

**PENGARUH PENAMBAHAN PERAK (Ag) TERHADAP  
PERUBAHAN SIFAT FISIS DAN MEKANIS CORAN  
ALUMINIUM TEMBAGA (Al-Cu)**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan untuk memenuhi Salah Satu Syarat**

**Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

**Jurusan Teknik Mesin**



**Disusun oleh :**

**Pius Danisworo Buwonomurti**

**995214017**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SANATA DHARMA  
YOGYAKARTA  
2005**

**THE EFFECTS OF SILVER ( Ag) ON THE PHYSICAL AND  
MECHANICAL PROPERTIES OF Al-Cu ALLOY**

**FINAL PROJECT**

**Presented as Partial Fulfillment of the Requirement  
To Obtain the *Sarjana Teknik* Degree**



**By :**

**Pius Danisworo Buwonomurti**

**Student Number : 995214017**

**MECHANICAL ENGINEERING STUDY PROGRAM**

**MECHANICAL ENGINEERING DEPARTMENT**

**ENGINEERING FACULTY**

**SANATA DHARMA UNIVERSITY**

**YOGYAKARTA**

**2005**

## **TUGAS AKHIR**

### **PENGARUH PENAMBAHAN PERAK (Ag) TERHADAP PERUBAHAN SIFAT FISIS DAN MEKANIS CORAN ALUMINIUM TEMBAGA (Al-Cu)**

Disusun oleh:

Pius Danisworo Buwonomurti

NIM: 995214017

Telah disetujui oleh:

Pembimbing I



I Gusti Ketut Pujana S.T., M.T

Tanggal

12-11-05

**TUGAS AKHIR**  
**PENGARUH PENAMBAHAN PERAK (Ag) TERHADAP**  
**PERUBAHAN SIFAT FISIS DAN MEKANIS CORAN**  
**ALUMINIUM TEMBAGA (Al-Cu)**

Dipersiapkan dan ditulis oleh :

Nama : Pius Danisworo Buwonomurti  
NIM : 995214017

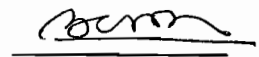
Telah dipertahankan didepan penitia penguji  
Pada tanggal 29 Oktober 2005  
Dan dinyatakan memenuhi syarat

**Susunan Panitia Penguji**

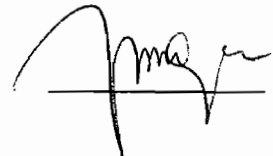
Ketua : Budi Sugiharto, S.T.,M.T.



Sekretaris : Wibowo Kusbandono, S.T.,M.T.



Anggota : I Gusti Ketut Puja, S.T.,M.T.



Yogyakarta, 12 - 11 - 2005

Fakultas Teknik

Universitas Sanata Dharama

Yogyakarta

Dekan



( Ir. Gregorius Heliarko, S.J., S.S., B.S.T., M.A., M.Sc.)

## **Pernyataan**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaa di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta , 2005

Pius Danisworo Buwonomurti

## MOTTO

*Seseorang tidak dapat melangkah di jalan TUHAN  
dengan keberhasilan dan kedamaian, selama perasaan  
dendam masih menguasai hatinya*

IA YANG BIJAKSANA BERBICARA DENGAN  
MATANYA,  
IA YANG BODOH MENELAN DENGAN  
TELINGANYA

*Janganlah hendaknya kamu kuatir tentang  
apapun juga, tetapi nyatakanlah dalam segala  
hal keinginanmu kepada ALLAH dalam doa  
dan permohonan dengan mengucapkan syukur.  
(Filipi 4:6)*

*Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk:  
Kedua orang tuaku  
Kakakku  
Adikku  
& sahabatku*

## INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kadar perak terhadap sifat fisis dan mekanis pada coran aluminium-tembaga.

Benda uji dibuat dari coran Al-Cu dan dipadu dengan Ag yang bervariasi dari 1%, 2%, 3% dan 4%. Jenis pengujian yang dilakukan adalah pengujian tarik, pengujian kekerasan, pengukuran masa jenis, pengamatan struktur mikro, dan pengamatan porositas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan perak menurunkan kekuatan tarik dari paduan Al-Cu sebesar 7.5% yaitu dari  $12.04 \text{ kg/mm}^2$  menjadi  $11.13 \text{ kg/mm}^2$  untuk kadar perak 1%, penurunan kekuatan tarik sebesar 23.08% pada penambahan perak 4%. Regangan meningkat sebesar 14.3% yaitu dari 0.49% menjadi 0.52% untuk kadar perak 1%, peningkatan regangan sebesar 82% pada penambahan perak 4%. Kekerasan menurun sebesar 7.8% yaitu dari 79 BHN menjadi 72 BHN untuk kadar perak 1%, penurunan kekerasan sebesar 56.31% pada penambahan perak 4%. Massa jenis meningkat sebesar 13.7% yaitu dari  $2.7 \text{ gr/cm}^3$  menjadi  $3.07 \text{ gr/cm}^3$  untuk kadar perak 1%, peningkatan massa jenis sebesar 17.7% pada penambahan perak 4%. Pengamatan porositas meningkat sebesar 3.5% yaitu dari 2.5% menjadi 6% untuk kadar perak 1%, sedangkan peningkatan porositas sebesar 12.4% pada penambahan perak 4%.

## **KATA PENGANTAR**

Puji Syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas kasihnya dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Tugas Akhir dengan judul “ PENGARUH PENAMBAHAN PERAK (Ag) TERHADAP PERUBAHAN SIFAT FISIS DAN MEKANIS CORAN ALUMINIUM TEMBAGA (Al-Cu) “ , merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Progran Studi Teknik Mesin di Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Romo Ir. Greg Heliarko, S.J., S.S., B.S.T., M.A., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
2. Bapak Yosef Agung Cahyanta, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
3. Bapak I Gusti Ketut Puja, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah banyak membantu penulisan Tugas Akhir ini.
4. Dosen-dosen jurusan Teknik Mesin, atas ilmu pengetahuan selama penulis belajar.
5. Mas Martono, Mas Intan dan Mas Roni, selaku Laboran Ilmu Logam Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
6. (Alm) Yohanes Soewondo dan Lucia Supriatun selaku orang tua yang selalu mendukung dan memberikan bantuan moral dalam penulisan Tugas Akhir ini.
7. Kakak-kakaku Mbak Shinta, Ratih dan Wisnu yang selalu memotivasi dalam proses penulisan Tugas Akhir ini.



8. Terima Kasih kepada Bapak FX Soemardi selaku bapak tiri yang telah banyak membantu dan memberikan dukungan kepada penulis.
9. Dian Kusuma Wardani. terima kasih atas cinta dan kasih sayangnya, dan juga doa yang selalu menyertai penulis.
10. Sahabat-sahabatku, Crippen, Wilson, Yuyun, Icu, Iwan, Dimas, Agus, Brindil yang selalu membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini.
11. Anak-anak angkatan 99 dan 98 terima kasih atas dukungannya .
12. Anak-anak Teknik Mesin angkatan 2000 yang telah banyak membantu penulis.
13. Seluruh petugas Perpustakaan Universitas Sanata Dharma, yang juga banyak membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini.
14. Terima kasih kepada Romo Stephanus Istoto Raharjo Pr. atas bantuan doa dan semangatnya.
15. Semua pihak yang telah membantu, memberikan masukan serta kritikan selama penulisan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini jauh dari sempurna. Oleh sebab itu kepada seluruh pihak, penulis sangat terbuka untuk semua kritik dan saran yang membangaun untuk perbaikan Tugas Akhir. Akirnya harapan penulis, Tugas Akhir ini dapat berguna bagi semua pihak dan dapat dijadikan bahan kajian lebih lanjut.

Yogyakarta,

2005

Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN MOTTO dan PERSEMBAHAN.....	vi
INTISARI.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR NOTASI dan LAMBANG.....	xvi

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2

### **BAB II DASAR TEORI**

2.1 Pengetahuan tentang Aluminium.....	3
2.2 Sifat-sifat Aluminium.....	3
2.2.1.a Paduan Aluminium.....	4
2.2.2.b Klasifikasi Paduan Aluminium.....	5
2.3 Paduan Aluminium Utama.....	6
2.4 Paduan Aluminium Cor.....	8
2.5 Pengaruh Unsur Paduan dalam Aluminium.....	9
2.6 Pengetahuan tentang Perak.....	10

2.7	Proses Pengecoran Logam.....	11
2.7.1	Perencanaan Pengecoran.....	11
2.7.1.a	Menetapkan Kup,Drag dan permukaan pisah.....	12
2.7.1.b	Menentukan Tambahan Penyusutan.....	12
2.7.1.c	Pemilihan Mesin perkakas untuk Pembuatan Pola.....	13
2.7.1.d	Pemeriksaan Pola.....	13
2.8	Perencanaan Sistem Saluran.....	14
2.8.1.a	Sistem Saluran .....	14
2.8.2.b	Bagian-bagian Sistem Saluran.....	14
2.9	Pembuatan Cetakan .....	16
2.9.1.	Pasir Cetak .....	16
2.91.a	Jenis-jenis Pasir Cetak .....	16
2.9.2	Jenis Cetakan dan Proses Pembuatannya .....	17
2.9.3	Rangka Cetakan .....	17
2.9.3.a	Cetakan .....	18
2.10	Peleburan dan Pengecoran Paduan Aluminium .....	18
2.10.1.a	Proses Produksi secara singkat .....	18
2.10.1.b	Penuangan Logam Cair .....	19
2.10.2.a	Pembekuan Logam Murni .....	20
2.10.2.b	Pembekuan Paduan .....	21
2.10.3	Pembongkaran Cetakan .....	21
2.10.4	Alat-alat yang digunakan .....	21
2.10.5	Pembuatan Sampel .....	22

### **BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN**

3.1	Pelaksanaan Pengecoran.....	23
3.1.a	Bahan.....	23

3.1.b	Alat-alat yang dipergunakan dalam Pengecoran.....	24
3.1.c	Proses Peleburan Coran.....	24
3.1.d	Pelepasan hasil Coran.....	25
3.2	Pembuatan Sprsimen atau Benda Uji.....	25
3.3	Peralatan Pengujian.....	25
3.4	Proses Pengujian .....	26
3.5	Metode Penelitian Pengecoran Al-Cu-Ag.....	23

#### **BAB IV HASIL PENELITIAN dan PEMBAHASAN**

4.1	Pengujian Tarik.....	36
4.2	Regangan.....	37
4.3	Pengujian Kekerasan.....	38
4.4	Pengujian Masa Jenis.....	39
4.5	Pengamatan Struktur mikro.....	40
4.6	Pengamatan Porositas.....	44

#### **BAB V KESIMPULAN dan SARAN**

5.1	Kesimpulan.....	53
5.2	Saran.....	54

<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>56</b>
----------------------------	-----------

<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>57</b>
----------------------	-----------

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi skematis dari pembekuan logam.....	20
Gambar 3.1 Bentuk dan geometri (ukur) Benda Uji Tarik.....	26
Gambar 3.2 Alat Uji Tarik.....	27
Gambar 3.3 Alat Uji Brinell.. ..	27
Gambar 3.4 Lup Mikrometer.....	29
Gambar 3.5 Pemantulan Cahaya pada benda yang sudah dietsa.....	32
Gambar 3.6 Alat analisa Struktur Mikro.....	33
Gambar 4.1 Grafik Kekuatan tarik .....	36
Gambar 4.2 Grafik Regangan .....	37
Gambar 4.3 Grafik Pengujian kekerasan.....	38
Gambar 4.4 Grafik Pengujian Massa jenis .....	39
Gambar 4.5 Struktur mikro Paduan Al-Cu.....	40
Gambar 4.6 Struktur mikro Paduan Al-Cu-1% Perak .....	41
Gambar 4.7 Struktur mikro Paduan Al-Cu-2% Perak .....	41
Gambar 4.8 Struktur mikro Paduan Al-Cu-3% Perak.....	42
Gambar 4.9 Struktur mikro Paduan Al-Cu-4% Perak.....	42
Gambar 4.10 Grafik prosentase Porositas.....	44
Gambar 4.11 Foto porositas Paduan Al-Cu.....	47
Gambar 4.12 Foto porositas Paduan Al-Cu-1% Perak.....	48
Gambar 4.13 Foto porositas Paduan Al-Cu-2% Perak.....	49
Gambar 4.14 Foto porositas Paduan Al-Cu-3% Perak.....	50
Gambar 4.15 Foto porositas Paduan Al-Cu-4% Perak.....	51

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Klasifikasi paduan aluminium cor .....	5
Tabel 2.2 Klasifikasi paduan aluminium tempaan .....	6
Tabel 2.3 Klasifikasi perlakuan bahan .....	7
Tabel 2.4 Pengaruh Unsur Paduan terhadap Aluminium.....	8
Tabel 2.5 Sifat – sifat mekanis paduan aluminium cor menurut Aluminium Association .....	9
Tabel 2.6 Tambahan penyusutan yang disarankan .....	13
Tabel 3.1 Pemilihan diameter penetrator untuk uji kekerasan Brinell .....	28
Tabel 3.2 $P/D^2$ berdasarkan Bahan untuk uji kekerasan Brinell .....	28

## DAFTAR NOTASI dan LAMBANG

A	=	Luas penampang.....	mm <sup>2</sup>
t	=	tebal.....	mm
l	=	Lebar.....	mm
$\sigma_u$	=	Kekuatan tarik.....	kg/mm <sup>2</sup>
P	=	Beban.....	kg
L <sub>0</sub>	=	Panjang mula-mula.....	kg/mm <sup>2</sup>
L	=	Panjang akhir.....	kg/mm <sup>2</sup>
$\rho$	=	Berat jenis.....	gr/mm <sup>3</sup>
$\Delta L$	=	Pertambahan panjang.....	mm
$\varepsilon$	=	Regangan.....	%
v	=	Volume.....	mm
m	=	Massa.....	kg
BHN	=	Kekerasan Brinell.....	kg/mm <sup>2</sup>
D	=	Diameter bola penetrator.....	mm
d	=	diameter bekas injakan.....	mm



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar belakang penelitian**

Dari waktu ke waktu , manusia menyatakan bahwa bahan sangat berhubungan erat dengan kehidupan manusia disetiap jamannya. Begitu pula untuk mengadakan berbagai penelitian untuk mengatasi perkembangan jaman teknologi yang semakin pesat khususnya bidang industri yang menyebabkan kebutuhan bahan semakin meningkat dari tahun ketahun. Berawal dari penemuan-penemuan logam melalaui proses temperatur yang sangat tinggi, menuntut manusia untuk selalu berkembang dan maju. Proses yang begitu cepat itulah yang bias kita lihat sekarang ini.

Banyaknya kebutuhan akan bahan itulah maka penulis mencoba untuk mempelajari struktur dan sifat bahan. Bahan yang baik adalah bahan yang mempunyai sifat fisis dan mekanis yang baik pula, agar diterima dan dipergunakan sesuai dengan keinginan. Pada saat ini penulis mencoba menyatukan “aluminium paduan ( AL-4,5%Cu ) dengan perak (Ag) dengan variasi perak dari 1 % - 4 % , untuk mencari sifat fisis dan mekanisnya setelah proses pengecoran. Dan ini dilakukan sebagai Tugas Akhir dan juga karena penggunaan Aluminium yang semakin banyak dewasa ini. Ini disebabkan oleh sifat-sifat Aluminium yang salah satunya adalah tahan terhadap korosi dan mudah dibentuk. Hampir semua peralatan rumah tangga menggunakan Aluminium dan paduannya dikarenakan unsur paduan dapat memperbaiki sifat-sifat buruk serta memberikan pengaruh positif pada Aluminium, oleh karena itu paduan Aluminium sangat perlu dilakukan.

### **1.1 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh Ag terhadap coran Al-Cu pada :

1. Perubahan Kekuatan tarik.
2. Perubahan Kekerasan Brinell.
3. Perubahan Masa jenis.
4. Perubahan struktur mikro.
5. Porositas.

### **1.2 Batasan masalah**

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, maka penulis memberikan batasan-batasan agar dalam penulisan dapat terarah dengan baik. Aluminium (Al) akan di lebur/di cor terlebih dahulu dan dipadukan dengan Tembaga (Cu) dan cetakan yang digunakan adalah cetakan pasir, kemudian diselidiki sifat fisis dan mekanisnya, setelah itu dipadukan dengan menggunakan Perak (Ag) dengan variasi 1% - 4% dan juga diselidiki sifat fisis dan mekanisnya masing-masing menjadi 5 coran dan 25 spesimen .

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Pengetahuan Tentang Aluminium**

Aluminium ditemukan oleh Sir Humphrey Davy dalam tahun 1809 sebagai suatu unsure, dan pertama kali direduksi sebagai logam oleh H. C. Oersted tahun 1825. Secara industri tahun 1886, Paul Heroult di Perancis 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. Penggunaan Aluminium sebagai logam setiap tahunnya adalah pada urutan yang kedua setelah besi dan baja, yang tertinggi di antara logam non fero. Produksi Aluminium tahunan di dunia mencapai 15 juta ton pada tahun 1981.

Aluminium merupakan logam ringan mempunyai ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik yang baik dan sifat-sifat yang baik lainnya sebagai sifat logam. Sebagai tambahan terhadap kekuatan mekaniknya yang sangat meningkat dengan penambahan Cu, Mg, Si, Mn, Zn, Ni, dsb, secara satu persatu atau bersama-sama, memberikan juga sifat-sifat baik lainnya seperti korosi, ketahanan aus, koefisien pemuaian rendah dsb. Material ini dipergunakan di dalam bidang yang bukan saja untuk peralatan rumah tangga tetapi juga dipakai untuk keperluan material pesawat terbang, mobil, kapal laut, konstruksi dsb.

#### **2.2 Sifat-sifat Aluminium**

Aluminium mempunyai keunggulan dibandingkan dengan logam lain. Hal ini dapat kita lihat dari sifat – sifat mekanis yang dimiliki, diantaranya :

- a. Sifat utamanya memiliki kerapatan yang rendah dan memiliki berat jenis yang lebih ringan di banding dengan baja.
- b. Aluminium adalah logam yang tidak beracun dan tahan dari air.

- c. Aluminium memiliki sifat tahan terhadap korosi yang baik.
- d. Aluminium dapat ditempa dan mudah dikerjakan dengan proses manufaktur dan pembentukan yang biasa.
- e. Aluminium merupakan penghantar panas dan listrik yang baik.
- f. Aluminium memiliki titik lebur yang rendah.

### **2.2.1a Paduan Aluminium**

Penggunaan aluminium murni terbatas pada aplikasi yang tidak terlalu mengutamakan faktor kekuatan seperti : penghantar panas dan listrik, perlengkapan bidang kimia, lembaran pelat dan sebagainya. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kekuatan aluminium murni adalah dengan proses pengerasan regang, tetapi cara ini tidak senantiasa memuaskan bila tujuan utama adalah menaikkan kekuatan bahan.

