



## **ANALISA PENGARUH VARIASI HOLDING TIME DAN TEMPERATUR AGING DENGAN PENAMBAHAN BUBUK BESI PADA ALUMINIUM 6061 TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN SETELAH PERLAKUAN PANAS T6**

**Muhammad Fiqih Arif Rochman, Edi Santoso ST, MT**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia  
email: mfiqiharifr412@gmail.com

### **ABSTRAK**

Seiring waktu berkembangnya zaman aluminium yang sifatnya ulet dan ringan dengan sifat bubuk besi yang keras. Diantara sifat material yang di inginkan adalah tangguh dan ringan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kekuatan komposit aluminium berpenguat bubuk besi yang dibuat dengan metode send casting. Analisa dilakukan dengan dua pengujian, yaitu hasil uji kekerasan dan hasil uji mikro. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa penambahan bubuk besi hingga 6% dengan variasi waktu yang lama mampu meningkatkan kekerasan komposit Al-FE Pada bubuk besi 6% kekerasan mengalami penurunan apabila waktu penahan yang sebentar.

**Kata kunci:**aluminium, bubuk besi, kekerasan dan mikro.

### **PENDAHULUAN**

Semakin pesat majunya dunia teknologi dan dunia perindustrian, penggunaan aluminium sering sekali dibutuhkan khususnya dalam manufacture dan juga dalam dunia otomotif. Selain itu aluminium jika dipadukan dengan unsur-unsur tertentu akan mempunyai sifat fisis dan mekanis yang unggul, seiring waktu berkembangnya kemajuan zaman, sehingga perlu dilakukan suatu usaha untuk memperbaiki sifat-sifat material tersebut, yaitu dengan merubah sifat mekanisnya, adapun sifat mekanis dari material antara lain : kekerasan, keuletan, kelelahan dan lain-lain..

Aluminium adalah material logam bukan besi (non ferro), aluminium ini mempunyai keunggulan yaitu berat jenisnya yang ringan dan kekakuannya dapat ditingkatkan dengan cara paduan (alloying) dan memberi perlakuan panas (heat treatment). Aluminium atau logam yang

mempunyai sifat ringan dan tahan korosi digunakan sebagai matrik dan bubuk besi sebagai penguat guna untuk menghasilkan aluminium komposit dengan sifat mekanik yang bagus dengan biaya murah dan dapat bersaing dengan jenis komposit yang lain. Dimana komposit adalah suatu material yang tersusun atas dua unsur campuran atau lebih yang berlainan yang merupakan bahan gabungan secara makro. Maka dari itu, secara sederhana komposit dapat di definisikan sebagai suatu sistem material yang tersusun dari dua atau lebih unsur campuran yang secara makro berbeda dalam perpaduan komposisi dan tidak dapat dipisahkan.

Penelitian yang akan di lakukan merupakan pembahasan tentang perlakuan panas pada pengecoran aluminium bubuk besi dengan variasi massa 6% dan variasi dari pengaruh temperatur aging dan holding time. yang bertujuan untuk

mengetahui perubahan mekanik dan struktur mikro.

## DASAR TEORI

### Komposit

Komposit adalah struktur yang dibuat dari bahan-bahan yang berbeda-beda, ciri-cirinya pun tetap terbawa setelah komponen terbentuk sepenuhnya. Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material sehingga dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya.

Komposit memberikan suatu pengertian yang sangat luas dan berbeda-beda, serta mengikuti situasi dan perkembangan bahan itu sendiri. Gabungan dua atau lebih bahan merupakan suatu konsep yang diperkenalkan untuk menerangkan definisi komposit. Walaupun demikian definisi ini terlalu umum, karena komposit ini merangkumi semua bahan termasuk plastik yang diperkuat dengan serat, logam alloy, keramik, polimer, plastik berpengisi atau apa saja campuran dua bahan atau lebih untuk mendapatkan suatu bahan yang baru.

Komposit memiliki sifat mekanik yang lebih bagus dari logam, kekakuan jenis (modulus Young/density) dan kekuatan jenisnya lebih tinggi dari logam. Beberapa lamina komposit dapat ditumpuk dengan arah orientasi serat yang berbeda, gabungan lamina ini disebut sebagai laminat.

