

ANALISIS VARIASI KADAR GARAM PADA PROSES PENGECORAN TERHADAP KETANGGUHAN MATERIAL *PROPELLER* ALUMINIUM AI 6061 DENGAN METODE UJI IMPAK ASTM E23-07a

Syahidi Iswanto

S1 Pendidikan Teknik Mesin Produksi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: syahidiiswanto@mhs.unesa.ac.id

Arya Mahendra Sakti

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: aryamahendra@unesa.ac.id

Abstrak

Pesatnya perkembangan teknologi di bidang pengecoran logam aluminium dapat dilihat dari aluminium hasil cor yang sering dijumpai pada komponen mesin industri, rumah tangga, transportasi, dan lain-lain. Komponen transportasi laut misalnya, rata-rata komponennya terbuat dari aluminium dan aluminium cor seperti lambung kapal, sirip kemudi, dek, poros kemudi, dan baling-baling (*propeller*). Salah satu komponen kapal yang paling umum digunakan dalam menggerakkan kapal adalah *propeller* (baling-baling). Ketangguhan *propeller* dibutuhkan untuk meminimalkan terjadinya kerusakan pada *propeller* ketika menerima banyak tekanan atau mengalami benturan dengan benda lain di laut. Banyak cara yang dapat dilakukan untuk mendapatkan kualitas ketangguhan *propeller* yang baik, salah satunya dengan memperbaiki unsur penyusunnya seperti Si, Mg, Mn, Cu, dan lainnya. Bahkan beberapa industri menerapkan cara yang unik yaitu dengan menambahkan unsur garam (NaCl) pada saat proses pengecoran aluminium. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh (1) penambahan variasi paduan aluminium komersil dan (2) pemberian variasi kadar garam (NaCl) pada proses pengecoran terhadap ketangguhan *propeller*. Penelitian ini menggunakan desain eksperimen dengan pengujian yang berpacu pada ASTM International Standards E23-07a dan menggunakan analisis data deskriptif kuantitatif dan deskriptif kualitatif. Berdasarkan hasil penelitian, variasi penambahan paduan aluminium komersil dan variasi pemberian kadar garam (NaCl) pada proses pengecoran *propeller* aluminium AI 6061 mempengaruhi nilai ketangguhan impact aluminium. Nilai ketangguhan impact tertinggi dari penambahan paduan aluminium komersil yaitu pada penambahan 3,5 Kg aluminium komersil dengan nilai impact sebesar 0,0512 Joule/mm² dan nilai ketangguhan impact terendah yaitu pada penambahan 1,5 Kg aluminium komersil dengan nilai impact sebesar 0,0331 Joule/mm². Sedangkan nilai ketangguhan impact tertinggi dari pemberian kadar garam (NaCl) yaitu pada pemberian 21 gram kadar garam (NaCl) dengan nilai impact sebesar 0,0512 Joule/mm² dan nilai ketangguhan impact terendah yaitu pada pemberian 35 gram kadar garam (NaCl) dengan nilai impact sebesar 0,0331 Joule/mm².

Kata kunci: nilai ketangguhan impact, aluminium komersil, kadar garam (NaCl).

Abstract

The rapid development of technology in the aluminum casting sector can be seen from the cast aluminum which is often found in industrial machinery components, households, transportation, and others. Marine transportation component for instance, the average of its components made of aluminum and cast aluminum as the hull, fin rudder, deck, steering shaft, and a propeller. One of the most common ship components used in moving on the ship is propeller. Propeller toughness is required to minimize damage to the propeller when it receives a lot of pressure or collisions with other objects in the sea. There are many ways that can be done to get the quality of the propeller good, one of them by improving the constituent elements such as Si, Mg, Mn, Cu, and others. Even some industries apply a unique that is by adding element of salt (NaCl) at the time of aluminum casting process. The purpose of this research is know the effect of (1) addition of variation of commercial aluminum alloy and (2) giving the variation of salt (NaCl) in casting process to the propeller's toughness. This study uses experimental design with tests that race on ASTM International Standards E23-07a and uses descriptive quantitative and descriptive qualitative data analysis. Based on the research result, variation addition of commercial aluminum alloy and variation giving of salt (NaCl) in casting process of aluminum AI 6061 propeller influenced aluminum impact toughness value. The highest impact toughness value of the addition of commercial aluminum alloys is the addition of 3.5 Kg of commercial aluminum with a impact value of 0.0512 Joule/mm² and the lowest impact toughness value is on the addition of 1.5 Kg of commercial aluminum with a impact value of 0.0331 Joule/mm². While the highest impact toughness value of salt (NaCl) is giving 21 gram of salt (NaCl) with impact value 0,0512 Joule/mm² and lowest impact toughness value is giving 35 gram salt (NaCl) with impact value of 0.0331 Joule/mm².

