



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

ANALISIS SIFAT MEKANIK PADUAN ALUMINIUM BEKAS (PANSI HALCO) DENGAN PENAMBAHAN LOGAM MANGAN (Mn)

SKRIPSI



ANASTASIA SAROGDOK
07 135 048

JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG 2011

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan Syukur Kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan kasih dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi ini dengan judul:

“ANALISIS SIFAT MEKANIK PADUAN ALUMINIUM BEKAS (PANGCI HALCO) DENGAN PENAMBAHAN LOGAM MANGAN (*Mn*)”.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang telah memberi dorongan moril maupun material. Dengan setulus hati penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Sri Mulyadi Dt. Basa, M.Si sebagai pembimbing I dan Bpk Drs. Alwis abbas sebagai Penasehat Akademik.
2. Ibu Dra. Yuli Yetri, M.Si sebagai pembimbing II.
3. Ketua dan coordinator *Basic Science* jurusan Fisika MIPA UNAND, seluruh dosen dan karyawan jurusan FMIPA UNAND yang telah memberi pendidikan dan bantuan selama penyelesaian skripsi serta motivasi dan nasehat.
4. Bapak Bupati Mentawai Edison Saleleubajak, SE dan Bapak Wakil Bupati Mentawai Yudas Sabakgalet, MM
5. Para karyawan bapak dan ibu Pemda Mentawai terima kasih banyak atas segala bantuan dan perhatiannya sehingga, penulis bisa menyelesaikan skripsi ini untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Program Studi Fisika Universitas Andalas Padang.
6. Buat Bapak di politeknik, terutama pak Julvikat, pak edi, dan para karyawan di politeknik, terima kasih banyak atas segala bantuan bapak dan

12. Teman seperjuangan dan senasip, Maria elvi.H dari Mentawai, Leksi dari Bengkulu , Fenima Halawa dari Nias, (Makasih ya teman-teman, atas semua kebersamaan kita, mulai dari cari bahan penelitian , mencor kebukittinggi sampai pengujian bahan ke politeknik, akhirnya kita bisa selesai juga, walaupun banyak rintangan dan tantangan yang kita hadapi, tapi buat kita berempat semangatnya selalu ada.

Dalam penulisan skripsi, penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih banyak terdapat kekurangan, untuk itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi.

Akhir kata penulis berharap, semoga apa yang terdapat dalam skripsi dapat bermanfaat bagi semua pihak, Amin.

Padang, Juli 2011

Penulis



ABSTRAK

Pengujian mekanik dan foto mikro telah dilakukan terhadap logam Aluminium (Al) bekas dengan penambahan Mangan (Mn) dengan variasi berat sebesar 0,5 %, 1,0 %, dan 1,5% Penambahan unsur Mangan diduga akan mempengaruhi sifat mekanis dan foto mikro pada bahan uji. Dari hasil pengujian kuat tarik, kekerasan Vickers dan uji foto mikro, nilai kuat tarik maksimal di dapat pada kandungan Mangan 1,5 % Wt yaitu $3,562 \text{ kg/mm}^2$ dengan beban maksimal 179 kg dan pertambahan panjang 8 mm^2 . Pada uji kekerasan Vickers nilai kekerasannya menurun pada 0,5%Wt dan 1,0%Wt. yaitu $38,831 \text{ kg/mm}^2$ dan $38,892 \text{ kg/mm}^2$. Pada pertambahan Mn sampai dengan 1,5%Wt mengalami peningkatan sebesar $41,552 \text{ kg/mm}^2$. Uji foto mikro menunjukkan perubahan foto mikro pada Aluminium bekas, 0,5%Wt, dan 1,0%Wt penambahan Mangan dimana bentuk butir materialnya lebih halus dan rapat, sehingga penjalaran dislokasinya semakin sulit sehingga ketahanan yang lebih besar.

