

# **PENGARUH VARIASI BEBAN INDENTOR VICKERS HARDNESS TESTER TERHADAP HASIL UJI KEKERASAN MATERIAL ALUMINIUM DAN BESI COR**

Nizar Bagas Maulana  
Universitas Tidar  
Jl. Kapten Suparman No.39  
e-mail: [nizar.bagas.nb@gmail.com](mailto:nizar.bagas.nb@gmail.com),

## **ABSTRACT**

*Experimental test of hardness of aluminum and cast iron material has been done using indenter method (vickers test) with variation of indenter load on each material tested. The experiment of hardness test with variation of indenter load is aimed to know the effect of what happened in hardness test of a material and learn ideal load selection technique so that it can yield accurate hardness data. The variation of indenter load used for each test is 50,100, and 200. From the three variations of the indenter load the result of different hardness values, then any variation of the indenter load used will affect the result of the hardness value of a material under test. Among the three variations of the load there is only one load that can be tolerated as the ideal load. The ideal load is the load that produces the highest hardness value of the hardness value resulting from the use of other loads. The experimental results of each material showed a hardness value of  $886.73 \times 10^{-6}$  with a load of 100 for aluminum and  $968.7 \times 10^{-6}$  with an ideal load of 100 for cast iron.*

## **1. PENDAHULUAN**

Pada umumnya, kekerasan menyatakan ketahanan terhadap deformasi dan untuk logam dengan sifat tersebut merupakan ukuran ketahanannya terhadap deformasi plastis atau deformasi permanen (Dieter, 1987). Deformasi adalah perubahan bentuk suatu material. Deformasi plastis kemungkinan terjadi pada permukaan benda/material yang lunak, sedangkan deformasi permanen kemungkinan terjadi pada permukaan benda/material yang lebih keras.

Adapun untuk mengukur kekerasan suatu material terdapat tiga jenis umum, tergantung pada cara melakukan pengujian, yaitu : (1) Kekerasan goresan (*scratch hardness*); (2) Kekerasan lekukan (*indentation hardness*); (3) Kekerasan pantulan (*rebound*). Uji kekerasan goresan dilakukan dengan cara mengukur kemampuan suatu material dengan menggoreskan material uji kepada spesimen. Uji kekerasan lekukan dilakukan dengan cara mengukur ketahanan suatu material terhadap gaya tekanan yang diberikan oleh indenter dengan memperhatikan besar beban yang diberikan dan besar indentasi. Uji kekerasan pantulan dilakukan dengan cara menghitung energi *impact* yang dihasilkan oleh indenter yang dijatuhkan pada permukaan spesimen.

Untuk logam, hanya kekerasan lekukan yang banyak menarik perhatian dalam kaitannya dengan bidang rekayasa, terhadap berbagai macam uji kekerasan lekukan, antara lain Uji Kekerasan *Vickers*. Kekerasan yang dimaksud dalam penelitian ini adalah proses pengujian untuk mengetahui tingkat kekerasan suatu baja dengan menggunakan alat uji kekerasan mikro *vickers*.

Kelebihan dari uji kekerasan lekukan (Uji *Vickers*) ini adalah tidak merusak material uji karena hasil indentasi sangat kecil, dan biasanya material uji bisa dipakai kembali, skala kekerasan yang kontinue untuk rentang yang luas, dari yang sangat lunak dengan nilai 5 maupun yang sangat keras dengan nilai 1500 karena indenter intan yang sangat keras, dapat dilakukan pada benda benda pada ketipisan 0,006 inchi. Sedangkan kekurangan dari uji kekerasan lekukan (uji *vickers*) ini membutuhkan waktu yang cukup lama untuk menentukan nilai kekerasan dan untuk pembuatan spesimen juga membutuhkan waktu yang cukup lama juga karena permukaan material uji yang harus benar-benar rata sejajar, bersih, mengkilap, dengan ketinggian sama tidak boleh miring sehingga uji kekerasan lekukan ini jarang dipakai untuk kebutuhan rutin.

