



## **Pengaruh Variasi Media Pendingin Dan Temperatur Pengecoran Pada AL-Si Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro**

**Zulfikar, Alan Cosmitra Panjaitan, Gatut Prijo Utomo**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia

email: [izulfikar01@gmail.com](mailto:izulfikar01@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Aluminium Memiliki sifat mekanis yang baik seperti sifat mampu cor yang baik, ringan, serta tahan pada korosi. Salah satu material yang sering digunakan untuk membuat komponen tersebut adalah AlSi. Seiring berjalannya waktu komponen akan mengalami kegagalan. Aluminium bentuk murni mempunyai kekuatan yang rendah dan tidak cukup kuat digunakan untuk ketahanan deformasi dan patahan, maka dari itu perlu ditambahkan unsur lain agar meningkatkan kekuatannya. Aluminium dalam bentuk paduan yang sering dikenal dengan istilah aluminium alloy merupakan jenis aluminium yang digunakan cukup besar. Semua jenis aluminium mengandung dua atau lebih unsur kimia yang mampu mempengaruhi sifat mekanik dari paduan tersebut. variable yang digunakan untuk temperatur pengecoran yaitu 800°C, 900°C, dan 1000°C. Dengan waktu tahan 5 menit, pengujian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur heating, meningkatkan sifat mekanisnya dan mengubah struktur mikronya dan diperoleh data uji brinell B Variable 800°C dengan nilai kekerasan pada OLI 20 SAE nilai kekerasannya 48,7 HBr, 900°C pada suhu ruang 100°C nilai kekerasannya 50,8 HBr, 280°C pada air Ph 8 900°C nilai kekerasannya 46,98 HBr

**Kata kunci:** Aluminium, Uji kekerasan, Uji Mikro, Pengecoran

### **ABSTRACT**

Aluminum has good mechanical properties such as good castability, light weight, and resistance to corrosion. One of the materials that is often used to make these components is AlSi. Over time the components will fail. Pure aluminum has low strength and is not strong enough to be used for deformation and fracture resistance, therefore it is necessary to add other elements to increase its strength. Aluminum in the form of an alloy which is often known as aluminum alloy is a type of aluminum that is used quite large. All types of aluminum contain two or more chemical elements that can affect the mechanical properties of the alloy. The variables used for the casting temperature are 800°C, 900°C, and 1000. With a holding time of 5 minutes, this test shows that the higher the heating temperature, the increase in mechanical properties and changes in the microstructure, and the Brinell B Variable test data obtained 800°C with a hardness value at OLI 20 SAE, the hardness value is 48.7 HBr, 900°C at room temperature. 100°C hardness value is 50.8 HBr, 280°C at water Ph 8 900°C hardness value is 46.98 HBr

**Keywords:** Aluminium, Hardness Test, Micro Test, Castin

## PENDAHULUAN

Aluminium adalah logam yang sangat ringan, dengan hanya sepertiga dari baja, tembaga, dan kuningan. Aluminium kuat, dan bahkan beberapa paduan aluminium lebih kuat dari baja. Aluminium berasal dari bijih yang disebut bauksit. Untuk mendapatkan aluminium murni, bauksit mengalami proses pemurnian untuk menghasilkan alumina atau aluminium oksida, yang kemudian dielektrolisis untuk mengubah aluminium oksida menjadi oksigen dan aluminium. Aluminium adalah logam non-ferrous yang paling penting. Aluminium menempati urutan kedua setelah baja (Surdia dan Saito 1999: 129). Paduan AlSi (aluminium-silikon) memiliki kemampuan casting yang sangat baik, kemampuan las yang sangat baik, konduktivitas termal yang tinggi, dan ketahanan terhadap korosi. Karena sifat-sifat ini, paduan aluminium dengan silikon banyak digunakan dalam industri otomotif, pesawat terbang, dan militer. Aluminium adalah logam non-ferrous yang paling umum. Massa jenis aluminium adalah 2,7 g/cm<sup>3</sup>. Dengan meningkatnya penggunaan aluminium di industri, sifat dan perkembangan sifat aluminium terus meningkat. Aluminium bentuk murni memiliki kekuatan yang rendah dan tidak cukup untuk digunakan pada aplikasi yang membutuhkan ketahanan terhadap deformasi dan patah, sehingga perlu ditambahkan elemen lain untuk meningkatkan kekuatan. Aluminium dalam bentuk paduan, sering disebut sebagai paduan aluminium, adalah jenis aluminium yang banyak digunakan saat ini. Semua jenis paduan aluminium mengandung dua atau lebih unsur kimia yang dapat mempengaruhi sifat mekanik paduan. (Buku Pegangan Logam ASM Volume 9, 2004). Paduan aluminium banyak digunakan di berbagai bidang seperti pembangkit listrik, peralatan militer dan transportasi, serta di industri.

