



**ANALISA KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA KOMPOSIT
ALUMINIUM 6061 PADUAN PASIR BESI LOKAL DENGAN
PERLAKUAN PANAS T6 VARIASI KOMPOSISI DAN HOLDING TIME**

Mastuki, Bramiana Malik Ibrahim , Zainurrozzaq Fadlurrohman

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Telp. 031-5931800, Indonesia

email: mastuki@untag-sby.ac.id

ABSTRAK

Pasir besi pemanfaatannya masih belum di optimalkan di Indonesia dan saat ini masih terbatas penggunaannya. Aluminium seri 6061 merupakan material non logam dan mempunyai keunggulan yang relatif ringan. Penelitian yang dilakukan adalah perlakuan panas dalam suatu pengecoran aluminium paduan pasir besi metode squeeze casting variasi komposisi 4% 5% 6% dan pengaruh dari temperatur aging selama 1 jam, 2 jam untuk mengetahui analisa pengaruh variasi temperature aging pada aluminium 6061 paduan pasir besi terhadap kekerasan dan struktur mikro setelah perlakuan panas T6. Dari hasil uji kekerasan Rockwell B ini menunjukkan bahwa aluminium 6061 paduan pasir besi komposisi variasi 6% dengan perlakuan panas T6 selama 2 jam memiliki nilai kekerasan 64,5 HRA, dan yang tidak diberi perlakuan panas Al 6% yang menjadikan komposisi tersebut lebih tinggi dari beberapa variasi. Untuk hasil pengujian strukturmikro ini menunjukkan bahwa aluminium 6061 paduan pasir besi lokal yang sudah diberi perlakuan panas dan quenching Al 4% cenderung lebih besar diameter rata-rata butir jika dibandingkan dengan komposisi yang nilai rata-ratanya lebih kecil. Nilai diameter rata-rata butiran aluminium 6061 paduan pasir besi lokal yang tertinggi berada di aluminium 6 % karena rata-rata butiran memiliki nilai yang tinggi.

Kata kunci : Aluminium 6061, Pasir besi, Kekerasan, Strukturmikro

PENDAHULUAN

Pasir besi adalah sumber besi yang pemanfaatannya belum di optimalkan. Di Indonesia masih terbatas penggunaannya, setiap tahun kebutuhan baja di dunia mengalami peningkatan yang sangat besar, beberapa tahun terakhir permintaan besi dan baja dunia semakin tinggi. Alumunium adalah bahan logam (non-ferro), alumunium ini memiliki keunggulan. Alumunium dengan ketahanan korosi dan ringan dimanfaatkan untuk matriks dan bubuk besi digunakan campuran untuk aluminium komposit bersama karakter mekanik yang baik serta mampu bersaing dengan jenis komposit yang lainnya. Penelitian yang di kerjakan kali ini adalah diskusi tentang perlakuan panas pada alumunium paduan pasir besi dengan proses pengecoran kompresi dengan varian komposisi 4% 5% 6% dan variasi dalam pengaruh suhu penuaan 1 jam dan 2 jam. Yang bertujuan untuk menentukan perubahan mekanik dari struktur mikro dan kekerasan. Pengecoran tekanan adalah kombinasi dari proses pengecoran yang dilakukan dengan penekanan tinggi.

DASAR TEORI

Definisi Komposit

Bahan yang terbentuk dari gabungan dua bahan/lebih sehingga bahan komposit. yang dihasilkan mempunyai sifat mekanikal dan ciri-ciri yang tidak sama dari bentuk bahan. Komposit memberi pengetahuan yang luas dan beda, serta ikut perkembangan bahan. Walaupun definisi ini umum, karna komposit ini meliputi seluruh bahan dan plastik salah satunya diperkuat dengan serat logam alloy, seramik, polimer, plastik yang dikupas dengan paduan duai bahani atau lebih untuk menghasilkan bahan baru.

Komposit mempunyai sifat mekanik yang lebih baik daripada logam.