Pada perkembangan selanjutnya peningkatan nyata dari kekuatan aluminium dapat dicapai dengan penambahan unsur-unsur paduan ke dalam aluminium. Unsur-unsur paduan ini dapat berupa tembaga (Cu), mangan (Mn), silicon (Si), magnesium (Mg), seng (Zn), dan lain-lain. Pada penelitian ini penyusun akan mempelajari pengaruh unsur tembaga dan perak pada aluminium cor terhadap sifat fisis dan mekanisnya.

### 2.2.1.b Klasifikasi Paduan aluminium

Paduan aluminium diklasifikasikan menjadi 2 kelompok umum yaitu :

a) *Paduan aluminium tuang/cor (cast aluminium alloys)*

1. Paduan dengan perlakuan panas (heat treatable alloys)
2. Paduan tanpa perlakuan panas (non heat treatable alloys)

b) *Paduan aluminium tempa (wrought treatable alloys)*

1. Paduan perlakuan panas (heat treatable alloys)
2. Paduan tanpa perlakuan panas (non heat treatable alloys)

Sistem penandaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan 2.2

**Tabel 2.1 Klasifikasi paduan aluminium cor**

Seri Paduan	Unsur Paduan Utama
1xxx	Al $\geq$ 99%
2xxx	Cu
3xxx	Si + Cu atau Mg
4xxx	Si
5xxx	Mg
6xxx	Tidak digunakan
7xxx	Zn
8xxx	Sn

( Sumber : Smallman R. E. 1991, *Metallurgi Fisik Modern*, Edisi Keempat, Jakarta )

**Tabel 2.2 Klasifikasi paduan aluminium tempaan**

Standart AA	Standar alco terdahulu	Keterangan
1001	1S	Al murni 99,5% atau di atasnya
1100	2S	Al murni 99,0% atau di atasnya
2010-2029	10S-29S	Cu merupakan unsur paduan utama
3003-3009	3S-9S	Mn merupakan unsur paduan utama
4030-4039	30S-39S	Si merupakan unsur paduan utama
5050-5086	50S-69S	Mg merupakan unsur paduan utama
6061-6069	50S-69S	Mg <sub>2</sub> Si merupakan unsur paduan utama
7079	70s-79S	Zn merupakan unsur paduan utama

(Sumber : Surdia T, Saito S : Pengetahuan bahan Teknik, hal 135)

### 2.3 Paduan Aluminium Utama

#### 1. Al – Cu

Sebagai paduan coran dipergunakan paduan yang mengandung 4 -5 % Cu. Ternyata dari fasanya paduan ini mempunyai daerah luas dari pembekuan, penyusutan yang besar, resiko besar pada kegetasan panas dan mudah terjadi retakan pada coran. Adanya Si sangat berguna untuk mengurangi keadaan itu dan penambahan Ti sangat efektif untuk memperhalus butir. Dengan perlakuan panas T6 pada coran dapat dibuat bahan yang mempunyai tarik kira-kira 25 kgf/mm<sup>2</sup>.

**Tabel 2.3 Klasifikasi perlakuan bahan**

Tanda	Perlakuan
-F	Setelah pembuatan
-O	Dianil penuh
-H	Pengerasan regangan
-H 1n	Pengerasan regangan
-H 2n	Sebagian dianil setelah pengerasan regangan
-H 3n	Dianil untuk penyetabilan setelah pengerasan regangan n = 2(1/4 keras), 4 (1/2 keras), 6 (3/4), 8 (keras), 9(sangat keras)
-T	Perlakuan panas
-T2	Penganilan penuh ( hanya untuk coran)
-T3	Pengerasan regangan setelah perlakuan pelarutan
-T4	Penuaan alamiah penuh setelah perlakuan pelarutan
-T5	Penuaan tiruan (tanpa perlakuan pelarutan)
-T6	Penuaan tiruan setelah perlakuan pelarutan
-T7	Penyetabilan setelah perlakuan pelarutan
-T8	Perlakuan pelarutan, pengerasan regangan, penuaan tiruan
-T9	Perlakuan pelarutan, penuaan tiruan, pengerasan regangan
-T10	Pengerasan regangan setelah penuaan tiruan

( Sumber : Surdia T, Saito S :*Pengetahuan Bahan Teknik*, hal 136 )

## 2. Paduan Al-Cu-Ag

Pada metode penempelan atom interatomik potensial pada Al-Cu-Ag telah dikembangkan. Potensi ini mengembangkan percobaan elastis konstan, penghentian energi, kesempatan formasi energi dan migrasi energi dari logam

murni sebagaimana migrasi energi Cu dan Ag dan ketergantungan parameter utama pada komposisi padat. dengan potensi, simulasi dapat dibawa yang memberi tanda pada fenomena sebagai segregasi antar permukaan, pengaruh komposisi penghenti kesalahan, dan dislokasi interaksi pelarut Al-Cu, Al-Ag dan bentuk padat Al-Cu-Ag.

Pemisahan fase kedua dari solusi super saturasi padat menjadi hal utama. Sistem Al-Cu dan Al-Ag menjadi bahan pertimbangan; pada kedua kasus: formasi lempengan – fase menengah – fase akhir. Al-Ag bentuknya (111) dan pada Al-Cu bentuknya (100).

#### 2.4 Paduan Aluminium Cor

Struktur mikro paduan aluminium cor berhubungan erat dengan sifat-sifat mekanisnya terutama pada laju pendinginan saat pengecoran dilakukan. Laju pendinginan ini tergantung pada jenis cetakan yang digunakan. Dengan cetakan logam, pendinginan akan berlangsung lebih cepat dibanding dengan cetakan pasir sehingga struktur logam cor yang dihasilkan akan lebih halus dan menyebabkan peningkatan sifat mekanisnya.

**Tabel 2.4 Pengaruh Unsur Paduan Terhadap Aluminium**

Keterangan	Mg	Cu	Si	Zn	Mn	Pb
Batas patah	++	++	+	++	+	0
Daya tahan terhadap korosi	++	-	++	-	++	0
Kemampuan dituang	+	0	++	0	0	0
Kemampuan diproses cutting	+	0	+	+	-	++

(Sumber: Suroto.A, Sudibyo.B, Ilmu Logam Metalurgi. ATMI Surakarta)



Keterangan: ++ Sangat meningkatkan  
 + Meningkatkan  
 - Menurunkan  
 0 Tidak berpengaruh

**Tabel 2.5 Sifat-sifat mekanis paduan Aluminium cor menurut  
 Aluminium Association**

Paduan N	Komposisi Rata-rata (%)	Proses Pembentukan	Perlakuan Panas	$\sigma_y$ (Mpa)	$\sigma_u$ (Mpa)	Reganga n (%)
295.0	4,5 Cu – 1 Si	Cetakan pasir	T6	165	250	5
308.0	5,5 Si – 4,5Cu	Cetakan pasir	F	90	150	1
356.0	7 Si – 0,3 Mg	Cetakan pasir	T6	160	230	1,5
390.0	17 Si – 4,5Cu – 0,6Mg	Cetakan pasir	T6	270	280	<0,5
		Tekanan	T5	290	310	1
413.0	12 Si – 1,3 Fe	Tekanan	F	160	280	3
712.0	5,8 Zn – 0,6 Mg – 0,5 Cr – 0,2 Ti	Cetakan pasir	F	130	200	5

(Sumber: Suroto.A, Sudibyoy.B, Ilmu Logam Metalurgi, ATMI Surakarta)

## 2.5 Pengaruh Unsur Paduan Dalam Aluminium

Berikut ini unsur yang biasa ditambahkan pada aluminium dan pengaruhnya terdapat dalam Tabel 2.4 :

Cu (Tembaga)

Pengaruh baik:

1. Meningkatkan kekerasan, kekuatan tarik dan sifat mampu mesin

Pengaruh buruk:

1. Menurunkan ketahanan korosi, keuletan bahan, dan sifat mampu bentuk

## 2.6 Pengetahuan tentang Perak

Perak mempunyai masa atom 107.870, tingkat oksidasi 1, mempunyai nomer atom 47, masa jenis dari perak adalah  $10,5 \text{ gr/cm}^3$  dan mempunyai titik didih sekitar  $765^\circ \text{C}$ , sedangkan titik lelehnya  $960,8^\circ \text{C}$ . Perak mempunyai stuktur atom (Kr)  $4d^{10} 5s^1$ . Dalam table periodik perak masih dibawah aluminium (Aluminium berada dalam periode 3 dan grup 3a, sedangkan perak dalam periode 5 grup 1b). Perak termasuk bahan yang mempunyai sifat mampu bentuk dan tidak mampu mesin serta mempunyai sifat plastis sehingga dalam penggunaannya biasanya dicampur dengan tembaga.

### 1. Penggunaan Perak :

Kegunaan Perak berikut ini dikumpulkan dari sejumlah sumber data dan kegunaannya sebagai berikut :

- a) Perak digunakan untuk perhiasan, peralatan dari perak dan sebagainya dimana penampilannya adalah penting. Campuran logam ini mengandung 92,5% perak dan sisanya adalah tembaga atau beberapa logam lain.
- b) Foto ( AgBr )
- c) Campuran logam untuk gigi.
- d) Campuran logam untuk solder.
- e) Sambungan listrik.
- f) Batere perak-seng dan perak-cadmium berkapasitas tinggi.
- g) Cat perak digunakan untuk pembuatan sirkuit cetak.

- h) Yang digunakan pada produk cermin dan dapat disimpan pada kaca atau logam-logam dengan endapan kimia, endapan elektro, atau dengan penguapan. Jika baru diendapkan, maka itu adalah pemantulan terbaik dari cahaya yang nampak, tetapi cepat pudar dan kehilangan banyak daya pantulnya.
- i) Iodida digunakan untuk pembibitan awan untuk menghasilkan hujan.
- j) Logam pembuatan uang logam.
- k) Sebagai souvenir dan kerajinan tangan.

## 2. Reaksi Perak dengan unsur lain

Perak dapat bereaksi dengan unsur-unsur lain misalnya :

### a) Reaksi Perak dengan Air

Perak tidak bereaksi dengan air bersih.

### b) Reaksi Perak dengan Udara

Logam perak adalah stabil pada udara bersih dibawah kondisi normal.

### c) Reaksi Perak dengan asam

- Logam perak larut dalam konsentrasi asam sulfur panas.
- Logam perak larut dalam larutan atau konsentrasi asam nitrat,  $\text{HNO}_3$  .

## 2.7 Proses Pengecoran Logam

### 2.7.1 Perencanaan Pengecoran

Untuk membuat coran harus dilakukan proses-proses seperti : Pencairan logam, menuang, membongkar dan membersihkan coran. Perencanaan pengecoran sangat penting untuk memprediksi keberhasilan pengecoran. Dalam perencanaan pengecoran ini dipertimbangkan bagaimana cara membuat coran yang baik, bagaimana memilih jenis pasir, pemilihan jenis cetakan, bagaimana menurunkan biaya pembuatan cetakan, bagaimana cara membuat pola yang

mudah, pemilihan bahan pola, jenis pola, serta cara mempermudah pembongkaran cetakan. Dari perencanaan ini pula selanjutnya dapat ditetapkan arah kup, drag, dan posisi permukaan, penambahan penyusutan, tambahan untuk proses pemesinan, dan sebagainya. Dari sini dibuat gambar untuk pengecoran dan diikuti dengan pembuatan pola.

### **2.7.1.a Menetapkan Kup, Drag, dan permukaan pisah**

Untuk mendapatkan pengecoran yang baik, hal yang paling penting untuk diperhatikan adalah penempatan kup (cetakan atas), drag (cetakan bawah) dan permukaan pisah. Hal-hal yang harus dipenuhi untuk penempatan kup, drag dan permukaan pisah adalah :

1. Pola harus mudah dikeluarkan dari cetakan, permukaan permukaan pisah harus dibuat agak dangkal.
2. Sistem saluran yang sempurna untuk mendapatkan aliran logam cair yang optimum.
3. Harus dipertimbangkan penghematan permukaan pisah karena terlalu banyak permukaan pisah akan membutuhkan banyak waktu dalam pembuatan cetakan serta menyebabkan tonjolan-tonjolan, sehingga pembuatan pola semakin mahal.
4. Membuat lubang-lubang sejenis pori-pori untuk menghindari terjadinya udara panas (uap) yang terhambat yang akan mengakibatkan cacat pada cetakan.

### **2.7.1.b Menentukan Tambahan Penyusutan**

Coran akan menyusut pada saat pembekuan dan pendinginan. Oleh karena itu perlu dipertimbangkan beberapa tambahan penyusutan agar setelah pembekuan, coran masih dalam toleransi ukuran yang dapat dikerjakan. Alternatif pemilihan tambahan penyusutan terhadap aluminium paduan diperlihatkan dalam table 2.6.

**Table 2.6 Tambahan penyusutan yang disarankan**

Tambahan penyusutan	Bahan
8/1.000	Besi cor, baja cor tipis
9/1.000	Besi cor, baja cor tipis yang banyak menyusut
10/1.000	Sama dengan atas dan aluminium
12/1.000	Padua aluminium, brons, baja cor ,(tebal 5-7mm)
14/1.000	Kuningan kekuatan tinggi, baja cor
16/1.000	Baja cor, (tebal >10mm)

(Sumber: Suroto.A, Sudibyo.B, Ilmu Logam Metalurgi, ATMI Surakarta)

### 2.7.1.c Pemilihan Mesin perkakas untuk Pembuatan Pola

Beberapa jenis mesin perkakas yang sering digunakan untuk pembuatan pola adalah mesin bubut, mesin bor dan mesin frais, mesin milling. Untuk pembuatan pola cukup menggunakan mesin milling, gunanya untuk meratakan segi empat hasil coran dengan ketebalan 0,7mm dan panjang serta lebar 15 cm.

### 2.7.1.d Pemeriksaan Pola

Pemeriksaan pola itu sukar karena harus memenuhi berbagai persyaratan dalam pengecoran. Pemeriksaan ini hendaknya dilakukan dengan teliti dan secara berurutan, yaitu :

- a) Pengertian gambar dan referensi pola.
- b) Pemeriksaan dengan penglihatan.
- c) Pemeriksaan ukuran.

## **2.8 Perencanaan Sistem saluran**

### **2.8.1.a Sistem Saluran**

Sistem saluran pada cetakan pasir berguna untuk pengalir dan saluran masuk dibuat menyatu dengan pola. Sistem saluran adalah jalan masuk bagi cairan logam yang dituangkan ke dalam rongga cetakan. Fungsi sistem saluran adalah :

1. Untuk memberikan pengisian logam cair yang merata dan berkesinambungan tanpa acak (turbulance) ke dalam rongga cetakan.
2. Mengisi cetakan dengan logam cair selama solidifikasi dan penyusutan.
3. Untuk menghindari bahan sis/kotoran (slag) dan inklusi-inklusi non logam memasuki cetakan.
4. Untuk mencegah kerusakan dinding cetakan dari aliran logam.

Syarat-syarat sistem saluran :

1. Arah dan laju aliran harus dibuat sedemikian rupa sehingga sebelum pembekuan seluruh rongga cetakan telah terisi logam cair.
2. Aliran logam harus dibuat statis untuk memperhatikan keluarnya gas dan erosi cetakan.
3. Distribusi temperatur saat logam membeku harus diatur.
4. Pastikan tidak ada kotoran luar yang ikut dalam aliran logam cair.

### **2.8.2.b Bagian-Bagian Sistem Saluran**

#### **1. Cawan Tuang**

Bagian cetakan yang berfungsi mempermudah aliran logam cair yang dituang ke cetakan. Konstruksi cawang tuang berfungsi menahan kotoran yang terbawa oleh logam cair dan mempermudah pembuangan. Cawang tuang tidak boleh terlalu dangkal dan terlalu dalam. Kalau terlalu dangkal maka akan terjadi pusaran-pusaran dan timbul terak atau kotoran, yang akan mengapung pada permukaan logam cair. Sedangkan kalau terlalu dalam , penuangan menjadi sulit dan logam cair yang tersisa dalam cawang tuang

terlalu banyak sehingga ada pemborosan bahan. Kedalaman cawang tuang diambil sekitar 5-6 kali diameter saluran turunnya dan diberi pemisah sebagai penahan terak atau kotoran, sehingga logam bersih akan lewat dibawahnya kemudian masuk ke saluran turun

## 2. Saluran Turun

Saluran yang menghubungkan cawang tuang ke rongga cetakan untuk coran besar. Saluran turun dihubungkan dengan pengalir untuk mendistribusikan logam cair ke dalam cetakan. Saluran turun dibuat lurus dan tegak dengan irisan berupa lingkaran yang diameternya dibuat mengecil dari atas sampai kebawah.

## 3. Pengalir

Saluran yang membawa logam cair dari saluran turun ke bagian yang cocok dalam cetakan. Pengalir mempunyai irisan seperti trapezium. Logam cair dalam pengalir masih membawa kotoran sehingga dalam perencanaannya telah dipertimbangkan untuk pembuangan kotoran tersebut. Cara yang digunakan adalah: Perpanjangan pemisah dibuat pada ujung saluran pengalir. Logam cair yang pertama kali masuk akan terkumpul disini bersama kotoran yang terbawa.

## 5. Saluran Masuk

Saluran masuk adalah saluran yang mengisikan logam cair dari pengalir ke rongga cetakan. Saluran masuk dibuat lebih kecil dari pengalir untuk mencegah kotoran yang masuk ke rongga cetakan dan mudah diputuskan pada saat pembongkaran cetakan. Bentuk irisan saluran masuk berupa bujur sangkar.

## **2.9 Pembuatan Cetakan**

### **2.9.1. Pasir Cetak**

Cetakan yang paling banyak dipergunakan pada industri pengecoran logam adalah cetakan pasir. Syarat pasir cetak adalah :

1. Mempunyai sifat mampu bentuk  
Berguna untuk memudahkan pembuatan cetakan dengan kekuatan yang cocok, tidak rusak bila dipindah-pindah dan dapat menahan logam cair ketika dituangkan.
2. Permeabilitas yang cocok  
Porositas pasir memungkinkan pelepasan gas yang terjebak dalam rongga cetakan.
3. Distribusi besar butir yang cocok  
Ukuran besar butir pasir harus sesuai dengan sifat permukaan yang dihasilkan.
4. Tahan terhadap temperatur tinggi  
Pasir harus tahan terhadap suhu tinggi tanpa melebur sebab akan mengakibatkan rusaknya benda cor.
5. Komposisi yang cocok

#### **2.9.1.a. Jenis-Jenis Pasir Cetak**

Pasir cetak yang paling lazim digunakan adalah pasir kali/tanah sawah yang banyak disediakan di alam. Pasir kali/tanah sawah ini dapat dipakai setelah dicampur dengan air dan dengan tanah lempung sebagai perekatnya, ada pula pasir jenis pasir silica dan juga pasir api atau sering disebut semen api yang sangat baik jika terkena langsung dengan panas, maka cetakan pasir itu akan semakin keras seperti batu dan berwarna kecoklat-coklatan.