Pada percobaan yang dilakukan, pengujian kekerasan lekukan ini menggunakan alat *Vickers Hardness Tester*. Alat ini memakai indenter peramida intan yang berbentuk bujur sangkar untuk membuat jejak pada material dengan beban tertentu. Besar sudut antar permukaan-permukaan piramida yang saling berhadapan adalah  $136^\circ$ . Lama waktu penjejakan berlangsung selama 15 detik dan dapat menghasilkan ketelitian antara 2-4 mikro milimeter. Panjang diagonal yang diukur pada arah horisontal ditandai dengan d1 dan arah vertikal ditandai dengan d2 yang kemudian dihitung d rata-rata sebagai panjang diagonal jejak. Nilai kekerasan dapat dihitung menggunakan rumus *Vickers* sebagai berikut

$$VHN = \frac{2P \sin(\Theta/2)}{d^2} = \frac{1,854 P}{d^2} \dots\dots\dots(\text{kg/mm}^2)\dots\dots\dots(1)$$

dengan :

- P = beban panjang digunakan N (kg)
- D = panjang diagonal peninjakan penetrator (mm)
- $\Theta$  = sudut antara permukaan intan (Vickers) =  $136^\circ$
- Kg = Newton/grafitasi (Satuan)

Angka kekerasan *Vickers* didefinisikan sebagai beban dibagi luas permukaan lekukan. Pada prakteknya, luas ini dihitung dari pengukuran mikroskopik panjang diagonal jejak. Nilai kekerasan berkaitan dengan kekuatan luluh atau tarik logam, hal ini disebabkan karena logam mengalami deformasi dengan persentase tertentu selama indentasi.

Dalam menguji suatu material, operator biasanya menentukan satu beban indenter antara (50, 100, 200, 300, 400, 500) yang dikehendaki sesuai dengan material yang akan di uji. Kesalahan pemilihan beban akan berdampak pada ketidakakurisan data dan dapat menimbulkan kesalahan tafsiran terhadap sifat material benda uji.

Percobaan uji kekerasan dengan variasi beban indenter ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh apa saja yang terjadi dalam uji kekerasan suatu material dan mempelajari teknik pemilihan beban ideal sehingga dapat menghasilkan data kekerasan yang akurat.

## 2. METODE PENELITIAN

### BAHAN

Bahan yang di gunakan untuk pengujian yaitu aluminium dan besi cor

### ALAT :

- a. Vickers Hardness Tester beserta kelengkapannya.
- b. Mesin Grinding & Polishing.
- c. Mesin Cutting / Gergaji.
- d. Kikir
- e. Amplas

### LANGKAH PERCOBAAN

a. Siapkan benda kerja :

- Potong benda kerja yang akan diuji
- Ratakan kedua permukaan benda kerja (Aluminium dan Besi Cor) menggunakan kikir dan amplas kasar, sehingga kedua bidang permukaan tersebut sejajar.
- Haluskan permukaan benda kerja menggunakan Mesin Grinding Polishing / amplas
- Benda kerja harus rata sejajar dan bersih, dengan ketinggian sama dan tidak boleh miring.

b. Siapkan perangkat uji kekerasan Vickers pada Vickers Hardness Tester :

- Hidupkan power [Main Power di bagian belakang unit].
- Hidupkan Sub Power [Sub Power di bagian belakang unit].
- Pilih LOAD yang dikehendaki menggunakan SELECTOR LOAD untuk pengujian Vickers, gunakan load 50,100,200.

- Set *Dwell Time* (lama waktu penjejakan beban indenter pada material uji) dengan menekan tombol *Dwell Time* dan atur waktunya sesuai kondisi yang dikehendaki
- Set cahaya lampu sesuai yang dengan kondisi yang dikehendaki
- Letakkan material yang akan diuji pada Anvil.
- Putar ELEVATION HANDLE sampai focus [menggunakan lensa 50x] atau [menggunakan lensa 100x] dan tentukan titik yang dikehendaki dengan X\_Y Stage.
- Setelah focus, rapatkan garis dalam *Measuring Microscope*, kemudian tekan reset atau clear.
- Tekan START (Turret akan otomatis berputar ke posisi indenter kemudian akan *loading, Holding, release* dan berputar kembali ke posisi lensa).
- Ukur d1 dan d2 menggunakan *measuring microscope*.
- Nilai HARDNESS akan tampil berikut OK atau NG.
- Ukurlah panjang diagonal indentasi dengan kaca pembesar berskala.
- Ulangi pengujian sampai tiga kali pada tiga tempat berbeda.
- Hitung kekerasan di masing-masing titik dengan persamaan, kemudian ambil reratanya.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 3.1 Data Hasil Uji Kekerasan Material Aluminium

