda uji berada ditengah-tengah dan dicekam pada setiap ujungnya. Benda uji dicekam secara horizontal pada setiap ujung-ujung benda uji. Pada metode charpy benda kerja harus diatur secara presisi agar bagian takikan bertemu tengah-tengah dari pemukul.

### *Uji Impact Kekerasan (Hardness Test)*

Pengujian ini terdiri dari mengukur energi yang diserap dalam takikan yang patah pada benda uji oleh satu pukulan dari pemukul yang dibawa oleh pendulum. Benda kerja dicekam secara vertikal dengan bagian bawah takikan berada pada bidang yang sama dengan permukaan atas pencekam. Pukulan memukul pada permukaan yang sama dengan takikan dan pada ketinggian tertentu diatasnya. Pengujian biasanya dilakukan pada temperatur ruangan di tempat pengujian. Pada pengujian metode izod benda kerja harus diatur secara akurat pada posisinya, sehingga bagian tengah dari takikan bertemu permukaan atas pencekam, dan penyimpangan dari bidang takikan dari permukaan atas pencekam harus kecil tidak melebihi 0,4 mm.

### *Macam-Macam Patahan*

Fracture atau kepatahan pada suatu material bisa digolongkan sebagai brittle atau ductile fracture. Suatu material yang mengalami kepatahan tanpa mengalami deformasi plastis dikatakan patah secara brittle, sedang apabila kepatahan didahului dengan suatu deformasi plastis dikatakan mengalami ductile fracture. Material yang mengalami *brittle fracture* hanya mampu menahan energi yang kecil saja sebelum mengalami kepatahan. Patahan yang terjadi akibat pengujian impak ini ada 2 macam antara lain :

- a. Patahan getas (brittle)

Patahan ini mempunyai bentuk yang rata serta mempunyai permukaan yang mengkilap. Apabila potongan dari patahan brittle ini kita sambungkan kepatahan itu tidak dibarengi dengan deformasinya bahan. Patahan brittle ini mempunyai nilai pukulan takik yang rendah [10].

- b. Patahan ulet (ductile)

Patahan ulet ini mempunyai permukaan patahan yang tidak merata, buram dan berserat. Patahan ulet ini mempunyai nilai pukulan takik yang tinggi.

### Analisa Data

Besar Nilai Kekerasan Material Valve Plat Double Dampers Dengan Menggunakan Rockwell Hardness. Berdasarkan hasil pengujian Rockwell Hardness Test untuk mendapatkan nilai kekerasan dari Valve Plat Double Dampers maka didapat nilai tiap indentasi yaitu titik atas (a), titik tengah (b), titik bawah (c), dengan menggunakan indenter Diamond cone maka untuk mendapatkan nilai HRC dapat dicari dengan menggunakan persamaan 4 di bawah ini sebagai berikut,

$$\text{HRC} = \frac{a+b+c}{3} \quad (4)$$

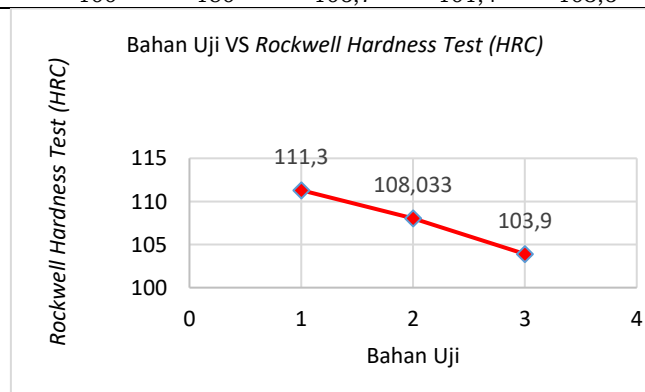


**Gambar 8.** Hasil Pengujian Kekerasan Rockwell Hardness

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada tiga titik pengujian bahan uji 1, 2, dan 3 maka nilai kekerasan bahan Valve Plat Double Dampers yang didapat adalah 120,63 HRC, 115,57 HRC, dan 104,57 HRC.

**Tabel 2.** Tabulasi Data Hasil Pengujian Kekerasan Rockwell Hardness

No.	Bahan Uji	Suhu (°C)	Beban	Data Percobaan			HRC
				a	b	c	
1	1	0	150	110,7	111,2	112	111,3
2	2	25	150	107,7	106	110,4	108,033
3	3	100	150	106,7	101,4	103,6	103,9

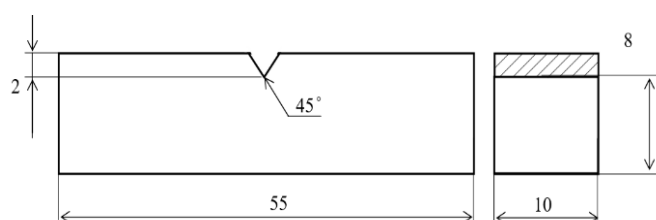


**Gambar 9.** Grafik Bahan Uji VS Nilai Kekerasan Rockwell

Dari hasil perhitungan dan ditinjau dari **Gambar 9** diatas, kita dapat melihat perbedaan nilai kekerasan (rockwell hardness) dari ketiga bahan uji yaitu untuk bahan uji 1 nilai kekerasannya adalah 111,3 HRC, untuk bahan uji 2 adalah 108,033 HRC, dan untuk bahan uji 3 adalah 103,9 HRC, maka hasilnya adalah bahan uji 3 merupakan nilai yang kekerasannya tergolong lunak jika dibandingkan dengan kedua bahan uji lainnya.