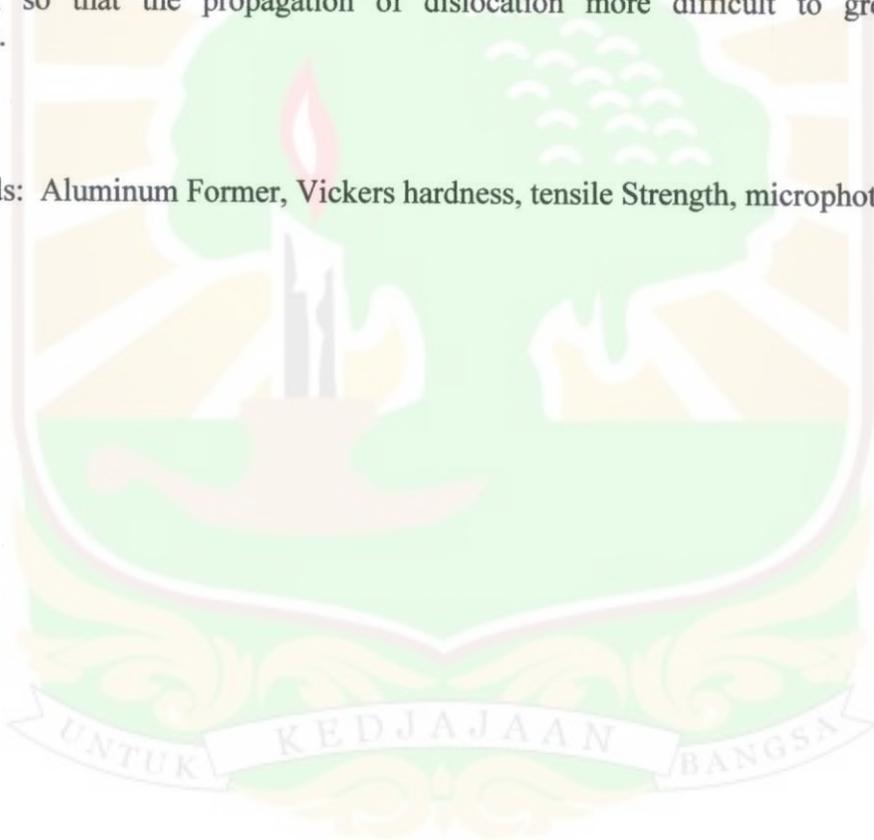
Kata kunci: Aluminium Bekas , kekerasan Vickers, Kuat tarik, Foto mikro



ABSTRACT

Micro-mechanical testing and photos have been conducted on Aluminium metal (Al) used with the addition of Manganese (Mn) and weight variation of 0.5%, 1.0% and 1.5% addition of the element Manganese is expected to affect the mechanical properties and micro photo the test material. From the test results of tensile strength, hardness and Vickers micro photo test, the tensile strength can be at maximum at 1.5% manganese content of 3.562 kg/mm^2 Wt with a maximum load 179 kg and the length of 8 mm^2 . In the Vickers hardness test hardness value decreased at 0.5% and 1.0 Wt% Wt. ie 38.831 and 38.892 kg/mm^2 kg/mm^2 . In increments up to 1.5% Mn Wt increased by 41.552 kg/mm^2 . Test micro photographs showing changes in Aluminum former micro photo, Wt 0.5% and 1.0% Wt addition of manganese which is more subtle form of material items and meetings, so that the propagation of dislocation more difficult to greater resilience.

Key words: Aluminum Former, Vickers hardness, tensile Strength, microphoto



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tinjauan Pustaka.....	3
2.2 Landasan Teori.....	3
2.2.1 Logam Bukan Besi (<i>Nonferrous Metal</i>).....	3
2.2.2 Struktur logam.....	5
2.2.2 Aluminium.....	6
2.3 Sifat-Sifat Mekanis Material.....	8
2.3.1 Kekerasan (<i>hardness</i>).....	9
2.3.2 Kekuatan (<i>Strength</i>).....	12
2.4 Bentuk Perpatahan Material.....	13