Komposit dibentuk dari dua jenis material yang berbeda, yaitu:

1. Penguat (Reinforcement), yang mempunyai sifat kurang elastis tetapi lebih kaku serta lebih kuat.

2. Matriks, umumnya lebih elastis tetapi mempunyai kekuatan dan kekakuan yang lebih rendah.

Secara garis besar ada 3 macam jenis komposit berdasarkan penguat yang digunakannya, yaitu :

1. Fibrous Composites (Komposit Serat). Merupakan jenis komposit yang hanya terdiri dari satu lapisan yang menggunakan penguat berupa serat (fiber). Serat (fiber) yang digunakan bisa berupa glass fibers, carbon fibers, aramid fibers (poly aramide), dan sebagainya.

2. Laminated Composites (Komposit Laminat). Merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat sendiri.

3. Particulate Composites (Komposit Partikel). Merupakan komposit yang menggunakan partikel atau serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriksnya.

Maka komposit ialah dua macam atau lebih material yang digabungkan atau dikombinasikan dalam skala makroskopis (dapat terlihat langsung oleh mata) sehingga menjadi material baru yang lebih berguna.

Komposit terdiri dari 2 bagian utama yaitu :

1. Matriks, berfungsi untuk perekat atau pengikat dan pelindung filler (pengisi) dari kerusakan eksternal.

2. Filler (pengisi), berfungsi sebagai Penguat dari matriks (Herman, 2010).

### Aluminium

Aluminium adalah bahan campuran yang mempunyai sifat-sifat logam, terdiri dari dua atau lebih unsur-unsur, dan sebagai unsur utama campuran adalah logam. Penggunaan aluminium sebagai logam berada pada urutan yang kedua setelah besi dan baja, dan merupakan urutan tertinggi diantara logam non ferro. Aluminium ditemukan pertama kali oleh Sir Humphrey Davy dalam tahun 1809 sebagai suatu unsur, dan pertama kali direduksi oleh HC Oersted tahun 1825. Aluminium diklasifikasikan menjadi dua yaitu :

1. Aluminium murni  
Kemurnian aluminium dapat mencapai 99,85% sampai 99,99%. Ketahanan korosi dari

aluminium berubah menurut kemurniannya. Pada umumnya untuk kemurnian 99,0% atau di atasnya dapat digunakan di udara dan akan bertahan dalam waktu beberapa tahun.

Aluminium merupakan logam yang lunak, tahan lama, ringan, dan dapat ditempa dengan penampilan luar bervariasi antara keperakan hingga abu-abu, tergantung kekasaran permukaannya.

Aluminium memiliki berat sekitar satu pertiga baja, sehingga mudah ditebuk, diperlakukan dengan mesin, dicor, ditarik dan diekstrusi.

## 2. Aluminium paduan

Merupakan paduan aluminium dengan unsur – unsur lain yang bertujuan untuk mendapatkan sifat lain yang diinginkan.

Logam aluminium paduan merupakan salah satu logam paduan yang sangat penting di bidang teknik, diantaranya untuk bahan struktur pesawat terbang, otomotif, kapal dan industri lain.

Logam aluminium mempunyai karakteristik yang menguntungkan, diantaranya adalah mempunyai sifat tahan terhadap korosi, ringan, dan kekuatan mekaniknya dapat ditingkatkan dengan pengerjaan dingin atau panas, sebagai penghantar panas yang baik, dan memiliki kegunaan yang sangat luas.

## Besi

Besi adalah unsur kimia dengan simbol Fe atau bahasa latinnya ferrum dan nomor atom 26. Besi ini merupakan logam pada deret transisi utama. Besi juga merupakan unsur keempat terbesar pada permukaan kerak bumi. Besi juga banyak digunakan manusia sebagai keperluan dalam membuat bangunan karena sifat besi sendiri yang kuat. Maka dari itu sekarang sudah ada alat yang digunakan untuk mengukur kekuatan dan ketahanan dari besi, sebenarnya bukan hanya untuk mengukur besi, tapi masih banyak seperti, batu, baja, logam, kayu dan lain-lain. Fungsi alat ini tentunya untuk mengukur seberapa kuat dari bahan tersebut agar pada saat digunakan dalam pekerjaan tahu apakah bahan tersebut safety atau tidak. Alat yang dimaksud adalah Hardness Tester, alat ini banyak diperjual

belikan di toko-toko ataupun perusahaan . Rekomendasi situs yang menjual alat semacam ini ada di Alat Ukur Indonesia, disana banyak menjual alat ukur seperti Hardness Tester dengan memiliki kualitas bagus dan garansi serta memiliki harga yang kompetitif.