## Perumusan Masalah

1. Bagaimana Pengaruh Variasi Media Pendingin dan temperatur pengecoran terhadap kekuatan paduan Al-Si?
2. Bagaimana pengaruh variasi media pendingin dan temperatur pengecoran terhadap struktur mikro paduan Al-Si?

## Batasan Masalah

Batasan Masalah yang digunakan agar penelitian yang dilakukan lebih terarah adalah sebagai berikut :

1. Temperatur pengecoran dalam rantang waktu 800°C, 900°C, 1000°C.
2. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian metalografi dan uji kekerasan.
3. Jumlah benda yang akan diujikan sebanyak 27 spesimen untuk uji kekerasan dan 9 uji struktur mikro

## Tujuan Penelitian

1. Menganalisa pengaruh variasi media pendingin dan temperatur pengecoran perlakuan pengecoran terhadap sifat mekanik dan struktur mikro

## Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan yang telah ditentukan, maka manfaat yang diharapkan dalam penelitian kali ini adalah :

1. Dengan penelitian ini penulis dapat mengetahui pengaruh variasi temperatur dan waktu tahan terhadap paduan Al-Si
2. Agar mahasiswa dapat mengetahui kekuatan dari paduan Al-Si
3. Untuk menambah wawasan dibidang teknik mesin, khususnya terhadap pengecoran

## Metode pengecoran

### Aluminium

Aluminium adalah logam yang sangat ringan, dengan hanya sepertiga dari baja, tembaga, dan kuningan. Aluminium kuat, dan bahkan beberapa paduan aluminium lebih kuat dari baja. Aluminium berasal dari bijih yang disebut bauksit. Untuk mendapatkan aluminium murni, bauksit mengalami proses pemurnian untuk menghasilkan alumina atau aluminium oksida, yang kemudian dielektrolisis untuk mengubah aluminium oksida menjadi oksigen dan aluminium. Aluminium adalah logam non-ferrous yang paling penting. Penggunaan aluminium hanya dapat dilampaui oleh besi dan baja (Surdia dan Saito 1999: 129).

Aluminium memiliki sifat mekanik yang sangat baik seperti kemampuan cetakan, ringan dan ketahanan korosi. Oleh karena itu, sering digunakan dalam pembuatan suku cadang mobil seperti ular sanca motor.

Aluminium memiliki beberapa sifat fisik pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Sifat – Sifat Aluminium

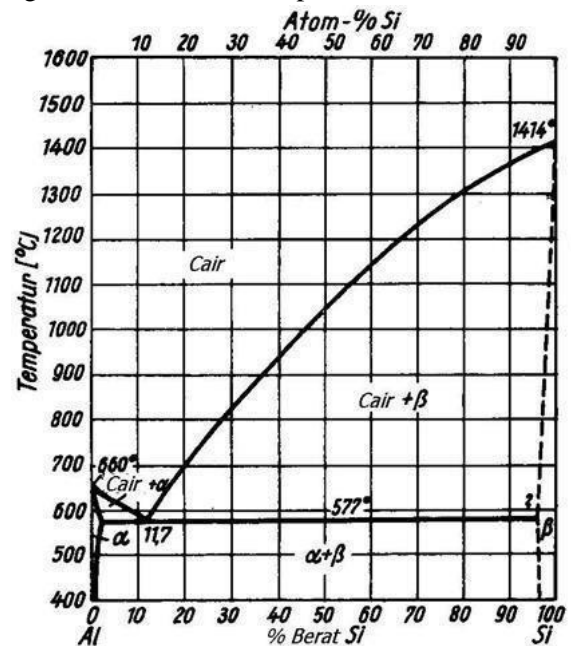
Sifat - Sifat	Kemurnian (Al%)	
	99,996	>99,0
Massa Jenis (20%)	2,6989	2,71
Titik Cair	660,2	653 – 657
Panas Jenis (Cal/g°.C)(100°.C)	0,2226	0,2297
Hantaran Listrik (%)	64,94	59(Dianil)
Tahanan Listrik Koefisien Temperatur (°C)	0,00429	0,0115
Koefisien Penuaian (20-100°C)	23,86 x 10	23,5 x 10
Jenis Kristal, Konstanta Kisi	FCC, a = 4,013	FCC.a = 4,04 A

