

**PENGARUH KADAR NaCl SEBAGAI MEDIA PENDINGIN PROSES *QUENCHING*  
TERHADAP NILAI KEKERASAN DAN KEKUATAN *IMPACT* PADA PADUAN AL6061**

**Bobby Xavierius**

S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
e-mail: [bobbyxavierius@mhs.unesa.ac.id](mailto:bobbyxavierius@mhs.unesa.ac.id)

**Aisyah Endah Palupi**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
e-mail: [aisyahpalupi@unesa.ac.id](mailto:aisyahpalupi@unesa.ac.id)

**Abstrak**

Latar belakang penelitian berawal dari masalah yang dialami oleh sebuah bengkel UKM di daerah Klampis Ngasem Surabaya yang bergerak di bidang usaha pengecoran aluminium, dimana pada proses pengecoran maupun *melting* aluminium diberi campuran NaCl, yang ternyata berpengaruh pada nilai kekerasan serta memberikan warna yang lebih kilap pada hasil pengecoran. Dari hal tersebut maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh NaCl pada paduan Al6061 sebagai media pendingin perlakuan *quenching* terhadap nilai kekerasan dan nilai *impact*. Metode penelitian kekerasan menggunakan standar DIN 50103 dengan alat *Rockwell Hardness Tester* skala HRB serta metode pengujian *impact* dengan standar ASTM E23-07a. Material yang digunakan adalah Al6061, proses pengecoran dilakukan dengan meleburkan Al6061 dan aluminium komersil terlebih dahulu, kemudian ditambahkan NaCl dengan variasi massa 18gr, 21gr, dan 24gr. Kemudian diberi perlakuan panas dengan temperatur 500°C dengan waktu tahan selama 30 menit dan didinginkan secara cepat (*quenching*) dengan media pendingin larutan NaCl dengan kadar 16%; 20%; dan 24% dengan waktu lama pencelupan selama 15 menit. Hasil penelitian menunjukkan nilai kekerasan *rockwell* tertinggi diperoleh pada spesimen dengan penambahan kadar NaCl sebesar 24gr dengan variasi media pendingin sebesar 24% dengan nilai 108,86HRb dan nilai terendah diperoleh pada spesimen dengan penambahan kadar NaCl sebesar 18gr dengan variasi media pendingin sebesar 96,86 HRb. Hal ini terjadi karena semakin tinggi kadar NaCl dalam media pendingin, maka tingkat kekerasan yang dicapai juga semakin tinggi. Larutan NaCl mempunyai laju pendinginan yang cepat dan menghasilkan nilai kekerasan semakin tinggi. Nilai *impact* tertinggi terjadi pada spesimen dengan penambahan NaCl sebesar 18gr dengan variasi media pendingin NaCl 16% dengan nilai 0,0099J/mm<sup>2</sup>. Nilai terendah didapatkan pada spesimen dengan penambahan kadar NaCl sebesar 24gr dengan kadar NaCl sebagai media pendingin 24% dengan nilai 0,0063J/mm<sup>2</sup>. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa semakin banyak kadar NaCl, maka semakin besar nilai kekerasan. Nilai kekerasan *rockwell* tertinggi didapatkan dari spesimen dengan penambahan kadar NaCl sebesar 24gr dengan variasi media pendingin larutan NaCl 24% dalam 1 liter air dengan nilai kekerasan sebesar 108,86HRb. Nilai *impact* tertinggi didapatkan pada spesimen dengan penambahan kadar NaCl sebesar 18gr dengan variasi media pendingin larutan NaCl sebesar 16% dalam 1 liter air dengan nilai 0,0099J/mm<sup>2</sup>. Nilai *impact* tertinggi didapatkan pada spesimen dengan penambahan kadar NaCl sebesar 18gr dengan variasi media pendingin larutan NaCl sebesar 16% dalam 1 liter air dengan nilai 0,0099J/mm<sup>2</sup>. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah agar memberikan variasi media pendingin yang berbeda agar mendapat nilai kekerasan dan *impact* yang optimal.

**Kata Kunci:** Al6061, Al komersil, *quenching*, media pendingin, kekerasan, *impact*.

**Abstract**

Background research started from the problems experienced in the workshop Klampis Ngasem Surabaya who runs in the casting aluminium business, where the process of casting and melting aluminium were given a mixture of NaCl, which is influential in the toughness as well as providing a color that is casting gloss on the outcome. It does so for the study is done in an alloy know influence NaCl Al6061 cooling *quenching* treatment as a medium for the toughness and the impact. The methodology of toughness use standard DIN 50103 with a Rockwell hardness tester Hrb scale as well as a method of testing impact with a standard ASTM E23-07a. Materials used are Al6061, the process of casting is done with blurring Al6061 and aluminium first, commercial then added NaCl with variations of a mass 18gr, 21gr, and 24gr. Then were given heat treatment with the temperature 500°C with time 30 hold for minutes and cooled quickly (*quenching*) with the cooling solution NaCl with levels of 16%; 20%; and 24% with a long time dyeing for 15 minutes. Results shows the toughness Rockwell highest specimens to get on with the addition of levels of NaCl with variations of 24gr cooling media as much as 24% with 108,86HRb value and the lowest score

specimens levels acquired in by the addition of 18gr NaCl with variations of the media as much as 96,86 HRb, cooling this happened because the high levels of NaCl cooling in the media and achieve a level of toughness is getting higher because a solution of NaCl have a rapid rate of cooling that produces the value of the higher. Toughness the value of impact is highest in the specimen with the addition of NaCl with variations of 18gr cooling media NaCl 16% with value 0.0099j/mm<sup>2</sup>. The lowest score on a specimen was obtained by the addition of 24gr levels of NaCl with levels of NaCl as a medium cooling 24% with value 0,0063j/mm<sup>2</sup>. NaCl with variations of the media cooling solution NaCl 24 % in 1 liter of water with the value of violence as much as 108,86hrb. The highest value to get on with the addition of specimen levels as much as 18gr NaCl with variations of the media cooling solution NaCl as much as 16 % in 1 liter of water with the value of 0,0099j/mm<sup>2</sup>. The highest value to get on with the addition of specimens levels as much as 18gr NaCl with variations of the media cooling solution NaCl as much as 16 % in 1 liter of water with the value of 0,0099j/mm<sup>2</sup>. A suggestion for further research is to give a variety of fridge is a different media to get the value of violence and impact that optimal.ss