Keywords: impact toughness value, commercial aluminum, salt (NaCl).

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Seiring perubahan waktu perkembangan teknologi di bidang pengecoran logam semakin maju dan pesat. Banyak perusahaan pengecoran logam baru bermunculan untuk memenuhi permintaan pasar yang semakin meningkat. Investasi di bidang ini terus terjadi bahkan meluas dari luar Indonesia. Banyak investor asing dari berbagai negara seperti Jepang, Jerman, dan China yang tidak segan-segan menunjuk Indonesia sebagai lokasi berinvestasi. Menurut Ketua Umum Himpunan Ahli Pengecoran Logam Indonesia (HAPLI), Yoz Rizal, "Ada tiga perusahaan besar Jepang di bidang casting yang merelokasi pabrik ke Indonesia. Ada juga yang di bidang aluminium. Kemungkinan tahun depan masih terjadi relokasi dari Jepang, terutama yang presisi", usai jumpa pers tentang Pameran Industri Logam GMTN-Jerman Juni 2015 di Jakarta (Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, 2015).

Menurut data Kementerian Perindustrian Republik Indonesia (Laporan Kinerja Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, 2015: 30), pengolahan besi baja, mesin-mesin, dan otomotif mengalami perubahan peningkatan dari tahun 2013 sampai 2014 yaitu dari 14.684,4 menjadi 15.813,5. Pengolahan emas, perak, logam mulia, perhiasan, dan lainnya meningkat dari 2.031,2 menjadi 3.671,8. Pengolahan bahan logam sejenis, tembaga, timah, aluminium, dan lainnya meningkat dari 4.843,5 menjadi 4.886,4. Data tersebut menunjukkan bahwa industri pengolahan bahan di bidang logam mengalami pertumbuhan. Meskipun tidak menunjukkan angka yang tidak cukup besar, industri pengolahan tembaga, timah, aluminium, dan lainnya juga mengalami peningkatan jumlah industri per tahunnya. Peningkatan ini menunjukkan bahwa tidak hanya industri pengolahan di bidang logam besi ataupun baja saja yang meningkat, tetapi juga di bidang logam tembaga dan aluminium khususnya di bidang pengecoran. Tidak heran jika salah satu dari tiga perusahaan besar Jepang yang merelokasikan pabrik ke Indonesia ada yang di bidang pengecoran aluminium.

Industri pengolahan bahan aluminium di bidang pengecoran juga bergerak kian cepat mengikuti perkembangan zaman. Industri pengecoran aluminium banyak mengalami inovasi dan kreativitas untuk menjaga eksistensinya di kancah perindustrian Indonesia. Penggunaan aluminium maupun paduan aluminium di dunia industri terus berkembang. Permintaan bahan industri yang terbuat dari aluminium maupun paduannya di pasaran yang semakin banyak menuntut industri pengecoran logam untuk terus menghasilkan produk agar bisa memenuhi permintaan pasar tersebut. Banyaknya permintaan pasar dapat dilihat dari aluminium hasil pengecoran yang sering dijumpai pada komponen mesin industri, rumah tangga, komponen transportasi, dan lain-lain. Komponen transportasi laut contohnya, rata-rata komponen transportasi laut terbuat dari aluminium dan aluminium cor seperti lambung kapal, sirip kemudi, dek, poros kemudi, baling-baling (*propeller*), dan lain-lain. Banyak industri pengecoran aluminium yang melayani

permintaan untuk pembuatan komponen transportasi laut seperti kapal dan perahu, karena transportasi ini sering digunakan. Bagi sebuah wilayah kepulauan, transportasi laut merupakan sarana transportasi yang paling efektif karena luas wilayah yang didominasi lautan, sehingga mempunyai peranan yang penting dalam menjamin terselenggaranya mobilitas penduduk, barang, dan jasa (Pius Honggo Wijoyo, 2008: 1).

