



ANALISA STRUKTUR MIKRO TERHADAP PADUAN AL-CU HYPOEUTEKTIK

Abdur Rohman Sayuti
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Mesin
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Abdurcumeh@gmail.com

ABSTRAK

This study analyzes the temperature of casting and mold temperature which must have an effect on the existing structure of the material. The hypoeutectic Al-Cu is an aluminum and copper alloy with an eutectic phase which has the advantage of melting and pouring (especially around the eutectic region) at a temperature of 548 ° C. Aluminum is one of the reactive metal which is easily oxidized with oxygen to form a layer of aluminum oxide, alumina (Al₂O₃) which can make it good corrosion resistant. However, if the levels of Fe, Cu and Ni are added can reduce the corrosion-resistant properties because the alumina content decreases. Copper can form the correct eutectic with aluminum at levels of 33%. Copper alloys (Al / Cu) containing 10-20% Al indicate exceptional strength, for hardness and wear, adjusting of some steel alloys. By using gravity casting method permanent mold will be easily dismantled pairs. The material composition is 3.375 gram aluminum and 1,125 gram of copper. The pouring temperature used was 600 ° C, 650 ° C, and 700 ° C while the mold temperature used was room temperature, 100 ° C, and 200 ° C. The specimen is divided into A', B, and A' codes at the time of cutting using lathe and freis. Pouring temperature and mold temperature will affect the microstructure formed. The higher the pouring temperature, the clearer the structure will be, visible at the pouring temperature of 700 ° C. And the smaller the mold temperature the rougher the shape of the structure, the outward appearance is apparent, and it can be said that a dendrite structure is formed. Codefication B is the core or midpoint of the mold is the farthest point of the cooling rate process, the structure formed in the B-code is clear, thick and coincident.

Keywords : *Al-Cu hypoeutectic, Pouring temperature, Temperature mold, Micro Structure, Dendrite*

PENDAHULUAN

Hypoeutectic Al-Cu

Daerah Hypoeutectic paduan Al-Cu disebut Hypoeutectic yaitu jika paduan itu mengandung Cu < 32.7%., sekop, dll) untuk mengambil (mengeruk) lumpur tersebut. Aluminium merupakan logam ringan dengan berat jenis 2.7 gram/cm³ setelah Magnesium (1.7 gram/cm³) dan Berilium (1.85 gram/cm³) 1/3 dari berat jenis besi maupun tembaga. Memiliki Konduktifitas listrik 60

% lebih dari tembaga sehingga dapat digunakan untuk peralatan listrik. Aluminium memiliki sifat penghantar panas, sifat pantul sinar yang baik sehingga digunakan pada komponen mesin, dan lain-lain.

Aluminium juga merupakan logam reaktif yang mudah teroksidasi dengan oksigen membentuk lapisan aluminium oksida, alumina (Al₂O₃) sehingga membuatnya tahan korosi yang baik. Jika

Untuk n

kadar Fe, Cu dan Ni ditambahkan akan dapat menurunkan sifat tahan korosi karena kadar aluminiannya menurun. Untuk Penambahan Mg, Mn tidak mempengaruhi sifat tahan korosinya. Aluminium juga bersifat ulet, mudah dimesin dan dibentuk dengan kekuatan tarik untuk aluminium murni sekitar 4 - 5 kgf/mm². Kekuatan mekanik pada aluminium dapat ditingkatkan dengan cara menambahkan unsur padu seperti Cu, Mg, Zn, Mn, dan Ni. Unsur Cu dalam paduan Al dapat meningkatkan sifat mekanik, yaitu kekerasan dan kekuatan tariknya tapi menurunkan mampu cornya. Pemaduan dengan silicon akan dapat memperbaiki tingkat kecairan (*fluidity*) dan dapat menurunkan cacat penyusutan (*Shrinkage*) yang berpengaruh baik terhadap sifat mampu cor (*castability*) dan mampu las (*weldability*).

