

PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU TAHAN AGE HARDENING TERHADAP KEKERASAN DAN POROSITAS PADA HASIL PENGECORAN ALUMINIUM

Akhmad Nasrul Islam¹ dan Dony Hidayat Al-Janan²

^{1,2}Prodi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang

Email: nasrulislam666@gmail.com

ABSTRAK: Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kekerasan yang dihasilkan dari pengecoran yang diberi perlakuan variasi temperature dan waktu tahan age hardening serta mengetahui ada tidaknya cacat porositas yang dihasilkan. Metode penelitian yang digunakan yaitu dengan metode eksperimental dengan memberikan perlakuan yang berbeda pada proses pengecoran dengan variasi temperatur 125^o C, 175^o C, 225^o C dan waktu tahan 3 jam, 5 jam, 7 jam dari age hardening. Pada uji kekerasan didapatkan nilai kekerasan tertinggi pada temperatur 225^o C sebesar 115,01 VHN, sedangkan terendah pada temperatur 125^o C sebesar 109,01 VHN. Sedangkan dari uji porositas, nilai porositas terendah pada temperatur 225^o C sebesar 11,02%, sedangkan nilai porositas tertinggi pada temperatur 125^o C sebesar 13,04%. Dilihat dari waktu tahannya nilai kekerasan tertinggi pada waktu 7 jam sebesar 125,07 VHN, sedangkan terendah terdapat pada waktu tahan 3 jam sebesar 97,9 VHN.

Kata kunci: variasi temperatur, waktu tahan, age hardening, permanent mold

1. PENDAHULUAN

Pengecoran logam merupakan salah satu teknik pembuatan sebuah produk dengan cara memanaskan logam sampai cair di dalam tungku peleburan kemudian logam cair tersebut dituangkan kedalam cetakan yang sudah dibuat yang sudah serupa dengan produk yang akan dibuat dengan bentuk benda aslinya. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi proses pengecoran logam sehingga hasil coran tersebut dapat dikatakan baik yaitu terjadi perpindahan panas selama pembekuan dan pendinginan dari logam cair dalam cetakan, terdapat aliran logam cair di dalam rongga cetak, pembekuan logam dari kondisi cair, pengaruh penggunaan material cetakan (Purkuncoro dan Taufik, 2016:38).

Meskipun memiliki beberapa kelebihan sehingga banyak digunakan dalam berbagai bidang, aluminium juga mempunyai beberapa kelemahan dalam penggunaannya yaitu mekaniknya kurang baik terutama pada kekerasannya. Sehingga aluminium murni tidak dapat digunakan dalam bahan konstruksi. Oleh karena itu sering kali penggunaan aluminium dipadukan dengan unsur-unsur paduan untuk memperoleh kekerasan yang diinginkan contohnya tembaga, mangan,

magnesium, silikon (Darmawan dan Sutarsis. 2014:216).

Perlakuan panas dalam pengecoran dilakukan dengan tujuan agar dapat merubah sifat mekanis dan sifat fisik dari logam sesuai dengan kebutuhan. Proses ini dilakukan dengan cara memanaskan logam tersebut sampai terjadi fase tunggal setelah itu logam akan ditahan beberapa saat dan dilanjutkan dengan pendinginan secara cepat. Jika ditahan dalam jangka waktu tertentu maka akan terjadi proses penuaan (aging). Perubahan pengendapan pada fase kedua dari proses nukleasi dan timbulnya klaster atom merupakan proses awal dari pengendapan. Proses ini juga disebut dengan age hardening atau akan disebut natural aging (Edriyanto, *et al.*, 2017:4).

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini desain yang digunakan yaitu penelitian eksperimental. Pada penelitian ini akan diberikan perlakuan kepada spesimen yang digunakan kemudian dilakukan observasi dengan pengujian kekerasan dan cacat pengecoran yaitu porositas. Hasil dari penelitian akan dilakukan analisis deskriptif. Perlakuan yang diberikan yaitu

dengan memvariasikan temperatur dan waktu tahan dari proses *age hardening* pada hasil pengecoran aluminium paduan dengan bahan aluminium bekas.