**Keywords:** Al6061, Al commercial, quenching, cooling media, toughness, impact.

## PENDAHULUAN

Pada era modern ini perkembangan teknologi di bidang pengecoran logam semakin maju dan pesat. Banyak perusahaan pengecoran logam mengalami banyak inovasi dan kreativitas guna menjaga eksistensi dan memenuhi permintaan pasar yang semakin meningkat. Banyak para pelaku industri pengecoran logam yang menggunakan aluminium sebagai bahan pengecoran karena memiliki sifat pengecoran yang baik, ringan, ketahanan terhadap korosi, mudah dibentuk, dan memiliki nilai ekonomis yang tinggi.

Penggunaan aluminium di dunia industri terus berkembang sehingga menuntut manusia untuk melaksanakan rekayasa pengembangan guna menemukan suatu produk dengan kualitas yang lebih baik yang dapat menunjang kebutuhan manusia pada era modern ini. Banyaknya permintaan pasar dapat dilihat dari aluminium hasil pengecoran yang sering dijumpai pada komponen mesin industri, peralatan rumah tangga, komponen transportasi (darat, laut, dan udara). Komponen transportasi laut yang terbuat dari aluminium cor seperti lambung kapal, sirip kemudi, dek, poros kemudi, dan baling-baling (*propeller*).

Banyak industri pengecoran aluminium yang melayani permintaan untuk pembuatan komponen transportasi laut baik kapal maupun perahu, karena di Indonesia sendiri merupakan negara maritim yang sebagian besar wilayahnya adalah perairan. Agar masyarakat Indonesia bisa memanfaatkan sumber daya laut yang melimpah, maka dibutuhkan transportasi laut untuk menunjang produktifitas mereka. Salah satu komponen kapal yang paling umum digunakan dalam menggerakkan perahu sebagai alat transportasi laut adalah *propeller*.

*Propeller* merupakan alat gerak mekanik untuk menghasilkan gaya dorong kapal atau perahu, gaya dorong dihasilkan dari poros *propeller* berasal dari mesin, sehingga *propeller* merupakan komponen yang memegang peran yang penting pada kapal atau perahu. *Propeller* mempunyai fungsi yang sangat besar, karena kecepatan kapal ditentukan oleh kondisi *propeller*. *Propeller* umumnya terbuat dari perunggu atau kuningan, tetapi ada juga yang terbuat dari aluminium, karena sifatnya yang tangguh, anti korosi, dan *machinability*. Aluminium yang sering digunakan

adalah Al6061 hal ini disebabkan karena material ini mempunyai kekuatan tarik  $12,6\text{kgf}/\text{mm}^2$  dan juga mempunyai titik cair yang sangat rendah yaitu 660°C, sehingga mudah untuk diproses (Surdia Tata & Shinroku Saito, 1984).

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi sifat mekanik suatu paduan adalah komposisi kimia, proses pengecoran, proses pengerjaan, dan perlakuan panas (*heat treatment*). Perlakuan panas (*heat treatment*) adalah proses untuk memperbaiki sifat-sifat dari logam dengan cara memanaskan logam sampai pada temperatur yang cocok, kemudian dibiarkan beberapa waktu, kemudian didinginkan ke temperatur yang lebih rendah dengan kecepatan pendinginan yang sesuai. Salah satu proses perlakuan panas (*heat treatment*) adalah *quenching*.

*Quenching* adalah proses pendinginan cepat pada saat logam telah mengalami perlakuan panas hingga pada titik temperatur tertentu dengan kecepatan pendinginan tergantung media *quenching* yang digunakan. Media yang dapat digunakan adalah air, air garam, oli, dan udara. Proses *quenching* bertujuan untuk mendapatkan sifat mekanis yang keras (Syamsul Hadi, 2015).

Penelitian ini dilakukan berawal pada bengkel UKM di daerah Klampis Ngasem Surabaya yang bergerak di bidang usaha pengecoran aluminium, dimana selama proses pengecoran maupun *melting* pada aluminium diberi campuran NaCl, hal ini berpengaruh pada nilai kekerasan serta memberikan warna yang lebih kilap pada hasil pengecoran daripada produk pengecoran yang tanpa diberi campuran NaCl. Pada hasil pengecoran aluminium di UKM tersebut produk langsung di *finishing* tanpa diberi perlakuan panas yang menyebabkan sifat mekanik dari hasil pengecoran kurang optimal. Kendala ini yang terjadi pada UKM pengecoran aluminium di daerah Klampis Ngasem yang menyebabkan hasil pengecoran aluminium memiliki sifat mekanik yang kurang baik. Oleh karena itu, perlu diteliti lebih lanjut tentang kualitas hasil pengecoran aluminium terhadap sifat mekanik dengan pemberian perlakuan panas pada hasil pengecoran.

Adapun penelitian terdahulu meneliti tentang analisis warna dan kekerasan dari pemberian kadar NaCl pada proses pengecoran *propeller* dengan material aluminim

## Pengaruh Kadar NaCl Sebagai Media Pendingin Proses *Quenching* Terhadap Nilai Kekerasan dan Kekuatan *Impact* Pada Paduan Al6061

6061. Dimana komposisi paduan bahan dan jumlah kadar NaCl berpengaruh terhadap hasil pengecoran *propeller* baik kekerasannya maupun warnanya (M. Aliyudin, 2017). Pada penelitian diatas, variabel yang diambil sebagai acuan penelitian adalah Aluminium 6061 dan Aluminium komersil sebagai paduan pengecoran.