### Paduan Al-Si

Paduan Al-Si dapat dicairkan dengan sangat baik, memiliki permukaan akhir yang baik, tidak memiliki getas termal, memiliki kemampuan castability dan ketahanan korosi yang baik, sangat

ringan, memiliki koefisien yang rendah, dan

memiliki konduksi listrik dan panas yang baik. Bahan untuk pengelasan logam selama pengelasan paduan Al, baik cor dan paduan tempa. Paduan aluminium-silikon (Al-Si) banyak digunakan di bidang otomotif, terutama piston, karena ketahanan aus dan korosi yang sangat baik, koefisien termal yang rendah, dan rasio kekuatan-terhadap-berat yang tinggi. Paduan aluminium yang digunakan untuk ketahanan aus adalah paduan aluminium berdasarkan paduan aluminium-silikon. Paduan standar Al-Si secara alami mengandung banyak komposisi seperti Fe, Ca, Mg, Mn, dll., dan tujuan utama adalah untuk meningkatkan ketahanan aus. Upaya sedang dilakukan untuk menambahkan elemen logam untuk meningkatkan ketahanan aus paduan Al-Si.



Gambar 2.1 Gambar Diagram Fasa

### Piston

Di dalam silinder mesin, energi yang terkandung dalam bahan bakar dengan cepat diubah menjadi panas dan tekanan selama siklus pembakaran. Nilai panas dan tekanan meningkat dalam waktu yang sangat singkat. Piston menjadi bagian yang terus bergerak di ruang bakar dan bertanggung jawab untuk mengubah energi yang dilepaskan ini menjadi kerja mekanis. Piston adalah sumbat geser hidrolik, pneumatik, yang melekat pada silinder mesin pembakaran internal di dalam silinder pompa. Piston adalah bagian mekanis yang bekerja

sangat keras untuk misinya menahan ledakan di ruang bakar mobil. Selain itu, karena piston beroperasi di bawah tekanan tinggi dan suhu tinggi, ketahanan tekanan piston juga harus tahan panas. Piston terbuat dari aluminium karena harus ringan, kuat dan mampu menahan suhu tinggi. Paduan yang digunakan biasanya komposisi eutektik dengan kandungan silikon 10-13%. Struktur dasar piston adalah silinder berongga, satu sisi dikelilingi oleh, dengan rakitan penampang yang terdiri dari kepala piston dengan cincin sabuk, bos pin, dan rok. Mahkota piston berfungsi untuk masuk ke poros engkol (crankshaft) dengan meneruskan tekanan gas yang dihasilkan oleh campuran udara-bahan bakar melewati pin boss kemudian terbakar melalui pin piston dan connecting rod. Piston umumnya terbuat dari paduan Al-Si eutektik, beberapa dengan komposisi hipereutektik yang mudah dicetak dan ditempa. Paduan Al-Si eutektik telah lama digunakan sebagai bahan piston. Proses penuangan logam cair ke dalam cetakan pasir untuk membentuknya (penuangan pasir).

