

# PENGARUH JARAK DARI TEPI CETAKAN TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KEKERASAN PADA CORAN ALUMINIUM

**H. Purwanto**

e-mail : helmy\_uwh@yahoo.co.id

Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknik  
Universitas Wahid Hasyim  
Semarang  
Jl Menoreh Tengah X/22  
Semarang

*Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jarak dari tepi bawah ke atas hasil coran terhadap kekuatan tarik dan kekerasan bahan pada pengecoran tuang dengan cetakan logam Al-6,4%Si-1,93%Fe. Dalam pengujian dibuat spesimen uji tarik dengan standart JIS Z-220 No 7 Test Piece, dan dengan variasi jarak dari dasar coran, 10 mm, 30 mm, 50 mm, dan 70 mm pada cetakan dengan dimensi cetakan tinggi 80 mm, lebar 100 mm, dan panjang 400 mm.*

*Hasil pengujian terhadap kekuatan tarik menunjukkan bahwa semakin dekat jarak dari tepi coran maka kekuatan tarik semakin tinggi hal ini disebabkan karena pengaruh pendinginan cepat pada permukaan cetakan. Dan pada pengujian kekerasan menunjukkan bahwa semakin kecil jarak dari tepi coran tingkat kekerasan semakin tinggi. Semakin tinggi nilai tegangan tarik, maka semakin tinggi pula angka kekerasannya.*

*Pada pengecoran tuang terjadi ketidakmerataan sifat mekanis pada tiap lapisan atau bagian, hal ini disebabkan oleh kecepatan pendinginan yang berbeda antara logam cair dengan cetakan, udara dan bagian tengah yang tidak bersentuhan dengan lingkungan.*

**Kata Kunci :** Jarak tepi coran, Kekuatan Tarik, Nilai Kekerasan Brinell (BHN)

## Pendahuluan

Aluminium merupakan logam yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi meliputi peralatan rumah tangga, konstruksi, komponen otomotif dan pesawat terbang (aerospace). Pemakaian aluminium diperkirakan pada masa mendatang masih terbuka luas baik sebagai material utama maupun material pendukung dengan ketersediaan biji aluminium di bumi yang melimpah. Aluminium disamping mempunyai massa jenis kecil, tahan terhadap korosi, daya hantar listrik yang baik, jika dipadu dengan unsur dan diproses dengan metode tertentu akan mempunyai sifat fisis dan mekanis yang unggul.

Silikon (Si) merupakan salah satu unsur yang jika dipadu dengan aluminium mampu meningkatkan sifat mekanis, mampu cor (*castability*), dan mampu mesin (Brown, 1999). Al-Si banyak digunakan pada komponen otomotif melalui proses pengecoran seperti velg (*cast wheel*), piston, blok mesin dan lain sebagainya.

Industri pengecoran aluminium lokal, umumnya menggunakan proses pengecoran tuang (*gravity casting*). Paduan yang digunakan adalah Al-Si daur ulang dan dalam proses peleburan digunakan peralatan dari besi (mengandung unsur Fe) sehingga unsur Fe akan bertambah pada paduan. Fe dalam paduan Al-Si merupakan unsur pengotor yang menyebabkan turunnya kekuatan dan ketahanan terhadap korosi

(Smith, 1993), dan ini merupakan masalah yang utama dalam industri pengecoran aluminium daur ulang (Mondolfo, 1976).

Pada proses pengecoran tuang dengan cetakan logam menyebabkan tidak meratanya sifat mekanik pada jarak tertentu dari dinding cetakan. Penelitian ini bertujuan mempelajari sejauh mana pengaruhnya jarak dari cetakan terhadap sifat mekanisnya. Bahan menggunakan paduan Al-6,4%Si-1,93%Fe yang dicor dengan cetakan logam, pada dimensi cetakan tinggi 80 mm, lebar 100 mm, dan panjang 400 mm, selanjutnya dipelajari pengaruh posisi (jarak dari dasar coran 10 mm, 30 mm, 50 mm, dan 70 mm dari dasar coran) terhadap kekerasan dan kekuatan tarik.

## Aluminium Paduan

Aluminium ditemukan oleh Sir Humphery Davy pada tahun 1809 sebagai suatu unsur, dan pertama kali direduksi sebagai logam oleh H. C. Oersted pada tahun 1825. Tahun 1886 Paul Heroult di Prancis dan C. M. Hall di Amerika Serikat secara terpisah telah memperoleh logam aluminium dari alumina dengan cara elektrolisa dari garamnya yang terfusi. Sampai sekarang proses Heroult Hall masih dipakai untuk memproduksi aluminium (Surdia dan Saito, 1992).