Adapun sifat-sifat dari aluminium yang digunakan sebagai material teknik adalah :

1. Tahan terhadap korosi
2. Penghantar panas dan listrik yang baik
3. Berat jenisnya ringan (hanya 2,7 gr/cm³, sedangkan besi ± 8,1gr/cm³)
4. Mudah di bentuk (fabrikasi).

Pengaruh unsur paduan tembaga (Cu)

Tembaga dapat menambah kekerasan dan kekuatan, serta meningkatkan kemampuan permesinan sekitar 12% Cu. Al-Cu terlalu rapuh untuk keperluan teknik di atas tingkat campuran ini. Dibawah kondisi keseimbangan sampai 5,65% Cu bisa larut dalam aluminium pada suhu paduan Al-Cu binner. Kelarutan padat ini akan turun sampai kurang dari 0,1% dalam suhu ruang dan berkurangnya pelarutan padat dapat menerangkan endapan yang baik untuk perlakuan panas.

Paduan aluminium tembaga mengandung tembaga 4,5% yang memiliki sifat-sifat mekanik dan mampu mesin yang baik tapi untuk mampu cornya jelek. Paduan aluminium tembaga-silisium dapat dibuat dengan cara menambahkan 4-5 % silisium pada paduan aluminium tembaga guna

untuk memperbaiki sifat mampu cornya. Paduan ini dapat dipakai untuk bagian-bagian motor, mobil, meteran dan rangkai utama dari katup.

Proses pengecoran

Pengecoran logam merupakan proses manufaktur yang menggunakan logam cair dan cetakan untuk menghasilkan bentuk yang mendekati bentuk geometri akhir produk jadi. Logam cair akan ditekan ke dalam cetakan yang mempunyai rongga cetak (*cavity*) sesuai bentuk atau desain yang diinginkan. Setelah logam cair memenuhi rongga cetak, setelah itu cetakan disingkirkan dan hasil cor dapat digunakan untuk proses sekunder.

Pada proses pengecoran logam, terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan untuk menghasilkan produk cetakan dari logam. Bahan logam yang akan dilebur dipanaskan didalam dapur pemanas dengan temperatur tertentu sampai mencair atau melebur. Adapun tahapan dalam proses pengecoran : mempersiapkan alat dan juga bahan. Kemudian panaskan tungku peleburan hingga temperature 400⁰C. Masukkan aluminium 375 x 3= 1,125 kg kedalam tungku peleburan. Panaskan kembali tungku peleburan hingga temperature 600⁰C , 650⁰C ,700⁰C (sesuai variasi Suhu Hypoeutectic Al-Cu). Masukkan Cu sesuai variasi 25% dari 500 = 125 gram Cu tiap variasi temperature penuangan. kemudian aduk menggunakan pengaduk. Siapkanlah cetakan yang sudah dipanaskan sesuai variasi temperature cetakan. Yaitu temperature kamar, 100⁰C, 200⁰C. Kemudian ambil logam cair dari tungku peleburan dengan menggunakan cawang tuang untuk proses penuangan kedalam cetakan. Mulai proses penuangan logam cair kedalam cetakan. Setelah logam pengecoran mengeras, kemudian bongkarlah cetakan logam dan ambil benda hasil pengecoran.

Cetakan permanen adalah cetakan yang digunakan secara kontinyu atau terus menerus. Cetakan ini terdiri dari bagian yang digabung dengan sekrup, plat, klaim dan alat lain yang dapat dilepas setelah logam

mengeras. Cetakan permanen ini dilapisi bahan perekat tahan panas dan jelaga yang dapat menjaga cetakan supaya tidak lengket.