Pasir Besi

Pasir besi merupakan endapan pasir yang mempunyai kandungan partikel besi (magnet), yang berada di pantai, gunung terbentuk sebab sistem penghancuran didalam waktu, air permukaan dan gelombang batuan asal yang mempunyai kandungan mineral besi layaknya magnetitis, limenit, oksida besi. Pasir besi ini kebanyakan gelap atau abu-abu kehitaman. Pasir besi terdiri dari magnetit, magnetit titanifer, limonit, ilmenit dan hematit. Pasir besi biasanya berasal dari batuan vulkanik basal atau andesitic. Pasir besi secara lazim banyak digunakan di industri, terhitung bahan baku baja dan bahan magnetik yang mengambil alih bijih besi, tanaman keramik dan bahan tahan api dengan mengambil alih silikat. Mineral gampang dan mineral berat yang mempunyai kandungan zat besi disimpan didalam wujud pasir yang berasal dari pantai selatan Jawa dan Bali, pantai Sulawesi, timur Nusa Tenggara, Maluku dan Pantai Utara, Papua.

Perlakuan Panas T6 (*Heat Treatment*)

Merupakan proses untuk mengubah struktur logam yang caranya adalah memanaskan spesimen terhadap temperatur bersama waktu tertentu, sesudah itu didinginkan terhadap tempat pendingin menggunakan udara, air, air garam dan lainnya. Dengan terdapatnya pendinginan dan pemanasan bersama laju spesifik, jadi spesimen akan menunjukkan perbedaan strukturnya. Perlakuan panas mempunyai efek terhadap karakteristik komposit layaknya kekerasan serta ketahanan aus yang sangat baik. Tahap sebelum saat proses perlakuan panas T6 yakni spesimen harus diberikan kode bersama variasi waktu

pengecoran yakni waktu tuang dan durasi penekanan.

Beberapa proses perlakuan panas T6 :

1. Panaskan (solution treatment) spesimen uji aluminium 6061 paduan pasir besi terhadap temperature 200° C ditahan sepanjang 2 jam.
2. Melakukan pendinginan cepat (quenching) bersama air sebagai tempat pendingin bersama air lantas dibiarkan hingga temperatur kamar air yang sebagai tempat pendingin sampai temperature ruangan.
3. Selanjutnya dipanaskan kembali (aging) hingga temperature 200° C sepanjang 1, 2 jam.
4. Kemudian didinginkan bersama gunakan air sampai bersama suhu ruangan.

Squeeze Casting

Proses dimana logam cair didinginkan dengan disertai penempaan secara langsung pada logam cair dengan beban.

Proses pengecoran menggunakan metode Squeeze casting.

1. Menyiapkan bahan serta alat yang digunakan .
2. Menyalakan *burner* untuk memanaskan kowi peleburan.
3. Masukkan aluminium 6061 kedalam kowi peleburan hingga titik leburnya yaitu 700⁰ C.
4. Sesudah aluminium melebur, campurkan pasir besi kedalam kowi peleburan dan diaduk selama 5 menit supaya menyatu dengan baik antara aluminium paduan pasir besi.
5. Tunggu temperatur cairan cor tersebut mencapai 700° C, lalu tuangkan ke dalam cetakan dengan

waktu tuang 5 detik dengan beban 90 kg durasi penekanan 120 detik.

Kekerasan Rockwell B

Pengujian kekerasan rockwell digunakan untuk menguji material dengan kekerasan medium. Skala B memiliki nilai 0 – 100. Kekerasan dengan skala ini mempunyai kelebihan tersendiri yaitu : cepat serta tanpa kesalahan manusia, bisa berbeda dari selisih kekerasan sedikit didalam baja iritasi serta titik koin kecil mereka, supaya area yang mempunyai perlakuan panas mampu diuji tidak mengakibatkan kerusakan. Tes kekerasan dengan memfungsikan Rockwell ini memakai ASTM E 18-15.

Struktur mikro

Struktur mikro adalah gambar yang berasal dari kumpulan fase yang dicermati lewat teknik metalografi. Struktur mikro logam mampu dilihat pakai mikroskop. Mikroskop yang bisa digunakan adalah mikroskop optik dan mikroskop elektron.