Aluminium murni mempunyai sifat mekanis yang kurang baik, untuk menaikkan sifat mekaniknya, maka aluminium dipadu dengan unsur Cu, Mg, Si, Mn, Zn, Ni, dan sebagainya. Satu atau bersamaan unsur

tersebut dalam paduan memberikan juga sifat-sifat baik lainnya seperti ketahanan korosi, aus, dan menurunkan koefisien muai (Surdia dan Saito, 1992).

### Pengecoran

Coran dibuat dari logam yang dicairkan, dituang kedalam cetakan, kemudian dibiarkan mendingin dan membeku. Untuk membuat coran, harus dilakukan proses- proses seperti : pencairan logam, membuat cetakan, menuang, membongkar dan membersihkan coran. Untuk mencairkan logam bermacam- macam tanur yang dipakai. Umumnya kupola atau tanur induksi frekwensi rendah, tanur busur listrik atau tanur induksi frekwensi tinggi.

Cetakan biasanya dibuat dengan jalan memadatkan pasir. Pasir yang dipakai biasanya pasir alam atau pasir buatan yang mengandung tanah lempung. Cetakan pasir mudah dibuat dan tidak mahal. Selain dari cetakan pasir, dipergunakan cetakan logam. Pada penuangan, logam cair mengalir melalui pintu cetakan, maka bentuk pintu harus dibuat sedemikian sehingga tidak mengganggu aliran logam cair. Pada umumnya logam cair dituang dengan pengaruh gaya berat, walaupun biasanya dipergunakan tekanan pada logam cair selama atau setelah penuangan.

### Pembekuan

Besar butir dan kerapatan akan berpengaruh terhadap kekuatan dari material. Besar butir dan kerapatan material yang pengerjaannya melalui proses pengecoran dapat dipegaruhi oleh jenis cetakan, proses pengecoran dan pembekuannya.

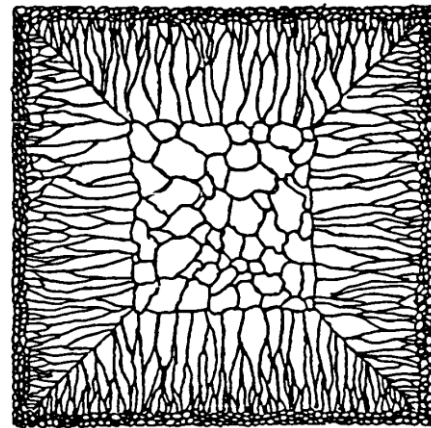
### Pembekuan Pada Logam Paduan

Jika logam yang terdiri dari dua unsur atau lebih didinginkan dari keadaan cair, maka butiran- butiran kristalnya akan berbeda, dengan butiran- butiran kristal logam murni apabila suatu paduan yang terdiri dari komponen kristal A dan Komponen kristal B membeku, maka sukar didapat susunan butir-butir kristal A dan kristal B tetapi umumnya didapat butir-butir kristal campuran dari A dan B. Apabila hal ini dipelajari secara terperinci, ada dua hal yaitu pertama bahwa A larut dalam B atau B larut dalam A dan kedua bahwa A dan B terkait satu sama lain dengan perbandingan tertentu. Hal pertama disebut larutan padat dan yang kedua disebut senyawa antar-logam.

### Pembekuan Pada Coran

Pembekuan pada proses pengecoran dengan cetakan logam dimulai pada bagian logam cair yang bersentuhan dengan cetakan, yaitu ketika panas dari logam cair diambil oleh cetakan sehingga bagian logam yang bersentuhan dengan cetakan itu mendingin sampai beku, dimana kemudian inti-inti kristal tumbuh. Bagian dari dalam coran mendingin lebih lambat dari pada bagian luar, sehingga kristal-kristal tumbuh dari inti asal mengarah ke bagian dalam coran dan butir-butir kristal tersebut berbentuk panjang-panjang seperti kolom, yang disebut struktur