Struktur mikro

Struktur mikro merupakan suatu gambaran dari kumpulan fasa-fasa yang bisa diamati melalui teknik metalografi. Struktur mikro logam dapat dilihat menggunakan mikroskop. Mikroskop yang digunakan yaitu mikroskop optic. Sebelum dilihat dengan mikroskop, permukaan dari logam harus dibersihkan dahulu, lalu reaksikan dengan reagen kimia untuk mempermudah pengamatan. Yang mana Proses ini dinamakan *etching*. Untuk dapat mengetahui sifat suatu logam, kita bisa melihat struktur mikronya. Setiap logam dengan jenis yang berbeda mempunyai struktur mikro yang berbeda. Dengan melalui diagram fasa, kita bisa mengetahui struktur mikronya dan dapat mengetahui fasa yang akan diperoleh pada temperatur dan komposisi tertentu.

Analisa struktur mikro/uji metalografi

Metalografi adalah metode untuk mencari tahu struktur logam dengan menggunakan mikroskop optik. Dan struktur yang terlihat pada mikroskop itu disebut mikrostruktur. Pengamatan dilakukan pada spesimen yang telah diproses sehingga dapat diamati dengan pembesaran tertentu.

Adapun proses pengujian metalografi/uji struktur mikro adalah Mempersiapkan spesimen yang sudah diproses pemesinan. Kemudian Gosoklah specimen sampai halus dan mengkilap menggunakan kertas gosok sesuai grade tertinggi – terendah 300 – 5000. Gosok specimen dengan kain bludruh. Oleskan sedikit autosol. Lalu persiapkan etsa. Etsa yang digunakan adalah Aquades (45ml), Hcl (1,5ml) HNO₃ (25ml) dan Hf (1ml). Kemudian Lakukan pengetsaan. Celupkan permukaan spesimen selama 8 sampai 16 detik. Keringkanlah specimen. Kemudian Amati struktur mikro dengan menggunakan mikroskop optic. Analisa hasil struktur mikro tersebut sesuai variasi temperature cetakan dan temperature penguangan.

Pembekuan logam

Proses logam cair akan dimulai dari bagian yang bersentuhan dengan dinding cetakan. Ketika panas logam cair diambil oleh cetakan, bagian logam yang bersentuhan dengan cetakan akan mendingin sampai titik beku. ketika proses pembekuan, inti-inti Kristal tumbuh. Bagian dalam coran akan mendingin lebih lambat daripada bagian luar sehingga kristal akan tumbuh dari inti asal, mengarah kebagian dalam coran dan butir kristal tersebut memanjang seperti kolom . Struktur akan muncul dengan jelas jika gradien temperatur besar terjadi pada permukaan coran besar. Dengan perbedaan kecepatan pembekuan, terbentuk arah pembekuan yang kemudian disebut dendritik.

Pada permukaan logam hasil pengecoran yang halus merupakan salah satu efek logam yang memiliki daerah beku yang sempit, dan permukaan logam hasil pengecoran kasar adalah efek logam yang memiliki daerah beku yang lebar. Cetakan logam menghasilkan hasil coran permukaan lebih halus daripada cetakan pasir. Aluminium murni akan membeku pada temperatur tetap, tapi panas pembekuan yang dibebaskan saat waktu membeku begitu besar sehingga permukaan bagian dalam akan menjadi kasar jika dicor pada cetakan pasir, sedangkan baja karbon kadar rendah memiliki daerah beku yang sempit.

Ukuran butir saat proses pembekuan paduan aluminium tuang dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kecepatan pendinginan dengan proses pengecoran tanpa penambahan penghalus butir dan *modifier*. Pada tiap butir terdapat kumpulan *dendrite* aluminium yang mana berasal dari inti yang sama. *Dendrite* dalam inti yang sama akan mempunyai arah orientasi kristalografi yang sama pula dan batas butir akan terbentuk bila ada sekumpulan *dendrite* dengan orientasi kristalografi yang berbeda bertemu.