Salah satu komponen kapal yang paling umum digunakan dalam menggerakkan kapal adalah *propeller*. *Propeller* umumnya terbuat dari material perunggu dan atau kuningan tetapi banyak juga yang terbuat dari material aluminium, biasanya digunakan untuk penggerak beberapa kapal kecil dan perahu nelayan. *Propeller* merupakan salah satu komponen mesin yang memegang penting dalam konstruksi transportasi laut. *Propeller* mempunyai fungsi yang sangat besar, karena kecepatan kapal ditentukan oleh kondisi *propeller* (Kondo Yan dkk, 2012: 1). Karena digunakan di laut, ketika beroperasi *propeller* tentunya mendapatkan tekanan (beban) dari banyak arah ditambah lagi pengaruh suhu rendah di tengah laut yang menjadikan *propeller* getas sehingga cepat mengalami kerusakan (patah). Apalagi *propeller* bisa mengalami benturan dengan benda-benda di laut seperti karang dan batu es. Ketangguhan *propeller* dibutuhkan untuk meminimalkan atau mengurangi terjadinya kerusakan (patah) tersebut. Banyak cara yang dapat dilakukan untuk mendapatkan sifat mekanis *propeller* khususnya ketangguhan dan kekerasannya. Salah satunya dengan menentukan material penyusunnya.

Material penyusun yang digunakan dalam pembuatan juga mempengaruhi kondisi *propeller* itu sendiri baik sifat fisik maupun sifat mekanis ketangguhannya. Sehingga dalam pembuatan *propeller* aluminium digunakan beberapa material paduan untuk mendapatkan *propeller* dengan nilai ketangguhan yang baik. Berbagai material perpaduan digunakan untuk menghasilkan *propeller* dengan sifat yang baik seperti magnesium, silikon, dan banyak lagi. Tata Surdia dan Kenji Chijiwa dalam bukunya mengatakan (1986: 6), Oleh karena itu dipergunakan paduan aluminium karena sifat-sifat mekanisnya akan diperbaiki dengan menambah tembaga, silikon, magnesium, mangan, nikel dan sebagainya. Paduan akan membantu memperbaiki sifat mekanis dari aluminium sehingga lebih ringan, tahan korosi, mudah dibentuk, dan lain-lain. Ratih Ponco K. S. dkk (2016: 53 – 56) mengatakan, penambahan unsur silikon pada paduan Al-Si maka didapat hasil nilai ketangguhan impaknya ikut bertambah. Untuk pengujian kekerasan mikro, hasil yang didapatkan adalah sesuai dengan penambahan unsur silikon pada paduan Al-Si maka terjadi juga penambahan tingkat kekerasan.

Banyak cara yang dilakukan oleh para pelaku pengecoran di bidang industri untuk mendapatkan sifat mekanis yang baik dari suatu material hasil cor. Bahkan dalam beberapa kasus, proses pengecoran maupun *melting* pada aluminium diberi campuran garam (NaCl). Penelitian sebelumnya, yang meneliti tentang pengaruh pemberian campuran garam (NaCl) terhadap warna dan

nilai kekerasan pada proses pengecoran aluminium dan merupakan penelitian pendahulu dari penelitian ini yang bersifat berkelanjutan, M. Aliyudin Qubro (2017) mengatakan, pencampuran kadar garam (NaCl) pada proses pengecoran aluminium berpengaruh terhadap hasil nilai kekerasan *propeller*. Takehito Hiraki, Takahiro Miki, dkk (2014) mengatakan, fluks berdasarkan campuran garam cair sering digunakan dalam pengolahan aluminium cair. Garam digunakan dalam peran pasif untuk melindungi logam dari oksidasi dan kadang-kadang dalam peran aktif untuk menghilangkan unsur aditif sebagai pengotor dari aluminium cair. Penelitian yang hampir sama dari Jorge Alberto Soares Tenorio dan Denise Croce Romano Espinosa (2002) mengatakan, Fluks garam cair ini merusak susunan dan memudahkan aluminium meresap ke bak pembakaran aluminium. Garam membantu pengupasan lapisan aluminium oksida seperti mekanisme yang serupa pada proses korosi panas.