### **2.9.2. Jenis Cetakan dan Proses Pembuatannya**

#### **1. Cetakan kering**

Cetakan kering adalah salah satu jenis cetakan yang sebelum digunakan harus dalam posisi kering dan tidak mengandung air atau dilakukan pembakaran terlebih dahulu. Keuntungan dari cetakan jenis ini adalah dapat mengurangi porositas sehingga dapat meningkatkan sifat mekanisnya dan mudah dalam pembongkaran.

Proses pembuatan cetakan kering :

- a. Mengambil pasir cetak yang diperlukan kemudian dicampur dengan air.
- b. Membentuk pasir dengan menggunakan pola .
- c. Membuat drag (cetakan bawah) dengan menggunakan pola segi empat yang ukurannya telah ditentukan .
- d. Membuat kup (cetakan atas) dengan disertakan lubang untuk saluran masuk dan juga lubang penyeimbang.
- e. Mengeringkan kup dan drag dengan cara di jemur dibawah sinar matahari dengan maksud untuk sedikit mengeringkan yang kemudian diberi campuran tanah lempung pada pola agar halus dan kuat, kemudian dibakar memakai kayu supaya cetakan benar-benar kering dan dalam kondisi keras siap untuk dilakukan tapping/penuangan logam cair kedalam cetakan.
- f. Setelah cetakan kering diberi klem/pengikat yang terbuat dari seng agar posisi kup dan drag tidak bergeser, kemudian diberi lubang kecil menyerupai poro-pori diantara kup dan drag supaya saat di cor tidak ada udara/gas yang terjebak.

### **2.9.3. Rangka Cetakan**

Rangka cetakan yang digunakan adalah rangka cetakan yang terbuat dari kayu. Rangka cetak dibuat berbentuk kotak dan terdapat dan terdapat engsel sehingga rangka cetak tersebut dapat dibuka dari cetakan. Dengan rangka ini banyak cetakan dapat dibuat dengan satu rangka cetakan.

### **2.9.3.a. Cetakan**

Ketika pengecoran tembaga pertama kali ditemukan, logam cair dituang ke dalam pasir. Pada mulanya pengecoran hanya menggunakan drag kemudian baik kup dan drag dipergunakan, dan selanjutnya dicari akal untuk membuat coran berongga dengan mempergunakan inti yang dibuat dari tanah lempung dan bubuk arang batu.

Selain cara mengukir batu atau membuat cetakan dari tanah, dikembangkan juga cara-cara membuat cetakan dengan pola kayu dan pola lilin. Cara tersebut merupakan dasar dari pengecoran pasir dan pengecoran lilin seperti cara yang dikenal sekarang. Cara pembuatan cetakan pasir dengan menggunakan pola kayu telah disempurnakan di Eropa setelah abad 18, demikian halnya dengan teknik pencairan besi.

## **2.10 Peleburan Dan Pengecoran Paduan Aluminium**

Untuk menghemat waktu peleburan dan mengurangi kehilangan karena oksidasi, lebih baik memotong logam menjadi potongan kecil yang kemudian dipanaskan pula. Kalau bahan sudah mulai mencair, fluks harus ditaburkan untuk mencegah oksidasi dan absorpsi gas. Selama pencairan, permukaan harus ditutup dengan fluks dan cairan diaduk pada jangka waktu tertentu untuk mencegah segregasi. Penggunaan fluks kering 1% sampai dengan 3% dapat mengurangi gas dan mencegah gelembung udara serta lubang jarum, disamping itu juga memperbaiki sifat-sifat mekanisnya.

### **2.10.1.a Proses Produksi Secara Singkat**

Bahan-bahan yang diperlukan pada proses peleburan logam adalah :

1. Aluminium (Al) batangan yang sudah di potong dan diukur masing-masing komposisinya

2. Tembaga (Cu) 4,5% berupa potongan pipa dan perak (Ag) dengan variasi 1%-4%
3. Bahan bakar : - Minyak tanah dan udara dari kompresor

Proses peleburan secara singkat :

- a. Mula-mula kompor minyak + burner diisi minyak secukupnya dan diberi tekanan angin dengan memakai kompresor.
- b. Penempatan kowi pada kowi besar tempat burner.
- c. Api dihidupkan dan dicari yang paling baik nyalanya .
- d. Pada saat kowi mulai memanaskan bahan cor dimasukkan kurang lebih 15 menit dari pengapian sempurna.
- e. Setelah Aluminium mencair sekitar 30 menit tembaga dimasukkan kemudian divariasikan dengan memakai perak.
- f. Sebelum bahan paduan tercampur dan melebur kowi ditutup agar panas yang dihasilkan sesuai.
- g. Lebih kurang 45 menit semua bahan mencair.
- h. Pada saat ini kowi diambil dengan memakai tang penjepit untuk selanjutnya dituangkan ke dalam cetakan pasir yang sudah dipersiapkan terlebih dahulu.
- i. Dalam penuangan membutuhkan waktu kurang lebih 23 detik.
- j. Tunggu sampai logam cair membeku sekitar 2 menit baru cetakan dibongkar.

#### **2.10.1.b Penuangan Logam Cair**

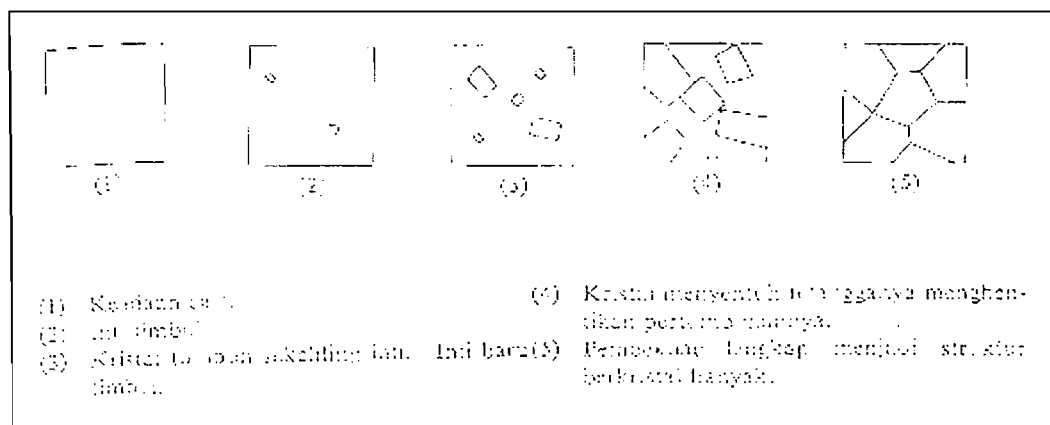
Setelah peleburan logam dan cetakan telah siap, maka proses penuangan logam cair dapat dilakukan. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam proses penuangan logam adalah :

1. Pasir cetak harus benar-benar kering dan dalam posisi yang rata, lubang masuk dan penyeimbang dibuka dan harus bersih dari kotoran.

2. Temperatur penuangan, penjagaan temperatur logam cair harus dilakukan agar mendapat hasil coran yang berkualitas tinggi.
3. Waktu penuangan, penuangan harus dilakukan dengan tenang, cepat dan cermat.

### 2.10.2.a Pembekuan Logam Murni

Kalau cairan logam murni pelan-pelan didinginkan, maka pembekuan terjadi pada temperatur yang konstan. Temperatur ini disebut titik beku yang kusus bagi logam. Dalam pembekuan logam cair, pada permukaan tumbuh inti-inti kristal. Kemudian kristal-kristal tumbuh disekeliling inti tersebut.



Gambar 2.1 Ilustrasi skematis dari pembekuan logam

Ukuran besar dari butir kristal tergantung dari laju pengintian dan pertumbuhan dari inti. Kalau laju pertumbuhan lebih besar dari pada laju pengintian, maka didapat kelompok butir-butir kristal yang besar dan kalau laju pengintian lebih besar dari laju pertumbuhan inti, maka didapat kelompok butir-butir kristal halus.

### **2.10.2.b Pembekuan Paduan**

Kalau logam yang terdiri dari dua unsure atau lebih didinginkan dari keadaan cair, maka butir-butir kristalnya akan berbeda dengan butir-butir kristal logam murni. Apabila suatu paduan yang terdiri dari komponen A dan komponen B membeku, maka sukar didapat susunan butir-butir Kristal A dan kristal B tetapi umumnya didapat butir-butir kristal campuran dari A dan B.

### **2.10.3 Pembongkaran Cetakan**

Pembongkaran cetakan bertujuan untuk menghancurkan cetakan dan membersihkan pasir cetak, sehingga coran dapat dikerjakan lebih lanjut. Pembongkaran cetakan dengan tangan dilakukan dengan pemukulan cetakan dengan alat pemukul, sehingga pasir rontok dan pecah, dan didapatkan hasil cetakan logam yang diinginkan. Dan kemudian dihaluskan dengan memakai mesin milling yang dilakukan di Lab. Teknologi Mekanik Fakultas Teknik Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.

### **2.10.4 Alat-alat yang Digunakan**

Alat-alat yang digunakan selama penelitian ini berupa :

- a. Mesin Uji Tarik dengan kekuatan tarik sebesar 1 ton.
- b. Mesin Uji Kekerasan Brinell.
- c. Foto Struktur Mikro.
- d. Mikroskop.
- e. Mesin Milling.
- f. Kertas amplas, kikir dan autosol.

### **2.10.5 Pembuatan Sampel**

Pemotongan bahan uji dilakukan di Lab. Teknologi Mekanik Fakultas Teknik Universitas Sanata Dharma Yogyakarta. Sampel berjumlah 25 sampel yang masing-masing sample di uji kekuatan tarik, kekerasan, serta struktur mikro dari aluminium (Al) dipadukan dengan tembaga (Cu) dan juga variasi perak (Ag) mulai dari 1%- 4%.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Pelaksanaan Pengecoran**

##### **3.1.a Bahan**

Bahan yang Digunakan dalam pengecoran adalah aluminium (Al), tembaga (Cu), dan perak (Ag). Alumunium dan tembaga di peroleh di pasaran tanpa sertifikasi sedangkan perak diperoleh di daerah pengrajin perak Kota Gede Yogyakarta.

##### **3.1.b. Alat-alat yang dipergunakan dalam pengecoran :**

- a) Kompor minyak + burner
- b) Cetakan pasir
- c) Tang penjepit
- d) Kompresor
- e) Kowi besar dan kowi kecil
- f) Thermokopel
- g) Sarung tangan kulit
- h) Stopwatch

##### **3.1.c. Proses peleburan coran**

Mula-mula batangan aluminium dipotong menjadi bagian kecil-kecil agar dapat mempermudah dalam proses peleburan, dan aluminium mempunyai titik lebur sekitar  $640^{\circ}\text{C}$ . Setelah itu aluminium dipotong-potong kemudian dimasukkan dalam kowi/tungku perapian yang sebelumnya sudah dipanaskan sudah dipanaskan antara suhu  $700^{\circ}\text{C}$  -  $730^{\circ}\text{C}$ . Setelah aluminium mencair/lebur yang membutuhkan waktu sekitar 12,20 menit, kemudian potongan tembaga dimasukkan dikarenakan tembaga mempunyai titik lebur

sekitar  $750^{\circ}$  c karena berupa pipa tembaga bukan tembaga pejal, setelah tembaga ikut melebur/mencair sekitar 5,02 menit dan diaduk biar merata kemudian variasi perak dimasukkan antara 1%-4% perak. Setelah semua bahan mencair membutuhkan waktu sekitar 17,22 menit dan menjadi satu, cetakan pasir disiapkan untuk selanjutnya proses penuangan dilakukan yang membutuhkan waktu 23 detik. Proses pembekuan bervariasi dari pencampuran Al-Cu titik beku 31 detik, Al-Cu-1% Ag titik beku 36,14 detik, Al-Cu-2%Ag titik beku 45,2 detik, Al-Cu-3%Ag titik beku 1menit 20 detik, Al-Cu-4%Ag titik beku 1 menit 42 detik.

#### **3.1.d. Pelepasan hasil coran**

Karena menggunakan cetakan pasir maka cara pelepasannya dengan cara memecahkan bagian kup, dikarenakan lubang masuk dan penyeimbang berarah horizontal dan terdapat di bagian kup. Setelah bagian kup dipukul pada bagian sisi dan pecah kemudian hasil coran terbuka dan terlepas dari cetakan dan langkah selanjutnya dibersihkan dari pecahan-pecahan pasir.

#### **3.2 Pembuatan spesimen atau benda uji**

Hasil coran yang berupa plat kemudian dihaluskan dan diratakan dengan cara menggunakan mesin milling yang ketebalannya sudah ditentukan dan selanjutnya dipotong menjadi lima bagian dengan menggunakan mesin sekrup, ukuran potongan disesuaikan dengan bentuk pengujian tarik, pembuatan tirus/sudut dilakukan dengan mesin milling sedangkan sisa dari potongan plat dipakai untuk pengujian : brinell/kekerasan, foto mikro, porositas dan berat jenis. Untuk pengukuran berat jenis dilakukan di Lab.Biokimia-Fisiologi MNS unit iii lantai 2.3 Fakultas Farmasi Universitas Sanata Dharma dengan memakai gelas ukur dan timbangan digital.





### 3.3 Peralatan Pengujian

- a. Mesin uji tarik, milik Laboratorium Ilmu Logam Jurusan Teknik Mesin Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
- b. Mesin uji kekerasan “ *Brinell hardness Tester MOD 100 MR* “, milik Laboratorium Ilmu Logam Universitas Sanata Dharma Yogyakarta
- c. Kamera Nikon FM 2 dengan film ASA 100, untuk memperlihatkan struktur mikro.
- d. Mikroskop, untuk mengetahui porositas dari bahan.
- e. Gelas ukur dan timbangan dalam satuan gram.
- f. Amplas, kain dan autosol.

### 3.4 Uji Tarik

Untuk pembuatan spesimen/benda uji kekuatan tarik dengan cara menggunakan mesin milling dan mesin sekrup yang terdapat di Lab. Teknologi Mekanik Fakultas Teknik Universitas Sanata Dharma Yogyakarta. Bentuk dan ukuran benda uji disesuaikan dengan permesinan yang dipakai yaitu dengan menggunakan standar ASTM dengan menggunakan persamaan  $L_0 = 4,5\sqrt{A_0}$  ( Sumber: Dieter, G.E : *Metalurgi Mekanik, hal 296* ).

Keterangan :

$L_0$  = Panjang ukur (mm)

$A_0$  = Luas penampang mula-mula

= Panjang x Tebal benda uji ( $\text{mm}^2$ )

Bentuk dan geometri benda uji tarik pada penulis ini seperti terlihat pada Gambar 3.1 .



**Gambar 3.1 Bentuk dan geometri (ukur) Benda Uji Tarik**

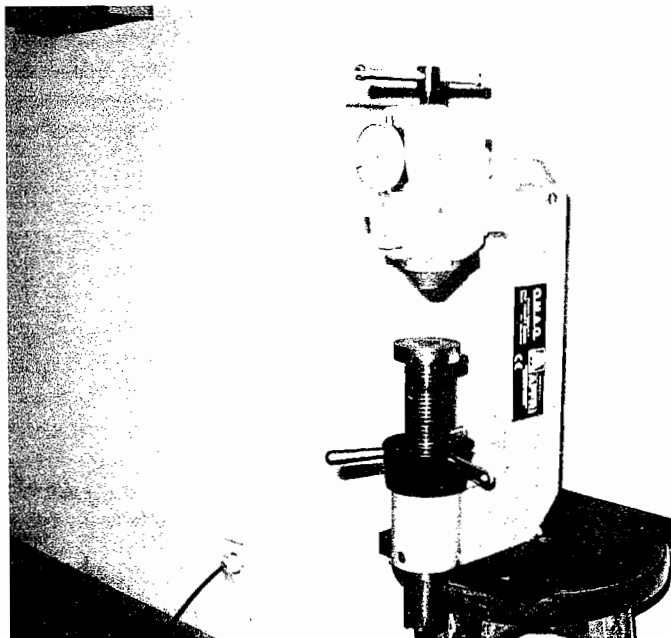
Dalam penelitian ini alat yang digunakan adalah mesin uji tarik universal yang berada di laboratorium Ilmu Logam Universitas Sanata Dharma dengan kapasitas maksimum sebesar 1ton. Langkah-langkah pengujian tarik sebagai berikut :

- a. Mencatat dan menandai dengan nomer benda yang akan diuji.
- b. Mencatat ukuran-ukuran benda uji sampai ketelitian 0,1mm.
- c. Memasang benda uji pada penjepit(grip) atas dan bawah pada mesin uji. Diusahakan agar benda uji betul-betul vertikal, kemudian mengencangkan kedua penjepit.
- d. Mengoperasikan mesin uji tarik.
- e. Mencatat data-data hasil pengujian.

Pada akhir pengujian data beban maksimal dan perpanjangan benda dapat diperoleh lewat print-out garfik hubungan tegangan dan regangan selama pengujian berlangsung.



**Gambar 3.2 Alat Uji Tarik**



**Gambar 3.3 Alat Uji Brinell**

### 3.5 Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dengan menggunakan metode brinell dilakukan untuk mengetahui nilai kekerasan suatu bahan. Kekerasan dapat ditentukan dari diameter bekas injakan indetor. Penentuan beban uji dan pemilihan indetor disesuaikan dengan jenis bahan dan tebal bahan sesuai dengan Tabel berikut :

**Tabel 3.1 Pemilihan diameter penetrator uji kekerasan Brinell**

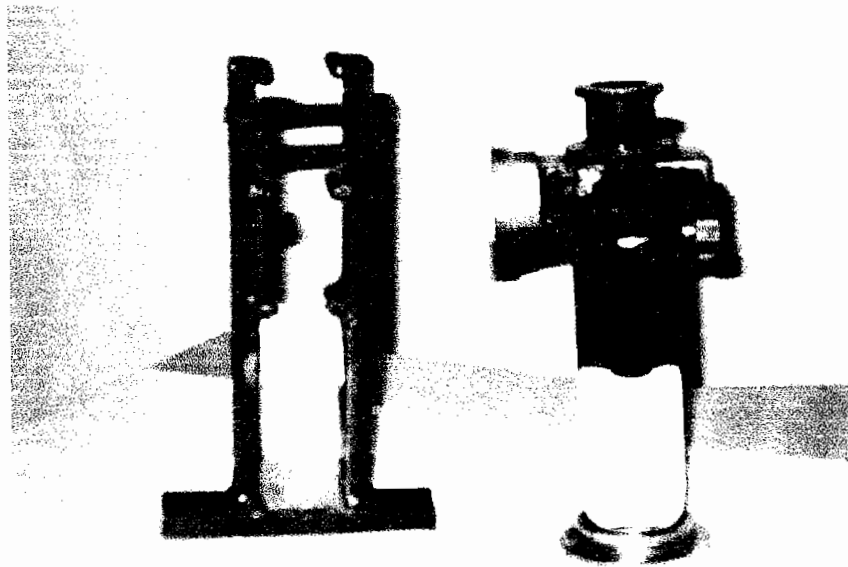
Tebal benda uji (mm)	Diameter penetrator
1 – 3	D = 2,5
3 – 6	D = 5
<6	D = 10

**Tabel 3.2 P/D<sup>2</sup> berdasarkan Bahan untuk uji kekerasan Brinell**

BHN rata-rata	P / D <sup>2</sup>	Bahan
160	30	Baja, besi cor
160 – 180	10	Kuningan, logam campuran Cu
80 - 120	5	Aluminium, tembaga

(Sumber : Surdia T, Chijiwa K : Teknik Pengecoran Logam, hal 205 )

Pada penelitian ini digunakan Al dengan tebal 3.7mm, maka sesuai dengan Tabel dipilih diameter indetor 5. dengan data tersebut  $P/D^2 = 5$  dimana  $D = 5$  maka beban yang dihasilkan  $P = 125$  kg.