2.5 Penambahan Mangan (<i>Mn</i>).....	14
--	----

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	15
3.2 Bahan dan Peralatan Penelitian.....	15
3.2.1 Bahan Penelitian.....	15
3.3 Alat Yang Digunakan.....	16
3.3.1 Alat Uji Kekerasan.....	17
3.3.2 Alat Uji Tarik.....	17
3.3.3 Mesin Amplas.....	18
3.3.4 Mesin Poles.....	18
3.3.5 Mikroskop Optik.....	19
3.3.7 Mesin CNC (<i>Computer Numerically Controlled</i>).....	20
3.4 Teknik Penelitian.....	20
3.4.1 Pengecoran Aluminium Daur Ulang Dengan (<i>Mn</i>).....	20
3.4.2 Persiapan Bahan.....	21
3.4.3 Pengukuran Massa Material.....	21
3.4.4 Menuang.....	21
3.4.5 Membongkar.....	22
3.4.6 Membersihkan Coran.....	22
3.5 Pembuatan Sampel.....	22
3.5.1 Sampel Foto Mikro.....	22
3.5.2 Sampel Uji Kekerasan.....	23
3.5.3 Sampel Uji Tarik.....	23

3.6 Teknik Pengujian.....	24
3.6.1 Uji Kekerasan.....	24
3.6.2 Uji Tarik.....	25
3.7 Pengambilan Foto Mikro.....	25
3.7.1 Pengamplasan	25
3.7.3 Pemolesan.....	26
3.7.4 Pengetsaan.....	26
3.7.5 Pengambilan Foto Mikro.....	27
3.8 Skema Penelitian.....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Pengujian Mekanis Kuat Tarik.....	29
4.2 Bentuk Sampel Sebelum dan Sesudah Melakukan Uji Tarik.....	32
4.2.1 Hasil Pengujian Foto Mikro.....	33
4.2.2 Pembahasan.....	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran.....	39
DAFTAR KEPUSTAKAAN.....	40
LAMPIRAN.....	42

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Pengujian Kekerasan Vickers.....	10
Gambar 2.2 Bentuk Perpatahan Material.....	13
Gambar 3.1 Aluminium Bekas Sesudah dan Sebelum Dilebur.....	16
Gambar 3.2 Cair Murni Mangan (Mn).....	16
Gambar 3.3 Kertas Amplas.....	16
Gambar 3.4 Alat Uji Kekerasan.....	17
Gambar 3.5 Alat Uji Tarik.....	18
Gambar 3.6 Mesin Amplas.....	18
Gambar 3.7 Mesin Poles	19
Gambar 3.8 Mikroskop Optik.....	19
Gambar 3.9 Mesin CNC.....	20
Gambar 3.10 Sampel Uji Foto Mikro.....	23
Gambar 3.11 Sampel Uji Kekerasan Sampel	23
Gambar 3.12 Skema dan Ukuran Sampel Uji Tarik.....	23
Gambar 3.13 Sampel Uji Tarik Sebelum Melakukan Pengujian.....	24
Gambar 3.14 Titik Uji Kekerasan	25
Gambar 3.15 Diagram Alir Penelitian.....	28
Gambar 4.1 Bentuk Sampel Uji Aluminium Sebelum Dilakukan Uji Tarik.....	33
Gambar 4.2 Bentuk Patahan Aluminium Sesudah Uji Tarik.....	33
Gambar 4.3 Foto Mikro Aluminium Bekas Tanpa Penambahan(Mn).....	34
Gambar 4.4 Foto Mikro Aluminium Dengan Penambahan (Mn) 0,5 %.....	34