(Syahidi, 2018) yang menganalisa variasi kadar garam pada proses pengecoran terhadap ketangguhan material *propeller* Al6061. Penambahan 21gr NaCl pada paduan Al6061 mempengaruhi nilai ketangguhan logam. Pada penelitian diatas, variabel yang diambil sebagai acuan penelitian adalah paduan Al komersil 3,5kg dan Al6061 1,5kg serta penambahan 21 gram NaCl karena dengan komposisi paduan Al komersil 3,5kg dan Al<sub>6061</sub> 1,5kg serta penambahan 21 gram NaCl diperoleh hasil nilai ketangguhan yang paling baik yaitu dengan nilai sebesar 0,0512joule/mm<sup>2</sup>.

(Wahyu, 2008) yang melakukan penelitian tentang pengaruh perlakuan panas terhadap struktur mikro dan kekerasan coran paduan Al-Mg-Si. Penelitian ini menggunakan proses perlakuan panas (*heat solution*) dengan variasi temperatur 500°C, 550°C, dan 600°C serta waktu tahan selama 30, 60, dan 90 menit. Pada penelitian diatas, variabel yang diambil sebagai acuan penelitian adalah temperatur *heat solution* sebesar 500°C dengan waktu tahan 60 menit. Pemilihan variabel 500°C dengan waktu tahan 60 menit dipilih karena semakin tinggi temperatur dan semakin lama waktu tahan akan menurunkan nilai kekerasan.

(Yuliana dan Yayi, 2017) melakukan penelitian tentang pengaruh kadar garam dapur (NaCl) dalam media pendingin terhadap tingkat kekerasan pada proses pengerasan baja ST-60. Penelitian ini menggunakan baja ST-60 yang diberi perlakuan panas *hardening* dan kemudian didinginkan dengan media pendingin larutan NaCl dengan variasi 20%, 25%, dan 30%. Pada penelitian diatas, variabel yang diambil sebagai acuan penelitian kadar NaCl yang digunakan sebagai media pendingin sebesar 20%. Pemilihan variabel kadar NaCl 20% dipilih untuk mendapatkan hasil pengecoran yang keras dan tangguh, karena semakin banyak kadar NaCl yang digunakan sebagai media pendingin akan membuat hasil pengecoran menjadi keras tetapi getas.

Berdasarkan permasalahan dan beberapa hasil penelitian terdahulu, maka penulis tergerak untuk membuat penelitian tentang pengaruh kadar NaCl sebagai media pendingin proses *quenching* terhadap nilai kekerasan dan kekuatan *impact* pada paduan Al6061 yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan NaCl pada paduan aluminium serta sebagai media pendingin pada proses pengecoran aluminium terhadap nilai kekerasan dan ketangguhan material.

### Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh kadar NaCl sebagai media pendingin pada hasil pengecoran paduan Al6061

dengan perlakuan *quenching* terhadap nilai kekerasan?

2. Bagaimana pengaruh kadar NaCl sebagai media pendingin pada hasil pengecoran paduan Al6061 dengan perlakuan *quenching* terhadap nilai ketangguhan?

### Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui:

- Pengaruh kadar NaCl sebagai media pendingin pada hasil pengecoran paduan Al6061 dengan perlakuan *quenching* terhadap nilai kekerasan.
- Pengaruh kadar NaCl sebagai media pendingin pada hasil pengecoran paduan Al6061 dengan perlakuan *quenching* terhadap nilai ketangguhan.

### METODE

#### Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif asosiatif bertujuan untuk mengetahui pengaruh nilai kekerasan dan ketangguhan material paduan Al6061 dan aluminium komersil dengan variasi kadar garam sebagai media pendingin.

#### Tempat dan Waktu Penelitian

- Tempat Penelitian  
Proses pengecoran dan pembuatan spesimen di bengkel UKM pengecoran aluminium Jl. Klampis Ngasem 7/1 Surabaya.  
Uji kekerasan dilakukan di laboratorium pengujian bahan Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.  
Uji komposisi dilakukan di laboratorium balai penelitian dan konsultasi industri Surabaya.  
Uji ketangguhan *impact* dilakukan di Universitas Brawijaya (UB).
- Waktu Penelitian  
Waktu penelitian dilakukan pada bulan Maret sampai Oktober 2019.

#### Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

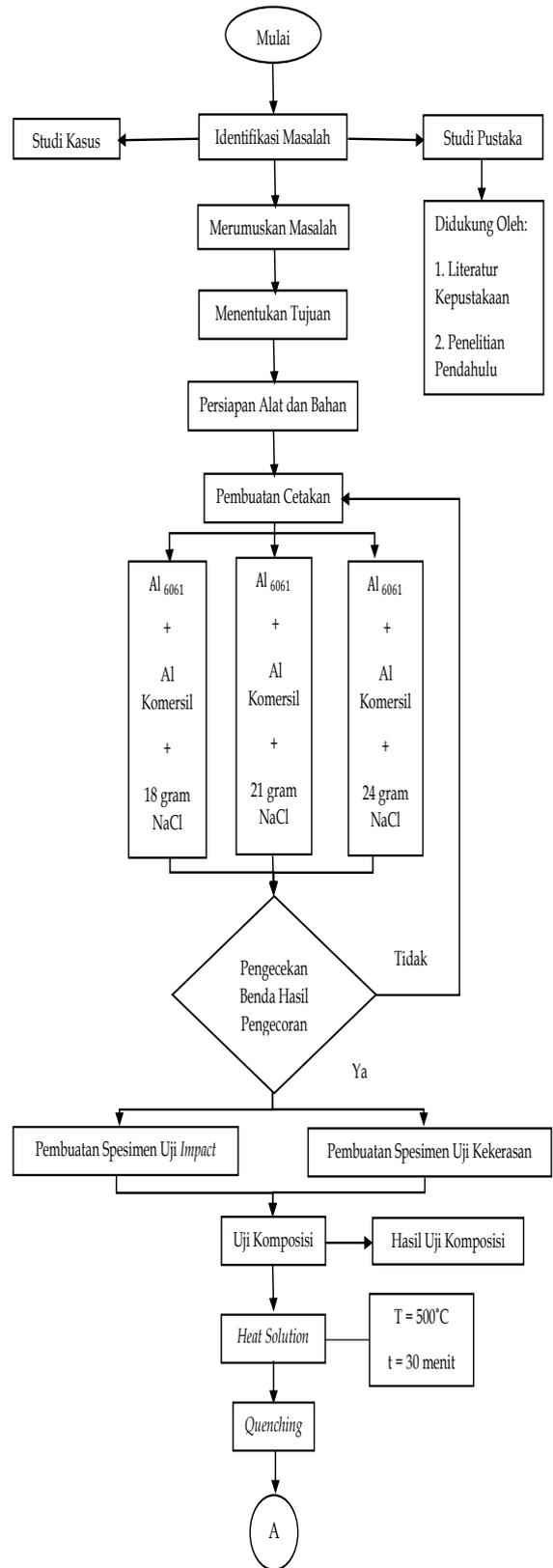
- Variabel Bebas
  - Kadar garam (NaCl) yang ditambahkan pada pengecoran aluminium yaitu 18gr, 21gr, dan 24gr.
  - Media pendingin yang digunakan adalah larutan NaCl dengan kadar sebesar 16%; 20%; dan 24% dalam 1 liter air.
  -
- Variabel Kontrol
  - Jenis aluminium murni dengan tipe Aluminium 6061.
  - Aluminium paduan menggunakan jenis aluminium komersil (piston bekas).
  - Garam yang digunakan adalah garam kristal (bukan garam yodium).