Paduan Al secara normal memiliki struktur butir yang kasar, yaitu butir kristal *columnar* dan *equiaxed* selama proses pembekuan. Paduan yang mempunyai kelarutan tinggi dalam aluminium (Cu, Mg,

Zn) akan membentuk fasa padat halus, yaitu butir dengan struktur *equiaxed* berukuran kecil, jika dibandingkan paduan yang mempunyai kelarutan kurang seperti Si. Jadi pada paduan aluminium Al-Cu (A2xx.x) akan lebih mudah membentuk butir lebih halus dari pada aluminium yang mengandung Si dalam jumlah banyak.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan bahan

Dalam penelitian ini bahan yang digunakan adalah aluminium seri 2xxx dan tembaga (Cu) . Komposisi campuran paduan Al-Cu hypoeutektic 25 % Cu pada proses pengecoran. Komposisi Al-Cu paduan 500 gram dengan tembaga (Cu) 25%.dari perhitungan cetakan diperoleh :

- Aluminium murni : 375 gram x 9 kali pengecoran= 3,375 kg
- Tembaga (Cu) : 125 gram x 9 kali pengecoran = 1,125 kg

Dengan total spesimen (setelah proses pemesinan) 27 spesimen. Alat yang digunakan adalah:

1. cetakan logam. Digunakan untuk tempat menuangkan logam cair.
2. Tungku. Digunakan untuk tempat meleburkan aluminium.
3. Kowi. Tempat untuk mencampur dan menuangkan coran kedalam cetakan.
4. Pengaduk. Digunakan untuk mengaduk bahan di dalam tungku.
5. Thermometer infrared. Untuk mengukur temperature penuangan dan cetakan sesuai variasi yang ditentukan.
6. Stopwatch. Digunakan untuk menghitung waktu.

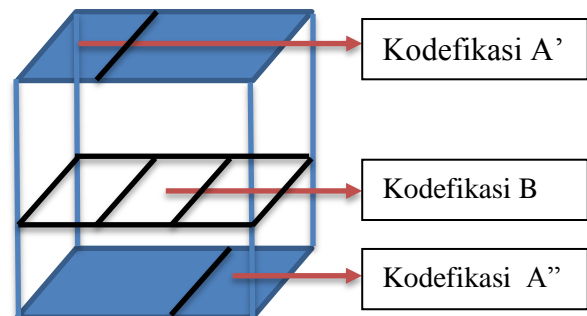
Proses pengecoran

Adapun proses dari pengecorannya adalah sebagai berikut :

1. Persiapkan alat dan bahan
2. Panaskan tungku peleburan
3. Masukkan semua aluminium kedalam tungku peleburan
4. Panaskan kembali tungku sampai temperature 600°C , 650°C ,700°C

(sesuai variasi Suhu Hypoeutektic Al-Cu)

5. Memasukkan Cu sesuai variasi 25 % dari 500 = 125 gram Cu tiap variasi temperature penuangan .kemudian aduk dengan pengaduk.
6. Siapkan cetakan yang sudah dipanasi sesuai variasi temperature cetakan. Yaitu temperature kamar, 100°C dan 200°C.
7. Ambillah logam cair dari tungku peleburan dengan menggunakan cawang tuang.
8. Tuanglah logam cair kedalam cetakan
9. Bongkar cetakan dan ambil hasil pengecoran.



Gambar 1. Kodefikasi spesimen

Proses pengujian metalografi

1. Siapkan spesimen dengan kodefikasi A' , B , A''
2. Gosoklah spesimen menggunakan kertas gosok dengan urutan tingkat tertinggi sampai terendah 300-5000
3. Jika sudah kelihatan mengkilap dan serat dari Aluminium tidak terlihat, gosoklah spesimen dengan kain bludruh .
4. Kemudian oleskan Autosol agar permukaan yang mau diuji (Pemolesan) mengkilap.
5. Lalu Persiapkan Etsa dengan menakar dan menuangkan pada cawan. Etsa yang digunakan adalah Aquades (45ml), Hcl (1,5ml HNO₃) (25ml), dan Hf (1ml)
6. Kemudian lakukan peng-etsaan dengan mencelupkan permukaan spesimen yang telah digosok dan

dipoles selama 8-16 detik . lalu Keringkan spesimen

7. Amatilah stuktur mikro dengan menggunakan mikroskop optik.
8. Analisalah hasil foto struktur mikro sesuai variasi temperatur cetakan dan temperatur penguangan.