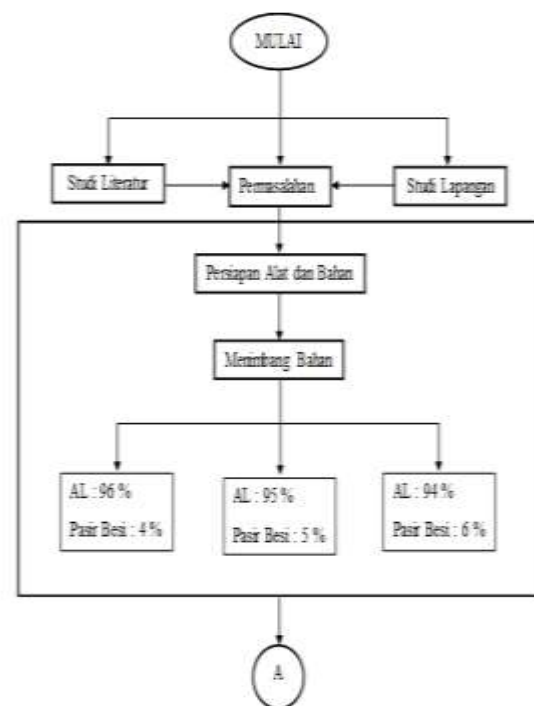
METODOLOGI PENELITIAN

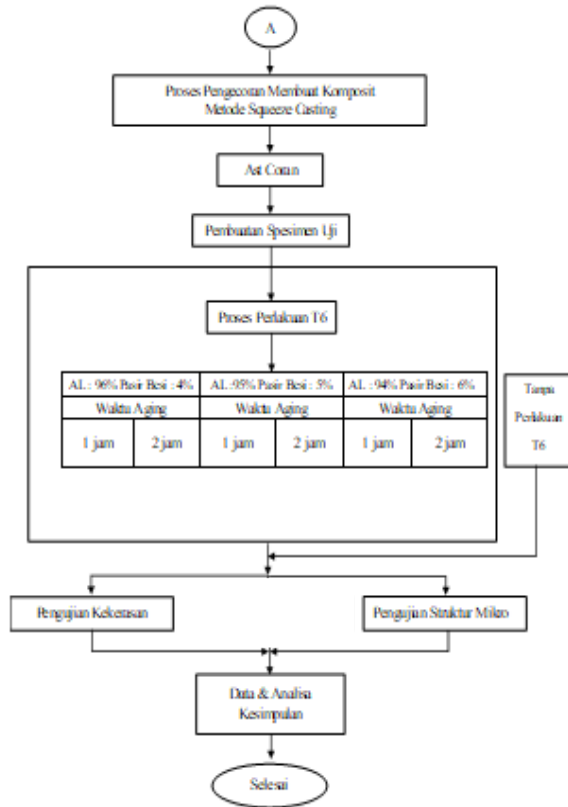
Tahapan penelitian sudah dicantumkan pada rangkaian alur (*flow chart*). Persiapan utama adalah menyiapkan alat dan bahan penelitian yakni Alumunium 6061 diperoleh dari toko alumunium di daerah Sidoarjo, Dalam penelitian ini diawali dengan melaksanakan belajar literatur dan belajar lapangan setelah itu menyiapkan alat dan bahan, yang perlu disiapkan adalah pasir besi. Pasir besi yang masih belum halus dipisahkan dari pasir yang tidak mengandung magnet dan kotoran lain yang masih tercampur dengan menggunakan magnet, pasir besi disaring dengan di ayak menggunakan saringan ukuran 100, 180 dan 200 *mesh*. Setelah itu pasir besi dicuci menggunakan aquades agar bersih dari kotoran dan debu yang masih ada. Setelah proses pembersihan selesai, dilakukan penimbangan bahan dengan komposisi sebagai berikut Al 96% dan pasir besi 4%, Al 95% dan pasir besi 5%, Al 94% dan pasir besi 6%. Penimbangan bahan ini berfungsi untuk menambah variasi komposisi dalam pengujian nanti selanjutnya. Setelah menimbang bahan campuran antara Alumunium dan Pasir besi dilanjutkan bersama dengan pencetakan komposit memakai metode *squeeze casting*. Tahap yang pertama adalah persiapan alat dan bahan untuk proses pengecoran terdiri dari dapur pelebur (kowi), timbangan analitik, *thermocouple*, *stopwatch*, *LPG*, cetakan coran, dan *burner*. Bahan komposit yakni alumunium paduan pasir besi, kemudian tuangkan kedalam cetakan dengan temperature cetakan 300⁰ C, temperatur tuang 700⁰C, waktu tuang 5 detik, beban penekanan 90 kg dan durasi penekanan 120 detik. Sesudah beku dan padat maka hasil coran siap dilepaskan dari cetakan