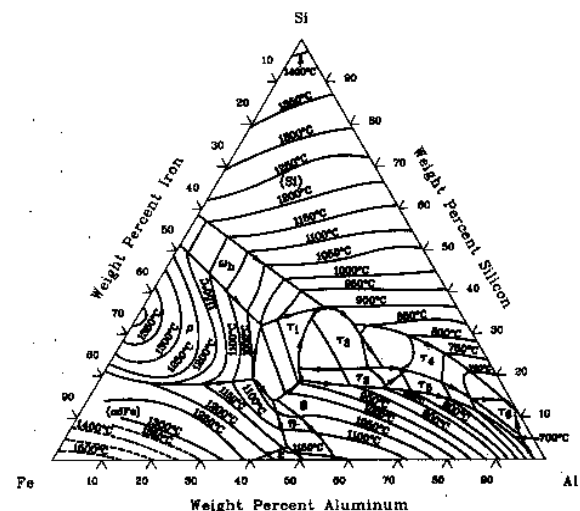
kolumnar. Struktur ini muncul dengan jelas apabila gradien temperatur yang besar terjadi pada permukaan coran yang besar pada cetakan logam. Sebaliknya dengan cetakan pasir menyebabkan gradien temperatur yang kecil dan membentuk struktur kolom yang tidak begitu jelas. Pada bagian tengah coran mempunyai gradien temperatur yang kecil sehingga merupakan susunan dari butir-butir kristal segi banyak dengan orientasi sembarang. Hal ini dapat diperlihatkan seperti Gambar 1. berikut :



Gambar 1. Skema struktur kristal pada coran karena perbedaan gradien suhu pada proses pembekuan (M.C.Flemings, Solidification Prossesing)

### Al-Si-Fe

Diagram fase terner dari paduan Al-Si-Fe ditunjukkan pada Gambar 2. Titik eutektik pada diagram terner dapat ditentukan bergantung pada tiga jenis komposisi bahan. Sejak tahun 1920-an, Fe sudah dikenal sebagai unsur yang dapat mengurangi kekuatan dari paduan Al-Si, berkurangnya jumlah besi hingga kira-kira 0,10%, sangat memperbaiki kekuatan dan keuletan dari paduan (Smith, 1993).



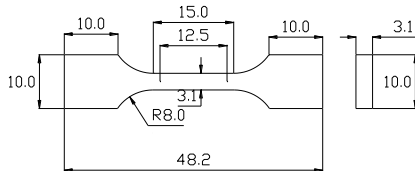
Gambar 2. Diagram phase ternary Al-Si-Fe (ASM Metal Hand Book Vol. 3)

Aluminum paduan komersial atau daur ulang biasanya mengandung unsur Fe. Kandungan Fe bertambah pada proses peleburan dan penuangan dengan peralatan yang terbuat dari besi. Fe yang besar sering kali tidak diinginkan karena sebagai unsur pengotor (impurities). Tetapi Fe pada paduan Al-Fe-Ni digunakan sebagai elemen pelengkap untuk menaikkan kekuatan tarik pada temperatur tinggi (Mondolfo, 1976).

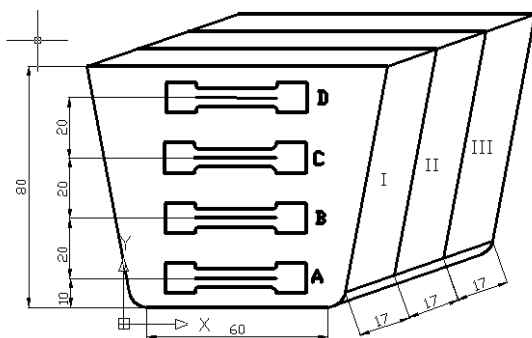
Besarnya kandungan Fe pada paduan Al-Si sangat signifikan mempengaruhi kekuatan tarik. Peningkatan komposisi Fe hingga mencapai 2% memicu terbentuknya fase intermetalik  $\beta\text{AlFeSi}$ , sehingga mengurangi kekuatan tarik paduan Al-Si. Fase intermetalik  $\beta\text{AlFeSi}$  terbentuk selama proses pembekuan pada temperatur yang rendah (Fang, dkk, 2000).