Gambar 2. cairan etsa



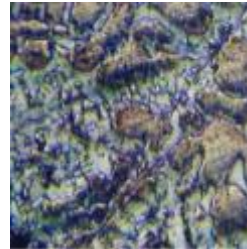
Gambar 3. specimen yang akan di etsa.

Hasil dan pengamatan

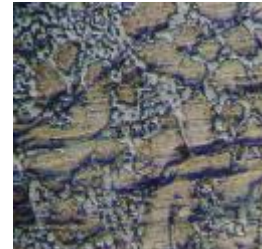


Gambar 4. Proses pengamatan

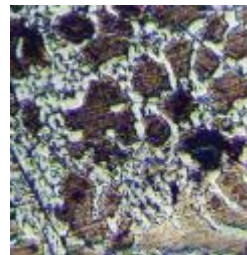
Pengaruh variasi temperature penguangan terhadap struktur mikro



(a)



(b)



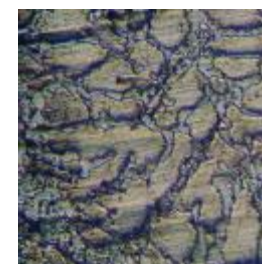
(c)

Gambar 5. (a). Temperatur penguangan 600°C kodefikasi A' temperatur cetakan suhu kamar. (b). Temperatur penguangan 650°C kodefikasi A' temperatur cetakan suhu kamar. (c). Temperatur penguangan 700°C kodefikasi A' temperatur cetakan suhu kamar.

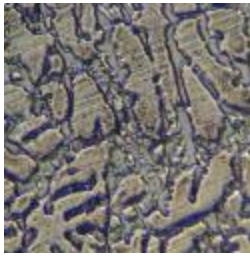
Keterangan : Pada temperatur penguangan 600°C sampai 700°C kodefikasi A' temperatur cetakan suhu kamar sama – sama mulai terbentuknya dendrit. Jarak antara Struktur satu dengan yang lain renggang, dikarenakan faktor laju pendinginan yang cepat.



(A)



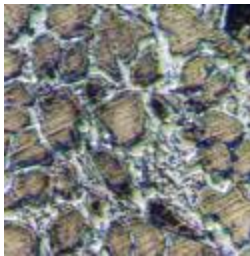
(B)



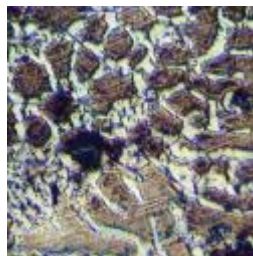
(c)

Gambar 6. (a) Temperatur penguangan 600°C kodefikasi B temperatur cetakan suhu kamar. (b) Temperatur penguangan 650°C kodefikasi B temperatur cetakan suhu kamar. (c). Temperatur penguangan 700°C kodefikasi B temperatur cetakan suhu kamar.

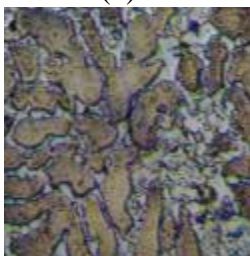
Keterangan : Pada temperatur penguangan 600°C, 650°C dan 700°C kodefikasi B temperatur cetakan suhu kamar sama – sama sudah terbentuk dendrit. Bentuk strukturnya memanjang. Jarak antar struktur lebih rapat dikarenakan laju pendinginan yang lambat. Bedanya pada temperatur penguangan 700°C strukturnya terlihat lebih jelas.