Logam besi harganya juga tergolong murah, dan untuk mencegah besi menjadi berkarat kita melapisinya dengan cat, plastik untuk menyingkirkan air pada permukaan besi. Besi juga digunakan sebagai campuran untuk membuat baja, dan ukuran baja jelas lebih kuat dari besi tanpa campuran. Kekuatan baja bisa mencapai 1000 kali lipat dibanding dengan besi yang menjadi bahan campuran pembuatan baja.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan penentuan pendekatan penelitian sehingga diperoleh solusi yang tepat atas masalah yang diteliti. Terkait dalam penelitian ini dengan menggunakan pendekatan kuantitatif yaitu penelitian mulai dari pengumpulan data, penelitian dengan penggunaan data berupa angka kemudian diuji dengan analisa data yang bersifat variable yang menekankan pada analisa aluminium komposit-bubuk besi terhadap struktur mikro. Kemudian bahan uji dibuat dengan teknik replikasi yaitu suatu teknik yang menggunakan cara menyalin dan mendistribusikan data dari suatu database ke database yang lain. Dan selanjutnya, mensinkronisasikan antar database untuk menjaga konsistensi. Sedangkan dengan pengambilan sampel menggunakan teknik random sampling Sampel adalah himpunan bagian (subset) dari suatu populasi, sedangkan sampling adalah proses seleksi dan pengambilan sebuah sampel dari populasinya. Teknik pengambilan sampel dimana semua individu dalam populasi baik secara sendiri-sendiri atau bersama-sama diberi kesempatan yang sama untuk dipilih sebagai anggota sampel. Kemudian pengumpulan data dilakukan dengan metode observasi. Merupakan teknik pengumpulan data, dimana peneliti melakukan pengamatan secara

langsung ke objek penelitian untuk melihat dari dekat kegiatan yang dilakukan. Sering kali diartikan sebagai pengamatan dan pencatatan secara sistematis terhadap gejala yang tampak pada subyek penelitian. Metode penelitian dengan menggunakan penafsiran dan penarikan kesimpulan yang berlaku secara umum dari sampel yang tersedia atau variable.

**Gambar 1.** Tabel alur penelitian

Dimana pertama-tama kita siapkan aluminium 6061 batangan yang sudah dipotong dengan ukurannya yang sama, pemotongan itu sendiri bertujuan untuk mempercepat proses peleburan dan untuk efisiensi dalam penimbangan atau pembagian yang akan digunakan pada proses peleburan nantinya.

Kedua kita siapkan bubuk besi sebagai penguat, akan tetapi bubuk besi disini masih terdapat gram, maka dari itu bubuk besi kita lakukan pengayakan. Pengayakan itu sendiri dimaksudkan guna untuk mendapatkan bubuk besi yang halus dan menghilangkan kotoran gram. Setelah proses pengayakan, bubuk besi kita lakukan penimbangan dengan varisai yang sudah ditentukan kemudian digunakan sebagai penguat.

**Proses peleburan**

Pada proses peleburan ini aluminium 6061 batangan yang sudah dipotong dengan ukuran yang sama dilakukan penimbangan guna untuk menentukan fraksi kebutuhan yang akan digunakan. Setelah itu potongan aluminium kita masukkan kedalam kowi, sesudah merasa cukup kowi kita masukkan kedalam tungku dan ditutup lalu kita mulai peleburan. Suhu kowi di ukur menggunakan thermocopel Setelah tungku pada suhu 650°C barulah kita memasukkan bubuk besi yang sudah kita timbang sesuai dengan variabel yang sudah ditentukan.