**Gambar 3.4 Lup Mikrometer**

Pengukuran diameter injakan dengan menggunakan loop, dimana sebelum diukur bahan diletakkan pada bidang yang datar sehingga dalam pengukurannya bahan uji tidak miring, kemudian diameter bekas injakan digunakan untuk mencari nilai kekerasan bahan sesuai dengan persamaan berikut :

$$\text{BHN} = \frac{\text{gaya penetrator}}{\text{luas penampang bekas injakan}} \quad \left( \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \right)$$

$$\text{BHN} = \frac{2P}{\pi \cdot D \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad \left( \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \right)$$

Dengan :

P = Gaya penetrator

D = Diameter penetrator (mm)

d = Diameter bekas injakan atau penekanan (mm)

### 3.6 Pengujian massa jenis coran

Bertujuan untuk mengetahui perbedaan massa jenis dari setiap coran.

Proses pengujian :

- a) Menimbang potongan benda uji dengan memakai timbangan digital, untuk mengetahui berat dari benda uji sebelum dimasukkan ke gelas ukur.
- b) Mengukur.
- c) Setelah diperoleh data berat benda uji dalam gram, kemudian diperoleh hasil volume penambahan dari benda uji setelah dimasukkan kedalam gelas ukur, kemudian dicari perhitungan berat jenis coran dengan persamaan sebagai berikut :

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \left( \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right)$$

Dengan :

$$\rho = \text{Massa Jenis} \quad \left( \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right)$$

$$m = \text{Massa} \quad (\text{gr})$$

$$V = \text{Volume} \quad (\text{cm}^3)$$

### 3.7 . Pengamatan Porositas

Pengujian porositas bertujuan untuk :

- a. Mengetahui cacat rongga udara yang terdapat dalam coran.
- b. Menghitung prosentase cacat rongga udara pada setiap coran.

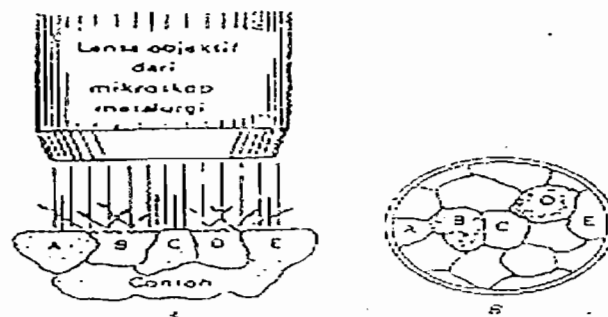
Proses pengujiannya :

- a) Sebelum benda uji didapat terlebih dahulu permukaan benda uji harus dalam keadaan yang bersih dan kondisi yang mengkilap, dan jika belum sesuai maka dilakukan penggosokan dengan menggunakan amplas yang mempunyai variasi dari 150 *mesh* sampai yang paling halus yaitu amplas 1000 *mesh* dan juga disertai dengan menggunakan pasta pemoles (autosol) untuk mengkilapkan bagian permukaan dari benda uji.
- b) Setelah benda uji halus dan mengkilap maka langkah selanjutnya adalah dengan memakai kamera/foto Nikon FM 2 dengan film ASA 100 untuk melihat cacat rongga yang ada dalam coran tersebut.
- c) Perhitungannya adalah dengan menjumlahkan seluruh daerah hitam (pori-pori) yang mengisi kotak millimeter block kemudian dibagi dengan luas area foto yang di scan/diperbesar dan dikalikan dengan 100% untuk mendapatkan prosentase porositasnya.

### 3.8. Pengujian Struktur Mikro

Penyusunan struktur mikro pada suatu logam dapat terbentuk dengan adanya proses solidifikasi pada saat keadaan cair maupun padat. Keadaan struktur mikro atau cacat pada coran suatu logam atau paduan dapat mempengaruhi sifat mekanisnya maupun sifat-sifat yang lain yang ditemukan. Bila cahaya yang dipantulkan dapat masuk kedalam lensa mikroskop maka permukaannya akan tampak jelas dan bila cahaya tidak memantul atau dalam keadaan gelap / hitam maka itu yang terjadi adalah porositas dari suatu logam dan paduannya.

Batas butir akan tampak seperti mengelilingi setiap butir dan cahaya tidak dipantulkan kedalam lensa mikroskop maka batas butir akan tampak seperti garis-garis hitam. Pada Gambar 3.5 dibawah ini akan tampak arah pemantulan cahayanya.



A - Contoh yang sedang dietsa diperiksa dengan mikroskop.

B - Penampilan ceatoh melalui mikroskop.

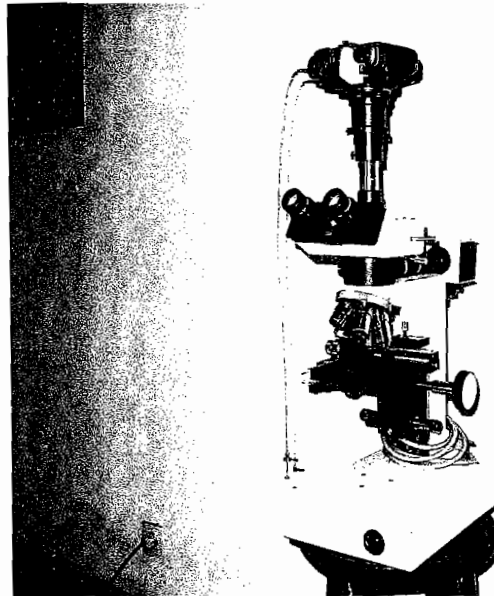
**Gambar 3.5 pemantulan cahaya pada benda yang sudah dietsa**

Tujuan umum analisa struktur :

- 1) Melihat bentuk struktur logam dan paduannya dengan menggunakan alat mikroskop.



- 2) Mengungkapkan sifat-sifat dari logam dan paduannya berdasarkan bentuk gambar dari struktur mikronya.

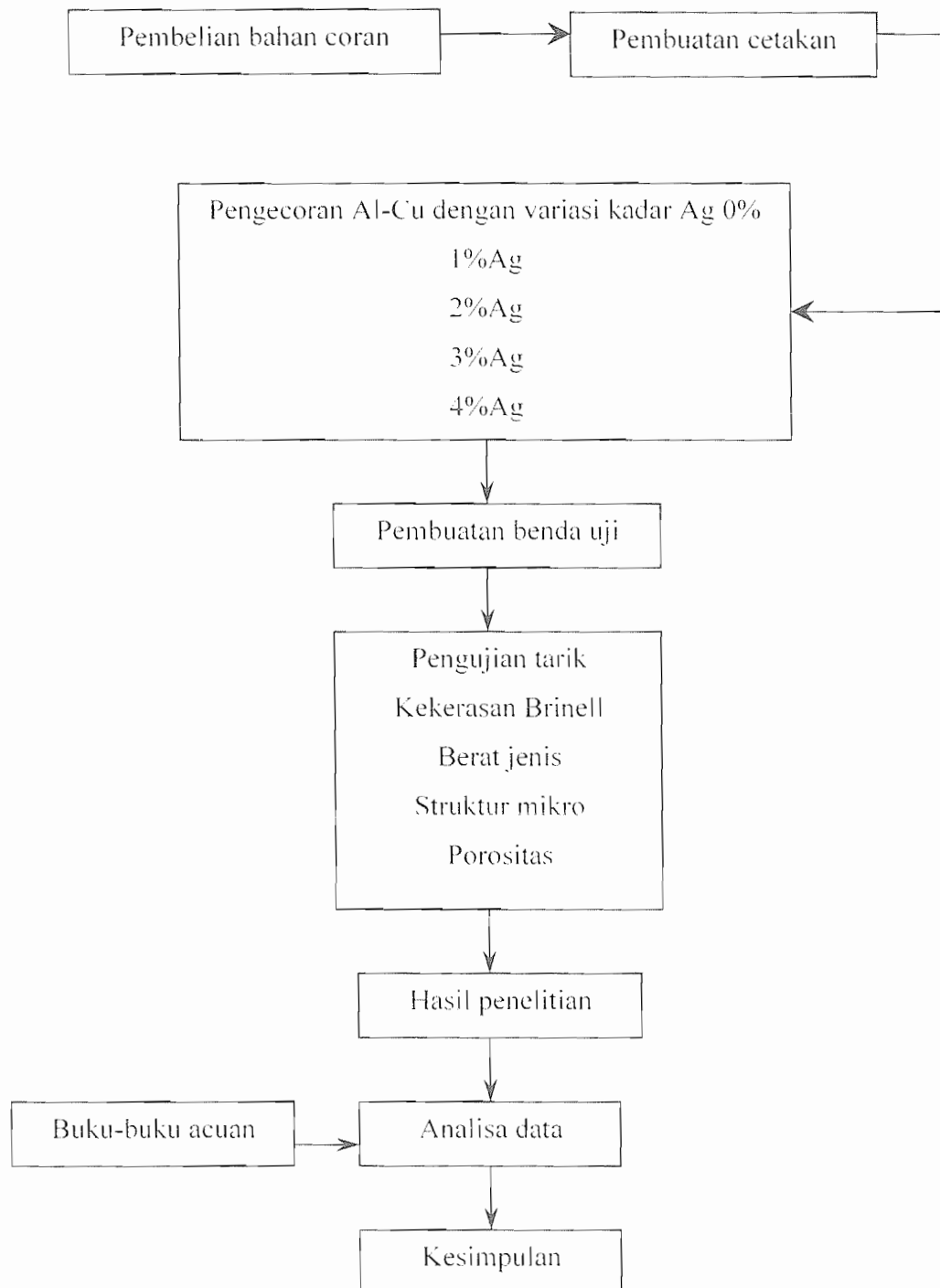


**Gambar 3.6 Alat analisa Struktur Mikro**

Alat yang dipakai dalam penelitian adalah mikroskop yang terdapat di Lab. Ilmu Logam Universitas Sanata Dharma dengan pembesaran mencapai 400X untuk melihat struktur dan bentuk dari hasil coran paduan Al-Cu dan dipadu dengan perak mulai dari 1%-4%. Benda uji yang sudah disiapkan dibersihkan dengan menggunakan amplas yang memakai variasi dari 150 *mesh*, 500 *mesh* dan 1000 *mesh*. Kegunaan variasi amplas tersebut adalah untuk menghaluskan sisa goresan dari mesin milling dengan menggunakan amplas 150 *mesh* dan 500 *mesh* dan kemudian dihaluskan dengan memakai amplas 1000 *mesh* untuk lebih memperkecil atau kemungkinan menghilangkan sisa goresan yang masih ada pada waktu digunakannya amplas yang kasar dan kemudian dietsa dengan

memakai :  $\text{HNO}_3$ , NaOH dan alkohol 90 %. Kegunaan etsa adalah untuk merusak permukaan benda uji dalam waktu sekitar 3 menit kemudian dilihat dengan memakai mikroskop.

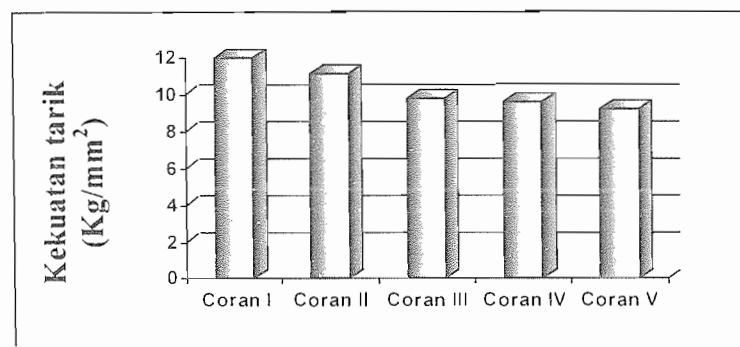
### 3.5 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian



## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengujian Tarik



Gambar 4.1 Grafik kekuatan tarik

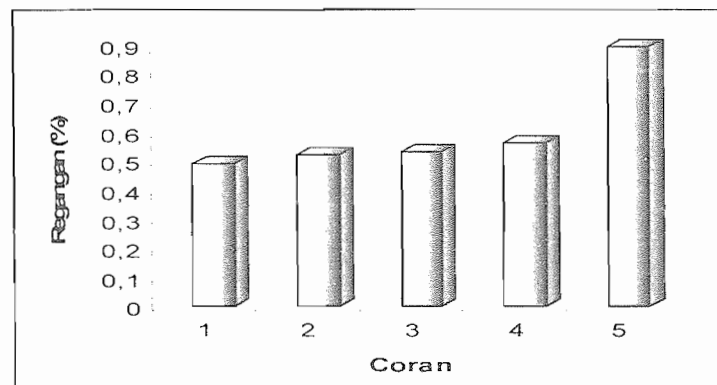
- Keterangan :
1. Coran I : Aluminium + 4,5% Tembaga
  2. Coran II : Aluminium + 4,5% Tembaga + 1% Perak
  3. Coran III : Aluminium + 4,5% Tembaga + 2% Perak
  4. Coran IV : Aluminium + 4,5% Tembaga + 3% Perak
  5. Coran V : Aluminium + 4,5% Tembaga + 4% Perak

Dari grafik kekuatan tarik pada Gambar 4.1 dapat diketahui bahwa coran Al – Cu dapat menurun kekuatan tariknya setelah di pengaruhi oleh adanya variasi /penambahan perak (Ag). dikarenakan perak mempunyai sifat mampu bentuk dan tidak mampu mesin. Sedangkan perak mempunyai titik lebur yang lebih rendah dibanding dengan aluminium dan tembaga. Kekuatan tarik pada coran Al-Cu terhadap variasi Ag mengalami penurunan kekuatan tarik. Disini terlihat pada grafik pengujian tarik dimana grafik

coran Aluminium mula-mula lebih tinggi kekuatan tariknya dengan coran aluminium yang sudah dipadu dengan variasi kadar perak.

Disini bisa diketahui dari grafik bahwa aluminium yang diberi variasi kadar perak mulai dari 1%-4% mengalami penurunan kekuatan tarik kurang lebih sekitar 23% pada setiap variasinya.

## 4.2 Regangan



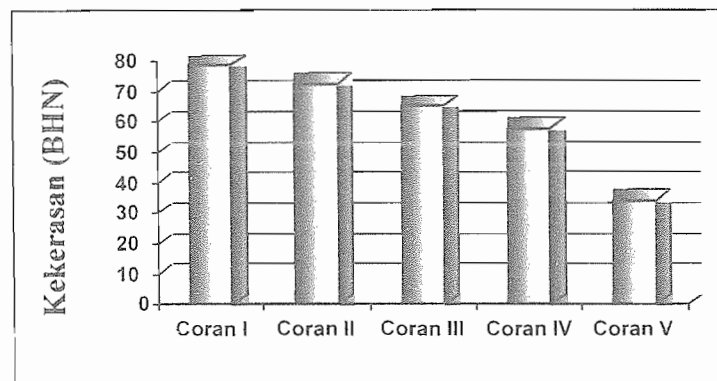
**Gambar 4.2 Grafik Regangan**

Keterangan :  
 1. Coran I : Aluminium + 4,5% Tembaga  
 2. Coran II : Aluminium + 4,5% Tembaga + 1% Perak  
 3. Coran III : Aluminium + 4,5% Tembaga + 2% Perak  
 4. Coran IV : Aluminium + 4,5% Tembaga + 3% Perak  
 5. Coran V : Aluminium + 4,5% Tembaga + 4% Perak

Sedangkan dari Gambar 4.2 grafik regangannya semakin meningkat setelah adanya penambahan variasi perak karena perak mempunyai sifat mampu bentuk dan tidak mampu mesin dan juga termasuk bahan yang lunak. Perubahan yang sangat mencolok adalah pada penambahan variasi perak 4% karena mengalami kenaikan sekitar 82% dari sebelum

penambahan variasi perak. Sedangkan penambahan perak dari 1% - 3% mengalami kenaikan sekitar 14.3% yang sangat beda jauh dengan penambahan 4% perak.

### 4.3 Pengujian Kekerasan



**Gambar 4.3 Grafik Pengujian Kekerasan**

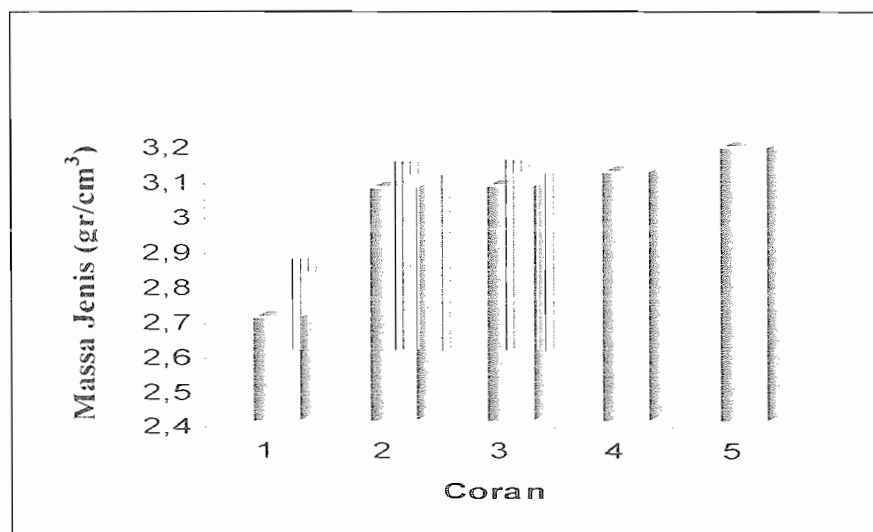
- Keterangan :
1. Coran I : Aluminium + 4.5% Tembaga
  2. Coran II : Aluminium + 4.5% Tembaga + 1% Perak
  3. Coran III : Aluminium + 4.5% Tembaga + 2% Perak
  4. Coran IV : Aluminium + 4.5% Tembaga + 3% Perak
  5. Coran V : Aluminium + 4.5% Tembaga + 4% Perak

Dengan adanya pengujian/penelitian maka dapat diambil analisa data sebagai berikut : Al -- 4.5%Cu mempunyai angka kekerasan 78.67 BHN sedangkan dengan adanya penambahan perak 1% angka kekerasan 72.47 BHN, penambahan 2% perak adalah 65.15 BHN, penambahan 3% perak adalah 57.85 BHN, penambahan 4% perak 34.37 BHN. Jika dilihat dari semakin meningkatnya angka kekerasan maka dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi angka kekerasannya maka bahan tersebut semakin lunak dan

jika angka kekerasannya sedikit maka bahan tersebut termasuk bahan yang mempunyai kekerasan tinggi atau keras.