- Temperatur *heat solution* sebesar 500°C dengan waktu tahan selama 30 menit.
- Volume media pendingin adalah 1 liter air dengan variasi penambahan kadar NaCl yang berbeda-beda.
- Lama waktu pencelupan pendinginan selama 15 menit.
- Spesimen atau benda uji dibuat dengan proses pengecoran cetakan pasir dan didinginkan secara cepat dengan *quenching* larutan garam (NaCl).
- Metode pengujian kekerasan dengan menggunakan alat *Rockwell Hardness Tester* skala HRB.
- Uji ketangguhan menggunakan alat uji *impact test* dengan standar ASTM E23-07a.

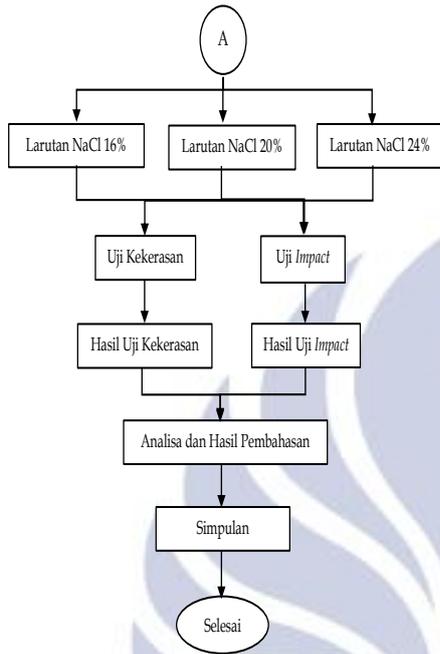
- Variabel terikat
  - Nilai kekerasan dan nilai ketangguhan Al6061 1,5 kg dan aluminium komersil 3,5 kg dengan variasi penambahan kadar NaCl.

**Rancangan Penelitian**

Berikut rancangan penelitian dari peneliti, dapat dilihat pada *flowchart* dibawah ini:



Pengaruh Kadar NaCl Sebagai Media Pendingin Proses *Quenching* Terhadap Nilai Kekerasan dan Kekuatan *Impact* Pada Paduan Al6061



Gambar 1 Flowchart Penelitian

**Bahan, Peralatan, dan Instrumen Penelitian**

- Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:
  - Aluminium (Al6061)
  - Aluminium komersil
  - Garam kristal (garam tidak beryodium)
  - Garam Dapur (NaCl)
- Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:
  - Tungku peleburan
  - Cetakan pasir
  - Alat tuang logam cair (kowi)
  - Kompor tangan
  - Model
  - Penjepit kowi
  - Tungku pembakaran (*Furnace*)
  - Alat pelindung diri (APD)
  - Ember
- Instrumen yang digunakan pada penelitian ini antara lain:
  - Alat uji kekerasan *rockwell* model 200hr-150
  - Timbangan digital
  - Alat uji *impact* metode ASTM E23-07a
  - Termokopel

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Uji Komposisi**

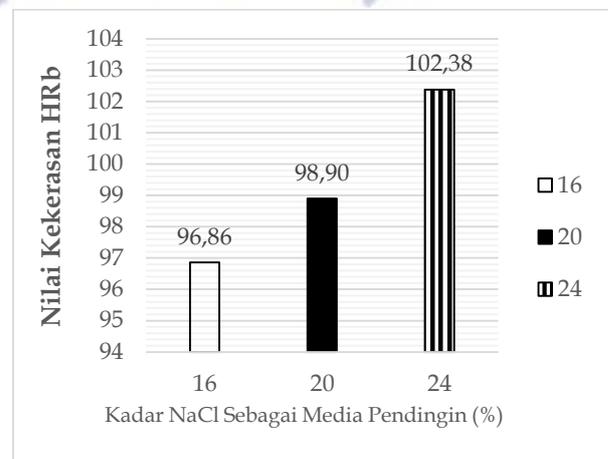
Propeller Produk Pasaran		Al <sub>6061</sub> (1,5kg) + Al komersil (3,5kg)	
Unsur	Average	Unsur	Average
Al%	97,55	Al%	94,45
Mg%	1,62	Mg%	2,15
Si%	1,33	Si%	2,01
Mn%	0,43	Mn%	1,08

Dari hasil uji komposisi spesimen ada beberapa unsur yang mengalami peningkatan kandungan yaitu unsur Mg, Si, dan Mn. Pada tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa pencampuran aluminium komersil mempengaruhi peningkatan beberapa unsur. Dilihat bahwa unsur Mg, Mn, dan Si mengalami peningkatan, penambahan unsur magnesium bertujuan untuk meningkatkan kekuatan dan kekerasan dari paduan aluminium tersebut. Hal tersebut karena berhubungan dengan ukuran butir aluminium. Semakin kecil ukuran butir aluminium, maka jarak antar butirnya semakin rapat sehingga spesimen tersebut menjadi keras (El-Karomi dkk, 2015).