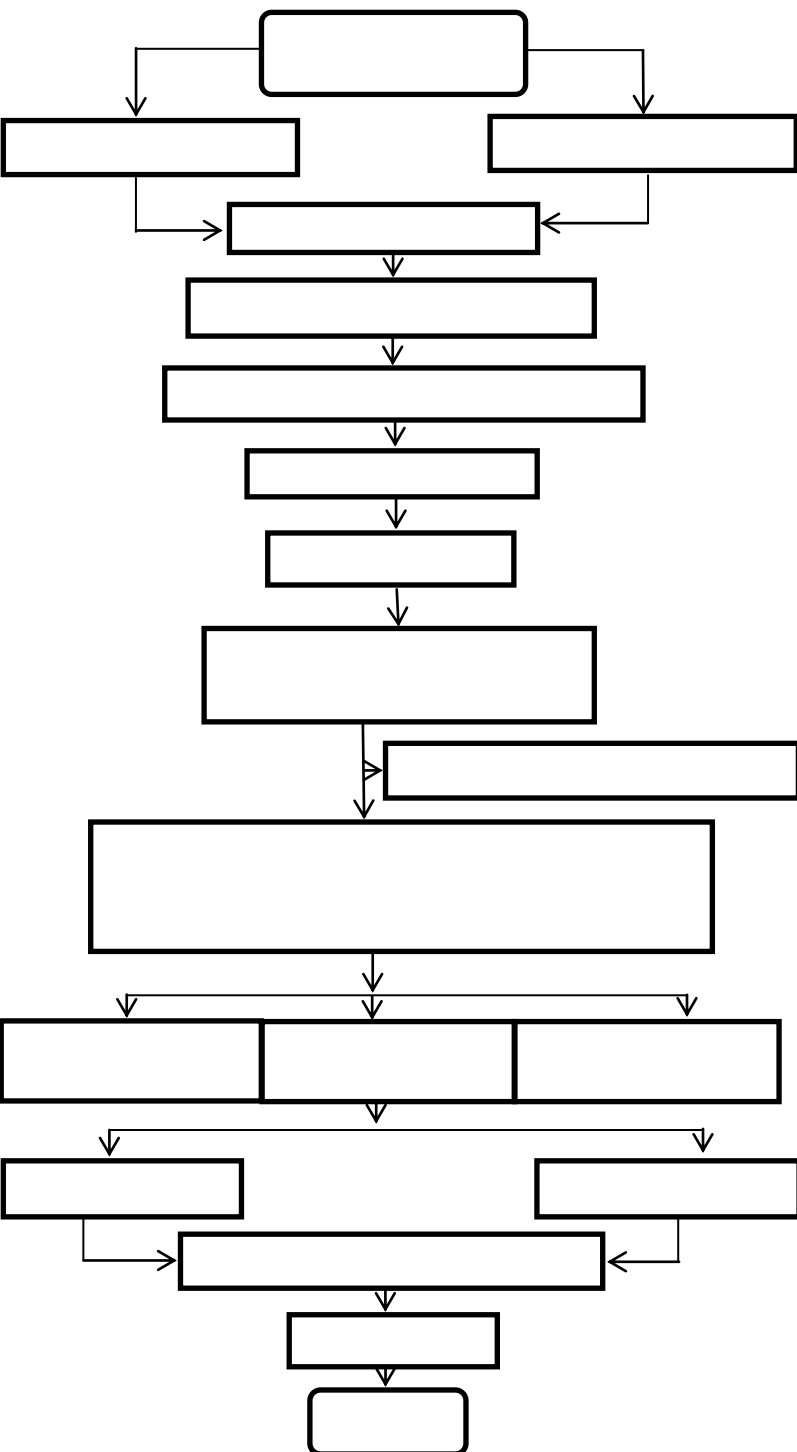
**1. Penuangan dan pendinginan coran.**

**a. Penuangan**

Setelah percampuran tersebut barulah dilakukan pengadukan selama kurang lebih 5 menit secara manual hingga percampuran dianggap merata, barulah kita melakukan pengambilan spesimen cair tersebut lalu kita tuangkan kedalam cetakan pasir yang sudah disiapkan sebelumnya.

**b. Pendinginan**

**Alur penelitian**



Setelah proses penuangan kedalam cetakan selesai kita tunggu selama kurang lebih 60 menit hingga cairan coran tadi benar-banar memadat dengan sempurna. Sesudah itu coran kita keluarkan dari dalam cetakan pasir dan kita biarkan dingin dalam suhu ruang.