Secara sederhana, cetakan pasir ini dapat diartikan sebagai rongga yang diisi dengan logam (logam cair) yang telah dilebur dengan pemanasan, dengan benda-benda berbagai bentuk yang terbentuk di atas massa pasir. Bagian cetakan pasir adalah: Rongga 1 (rongga cetakan) Ini adalah ruang di mana logam cair dituangkan ke dalam cetakan. Bentuk rongga ini sama dengan bagian yang akan dicor. Rongga cetakan dibuat menggunakan pola 2. Inti Buat rongga di objek cor.

Inti dibuat terpisah dari cetakan dan dirakit saat menggunakan cetakan. Bahan inti harus tahan terhadap suhu leleh logam, setidaknya bahan pasirmnya. Sistem Gerbang ke-3 (Sistem Intake) Ini adalah pintu masuk ke rongga cetakan dari saluran turun. Tergantung pada ukuran rongga cetakan yang mengisi logam cair, mungkin ada beberapa sistem gerbang dalam cetakan. 4. Sariawan (saluran bawah) Pintu masuk luar dalam posisi vertikal. Saluran ini juga bisa berganda, tergantung kecepatan beton yang diinginkan 5. Baskom pengecoran Sebuah ceruk cetakan yang digunakan untuk memperlambat laju di mana logam cair memasuki sariawan dari sendok. Aliran logam yang tinggi menyebabkan erosi sariawan dan dapat terkontaminasi oleh kontaminan Kontaminan logam yang meleleh dari tungku cetakan 6. Riser (perbaikan) Ini adalah cadangan logam cair yang

membantu mengisi kembali rongga cetakan selama penyusutan pemadatan.

### *Proses Pendinginan Pengecoran*

Proses pengecoran pada dasarnya terdiri dari menuangkan logam cair ke dalam cetakan berpola sebelumnya sampai logam cair mengeras dan kemudian mengeluarkannya dari cetakan. Ada empat faktor yang mempengaruhi atau mencirikan proses pengecoran. 1. Logam cair mengalir ke rongga tekanan. 2. Perpindahan panas terjadi selama pemadatan dan pendinginan logam dalam cetakan. 3. Pengaruh bahan cetakan. 4. Pembekuan logam dari keadaan cair. Teori Kekerasan Kekerasan adalah kemampuan logam untuk menyerap gaya dalam bentuk penetrasi, depresi, erosi, atau goresan. Kekerasan berkorelasi dengan sifat kekuatan dan ketahanan aus.

Sifat Kekuatan Material:

Kekerasan material adalah ukuran ketahanan material terhadap deformasi plastis lokal (seperti ketika ada goresan kecil atau penyok). Uji kekerasan pertama didasarkan pada skala mineral alami yang dibangun di atas kapasitas hanya satu bahan. Gores bahan lain yang lebih lembut. Ada banyak metode uji kekerasan yang berbeda, tetapi uji Brinell digunakan dalam penelitian ini. Metode Brinell diperkenalkan oleh JA Brinell pada tahun 1900. Dalam pengujian ini, baja atau bola tungsten karbida berdiameter 10 mm (0,4 inci) ditekan ke permukaan dengan beban 500, 1500, 3000 kg. Angka kekerasan Brinell (HB) didefinisikan sebagai: rasio beban P dengan luas permukaan depresi. Semakin keras bahan yang akan diuji, semakin kecil lekukannya. Oleh karena itu, beban 1500 kg atau 3000 kg biasanya direkomendasikan untuk mendapatkan kurva yang cukup besar agar akurat. Itu tergantung pada kondisi bahan.

*Teori Mikro*

Struktur mikro merupakan struktur yang bisa diamati dengan mikroskop optik, mikroskop optik dapat memperbesar struktur hingga 1500 kali pembesaran.