**Hasil Uji Kekerasan Rockwell**

Tabel 1 Hasil Uji Kekerasan Penambahan NaCl 18gr

Komposisi Al6061 + Al Komersil (kg)	Kadar Garam (NaCl) (gram)	Kadar Garam Sebagai Media Pendingin (%)	Kekerasan (HRb)	Kekerasan rata-rata (HRb)
1,5 + 3,5	16	20	97,20	96,86
			98,10	
			96,80	
			95,80	
			96,40	
			99,80	
	18	20	97,70	98,8
			98,50	
			99,40	
			99,10	
			102,30	
			101,70	
24	20	101,60	102,38	
		103,70		
		102,60		
		102,30		
		101,70		
		102,60		

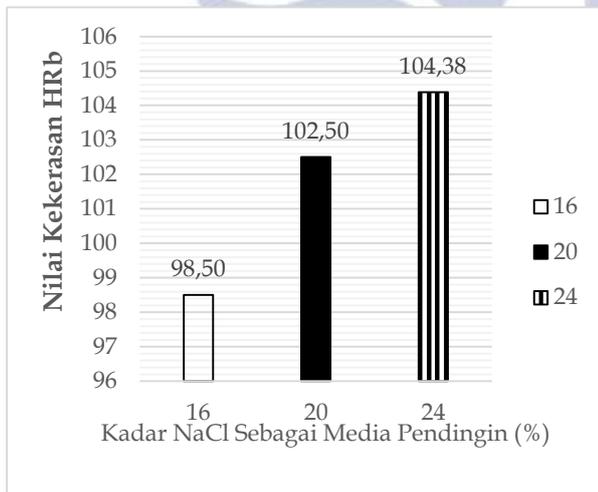


Gambar 1 Hasil Uji Kekerasan Al6061+ 18gr NaCl

Berdasarkan Gambar 1, hasil pengujian kekerasan yang diperoleh dari perlakuan panas *quenching* variasi larutan NaCl (16%; 20%; dan 24%) terhadap material hasil pengecoran yang ditambahkan garam (NaCl) dengan kadar 18gr. Nilai tertinggi dimiliki pada spesimen yang diberi media pendingin larutan NaCl sebesar 24% dengan nilai kekerasan 102,38HRb dan nilai terendah dimiliki spesimen dengan media pendingin larutan NaCl sebesar 16% yaitu 96,86HRb

**Tabel 2 Hasil Uji Kekerasan Penambahan NaCl 21gr**

Komposisi Al6061 + Al Komersil (kg)	Kadar Garam (NaCl) (gram)	Kadar Garam Sebagai Media Pendingin (%)	Kekerasan (HRb)	Kekerasan rata-rata (HRb)		
1,5 + 3,5	21	16	99,30	98,50		
			97,60			
			98,10			
			99,10			
		98,40				
		102,10	20	101,80	102,50	
	103,40					
	102,80					
	102,40					
	104,30	24		104,80		104,38
	103,20					
	105,10					
104,30						

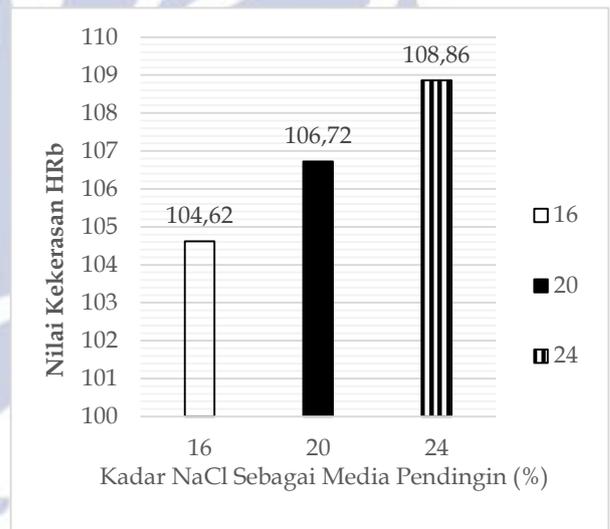


**Gambar 2 Hasil Uji Kekerasan Al6061+ 21gr NaCl**

Nilai tertinggi dimiliki pada spesimen yang diberi media pendingin larutan NaCl sebesar 24% dengan nilai kekerasan 104,38HRb dan nilai terendah dimiliki spesimen dengan media pendingin larutan NaCl sebesar 16% yaitu 98,50HRb.

**Tabel 3 Hasil Uji Kekerasan Penambahan NaCl 24gr**

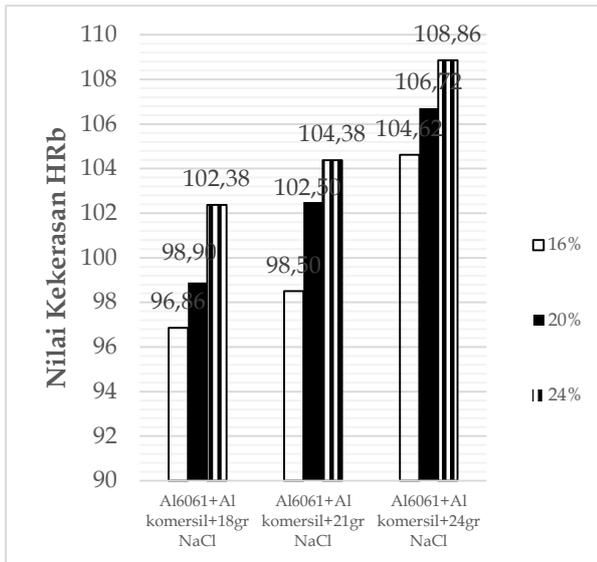
Komposisi Al6061 + Al Komersil (kg)	Kadar Garam (NaCl) (gram)	Variasi Kadar Garam Sebagai Media Pendingin	Kekerasan (HRb)	Kekerasan rata-rata (HRb)		
1,5 + 3,5	24	16	103,80	104,62		
			104,70			
			105,20			
			104,60			
		104,80	20	106,20	106,72	
		107,30				
	106,80					
	106,10					
	107,20	24		109,10		108,86
	108,60					
	108,40					
	108,90					
109,30						



**Gambar 3 Hasil Uji Kekerasan Al6061+ 24gr NaCl**

Nilai tertinggi dimiliki pada spesimen yang diberi media pendingin larutan NaCl sebesar 24% dengan nilai kekerasan 108,86HRb dan nilai terendah dimiliki spesimen dengan media pendingin larutan NaCl sebesar 16% yaitu 104,62HRb.