kemudian didinginkan. Pada suhu ruang dan dilanjut dengan proses pemesinan untuk membuat 42 spesimen uji dari masing-masing pengujian.

Setelah membuat spesimen uji, selanjutnya dilakukan pengamatan strukturmikro dengan menggunakan mikroskop optik ASTM E-0112 dan pengujian kekerasan *Rockwell B* dengan standar ASTM E-18-15 sebelum dan sesudah perlakuan panas T6.

DIAGRAM ALIR PENELITIAN





Persiapan alat dan bahan

Persiapan awal adalah proses persiapan alat dan bahan untuk proses pemisahan pasir besi.

- Alat-alat yang digunakan pada proses pemisahan pasir besi

| NO. | Nama alat | Kegunaan |
|-----|-------------------------|---|
| 1. | Ayakan 100,180,200 mesh | Untuk memisahkan antara pasir besi yang kasar dengan yang halus. |
| 2. | Magnet | Untuk mengambil pasir besi yang mengandung magnet. |
| 3. | Gelas beaker | Digunakan untuk mencuci pasir besi menggunakan air aquades, dan menyipakan bahan yang sudah bersih. |
| 4. | Air aquades | Untuk media pencuci pasir besi yang masih tercampur dengan kotoran dan debu-debu. |
| 5. | Towel napkin | Untuk meniriskan pasir besi yang sudah di cuci dengan air aquades. |
| 6. | Kain pembersih | Digunakan sebagai pembersih alat yg sebelum digunakan dan sesudah digunakan. |
| 7. | Timbangan | Digunakan untuk menimbang berat pasir besi |

Alat yang digunakan dalam proses pengecoran metode *squeeze casting*.

- Alat proses pengecoran dengan metode *squeeze casting*

| No. | Nama alat | Kegunaan |
|-----|--------------------------------|---|
| 1. | Timbangan | Menimbang massa bahan matriks logam yang lebih dari 100 gr. |
| 2. | Neraca digital | Menimbang massa bahan penguat dan unsur paduan yang kurang dari 100 gr. |
| 3. | Tungku pelebur | Ruang pelebur logam dari sirkulasi pengapian atau pemanasan. |
| 4. | Kowi | Wadah pelebur logam. |
| 5. | Burner | Memanaskan tungku sekaligus kowi peleburan logam. |
| 6. | Thermocouple dan Thermodigital | Mengetahui temperature yang ada dalam kowi peleburan logam. |
| 7. | Tangka solar | Bahan bakar proses pengecoran. |
| 8. | Stopwatch | Menghitung waktu tuang dan lama pengecoran. |
| 9. | Pengaduk | Mengaduk matriks, unsur paduan dan paduan komposit pada saat peleburan. |
| 10. | Penjepit | Mengangkat kowi pelebur logam dalam tungku pelebur. |
| 11. | Alat penuang | Membantu menuang coran kedalam cetakan. |
| 12. | Cetok | Membersihkan kotoran yang mengendap berupa abu dari coran. |
| 13. | Sarung tangan | Untuk membantu melindungi tangan. |
| 14. | Cetakan <i>squeeze casting</i> | Mencetak atau membentuk spesimen. |

Bahan yang dibutuhkan dalam proses pengecoran dengan metode *squeeze casting*.

- Bahan yang dibutuhkan untuk proses pengecoran metode *squeeze casting*

| No. | Nama bahan | Jumlah kebutuhan | Kegunaan |
|-----|--|------------------|--|
| 1. | Pasir besi (sudah dibersihkan dan sudah di mesh 200) | 267 gram | Sebagai penguat pada komposit dan berbentuk serbuk |
| 2. | Aluminium | 20,292 Kg | Sebagai matrik pada komposit |

Alat dan bahan proses pemesian membuat spesimen uji.