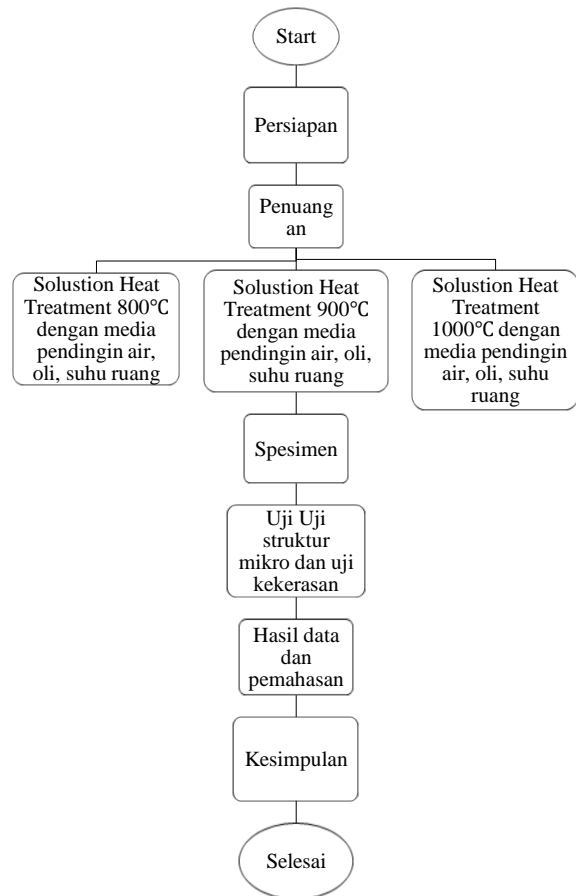
Untuk dapat Mengamati struktur mikro sebuah material oleh microskop optik, maka harus dilakukan tahapan- tahapan sebagai berikut.

1. Melakukan pemolesan secara bertahap sehingga lebih halus 0,5 micron. Proses ini biasanya dilakukan dengan menggunakan amplas secara bertahap dimulai dengan grid yang kasar (100) sampai grid halus (2000). Dilanjutkan dengan pemolesan oleh mesin poles dibantu dengan larutan poles.
2. Etsa dilakukan setelah memperluas struktur mikro. Etsa adalah membilas atau mencelupkan permukaan material yang akan diamati kedalam sebuah larutan kimia yang dibuat sesuai

kandungan paduan logamnya. Hal ini dilakukan untuk memunculkan fasa- fasa yang ada dalam struktur mikro

3. Hasil foto mikro dapat dilakukan perhitungan presentase fasa Al-Si. Pada hasil pengujian foto mikro butiran yang berwarna terang yaitu aluminium sedangkan berwarna gelap yaitu disebut silikon.
4. Metode point count adalah salah satu metode untuk menghitung persentase fasa yang tersebar dalam struktur mikro. Di dalam menghitung metode dilakukan dengan cara membuat garis yakni kotak-kotak pada gambar sruktur mikro hingga didapatkan 100 tiitk, setelah itu presentase fasa yang dicari dihitung menggunakan rumus.

**PROSEDUR EKSPERIMEN**



**Persiapan Alat Dan Bahan**

*Bahan*

Bahan yang digunakan adalah aluminium paduan yang mengandung beberapa unsur kimia. Pada paduan ini bahan yang digunakan adalah:

- Aluminium (Al 6061) dalam bentuk batangan yang ada dipasaran.
- Piston/Silikon (Si) dalam piston yang ada dipasaran

Persiapan bahan dilakukan dengan memotong sejumlah aluminium serta menimbang Silikon sebanyak 10 Kg Al 6061 dan 10 Kg Piston/Si. Penimbangan tersebut untuk mempermudah pemasukan kedalam kowi. Kemudian dua bahan dicampur sesuai dengan komposisi yang diinginkan. Pada peleburan bahan ini, total berat paduan Al 6061 10 Kg dan piston/Si 10 Kg.

### Peleburan Al-Si

1. Aluminium dimasukkan kedalam kowi
2. Dapur dinyalakan, pada saat penyalaan temperatur tidak boleh langsung tinggi karena akan menimbulkan shock temperature yang akan menyebabkan kowi pecah.
3. Setelah aluminium meleleh dilakukan pengadukan dengan menggunakan pengaduk yang terbuat dari baja.
4. Apabila aluminium sudah mencair seluruhnya potongan-potongan tembaga dimasukkan sedikit demi sedikit.
5. Membuang terak yang ada.
6. Dengan menggunakan penyiduk, logam cair diambil dan dituang kedalam cetakan ingot yang sudah disiapkan.