### 2. Proses perlakuan panas T6

Setelah proses pengecoran sampai pembentukan ukuran spesimen selesai barulah kami lakukan proses pemanasan T6, dimana proses ini kami lakukan di laboratorium Politeknik Untag Surabaya. Langkah pertama untuk perlakuan panas T6 ini adalah mempersiapkan tanur yang akan dipakai, disini kami menggunakan Tanur Furnace 30400, setelah itu spesimen kita masukkan kedalam tungku, setelah spesimen tertata rapi kita tutup pintu tanur kemudian nyalakan tanur kemudian kita seting temperature yang akan digunakan dan tunggu sesuai dengan penahan yang sudah ditentukan. Setelah proses pemanasan selesai kita ambil spesimen-spesimen tersebut dan masukkan kedalam tempat pendinginan yang sudah disiapkan sebelumnya. Pendinginan disini kami menggunakan Oli dengan SAE 20W-50. Lama pendinginan yang di lakukakn kurang lebih 30 menit setelah itu spesimen dibersihkan dari sisa-sisa oli.

### 3. Aging

Setelah perlakuan panas T6 selesai spesimen kita aging dengan variasi suhu 140°C,160°C,180°C menggunakan oven listrik. Langkah pertama kita masukkan spesimen kedalam oven, setelah itu kita setting dengan suhu yang sudah ditentukan. Kemudian kita mulai pemanasan dengan suhu ruang dalam oven listrik, setelah mencapai suhu yang sudah ditentukan spesimen dengan variasi Fe 6% kita tahan dengan waktu konstan 3,4,5 jam.

### 4. Uji Kekerasan

Dilakukannya pengujian kekerasan ini adalah guna untuk mengetahui sifat mekanik atau harga kekerarasn suatu material pada titik – titik tertentu. Uji kekerasan dilakukan di Lab Material

UNTAG Surabaya, pengujian ini menggunakan alat uji Rockwell B, dengan skala beban 100 kg.

### 5. Uji Mikro

Sebelum melakukan uji mikro, kita lakukan pengamplasan dari mulai grid yang paling kasar (100) sampai dengan grid yang halus (2000), setelah itu spesimem kita poles memakai serbuk alumina atau autosoll, setelah itu kita lakukan etsa sebelum kita lakukan uji mikro.

### 6. Analisa pengolahan data

Analisa data dilakukan setelah mendapatkan data setelah pengujian kekerasan dan struktur mikro pada spesimen aluminium 6061-bubuk besi