Beberapa penelitian di atas menyatakan bahwa garam berperan baik dalam proses pengecoran aluminium dengan membantu menghilangkan unsur pengotor dan mempermudah peleburan sehingga didapatkan sifat mekanis yang baik. Berdasarkan permasalahan di atas, peneliti tergerak membuat penelitian berjudul "Analisis Variasi Kadar Garam Pada Proses Pengecoran Terhadap Ketangguhan Material *Propeller* Aluminium Al 6061 Dengan Metode Uji Impak *ASTM E23-07a*" yang bertujuan mengetahui pengaruh pemberian variasi kadar garam (NaCl) pada proses pengecoran aluminium terhadap nilai ketangguhan material aluminium.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, identifikasi, dan batasan masalah yang ada dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

- Bagaimana pengaruh perbedaan komposisi paduan aluminium komersil terhadap ketangguhan material *propeller* aluminium?
- Bagaimana pengaruh perbedaan komposisi kadar garam (NaCl) terhadap ketangguhan material *propeller* aluminium?

Tujuan

Penyusunan penelitian ini bertujuan untuk:

- Mengetahui adanya pengaruh perbedaan komposisi (variasi) paduan aluminium komersil terhadap ketangguhan material *propeller* aluminium.
- Mengetahui adanya pengaruh perbedaan komposisi (variasi) kadar garam (NaCl) terhadap ketangguhan material *propeller* aluminium.

Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini diantaranya yaitu:

- Peneliti dapat mengetahui pengaruh perbedaan komposisi paduan aluminium komersil dan kadar garam (NaCl) pada proses pengecoran terhadap ketangguhan material *propeller* aluminium.
- Hasil penelitian dapat digunakan sebagai literatur untuk penelitian berikutnya yang berhubungan dengan pengecoran, *propeller*, kadar garam (NaCl), aluminium, aluminium Al 6061, aluminium paduan, ketangguhan aluminium, dan uji impak.

METODE

Jenis Penelitian

Berdasarkan permasalahan dan tujuan penelitian ini penulis menggunakan jenis penelitian eksperimen (*experimental research*) yang bertujuan untuk mengetahui nilai ketangguhan material *propeller* aluminium Al 6061 dengan variasi paduan aluminium komersil dan variasi kadar garam (NaCl).

Tempat dan Waktu Penelitian

• Tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di beberapa tempat. Proses pengecoran dan pembuatan spesimen di Bengkel UKM Pengecoran Aluminium Jl. Klampis Ngasem 7/1 Surabaya, uji komposisi bahan di Lab. Pengujian Bahan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya, dan uji ketangguhan impak di Lab. Pengujian Bahan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang (Polinema).

• Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 4 bulan, mulai bulan Januari 2018 sampai dengan bulan April 2018.

Rancangan penelitian

• Komposisi Material

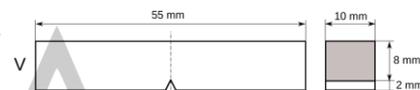
Bahan uji memiliki komposisi material yang dapat diketahui dari ASTM International Standards B308/B308M-02 dan penelitian pendahulu.

• Pengecoran

Bahan uji dilebur ke dalam tungku pembakaran (pengecoran) sampai titik lebur $\pm 660^{\circ}\text{C}$ dengan ditambahkan variasi paduan aluminium komersil 1,5 kg, 2,5 kg, dan 3,5 kg dan diberikan variasi campuran kadar garam (NaCl) 21 g, 27 g, dan 35 g. Hasil cor dituang ke dalam cetakan pasir dengan model yang sudah ditentukan, dan didinginkan dengan suhu ruangan.

• Pemotongan Bahan

Setelah pengecoran, bahan uji dibentuk menjadi spesimen uji impak berdimensi 55 mm x 10 mm x 10 mm dan takikan "V" sesuai ketentuan *ASTM E23-07a*.



Gambar 1. Desain Bahan

• Uji Impak

Pengujian harga impak material berpacu pada *ASTM E23-07a* dengan metode dan alat uji impak *charpy* yang dihitung menggunakan rumus turunan:

$$HI = \frac{W l (\cos \beta - \cos \alpha)}{A} \quad (1)$$

HI = Harga impak (Joule/mm²)

A = Luas penampang (mm²)

W = Berat bandul (kg)

l = Panjang bandul (m)