Bahan dasar yang digunakan adalah ingot paduan Aluminium dan Silikon. Alat-alat yang dipergunakan sebagai berikut:

- Gergaji mesin, ragam, dan timbangan  
Gergaji mesin digunakan untuk memotong ingot Al-Si yang berupa ingot serta untuk memotong spesimen yang telah selesai dituang guna untuk memisahkan dengan bekas saluran turun dan saluran masuk.
- Dapur crusible tipe stationary  
Sebelum dipergunakan untuk proses peleburan dapur tersebut dibersihkan terlebih dahulu, kemudian bahan dimasukkan.
- Penyiduk  
Sebelum digunakan penyiduk harus dipanaskan terlebih dahulu yang bertujuan untuk menghindari shock temperatur.
- Cetakan  
Cetakan yang dipergunakan adalah cetakan pasir, cetakan pasir ini dibuat dengan tangan karena jumlah produksinya kecil.
- Thermokopel, pengaduk, plunger  
Temperatur selalu diperiksa dengan menggunakan thermokopel, untuk meratakan logam cair supaya tercampur rata digunakan pengaduk. Sedangkan

untuk memasukkan fluks dan degasser digunakan plunger.

### Pembuatan Sampel Penelitian

Sampel uji yaitu Al-Si berjumlah 54 Sampel

- a. Uji kekerasan = 27 sampel
- b. Uji mikro = 27 sampel

### Pengujian Kekerasan

Uji kekerasan yang paling banyak dipergunakan di Amerika Serikat adalah uji kekerasan Brinell. Hal ini disebabkan oleh sifat-sifatnya yaitu: cepat, bebas dari kesalahan manusia, mampu untuk membedakan perbedaan kekerasan yang kecil pada baja yang diperkaskan dan ukuran kelekukannya kecil, sehingga bagian yang mendapat perlakuan panas yang lengkap, dapat diuji kekerasannya tanpa menimbulkan kerusakan. Pengujian kekerasan dengan metode Brinell ini menggunakan standart ASTM E 18-15. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Material Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya



Gambar 3.1 Alat uji Kekerasan (Brinell Microhardness Test)

- Meletakkan pentrator pada benda uji
- Memberikan pembebanan sebesar 100 kg.
- Menunggu saat pembebanan selama kira – kira 5 menit
- Mengangkat pembebanan dari permukaan bahan
- Melihat hasil uji kekerasan yang

- ditampilkan pada layar monitor
- Mengulangi pengujian seperti langkah – langkah diatas sebanyak 3 kali pada tempat yang berbeda – beda

*Pengujian Struktur Mikro*

Pengujian struktur mikro ini bertujuan untuk mengamati struktur mikro pada paduan Al-Si, terutama untuk mengamati perubahan struktur mikro dari material yang diakibatkan dari proses heat treatment.

Persiapan spesimen sama dengan persiapan untuk pengujian kekerasan Brinell, yaitu permukaan atas dan bawah harus sejajar, merata dan harus mengkilap. Pengerjaan selanjutnya setelah diampas sampai nomor terhalus adalah pemolesan menggunakan media abrasif (autosol). Tujuannya adalah untuk membentuk permukaan yang mengkilap, sehingga dapat diperoleh pemantulan cahaya yang baik saat dilakukan pengamatan dibawah mikroskop. Selain itu juga bertujuan untuk menghilangkan sisa-sisa partikel abrasif serta ampas yang masih tertinggal pada benda uji. Proses pemolesan dengan menggunakan kain beludru yang sudah diberi autosol. Untuk menampakkan karakteristik struktur logam benda uji dilakukan proses etsa pada permukaan benda yang diamati. Etsa berupa HNO<sub>3</sub> 2,5% akan bereaksi dan melarutkan bagian-bagian tertentu, sehingga secara mikro permukaan akan mengalami pengkorosian. Dengan demikian saat pengamatan, pemantulan yang terjadi akan berbeda dan kemudian kita dapat mengamati struktur yang berbeda satu dengan yang lain.