Pengaruh Kadar NaCl Sebagai Media Pendingin Proses *Quenching* Terhadap Nilai Kekerasan dan Kekuatan *Impact* Pada Paduan Al6061



Gambar 4 Perbandingan Nilai Kekerasan

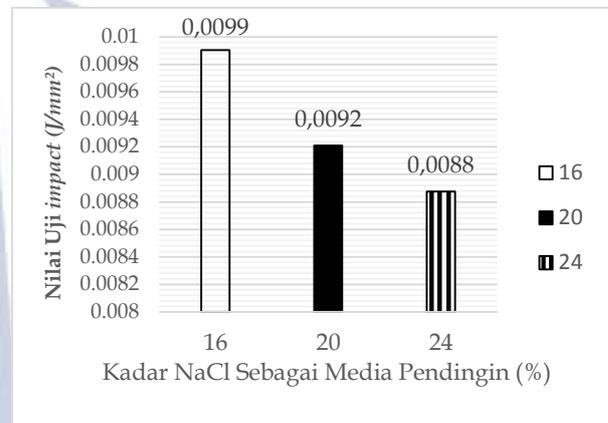
Berdasarkan Gambar 4 diatas terjadi kecenderungan kenaikan nilai kekerasan pada hasil pengecoran paduan Al6061 dan aluminium komersil dengan penambahan kadar NaCl seiring adanya pertambahan jumlah atau kadar garam yang terlarut dalam media pendingin air. Nilai kekerasan tertinggi dimiliki pada hasil pengecoran paduan aluminium dengan penambahan NaCl sebesar 24gr dengan variasi media pendingin larutan NaCl sebesar 24% dengan nilai 108.86HRb. Nilai kekerasan terendah dimiliki pada hasil pengecoran dengan penambahan NaCl sebesar 18gr dengan variasi media pendingin larutan NaCl sebesar 16% dengan nilai sebesar 96,86HRb. Kedua nilai kekerasan ini berada jauh diatas nilai kekerasan produk pasaran, karena semakin tinggi kadar NaCl dalam media pendingin maka tingkat kekerasan juga semakin tinggi. Karena larutan NaCl mempunyai laju pendinginan yang cepat jika dilarutkan dalam air yakni 1100°C/s dalam suhu 18°C (Kamenichny, 1972:82), sehingga menyebabkan pembentukan struktur Si memiliki luasan yang kecil-kecil. Sehingga penyebaran struktur Si hampir merata sehingga memiliki kekerasan yang tinggi (Ferdiaz Dinov, 2012).

Hasil Uji *Impact*

Tabel 4 Hasil Uji *Impact* Penambahan NaCl 18gr

Komposisi Al6061 + Al komersil (kg)	Kadar Garam (NaCl) (gram)	Kadar Garam Sebagai Media Pendingin (%)	Spesimen	Nilai Uji <i>Impact</i> (J/mm <sup>2</sup> )	Rata-rata uji <i>Impact</i> (J/mm <sup>2</sup> )
1,5+3,5	18	16	1	0,0101	0,0099
			2	0,0096	
			3	0,0100	

	20	1	0,0089	0,0092
		2	0,0096	
		3	0,0089	
	24	1	0,0083	0,0088
		2	0,0096	
		3	0,0086	

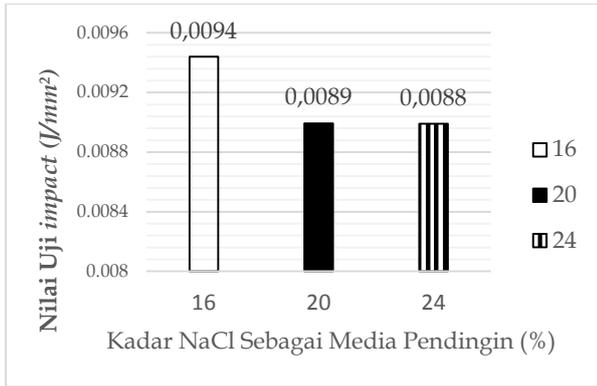


Gambar 5 Hasil Uji *Impact* Penambahan NaCl 18gr

Berdasarkan Gambar 5, hasil pengujian *Impact* yang diperoleh dari perlakuan panas *quenching* variasi larutan NaCl terhadap material hasil pengecoran yang ditambahkan garam (NaCl) dengan kadar 18gr. Hasil uji *impact* menunjukkan bahwa terdapat penurunan nilai antara material pasaran yang tidak diberi perlakuan panas (*raw material*) dengan material yang diberi perlakuan panas. Nilai tertinggi dimiliki pada spesimen yang diberi media pendingin larutan NaCl sebesar 16% dengan nilai *impact* sebesar 0.0099J/mm<sup>2</sup> dan nilai terendah dimiliki spesimen dengan media pendingin larutan NaCl sebesar 24% yaitu 0.0088J/mm<sup>2</sup>.