(a)



(b)



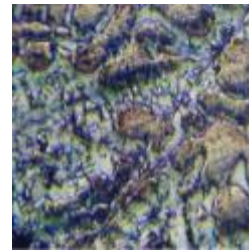
(c)

Gambar 7. (a) Temperatur penguangan 600°C kodefikasi A'' temperatur cetakan suhu kamar. (b) Temperatur penguangan 650°C kodefikasi A'' temperatur cetakan suhu kamar. (c). Temperatur penguangan

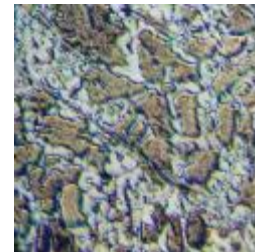
700°C kodefikasi A'' temperatur cetakan suhu kamar.

Keterangan : Pada temperatur penguangan 600°C sampai 700°C kodefikasi A temperatur cetakan suhu kamar sama – sama mulai terbentuknya dendrit. Jarak antara Struktur satu dengan yang lain renggang, dikarenakan faktor laju pendinginan yang cepat.

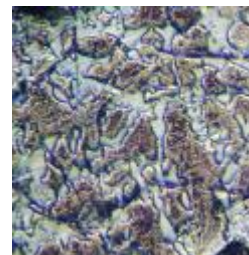
Pengaruh variasi temperature cetakan terhadap struktur mikro.



(a)



(b)

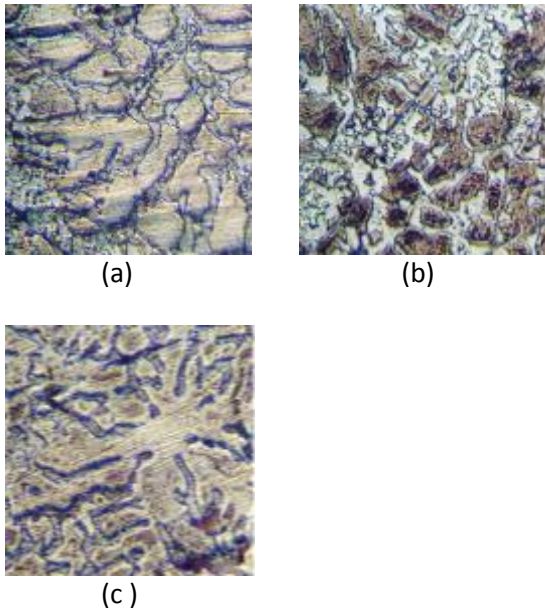


(c)

Gambar 8. (a) Temperatur cetakan Suhu kamar kodefikasi A' temperatur penguangan 600°C. (b) Temperatur cetakan 100°C kodefikasi A' temperatur penguangan 600°C. (c). Temperatur cetakan 200°C kodefikasi A' temperatur penguangan 600°C

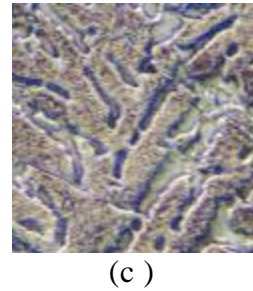
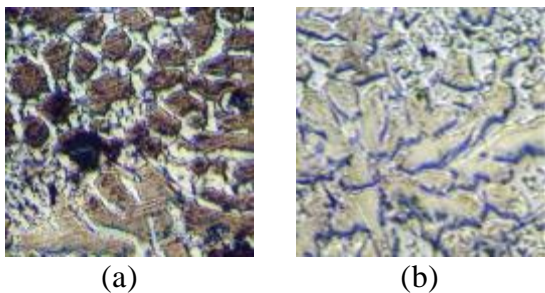
Keterangan : Pada temperatur cetakan suhu kamar kodefikasi A' temperatur penguangan 600°C merupakan awal mulai terbentuknya dendrit. Jarak antara Struktur satu dengan yang lain renggang, dikarenakan faktor laju pendinginan yang cepat. Pada temperatur cetakan 100°C dan 200°C juga sama – sama mulai terbentuk dendrit,

bedanya pada temperatur 200°C strukturnya lebih rapat dan sedikit lebih jelas.



