
UJI MATERIAL ALUMINIUM PADUAN DENGAN METODE KEKERASAN ROCKWELL

Hasan Bashori

Dosen Fakultas Teknik Universitas Yudharta

ABSTRAK

Nilai kekerasan tidak tergantung pada material yang diuji, namun juga dipengaruhi oleh metode pengujiannya. Aluminium paduan merupakan material berbasis aluminium yang ditambah dengan elemen paduan. Tujuan dari penambahan elemen paduan salah satunya untuk meningkatkan sifat mekanis aluminium. Aluminium tidak berkarat seperti besi karena adanya lapisan pelindung dipermukaannya. Dalam penelitian ini dilakukan uji kekerasan rockwell pada material Aluminium paduan yang bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap indentor berupa bola baja ataupun kerucut intan yang ditekan pada permukaan material uji tersebut. Hasil penelitian bahwa data 1 harga kekerasan rata-rata sebesar 81,6 dengan kedalaman penetrasi rata-rata 0,36 mm, untuk data 2 harga kekerasan rata-rata sebesar 81,3 dengan kedalaman penetrasi rata-rata 0,37 mm, dan untuk data 3 harga kekerasan rata-rata sebesar 83,3 dengan kedalaman penetrasi rata-rata 0,33 mm.

Kata Kunci. Kekerasan, Metode Rockwell

Latar Belakang

Kekerasan merupakan salah satu metode yang lebih cepat dan lebih murah untuk menentukan sifat mekanik suatu material. Nilai kekerasan tidak tergantung pada material yang diuji, namun juga dipengaruhi oleh metode pengujiannya (Magdalena dan Arif, 2017). Jika metode pengujiannya berbeda maka sifat mekanis dari suatu material juga akan berbeda (Verdins, 2013). Hasil dari pengujian kekerasan tidak dapat langsung digunakan dalam desain, namun pengujian kekerasan banyak dilakukan sebab hasilnya dapat digunakan sebagai berikut: 1) pada bahan yang sama dapat diklasifikasikan berdasarkan kekerasannya, 2) sebagai kontrol kualitas dari suatu produk seperti mengetahui homogenitas akibat suatu proses pembentukan dingin, pemaduan, heat treatment, case hardening dan sebagainya (Avner Sidney H, 1987), salah satunya adalah material Aluminium paduan.

Aluminium paduan merupakan material berbasis aluminium yang ditambah dengan elemen paduan. Elemen paduan yang biasa digunakan seperti tembaga, magnesium, manganese, silicon, seng, bismuth, timbal, boron, nickel, titanium, chromium, vanadium, dan zirconium. Tujuan dari penambahan elemen paduan salah satunya untuk meningkatkan sifat mekanis aluminium (Dionisius, 2015). Karakteristik dari Aluminium yang lain adalah Al dipijarkan sampai plastis lunak (tarik dalam), tetapi kekuatannya sangat bertambah bila dikerjakan dingin. Pada suhu 100⁰C kekuatan ini menurun drastic, tetapi pada suhu rendah akan naik lagi. Aluminium bersifat non-magnetis, konduktor listrik yang baik (60%Cu) dan juga konduktor panas (56%Cu). Aluminium juga merefleksikan panas dan sinar (Isolator alfol), dapat dilas tetapi sukar disolder (adanya lapisan oksid) (Soedarmadji, 2011). Aluminium tidak berkarat seperti besi karena adanya lapisan pelindung dipermukaannya. Aluminium tahan terhadap air murni, asam fosfat encer, asam nitrat konsentrat, dioksida belerang dan senyawa nitrogen lainnya. Aluminium dapat dilas dan di anodasi (oksidasi listrik). Pengaruh elemen paduan besi membuat aluminium keras dan getas, timah hitam membuatnya bergelembung tapi memudahkan pengerjaan, tembaga meninggikan kekerasan, magnesium memperbaiki

kekuatan dan kemudahan dalam pengerjaan (Soedarmadji, 2011). Besarnya kekuatan aluminium murni mempunyai kekuatan tarik (σ_B) cor 90 – 120, dipijarkan 70 – 100, digiling keras sedang 100 – 140, digiling keras 140 – 230. Modulus elastisitas $E \sim 70000 \text{ N/mm}^2$. Dalam penelitian ini dilakukan uji kekerasan rockwell pada material Aluminium paduan yang bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap indentor berupa bola baja ataupun kerucut intan yang ditekan pada permukaan material uji tersebut (Gordon, 1999).