**Metodologi Penelitian**

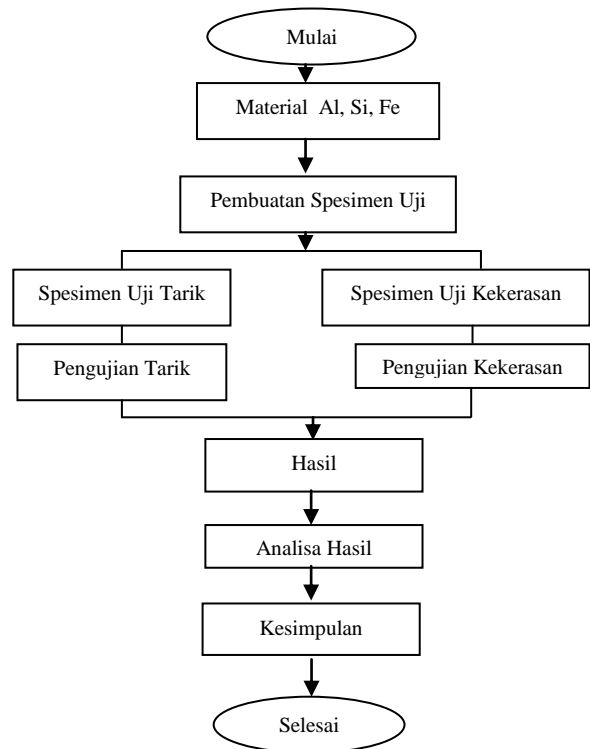
Penelitian ini menggunakan paduan Al-Si-Fe (Al-6,4%Si-1,93%Fe) dalam bentuk batangan hasil pengecoran tuang dengan cetakan logam. Kemudian dilakukan perancangan gambar dan pembuatan spesimen tarik dengan standart JIS Z-220 No 7 Test Piece, dan dilakukan uji tarik serta uji kekerasan. Spesimen diambil dari jarak 10, 30, 50 dan 70 mm dari tepi cetakan bagian bawah dan tiap bagian atau jarak dibuat tiga spesimen (I, II, dan III) pada dimensi cetakan tinggi 80 mm, lebar 100 mm, dan panjang 400 mm.



**Gambar 3.** Dimensi spesimen uji tarik JIS Z2201 No.7



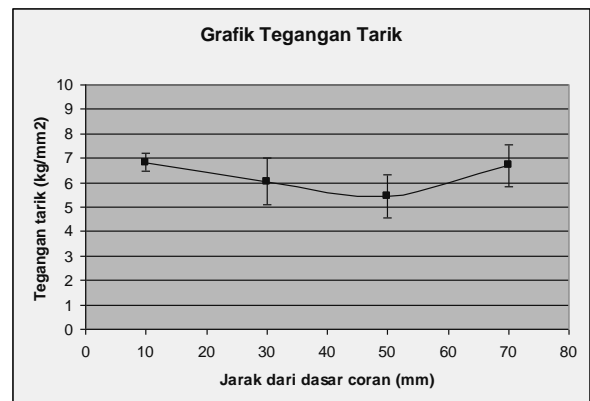
**Gambar 4.** Penampang coran aluminium dan posisi pembuatan spesimen



**Gambar 5.** Diagram aliran penelitian

**Hasil dan Pembahasan**

**1. Tegangan Tarik**



**Gambar 6.** Tegangan tarik maksimum pada variasi jarak dari dasar coran

Gambar 6 menunjukkan grafik hubungan antara jarak dari tepi cetakan (bagian bawah) dengan tegangan tarik. Pada pengujian spesimen lapis pertama (Kode A) jarak dari dasar coran 10 mm, menunjukkan nilai tegangan tarik rata-rata adalah  $(\sigma)$  6,83 Kg/mm<sup>2</sup>.

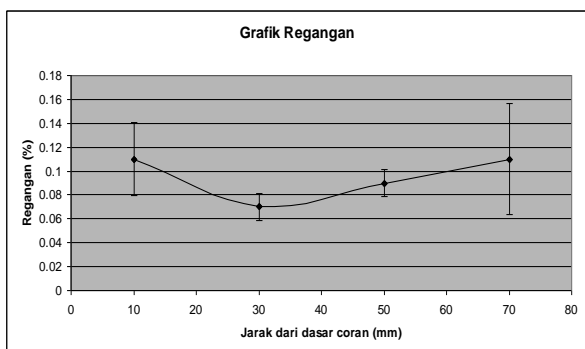
Pada pengujian di lapis kedua atau jarak 30 mm dari dasar coran (Kode B), menunjukkan nilai tegangan tarik rata-rata adalah  $(\sigma)$  6.05 Kg/mm<sup>2</sup>. Sedangkan Pada pengujian spesimen lapis ketiga dari dasar coran (Kode C) dengan jarak dari dasar coran 50 mm, menunjukkan nilai tegangan tarik rata-rata adalah  $(\sigma)$  5.44 Kg/mm<sup>2</sup>. Pada pengujian spesimen lapis paling atas (Kode D) jarak dari dasar coran 70 mm , mendapatkan nilai tegangan tarik  $(\sigma)$  6,7 Kg/mm<sup>2</sup>.