- Alat yang digunakan untuk pembuatan spesimen uji

| No. | Nama Alat | Kegunaan |
|-----|--------------------|---|
| 1. | Mesin gergaji besi | Untuk memotong hasil coran komposit menjadi spesimen uji. |
| 2. | Ragum | Untuk menahan coran komposit pada saat proses pemotongan. |
| 3. | Kikir | Untuk meratakan spesimen uji. |
| 4. | Jangka sorong | Untuk mengukur dimensi spesimen uji. |
| 5. | Mesin frais | Untuk membentuk spesimen uji. |
| 6. | Amplas | Untuk meratakan serta menghaluskan spesimen uji. |

Alat dan bahan proses perlakuan panas T6

- Alat yang dibutuhkan untuk proses perlakuan panas T6

| No | Nama Alat | Kegunaan |
|----|------------------|---|
| 1. | Bejana | Wadah media pendingin (proses pendinginan cepat) <i>Quenching</i> . |
| 2. | Termometer | Mengukur temperature media pendingin. |
| 3. | Gelas ukur | Mengukur volume media pendingin. |
| 4. | Oven | Proses aging pada perlakuan panas T6. |
| 5. | Hot plate | Pemanas air untuk <i>quenching</i> . |
| 6. | Furnace | Proses solution treatment pada proses T6. |
| 7. | Gunting penjepit | Untuk menjepit specimen. |
| 8. | Sarung tangan | Untuk melindungi tangan dari panas <i>furnace</i> . |

- Menimbang bahan komposit

Proses ini adalah penimbangan komposisi pada material agar mendapatkan takaran/ukuran yang sesuai dengan kebutuhan proses pengecoran. Berikut langkah - langkahnya :

1. Menyiapkan timbangan dan bahan.
2. Presentase tiap bahan adalah sebagai berikut :
 - Alumunium 6061 : 96 %
 - Pasir besi : 4 %
 - Alumunium 6061 : 95 %
 - Pasir besi : 5 %
 - Alumunium 6061 : 94 %
 - Pasir besi : 6 %
3. Mengkalibrasi alat timbangan supaya memperoleh hasil yang akurat.
4. Menimbang tiap jenis bahan yang ditentukan sesuai dengan komposisi.
5. Bungkus dan beri tanda pada setiap bahan yang telah ditimbang agar tidak tertukar.

- Proses pengecoran komposit metode *squeeze casting*

Sesudah penimbangan komposisi. Berikut langkah-langkahnya :

1. Siapkan alat dan bahan yang dibutuhkan.
2. Nyalakan *burner* untuk memanaskan kowi.
3. Masukkan aluminium 6061 paduan pasir besi kedalam kowi peleburan sampai titik lebur 700⁰ C.
4. Sebelum dituang ke cetakan, biarkan temperatur cairan mencapai suhu 700⁰ C setelah itu tuangkan ke dalam cetakan dan beri beban penekanan 90 kg dengan durasi penekanan 120 detik.

- Proses pembuatan spesimen uji

Berikut langkah - langkahnya :

1. Siapkan alat dan bahan yang dibutuhkan.
2. Tentukan dimensi spesimen uji yang akan dibuat sesuai standar.
3. Potong hasil coran/ast coran sesuai dimensi (42 spesimen uji).

- Perlakuan panas T6

Sebelum proses perlakuan panas T6, spesimen harus diberi kode sesuai dengan variasi.

Berikut langkah-langkahnya :

1. Panaskan spesimen uji aluminium 6061 paduan pasir besi pada temperature 200 °C dan tahan selama 2 jam.
2. Dinginkan dengan cepat (*quenching*) menggunakan air sebagai media pendingin dan biarkan sampai mencapai suhu ruangan.
3. Lalu panaskan kembali (*aging*) sampai temperatur 200⁰ C selama 1 dan 2 jam.
4. Kemudian dinginkan lagi dengan cepat (*quenching*) menggunakan air sebagai media pendingin dan biarkan sampai mencapai suhu ruang.