Dari Gambar 4.3 dapat diketahui bahwa dengan ditambahkan unsur perak kedalam paduan Al-Cu dapat mempengaruhi kekerasan dan mengalami penurunan. Pada pengujian kekerasan ini satu coran diperlakukan lima belas kekerasan untuk mengamati secara cermat kekerasan pada ujung, tengah maupun samping dari spesimen supaya mengetahui seberapa besar dan kerasnya suatu bahan, dan dengan memperlakukan penekanan yang sama pula.

#### 4.4 Pengujian Masa Jenis



**Gambar 4.4 Grafik Pengujian Massa Jenis**

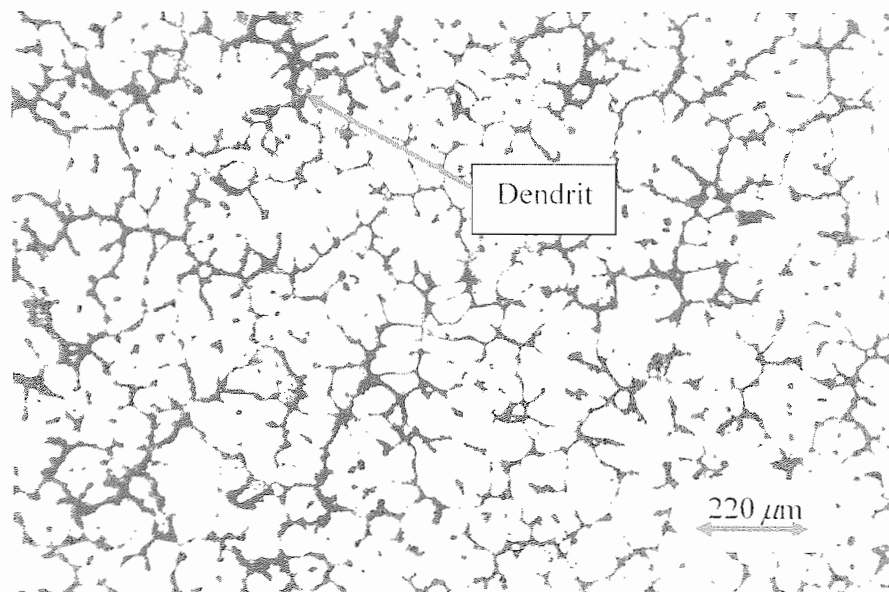
Keterangan :

1. Coran I : Aluminium + 4,5% Tembaga
2. Coran II : Aluminium + 4,5% Tembaga + 1% Perak
3. Coran III : Aluminium + 4,5% Tembaga + 2% Perak
4. Coran IV : Aluminium + 4,5% Tembaga + 3% Perak
5. Coran V : Aluminium + 4,5% Tembaga + 4% Perak

Dari Gambar 4.4 hasil pengujian masa jenis diatas menunjukkan bahwa penambahan prosentase perak sangat mempengaruhi masa jenis dari coran dan paduan aluminiumnya cenderung naik. Dari Alumunium 4.5% Tembaga ditambah 1%perak saja kenaikannya sekitar 13.7% dan jika dilihat dari penambahan 4%perak dapat mengalami kenaikan sekitar 18% ini diakibatkan dari berat jenis Tembaga yang tinggi ditambah dengan berat jenis perak yang dapat mempengaruhi paduan aluminium.

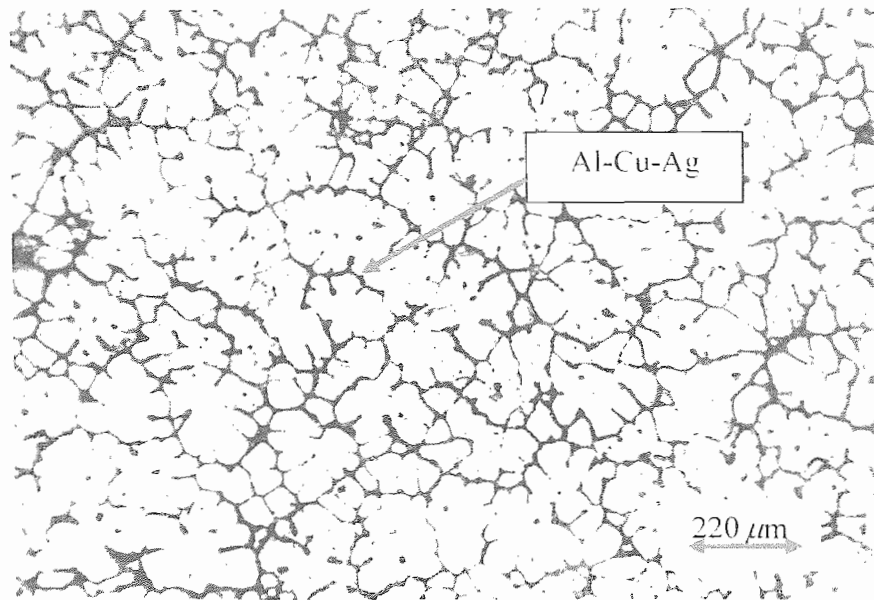
#### 4.5 Pengamatan Struktur Mikro

Analisa struktur mikro bahan coran dapat dilihat pada foto mikro yang terdapat di bawah ini :

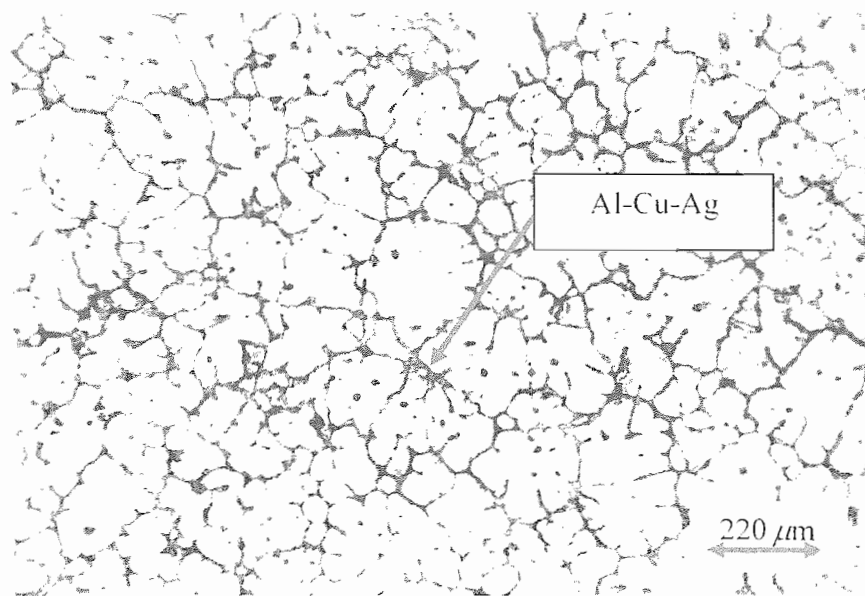


Gambar 4.5 Struktur Mikro paduan Al-Cu.

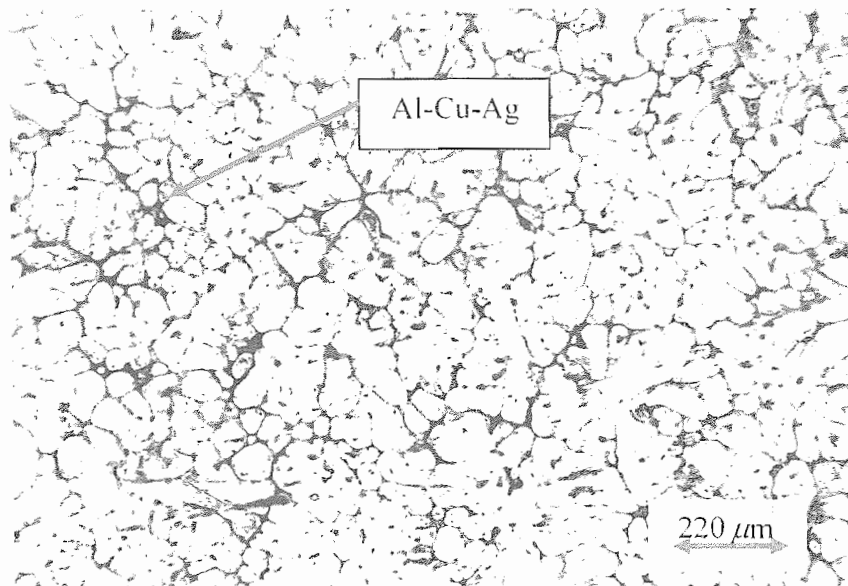




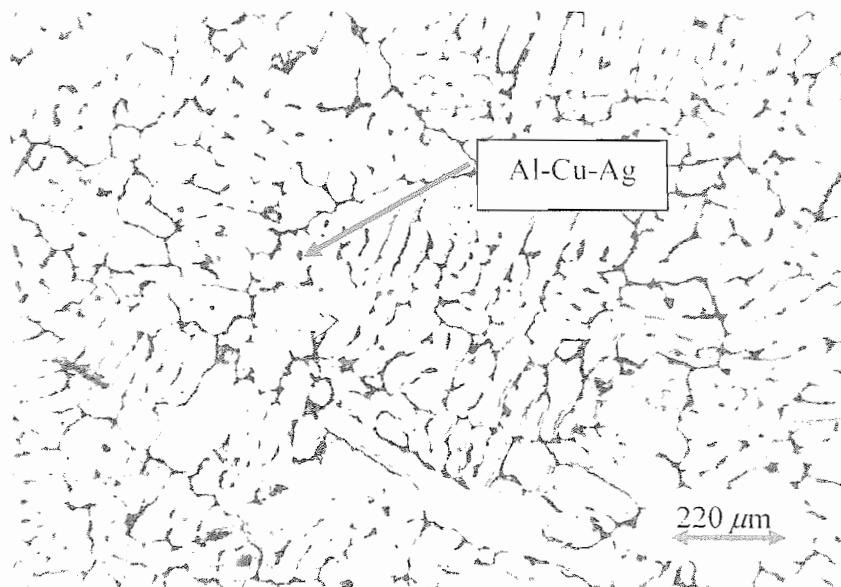
Gambar 4.6 Struktur Mikro paduan Al-Cu – 1%Perak



Gambar 4.7 Struktur Mikro paduan Al-Cu – 2%Perak.



Gambar 4.8 Struktur Mikro paduan Al-Cu – 3% Perak.



Gambar 4.9 Struktur Mikro paduan Al-Cu – 4% Perak.

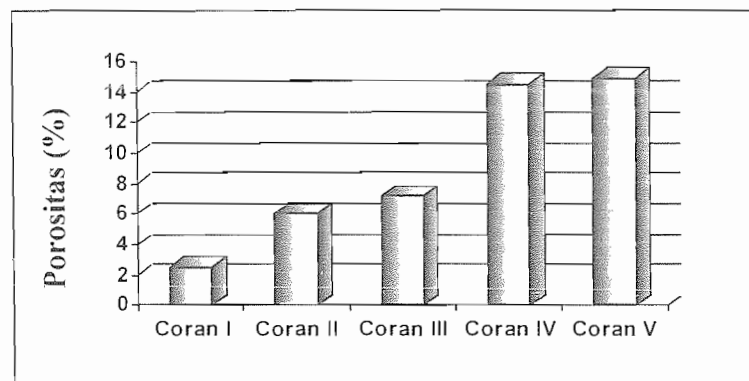
Pada Gambar 4.5 sampai 4.9 disajikan hasil pengamatan dari struktur mikro, berturut-turut adalah struktur mikro Aluminium – 4.5% Tembaga, struktur Aluminium – 4.5% Tembaga - 1% Perak, struktur Aluminium – 4.5% Tembaga – 2% Perak, struktur mikro Aluminium – 4.5% Tembaga – 3% Perak, struktur Aluminium – 4.5% Tembaga – 4% Perak. Dari Gambar 4.5 terlihat bahwa batas butiran Aluminium terlihat masih jelas. Butiran-butiran unsur Aluminium terlihat masih besar dan bintik-bintik endapan terlihat masih sedikit dan dengan penambahan 4.5% tembaga maka gambar paduan aluminium tersebut berbentuk seperti pohon cemara yang mengakar dan terlihat berwarna hitam pekat dan ukurannya tebal ini yang disebut dengan dendrit ( crystal yang terdapat dalam Al-Cu ).

Pada Gambar 4.6 pengaruh unsur perak dengan variasi 1% Perak sedikit mempengaruhi dalam susunan struktur mikro dengan terlihatnya butiran-butiran Aluminium yang mulai mengecil dan gari-garis akar juga mulai tipis. Walaupun demikian susunan struktur Aluminium masih mendominasi dengan masih terdapat bintik-bintik endapan yang masih terlihat walaupun kadarnya sedikit.

Pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8 pengaruh unsur Perak sudah terlihat dengan adanya struktur yang menyerupai serat daun yang berwarna hitam pekat dan bintik-bintik hitam dari Aluminium mulai sedikit dan warna yang ditimbulkan oleh Aluminium dan Tembaga sudah memudar dan menipis . Pada Gambar 4.9 dengan variasi 4% Perak strukturnya mulai menyatu dan

membentuk kelompok-kelompok yang padat, dan bintik-bintik hitam sedikit sekali garis yang membentuk serat daun itu merupakan Al-Cu-Ag yang saling menyatu, karena jika perak dicampur dengan tembaga maka unsurnya akan menyatu dan sulit untuk dibedakannya.

#### 4.6 Pengamatan Porositas



Gambar 4.10 Grafik prosentase porositas

- Keterangan :
1. Coran I : Aluminium + 4,5% Tembaga
  2. Coran II : Aluminium + 4,5% Tembaga + 1% Perak
  3. Coran III : Aluminium + 4,5% Tembaga + 2% Perak
  4. Coran IV : Aluminium + 4,5% Tembaga + 3% Perak
  5. Coran V : Aluminium + 4,5% Tembaga + 4% Perak

Dalam penelitian untuk memperkirakan porositas dari spesimen dibutuhkan foto mikro untuk memudahkan dalam mempresentasikan porositas dari suatu bahan dengan cara mengambil titik-titik hitam yang terdapat dalam coran yang merupakan daerah berlubang kemudian diperkirakan prosentasenya terhadap seluruh bidang pemotretan.

Besarnya porositas dapat mempengaruhi nilai kekerasan suatu coran, berat jenis coran dan juga kekuatan tariknya.

Terbentuknya cacat pada coran dapat dipengaruhi oleh unsur paduan yang memiliki perbedaan titik cair yang berbeda maka akan membeku lebih dahulu sehingga kristal padat akan kaya dengan unsur paduan dengan titik cair tinggi, dan setelah proses pembekuan meningkat maka bagian yang telah membeku akan meninggalkan cairan yang telah membeku sehingga rongga penyusutan akan timbul.

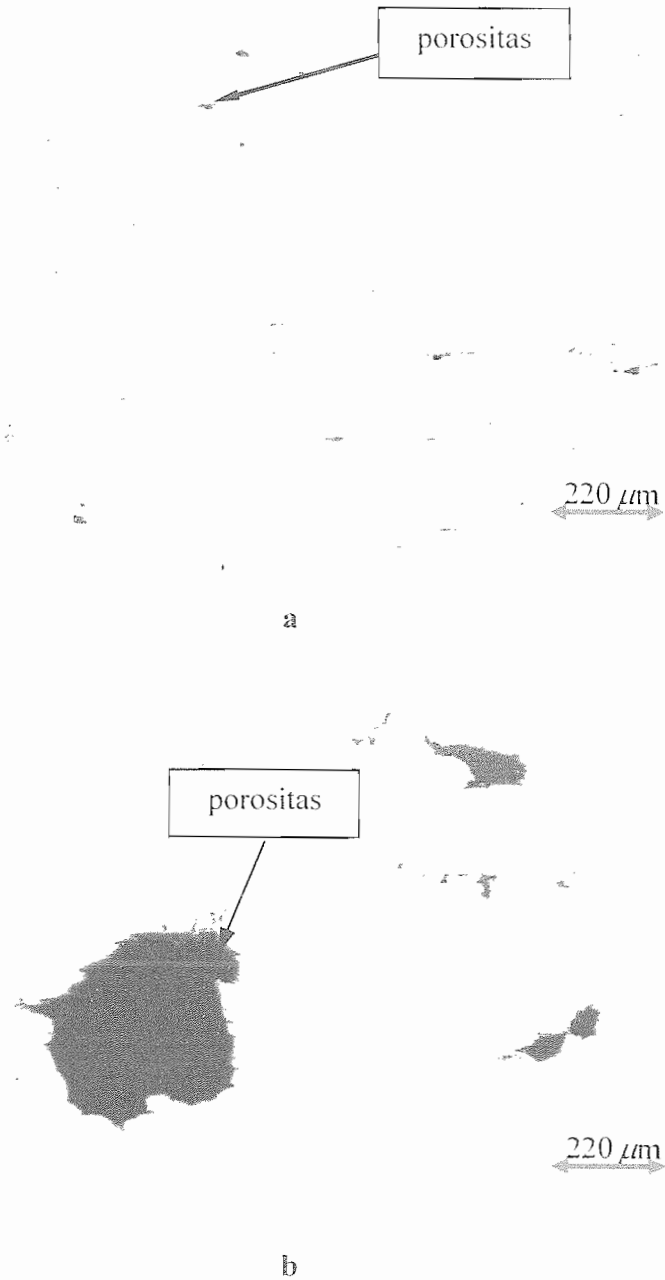
Porositas atau cacat lubang jarum dapat terjadi apabila gas hydrogen yang terbawa dalam logam cair terjebak selama proses pembekuan. Penyebab utamanya adalah adanya gas yang terserap dalam logam cair selama penuangan coran, maka akan terjadi reaksi logam induk dengan uap air dari cetakan.

Dalam pengecoran dengan menggunakan cetakan pasir sangat mungkin terjadinya porositas atau cacat lubang jarum, ini disebabkan karena cetakan dalam posisi yang kurang kering sehingga gas yang akan keluar sangat sulit menembus dinding cetakan yang masih mengandung kadar air, dan bisa juga karena cetakan tidak diberi rongga udara yang berfungsi untuk mengeluarkan udara yang terjebak pada saat pembekuan terjadi karena cetakan pasir mempunyai titik beku yang relatif lama dibanding dengan cetakan logam. Beberapa upaya untuk mencegah timbulnya cacat pori-pori ini diantaranya dengan melakukan perencanaan sistem saluran masuk yang baik

sehingga tidak menimbulkan turbolensi pada saat logam cair dituangkan beserta penyeimbangannya, melakukan pengecekan ulang terhadap cetakan pasir apakah cetakan dalam posisi yang sudah kering atau belum, memberikan lubang kecil-kecil pada cetakan yang berfungsi untuk keluarnya udara supaya udara tidak terjebak saat proses pembekuan terjadi.