Tabel 5 Hasil Uji *Impact* Penambahan NaCl 21gr

Komposisi Al6061 + Al komersil (kg)	Kadar Garam (NaCl) (gram)	Kadar Garam Sebagai Media Pendingin (%)	Spesimen	Nilai Uji <i>Impact</i> (J/mm <sup>2</sup> )	Rata-rata uji <i>Impact</i> (J/mm <sup>2</sup> )
1,5+3,5	21	16	1	0,0089	0,0094
			2	0,0096	
			3	0,0096	
		20	1	0,0079	0,0089
			2	0,0096	
			3	0,0093	
		24	1	0,0096	0,0088
			2	0,0086	
			3	0,0086	

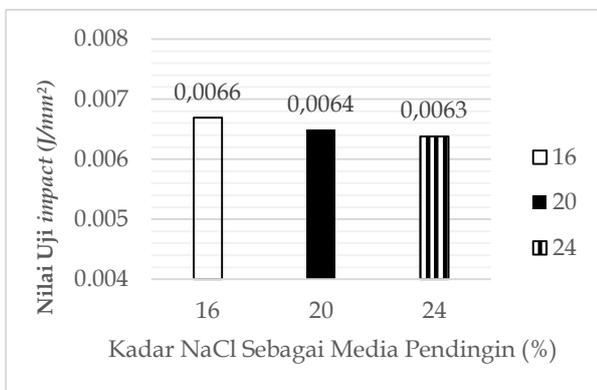


Gambar 6 Hasil Uji Impact Penambahan NaCl 21gr

Pada hasil uji *impact* paduan Al6061 dan aluminium komersil dengan penambahan kadar garam (NaCl) 21gr serta variasi larutan NaCl sebagai media pendingin (16%; 20%; dan 24%) memiliki nilai *impact* berturut-turut sebesar 0,0094; 0,0089; dan 0,0088J/mm<sup>2</sup> Nilai tertinggi dimiliki pada spesimen yang diberi media pendingin larutan NaCl sebesar 16% dengan nilai *impact* sebesar 0,0094J/mm<sup>2</sup> dan nilai terendah dimiliki spesimen dengan media pendingin larutan NaCl sebesar 24% yaitu 0,088J/mm<sup>2</sup>.

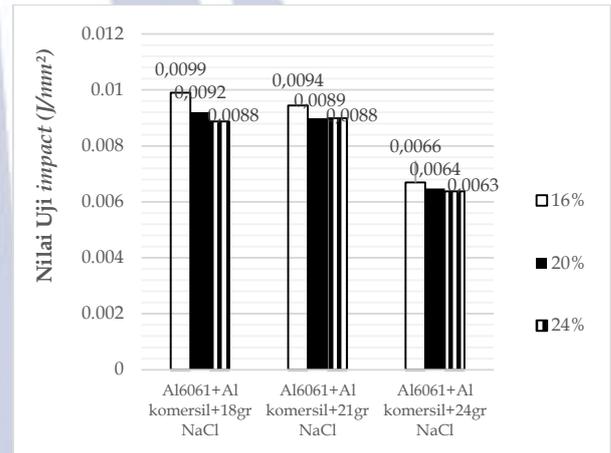
Tabel 6 Hasil Uji Impact Penambahan NaCl 24gr

Komposisi Al6061 + Al komersil (kg)	Kadar Garam (NaCl) (gram)	Kadar Garam Sebagai Media Pendingin (%)	Spesimen	Nilai Uji Impact (J/mm <sup>2</sup> )	Rata-rata uji Impact (J/mm <sup>2</sup> )
1,5+3,5	24	16	1	0,0070	0,0066
			2	0,0069	
			3	0,0063	
		20	1	0,0063	0,0064
			2	0,0063	
			3	0,0066	
	24	1	0,0060	0,0063	
		2	0,0063		
		3	0,0066		



Gambar 7 Hasil Uji Impact Penambahan NaCl 24gr

Pada hasil uji *impact* paduan Al6061 dan aluminium komersil dengan penambahan kadar garam (NaCl) 24gr serta variasi larutan NaCl sebagai media pendingin (16%; 20%; dan 24%) memiliki nilai *impact* berturut-turut sebesar 0,0066; 0,0064; dan 0,0063J/mm<sup>2</sup> Nilai tertinggi dimiliki pada spesimen yang diberi media pendingin larutan NaCl sebesar 16% dengan nilai *impact* sebesar 0,0066J/mm<sup>2</sup> dan nilai terendah dimiliki spesimen dengan media pendingin larutan NaCl sebesar 24% yaitu 0,063J/mm<sup>2</sup>.



Gambar 8 Perbandingan Nilai Impact

Berdasarkan Gambar 8 hasil uji *impact* tertinggi didapat pada spesimen dengan penambahan NaCl sebesar 18gr dengan variasi media pendingin larutan NssaCl sebesar 16% dengan harga 0,0099J/mm<sup>2</sup> dan nilai terendah didapat pada spesimen dengan penambahan NaCl sebesar 24gr dengan variasi media pendingin larutan NaCl sebesar 24% dengan harga 0,0063J/mm<sup>2</sup>. Spesimen hasil pengecoran yang diberi perlakuan panas cenderung menurun nilai *impact*nya dibandingkan dengan *propeller* aluminium pasaran yang tidak diberi perlakuan panas, hal ini disebabkan oleh laju pendinginan NaCl yang cepat dan adanya penambahan unsur magnesium pada hasil pengecoran. Semakin banyak unsur Mg dapat menurunkan ukuran butir aluminium, sehingga ketika ukuran butir semakin kecil, maka daya ikat antar butir semakin lemah sehingga keuletannya berkurang (El Karomi dkk, 2015).

**PENUTUP**

**Simpulan**

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh hasil sebagai berikut:

- Nilai kekerasan *Rockwell* tertinggi diperoleh dari spesimen dengan penambahan kadar NaCl sebesar 24gr dengan variasi media pendingin larutan NaCl 24% dalam 1 liter air dengan nilai kekerasan sebesar 108,86HRb. Sedangkan untuk nilai terendah diperoleh pada spesimen dengan

penambahan 18gr NaCl dengan variasi media pendingin 16% dengan nilai sebesar 96,86HRb. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak kadar NaCl, maka semakin besar nilai kekerasan.