Dasar Teori

Menurut Soedarmadji, 2011 bahwa aluminium merupakan unsur yang paling berlimpah di bumi ini dan terdapatnya selalu berupa kombinasi dengan unsur lain, seperti besi, oksigen, dan silikon. Aluminium digunakan secara luas sebagai bahan industri, juga dalam industri pengecoran logam. Peranan aluminium semakin dominan setelah dikembangkannya sistem paduan aluminium yang dapat memperbaiki sifat-sifat aluminium murni. Menurut Dionisius, 2015 bahwa kelebihan aluminium paduan antara lain: a) Massa jenisnya rendah, b) Memiliki kekuatan yang tinggi meski massa jenisnya rendah, c) Memiliki ketahanan korosi yang sangat baik, d) Penghantar panas dan listrik yang baik, e) Memiliki reflektivitas yang sangat baik, f) Memiliki keuletan yang tinggi, g) Memiliki modulus elastisitas yang rendah, h) Mudah disambung (seperti dilas), i) Mudah didaur ulang, j) Mudah dibentuk (seperti ekstrusi), k) Mudah dituang, dan aluminium paduan juga mempunyai kelemahan dari aluminium paduan antara lain: a) Titik cairnya rendah sehingga tidak mampu digunakan pada aplikasi bersuhu tinggi, b) Beberapa paduan rentan mengalami stress-corrosion, c) Dapat terjadi penggetasan pada batas butir ketika terkena mercury secara langsung (sehingga tidak dapat digunakan lagi). Menurut Yudi 2013 bahwa aluminium mempunyai karakteristik sebagai berikut yang ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Aluminium

Sifat-sifat	Aluminium murni tinggi
Struktur kristal	FCC
Densitas pada 20°C (sat. 10^3 kg/m^3)	2,698
Titik cair (°C)	660,1
Koefisien mulur panas kawat 20°~100°C ($10^{-6}/\text{K}$)	23,9
Konduktifitas panas 20°~400°C (W/(m.K))	23,8
Tahanan listrik 20°C ($10^{-8} \text{ K}\Omega\text{m}$)	2,69
Modulus elastisitas (GPa)	70,5
Modulus kekakuan (GPa)	26,0

Sumber. Yudi, 2013

Dalam penelitian menggunakan pengujian kekerasan rockwell dimana kekerasan adalah kemampuan suatu bahan untuk tahan terhadap indentasi/ penetrasi atau abrasi. Kekerasan suatu bahan boleh jadi merupakan sifat mekanik yang paling penting, karena pengujian sifat ini dapat digunakan untuk menguji homogenitas suatu material, selain itu dapat digunakan untuk mengetahui sifat-sifat mekanik yang lainnya (Purnomo, 2012). Terdapat tiga jenis ukuran kekerasan, tergantung pada cara melakukan pengujian, yaitu: (1) Kekerasan goresan (*Scratch Hardness*); (2) Kekerasan lekukan (*Indentation Hardness*); (3) Kekerasan pantulan (*Rebound*) (Manggala, 2015). Pengujian kekerasan dengan metode Rockwell bertujuan menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap benda uji (spesimen) yang berupa bola baja (HRB) ataupun kerucut intan (HRC) yang ditekan pada

permukaan material uji tersebut. Pengukurannya dapat dilakukan dengan bantuan sebuah kerucut intan dengan sudut puncak 120° dan ujungnya yang dibulatkan sebagai benda pendesak (*indenter*).

Metode Eksperimen

Dalam penelitian ini bahan uji menggunakan aluminium paduan sebagai bahan yang akan diuji dengan menggunakan alat uji kekerasan Rockweel, dan pada eksperimen ini dilakukan uji kekerasan pada 3 titik yang berbeda sebanyak 3 spesimen. Hasil pengamatan dari metode eksperimen ini ditunjukkan pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Pengamatan

No	Bahan	Beban Mayor (Kg)	Beban Minor (Kg)	Waktu (dt)	Jenis Indentor	Warna Skala	Harga Kekerasan (HRB)	Rata-rata Kekerasan (HRB)
1	Aluminium Paduan	100	10	5	Steel Ball 1/16 in	Merah	82	81,6
							81	
							82	
2	Aluminium Paduan	100	10	5	Steel Ball 1/16 in	Merah	84	81,3
							79	
							81	
3	Aluminium Paduan	100	10	5	Steel Ball 1/16 in	Merah	80	83,3
							83	
							87	