Porositas dapat menunjukkan rongga pori dalam struktur logam, prosentase porositas yang paling tinggi dalam penelitian adalah paduan Al-Cu dengan variasi 4%Perak, penyebabnya adalah terjebaknya udara dalam coran karena kecepatan pendinginan antara unsur Aluminium, Tembaga dan Perak yang tidak sama ditambah dengan dipakainya cetakan pasir yang memungkinkan terjadinya rongga pori atau porositas.

Porositas terdapat dalam foto dibawah ini :



Gambar 4.11 Porositas paduan Al-Cu

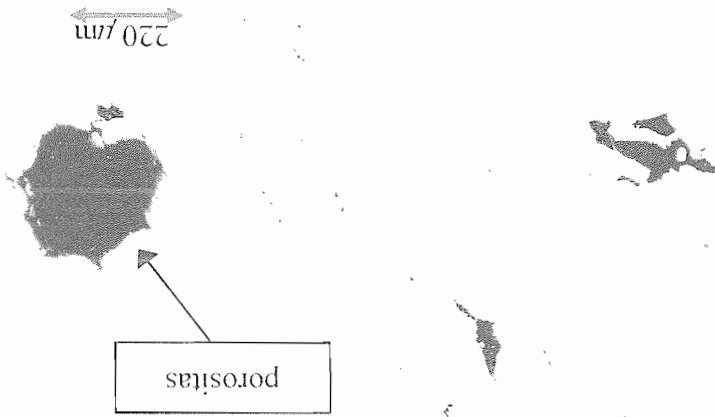
a. Porositas pada bagian tepi

b. Porositas pada bagian tengah

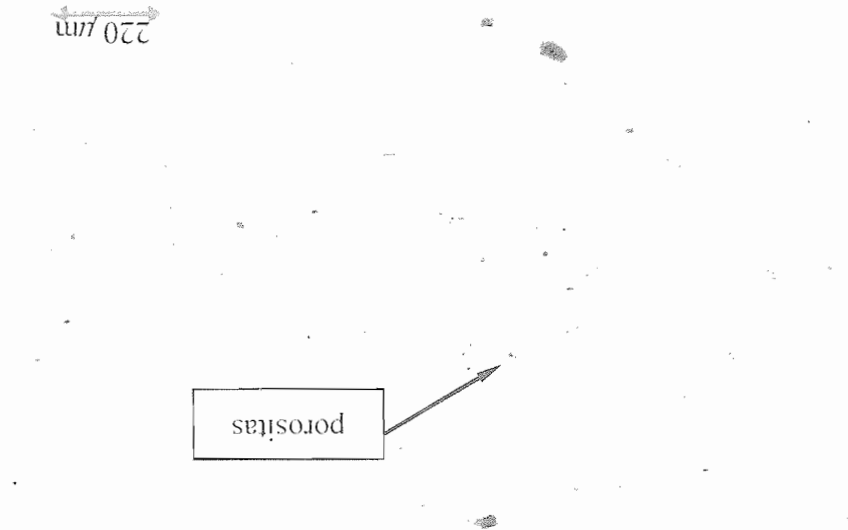
- a. Porositas pada bagian tepi
- b. Porositas pada bagian tengah

Gambar 4.12 Porositas paduan Al-Cu-1%Ag.

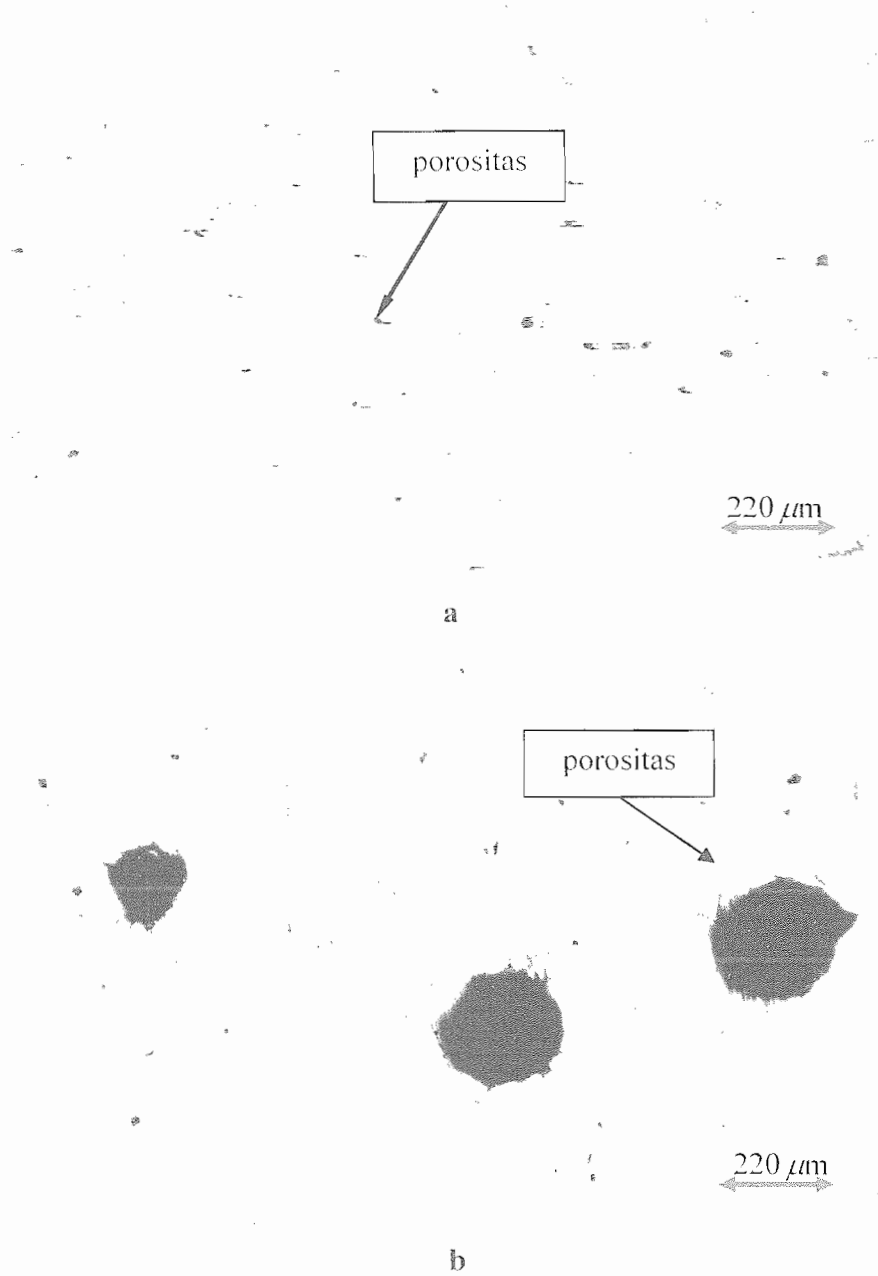
b



a



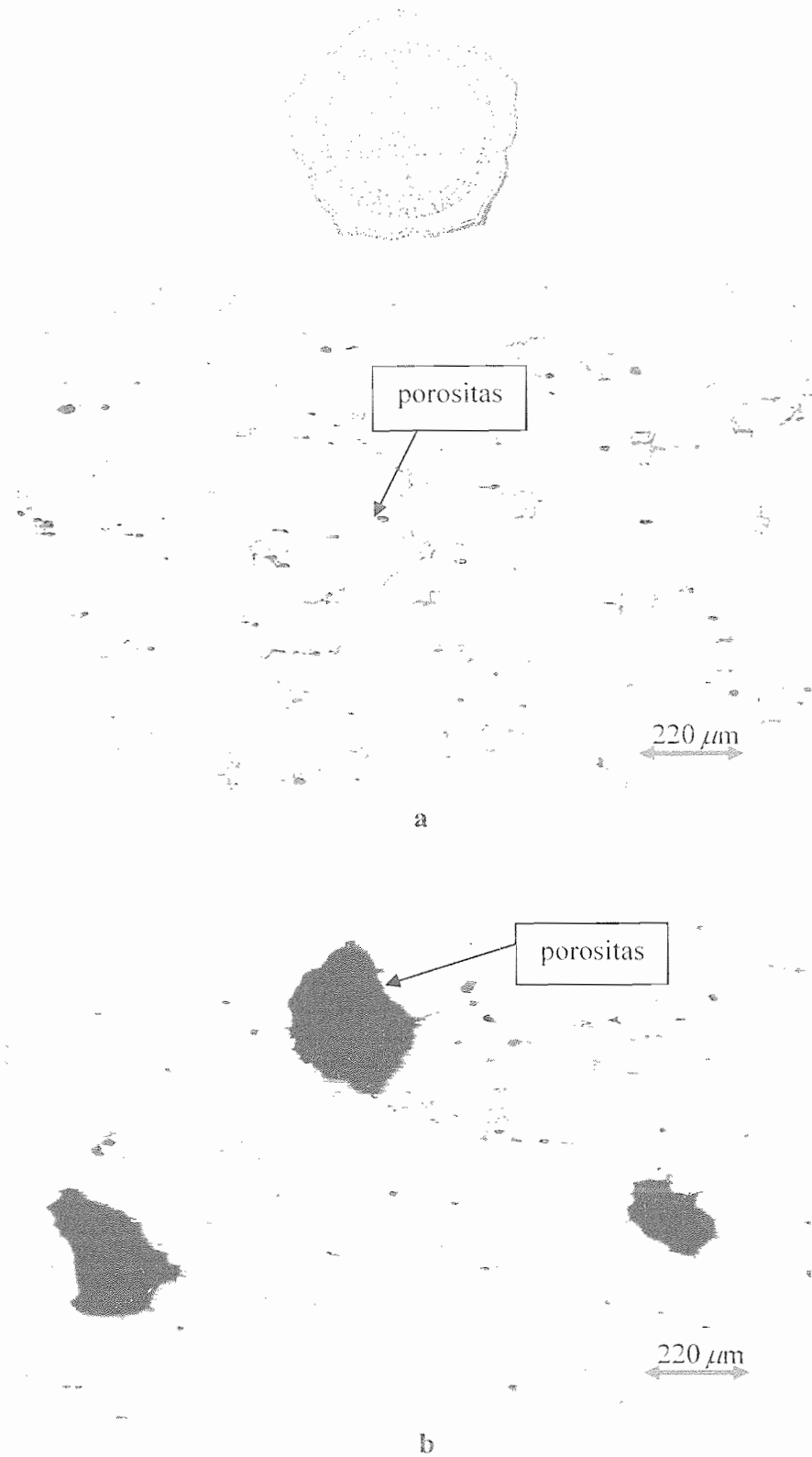




**Gambar 4.13 Porositas paduan Al-Cu-2%Ag.**

a. Porositas pada bagian tepi

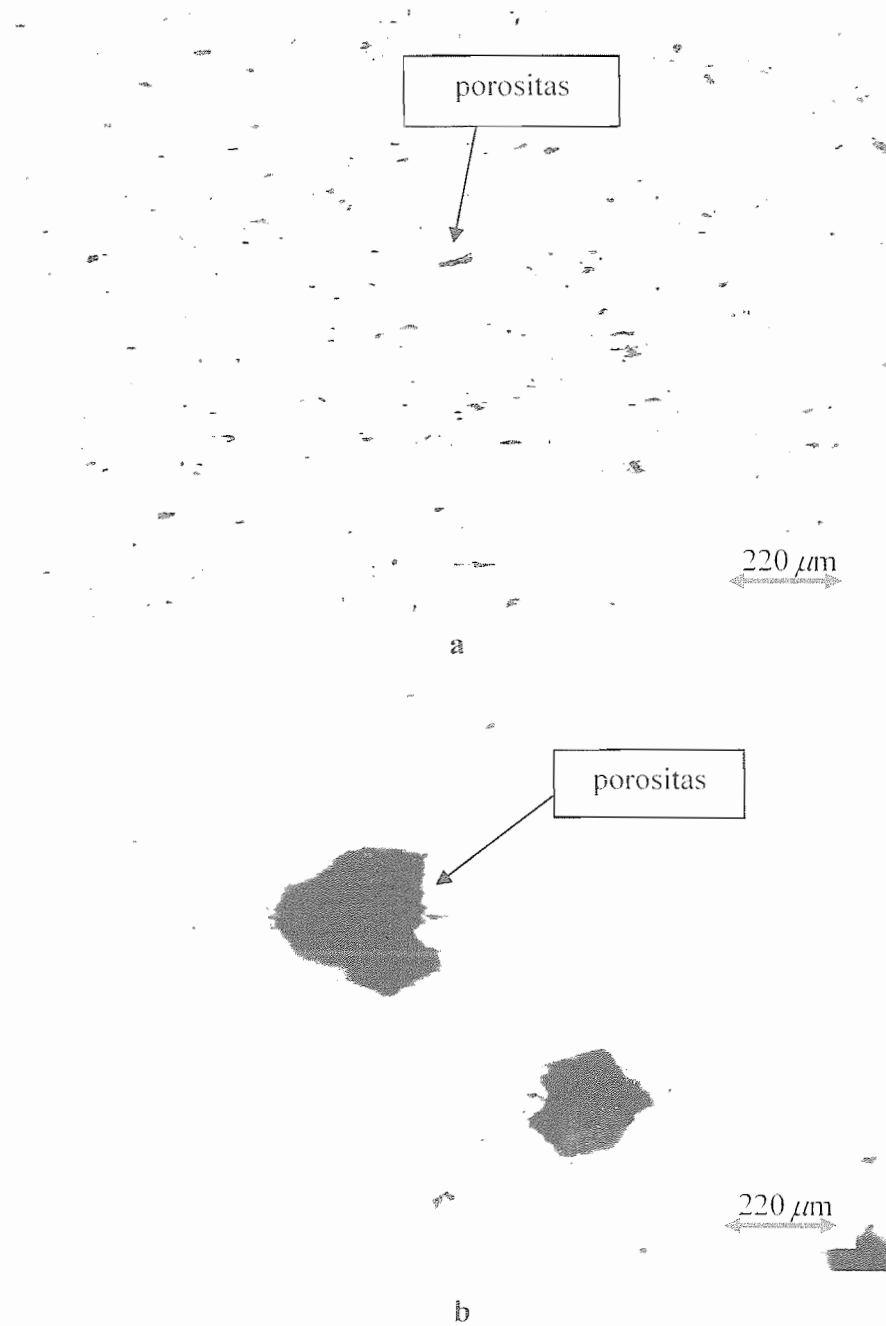
b. Porositas pada bagian tengah



**Gambar 4.14** Porositas paduan Al-Cu-3%Ag.

a. Porositas pada bagian tepi

b. Porositas pada bagian tengah



Gambar 4.15 Porositas paduan Al-Cu-4%Ag.

A. Porositas pada bagian tepi

B. Porositas pada bagian tengah

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari pengujian yang telah dilakukan pada coran Aluminium-Tembaga dan Perak, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada waktu pengecoran penambahan Perak 1% - 4% pada paduan Al-Cu dapat mempengaruhi penurunan terhadap kekuatan tarik sekitar 23.08%.
2. Kadar perak pada pengujian kekerasan dapat mempengaruhi penurunan terhadap kekerasan sekitar 56.31%.
3. Pengaruh kadar perak terhadap masa jenis coran mengalami kenaikan sekitar 17,7 % pada penambahan Perak 4%.
4. Dengan adanya unsur perak juga dapat mempengaruhi dalam pengambilan foto terutama struktur mikronya, dan nampak sekali dengan ditamhkannya kadar perak dari 3% dan 4% terlihat dengan jelas bahwa struktur mikro mengalami perubahan dengan adanya butiran-butiran berbentuk seperti serat daun yang berwarna kehitam-hitaman.
5. Penambahan perak dapat meningkatkan porositas ditambah dengan cara pengecoran dengan memakai cetakan pasir, dan penambahan porositas dapat dilihat dari Al-Cu mula-mula dipadu dengan kadar perak 4% bertambah sekitar 12.4%.

## 5.7 CARAN

Dalam mempersiapkan bahan dan dalam proses pengecoran sebaiknya dilakukan hal-hal seperti dibawah ini :

1. Perhitungan agar lebih teliti dalam memprosentasikan bahan paduan sebaiknya diadakannya timbangan digital agar dapat mempersingkat waktu sebelum proses pengecoran dilakukan.
2. Agar dapat memperoleh hasil coran yang baik dan juga untuk mengetahui suhu yang optimal sebaiknya digunakan alat pengukur suhu seperti termokopel atau yang lainnya bukan dengan cara manual seperti memperkirakan saja.
3. Dalam proses pengecoran agar dapat mengoptimalkan suhu yang berada dalam tungku sebaiknya dilakukan diruangan yang tertutup atau tidak terlalu banyak angin yang akan mengganggu proses pembakaran yang menyebabkan pemborosan terhadap bahan bakar seperti minyak.
4. Dalam pembehan kowi untuk mencairkan logam sebaiknya dipilih kowi yang mempunyai dinding samping dan bawah yang tebal dan diusahakan kowi dalam keadaan yang sudah matang (proses pembuatan disertai dengan dibakarnya kowi ).
5. Sebelum bahan coran dicairkan dan dimasukkan dalam kowi sebaiknya bahan dipotong-potong menjadi bagian yang kecil-kecil agar dalam proses pencairan dapat dilakukan dalam waktu yang relatif singkat.
6. Dalam proses pembekuan sebaiknya digunakan timer waktu yang berguna untuk mengetahui seberapa cepat bahan mula-mula dan juga bahan tambahan membeku agar dapat memberikan pengertian terhadap sifat bahan.

7. Dalam proses pembentukan benda uji/spesimen sebaiknya lebar dan tebal diberi toleransi agar dalam proses perataan spesimen dengan menggunakan mesin milling dapat sesuai dengan perhitungan yang diinginkan.
8. Untuk memperkirakan prosentase porositas sebaiknya digunakan kertas millimeter block yang sudah ditransparasi sebagai alat bantu untuk menghitung berapa banyak titik/porositas yang ada dalam benda uji.

