

**PENGARUH PENAMBAHAN TIMBAL (Pb) TERHADAP
PERUBAHAN SIFAT FISIS DAN MEKANIS CORAN
ALUMINIUM**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Jurusan Teknik Mesin



Disusun oleh :

Hadrianus Dimas wibowo

995214008

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SANATA DHARMA
YOGYAKARTA
2006**

**THE EFFECTS OF LEAD (Pb) ON THE PHYSICAL AND
MECHANICAL PROPERTIES OF Al ALLOY**

FINAL PROJECT

Presented as Partial Fulfillment of the Requirement

To Obtain the *Sarjana Teknik* Degree



By :

Hadrianus Dimas Wibowo

Student Number : 995214008

MECHANICAL ENGINEERING STUDY PROGRAM

MECHANICAL ENGINEERING DEPARTMENT

ENGINEERING FACULTY

SANATA DHARMA UNIVERSITY

YOGYAKARTA

2006

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN TIMBAL (Pb) TERHADAP PERUBAHAN SIFAT FISIS DAN MEKANIS CORAN ALUMINIUM

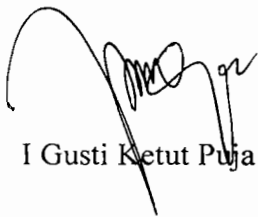
Disusun oleh:

Hadrianus Dimas Wibowo

NIM: 995214008

Telah disetujui oleh:

Pembimbing I



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

Tanggal 17-11-2006

TUGAS AKHIR
PENGARUH PENAMBAHAN TIMBAL (Pb) TERHADAP
PERUBAHAN SIFAT FISIS DAN MEKANIS CORAN
ALUMINIUM

Dipersiapkan dan ditulis oleh :

Nama : Hadrianus Dimas Wibowo
NIM : 995214008

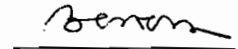
Telah dipertahankan didepan penitia penguji
Pada tanggal 21 Oktober 2006
Dan dinyatakan memenuhi syarat

Susunan Panitia Penguji

Ketua : Doddy Purwadianto, S.T., M.T.



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



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



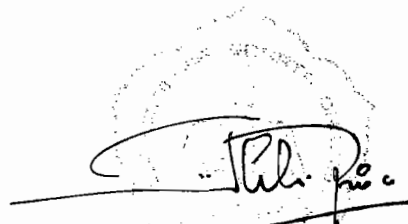
Yogyakarta, 17-11 - 2006

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 kesarjanaan 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 , 17- 11- 2006



Hadrianus Dimas Wibowo

MOTTO

*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)*

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

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

INTISARI

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

Benda uji dibuat dari coran Al dan dipadu dengan Pb bervariasi dari , 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 Timbal menurunkan kekuatan tarik dari paduan Al sebesar 7,7 % yaitu dari 13,42 kg/mm² menjadi 12,38 kg/mm² untuk kadar Timbal 2%, penurunan kekuatan tarik sebesar 13,56% pada penambahan Timbal 4%. Regangan menurun sebesar 24,87% yaitu dari 7,72% menjadi 5,80% untuk kadar Timbal 2%, penurunan regangan sebesar 31,22% pada penambahan Timbal 4%. Kekerasan meningkat sebesar 23,25% yaitu dari 37,69 BHN menjadi 49,11 BHN untuk kadar Timbal 2%, peningkatan kekerasan sebesar 49,86% pada penambahan Timbal 4%. Massa jenis meningkat sebesar 2,6% yaitu dari 2,63 gr/cm³ menjadi 2,70 gr/cm³ untuk kadar Timbal 2%, peningkatan massa jenis sebesar 9,31% pada penambahan Timbal 4%. Pengamatan porositas meningkat sebesar 2,4% yaitu dari 5,9% menjadi 8,3% untuk kadar Timbal 2%, sedangkan peningkatan porositas sebesar 9,1% pada penambahan Timbal 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 TIMBAL (Pb) TERHADAP PERUBAHAN SIFAT FISIS DAN MEKANIS CORAN ALUMINIUM “ , 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. Kolonel (Pnb) F.Sulaksito dan A.Siti Lestari selaku orang tua yang selalu mendukung dan memberikan bantuan moral dalam penulisan Tugas Akhir ini.
7. Kakak-kakaku Mbak Alfonsa R.Y yang selalu memotivasi dalam proses penulisan Tugas Akhir ini.
8. Sahabat-sahabatku, Crippen, Wilson, Yuyun, Danis, Wawan, yang selalu membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini.
9. Anak-anak angkatan 99 dan 98 terima kasih atas dukungannya .

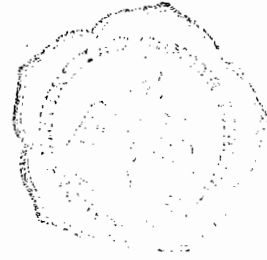
10. Anak-anak Teknik Mesin angkatan 2000 yang telah banyak membantu penulis.
11. Seluruh petugas Perpustakaan Universitas Sanata Dharma, yang juga banyak membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini.
12. Semua pihak yang telah membantu, memberikan masukan serta kritikan selama penulisan Tugas Akhir ini.

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. Akhirnya harapan penulis, Tugas Akhir ini dapat berguna bagi semua pihak dan dapat dijadikan bahan kajian lebih lanjut.

Yogyakarta, 17- 11 - 2006



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
2.3 Paduan aluminium.....	4
2.4 Klasifikasi paduan aluminium.....	4
2.5 Aluminium(Al)-Timbal(Pb).....	7
2.6 Pengaruh unsure paduan pada aluminium.....	7
2.7 Perencanaan pengecoran.....	9

2.7.1 Menetapkan Kup, Drag dan permukaan pisah.....	9
2.7.2 Menentukan tambahan penyusutan.....	10
2.7.3 Pemilihan mesin perkakas untuk pembuatan pola.....	11
2.7.4 Pemeriksaan pola.....	11
2.8 Perencanaan sistem saluran.....	11
2.8.1 Bagian-bagian sistem saluran.....	12
2.9 Cetakan.....	13
2.10 Peleburan dan pengecoran paduan aluminium.....	13
2.10.1 Proses produksi secara singkat.....	14
2.10.2 Penuangan logam cair.....	15
2.10.3 Pembekuan logam murni.....	15
2.10.4 Pembekuan paduan.....	16
2.10.5 Pembongkaran cetakan.....	16

BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN

3.1 Pelaksanaan pengecoran.....	18
3.2 Pembuatan benda uji.....	19
3.3 Peralatan pengujian.....	19
3.4 Pengujian tarik dan benda uji.....	20
3.5 Pengujian kekerasan.....	22

3.6 Pengujian massa jenis coran.....	24
3.7 Pengamatan porositas.....	25
3.8 Pengujian stuktur mikro.....	26
BAB IV HASIL PENELITIAN dan PEMBAHASAN	
4.1 Pengujian tarik.....	30
4.2 Regangan.....	31
4.3 Pengujian kekerasan.....	32
4.4 Pengujian massa jenis.....	33
4.5 Pengamatan struktur mikro.....	34
4.6 Pengamatan porositas.....	37
BAB V KESIMPULAN dan SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	42
5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA.....	45
LAMPIRAN.....	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi skematis dari pembekuan logam.....	16
Gambar 3.1 Bentuk dan ukuran benda uji tarik.....	20
Gambar 3.2 Alat uji tarik.....	21
Gambar 3.3 Alat uji brinell.....	22
Gambar 3.4 Lup micrometer.....	23
Gambar 3.5 Pemantulan cahaya pada benda yang sudah dietsa.....	26
Gambar 3.6 Alat analisa struktur mikro.....	27
Gambar 4.1 Grafik kekuatan tarik.....	30
Gambar 4.2 Grafik regangan.....	31
Gambar 4.3 Grafik pengujian kekerasan.....	32
Gambar 4.4 Grafik pengujian massa jenis.....	33
Gambar 4.5 Struktur mikro paduan Al.....	34
Gambar 4.6 Struktur mikro paduan Al-2%timbal.....	35
Gambar 4.7 Struktur mikro paduan Al-3%timbal.....	35
Gambar 4.8 Struktur mikro paduan Al-4%timbal.....	36
Gambar 4.9 Grafik prosentase porositas.....	37
Gambar 4.10 Foto porositas paduan Al.....	39
Gambar 4.11 Foto porositas paduan Al-2%timbal.....	40
Gambar 4.12 Foto porositas paduan Al-3%timbal.....	40
Gambar 4.13 Foto porositas paduan Al-4%timbal.....	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi paduan aluminium cor.....	5
Tabel 2.2 Klasifikasi paduan aluminium tempaan.....	5
Tabel 2.3 Klasifikasi perlakuan bahan.....	6
Tabel 2.4 Pengaruh unsur paduan pada aluminium.....	8
Tabel 2.5 Sifat-sifat mekanis paduan aluminium cor menurut aluminium association.....	8
Tabel 2.6 Tambahan penyusutan yang disarankan.....	10
Tabel 3.1 Pemilihan diameter penetrator untuk uji kekerasan brinell.....	22
Tabel 3.2 P/D^2 berdasarkan bahan untuk uji kekerasan brinell.....	23

DAFTAR NOTASI dan LAMBANG

A	= Luas penampang	mm ²
T	= tebal.....	mm
L	= lebar.....	mm
σ_U	= Kekuatan tarik.....	kg/mm ²
P	= Beban.....	kg
L ₀	= Panjang mula-mula.....	kg/mm ²
L	= Panjang akhir.....	kg/mm ²
ρ	= Berat jenis.....	gr/ mm ³
ΔL	= Pertambahan panjang.....	mm
ϵ	= regangan.....	%
v	= volume.....	mm
m	= Massa.....	kg
BHN	= Kekerasan Brinell.....	kg/ mm ²
D	= Diameter bola penerator.....	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 bebrbagai 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 melalui proses temperature yang sangat tinggi, menuntut manusia untuk selalu berkembang dan maju. Proses yang begitu cepat itulah yang biasa 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 mekanik yang baik pula, agar diterima dan dipergunakan sesuai dengan keinginan. Pada saat ini penulis mencoba menyatukan “ Aluminium paduan (Al) dengan Timbal (Pb) dengan variasi Timbal dari 2%-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 menyelidiki pengaruh Pb terhadap coran Aluminium pada :

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

1.2 Batasan masalah

Aluminium (Al) akan di lebur/di cor terlebih dahulu dan dipadukan dengan Timbal (Pb) dengan Variasi Timbal 2% - 4% dan cetakan yang digunakan adalah cetakan logam, diselidiki sifat fisis dan mekanisnya, masing-masing menjadi 4 coran dan 20 spesimen .Pengujian yang dilakukan adalah pengujian kekuatan tarik, kekerasan brinell, masa jenis, perubahan struktur mikro dan porositas.

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 ferro. 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.

2.3 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), silikon (Si), magnesium (Mg), seng (Zn), Timbal (Pb) dan lain-lain. Pada penelitian ini penyusun akan mempelajari pengaruh unsur Timbal (Pb) pada aluminium cor terhadap sifat fisis dan mekanisnya.