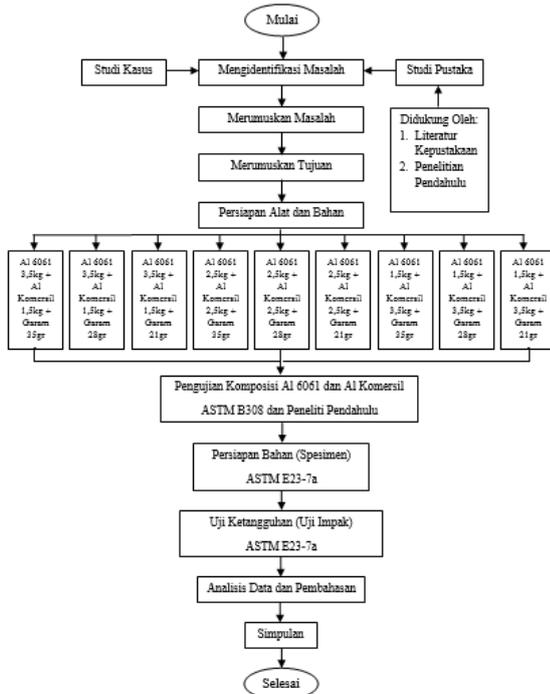
h¹ = Tinggi pusat bandul sebelum pemukulan (mm)

h² = Tinggi pusat bandul setelah pemukulan (mm)

α = Sudut awal bandul ($^{\circ}$)

β = Sudut akhir bandul ($^{\circ}$)

• **Flowchart Penelitian**



Gambar 2. *Flowchart* Alur Rancangan Penelitian

Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah suatu atribut atau suatu sifat atau nilai dari orang, obyek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya.

- Variabel terikat:
 - Nilai ketangguhan material *propeller* aluminium Al 6061 dengan variasi paduan aluminium komersial dan variasi campuran kadar garam (NaCl)
- Variabel bebas:
 - Variasi komposisi aluminium murni Al 6061 yaitu 1,5 kg, 2,5 kg, dan 3,5 kg
 - Variasi komposisi aluminium komersial yaitu 1,5 kg, 2,5 kg, dan 3,5 kg
 - Variasi komposisi kadar garam (NaCl) yaitu 21 g, 27 g, dan 35 g
- Variabel kontrol:
 - Jenis aluminium murni dengan tipe Al 6061
 - Aluminium paduan menggunakan jenis aluminium komersial (blok motor)
 - Garam yang digunakan adalah garam tipe garam kristal (bukan garam yodium)
 - Coran diterapkan untuk pembuatan baling-baling (*propeller*)
 - Spesimen atau benda uji dibuat dengan proses pengecoran cetakan pasir dan didinginkan dengan temperature ruangan
 - Menggunakan metode dan alat uji impact Charpy (ASTM E23-07a) pada suhu ruangan atau normal

Alat, Bahan, dan Instrumen Penelitian

- Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini:
 - Timbangan
 - Penjepit Lengan Panjang
 - Cetakan Pasir
 - Tungku
 - Model
 - Kowi

- Kompor Tangan
- Kirir
- Tanggam
- Gerinda
- Kertas *Abrasive*
- Ragum, dll.

- Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini:
 - Aluminium murni tipe Al 6061
 - Aluminium paduan jenis aluminium komersial (blok motor)
 - Garam tipe garam kristal (bukan garam yodium)
- Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini:
 - Alat Uji Impak Charpy
 - Jangka Sorong

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif dan deskriptif kualitatif. Analisis kuantitatif dilakukan dengan cara menelaah data dari hasil pengujian nilai uji impact (kuantitatif) dan disajikan dalam bentuk tabel serta ditampilkan dalam bentuk grafik. Berikutnya dilakukan analisis kualitatif, yaitu mendeskripsikan atau menggambarkan data tersebut sebagaimana adanya bentuk kalimat yang mudah dibaca, dipahami, dan dipresentasikan sehingga memudahkan dalam mengetahui adanya pengaruh penambahan variasi paduan aluminium komersial dan pemberian variasi kadar garam (NaCl) pada proses pengecoran terhadap nilai ketangguhan *propeller* aluminium.

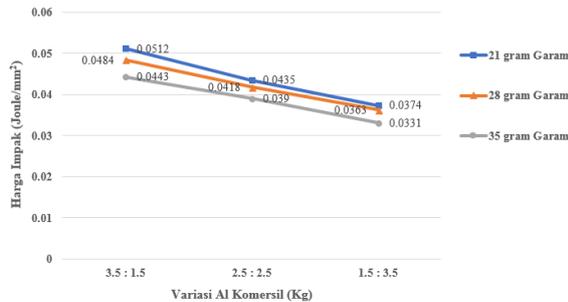
HASIL DAN PEMBAHASAN

- Hasil Pengujian Ketangguhan dari Penambahan Variasi Paduan Aluminium Komersial (Joule/mm²)