Tabel 1. Desain penelitian

Komposisi dasar	perlakuan	Hasil penelitian
X	Y1 Y2	Z1 Z2

Keterangan:

X = cetakan permanen

Y1 = temperatur 125^o C, 175^o C, 225^o C

Y2 = waktu tahan 3, 5, 7 jam

Z1 = pengujian kekerasan

Z2 = pengujian cacat porositas

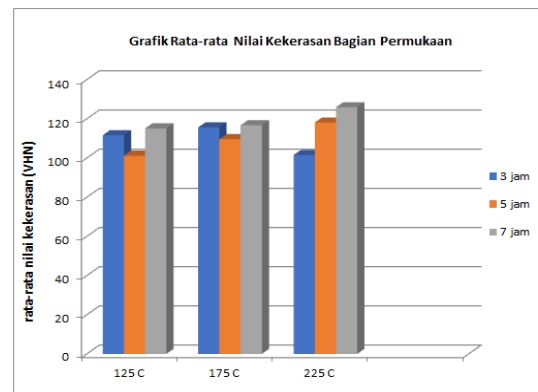
3. HASIL PENELITIAN

1. Hasil Uji kekerasan

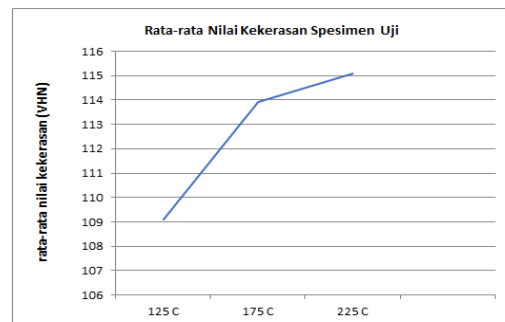
Tujuan dari adanya uji kekerasa adalah untuk mengetahui tingkat kekerasan dari material tersebut. Selain itu untuk mengukur ketahanan material dari deformasi plastis. Dengan adanya proses *aging* (penuaan) dapat meningkatkan sifat mekanik dari aluminium karena proses tersebut akan menghambat pergerakan dislokasi (Junus, et al., 2014:6). Pengujian kekerasan ini menggunakan alat uji kekerasan mikro Vickers dengan pembebanan sebesar 10 kgf selama 10 detik. Penekanan dilakukan pada 3 titik, pada setiap permukaan atas, tengah dan bawah yang hasilnya dinyatakan dengan satuan VHN.

Tabel 2. Hasil uji kekerasan Vickers

Variasi Temperatur Aging	No. Spesimen	Uji Kekerasan Vickers (kg/mm ²)			Rata-rata
		1	2	3	
125° C	1	56,0	115,0	163,8	111,6
	2	79,7	85,2	138,9	101,2
	3	98,2	114,8	123,6	115,1
Rata-rata					109,1
175° C	1	91,5	106,0	149,3	115,6
	2	88,4	105,0	135,4	109,6
	3	98,2	136,4	137,6	116,7
Rata-rata					113,9
225° C	1	93,4	93,0	107,5	97,9
	2	93,0	137,2	135,4	121,8
	3	118,1	124,3	134,9	125,7
Rata-rata					115,1



Gambar 1. Grafik bagian permukaan pengujian kekerasan Vickers



Gambar 2. Grafik rata-rata hasil uji kekerasan Vickers pada specimen uji

2. Hasil Uji Porositas

Tujuan dari adanya uji porositas adalah untuk mengetahui seberapa besar cacat porositas yang dihasilkan dari hasil pengecoran aluminium paduan yang kemudian diberi perlakuan *age hardening*. Hasil uji porositas menurut Yanuar dan Abdullah (2015:81) dapat dihitung melalui perbandingan volume, dengan rumus dibawah ini:

1. Menghitung volume total spesimen (Vt)

$$\text{Max Volume} = \frac{M_s}{\rho_{H_2O}}$$

Dimana :

$$\rho_{H_2O} = 1 \text{ (gr/cm}^3\text{)}$$

2. Perhitungan presentase porositas pada spesimen menggunakan persamaan:

$$\% \text{porositas} = \frac{V_t - \left(\frac{M_s}{\rho}\right)}{V_t} \times 100\%$$

Dimana:

%porositas = presentase porositas (%)

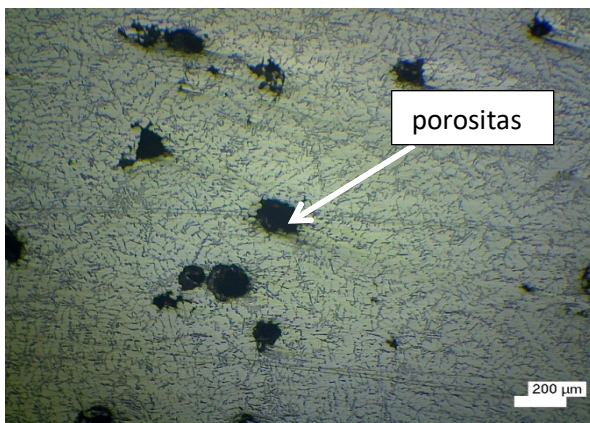
Vt = volume total spesimen (cm³)

Ms = massa spesimen (gr)

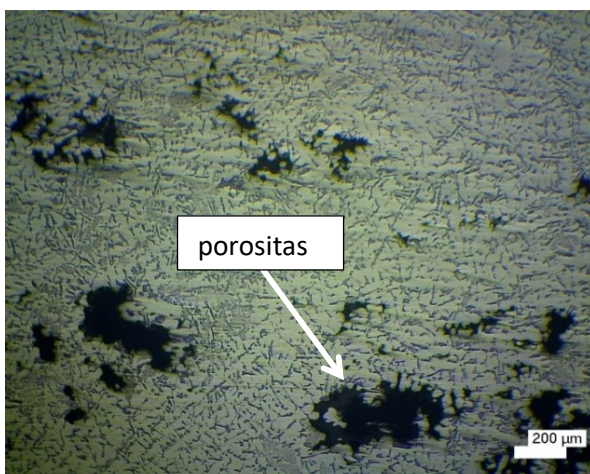
ρ = massa jenis (gr/cm³)

Tabel 3. Hasil rata-rata uji porositas

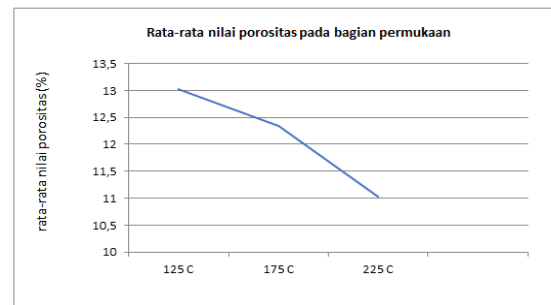
Variasi temperatur aging	No. spesimen	Uji porositas (%)	Rata-rata (%)
125 ^o C	1	13,07	13,04
	2	13,04	
	3	13,03	
175 ^o C	1	13,00	12,34
	2	12,03	
	3	12,00	
225 ^o C	1	11,04	11,02
	2	11,03	
	3	11,01	



Gambar 3. Foto mikro spesimen temperatur 225^o C waktu tahan 7 jam



Gambar 4. Foto mikro spesimen temperatur 125^o C waktu tahan 3 jam



Gambar 5. Grafik nilai rata-rata uji porositas

4. PEMBAHASAN

1. Uji Kekerasan

Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai rata-rata dari hasil pengujian kekerasan pada temperatur 225^o C lebih tinggi dari pada temperatur lainnya, dan juga mempunyai nilai yang lebih merata.

a. Nilai kekerasan spesimen pada temperatur 125^o C

Pada waktu tahan selama 3 jam, didapatkan nilai kekerasan yaitu sebesar 56,0 VHN, 115,0 VHN, dan 163,8 VHN, untuk waktu tahan selama 5 jam nilai kekerasan yang dihasilkan yaitu sebesar 79,7 VHN, 85,2 VHN, dan 138,9 VHN, sedangkan pada waktu tahan selama 7 jam memiliki nilai kekerasan sebesar 98,2 VHN, 114,8 VHN, dan 142,1 VHN. Artinya pada temperatur 125^o C nilai kekerasan yang lebih merata yaitu pada waktu tahan selama 7 jam dengan rata-rata 115,1 VHN dibandingkan menggunakan waktu tahan 3 jam dan 5 jam.