2.4 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 : Danisworo Pius, 2005, Skripsi Penambahan perak terhadap sifat fisis dan mekanis coran aluminium tembaga)

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 ₂ Si merupakan unsur paduan utama
7079	70s-79S	Zn merupakan unsur paduan utama

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

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 Perlakuan pelarutan, penuaan tiruan, pengerasan regangan
-T9	Pengerasan regangan setelah penuaan tiruan
-T10	

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

2.5 Aluminium(Al)-Timbal(Pb)

Pada metode penempelan atom interatomik potensial pada Al-Pb telah dikembangkan. Potensi ini mengembangkan percobaan elastis konstan, penghentian energi, kesempatan formasi energi dan migrasi energi dari logam murni sebagaimana migrasi energi Al-Pb 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 dan bentuk padat Al-Pb

Pemisahan fase kedua dari solusi super saturasi padat menjadi hal utama. Sistem Al dan Al-Pb menjadi bahan pertimbangan; pada kedua kasus: formasi lempengan – fase menengah – fase akhir.

2.6 Pengaruh unsur Paduan pada Aluminium

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
Dayatahan 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	σ_y (Mpa)	σ_u (Mpa)	Regangan (%)
295.0	4,5 Cu – 1 Si	Cetakan logam	T6	165	250	5
308.0	5,5 Si – 4,5Cu	Cetakan logam	F	90	150	1
356.0	7 Si – 0,3 Mg	Cetakan logam	T6	160	230	1,5
390.0	17 Si – 4,5Cu – 0,6Mg	Cetakan logam	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 logam	F	130	200	5

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

Timbal termasuk bahan yang mempunyai sifat mampu bentuk. Saat ini berbagai jenis suku cadang alat mesin logam masih banyak mengandung timbale(Pb).Timbal dalam paduan logam berfungsi sebagai pelumas untuk meningkatkan keakurasian pemotongan dan permesinan,ini karena timbul relative lunak dibandingkan dengan logam lain semisal kuningan (paduan Cu-Zn) dan biasanya dalam penggunaannya dicampur dengan As (Arsen),Ca (Calsium), Sb (Antimen).Penggunaan timbale biasanya adalah sebagai paduan solder lunak,penahan sinar rdio aktif,pemberat kail pancing.

2.7 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, 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 Menetapkan Kup, Drag, dan permukaan pisah

Untuk mendapatkan pengecoran yang baik, hal yang paling penting untuk diperhatikan adalah penempatan kup (cetakan atas), darg (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 cetakan sedikit panas untuk menghindari terjadinya udara panas (uap) yang terhambat dalam pendinginan yang akan mengakibatkan cacat pada cetakan.

2.7.2 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 diperlukan dalam Tabel 2.6.

Tabel 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)

2.7.3 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.

2.7.4 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

Sistem saluran pada cetakan logam 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 sisa/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.

2.8.1 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 trapesium. 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.

4. 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 Cetakan

Ketika pengecoran tembaga pertama kali ditemukan, logam cair dituang kedalam 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 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. Timbal (Pb) berupa potongan plat dengan variasi 2%-4%
3. Bahan bakar : - Minyak tanah atau solar

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 20 menit timbal dimasukkan kemudian divariasasi 2%-4%.
- f. Sebelum bahan paduan tercampur dan melebur kowi ditutup agar panas yang dihasilkan sesuai.
- g. Lebih kurang 23 menit semua bahan mencair.
- h. Pada saat ini kowi diambil dengan memakai tang penjepit untuk selanjutnya dituangkan ke dalam cetakan logam yang sudah dipanaskan terlebih dahulu untuk menghindari terjadinya cacat rongga/pori-pori.
- i. Dalam penuangan membutuhkan waktu kurang lebih 15 detik.
- j. Tunggu sampai logam cair membeku sekitar 30 detik baru cetakan dibongkar.

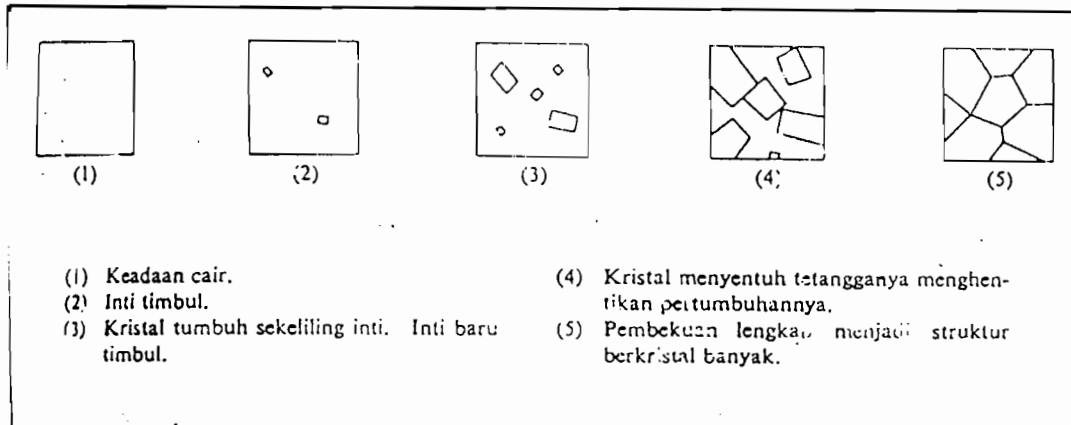
2.10.2 Penuangan Logam Cair

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. Cetakan logam harus benar-benar kering dan memiliki suhu tertentu 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.

2.10.3 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.

2.10.4 Pembekuan Paduan

Kalau logam yang terdiri dari dua unsur 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.

2.10.5 Pembongkaran Cetakan

Pembongkaran cetakan bertujuan untuk mengambil hasil cetakan dari cetakan logam, sehingga coran dapat dikerjakan lebih lanjut. Pembongkaran cetakan dengan tangan dilakukan dengan pemukulan cetakan dengan alat pemukul, sehingga cetakan logam dapat mempermudah untuk

dibuka 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.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pelaksanaan Pengecoran

Bahan yang digunakan dalam pengecoran adalah aluminium (Al), Timbal (Pb). Aluminium dan Timbal (Pb) di peroleh di pasaran tanpa sertifikasi .

Alat-alat yang dipergunakan dalam pengecoran :

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

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°C . Setelah itu aluminium dipotong-potong kemudian dimasukkan dalam kowi perapian yang sebelumnya sudah dipanaskan sudah dipanaskan antara suhu 700°C - 730°C . Setelah aluminium mencair/lebur yang membutuhkan waktu sekitar 20 menit, kemudian potongan Timbal dimasukkan dikarenakan Timbal mempunyai titik lebur sekitar $327,4^{\circ}\text{C}$ kemudian variasi timbal dimasukkan antara 2%-4%. Setelah semua bahan mencair membutuhkan waktu kurang lebih 23 menit dan menjadi satu, cetakan logam disiapkan untuk selanjutnya dilakukan proses penuangan yang membutuhkan

waktu 5 detik. Proses pembekuan variasi dari pencampuran waktu beku Aluminium (Al) 15 detik, Al - 2%Pb 17 detik, Al – 3%Pb 18 detik dan Al – 4% Pb 22 detik.

Pelepasan hasil coran

Pelepasannya dengan cara membuka baut pengancing kemudian memberi sedikit pukulan-pukulan pada sisi cetakan agar hasil coran bisa terbuka dan terlepas dari cetakan logam.

3.2 Pembuatan 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.

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 pengkilap logam .

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.

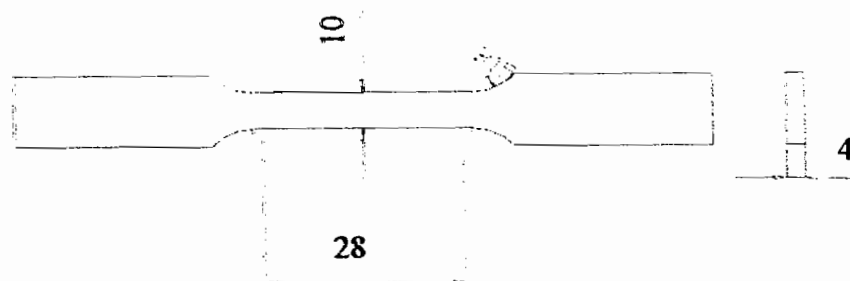
$$\text{Dengan : } Lo = 4,5\sqrt{Ao}$$

Lo = Panjang ukur (mm)

Ao = Luas penampang mula-mula

= Panjang x Tebal benda uji (mm^2)

Dengan Lebar=10, Tebal=4 maka $Lo=28$, maka bentuk dan geometri benda uji tarik seperti terlihat pada Gambar 3.1 dibawah ini.



Satuan = mm

Gambar 3.1 Bentuk dan ukuran 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 :

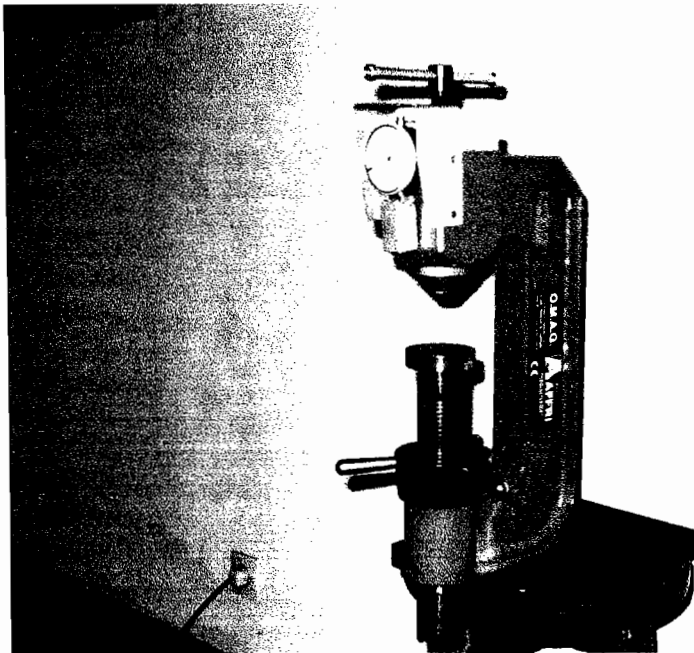
Dalam penelitian ini alat yang digunakan adalah mesin uji tarik universal yang berada di laboratorium Ilmu Logam Universitas Sanata Dharma dengan kapasitas maksimum sebesar 1ton. Langkah-langkah pengujian tarik sebagai berikut :

- a. Mengukur panjang dan lebar dengan menandai nomer benda yang akan diuji.
- b. Memasang benda uji pada penjepit (grip) atas dan bawah pada mesin uji. Diusahakan agar benda uji betul-betul vertikal, kemudian mengencangkan kedua penjepit.
- c. Mengoperasikan mesin uji tarik.
- d. 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