## DAFTAR PUSTAKA

- Smallman, R.E., 1991, *Metalurgi Fisik Modern*, edisi keempat, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Smallman, R.E., Bishop, R.J., 2000, *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*, edisi keenam, Erlangga, Jakarta
- Surdia, T., Saito, S., 1999, *Pengetahuan Bahan Teknik*, cetakan keempat, PT. Pradnya Paramita, Bandung
- Surdia T., Chijiwa, K., 1996, *Teknik Pengecoran Logam*, PT. Pradnya Paramita Bandung
- Suroto, A., Sudibyoy, B., *Ilmu Logam dan Metalurgi*, Akademi Teknik Mesin Industri, Surakarta

*LAMPYRAN*



## LAMPIRAN PERHITUNGAN

**Tabel A. Data dari penelitian tegangan tarik**

**Tabel Data Coran Paduan Al-Cu**

No	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban P (kg)	$\sigma$ (kg/mm <sup>2</sup> )
1	3	9,85	29,55	279,3	9,45
2	2,3	9,9	22,77	346,2	15,20
3	2,1	9,7	20,37	266,9	13,10
4	2,7	9,45	25,51	299,1	11,72
5	2,3	9,95	22,88	246,3	10,76

**Tabel Data Coran Paduan Al-Cu-1%Ag**

No	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban P (kg)	$\sigma$ (kg/mm <sup>2</sup> )
1	3,7	9,7	35,89	508,0	14,15
2	3,75	9,95	37,31	449,3	12,04
3	3,65	9,9	36,14	396,2	10,96
4	3,8	9,9	37,62	249,9	6,64
5	3,7	10,05	37,19	442,3	11,89

**Tabel Data Coran Paduan Al-Cu-2%Ag**

No	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban P (kg)	$\sigma$ (kg/mm <sup>2</sup> )
1	3,9	10	39	492,7	12,63
2	3,8	10	38	322,2	8,48
3	3,6	10	36	261,8	7,27
4	3,5	9,9	34,65	329,1	9,50
5	3,45	10	34,5	392,4	11,37

**Tabel Data Coran Paduan Al-Cu-3%Ag**

No	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban P (kg)	$\sigma$ (kg/mm <sup>2</sup> )
1	3,5	9,9	34,65	296,4	8,56
2	3	10,7	22,1	303,2	13,72
3	2,8	9,9	27,72	231,4	8,35
4	2,75	10,5	28,87	288,8	10,01
5	3,1	10,1	31,31	234,1	7,48

**Tabel Data Coran Paduan Al-Cu-4%Ag**

No	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban P (kg)	$\sigma$ (kg/mm <sup>2</sup> )
1	3,5	10	35	278,9	7,97
2	3,4	10	34	288,4	8,48
3	3,45	9,9	34,15	311,1	9,11
4	3,35	10,1	33,83	391,9	11,58
5	3,35	10,1	33,83	310,1	9,16

**Data Tabel Hasil Penelitian Tegangan Tarik Rata-rata**

NO	Jenis Coran	P MAX (Kg)	$\sigma$ (Kg/mm)
1	Aluminium + 4,5% Cu	287,6	12,04
2	Aluminium + 4,5% Cu+ 1% Ag	409,1	11,13
3	Aluminium +4,5% Cu+ 2% Ag	359,6	9,85
4	Aluminium + 4,5% Cu+3% Ag	270,8	9,62
5	Aluminium + 4,5% Cu+4% Ag	316,1	9,26

**Tabel B. Data Dari Penelitian Regangan****Tabel Data Coran Paduan Al-Cu**

No	$\Delta L$ (mm)	$L_0$ (mm)	$\varepsilon$ (%)
1	0,05	26,62	0,19
2	0,15	26,62	0,56
3	0,20	26,62	0,75
4	0,15	26,62	0,56
5	0,10	26,62	0,38

**Tabel Data Coran Paduan Al-Cu-1%Ag**

No	$\Delta L$ (mm)	$L_0$ (mm)	$\varepsilon$ (%)
1	0,10	26,62	0,38
2	0,20	26,62	0,75
3	0,15	26,62	0,56
4	0,15	26,62	0,56
5	0,10	26,62	0,37

**Tabel Data Coran Paduan Al-Cu-2%Ag**

No	$\Delta L$ (mm)	$L_0$ (mm)	$\varepsilon$ (%)
1	0,25	26,62	0,94
2	0,10	26,62	0,38
3	0,10	26,62	0,38
4	0,15	26,62	0,56
5	0,10	26,62	0,38

**Tabel Data Coran Paduan Al-Cu-3%Ag**

No	$\Delta L$ (mm)	$L_0$ (mm)	$\epsilon$ (%)
1	0,20	26,62	0,75
2	0,10	26,62	0,38
3	0,05	26,62	0,18
4	0,25	26,62	0,94
5	0,15	26,62	0,56

**Tabel Data Coran Paduan AL-Cu-4%Ag**

No	$\Delta L$ (mm)	$L_0$ (mm)	$\epsilon$ (%)
1	0,45	26,62	1,00
2	0,35	26,62	0,95
3	0,95	26,62	1,20
4	1,40	26,62	0,75
5	0,30	26,62	0,56

**Data hasil penelitian Regangan Rata-rata**

NO	Jenis Coran	$\Delta L$ (mm)	$\epsilon$ (%)
1	Aluminium+4,5% Cu	0,13	0.49
2	Aluminium + 4,5% Cu + 1% Ag	0,14	0,52
3	Aluminium + 4,5% Cu + 2% Ag	0,14	0,53
4	Aluminium + 4,5% Cu + 3% Ag	0,15	0,56
5	Aluminium + 4,5% Cu + 4% Ag	0,25	0,89

**Tabel C. Data hasil penelitian kekerasan**

NO	Jenis Coran	D	P	d	BHN
1	Aluminium 4.5% Cu	5	125	1.41	78.66947597
2	Aluminium 4.5% Cu+1% Ag	5	125	1.46	72.47307721
3	Aluminium 4.5% Cu+2% Ag	5	125	1.55	65.14968616
4	Aluminium 4.5% Cu+3% Ag	5	125	1.59	57.85101541
5	Aluminium 4.5% Cu+4% Ag	5	125	1.91	34.36824441

### 3. Perhitungan Kekerasan Brinell

#### 1. Aluminium – 4.5% Cu

d1 = 1.41	BHN = 78.46905682
d2 = 1.43	BHN = 76.24333782
d3 = 1.42	BHN = 77.344449
d4 = 1.41	BHN = 78.46905682
d5 = 1.50	BHN = 69.14151453
d6 = 1.40	BHN = 79.61783439
d7 = 1.38	BHN = 81.99071835
d8 = 1.44	BHN = 75.16507207
d9 = 1.40	BHN = 79.61783439
d10 = 1.47	BHN = 73.07458715
d11 = 1.36	BHN = 85.10694922
d12 = 1.35	BHN = 85.74971112

$d_{13} = 1.39$       BHN = 80.79148053  
 $d_{14} = 1.39$       BHN = 80.79148053  
 $d_{15} = 1.41$       BHN = 78.46905682  
 Rata-rata BHN = 78.66947597

2. Aluminium – 4.5% Cu – 1% Ag

$d_1 = 1.43$       BHN = 76.24333782  
 $d_2 = 1.41$       BHN = 78.46905682  
 $d_3 = 1.49$       BHN = 70.09517682  
 $d_4 = 1.51$       BHN = 68.20672207  
 $d_5 = 1.44$       BHN = 75.16507207  
 $d_6 = 1.50$       BHN = 69.14151453  
 $d_7 = 1.54$       BHN = 69.13389898  
 $d_8 = 1.46$       BHN = 73.07458715  
 $d_9 = 1.40$       BHN = 79.61783493  
 $d_{10} = 1.45$       BHN = 74.10902421  
 $d_{11} = 1.50$       BHN = 69.14151453  
 $d_{12} = 1.43$       BHN = 76.24333782  
 $d_{13} = 1.46$       BHN = 73.07458715  
 $d_{14} = 1.43$       BHN = 76.24333782  
 $d_{15} = 1.41$       BHN = 59.13428122  
 Rata-rata BHN = 72.4730771

3. Aluminium – 4.5% Cu – 2% Ag

$d_1 = 1.57$       BHN = 62.9675995  
 $d_2 = 1.57$       BHN = 62.9675995  
 $d_3 = 1.56$       BHN = 63.79902781  
 $d_4 = 1.59$       BHN = 61.35151453  
 $d_5 = 1.45$       BHN = 74.1090242

d6 = 1.50	BHN = 69.14151453
d7 = 1.66	BHN = 56.14737132
d8 = 1.45	BHN = 75.41090242
d9 = 1.58	BHN = 62.15189321
d10 = 1.56	BHN = 63.79902781
d11 = 1.61	BHN = 59.79522267
d12 = 1.59	BHN = 61.35151453
d13 = 1.51	BHN = 68.20672207
d14 = 1.50	BHN = 69.14151453
d15 = 1.51	BHN = 68.20672207
Rata-rata BHN = 65.14968616	

#### 4. Aluminium – 4.5% Cu – 3% Ag

d1 = 1.60	BHN = 60.56608103
d2 = 1.58	BHN = 62.15189321
d3 = 1.53	BHN = 66.39178153
d4 = 1.50	BHN = 69.14151453
d5 = 1.52	BHN = 67.29030416
d6 = 1.73	BHN = 67.88736364
d7 = 1.62	BHN = 51.56137317
d8 = 1.65	BHN = 56.85052411
d9 = 1.67	BHN = 55.45680083
d10 = 1.64	BHN = 57.56656337
d11 = 1.56	BHN = 63.79902781
d12 = 1.56	BHN = 63.79902781
d13 = 1.55	BHN = 64.64658489
d14 = 1.53	BHN = 66.39178153
d15 = 1.58	BHN = 62.15189321
Rata-rata BHN = 57.85101541	

## 5. Aluminium - 4,5% CU – 4% Ag

d1 = 1,89	BHN = 44,18484835
d2 = 1,89	BHN = 44,18484835
d3 = 1,89	BHN = 44,18484835
d4 = 1,91	BHN = 41,99381519
d5 = 1,86	BHN = 44,37556771
d6 = 1,93	BHN = 41,09242915
d7 = 1,92	BHN = 41,53960925
d8 = 1,96	BHN = 39,7916162
d9 = 1,91	BHN = 41,99381519
d10 = 1,90	BHN = 42,45519537
d11 = 1,94	BHN = 40,65213029
d12 = 1,93	BHN = 41,09242195
d13 = 1,90	BHN = 42,45519537
d14 = 1,94	BHN = 40,65213029
d15 = 1,85	BHN = 44,87518792

Rata-rata BHN = 34,36824441



**Tabel D. Data hasil perhitungan masa jenis coran**

Berat Coran (gr)	Penambahan (cm <sup>3</sup> )	Massa Jenis Coran (gr/cm <sup>3</sup> )
2,70	1	2,7
6,14	2	3,07
6,15	2	3,075
6,23	2	3,115
9,56	3	3,186

**Perhitungan Masa Jenis**

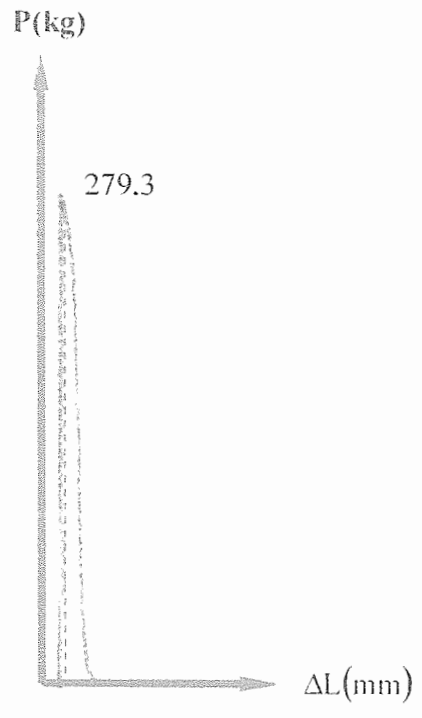
1. Aluminium - 4,5% Tembaga  
 $2,7046 : 1 = 2,7 \text{ gr/cm}^3$
2. Aluminium - 4,5% Tembaga - 1% Perak  
 $6,1344 : 2 = 3,07 \text{ gr/cm}^3$
3. Aluminium - 4,5% Tembaga - 2% Perak  
 $6,1480 : 2 = 3,075 \text{ gr/cm}^3$
4. Aluminium - 4,5% Tembaga - 3% Perak  
 $6,2315 : 2 = 3,115 \text{ gr/cm}^3$
5. Aluminium - 4,5% Tembaga - 4% Perak  
 $9,5631 : 3 = 3,186 \text{ gr/cm}^3$

**Perhitungan prosentase porositas :**

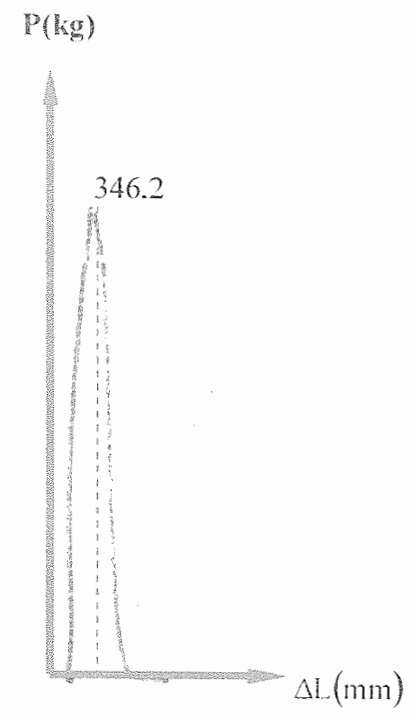
$$\text{Prosentase Porositas} = \frac{\text{JumlahPorositas}}{\text{LuasFoto}} \times 100\%$$

1. Aluminium - 4,5% Tembaga  
 $* ( 267 : 10492 ) \times 100 \% = 2,5\%$

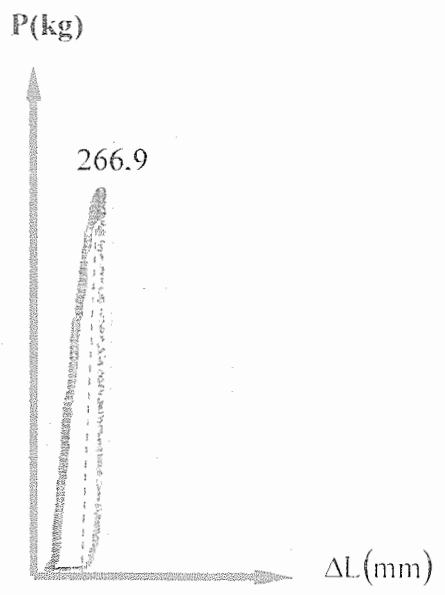
2. Aluminium – 4,5% Tembaga – 1% Perak  
\* ( 650 ; 10492 ) x 100% = 6 %
3. Aluminium – 4,5% Tembaga – 2% Perak  
\* ( 760 ; 10492 ) x 100% = 7,2%
4. Aluminium – 4,5% Tembaga – 3% Perak  
\* ( 1530 : 10492 ) x 100% = 14,5%
5. Aluminium – 4,5% Tembaga – 4% Perak  
\* ( 1572 : 10492 ) x 100% = 14,9%



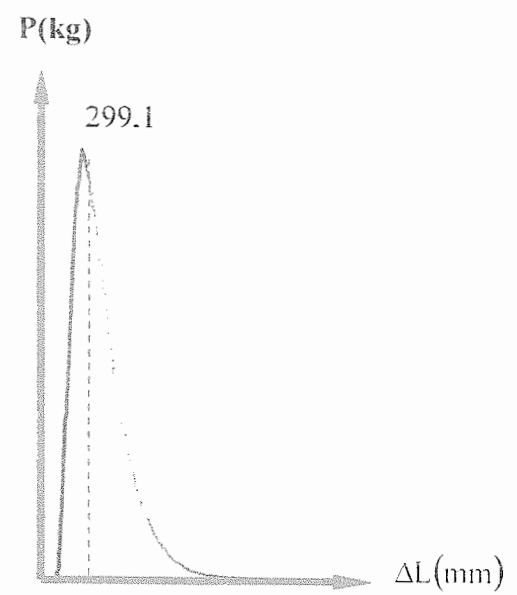
1.1



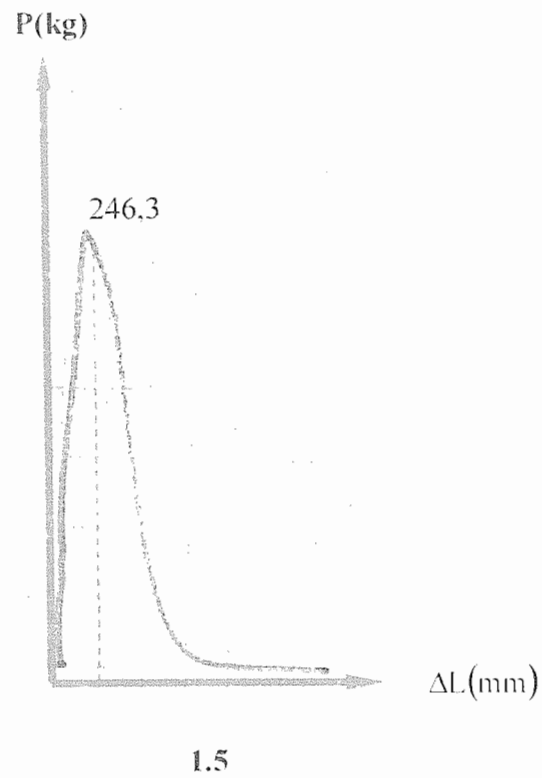
1.2



1.3



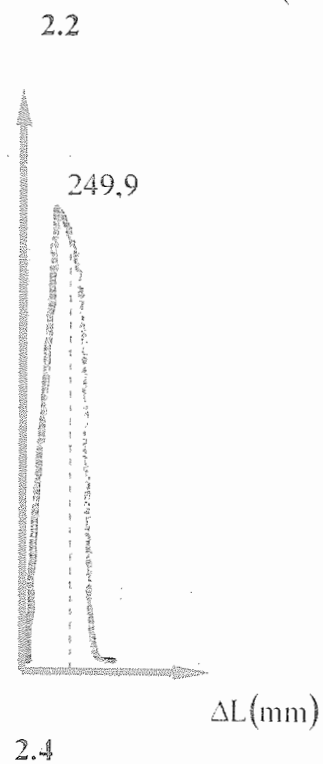
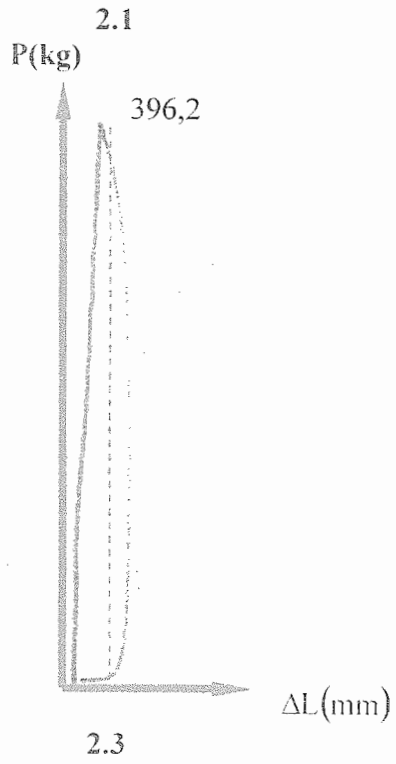
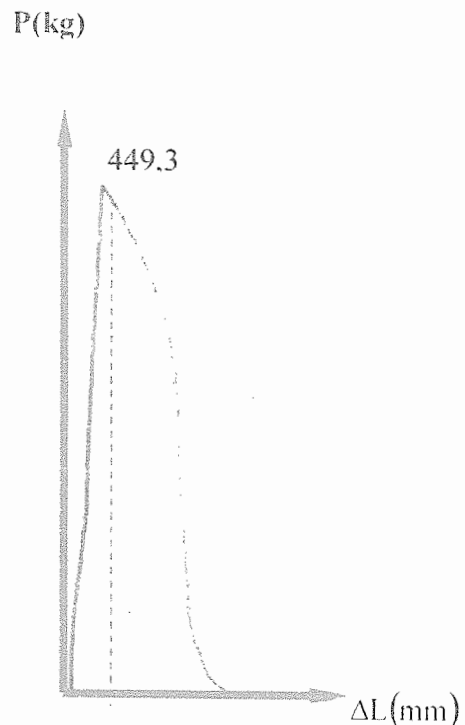
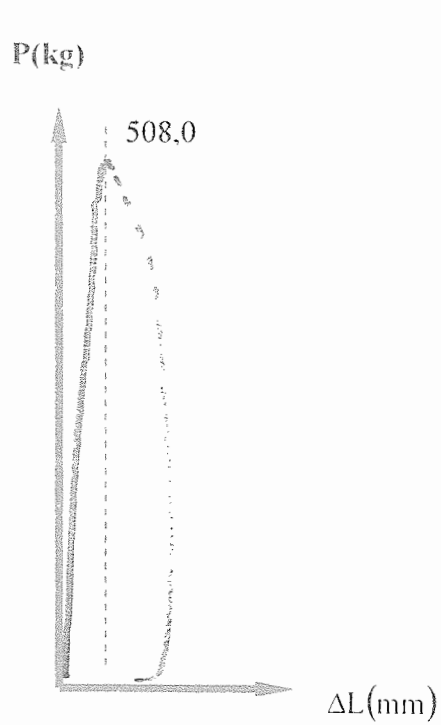
1.4