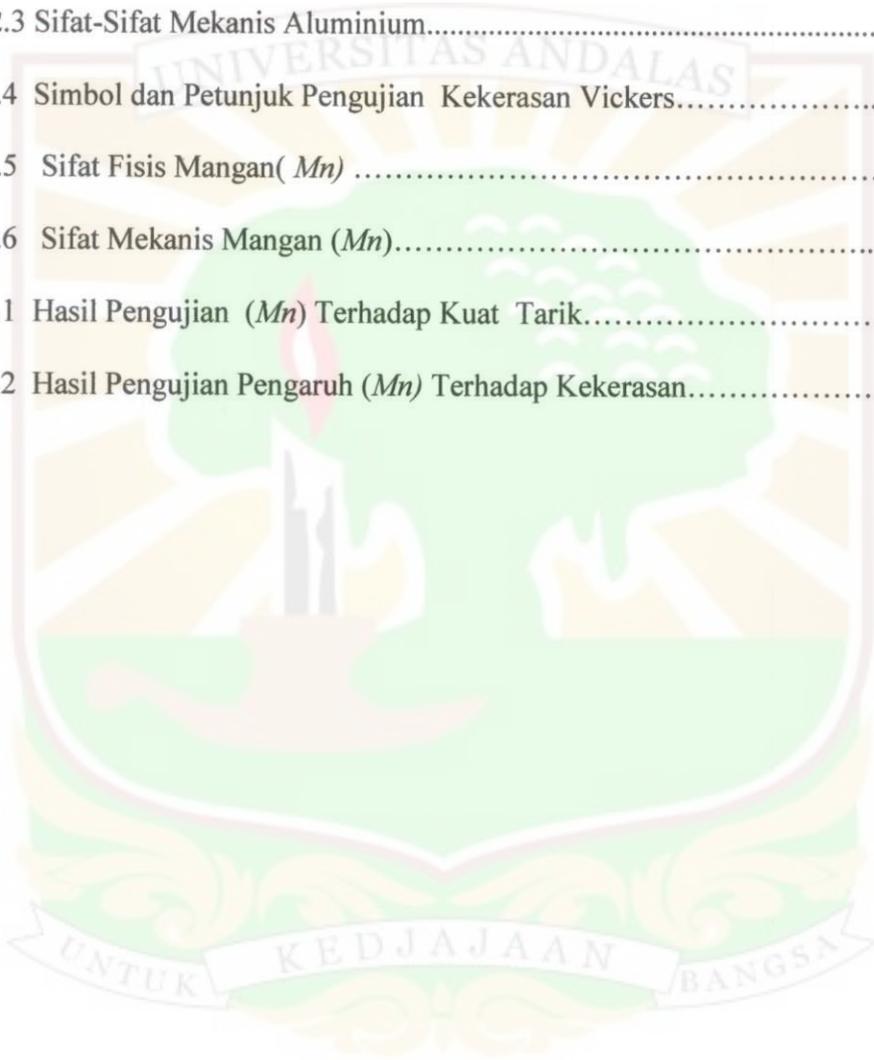
Gambar 4.5 Foto Mikro Aluminium Dengan Penambahan (Mn) 1 %.....35

Gambar 4.6 Foto Mikro Aluminium Dengan Penambahan (Mn) 1.5 %.....35



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Massa Jenis Logam	5
Tabel 2.2 Sifat- Sifat Fisis Aluminium.....	7
Tabel 2.3 Sifat-Sifat Mekanis Aluminium.....	8
Tabel 2.4 Simbol dan Petunjuk Pengujian Kekerasan Vickers.....	11
Tabel 2.5 Sifat Fisis Mangan(<i>Mn</i>)	14
Tabel 2.6 Sifat Mekanis Mangan (<i>Mn</i>).....	14
Tabel 4.1 Hasil Pengujian (<i>Mn</i>) Terhadap Kuat Tarik.....	29
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Pengaruh (<i>Mn</i>) Terhadap Kekerasan.....	30



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 . Hasil Pengujian Kuat Tarik dan Pengujian Kekerasan

Lampiran 2. Perhitungan Nilai Kuat Tarik

Lampiran 3. Perhitungan Nilai Kekerasan

Lampiran 4. Pengujian Bahan dan Pengecoran Aluminium



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan dunia industri tidak dapat dilepaskan dari penggunaan logam paduan. Kurang lebih 20% dari logam yang diolah menjadi produk industri merupakan logam bukan besi (*nonferrous*), seperti aluminium. Keunggulan material aluminium adalah mempunyai massa jenisnya yang ringan dan kekuatannya yang dapat ditingkatkan sesuai dengan kebutuhan. Kekuatan aluminium biasanya ditingkatkan dengan cara paduan (*alloying*) dan memberi perlakuan panas. (Amstead, 1997).