b. Nilai kekerasan spesimen pada temperatur 175^o C

Pada waktu tahan selama 3jam, diperoleh nilai kekerasan yaitu sebesar 91,5 VHN, 106,0 VHN, dan 149,3 VHN, untuk waktu tahan selama 5 jam didapatkan nilai kekerasan yaitu 88,4 VHN, 105,0 VHN, dan 135,4 VHN, sedangkan pada waktu tahan selama 7 jam memiliki nilai kekerasan sebesar 76,3 VHN, 136,4 VHN, dan 137,6 VHN. Artinya pada temperatur sebesar 175^o C nilai kekerasan yang lebih merata yaitu pada waktu tahan selama 7 jam

dengan rata-rata yaitu sebesar 116,7 VHN dibandingkan waktu tahan selama 3 jam dan 5 jam.

c. Nilai kekerasan spesimen pada temperatur 225⁰ C

Pada waktu tahan selama 3 jam nilai kekerasan yang didapat yaitu 93,4 VHN, 93,0 VHN, dan 107,5 VHN, untuk waktu tahan selama 5 jam nilai kekerasan yang dihasilkan sebesar 93,0 VHN, 137,2 VHN, dan 135,4 VHN, sedangkan pada waktu tahan selama 7 jam nilai kekerasan yang dihasilkan yaitu 118,1 VHN, 124,3 VHN, dan 134,9 VHN. Artinya nilai kekerasan pada temperatur 225⁰ C yang lebih merata diperoleh pada waktu tahan selama 7 jam dengan nilai rata-rata sebesar 125,7 VHN.

Berdasarkan uraian diatas dapat disimpulkan bahwa pada temperatur 125⁰ C memiliki nilai rata-rata kekerasan sebesar 109,1 VHN, untuk temperatur 175⁰ C memiliki nilai rata-rata kekerasan yang lebih meningkat dari pada temperatur 125⁰ C yaitu sebesar 113,9 VHN, sedangkan pada temperatur 225⁰ C memiliki nilai rata-rata kekerasan sebesar 115,1 VHN artinya nilai kekerasan lebih meningkat dari pada temperatur 125⁰ C dan 175⁰ C. Dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata kekerasan yang tertinggi diperoleh pada temperatur 225⁰ C yaitu sebesar 115,1 VHN sedangkan nilai kekerasan terendah yaitu pada temperatur 125⁰ C dengan nilai kekerasan sebesar 109,1 VHN.

Dilihat dari nilai waktu tahannya, waktu tahan yang paling baik yaitu waktu tahan selama 7 jam yang memiliki nilai keseluruhan rata-rata sebesar 119,16 VHN, waktu tahan 5 jam hanya memiliki nilai keseluruhan rata-rata sebesar 110,86 VHN, sedangkan nilai keseluruhan rata-rata paling rendah ditunjukkan pada waktu tahan selama 110,03 VHN.

2. Uji Porositas

Hasil pengujian porositas menunjukkan bahwa variasi *age hardening* yaitu pada temperatur sebesar 125⁰ C, 175⁰ C, dan 225⁰ C sedangkan waktu tahannya selama

3 jam, 5 jam, dan 7 jam dari pengecoran menggunakan bahan aluminium bekas dan menggunakan cetakan permanen yang ditunjukkan dengan hasil pada tabel 3. menunjukkan bahwa nilai porositas yang terendah pada temperatur 225⁰ C sebesar 11,01%.

Pada hasil dari tabel diketahui bahwa nilai porositas terendah yaitu pada temperatur 225⁰ C dengan waktu tahan 7 jam yaitu sebesar 11,01% sedangkan porositas tertinggi yaitu pada temperatur 125⁰ C dengan waktu tahan 3 jam sebesar 13,07%. Artinya terdapat perbedaan yang jelas baik dari setiap temperatur yang digunakan dan waktu tahan yang diberikan terhadap temperatur tersebut, efeknya terdapat pada nilai porositas yang dihasilkan dari spesimen uji pada hasil pengecoran aluminium paduan.