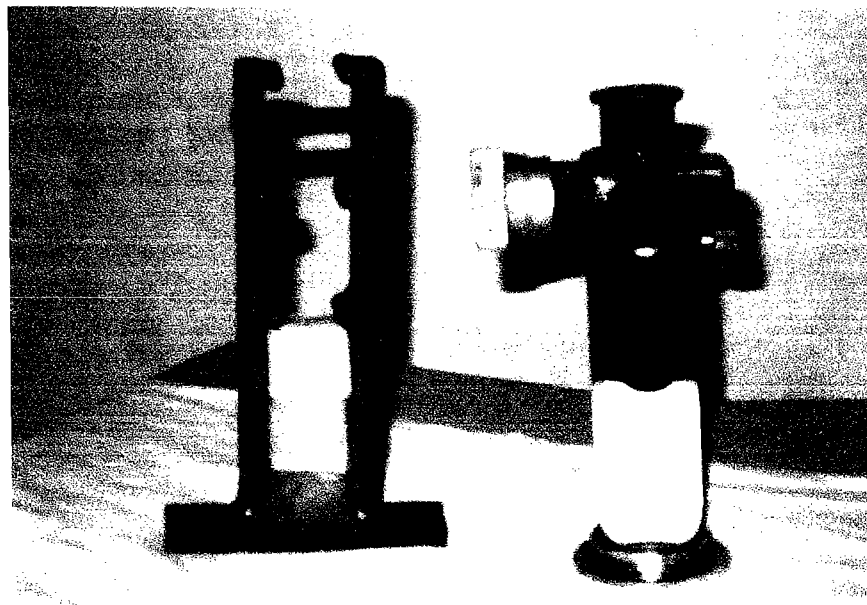
Tebal benda uji (mm)	Diameter penetrator
1 – 3	D = 2,5
3 – 6	D = 5
<6	D = 10

Tabel 3.2 P/D^2 berdasarkan Bahan untuk uji kekerasan Brinell

BHN rata-rata	P / D^2	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 :

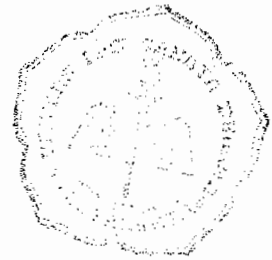
$$\rho = \frac{m}{V} \quad \left(\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right)$$

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 pengkilap logam 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.

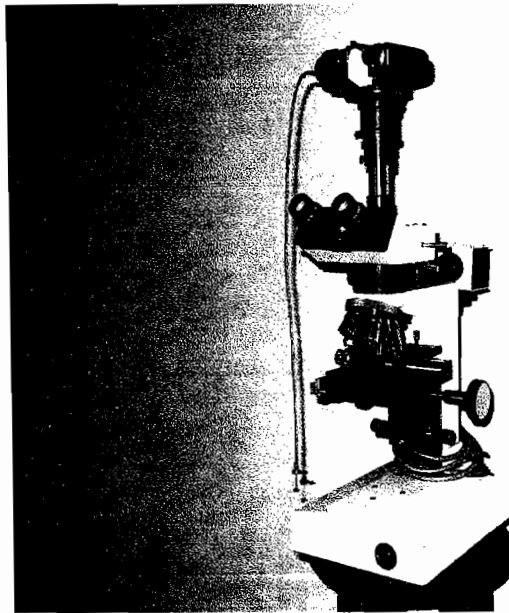
Batas butir akan tampak seperti mengelilingi setiap butir dan cahaya tidak dipantulkan kedalam lensa mikroskop maka batas butir akan tampak seperti garis-garis hitam. Pada Gambar 3.5 dibawah ini akan tampak arah pemantulan cahayanya.



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.

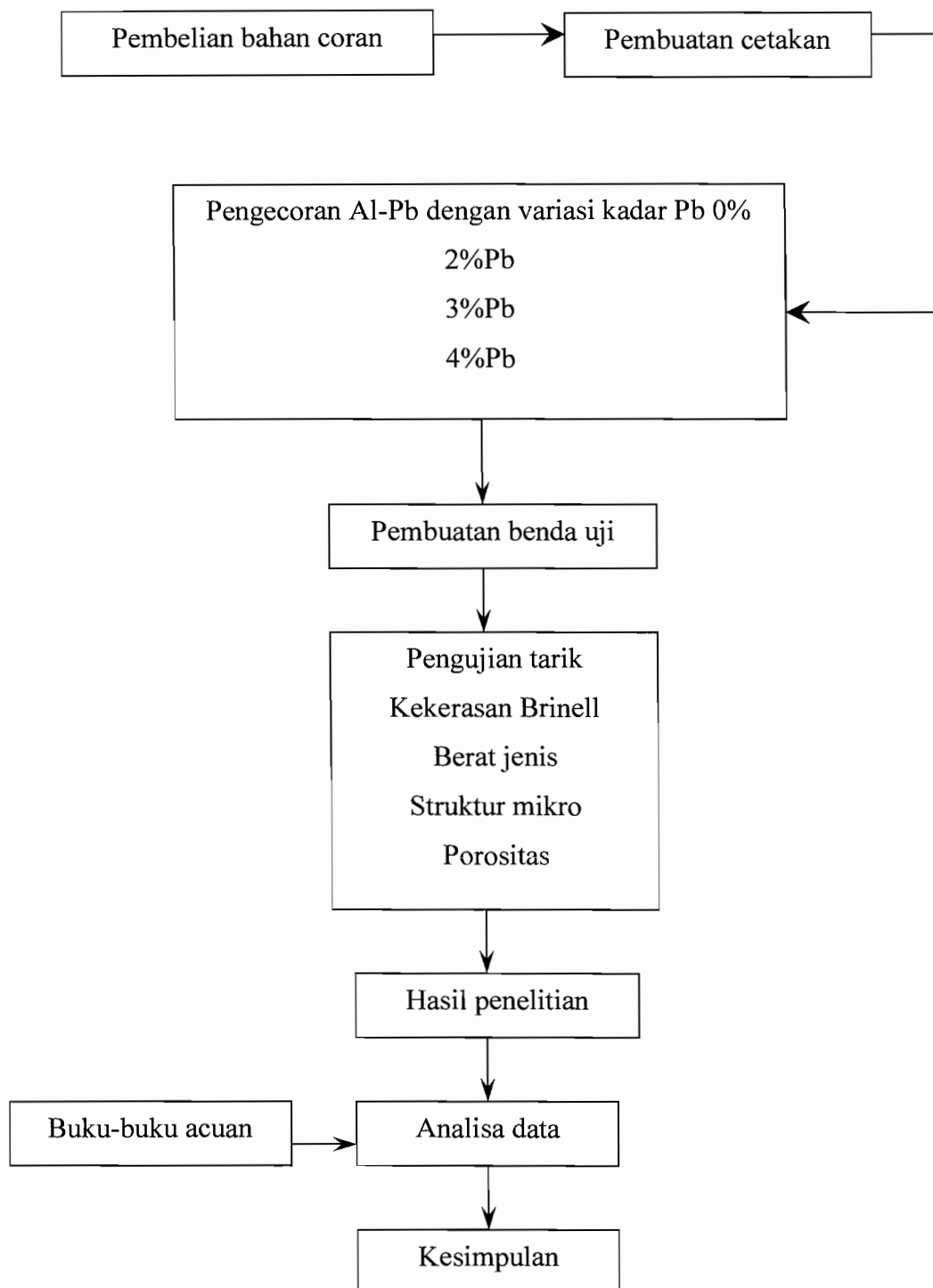


Gambar 3.6 Alat analisa Struktur Mikro

Alat yang dipakai dalam penelitian adalah mikroskop yang terdapat di Lab.Ilmua Logam Universitas Sanata Dharma dengan pembesaran mencapai 400X untuk melihat struktur dan bentuk dari hasil coran paduan Al-Pb dan diberi variasi mulai dari 2%-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 : HNO_3 , NaOH dan alkohol 90 %. Kegunaan etsa adalah untuk merusak permukaan benda uji dalam waktu sekitar 3 menit kemudian dilihat dengan memakai mikroskop.

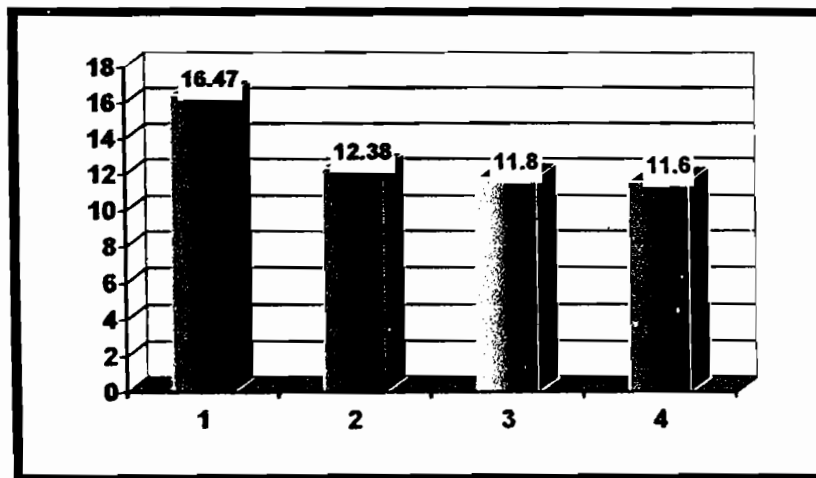
3.5 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Tarik



Gambar 4.1 Grafik kekuatan tarik

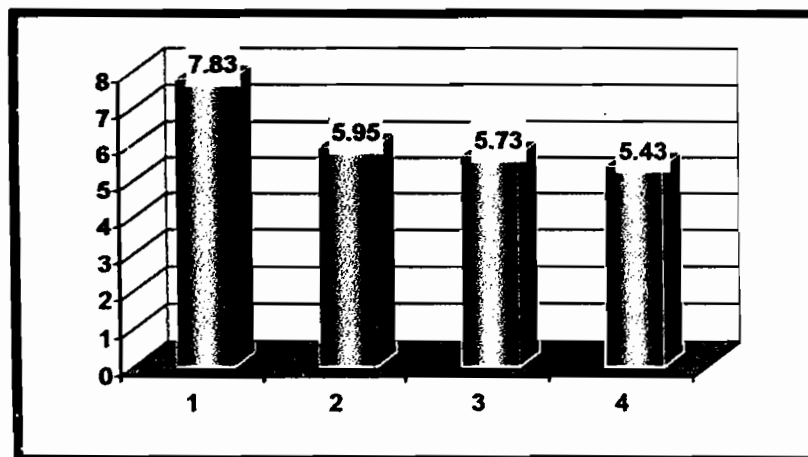
- Keterangan :
1. Coran I : Aluminium
 2. Coran II : Aluminium + 2% Timbal
 3. Coran III : Aluminium + 3% Timbal
 4. Coran IV : Aluminium + 4% Timbal

Dari grafik kekuatan tarik pada Gambar 4.1 dapat diketahui bahwa coran Al - Pb dapat menurunkan kekuatan tarik, dikarenakan Timbal mempunyai sifat mampu bentuk dan tidak mampu mesin. Sedangkan Timbal mempunyai titik lebur yang lebih rendah dibanding dengan aluminium. Kekuatan tarik pada coran Al terhadap variasi Pb 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 Timbal.

Disini bisa diketahui dari grafik bahwa aluminium yang diberi variasi kadar Timbal mulai dari 2%-4% mengalami penurunan kekuatan tarik kurang lebih sekitar 6,3% pada setiap variasinya.