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

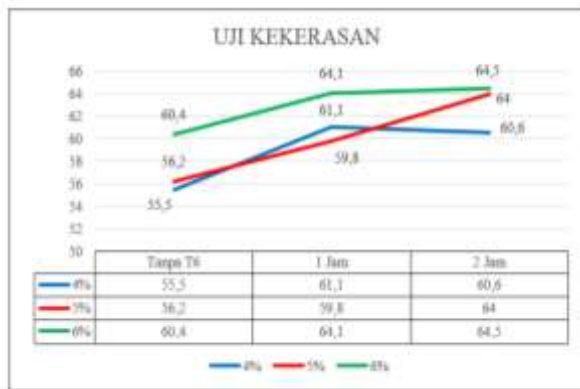
- Data uji Kekerasan

Hasil pengujian Kekerasan Rockwell B dengan perlakuan panas.

| Kodefikasi spesimen | Nilai kekerasan |
|---------------------|-----------------|
| AL 4.1 | 61,1 |
| AL 4.2 | 60.6 |
| AL 5.1 | 59,8 |
| AL 5.2 | 64 |
| AL 6.1 | 64,1 |
| AL 6.2 | 64,5 |

Hasil pengujian kekerasan Rockwell B tanpa perlakuan panas.

| Kodefikasi spesimen | Nilai kekerasan |
|---------------------|-----------------|
| AL 4 | 55,5 |
| AL 5 | 56,2 |
| AL 6 | 60,4 |

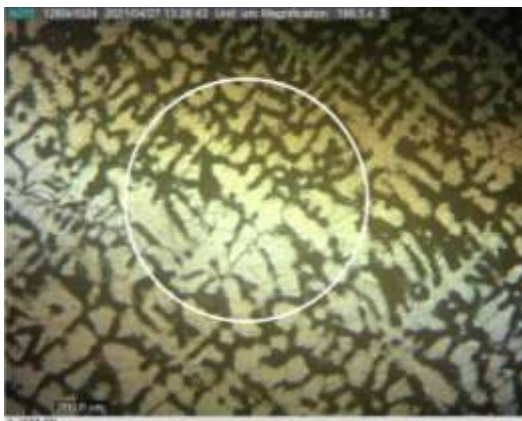


Grafik Hasil pengujian Kekerasan
Rockwell B

Hasil uji kekerasan ini menunjukkan bahwa Al 6.2 yang sudah diberi perlakuan panas dan quenching cenderung lebih keras dibandingkan dengan variasi yang lain. Nilai kekerasan spesimen yang tidak diberi perlakuan panas menunjukkan bahwa AL 6 cenderung lebih keras dibandingkan dengan yang lain. Jika melihat berdasarkan data nilai rata – rata dan grafik di atas bisa di simpulkan bahwa Aluminium 6061 paduan pasir besi komposisi variasi 6% dengan perlakuan panas T6 selama 2 jam memiliki nilai kekerasan 64,5 HRB, dan yang tidak diberi perlakuan panas Al 6 yang menjadikan komposisi tersebut lebih tinggi dari beberapa variasi.

- Data uji Struktur mikro

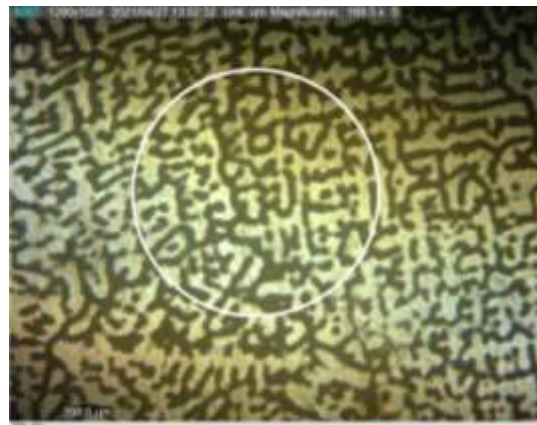
Hasil gambar pengujian struktur mikro aluminium 6061 paduan pasir besi 4% dengan perlakuan panas T6 selama 60 menit.