Besar Kekuatan Kejut (Impact Strenght) Valve Plat Double Dampers Terhadap Beban Mendadak Dengan Menggunakan Impact Test Metode Charpy.

Berikut adalah gambar dari dimensi sampel uji beban kejut (impact strenght) yang mengacu pada standard JIS Z 2242 (dalam satuan mm) yang ditunjukkan pada gambar 10 berikut ini:

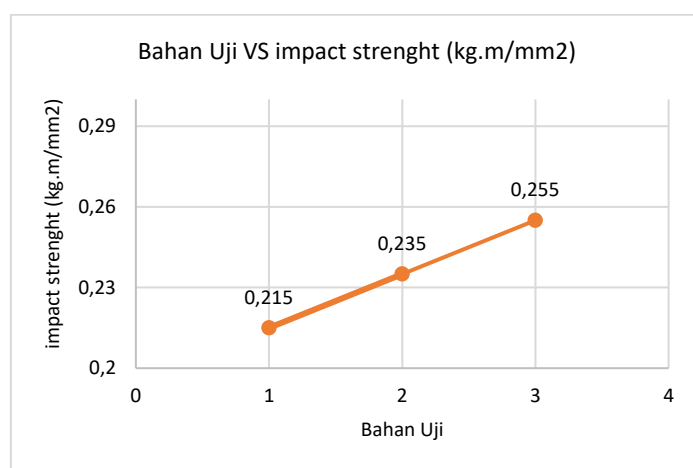


**Gambar 10.** Sketsa Benda Uji Impact Test JIS Z 2242

Hasil perhitungan dan tabulasi data besar kekuatan kejut (impact strenght) valve plat double dampers terhadap beban mendadak dengan menggunakan *impact test* metode *charpy* sesuai dengan data sebagai berikut :

**Tabel 3** Tabulasi Data Hasil Pengujian *Impact*

No.	Bahan Uji	T (°C)	a (mm)	b (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	β	E Teori (kg/mm <sup>2</sup> )	E Aktual (kg/mm <sup>2</sup> )	∂k (kg.m/mm <sup>2</sup> )	B' (mm)	LE (mm)
1	1	0	8	10	80	74	17,223	17,9	0,215	10,5	0,
2	2	25	8	10	80	68	18,865	19,6	0,235	10,6	0,6
3	3	100	8	10	80	62	20,407	21,7	0,255	10,8	0,8



**Gambar 11.** Grafik Bahan Uji VS Kekuatan Beban Kejut

Dari hasil perhitungan analisis data yang telah dihitung, kita dapat melihat grafik antara bahan uji dengan kekuatan. Dari hasil perhitungan dan ditinjau dari **Gambar 11** diatas, kita dapat melihat perbedaan kekuatan beban kejut (*impact strength*) dari ketiga bahan uji yaitu untuk bahan uji 1 kekuatan beban kejutnya adalah 0,229 kg.m/mm<sup>2</sup>, untuk bahan uji 2 adalah 0,235 Kg.m/mm<sup>2</sup>, dan untuk bahan uji 3 adalah 0,249 kg.m/mm<sup>2</sup>, maka hasilnya adalah bahan uji 3 merupakan sampel yang paling kuat dalam menahan beban kejut. Hubungan antara kekuatan beban kejut dengan kekerasan *Rockwell* biasanya bersifat berbanding terbalik. Material yang memiliki nilai kekerasan *Rockwell* tinggi cenderung memiliki kekuatan kejut (kemampuan menyerap energi benturan) yang rendah, dan sebaliknya. Hal ini terjadi karena kekerasan *Rockwell* mengukur resistensi suatu material terhadap deformasi permanen (lekukan) pada permukaan di bawah beban tertentu. Material yang sangat keras biasanya lebih kaku, rapuh, dan kurang mampu menyerap energi benturan secara efektif, sehingga kekuatan beban kejutnya rendah. Sedangkan material yang memiliki kekuatan kejut tinggi biasanya lebih ulet dan kurang keras, sehingga nilai kekerasannya relatif lebih rendah.