- Nilai *impact* tertinggi diperoleh pada spesimen dengan penambahan kadar NaCl sebesar 18gr dengan variasi media pendingin larutan NaCl sebesar 16% dalam 1 liter air dengan nilai 0,0099J/mm<sup>2</sup>. Spesimen hasil pengecoran yang diberikan perlakuan panas cenderung menurun dibandingkan dengan *raw material* aluminium *propeller* produk pasaran. Hal ini diakibatkan oleh larutan NaCl memiliki laju pendinginan yang cepat yang mengakibatkan pembentukan butir Al menjadi kecil, sehingga daya ikat antar butir semakin lemah dan menyebabkan keuletannya berkurang.

#### Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya:

1. Pada saat penuangan aluminium cor ke cetakan gunajan sarung tangan agar tangan tidak panas karena radiasi dari tungku pembakar.
2. Sebelum aluminium cair dituang ke cetakan pasir, pastikan cairan tersebut bersih dari kotoran dan terak agar hasil pengecoran tidak mengalami cacat.
3. Diharapkan pada penelitian selanjutnya yang melanjutkan penelitian ini dengan memberikan proses pelapisan agar mendapat sifat mekanik yang lebih baik.
4. Diharapkan pada penelitian selanjutnya yang melanjutkan penelitian ini memberikan variasi media pendingin yang berbeda agar mendapat nilai kekerasan dan *impact* yang optimal.

#### DAFTAR PUSTAKA

- ASTM International Standards\_\_\_\_. 2007. ASTM E23-07a: *Standard Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials*. United State.
- Aziza, Yuliana dan Yayi Febdia Pradani. 2017. *Pengaruh Kadar Garam Dapur (NaCl) dalam Media Pendingin terhadap Tingkat Kekerasan pada Proses Pengerasan Baja ST-60*. Malang: Universitas Islam Raden Rahmat.
- Bahtiar, Muh Iqbal dan Suparmono. 2014. *Pengaruh Media Pendingin Minyak Pelumas SAE 40 Pada Proses Quenching dan Tempering Terhadap Ketangguhan Baja Karbon Rendah*. Jurnal Mekanikal.
- Bates, C.E., Totten, G.E. 1992. *Application of Quench Factor Analysis To Predict Hardness Under Laboratory and Production Conditions, The First International Conference on Quenching & Control Distortion*. Chicago. Illionis.

- David W. Oxtoby. 2003. *Prinsip-prinsip Kimia Modern Edisi Keempat Jilid 2*. (Alih Bahasa: Suminar Setiati Achmadi, Ph.D). Jakarta: Erlangga.
- Dina Restia Ningrum, dkk. 2013. *Pengaruh Pemanasan Dengan Variasi media Pendingin Terhadap Nilai Kekerasan dan Struktur Mikro Pada Baja Karbon Sedang*. Bandar Lampung: Universitas Negeri Lampung.
- El-karomi, dkk. 2015. *Analisis Pengaruh Penambahan Unsur Magnesium (Mg) Terhadap Tingkat Kekerasan Struktur Mikro dan Kekuatan Impact Pada Velg Aluminium (Al-0,5% Si)*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Universitas Sebelas Maret.
- Hadi, Syamsul. 2015. *Teknologi Bahan*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Iswanto, Syahidi. 2018. *Analisis Variasi Kadar Garam Pada Proses Pengecoran Terhadap Ketangguhan Material Propeller Al 6061 Dengan Metode Uji Impak ASTM E23-07a*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Kamenichny. 1965. *Heat Treatment*. Moscow: Pervy Rizhsky Pereulok.
- Kirono, Sasi, Agung Julianto. 2014. *Analisa Sifat Karakteristik Blok Silinder Liner Bahan Aluminium Silikon*. Jakarta: Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Kondo, Yan, dkk. 2012. *Analisis Investasi Pada Industrial Pengecoran Propeller Kapal (Studi Kasus: CV. Antero Jaya Sakti)*. Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang. Universitas Hasanuddin.
- MacKenzie, D.S.Totten, G.E. 2003. *Handbook of Aluminum Vol. 1-Physical Metallurgy and Processes*. New York: Library of Congress Cataloging in Publication Data.
- Nafi, Maula. 2016. *Analisis Kekerasan Al-6061 Hasil Cor Dengan Perlakuan Panas Double Quenching*. Surabaya: Universitas 17 Agustus 1945.
- Pamungkas, Yulio Cahyo, dkk. 2016. *Identifikasi Tingkat kekerasan Paduan Al-Si Yang di Quenching Dengan Variasi Media Pendingin dan Waktu Pencelupan*. Malang. Universitas Negeri Malang.
- Qubro, M Aliyudin. 2017. *Analisis Warna Dan Kekerasan Dari Pemberian Kadar Garam (NaCl) Pada Proses Pengecoran Propeller Dengan Material Aluminium (Al6061)*. Surabaya. Universitas Negeri Surabaya.
- Raharjo, Wahyu Purwo. 2008. *Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Coran Paduan Al-Mg-Si*. Surakarta: Jurusan Teknik Mesin FT UNS.

- Rizqi, Alif Khairur. 2018. *Pengaruh Suhu Tempering Terhadap Ketahanan Bending dan Struktur Mikro Sambungan Las SMAW Baja SS400 Setelah Proses Quenching Dengan Larutan NaCl*. Surabaya: Skripsi Jurusan Teknik Mesin – Fakultas Teknik UNESA.
- Schwartz, Mel M. 1992. *Composite Materials Handbook*.
- Surdia, Tata dan Kenji Chijiwa. 2013. *Teknik Pengecoran Logam*. Cetakan Ke-10. Yogyakarta: Balai Pustaka.
- Surdia, Tata dan Shinroku Saito. 2015. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Yogyakarta: Balai Pustaka.
- Tim Penulis. 2014. *Buku pedoman Penulisan Skripsi Universitas Negeri Surabaya*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Wahyuni, Ika, dkk. 2008. *Uji Kekerasan Material Metode Rockwell*.