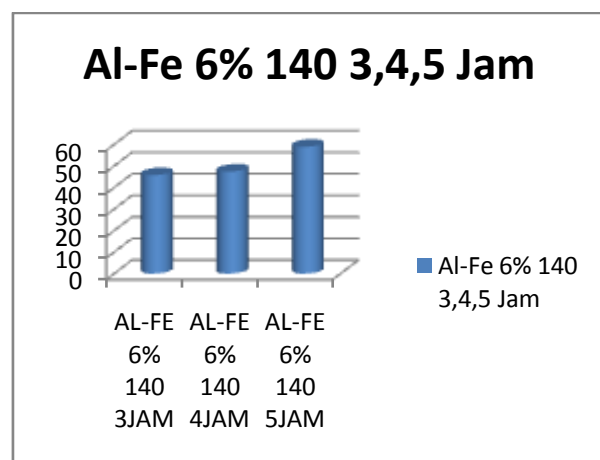
### 7. Kesimpulan

Dari hasil analisa data baru kita dapat menyimpulkan data yang sudah didapat

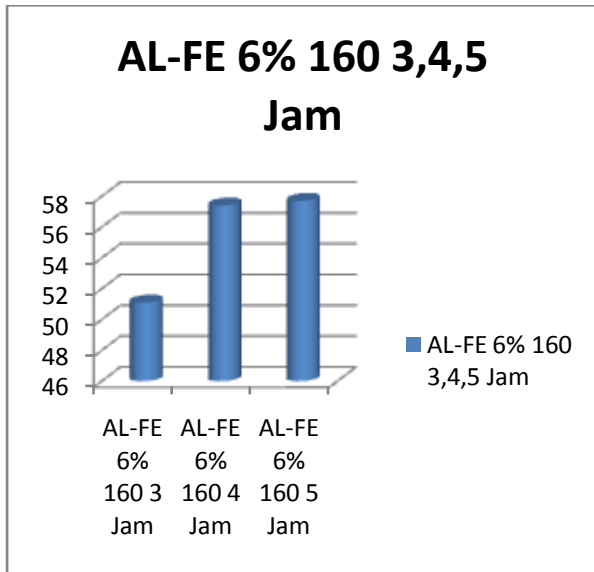
## PEMBAHASAN

### Hasil Uji Kekerasan

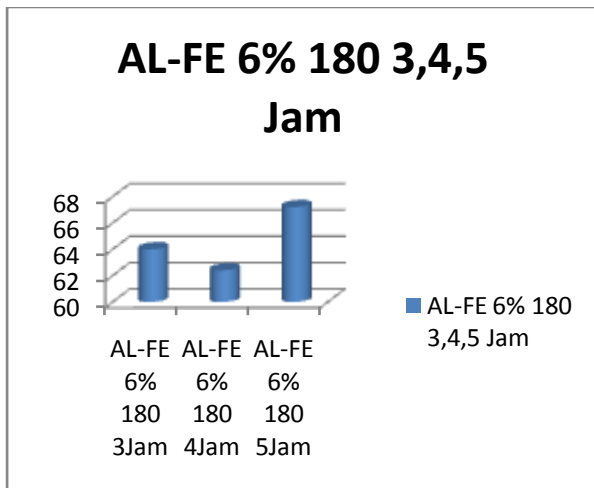
Uji kekerasan disini saya lakukan guna untuk melihat sebuah nilai/harga kekerasan pada benda uji, sehingga dapat menngetahui distribusi kekerasannya. Uji kekerarasan ini dilakukan di Lab Material Teknik mesin Untag Surabaya, pada pengujian kekerasan di lakukan 5 titik uji dan penahanan beban 5 detik, benda uji menggunakan alat uji Rockwell Scale B.



**Gambar 2.**Diagram Rata-rata AL-FE 6% temperatur 140 dengan waktu 3,4,5 jam



**Gambar 3.** Diagram Rata-rata AL-FE 6% 160<sup>0</sup> 3,4,5 Jam



**Gambar 4.** Diagram Rata-rata AL-FE 6% 180<sup>0</sup> 3,4,5 Jam

**Tabel nilai Rata-rata uji kekerasan sesudah perlakuan panas T6**

NO.	Holding Time	Temperatur Aging		
		140 <sup>0</sup>	160 <sup>0</sup>	180 <sup>0</sup>
1	3 Jam	45,7	51,1	64
2	4 Jam	47,4	57,4	62,4
3	5 Jam	58,9	57,7	67,2

dari nilai rata-rata pengujiankekerasan diatasmengetahuifatmekanikspesimen

aluminium6061 bubukbesiyang dimana yangtemperature tinggidantahanwaktulebihlama itutingkat kekerasanyalebihtinggidibandingkanyang tingkat kekerasanya rendah dengan suhu rendahdantahan waktu yang lebih cepat.

**Hasil Uji Mikro**

**Foto spesimen AL-FE 6% 140<sup>0</sup> 3,4,5 jam**



**140<sup>0</sup> 3jam**

**140<sup>0</sup> 4 jam**



**140<sup>0</sup> 5jam**

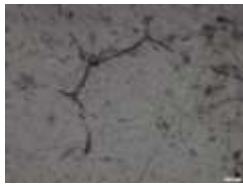
Dari gambar diatas menunjukkan struktur mikro dengan suhu 140<sup>0</sup> penahanan 3jam, 4jam, 5jam, adanya penahanan waktu yg menjadikan proses pencampuran Fe relatif tidak merata pada masing-masing pengujian, terjadi penggumpalan Fe terletak pada suhu 140<sup>0</sup> penahanan 5jam ini disebabkan pencampuran dan pengadukannya kurang sempurna pada saat pengecoran. Hal ini tidak menguatkan kekerasan material. Strukur mikro diatas memperlihatkan Fe (gelap) Al (terang). Porositas tidak terlihat jelas karena nilainya sangat kecil.