4.2 Regangan



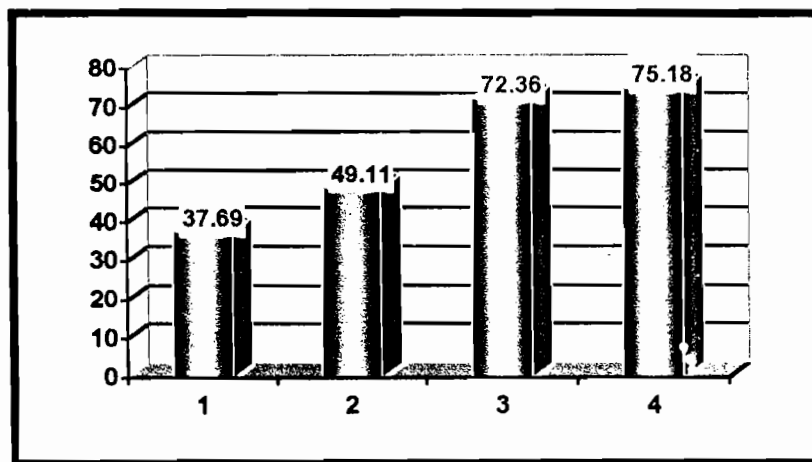
Gambar 4.2 Grafik Regangan

Keterangan : 1. Coran I : Aluminium
 2. Coran II : Aluminium + 2% Timbal
 3. Coran III : Aluminium + 3% Timbal
 4. Coran IV : Aluminium + 4% Timbal

Sedangkan dari Gambar 4.2 grafik regangannya semakin menurun setelah adanya penambahan variasi timbal karena timbal mempunyai sifat mampu bentuk dan tidak mampu mesin dan juga termasuk bahan yang lunak. Perubahan yang sangat mencolok adalah pada penambahan variasi Timbal 4% karena mengalami penurunan sekitar 31,22% dari sebelum

penambahan variasi Timbal. Sedangkan penambahan Timbal dari 2% - 3% mengalami penurunan sekitar 1,20% yang sangat beda jauh dengan penambahan 4% Timbal.

4.3 Pengujian Kekerasan



Gambar 4.3 Grafik Pengujian Kekerasan

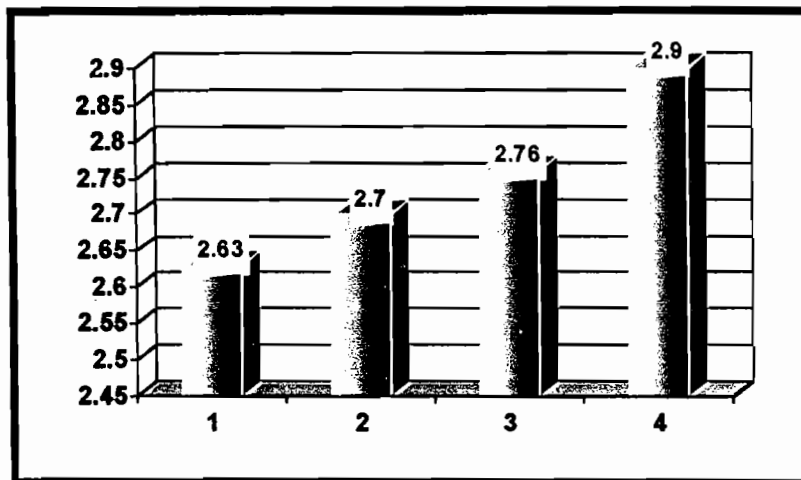
Keterangan : 1. Coran I : Aluminium
 2. Coran II : Aluminium + 2% Timbal
 3. Coran III : Aluminium + 3% Timbal
 4. Coran IV : Aluminium + 4% Timbal

Dengan adanya pengujian/penelitian maka dapat diambil analisa data sebagai berikut : Al mempunyai angka kekerasan 37,69 BHN sedangkan dengan adanya penambahan Timbal 2% angka kekerasan 49,11 BHN, penambahan 3% Timbal adalah 72,36 BHN, penambahan 4% Timbal adalah 75,18 BHN. Jika dilihat dari semakin meningkatnya angka kekerasan maka dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi angka kekerasannya maka bahan tersebut semakin keras dan jika

angka kekerasannya sedikit maka bahan tersebut termasuk bahan yang lunak.

Dari Gambar 4.3 dapat diketahui bahwa dengan ditambahkan unsur Timbal kedalam paduan Al dapat mempengaruhi kekerasan dan mengalami kenaikan, Pada pengujian kekerasan ini satu coran diperlakukan sepuluh 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



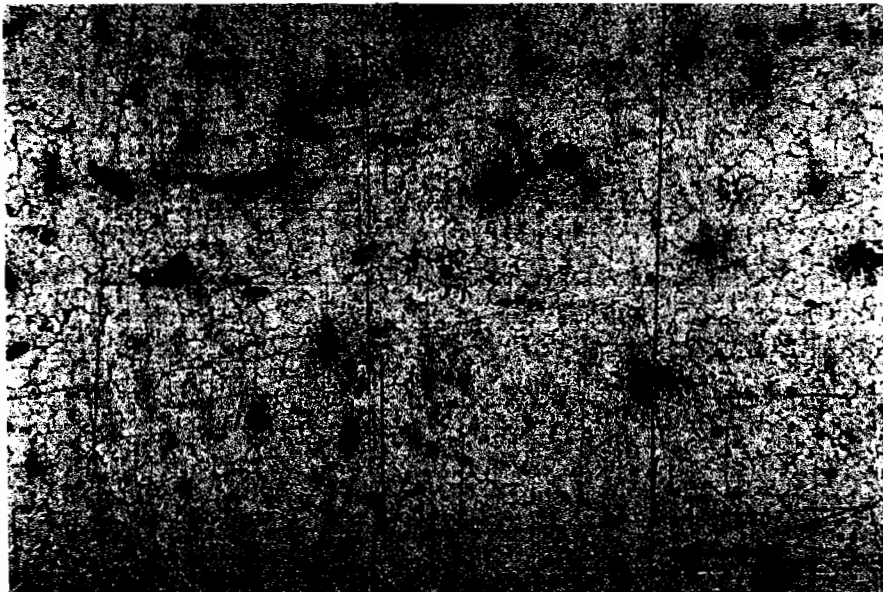
Gambar 4.4 Grafik Pengujian Massa Jenis

- Keterangan :
1. Coran I : Aluminium
 2. Coran II : Aluminium + 2% Timbal
 3. Coran III : Aluminium + 3% Timbal
 4. Coran IV : Aluminium + 4% Timbal

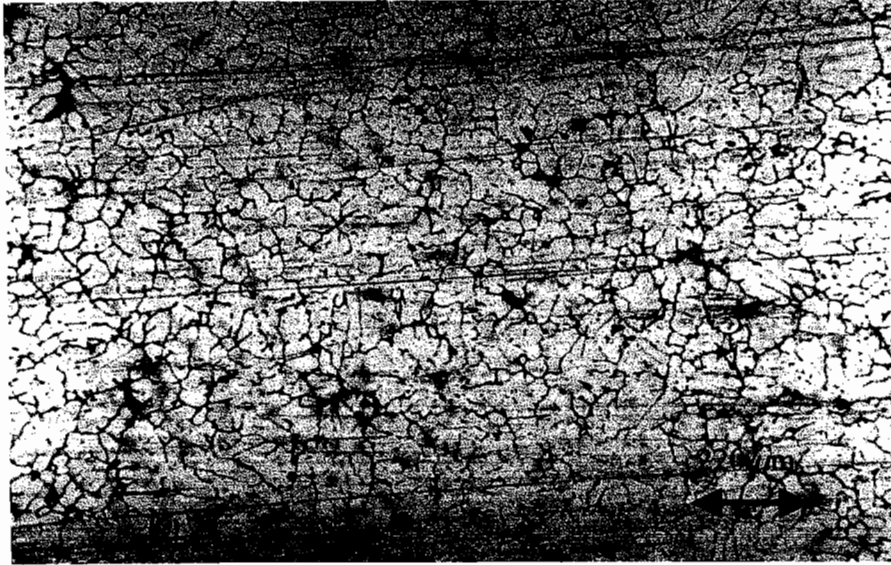
Dari Gambar 4.4 hasil pengujian masa jenis diatas menunjukkan bahwa penambahan prosentase Timbal sangat mempengaruhi masa jenis dari coran dan paduan aluminiumnya cenderung naik. Dari Alumunium mula-mula ditambah 2%Timbal saja kenaikannya sekitar 2,5% dan jika dilihat dari penambahan 4% timbal dapat mengalami kenaikan sekitar 5,1% ini diakibatkan dari berat jenis Timbal yang tinggi yang dapat mempengaruhi paduan aluminium.

4.5 Pengamatan Struktur Mikro

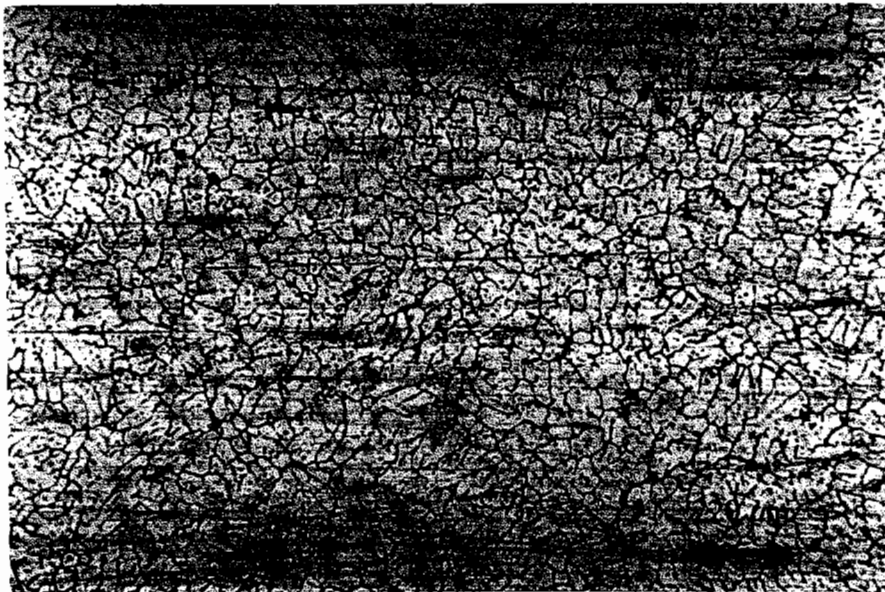
Analisa struktur mikro bahan coran dapat dilihat pada foto mikro yang terdapat di bawah ini :



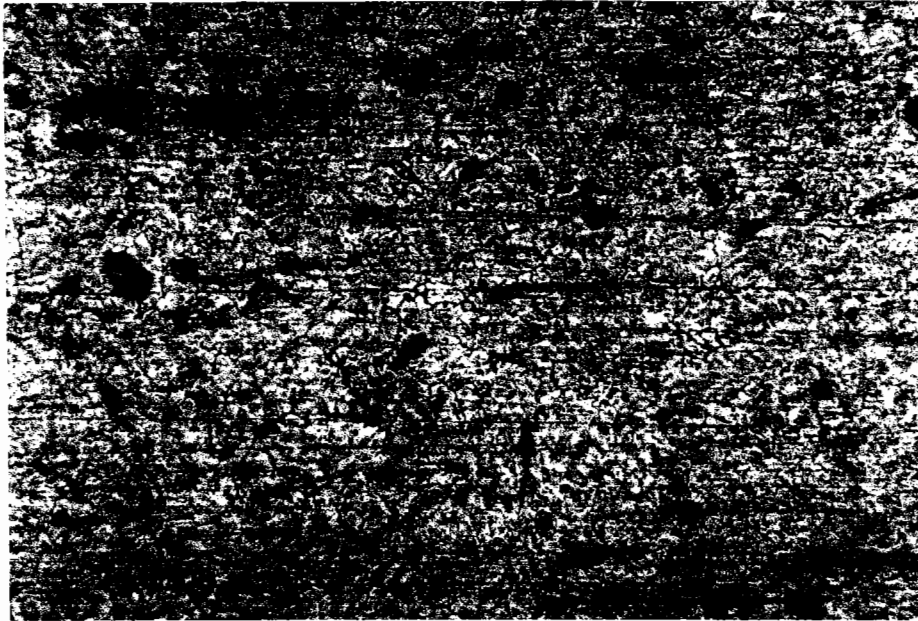
Gambar 4.5 Struktur Mikro paduan Al.