Gambar 9. (a) Temperatur cetakan Suhu kamar kodefikasi B temperatur penguangan 650°C. (b) Temperatur cetakan 100°C kodefikasi B' temperatur penguangan 650°C. (c). Temperatur cetakan 200°C kodefikasi B temperatur penguangan 650°C.

Keterangan : Pada temperatur cetakan 200°C kodefikasi B temperatur penguangan 650°C struktur yang terbentuk terlihat lebih jelas dan halus dari pada struktur pada temperatur cetakan suhu kamar dan 100°C dikarenakan oleh laju pendinginan yang lambat. Jarak antara struktur satu dengan yang lain terlihat lebih rapat.



Gambar 10. (a) Temperatur cetakan Suhu kamar kodefikasi A'' temperatur penguangan 700°C. (b) Temperatur cetakan 100°C kodefikasi A'' temperatur penguangan 700°C. (c). Temperatur cetakan 200°C kodefikasi A'' temperatur penguangan 700°C.

Keterangan : pada temperatur cetakan suhu kamar kodefikasi A'' temperatur penguangan 700°C sudah mulai terbentuk struktur dendrit. Bentuknya kasar dan bulat. Sedangkan pada temperatur cetakan 100°C dan 200°C struktur yang terbentuk hampir sama. Bedanya pada temperatur cetakan 200°C strukturnya lebih jelas dan memanjang dikarenakan faktor laju pendinginan yang lambat.

Kesimpulan

1. Semakin tinggi temperatur penguangan dan temperatur cetakan struktur yang terbentuk adalah columnar.
2. Semakin ke dalam laju pendinginan mulai dari dinding cetakan struktur mikronya akan perlahan berubah.
3. Struktur Al-Cu hypoeutektik dan Al-Cu hypereutektik bentuk strukturnya tidak jauh berbeda, bedanya pada Al-Cu hypoeutektik bentuk strukturnya cenderung columnar dan teratur.

Saran

1. Alangkah baiknya pada penelitian selanjutnya ditambah pengujian untuk menunjang hasil analisa sehingga memperoleh data kekuatan bahan yang akan berguna di dunia industri.

2. Dalam penulisan ini penulis menyadari bahwa tidak ada ciptaan atau pekerjaan manusia yang sempurna kecuali ciptaan Allah SWT. Untuk itu penulis dengan lapang hati menerima kritik dan saran yang sifatnya membangun.

Daftar Pustaka

Tata Surdia, Kenji Chijiwa. 1980. *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta: Pradya Paramita.

Ir. Drs Budiyanto *Pengaruh Temperatur Penuangan Paduan Al – Si (Seri 4032) Terhadap Hasil Pengecoran* Dosen Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang tahun 2008.

Mohammad Tofa Wijaya, Zubaidi, Wijoyo *Pengaruh Variasi Temperatur tuang terhadap ketangguhan impak dan struktur mikro pada pengecoran Aluminium* Mahasiswa Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri Universitas Surakarta tahun 2017.

Teguh Raharjo, Wayan Sujana *Analisis Pengaruh Temperatur penuangan dan Temperatur Cetakan terhadap Sifat Mekanis bahan paduan Al-Zn* Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi industry Institut Teknologi Nasional Malang tahun 2010.

Lukfawan Triajati *Mekanisme Fading*, Fakultas Teknik Universitas Indonesia tahun 2008.

<https://hapli.wordpress.com/non-ferro/pedoman-peleburan-alal-paduan/#comment-6662>