Elemen yang dapat dipadukan (dicampurkan) dengan aluminium yaitu tembaga, silikon, mangan, magnesium dan besi. Salah satu paduan aluminium yang dapat ditingkatkan kekuatannya adalah paduan aluminium dari Al-Zn-Mg-Cu dikenal dengan sebutan *extra super-duralumin*. Secara khusus digunakan pada industri pesawat terbang karena ringan dan memiliki kekuatan tertinggi diantara paduan aluminium lainnya dan jika diberikan penambahan mangan (Mn) akan dapat lebih meningkatkan sifat mekanik dari paduan aluminium, sebab mangan dapat memperbaiki logam aluminium, oleh sebab itu paduan Aluminium ini menarik untuk diteliti. (Hardi, T, dkk.2009).

Paduan lain yang dapat ditambahkan pada aluminium adalah Mangan (Mn). Dari penelitian tentang sifat mekanik (kuat tarik dan kekerasan) yang telah dilakukan pada aluminium bekas, yang merupakan paduan dari Al-Si-Fe-Cu yang diberi penambahan mangan dan perlakuan panas berhasil menunjukkan

peningkatan kekerasan pada aluminium bekas tanpa penambahan mangan. Namun, untuk penambahan mangan pada (1,0% Wt), malah terjadi penurunan nilai kekerasan dan kuat tarik (Anzip,2004).

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui sifat mekanik terhadap (kekerasan, kuat tarik dan foto mikro) pada aluminium daur ulang dengan penambahan unsur Mangan (Mn).

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini yaitu dapat dijadikan sebagai acuan untuk mengetahui batas optimum terhadap pemberian mangan (Mn) dalam meningkatkan kualitas produk Aluminium bekas.

1.4 Batasan Masalah

Pada penulisan ini masalah-masalah yang akan dibatasi adalah hal-hal sebagai berikut:

1. Sampel Aluminium (Al) yang digunakan pada pengecoran adalah Aluminium bekas (panci halco) yang sudah tidak terpakai.
2. Unsur tambahan yang dipakai pada paduan adalah Mangan (Mn).
3. Uji sifat mekanik pada sampel adalah: kuat tarik, kekerasan, dan foto mikro.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada penelitian tentang pengaruh penambahan mangan (Mn) terhadap sifat mekanik paduan aluminium-A7075, telah dilakukan oleh (*Nini Firmawati pada tahun 2010*), telah dilakukan batasan optimum penambahan (Mn) terhadap sifat mekanik paduan aluminium A-7075, pada penelitian tersebut, yang akan diuji sifat mekanik terhadap uji kekerasan, uji tarik, dan foto mikro. Yang dapat meningkatkan nilai kekerasan adalah pada penambahan 1,5 %Wt yaitu 196,43 kg/mm² lalu menurun pada penambahan 2.0%Wt yaitu 167,35 kg/mm². Secara umum penambahan Mangan (Mn) mengalami kenaikan kuat tarik.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Logam Bukan Besi (*Nonferrous Metal*)

Kurang lebih 20 % dari logam yang diolah menjadi produk industri merupakan logam bukan besi. Indonesia merupakan negara penghasil bukan besi yang meliputi timah putih, tembaga, nikel, aluminium. Dalam keadaan murni logam bukan besi memiliki sifat yang sangat baik, namun meningkatkan kekuatan umumnya dicampur dengan logam lain membentuk paduan. Ciri logam bukan besi adalah: daya tahan terhadap korosi, daya hantar listrik yang baik dan penggubahan bentuk yang mudah. Salah satunya jenis logam yang banyak digunakan adalah aluminium. Pengolahan aluminium dimulai pada tahun 1888, dengan peralatan yang sederhana. Pemilihan paduan tertentu tergantung pada

banyak hal, antara lain kekuatan, kemudahan dalam pemberian bentuk, berat jenis, harga bahan baku, upah pembuatan dan penampilannya.

Logam bukan besi ini dibagi dalam dua golongan menurut massa jenisnya, yaitu logam berat dan logam ringan. Logam berat adalah logam yang mempunyai massa jenis di atas 5 g/cm^3 sedangkan logam ringan adalah logam yang massa jenisnya kurang dari 5 g/cm^3 (Amstead, 1997).