Gambar 4.6 Struktur Mikro paduan Al-2% Timbal



Gambar 4.7 Struktur Mikro paduan Al-3% Timbal.



Gambar 4.8 Struktur Mikro paduan Al- 4%Timbal.

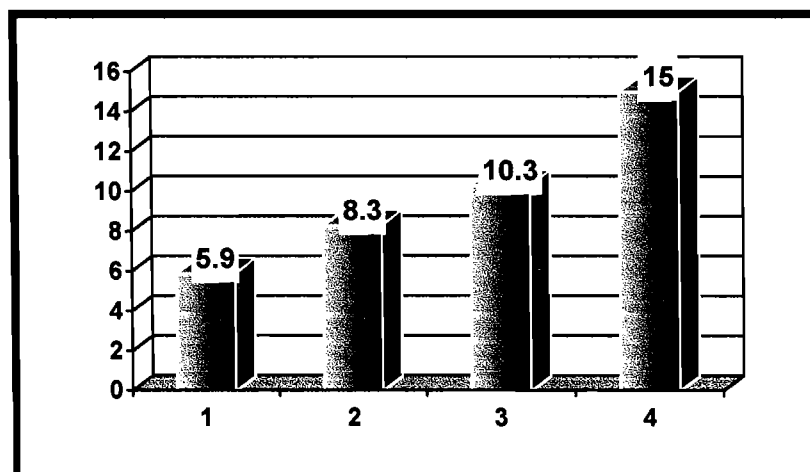
Pada Gambar 4.5 sampai 4.8 disajikan hasil pengamatan dari struktur mikro, berturut-turut adalah struktur mikro Aluminium, struktur Aluminium – 2% Timbal, struktur Aluminium – 3%Timbal, struktur Aluminium – 4%Timbal. Dari Gambar 4.5 terlihat bahwa batas butiran Aluminium terlihat masih jelas. Butiran-butiran unsur Aluminium terlihat masih besar dan bintik-bintik endapan terlihat masih sedikit dan dengan penambahan 2% Timbal maka gambar paduan aluminium tersebut berbentuk seperti akar daun dan terlihat berwarna hitam pekat ini terlihat pada Gambar 4.6 dimana disajikan gambar struktur mikro paduan Al-2%Pb.

Pada Gambar 4.7 pengaruh unsur Timbal dengan variasi 3 % Timbal mempengaruhi dalam susunan struktur mikro dengan terlihatnya butiran-

butiran Aluminium yang mulai mengecil sedangkan gari-garis akar mulai tipis dan menyatu. Walaupun demikian susunan struktur Aluminium masih mendominasi dengan masih terdapat bintik-bintik endapan yang masih terlihat walaupun kadarnya sedikit.

Pada Gambar 4.8 pengaruh unsur Timbal sudah terlihat dengan adanya struktur yang menyerupai serat daun yang berwarna hitam pekat dan bintik-bintik hitam dari Aluminium mulai sedikit.

4.6 Pengamatan Porositas



Gambar 4.9 Grafik prosentase porositas

Keterangan : 1. Coran 1 : Aluminium
2. Coran 11 : Aluminium + 2% Timbal
3. Coran 111 : Aluminium + 3% Timbal
4. Coran 1V : Aluminium + 4% Timbal

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 persentasenya 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.

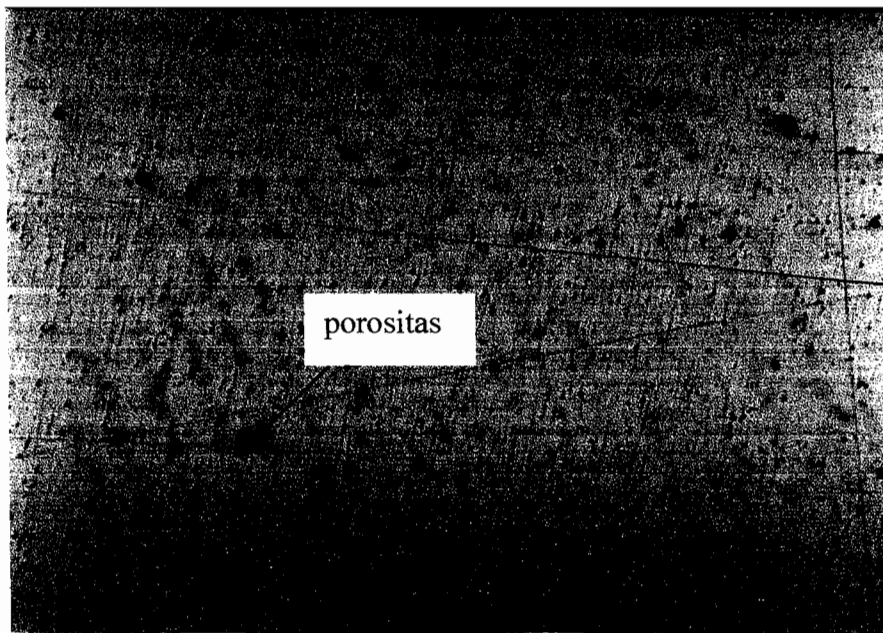
Porositas atau cacat lubang jarum dapat terjadi apabila gas hydrogen yang terbawa dalam logam cair terjebak selama proses pembekuan. Penyebab utamanya adalah adanya gas yang terserap dalam logam cair selama penuangan coran, maka akan terjadi reaksi logam induk dengan uap air dari cetakan.

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

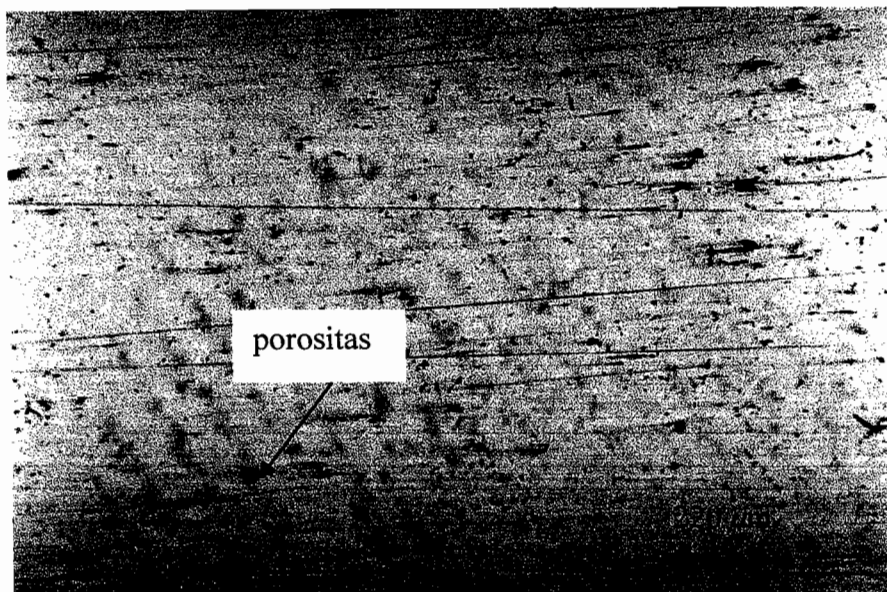
beserta penyeimbangannya, melakukan pengecekan ulang terhadap cetakan logam apakah cetakan dalam posisi yang sudah panas atau belum.

Porositas dapat menunjukkan rongga pori dalam struktur logam , prosentase porositas yang paling tinggi dalam penelitian adalah Aluminium – Timbal dengan variasi 4%, penyebabnya adalah terjebakny udara dalam coran karena kecepatan pendinginan antara unsur Aluminium, Timbal yang tidak sama .

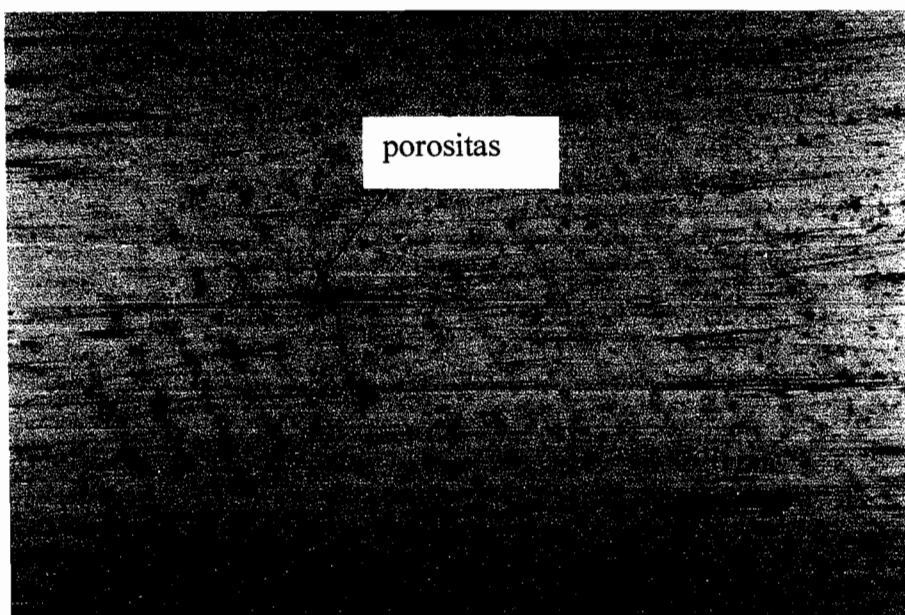
Porositas terdapat dalam foto dibawah ini :