Sumber. Data hasil Pengujian

Analisa dan Pembahasan

Hasil pengujian ini dilakukan pada tiga titik yang berbeda pada satu bahan uji yaitu aluminium paduan. Nilai yang ditunjukkan pada skala menunjukkan adanya pembebanan yang diberikan indenter setelah gaya yang diberikan. Semakin besar nilai skala yang ditunjukkan dengan penyimpangan jarum yang semakin besar berarti menunjukkan bahwa material tersebut memiliki kekerasan yang tinggi karena hal tersebut membuktikan bahwa material tersebut mampu bertahan terhadap penekanan yang diberikan. Menurut Ihfadni et.al, 2014 bahwa dari tabel 2 diatas bisa digunakan untuk mencari besarnya kedalaman penetrasi indenter dengan persamaan: $TH = 100 - \frac{(h_1 - h_0)}{0,02}$, untuk spesimen 1 dengan data 1

didapatkan 82 HRB sehingga didapatkan:

$(h_1 - h_2) = (100 - HRB) \times 0,02$

$$= (100 - 82) \times 0,02$$

$$= 0,36 TH$$

Untuk data 2 dengan 81 HRB, maka $TH = 100 - \frac{(h_1 - h_0)}{0,02}$ sehingga didapatkan nilai:

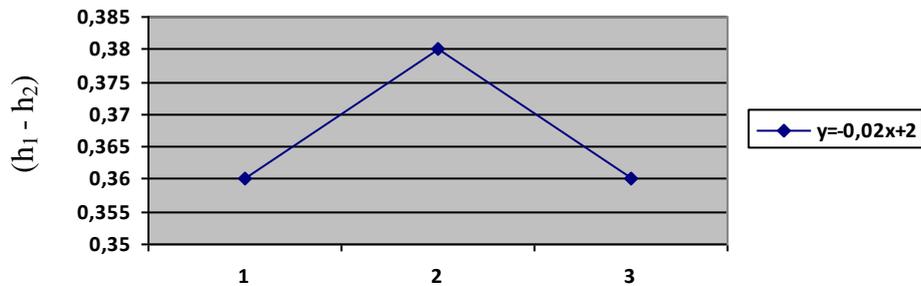
$$(h_1 - h_0) = (100 - HRB) \times 0,02$$

$$= (100 - 81) \times 0,02$$

$$= 0,38 TH$$

Untuk data 3 dengan 82 HRB, maka nilainya akan sama dengan data 1, yaitu 0,36 TH dengan demikian nilai rata-rata untuk $(h_1 - h_2)$ dapat diketahui bahwa $(h_1 - h_2)$ didapatkan nilai sebesar: $(h_1 - h_2) = \frac{0,36 + 0,38 + 0,36}{3} = 0,36$ mm. Dari hasil yang diperoleh kemudian dicari hubungan antara TH dengan $(h_1 - h_0)$ dengan membuat garfik dimana sumbu x merupakan TH sedangkan sumbu Y adalah $(h_1 - h_0)$ sebagai berikut:

Gambar 1 Grafik hubungan antara $(h_1 - h_0)$ dengan TH pada bahan alumnium paduan



Untuk spesimen 2 dengan data 1 didapatkan 84 HRB sehingga didapatkan:

$$\begin{aligned} (h_1 - h_2) &= (100 - \text{HRB}) \times 0,02 \\ &= (100 - 84) \times 0,02 \\ &= 0,32 \text{ TH} \end{aligned}$$

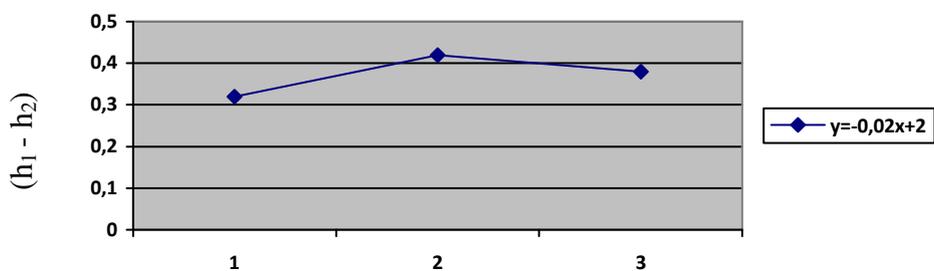
Untuk spesimen 2 dengan data 2 didapatkan 79 HRB sehingga didapatkan:

$$\begin{aligned} (h_1 - h_2) &= (100 - \text{HRB}) \times 0,02 \\ &= (100 - 79) \times 0,02 \\ &= 0,42 \text{ TH} \end{aligned}$$

Untuk spesimen 2 dengan data 2 didapatkan 81 HRB sehingga didapatkan:

$$\begin{aligned} (h_1 - h_2) &= (100 - \text{HRB}) \times 0,02 \\ &= (100 - 84) \times 0,02 \\ &= 0,38 \text{ TH} \end{aligned}$$

Maka nilai rata-rata untuk $(h_1 - h_2)$ dapat diketahui $(h_1 - h_2) = \frac{0,32 + 0,42 + 0,38}{3} = 0,37$ mm.