Dari hasil pengujian diatas dapat dijelaskan bahwa tegangan tarik maksimum pada jarak 10 mm permukaan paling bawah coran memiliki nilai kekuatan tarik yang tinggi dibanding dengan coran bagian tengah, dan penurunan pada jarak coran 30 mm dari 6,83 Kg/mm<sup>2</sup> turun menjadi 6.05 Kg/mm<sup>2</sup>, sedangkan pada jarak coran 50 mm juga mengalami penurunan dari 6.05 Kg/mm<sup>2</sup> menjadi 5.44 Kg/mm<sup>2</sup>, sedangkan pada jarak coran 70 mm dari dasar coran menghasilkan tegangan tarik maksimal yang meningkat dari 5.44 Kg/mm<sup>2</sup> naik menjadi 6,7 Kg/mm<sup>2</sup>.

Hal ini relevan dengan teori pembekuan pada coran yang menyatakan pembekuan coran logam dimulai dari bagian logam yang bersentuhan dengan cetakan, yaitu ketika panas dari logam cair diambil oleh cetakan sehingga bagian logam yang bersentuhan dengan cetakan itu mendingin sampai titik beku, dimana kemudian inti-inti kristal tumbuh lebih cepat, sedangkan bagian dalam coran mendingin lebih lambat dari pada bagian luar. Akibat perbedaan kecepatan pembekuan tersebut mengakibatkan struktur butir berbeda yaitu kecepatan pendinginan yang cepat mengakibatkan struktur butir yang lebih halus. Struktur butir yang lebih halus maka bahan akan memiliki nilai kekuatan atau tegangan tarik yang lebih tinggi.

Disamping itu pada umumnya logam cair dituang dengan pengaruh gaya berat/ gravitasi kebawah. Sehingga semakin kebawah, tingkat kepadatan dari coran akan semakin tinggi, dengan semakin tingginya kepadatan dari sebuah coran akan memiliki kekuatan yang lebih dari pada hasil coran yang di bagian tengah dan atas.

### 2. Regangan

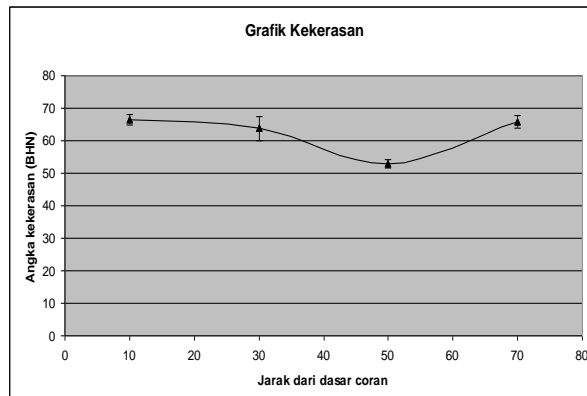


**Gambar 7.** Regangan tarik maksimum pada variasi jarak dari dasar coran

Gambar 7. menunjukan grafik hubungan antara jarak dari tepi cetakan terhadap regangan. Dari grafik menunjukkan hasil diagram regangan, tidak jauh beda dengan hasil diagram nilai kekuatan tarik, pada jarak coran 10 mm menghasilkan regangan maksimal 0,10 % hasil ini akan turun pada spesimen dengan jarak 30 mm dari dasar coran menjadi 0.07 %. Sedangkan pada jarak coran 50 mm mengalami kenaikan dari 0.07 %

menjadi 0.09 % terus meningkat pada jarak coran 70 mm mengalami kenaikan dari 0.09 % menjadi 0.11%. Ini berarti ada perbedaan diantara setiap lapisan pada coran aluminium.

### 3. Pengujian Kekerasan



**Gambar 8.** Grafik Nilai Kekerasan ( BHN )

Gambar 8. menunjukkan grafik hubungan antara jarak dari tepi coran dengan kekerasan. Dari diagram dapat dijelaskan bahwa spesimen pada jarak 10 mm dari dasar coran, memiliki nilai kekerasan rata-rata 66.54 BHN tetapi menurun pada jarak coran 30 mm dari dasar coran dari 66.54 BHN turun menjadi 63.71 BHN. Pada jarak 50 mm dari dasar coran memiliki tingkat kekerasan yang paling rendah yaitu turun dari 63.71 BHN menjadi 52.80 BHN, tetapi mengalami kenaikan lagi pada jarak 70 mm dari dasar coran atau permukaan atas coran, dari 52.80 BHN naik menjadi 65.83 BHN.