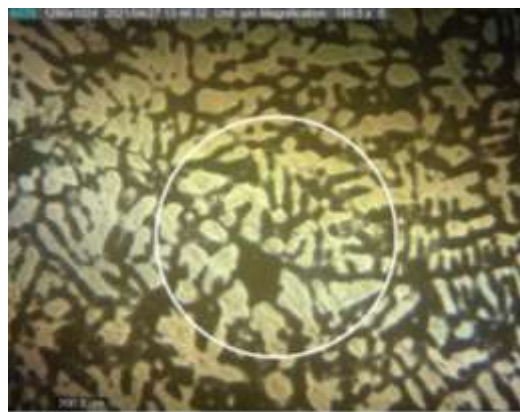
Hasil gambar pengujian struktur mikro aluminium 6061 paduan pasir besi 4% dengan perlakuan panas T6 selama 120 menit.



Hasil gambar pengujian struktur mikro aluminium 6061 paduan pasir besi 4% tanpa perlakuan panas T6.



Hasil gambar pengujian struktur mikro aluminium 6061 paduan pasir besi 5% dengan perlakuan panas T6 selama 60 menit.



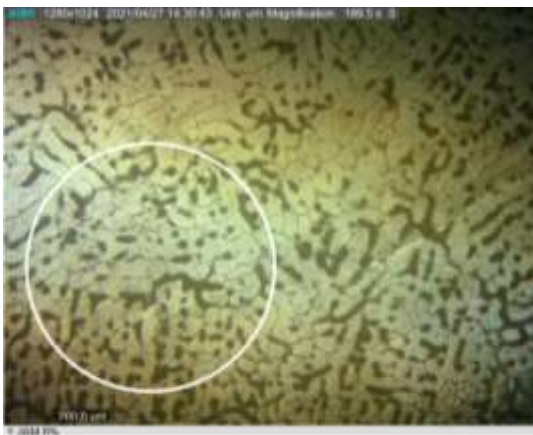
Hasil gambar pengujian struktur mikro alumunium 6061 paduan pasir besi 5% dengan perlakuan panas T6 selama 120 menit.



Hasil gambar pengujian struktur mikro alumunium 6061 paduan pasir besi 5% tanpa perlakuan panas T6.



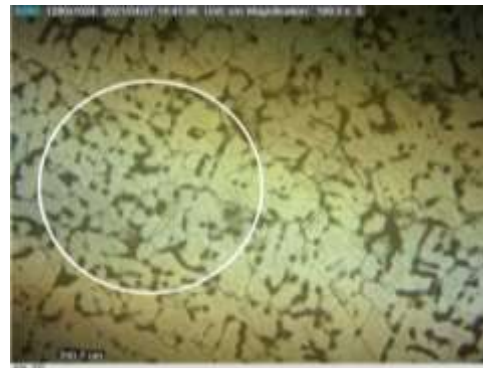
Hasil gambar pengujian struktur mikro alumunium 6061 paduan pasir besi 6% dengan perlakuan panas T6 selama 60 menit.



Hasil gambar pengujian struktur mikro alumunium 6061 paduan pasir besi 6% dengan perlakuan panas T6 selama 120 menit.



Hasil gambar pengujian struktur mikro alumunium 6061 paduan pasir besi 6% tanpa perlakuan panas T6.

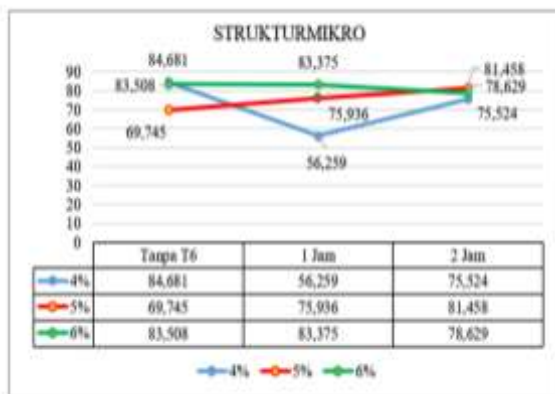


Hasil pengujian Struktur mikro tanpa perlakuan panas.

| Kodefikasi Spesimen | Diameter rata-rata butiran μm |
|---------------------|------------------------------------|
| Al 4 | 84,681 |
| Al 5 | 69,745 |
| Al 6 | 83,508 |

Hasil pengujian Strukturmikro dengan perlakuan panas T6

| Kodefikasi Spesimen | Diameter rata-rata butiran μm |
|---------------------|--|
| Al 4.1 | 56,259 |
| Al 4.2 | 75,524 |
| Al 5.1 | 75,936 |
| Al 5.2 | 81,458 |
| Al 6.1 | 83,375 |
| AL 6.2 | 78,629 |



Grafik hasil pengujian Strukturmikro.