Ikatan logam tersusun dari atom-atom logam yang mempunyai energi ionisasi rendah dengan elektronegatifitas rendah juga. Akibatnya, elektron valensi mudah lepas dan bebas bergerak. Sementara itu, atom-atom logam yang kehilangan elektron akan menjadi ion positif sehingga logam terdiri dari ion-ion positif dengan elektron yang mudah bergerak. Akibatnya, logam mempunyai sifat menghantarkan listrik karena adanya elektron bebas tersebut, titik lelehnya yang tinggi karena adanya ikatan logam, permukaan yang mengkilap dan sifatnya yang keras karena susunan unsurnya yang rapat dan padat.

Logam merupakan bahan yang banyak dipakai karena sifat mekaniknya yang relatif kaku, kuat, dan liat dan juga sifat fisiknya seperti konduktor listrik dan panas yang baik, titik cair relatif tinggi, massa jenis yang relatif tinggi, mengkilat ketika dipoles, serta tidak transparan. Sifat logam sangat dipengaruhi oleh aspek fisik seperti struktur dan ikatan atom, struktur kristal, dan fasa. Sifat logam ini dapat diubah sesuai sifat yang diinginkan dengan mengubah aspek fisiknya. (Syarifudin, Nuraini. 1994).

Massa jenis dari masing-masing logam bukan besi dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Massa Jenis Beberapa Jenis Logam (Sumber: Amstead, 1997)

Logam	Massa Jenis (kg/m^3)
Aluminium	2.643
Tembaga	8.906
Kuningan	8.750
Timah hitam	11.309
Magnesium	1.746
Nikel	8.703
Seng	7.144
Besi	7.897
Baja	7.769
Mangan	7.210

2.2.2 Struktur Logam

Struktur Logam dan Padat monoatomik Lainnya	Sederhana Kubik Packing	Tubuh-Centered Cubic Packing
Terdekat-Dikemas Struktur	Bilangan koordinasi dan Struktur Logam	Fisik Properti yang Hasil dari Struktur Logam
Solusi yang solid dan senyawa intermetalik	Lubang di terdekat-Kemasan dan Struktur Cubic Sederhana	Radius Rasio Aturan

Struktur logam murni yang mudah untuk menggambarkan karena atom-atom yang membentuk logam ini dapat dianggap sebagai bola sempurna identik. Hal yang sama dapat dikatakan tentang struktur gas mulia (He, Ne, Ar, dan sebagainya) pada suhu yang sangat rendah.

2.2.3 Aluminium

Aluminium merupakan salah satu logam bukan besi (*non-ferrous*) yang berwarna putih perak dan tergolong ringan, ketahanan korosi yang baik serta member perlakuan panas yang baik (Rasyid, M dkk, 2009). Namun di sisi lain, aluminium mempunyai kekuatan tarik yang masih rendah. Untuk memperbaiki sifat mekanis dari bahan logam aluminium, bahan aluminium ditambah unsur paduan lain (Daryus,2008).

Adapun unsur-unsur paduan aluminium antara lain:

- a). Mangan (Mn) : penambahan unsur mangan dapat memperbaiki *ductility* pada aluminium.
- b). Magnesium (Mg) : Penambahan unsur magnesium dapat memperbaiki sifat kekuatan, tetapi sulit pada pekerjaan proses penuangan.
- c). Zincum (Zn) : Penambahan unsur seng akan mempengaruhi sifat aluminium tahan terhadap korosi dan mengurangi terjadinya keretakan panas dan pengerutan.
- d). Silicon (Si) : Penambahan unsur silikon akan mempengaruhi aluminium tahan terhadap korosi tetapi sulit *dimachining*.
- e). Lithium (Li) : dapat memperbaiki sifat tahan oksidasinya.

Pada sistem paduan aluminium dibagi menjadi beberapa bagian dengan kode kimia dan karakteristik yang berbeda. Tata-cara yang ditentukan dalam menetapkan penggolongan paduan aluminium adalah sebagai berikut:

1. Aluminium murni kandungan aluminium sebesar 99% 1xxx
2. Cupper 2xxx

3. Manganese 3xxx
4. Silicon 4xxx
5. Magnesium 5xxx
6. Magnesium dan silicon 6xxx
7. Zincum 7xxx
8. Elemen-elemen yang lain 8xxx

Untuk sistem dari angka pada kode dan karakteristik paduan aluminium tersebut, yaitu angka pertama menunjukkan seri kelompok paduan pada logam aluminium, angka kedua dan ketiga menandakan jumlah minimum dari logam aluminium tiap paduannya sedangkan angka terakhir menunjukkan modifikasi dari paduan dalam perdagangan. (Hardi, T, dkk, 2009).