Tabel 1. Hasil Pengujian Ketangguhan dari Penambahan Variasi Aluminium Komersial (Joule/mm²)

Variasi Paduan (Al Komersial)	Variasi Al 6061	Variasi Kadar Garam (NaCl)	Sudut Awal (α)	Sudut Akhir (β)	Nilai Uji Impak (X)	Rata-rata Uji Impak (X̄)	
3,5 kg	1,5 kg	21 g	30°	14°	0,0512	0,0512	
			30°	13°	0,0532		
			30°	15°	0,0492		
		28 g	30°	15°	0,0492		0,0484
			30°	16°	0,0468		
			30°	15°	0,0492		
			30°	17°	0,0443		
			30°	16°	0,0468		
			30°	18°	0,0418		
2,5 kg	2,5 kg	21 g	30°	18°	0,0418	0,0435	
			30°	17°	0,0443		
			30°	17°	0,0443		
		28 g	30°	18°	0,0418		0,0418
			30°	19°	0,0394		
			30°	17°	0,0443		
			30°	18°	0,0418		
			30°	19°	0,0394		
			30°	20°	0,0359		
1,5 kg	3,5 kg	21 g	30°	19°	0,0394	0,0374	
			30°	20°	0,0359		
			30°	19°	0,0394		
		28 g	30°	19°	0,0394		0,0363
			30°	21°	0,0335		
			30°	20°	0,0359		
			30°	20°	0,0359		
			30°	22°	0,0300		
			30°	21°	0,0335		
Aluminium Al 6061			30°	18°	0,0418	0,0418	
Sampel Produk Pasaran			30°	20°	0,0359	0,0359	

Catatan: Semua data tabel di atas dihitung menggunakan rumus turunan (1).



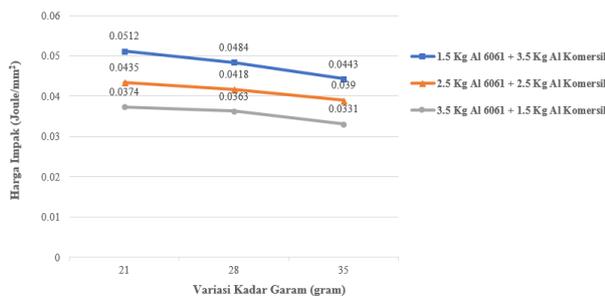
Gambar 3. Grafik Hasil Pengujian Ketangguhan dari Penambahan Variasi Paduan Aluminium Komersil

- Hasil Pengujian Ketangguhan dari Pemberian Variasi Garam-NaCl (Joule/mm²)

Tabel 2. Hasil Pengujian Ketangguhan dari Pemberian Variasi Kadar Garam (Joule/mm²)

Variasi Paduan (Al Komersil)	Variasi Al 6061	Variasi Kadar Garam (NaCl)	Sudut Awal (α)	Sudut Akhir (β)	Nilai Uji Impak (X)	Rata-rata Uji Impak (X̄)	
3,5 kg	1,5 kg	21 g	30°	14°	0,0512	0,0512	
			30°	13°	0,0532		
			30°	15°	0,0492		
		28 g	30°	18°	0,0418	0,0435	
			30°	17°	0,0443		
			30°	17°	0,0443		
			35 g	30°	19°	0,0394	0,0374
				30°	20°	0,0359	
				30°	19°	0,0394	
2,5 kg	2,5 kg	21 g	30°	15°	0,0492	0,0484	
			30°	16°	0,0468		
			30°	15°	0,0492		
		28 g	30°	18°	0,0418	0,0418	
			30°	19°	0,0394		
			30°	17°	0,0443		
		35 g	30°	19°	0,0394	0,0363	
			30°	21°	0,0335		
			30°	20°	0,0359		
			21 g	30°	17°	0,0443	0,0443
				30°	16°	0,0468	
				30°	18°	0,0418	
28 g	30°	18°	0,0418	0,0390			
	30°	19°	0,0394				
	30°	20°	0,0335				
	35 g	30°	20°	0,0359	0,0331		
		30°	22°	0,0300			
		30°	21°	0,0335			
Aluminium Al 6061			30°	18°	0,0418	0,0418	
Sampel Produk Pasaran			30°	20°	0,0359	0,0359	

Catatan: Semua data tabel di atas dihitung menggunakan rumus turunan (1).



Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Ketangguhan dari Pemberian Variasi Campuran Garam (NaCl)

Berdasarkan gambar 3 di atas dapat dilihat bahwa harga atau nilai ketangguhan aluminium dari pada spesimen dengan paduan aluminium komersil yang berbeda dan garam (NaCl) yang sama memiliki nilai

yang berbeda. Hal tersebut terjadi karena penambahan paduan aluminium komersil pada proses pengecoran membantu aluminium murni Al 6061 dalam memperbaiki komposisi material yang dimiliki khususnya unsur Si (Silikon) yang berperan dalam membentuk dendrit semakin panjang melebar dan menyebar sehingga jarak antar dendrit semakin rapat dan membuat aluminium semakin tangguh. Jadi, dapat disimpulkan bahwa pada pemberian garam (NaCl) yang sama, nilai ketangguhan impact tertinggi dalam penelitian ini yaitu pada penambahan paduan aluminium komersil 3,5 Kg dengan nilai ketangguhan sebesar 0,0512 Joule/mm² dan nilai ketangguhan impact terendah yaitu pada penambahan paduan aluminium komersil 1,5 Kg dengan nilai ketangguhan sebesar 0,0331 Joule/mm².

Sedangkan berdasarkan gambar 4 dapat dilihat bahwa nilai ketangguhan aluminium pada spesimen dengan paduan aluminium komersil yang sama dan garam (NaCl) yang berbeda memiliki nilai yang berbeda. Hal ini terjadi karena garam (NaCl) membantu aluminium dalam mencegah terjadinya oksidasi pada unsur logam penting yang dikandungnya dan juga membantu mengikat unsur-unsur pengotor dari aluminium lalu dibuang melalui terak cor. Tetapi di sisi lain unsur garam (NaCl) yang terlalu banyak akan memberi pengaruh yang tidak baik, yaitu membuat unsur-unsur logam penting dari aluminium akan ikut terikat lalu terbuang dan dapat mempengaruhi ketangguhan aluminium itu sendiri. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa pada paduan aluminium yang sama, nilai ketangguhan impact tertinggi dalam penelitian ini yaitu pada pemberian garam (NaCl) 21 gram dengan nilai ketangguhan sebesar 0,0512 Joule/mm² dan nilai ketangguhan impact terendah yaitu pada pemberian garam (NaCl) 35 gram dengan nilai ketangguhan sebesar 0,0331 Joule/mm².

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, variasi penambahan paduan aluminium komersil dan variasi pemberian kadar garam (NaCl) pada proses pengecoran *propeller* aluminium Al 6061 mempengaruhi nilai ketangguhan impact aluminium, yaitu sebagai berikut:

- Nilai ketangguhan impact tertinggi dari penambahan variasi aluminium komersil yaitu pada penambahan 3,5 Kg aluminium komersil dengan nilai 0,0512 Joule/mm² dan nilai ketangguhan impact terendah yaitu pada penambahan 1,5 Kg aluminium komersil dengan nilai 0,0331 Joule/mm².
- Nilai ketangguhan impact tertinggi dari pemberian variasi kadar garam (NaCl) yaitu pada pemberian 21 gram kadar garam (NaCl) dengan nilai 0,0512 Joule/mm² dan nilai ketangguhan impact terendah yaitu pada pemberian 35 gram kadar garam (NaCl) dengan nilai 0,0331 Joule/mm².

Saran

- Diharapkan hasil penelitian ini bermanfaat bagi pembaca dan berguna bagi perusahaan atau industri di bidang pengecoran aluminium dalam membuat produk pasar yang terjangkau dengan kualitas tinggi.