Hasil pengujian Strukturmikro ini menunjukkan bahwa Alumunium 6061 paduan Pasir besi lokal yang sudah diberi perlakuan panas dan quenching Al 4 cenderung lebih besar diameter rata-rata butir jika dibandingkan dengan komposisi yang nilai rata-ratanya lebih kecil. Nilai diameter rata-rata butiran Alumunium 6061 paduan Pasir besi lokal yang tertinggi berada di Alumunium 6 % karena rata-rata butiran memiliki nilai yang tinggi.

KESIMPULAN

Hasil yang didapat dari analisa dan pembahasan data hasil uji kekerasan dan strukturmikro mengenai pengaruh variasi komposisi dan holding time terhadap alumunium 6061 paduan pasir besi, dapati disimpulkan bahwa :

1. Dari hasil uji kekerasan ini menunjukkan bahwa Al 6.2 yang sudah diberi perlakuan panas quenching cenderung lebih keras dibandingkan dengan variasi yang lain. Nilai kekerasan spesimen yang tidak diberi perlakuan panas menunjukan bahwa AL 6.2 cenderung lebih keras dibandingkan dengan yang lain. Jika melihat berdasarkan data nilai rata – rata dan grafik di atas bisa di simpulkan bahwa Alumunium 6061 paduan pasir besi komposisi variasi 6% dengan perlakuan panas T6 selama 2 jam memiliki nilai kekerasan 64,5 HRA, dan yang tidak diberi perlakuan panas Al 6% yang menjadikan komposisi tersebut lebih tinggi dari beberapa variasi.
2. Hasil dari pengujian Strukturmikro ini menunjukkan bahwa Alumunium 6061 paduan Pasir besi lokal yang sudah diberi perlakuan panas dan quenching Al 4 cenderung lebih besar diameter rata-rata butir jika dibandingkan dengan komposisi yang nilai rata-ratanya lebih kecil. Nilai diameter rata-rata butiran Alumunium 6061 paduan Pasir besi lokal yang tertinggi berada di Alumunium 6 % karena rata-rata butiran memiliki nilai yang tinggi.

SARAN

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan menggunakan variasi komposisi, temperatur dan waktu penahanan yang berbeda agar mengetahui hasil yang paling baik.

2. Penelitian ini di maksudkan agar bisa memahami bahwa Alumunium 6061 dengan paduan pasir besi lokal memiliki potensi yang lebih untuk di lakukan penelitian lanjutan.
3. Perlu adanya penelitian tentang kandungan paduan yang terbentuk setiap variasi temperatur aging.

REFERENSI

- Kekerasan dan Strukturmikro Alumunium Paduan-Abu Dasar Batu bara Setelah Proses Perlakuan Panas T6 Fendi Hidayat, Harjo Seputro,ST.,MT.,2018
- Analisa Pengaruh Variasi Penambahan Bubuk Besi dan Temperatur Aging Pada Alumunium 6061 Terhadap Strukturmikro dan Kekerasan Setelah Perlakuan Panas T6. Alfananda Hanif Akbar, Edi Santoso, ST.,MT2108
- Taufikurrahman, Nukman, & Yanis, M. (2013). Effect of The Pressure of the Squeeze Proccession the Hardness and Micro Structure of Recycled Aluminium Materials. *JOURNAL OF MECHANICAL SCIENCE AND ENGINEERING*.
- S.M. Bondan Respati, H. Purwanto, M. S. Mauluddin. Pengaruh Tekanan dan Temperatur Cetakan Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Hasil Pengecoran Pada Material Alumunium Daur Ulang.