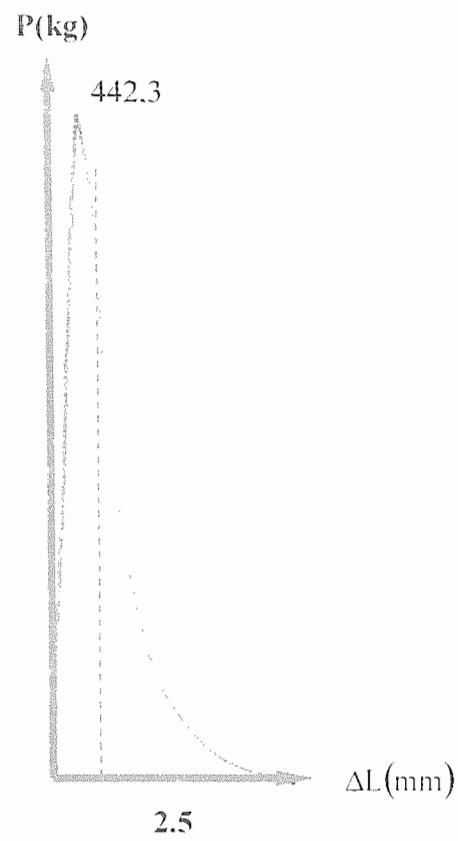


Keterangan :

- 1.1 : Benda Uji 1
- 1.2 : Benda Uji 2
- 1.3 : Benda Uji 3
- 1.4 : Benda Uji 4
- 1.5 : Benda Uji 5

**Gambar 1 Grafik Kekuatan Tarik Paduan AL-Cu**

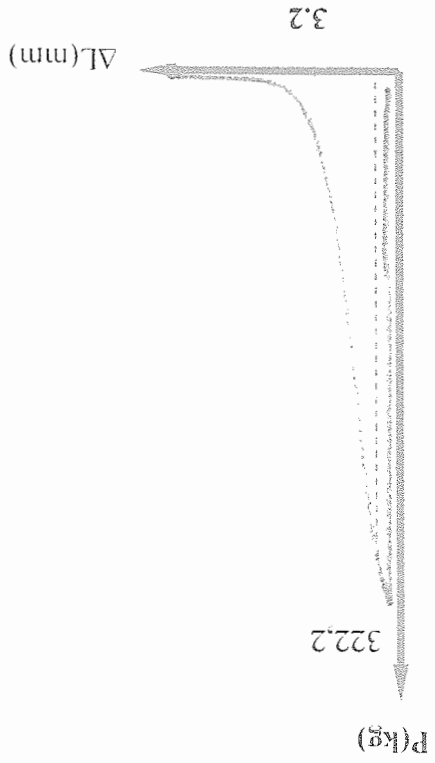
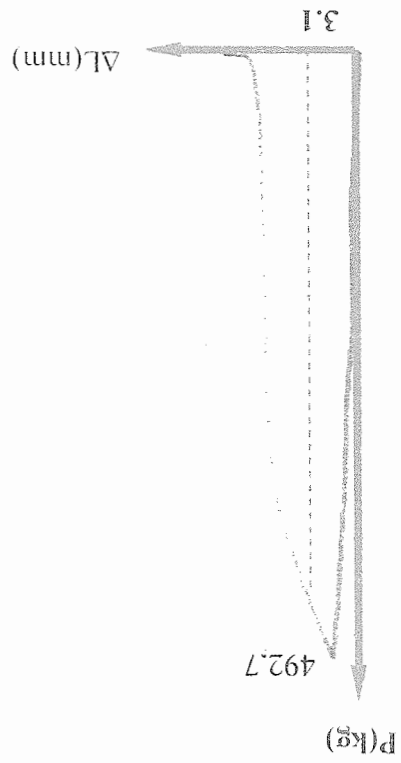
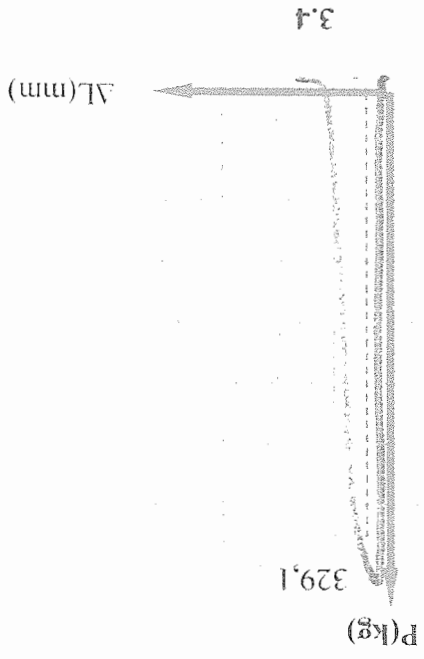
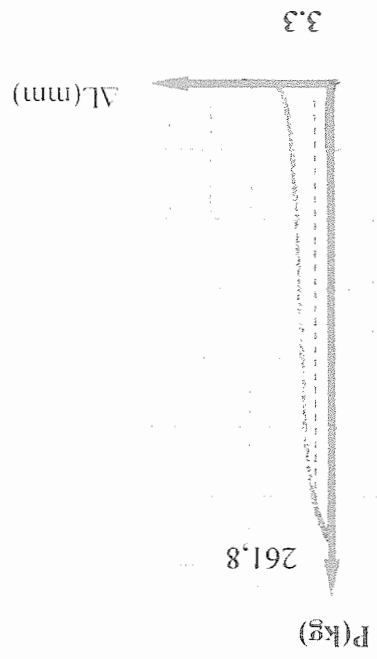


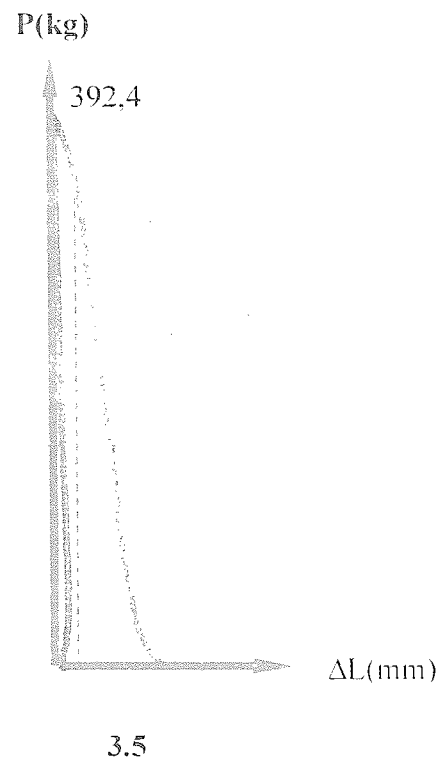


Keterangan :

- 2.1 : Benda Uji 1
- 2.2 : Benda Uji 2
- 2.3 : Benda Uji 3
- 2.4 : Benda Uji 4
- 2.5 : Benda Uji 5

**Gambar 2 Grafik Kekuatan Tarik Paduan AL-Cu-1%Ag**



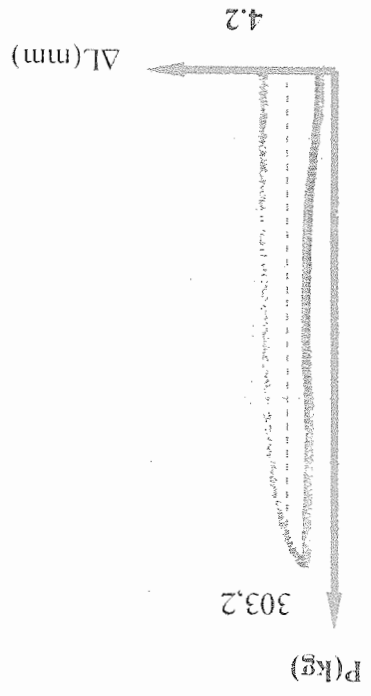
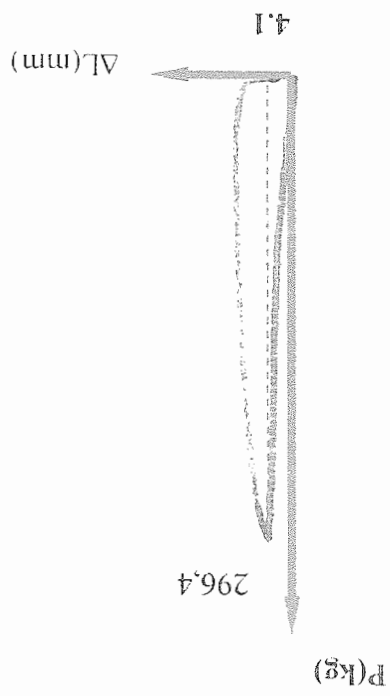
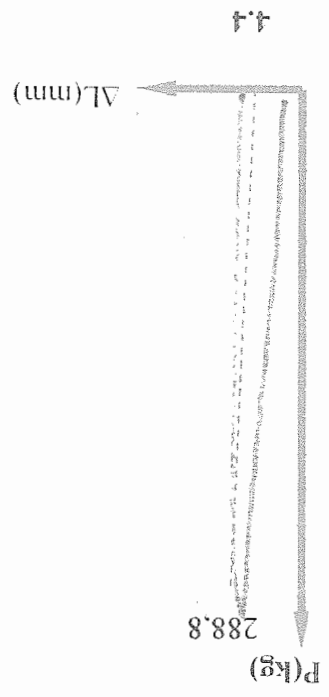
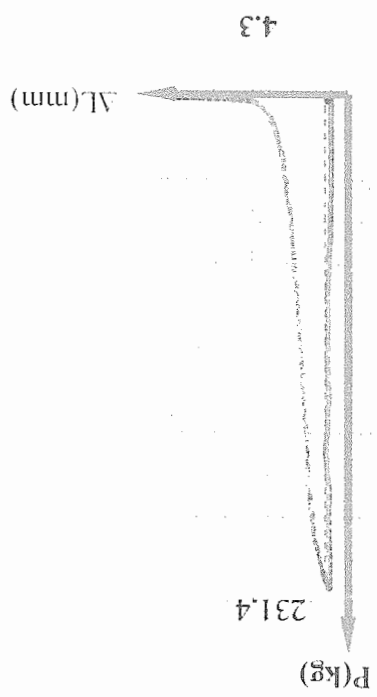


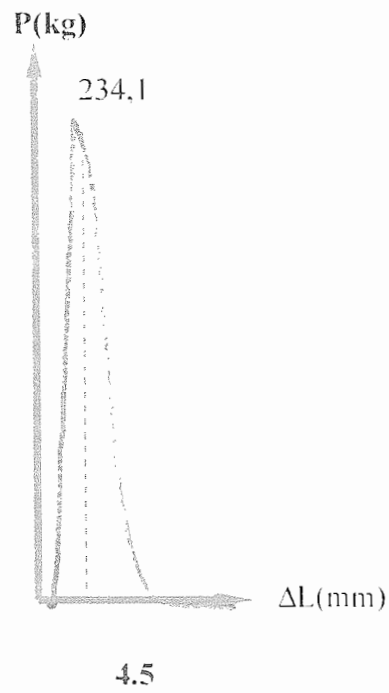
Keterangan :

- 3.1 : Benda Uji 1
- 3.2 : Benda Uji 2
- 3.3 : Benda Uji 3
- 3.4 : Benda Uji 4
- 3.5 : Benda Uji 5

**Gambar 3 Grafik Kekuatan Tarik Paduan AL-Cu-2%Ag**



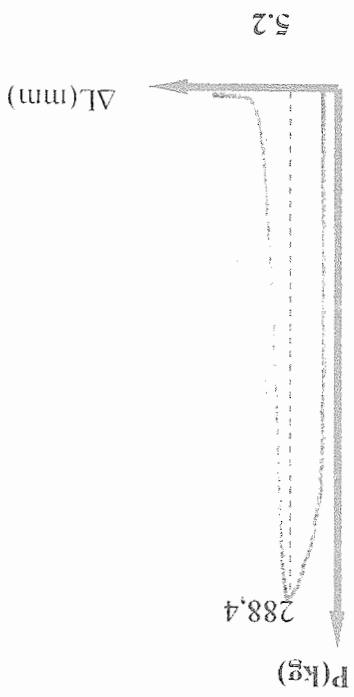
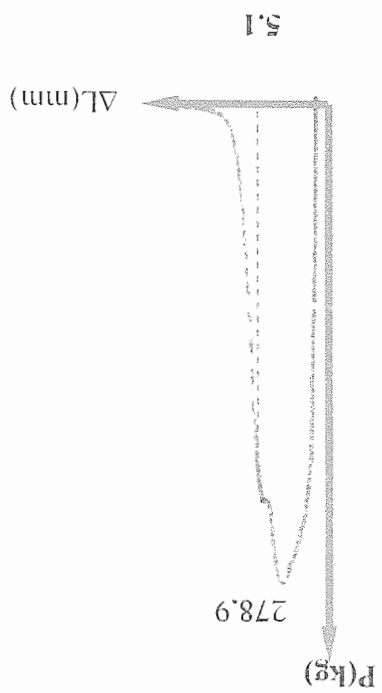
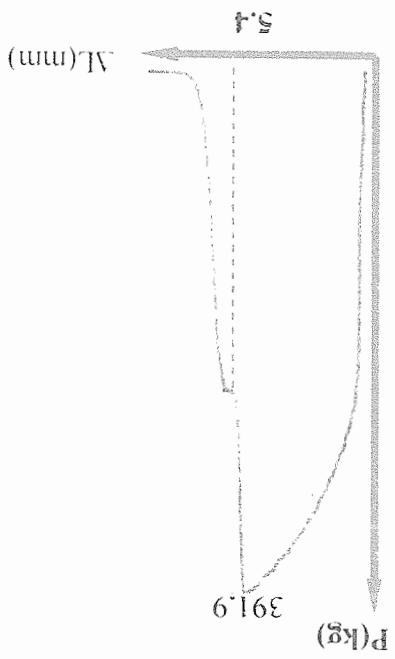
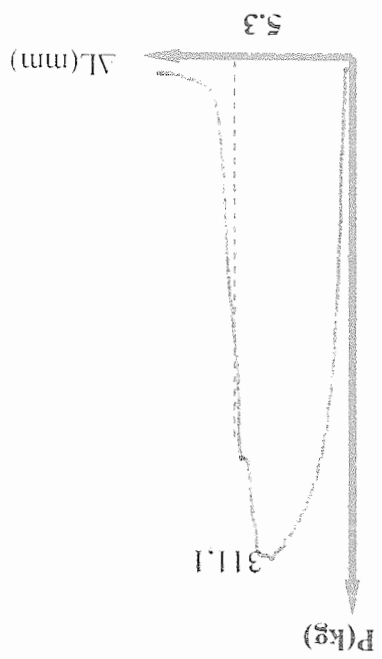


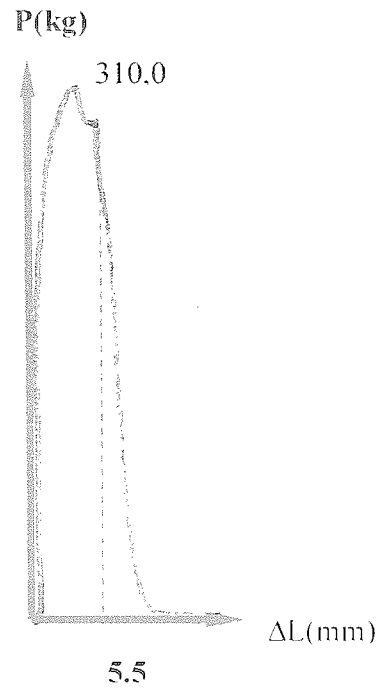


Keterangan :

- 4.1 : Benda Uji 1
- 4.2 : Benda Uji 2
- 4.3 : Benda Uji 3
- 4.4 : Benda Uji 4
- 4.5 : Benda Uji 5

**Gambar 4 Grafik Kekuatan Tarik Paduan AL-Cu-3%Ag**





Keterangan :

- 5.1 : Benda Uji 1
- 5.2 : Benda Uji 2
- 5.3 : Benda Uji 3
- 5.4 : Benda Uji 4
- 5.5 : Benda Uji 5

**Gambar 5 Grafik Kekuatan Tarik Paduan AL-Cu-4%Ag**



**UJIAN PENDADARAN TUGAS AKHIR / SKRIPSI**  
**TANGGAL : 29 Oktober 2005**

NAMA Mhs. : Pius Danisworo Buwono M  
NIM : 995214017  
JUDUL :  
*Pengaruh Penambahan Perak (Ag) terhadap Perubahan Sifat Fisis dan Mekanis Coran Aluminium Tembaga (Al-Cu)*

Pembimbing Utama : I Gusti Ketut Puja, S.T., M.T.  
Pembimbing Kedua :



**USULAN REVISI DARI DOSEN PENGUJI**

1. 1 lembar untuk mahasiswa
2. 1 lembar untuk dosen pembimbing

laman.

Pada batasan masalah ditambah bahan etakan pasir  
3-29. judul tabel ditulis pada naskah

1. Penulisan kata tabel dalam naskah menggunakan huruf besar t → Tabel
  3. Tulisan pada alenia kedua di masukkan ke sub bab pengujian tarik.
- Revisi:  
- susunan kalimatnya membingungkan perlu di perbaiki  
- Data-data pengujian dan hasil penelitian harus ditulis.  
- Angka hyuan dan kesim pulan harus sesuai  
- Pada grafik di lampiran perlu di beri keterangan  
10. pada gambar 4.5 dan juga gambar lainnya perlu di tampilkan atau dijelaskan angka 220 um.

Revisi khususan;  
31/10-05

11/11-05  
Ace dijilid