Table 2.2. Sifat-Sifat Fisis Aluminium Bekas (sumber: Surdia, T, 1995)

No	Sifat Fisis	Ukuran
1	Wujud	Padat
2	Massa jenis	2,70 gram/cm ³
3	Massa jenis pada wujud cair	2,375 gram/cm ³
4	Titik lebur	933,47 K, 660,32°C, 1220,58°F
5	Titik didih	2792 K, 2519°C, 4566°F
6	Kalor jenis (25°C)	24,2 J/mol K
7	Resistansi listrik (20°C)	28,2 nΩ m
8	Konduktivitas termal (300 K)	237 W/m K
9	Pemuaian termal (25°C)	23,1 μm/m K
10	Modulus young	70 Gpa
11	Modulus geser	26 Gpa
12	Poisson ratio	0,35

Tabel 2.3 Sifat Mekanik Aluminium Bekas (sumber: Surdia, T, 1995)

No	Sifat Mekanik	Ukuran
1	Kekerasan skala Mohs	2,75
2	Kekerasan skala Vickers	167 Mpa
3	Kekerasan skala Brinnel	250 Mpa

2.3 Sifat –Sifat Mekanis Material

Sifat mekanis material, dalam hal ini aluminium, adalah sifat yang menyatakan kemampuan dari aluminium dalam menerima beban tanpa menimbulkan kerusakan pada aluminium tersebut. Dalam pengujian mekanis, pengujian tarik dan kekerasan merupakan jenis pengujian yang paling banyak dilakukan karena mampu memberikan informasi dari perilaku mekanis material. Secara matematis hubungan antara tegangan dan regangan dapat dinyatakan dengan Persamaan 2.1 dan 2.2 *dibawah ini* :

Persamaan pada Regangan :

$$e = \frac{\Delta L}{L} \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana :

e = Regangan (%)

ΔL = Perubahan panjang (m)

L = Panjang (m)

Persamaan pada Tegangan :

$$s = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana :

s = Tegangan (Pa atau N/m^2)

F = Gaya (Newton)

A = Luas Penampang (m^2)

2.3.1 Kekerasan (*hardness*)

Kekerasan dapat didefinisikan sebagai kemampuan bahan atau material untuk tahan terhadap pengindetasian atau penekanan dari material lain yang lebih keras. Prinsip pengujian kekerasan ini yaitu pada permukaan material dilakukan penekanan dengan indentor sesuai dengan parameter (diameter, beban dan waktu). Berdasarkan prinsip bekerjanya metode uji kekerasan dengan cara indentasi/ penekanan dapat diklafikasikan menjadi tiga yaitu: metode Brinell, metode Vickers dan metode Rockwell (Nugroho, 2010).

1. Metode Brinell

Metode Brinell ini diperkenalkan pertama kali oleh J.A. Brinell pada tahun 1900. Pengujian kekerasan dilakukan dengan memakai bola baja yang diperkeras dengan beban dan waktu indentasi tertentu. Hasil penekanan adalah jejak berbentuk lingkaran bulat (Nugroho, 2010).

Metode Brinell ini mempunyai kelebihan yaitu bekas injakan besar (tampak oleh mata), namun kekurangannya yaitu karena bekas injakannya besar (2mm-4mm) sehingga kurang tepat untuk pengukuran kekerasan permukaan sebab bekasnya cukup dalam, selain itu tidak sesuai untuk bahan yang keras (Sumber: Jensen, Alfred, dkk, 1991).