No.	Bahan	Diagonal indentasi (mm)		Diagona l indentasi rata-rata = $(d1+d2)/2$ (mm)	Harga kekerasan Vikers ( $kg/mm^2$ )	Harga kekerasan Vikers rata-rata ( $kg/mm^2$ )	Beban Indent or (Kg)
		d1	d2				
1.	Aluminium	0,02094	0,02244	0,02169	$867,2 \times 10^{-6}$	$833,67 \times 10^{-6}$	50
2.	Aluminium	0,02093	0,02087	0,02090	$842,6 \times 10^{-6}$		
3.	Aluminium	0,02169	0,02351	0,02260	$791,2 \times 10^{-6}$		
1.	Aluminium	0,02822	0,03268	0,03045	$886,7 \times 10^{-6}$	$886,73 \times 10^{-6}$	100
2.	Aluminium	0,02912	0,03242	0,03077	$876,0 \times 10^{-6}$		
3.	Aluminium	0,02733	0,03295	0,03014	$897,5 \times 10^{-6}$		
1.	Aluminium	0,04137	0,04302	0,04219	$774,9 \times 10^{-6}$	$811,63 \times 10^{-6}$	200
2.	Aluminium	0,04682	0,04249	0,04465	$686,3 \times 10^{-6}$		
3.	Aluminium	0,03871	0,04436	0,04153	$973,7 \times 10^{-6}$		

Tabel 3.2 Data Hasil Uji Kekerasan Material Besi Cor

No.	Bahan	Diagonal indentasi (mm)		Diagona l indentasi rata-rata = $(d1+d2)/2$ (mm)	Harga kekerasan Vikers ( $kg/mm^2$ )	Harga kekerasan Vikers rata-rata ( $kg/mm^2$ )	Beban Indent or (Kg)
		d1	d2				
1.	Besi Cor	0,01822	0,01729	0,01775	$1119,6 \times 10^{-6}$	$942,6 \times 10^{-6}$	50kg
2.	Besi Cor	0,02138	0,02043	0,02090	$828,3 \times 10^{-6}$		
3.	Besi Cor	0,02047	0,02052	0,02049	$879,9 \times 10^{-6}$		

1.	Besi Cor	0,02696	0,02735	0,02715	$1027,4 \times 10^{-6}$	$968,7 \times 10^{-6}$	100kg
2.	Besi Cor	0,02711	0,02676	0,02693	$1007,1 \times 10^{-6}$		
3.	Besi Cor	0,02916	0,02827	0,02871	$871,8 \times 10^{-6}$		
1.	Besi Cor	0,04261	0,04372	0,04316	$815,1 \times 10^{-6}$	$785,5 \times 10^{-6}$	200kg
2.	Besi Cor	0,04450	0,04244	0,04347	$747,0 \times 10^{-6}$		
3.	Besi Cor	0,04308	0,04319	0,04313	$794,4 \times 10^{-6}$		

Dari tabel data hasil pengujian di atas menunjukkan keras-lunak permukaan suatu material logam di setiap lokasi penjejakan berbeda-beda, hal ini ditunjukkan dengan panjang diagonal indentasi yang berbeda-beda karena faktor kehalusan permukaan, porositas, jenis perlakuan, dan unsur-unsur paduan. Diagonal yang lebih panjang memberikan pengertian bahwa nilai kekerasan material rendah, sebaliknya diagonal yang lebih pendek memberikan pengertian bahwa nilai kekerasan material tinggi. Semakin besar beban yang diberikan maka semakin panjang juga diagonalnya, dan semakin panjang diagonal maka semakin kecil harga kekerasan suatu material.

Data pengujian secara keseluruhan dari material aluminium dan material besi cor seperti yang telah ditulis dalam tabel menunjukkan bahwa setiap beban indenter yang digunakan untuk menguji kekerasan akan mempengaruhi besar diagonal serta besar nilai kekerasan dari material yang di uji. Selain itu, besar-kecil atau perbedaan nilai kekerasan juga dipengaruhi oleh karakteristik material uji dan karakteristik alat uji.

Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada material aluminium dan material besi cor, maka karakteristik kekerasan dapat diketahui. Dari tabel 3.1 dan 3.2 dapat dilihat bahwa material aluminium yang diuji dengan beban indenter 50 menunjukkan nilai kekerasan  $833,67 \times 10^{-6}$ , diuji dengan beban indenter 100 menunjukkan nilai kekerasan  $886,03 \times 10^{-6}$ , diuji dengan beban indenter 200 menunjukkan nilai kekerasan  $811,63 \times 10^{-6}$ . Sedangkan untuk material besi cor yang di uji dengan beban indenter 50 menunjukkan nilai kekerasan  $942,6 \times 10^{-6}$ , dengan beban indenter 100 menunjukkan nilai kekerasan  $968,7 \times 10^{-6}$ , dan dengan beban indenter 200 menunjukkan nilai kekerasan  $785,5 \times 10^{-6}$ . Dalam menguji suatu material, beban indenter yang dianggap beban ideal adalah satu beban yang menghasilkan nilai kekerasan yang mampu menghasilkan nilai kekerasan lebih tinggi dari nilai kekerasan yang dihasilkan dari penggunaan beban lainnya. Dari hasil pengujian yang dilakukan dapat dilihat dalam tabel diatas bahwa nilai kekerasan yang paling tinggi dari material aluminium yaitu  $886,73 \times 10^{-6}$  dengan beban 100 sedangkan untuk material besi cor nilai kekerasan paling tinggi yang didapat adalah  $968,7 \times 10^{-6}$  dengan beban 100 maka beban ideal dari satu material aluminium adalah 100 dan untuk material besi cor adalah 100 beban ideal yang terpilih ini disebut beban ideal karena dapat menghasilkan nilai kekerasan dengan akurasi yang baik.

#### 4. SIMPULAN

Dalam menguji kekerasan suatu material dengan variasi beban indenter maka hasil dari diagonal dan nilai kekerasan akan bervariasi pula. Beban indenter yang paling ideal adalah beban yang menghasilkan nilai kekerasan paling tinggi dari nilai kekerasan yang dihasilkan dari penggunaan beban lainnya. Beban ideal inilah yang nantinya dapat digunakan untuk menguji kekerasan suatu material karena dapat menunjukkan nilai kekerasan dengan akurasi yang baik. Maka untuk menguji suatu jenis material baru diperlukan variasi beban indenter supaya dapat mengetahui beban indenter yang ideal dari material tersebut sebelum mengujinya lebih lanjut agar tidak mengalami kesalahan dalam pengumpulan data uji.

#### 5. SARAN

Untuk menghasilkan data akurasi yang baik, dalam pengujian ini operator dituntut harus jeli dan teliti dalam penentuan panjang diagonal, karena dari panjang diagonal tersebut dapat diketahui nilai kekerasan material yang diuji. Selain itu, untuk pembuatan spesimen material yang akan diuji juga harus benar-benar bersih, mengkilap, rata sejajar dengan ketinggian tidak boleh miring

#### DAFTAR PUSTAKA

Arif Firmansyah. 2015, Cara Mengikir Besi / Logam Yang Baik Dan Benar <http://imanktheharoker.blogs.uny.ac.id/2015/11/12/cara-mengikir-besi-logam-yang-baik-dan-benar/>, diakses tanggal 12 November 2015

Dahlan, Hadijaya, 2000, PENGARUH VARIASI BEBAN INDENTOR MICRO HARDNESS TESTER TERHADAP AKURASI DATA UJI KEKERASAN MATERIAL, [http://digilib.batan.go.id/e-jurnal/Artikel/Bul-Urania/N23\\_24ThJulOk2000/Hadijaya%20Dahlan.pdf](http://digilib.batan.go.id/e-jurnal/Artikel/Bul-Urania/N23_24ThJulOk2000/Hadijaya%20Dahlan.pdf), diakses tanggal 19 Maret 2018.

Wikipedia, HARDNESS TESTER, [https://id.wikipedia.org/wiki/Hardness\\_Tester](https://id.wikipedia.org/wiki/Hardness_Tester), diakses tanggal 19 Maret 2018