Untuk spesimen 3 dengan data 1 didapatkan 80 HRB sehingga didapatkan:

$$(h_1 - h_2) = (100 - \text{HRB}) \times 0,02$$

$$= (100 - 80) \times 0,02$$
$$= 0,4 \text{ TH}$$

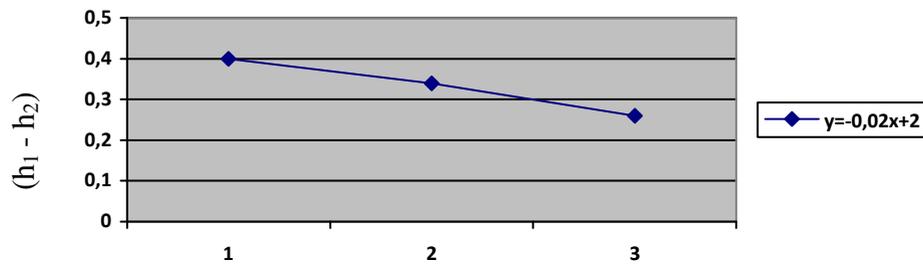
Untuk spesimen 3 dengan data 2 didapatkan 83 HRB sehingga didapatkan:

$$(h_1 - h_2) = (100 - \text{HRB}) \times 0,02$$
$$= (100 - 83) \times 0,02$$
$$= 0,34 \text{ TH}$$

Untuk spesimen 3 dengan data 2 didapatkan 87 HRB sehingga didapatkan:

$$(h_1 - h_2) = (100 - \text{HRB}) \times 0,02$$
$$= (100 - 87) \times 0,02$$
$$= 0,26 \text{ TH}$$

Maka nilai rata-rata untuk $(h_1 - h_2)$ dapat diketahui $(h_1 - h_2) = \frac{0,4 + 0,34 + 0,26}{3} = 0,33 \text{ mm}$.



Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dalam penelitian ini bahwa nilai kekerasan pada tiga titik yang berbeda dan telah dilakukan sebanyak 3 kali untuk satu bahan uji yaitu aluminium paduan bahwa data 1 harga kekerasan rata-rata sebesar 81,6 dengan kedalaman penetrasi rata-rata 0,36 mm, untuk data 2 harga kekerasan rata-rata sebesar 81,3 dengan kedalaman penetrasi rata-rata 0,37 mm, dan untuk data 3 harga kekerasan rata-rata sebesar 83,3 dengan kedalaman penetrasi rata-rata 0,33 mm.

Daftar pustaka

- Avner Sidney H, 1987, Introduction to Physical Metallurgy, Secon Editon, McGraw-Hill International Book Company, Tokyo
- Dionisius Younggi, 2015, Teknik Mesin Manufaktur, diakses pada tanggal 15 april 2015.
- Gordon England, "Material Teknik," in *Harndess Testing*, 1999, pp. 1-7.
- Ihfadni et.al, 2014, Uji kekerasan material dengan metode rockwell, Jurusan Fisika Universitas Airlangga Surabaya.
- Magdalena F. K dan Arif I. S, 2017, Studi Uji Kekerasan Rockwell Superficial VS Micro Vickers, Jurnal Teknologi Proses Dan Inovasi Industri, Vol. 2, NO. 2, November 2017, Kementerian Perindustrian Baristand Industri Surabaya.
- Manggala, 2015, Pengaruh Penambahan Unsur Silikon (Si) 1 - 3% Pada Produk Kopel Besi Cor Kelabu Terhadap Sifat Kekerasan dan Mikro Struktur, Skripsi Fakultas Teknik Universitas Yudharta.
- Pranowo Sidi, M.Thoriq Wahyudi, 2012, Analisis Kekerasan Pada Pipa yang Dibengkokkan Akibat Pemanasan, Jurnal Rekayasa Mesin Vol.3, No. 3 Tahun 2012 : 398-403.

- Soedarmadji W, 2011, Pengaruh penambahan Mg (0,5-1,3%) pada paduan Al-Si terhadap sifat mekanis dalam cetakan logam berlapis hardchrom, Jurnal Cyber Techn Vol.5 No.2 April 2011, STT Pomosda Nganjuk.
- Verdins G, D. Kanaska, and V. Kleinbergs, 2013, *Selection of the method of hardness test*, in *Engineering for Rural Development*, pp. 217–222.
- Yudi Surya Irawan, 2013, Diktat Material Teknik, Universitas Brawijaya.