Akhir dari proses etsa, benda uji dibersihkan dengan alcohol dan dikeringkan sesaat, dengan menggunakan mikroskop beserta kameranya bagian-bagian tersebut dipotret dan diamati strukturnya. Pada penelitian ini pembesaran yang dipakai adalah 1000 X.



Gambar 3.2 Alat Uji Struktur Mikro

**Analisa & pembahasan**

Tabel 4.1 Data penelitian hasil pengamatan kekerasan dan struktur mikro

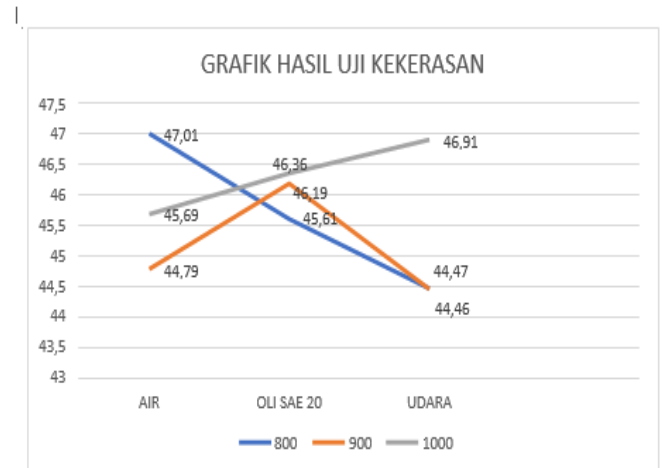
N o.	Spesi men	Juml ah	Temper atur	Pendingi nan
1.	Air 800°C	3	800°C	Air
2.	Oli 800°C	3	800°C	Oli
3.	Suhu Ruang 800°C	3	800°C	Suhu Ruang
4.	Air 900°C	3	900°C	Air
5.	Oli 900°C	3	900°C	Oli
6.	Suhu Ruang 900°C	3	900°C	Suhu Ruang
7.	Air 1000°C	3	1000°C	Air
8.	Oli 1000°C	3	1000°C	Oli
9.	Suhu Ruang 1000°C	3	1000°C	Suhu Ruang

Keterangan :

1. Spesimen hasil pengecoran dengan temperatur 800°C dengan media pendingin Air Ph8
2. Spesimen hasil pengecoran dengan temperatur 800°C dengan media pendingin Oli SAE 40
3. Spesimen hasil pengecoran dengan temperatur 800°C dengan media pendingin suhu ruang
4. Spesimen hasil pengecoran dengan temperatur 900°C dengan media pendingin Air Ph8
5. Spesimen hasil pengecoran dengan temperatur 900°C dengan media pendingin Oli SAE 40
6. Spesimen hasil pengecoran dengan temperatur 900°C dengan media pendingin Suhu ruang
7. Spesimen hasil pengecoran dengan temperatur 1000°C dengan media pendingin Air Ph8
8. Spesimen Hasil pengecoran dengan temperatur 1000°C dengan media pendingin Oli SAE 40
9. Spesimen Hasil pengecoran dengan temperatur 1000°C dengan mediapendingin suhu ruang

Variable	Nilai Kekerasan
Air Ph8 800°C	47,01
Air Ph8 900°C	44,79
Air ph8 1000°C	45,69
Oli SAE 20 800°C	45,61
Oli SAE 20 900°C	46,19
Oli SAE 20 1000°C	46,36
Suhu Ruang 800°C	44,47
Suhu Ruang 900°C	44,46
Suhu Ruang 1000°C	46,91

Hasil Pengujian Kekerasan Brinnel :



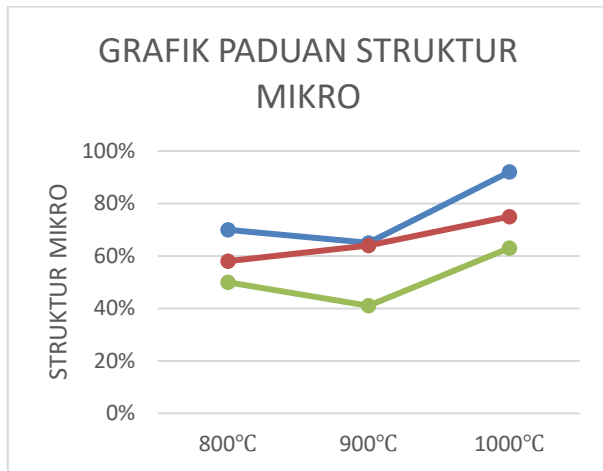
Dari hasil grafik di atas dapat dianalisa bahwa kekerasan tertinggi terdapat pada media pendingin air dengan suhu 800°C dengan nilai 47,01 sedangkan yang terendah terdapat pada suhu ruang dengan nilai 44,46