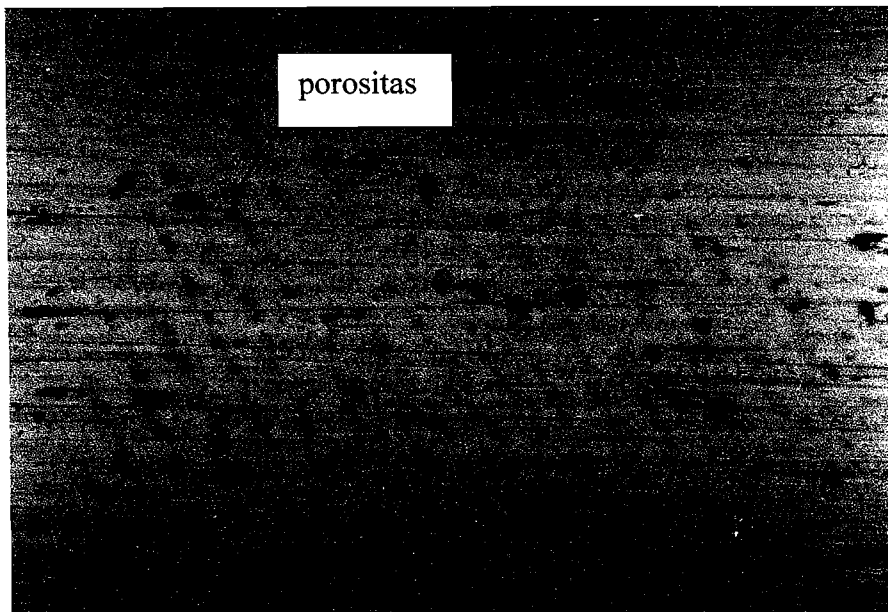
Gambar 4.10 Porositas paduan Al



Gambar 4.11 Porositas paduan Al-2% Timbal



Gambar 4.12 Porositas paduan Al-3% Timbal



Gambar 4.13 Porositas paduan Al-4% Timbal

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari pengujian yang telah dilakukan pada coran Aluminium– Timbal diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan Timbal 2% - 4% pada paduan Al dapat mempengaruhi penurunan terhadap kekuatan tarik sekitar 6,3%.
2. Variasi timbal pada pengujian kekerasan dapat mengalami kenaikan sekitar 49,86% pada penambahan timbal 4%.
3. Pengaruh variasi timbal terhadap masa jenis coran mengalami kenaikan sekitar 9,3 % pada penambahan timbal 4%.
4. Dalam pengambilan foto terutama struktur mikronya, nampak sekali dengan ditamhkannya variasi timbal dari 2% - 4% terlihat dengan jelas bahwa struktur mikro mengalami perubahan dengan adanya butiran-butiran berbentuk seperti serat daun yang berwarna kehitam-hitaman.
5. Dengan penambahan timbal yang semakin besar dapat meningkatkan prosentase porositas dibuktikan dengan prosentase terbesar terdapat pada penambahan timbal 4%.

5.2 SARAN

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 thermokopel 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 pembelian 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 pengukur 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

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., Sudiby, B., *Ilmu Logam dan Metalurgi*, Akademi Teknik Mesin Industri, Surakarta.

www.japan.istecs.org. *Pengetahuan Timbal* (Pb). Copyright©2005.

LAMPIRAN PERHITUNGAN

Tabel A. Data dari penelitian tegangan tarik

Tabel Data Coran Paduan Al

No	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Luas (mm ²)	Beban P (kg)	σ (kg/mm ²)
1	4,1	10,1	41,4	645,6	15,60
2	4	10,1	40,4	576,3	14,26
3	4,1	9,6	39,36	721,8	18,33
4	4,1	9,9	40,59	759,4	18,70
5	4	10,25	41	634,8	15,48
					σ rata-rata = 16,47

Tabel Data Coran Paduan Al-2%Pb

No	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Luas (mm ²)	Beban P (kg)	σ (kg/mm ²)
1	4,25	9,5	40,375	438,5	10,86
2	4,15	9,7	40,25	474,6	11,78
3	4,15	9,6	39,84	441,4	11,08
4	3,9	9,6	37,44	578,5	15,45
5	4,05	9,65	37,08	498,7	12,76
					σ rata-rata = 12,38

Tabel Data Coran Paduan Al-3%Pb

No	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Luas (mm ²)	Beban P (kg)	σ (kg/mm ²)
1	4,1	10	41	371,7	9,06
2	4,3	10,05	43,215	458,6	10,61
3	4,15	9,85	40,877	525,7	12,86
4	4,2	10	42	517,7	12,32
5	4,1	9,7	39,77	589,6	14,03
					σ rata-rata = 11,8

Tabel Data Coran Paduan Al-4%Pb

No	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Luas (mm ²)	Beban P (kg)	σ (kg/mm ²)
1	4,1	9,5	38,95	462,6	11,87
2	4,2	9,7	40,74	509,7	12,51
3	4,2	9,6	40,32	435,5	10,80
4	3,9	9,75	38,025	405	10,65
5	4,1	9,65	39,565	489,6	12,37
					σ rata-rata = 11,6

Tabel B. Data Dari Penelitian Regangan**Tabel Data Coran Al**

No	ΔL (mm)	L_0 (mm)	ϵ (%)
1	0,3	28,95	1,03
2	1,8	28,60	6,29
3	3,1	28,23	10,98
4	3,8	28,66	13,25
5	2,2	28,81	7,63
			ϵ rata-rata = 7,83

Tabel Data Coran Paduan Al-2% Pb

No	ΔL (mm)	L_0 (mm)	ϵ (%)
1	2,05	28,59	7,17
2	1,1	28,54	3,85
3	2,1	28,40	7,39
4	1,1	27,53	3,9
5	2,05	27,40	7,48
			ϵ rata-rata = 5,95

Tabel Data Coran Paduan Al-3% Pb

No	ΔL (mm)	L_0 (mm)	ϵ (%)
1	2,05	28,81	7,11
2	2,05	29,58	6,93
3	1,05	28,77	3,64
4	1,05	29,16	3,60
5	2,1	28,37	7,40
			ϵ rata-rata = 5,73

Tabel Data Coran Paduan Al-4% Pb

No	ΔL (mm)	L_0 (mm)	ϵ (%)
1	1,0	28,08	3,56
2	1,8	28,72	6,26
3	1,7	28,57	5,95
4	1,7	27,74	6,12
5	1,5	28,30	5,30
			ϵ rata-rata = 5,43

Perhitungan Kekerasan Brinell

1. Aluminium

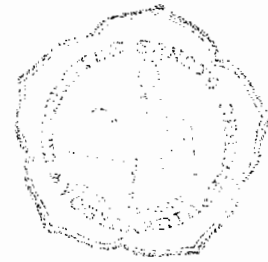
d1 = 1,34	BHN = 40,83
d2 = 1,36	BHN = 39,80
d3 = 1,41	BHN = 36,18
d4 = 1,47	BHN = 33,17
d5 = 1,43	BHN = 35,38
d6 = 1,40	BHN = 37,03
d7 = 1,43	BHN = 35,38
d8 = 1,33	BHN = 41,43
d9 = 1,38	BHN = 37,91
d10 = 1,35	BHN = 39,83

Rata-rata BHN = 37,69

2. Aluminium – 2% Pb

d1 = 1,18	BHN = 53,07
d2 = 1,19	BHN = 51,36
d3 = 1,21	BHN = 49,76
d4 = 1,23	BHN = 48,25
d5 = 1,21	BHN = 49,76
d6 = 1,20	BHN = 51,36
d7 = 1,27	BHN = 45,50
d8 = 1,22	BHN = 49,76
d9 = 1,26	BHN = 45,51
d10 = 1,25	BHN = 46,83

Rata-rata BHN = 49,11



3. Aluminium – 3% Pb

d1 = 1,01	BHN = 72,38
d2 = 0,97	BHN = 79,62
d3 = 1,04	BHN = 69,23
d4 = 1,04	BHN = 69,23
d5 = 1,06	BHN = 66,34
d6 = 1,01	BHN = 72,38
d7 = 1,13	BHN = 58,97
d8 = 0,99	BHN = 75,86
d9 = 0,99	BHN = 75,86
d10 = 0,95	BHN = 85,80
Rata-rata BHN = 72,36	

4. Aluminium – 4% Pb

d1 = 1,02	BHN = 72,37
d2 = 0,96	BHN = 79,61
d3 = 1,01	BHN = 72,38
d4 = 0,99	BHN = 75,86
d5 = 0,99	BHN = 75,86
d6 = 1,00	BHN = 75,82
d7 = 0,99	BHN = 75,86
d8 = 0,99	BHN = 75,86
d9 = 1,01	BHN = 72,38
d10 = 0,99	BHN = 75,86
Rata-rata BHN = 75,18	

Tabel C. Data hasil perhitungan masa jenis coran

Berat Coran (gr)	Volume (cm ³)	Massa Jenis Coran (gr/cm ³)
15,7763	6	2,630
17,5286	6,5	2,700
17,9459	6,5	2,760
18,8636	6,5	2,902

Perhitungan prosentase porositas :

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

1. Aluminium

$$\square (625 : 10492) \times 100\% = 5,9\%$$

2. Aluminium 2% Timbal

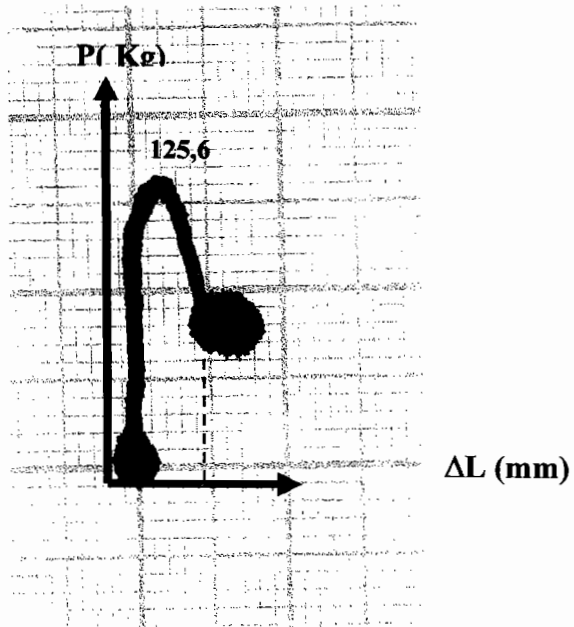
$$\square (880 : 10492) \times 100\% = 8,3\%$$

3. Aluminium – 3% Timbal

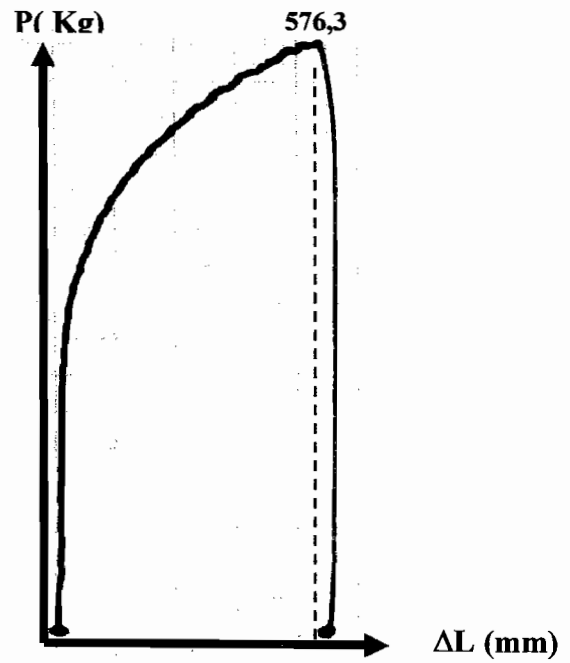
$$\square (1085 : 10492) \times 100\% = 10,3\%$$