**Foto spesimen AL-FE 6% 160<sup>0</sup> 3,4,5 jam**



**160<sup>0</sup> 3 jam**

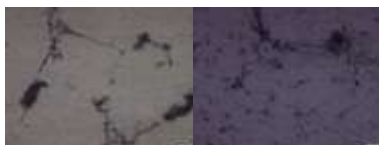
**160<sup>0</sup> 4 jam**



**160° 5 jam**

Dari gambar diatas menunjukkan struktur mikro dengan suhu 160° penahanan 3jam, 4jam, 5jam, adanya penahanan waktu yg menjadikan proses pencampuran Fe relatif tidak merata pada masing-masing pengujian, Fe yang cukup merata terletak pada suhu 160° penahanan 5jam dan penggumpalan Fe paling banyak terletak pada suhu 160° penahanan 4jam ini sama-sama disebabkan pencampuran dan pengadukannya kurang sempurna pada saat pengecoran. Hal ini tidak menguatkan kekerasan material. Struktur mikro diatas memperlihatkan Fe (gelap) Al (terang). Porositas tidak terlihat jelas karena nilainya sangat kecil.

#### Foto spesimen AL-FE 6% 180° 3,4,5 jam



**180° 3 jam**

**180° 4jam**



**180° 5 jam**

Dari gambar diatas menunjukkan struktur mikro dengan suhu 180° penahanan 3jam, 4jam, 5jam, adanya penahanan waktu yg menjadikan proses pencampuran Fe relatif hampir merata pada masing-masing pengujian, Fe yang cukup merata terletak pada

suhu 180° penahanan 5jam dan penggumpalan Fe paling banyak terletak pada suhu 180° penahanan 3jam ini sama-sama disebabkan pencampuran dan pengadukannya kurang sempurna pada saat pengecoran. Hal ini tidak menguatkan kekerasan material. Struktur mikro diatas memperlihatkan Fe (gelap) Al (terang). Porositas tidak terlihat jelas karena nilainya sangat kecil.

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### a. KESIMPULAN

Kesimpulan dari pengujian kekerasan sesudah pemanasan T6 ini adalah:

- Pada uji Kekerasan sesudah perlakuan panas T6 kekerasan maksimum terjadi pada penahanan suhu (Aging) 180o dengan penahanan waktu 5 Jam.
- Pada uji Kekerasan sesudah perlakuan panas T6 kekerasan minimum terjadi pada penahanan suhu (Aging) 140o dengan penahanan waktu 3 Jam.

Kesimpulan dari pengujian struktur mikro ini adalah:

- semakin besar penahanan waktu dan suhu akan meningkatkan proses pencampuran Fe yang mejadikan meratanya pengujian tersebut.
- mempengaruhi struktur mikro Al-Fe tersebut.

#### b. SARAN

Berdasarkan hasil pengujian dan Analisa pengaruh perlakuan panas pada aluminium komposit bubuk besi terhadap sifat mekanik dan struktur mikro, Untuk itu saya menyarankan untuk peneliti selanjutnya, sebelum melakukan pengujian, harus memperhatikan metode pengujian yang ingin dilakukan agar bisa dapat hasil yang maksimal.

### Referensi

1. Anam., Syaful., sulardjaka, Dr, ST, MT (2013), *Kekerasan Dan Kekuatan Bending Komposit Aluminium Yang Diperkuat Serbuk Besi Produk Stir Casting*, Undergraduate Thesis, Mechanical Engineering Dept., Undip
2. <https://ardra.biz/sain-teknologi/metalurgi/perlakuan-panas-logam/>
3. <http://novotest.id/pengujian-kekerasan-logam-metode-rockwell/>
4. <http://sefnath.blogspot.co.id/2013/09/perlakuan-panas-heat-treatment.html?m=1>
5. [Logam33com.blogspot.com/2011/02/perlakuan-panas.html](http://Logam33com.blogspot.com/2011/02/perlakuan-panas.html)
6. Rifki Ifan Diyanto., Sulardjaka., *Kekerasan Dan Struktur Mikro Komposit Aluminium Yang Diperkuat Serbuk Besi Yang Mengalami Perlakuan Panas*, Teknik Mesin, Undip
7. Salahuddin Junus., Anne Zulfia., Melisa., Lilis Mariani., *Pengaruh Waktu Aging Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Komposit Al-Si-Mg/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Dengan Metode Stir Casting*, Teknik Mesin, Universitas Jember, Vol.7/No.2 (November 2014)
8. Surdia T., Kenji Chijilwa., (2013), *Teknik Pengetahuan Logam*, Jakarta : PT. Balai Pustaka
9. Surdia T., Shinroku S., (2013), *Pengetahuan Bahan Teknik*, Jakarta: PT. Balai Pustaka