Data Butiran Struktur Mikro

Tabel 4.3 Data Butiran Struktur Mikro

Variable	Butiran Silikon
Air Ph 800°C	70%
Air Ph 8 900°C	65%
Air Ph 8 1000°C	92%
Oli SAE 40 800°C	58%
Oli SAE 40 900°C	64%
Oli SAE 40 1000°C	75%
Suhu Ruang 800°C	50%
Suhu Ruang 900°C	41%
Suhu Ruang 1000°C	63%





Berdasarkan hasil uji struktur mikro dengan pengecoran suhu 1000°C diatas dapat disimpulkan bahwa nilai butiran tertinggi terdapat pada media pendingin air dengan hasil silikon 92%

## KESIMPULAN

### Kesimpulan

Berdasarkan Hasil uji struktur mikro dengan pengecoran di suhu 1000°C di atas dapat disimpulkan bahwa nilai butiran tertinggi terdapat pada media pendingin air dengan hasil nilai 92%. Sedangkan untuk kekerasan tertinggi terdapat pada media pendingin air dengan suhu 800°C dengan Nilai 47,01 BHN.

### Saran

Dengan keterbatasan dalam melakukan penelitian, penulis berharap untuk penelitian selanjutnya bisa lebih baik lagi, dengan memperhatikan hal – hal sebagai berikut :

1. Pada proses pengadukan cairan cor diharapkan lebih merata sehingga bahan material tercampur merata.
2. Pada proses pemotongan material menjadi spesimen uji lebih diperhatikan lagi.
3. Pada proses pengamplasan material diharapkan lebih halus lagi agar mudah untuk melakukan pengujian
4. Hasil penelitian ini kekerasan material piston hasil daur ulang limbah piston bekas masih dibawah dari kekerasan material asli. Sehingga perlu

dilakukan studi lebih lanjut untuk meningkatkan kekerasan material piston hasil daur ulang limbah piston bekas.

## DAFTAR PUSTAKA

Adawiyah, R., Murdjani, & Hendrawan, A. (2014). Pengaruh Perbedaan Media Pendingin Terhadap Struktur mikro Dan Kekerasan Pegas Daun Dalam Proses Hardening. *Poros Teknik*, 6(2), 88–95.

Bhirawa, W. (2015). Proses Pengecoran Logam Dengan Menggunakan Sand Casting. *Jurnal Teknik Industri*, 4(1), 31–41.

Febryanto, D. (2021). PENGARUH VARIASI WAKTU TAHAN DAN TEMPERATUR PERLAKUAN PANAS T5 PADA AISi TERHADAP KEKUATAN DAN STRUKTUR MIKRONYA. *Publikasi Online Mahasiswa Teknik Mesin Volume 4 No.1*

Flood, J. H. and I. (2012). No TitleФормирование парадигмальной теории региональной экономики. In *Экономика Региона* (Issue Kolisch 1996).

Prayogi, A., & Suhardiman. (2019). Analisa pengaruh variasi media pendingin pada perlakuan panas terhadap kekerasan dan struktur mikro baja karbon rendah. *Jurnal Polimesin*, 17(2), 29–37.

Purwanto, H., Darmanto, D., Kholis, N., & Mufidin, W. (2021). Pengaruh Variasi Temperatur Tuang pada Pengecoran Daur Ulang Al-Si terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan dengan Pola Styrofoam. *JMPM (Jurnal Material Dan Proses Manufaktur)*, 5(1), 43–51. <https://doi.org/10.18196/jmpm.v5i1.12441>