4. Aluminium – 4% Timbal

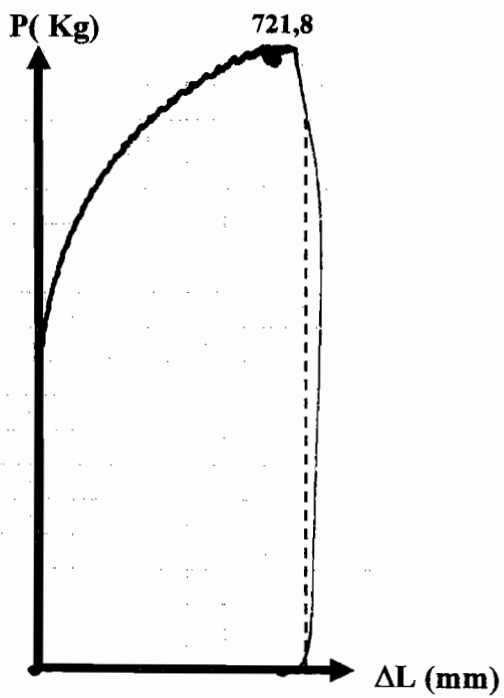
$$* (1584 : 10492) \times 100\% = 15\%$$



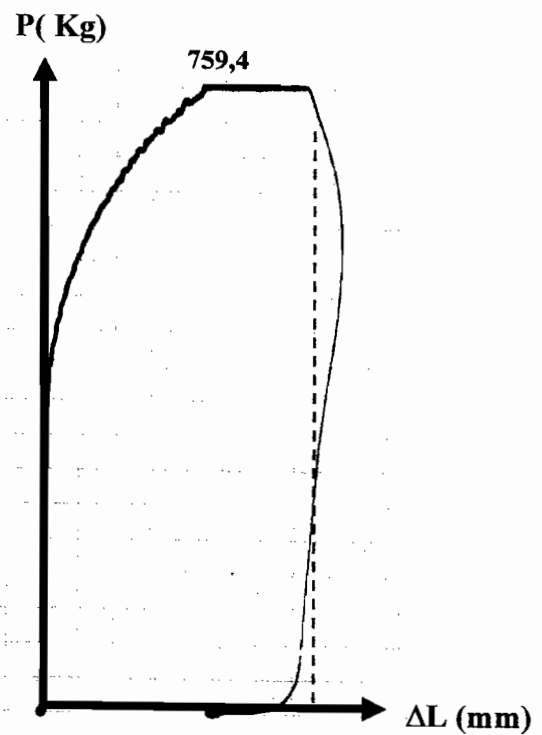
1.1



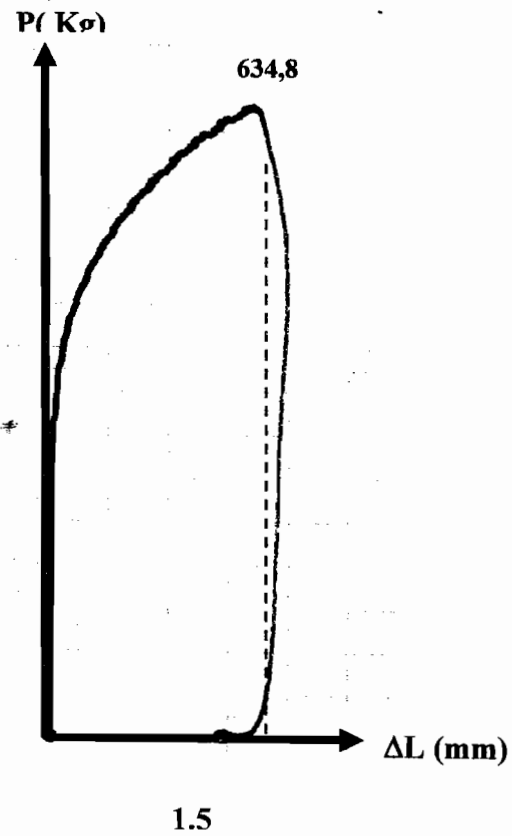
1.2



1.3



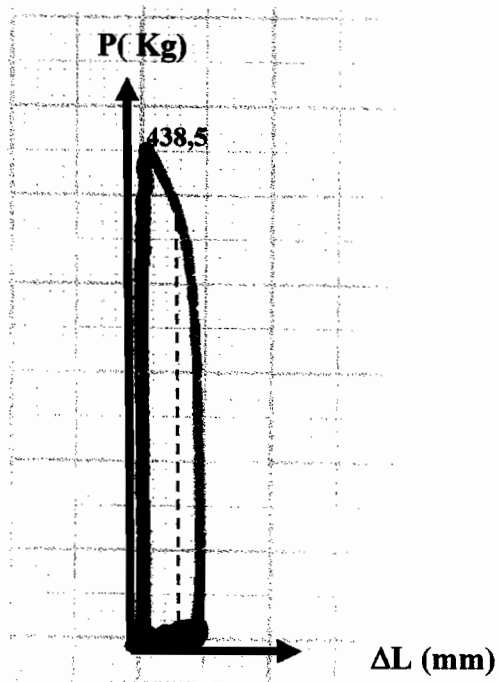
1.4



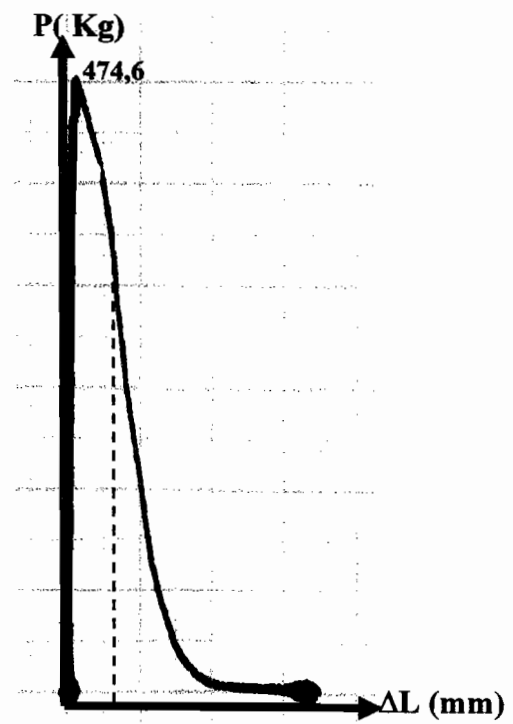
Keterangan :

- 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

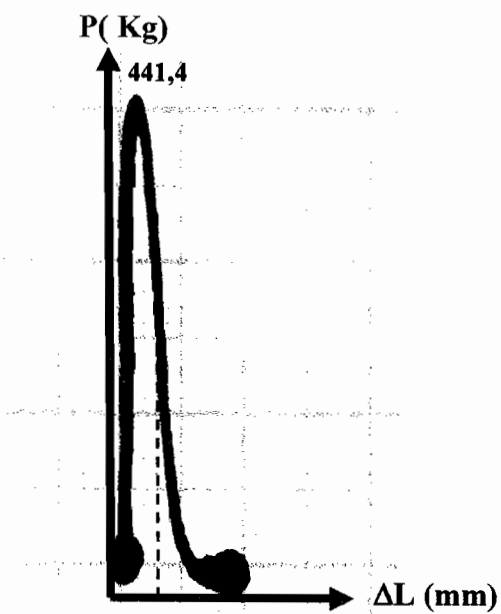
Gambar 1 Grafik Kekuatan Tarik Paduan AL



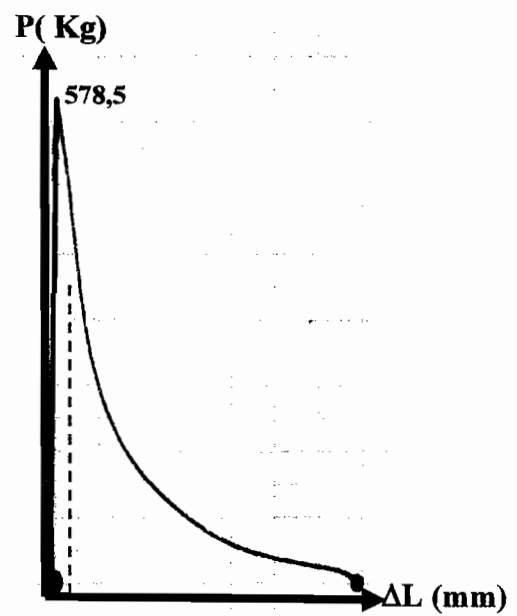
2.1



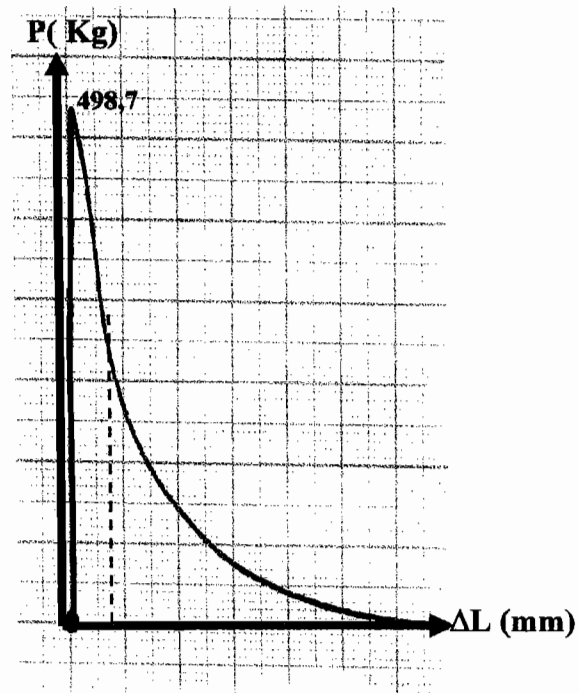
2.2



2.3



2.4

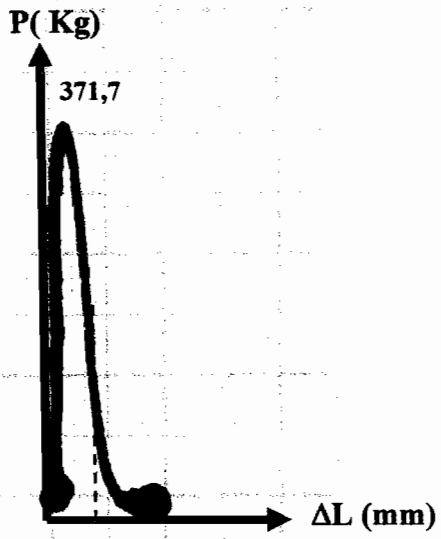


2.5

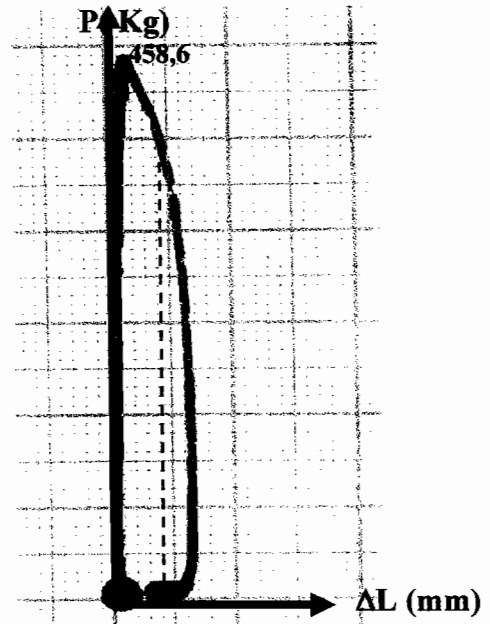
Keterangan :