- Diharapkan ada penelitian selanjutnya yang melanjutkan penelitian ini untuk menguji pengaruh pencampuran garam (NaCl) pada proses pengecoran aluminium terhadap sifat fisis maupun mekanis lainnya dari aluminium Al 6061 maupun aluminium tipe yang lainnya.
- Penelitian selanjutnya diharapkan membuat pengujian dengan variabel yang berbeda untuk pengaruh yang berbeda dan aplikasi yang berbeda dalam kehidupan sehari-hari yang dapat berguna sebagai informasi bagi instansi maupun industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Aalco Metals International Standards. 2016. *Aluminium Alloy 6061 - T6 Extrusions*. Cobham. Aalco Metals Limited.
- ASTM International Standards_____. 2007. ASTM E23-07a: *Standard Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials*. United State.
- ASTM International Standards_____. 2007. ASTM B 308/ B 308M-02: *Standard Specification for Aluminum-Alloy 6061-T6 Standard Structural Profiles*. United State.
- Campbell, John. 2003. *Casting*. 2nd edition. Oxford. Butterworth-Heinemann. (online), (<https://id.wikipedia.org/wiki/Pengecoran> diakses 26 September 2017).
- Cholis, Setiawan Noor dkk. 2013. *Pengaruh Penambahan Unsur Magnesium (Mg) Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Pengecoran Aluminium*. Surakarta. Universitas Negeri Surakarta. (online), (<http://jurnal.fkip.uns.ac.id/index.php/ptm/article/view/2659/1859> diakses 7 Januari 2018)
- Djaprie, Sriati (Alih Bahasa). 1986. *Metalurgi Mekanik*. Edisi Ketiga Jilid 2. Jakarta. Erlangga.
- Eva, Azis Nur. 2012. *Analisis Sifat Fisis Dan Mekanis Aluminium Paduan Al-Si-Cu Dengan Menggunakan Cetakan Pasir*. Surakarta. Universitas Muhammadiyah Surakarta. (online), (<http://eprints.ums.ac.id/201609/11>. NASKAH PUBLIKASI.pdf diakses 12 Maret 2018).
- Harun A R (Alih Bahasa). 1986. *Teori dan Praktek Kerja Logam*. Edisi Ketiga. Jakarta. Erlangga.
- Hiraki, Takehito dkk. 2014. *Thermodynamic Analysis for the Refining Ability of Salt Flux for Aluminum Recycling*. 2014. Tohoku. Tohoku University. (online), (<http://www.mdpi.com/1996-1944/7/8/5543/pdf> diakses 12 November 2017).
- Kementerian Perindustrian Republik Indonesia_____. 2015. *Laporan Kinerja Kementerian Perindustrian Indonesia*. Jakarta. Kemenperin.
- Qubro, M Aliyudin. 2015. *Analisis Warna Dan Kekerasan Dari Pemberian Kadar Garam (NaCl) Pada Proses Pengecoran Propeller Dengan Material Aluminium (Al 6061)*. Surabaya. Universitas Negeri Surabaya.
- Sasono, Eko Julianto. 2009. *Pemakaian Baling-Baling Bebas Putar (Free Rotating Popeller) Pada Kapal*. Semarang. Universitas Diponegoro. (online), (http://eprints.undip.ac.id/20241/1/EKO_JULIANTO_S.pdf diakses 26 September 2017).
- Setia, Irawan dkk. 2014. *Analisis Pengaruh Penambahan Unsur Magnesium (Mg) 2% dan 5% Terhadap Ketangguhan Impak, Tingkat Kekerasan, dan Struktur Mikro Pada Velg Aluminium (Al-5,68 Si)*. Surakarta. Universitas Negeri Surakarta. (online), (<http://jurnal.fkip.uns.ac.id/index.php/ptm/article/view/8221> diakses 15 Januari 2018).
- Surdia, Tata dan Kenji Chijiwa. 1991. *Teknik Pengecoran Logam*. Cetakan Kelima. Jakarta. Pradnya Paramita.
- Tenorio, Jorge Alberto Soares dan Denise Croce Romano Espinosa. 2002. *Effect of Salt/ Oxide Interaction on The Process of Aluminum Recycling*. Sao Paulo. University of Sao Paulo. (online), (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1471531702000275> diakses 12 November 2017).
- The Aluminium Source_____. 2107. *Aluminium Al 6061*. (online), (<http://www.thealuminumsources.com/tech/alloys> diakses pada 11-10-2017 pada jam 08.00).
- Utigard, T A dkk. 1998. *The Properties and Uses of Fluxes in Molten Aluminum Processing*. Toronto. University of Toronto. (online), (<https://link.springer.com/article/10.1007/s11837-998-0285-7> diakses 12 November 2017).
- Wijoyo, Pius Honggo. 2012. *Landasan Konseptual Perencanaan Dan Perancangan Terminal Penumpang Kapal Laut Pelabuhan "Harbour Bay" Pulau Batam*. Yogyakarta. Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Wikipedia Indonesia_____. 2017. *Aluminium*. (online), (<https://id.wikipedia.org/wiki/Aluminium> diperoleh 30 September 2017).
- Wikipedia Indonesia_____. 2017. *Natrium Klorida*. (online), (<https://id.wikipedia.org/wiki/Natrium-klorida> diperoleh 30 September 2017).