Kekerasan coran yang paling dekat dengan permukaan coran akan memiliki nilai kekerasan yang tinggi, dibanding pada bagian coran yang ada di tengah. Pada permukaan paling atas dari coran juga memiliki prosentase nilai kekerasan yang lebih tinggi dari bagian tengah. Ini berarti semakin tinggi nilai tegangan tarik, maka semakin tinggi pula angka kekerasannya.

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan proses pengujian tarik dan uji kekerasan pada paduan Al-6,4%Si-1,93%Fe dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Kekuatan tarik tertinggi adalah 6,83 Kg/mm<sup>2</sup> pada jarak coran 10 mm dari tepi (bagian bawah ) dan terendah adalah 5.44 Kg/mm<sup>2</sup> pada jarak 50 mm dari tepi cetakan (bagian bawah). Pada jarak coran paling bawah kekuatan tariknya tertinggi karena terjadi pendinginan yang lebih cepat dan adanya gaya gravitasi yang mempengaruhi kepadatan dari coran, sedangkan pada bagian tengah terjadi pembekuan yang lebih lambat. Permukaan paling atas kekuatan tariknya hampir sama tingginya dengan dasar coran, hal ini dimungkinkan dengan adanya proses pendinginan

yang cepat oleh udara sehingga mempengaruhi kekuatan dari bahan tersebut.

2. Regangannya disetiap bagian akan menghasilkan nilai regangan yang berbeda. Pada spesimen A regangan tariknya 0,10 %, pada spesimen B regangan tariknya 0.07 %, sedang pada spesimen C regangannya 0.09 % dan pada spesimen D regangannya 0.11%. Ini berarti ada perbedaan hasil diantara setiap lapisan pada coran aluminium.
3. Pada pengujian kekerasan hasil yang diperoleh adalah : 66.54 BHN dan yang terendah adalah 52.80 BHN. Nilai kekerasan tertinggi pada bagian dasar coran karena adanya gaya gravitasi yang mempengaruhi coran, Sedangkan yang atas coran memiliki nilai kekerasan yang lebih besar dari tengah, karena adanya annealing (pendinginan) yang mempengaruhi tingginya nilai kekerasan.
4. Semakin tinggi nilai tegangan tarik, maka semakin tinggi pula tingkat kekerasannya.

Pada pengecoran tuang dengan menggunakan cetakan logam dengan dimensi dimensi cetakan tinggi 80 mm, lebar 100 mm, dan panjang 400 mm terjadi ketidakmerataan sifat mekanis pada tiap lapisan atau bagian, hal ini disebabkan oleh kecepatan pendinginan yang berbeda antara logam cair dengan cetakan, udara dan bagian tengah yang tidak bersentuhan dengan lingkungan.

#### Daftar Pustaka

- Amstead B.H., Ostwald, P.F., Begemen, M.L., 2003, "Teknologi Mekanik", Erlangga, Jakarta
- ASM Specialty Hand Book, 1993, "Aluminium and Aluminium Alloys", Ohio.
- Champbel, J., 2000, "Castings", Butterworth Heinemann, Oxford.
- Dieter, G. E, 2003, Metalurgi Mekanik, Erlangga, Jakarta
- Fleemings, M.C., 1974, "Solidification Processing", Mc. Graw-Hill Book Company, pp. 134-135.
- Mondolfo, L.F., 1976, "Aluminium Alloys: Structure and Properties", Butterworths, London
- Rachmantio, H., 2004, "Pengantar Material Sains II Buku Sifat Fisik dan Mekanik", Tabernakelindo, Yogyakarta
- Shackelford, J.F., 1992, "Introduction to Material Science for Engineers", 3 rd edition, Macillan Publishing Company, pp. 383-384.
- Smith, W.F., 1993, "Structure and Properties of Engineering Alloys", McGraw-Hill inc, Second Edition.
- Surdia, T., dan Chijjiwa K., 1975, "Teknik Pengecoran Logam", P.T. Pradnya Paramita, Jakarta, pp. 13-16.
- Surdia, T. dan Saito, S., 1992, "Pengetahuan Bahan Teknik", P.T. Pradnya Paramita, Jakarta, pp. 129-142.
- Suryanarayana, A.V.K., 1979, "Testing Of Materials", Prentice Hall Of India, New Delhi.