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa data, maka dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan analisa data di atas dan hasil pengujian menggunakan *Rockwell hardness test* maka didapat nilai kekerasan bahan Valve Plat Double Dampers yang didapat adalah bahan uji 1 (0°C) =111,3 HRC, bahan uji 2 (25°C) =108,033 HRC, dan bahan uji 3 (100°C) =103,9 HRC. Pada pengujian beban kejut (*impact test*) dengan metode *Charpy Impact Test*, diperoleh kekuatan beban kejut (*impact strenght*) dari bahan uji 1 (0°C) = 0,215 Kg.m/mm<sup>2</sup>, bahan uji 2 (25°C) = 0,235 Kg.m/mm<sup>2</sup>, dan bahan uji 3 (100°C) = 0,255. Dengan mengetahui nilai kekerasan dan juga nilai kekuatan beban kejut (*impact strenght*) dari *Valve Plat Double Dampers* dapat mengidentifikasi kekuatan dan kekerasan dari *Valve Plat* tersebut, sehingga untuk menjaga ketahanan dan umur pemakaian *Valve Plat Double Dampers* dengan memperhatikan

ambang batas pembebanan Valve Plat pada saat merancang Double Dampers agar umur pemakaian Valve Plat dapat lebih panjang serta awet.

### Daftar Pustaka

- [1] Faisal, Muhammad, & Asrul, A. (2022). Analisa Analisa Kelelahan Dan Kekerasan Pada Logam Axle shaft Dengan Pengelasan Gesek. *Jurnal Teknik Mesin*, 15(2), 159 - 165. <https://doi.org/10.30630/jtm.15.2.964>
- [2] Muhammad Firmansyah, F., Sitorus, M. Hutagalung, and A. A. Sitingjak, "Perbandingan Pendinginan Annealing Dan Normalizing Pada Peleburan Logam Ferro Untuk Membuat Baffle Plate Terhadap Nilai Kekuatan Dan Kekerasan Melalui Metode Three Point Bending Dan Rockwell Hardness", *J-Milo*, vol. 2, no. 2, pp. 81-99, Feb. 2026.
- [3] S. Faiz and F. Yuamita, "Identifikasi Potensi Bahaya pada Area Peleburan Logam Menggunakan Metode Hazard Identification Risk Assesment And Risk Control (HIRARC) dan Fault Tree Analysis (FTA) di CV. Barokah Logam Sejahtera", *JIM*, vol. 2, no. 8, pp. 3652-3662, Jul. 2023.
- [4] R. B. Widiatoro and Y. R. Fauzi, "Analisis Komparatif Metode Pengujian Kekerasan: Rockwell Dan Vickers Pada Heat-Treated High-Speed Steel (Baja Kecepatan Tinggi Yang Diolah Panas)", *SNPPM*, vol. 8, pp. 67-71, Dec. 2024, doi: 10.33019/snppm.v8i0.6004.
- [5] Nur N. Hakim, "Analisa Perbandingan Uji Hardness Material Fiberglass Berdasarkan Perlakuan Suhu Pada Proses Pembuatannya", *justicb*, vol. 5, no. 2, pp. 243-250, Feb. 2025.
- [6] S. A. Yudistirani, K. H. Mahmud, and E. Diniardi, "Analisis Kekerasan Pada Outer Ring Dan Inner Ring Hasil Proses Heat Treatment", *JurTek: Jurnal Teknologi*, vol. 10, no. 1, pp. 83-88, Jan. 2018.
- [7] A. T. Wahyudiyanto, A. Akbar "Analisa Perbandingan Hasil Pengujian Pada Alat Uji Impact Kapasitas 100 Joule Dengan Berbagai Perlakuan Panas", *inotek*, vol. 9, no. 3, pp. 2391-2398, Jul. 2025, doi: 10.29407/qf64hv63.
- [8] N. Erwanto, S. N. S. Sidabutar, and B. Maryanti, "Analisis Perbandingan Kekuatan Impak Material Baja ASTM A 36 dengan Perlakuan Normalized dan Unnormalized pada Suhu Normal Dan (-20°C)," *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, vol. 7, no. 2, pp. 75-83, Nov. 2022, doi: <http://dx.doi.org/10.31602/al-jazari.v7i2.7039>.
- [9] Affandi, A. R. Nasution, I. Tanjung, and A. M. Siregar, "Pengaruh Annealing Baja St 37 Terhadap Kekerasan Dan Kekuatan Tarik," *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, vol. 5, no. 2, pp. 194-199, Sep. 2022, Accessed: Dec. 20, 2024. <https://doi.org/10.30596/rmme.v5i2.11796>
- [10] F. Ikramullah, F. Safriwardy, S. Suryadi, R. Putra, and F. Faisal, "Analisis Uji Impact dan Uji Bending Balok Laminasi Batang Kelapa (Cocos Nucifera) dan Bambu Duri (Bambusa Blumeana) Sebagai Material Konstruksi Lunas Kapal Kayu", *MJMST*, vol. 8, no. 2, pp. 252-262, Oct. 2024.
- [11] E. C. Sitepu, Anna Angela Sitingjak, N. A. Sidabutar, Diman Raymond S. Tambunan, Dinda Rizka Fadhillah, and Isnaini Ahmadi, "Dampak Pengaturan Exhaust Damper terhadap Karakteristik Uap HP Drum HRSG pada Operasi PLTGU", *J-Milo*, vol. 3, no. 1, pp. 159-167, Feb. 2026.