- 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

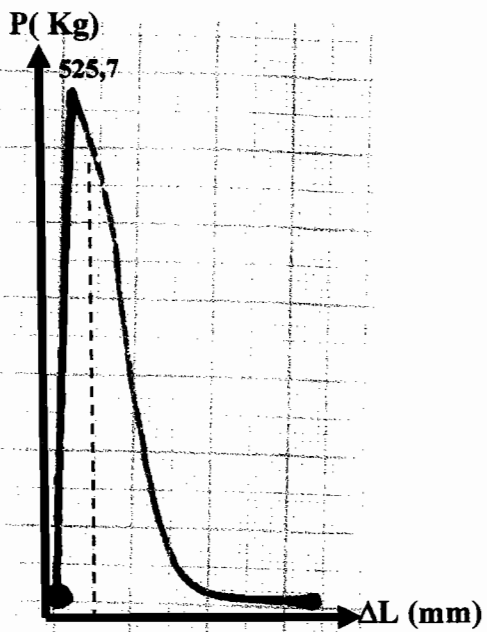
Gambar 2 Grafik Kekuatan Tarik Paduan AL-2%Pb



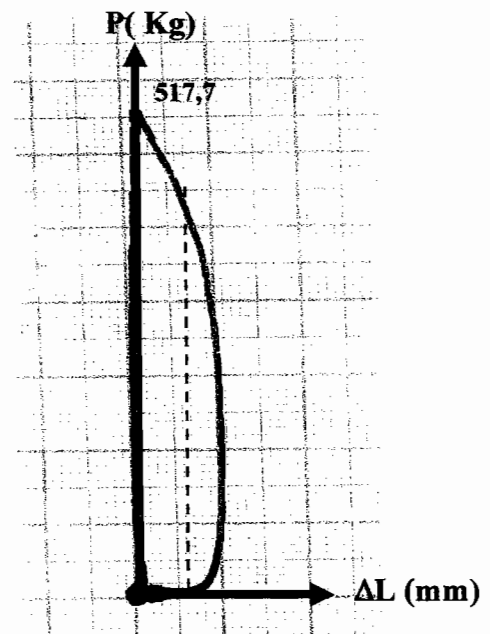
3.1



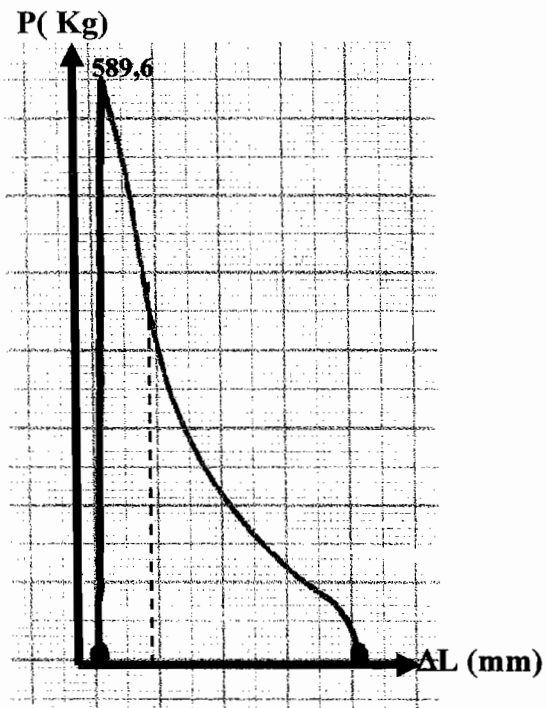
3.2



3.3



3.4

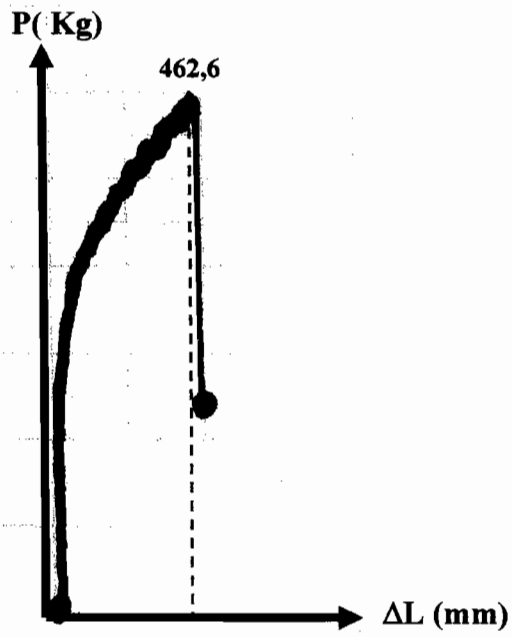


3.5

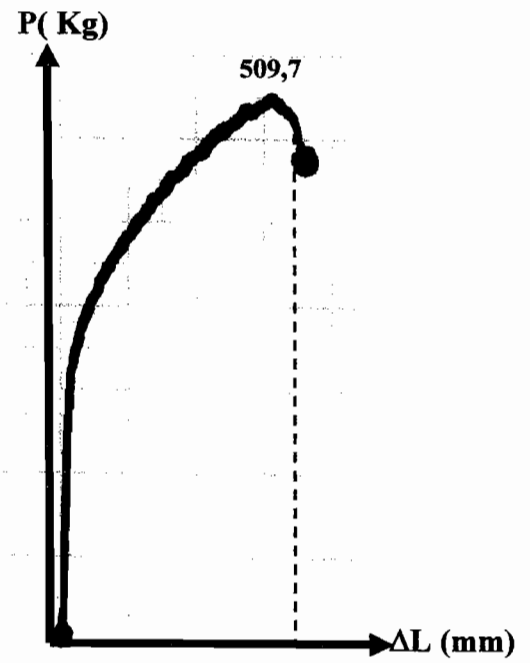
Keterangan :

- 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

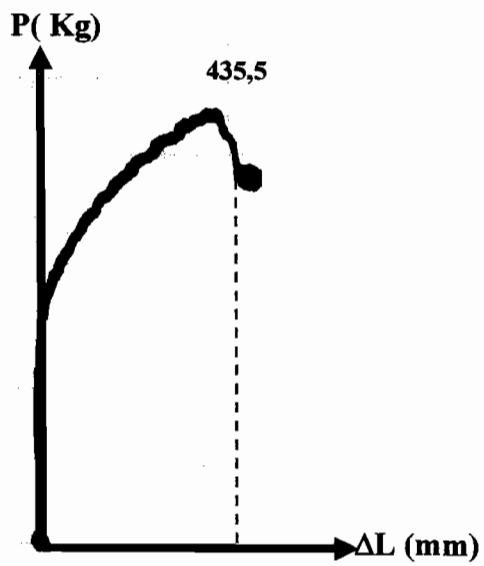
Gambar 3 Grafik Kekuatan Tarik Paduan AL-3%Pb



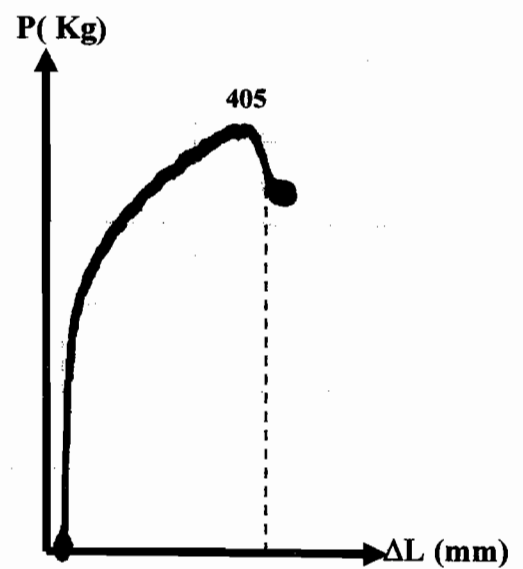
4.1



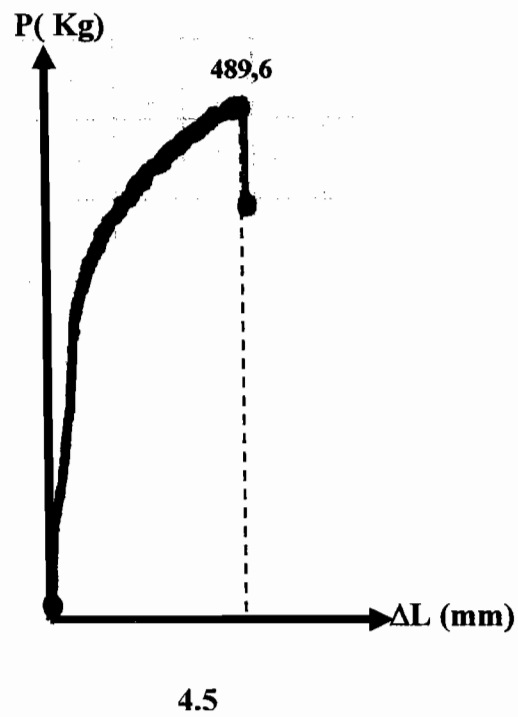
4.2



4.3



4.4



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-4% Pb



JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SANATA DHARMA
Kampus III, Paingan Maguwoharjo, Sleman - Yogyakarta
Telp. (0274) 883037, 883968, 886530; Fax. (0274) 886529; Email : teknik@staff.usd.ac.id

UJIAN PENDADARAN TUGAS AKHIR / SKRIPSI
TANGGAL : 21 Oktober 2006

NAMA Mhs. : Hadrianus Dimas Wibowo

NIM : 995214008

JUDUL

Pengaruh penambahan Timbal (Pb) terhadap perubahan sifat fisis dan mekanis coran Aluminium

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



- man
- Cara perhitungan porositas salah
 - pemberian angka pada sub bab tidak benar, dan seterusnya
 - +6 - Paduan Al-Pb dan hal 6, paduan Al-Pb → sama atau tidak?
 - tabel 2.4 diperbaiki
 - Daftar pustaka tidak ada.
 - 2.5 kalimat tidak pas (judul aluminium, isinya timbal).
 - 2.6 sebutkan sumbernya
 - data tabel berbeda dengan halaman 20.
 - data no 4 untuk 5. salah perhitungan
 - Gambar 2.1 dibuat jelas