Dilihat dari gambar 3. dapat diketahui bahwa nilai porositas pada spesimen uji dengan temperatur 225⁰ C dan waktu tahan 7 jam memiliki nilai cacat porositas paling kecil yaitu sebesar 11,01%, artinya meskipun nilai cacat porositas dari setiap spesimen uji memiliki nilai yang kecil dibandingkan spesimen uji lainnya. Hanya saja tampak dalam foto mikro spesimen tersebut cacat porositas yang terkandung didalamnya terlihat banyak akan tetapi berukuran kecil.

Sedangkan pada gambar 4. dapat diketahui bahwa nilai porositas pada spesimen uji dengan temperatur 125⁰ C dan waktu tahan 3 jam memiliki nilai cacat porositas paling kecil yaitu sebesar 13,07%, artinya pada spesimen uji ini memiliki nilai cacat porositas yang besar dan dalam foto mikronya terdapat cacat porositas yang hampir merata akan tetapi berukuran besar.

5. KESIMPULAN

1. Dilihat dari uji radiografi, cacat porositas yang ditampilkan tidak begitu jelas karena uji radiografi tidak dapat diperbesar ukuran fotonya, sehingga cacat porositas yang dihasilkan tidak terlihat. Dibutuhkan pembesaran ukuran 100× untuk mengetahui terlihat tidaknya cacat porositas. Lebih jelasnya uji radiografi sama halnya dengan foto rongen.

2. Dilihat dari uji kekerasannya, nilai kekerasan yang paling tinggi yaitu pada temperatur 2250 C dengan nilai rata-rata keseluruhan sebesar 115,01 VHN, sedangkan nilai kekerasan yang terendah yaitu pada temperatur 1250 C dengan nilai rata-rata keseluruhan sebesar 109,01 VHN. Adapun dilihat dari waktu tahannya, waktu tahan 7 jam lebih dominan nilai kekerasannya dengan nilai sebesar 119,16VHN dan nilai terendah yaitu pada waktu tahan 3 jam dengan nilai sebesar 110,03 VHN.
3. Dilihat dari uji porositasnya, nilai cacat porositas yang paling kecil yaitu sebesar 11,01% yaitu pada temperatur 2250 C, sedangkan nilai porositas yang paling besar yaitu pada temperatur 1250 C dengan nilai porositas sebesar 13,04%. Dilihat dari segi foto mikronya dari semua spesimen uji memiliki bentuk porositas yang merata dan tersebar disetiap permukaannya, akan tetapi yang membedakan yaitu dengan adanya ukuran yang lebih besar yang mengakibatkan adanya perbedaan nilai porositasnya.

Coran Pada Bahan Besi Cor Dan Aluminium Dengan Variasi Temperatur Tuang Sistem Cetakan Pasir. *INDUSTRI INOVATIF*, 6(1), 38–44.

Yanuar, S., R., dan A Shahab. 2015. Studi Ekperimental Pengaruh Model Sitem Saluran Dan Variasi Temperatur Tuang Terhadap Prosentase Porositas, Kekerasan, Dan Harga Impact Pada Pengecoran Adc12 Dengan Metode *Lost foam casting*. *Jurnal teknik ITS*, 4(1). 80-8

DAFTAR PUSTAKA

- Darmawan, R. M, dan Sutarsis. 2014. Pengaruh Temperatur Aging Dan Waktu Holding Aging Presipitasi Hardening Pada Struktur Mikro dan Mekanik Paduan Mg-5Al-1%Y untuk Aplikasi Komponen Otomotif Temperatur Tinggi. *Jurnal Teknik Ponits*, 3(2), 215-220.
- Edriyanto, R. Balaka, dan Aminur. 2017. Pengaruh Artificial Aging Dan Natural Aging Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Pengecoran Logam Piston Al-Si. *ENTHALPY-Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*, 2(3), 2502–8944.
- Junus, S., A. Zulfia, Melisa, dan L. Mariani. 2014. Pengaruh Waktu Aging Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Komposit Al-Si-Mg / Al₂O₃ Dengan Metode Stir Casting. *Jurnal ROTOR*, 7(2), 6–9.
- Purkuncoro, A. E., dan A. Taufik. 2016. Analisis Perbandingan Model Cacat