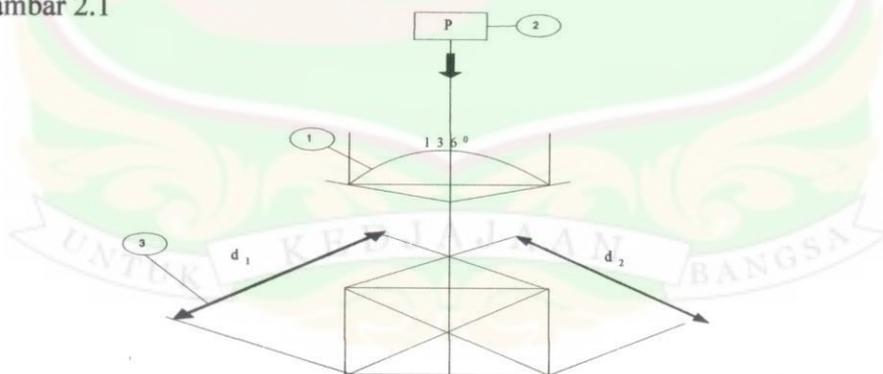
2. Metode Vickers

Pengujian kekerasan dengan metode Vickers merupakan salah satu metode pengujian kekerasan dengan cara penekanan. Proses penekanan ini dimaksudkan untuk membentuk penetrasi pada permukaan bahan uji yang

akan dianalisis untuk menentukan tingkat kekerasan dari bahan tersebut. Penetrasi ini merupakan bentuk perubahan dari bahan uji yang disebabkan oleh pembebanan, dimana beban yang diberikan dalam pengujian ini tidak mengakibatkan rusak atau pecahnya benda uji itu sendiri.

Pada pengujian kekerasan metode Vickers dilakukan dengan menggunakan indentor dari bahan intan yang berbentuk piramid dengan sudut arah diagonal 136° . Vickers memberikan pembebanan yang sangat kecil yakni dengan tingkatan beban 5 kg; 10 kg; 20 kg; 30 kg; 50 kg, 100 kg dan 120 kg. Hasil penekanannya berupa jejak berbentuk bujur sangkar berdiagonal. Hasil penjejakan tersebut diukur dengan mikroskop. Metode Vickers ini dapat digunakan pada semua logam, logam paduan dan keramik, namun kelemahannya yaitu bekas injakan sangat kecil (Sumber : ASTM E 92-82).

Bentuk pengujian menggunakan metode Vickers dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Pengujian Kekerasan Vickers (Sumber: ASTM E 92-82)

Keterangan Gambar 2.1 dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.4 Simbol dan Petunjuk Pengujian Kekerasan Vickers
(Sumber: ASTM E 92-82).

Nomor	Simbol	Petunjuk
1	—	Sudut arah diagonal yang dihasilkan oleh identor intan berbentuk piramida (136°)
2	P	Beban Pengujian dalam kilogram
3	d	Nilai rata-rata dua diagonal d_1 dan d_2

Angka kekerasan Vickers (HV) dinyatakan sebagai beban P dibagi dengan luas permukaan lekukan.

Rumus angka kekerasan Vickers adalah:

$$HV = \frac{2P \sin\left(\frac{136^{\circ}}{2}\right)}{d^2} = 1,854 \frac{P}{d^2} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan:

HV = kekerasan Vickers (kg/mm^2)

d_1 = panjang diagonal 1 dari jejak penekanan (mm)

d_2 = panjang diagonal 2 dari jejak penekanan (mm)

\bar{d} = panjang diagonal rata-rata dari jejak penekanan (mm)

P = beban (kg)

θ = sudut arah diagonal yang dihasilkan oleh identor intan yang berbentuk piramida (136°)

3. Metode Rockwell

Pengujian kekerasan dengan metode Rockwell bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap benda uji yang berupa bola baja ataupun kerucut intan yang

ditekankan pada permukaan material uji tersebut. Indentor bola baja mempunyai ukuran diameter masing-masing 1,588 mm, 3,175 mm, 6,350 mm dan 12,70 mm, sedangkan beban yang dapat diberikan yaitu 10 kg, 30kg, 60 kg, 100 kg dan 150 kg (Arifin, 2010).

Keuntungan metode Rockwell ini yaitu pengujiannya cepat, ukuran bekas injakan sedang (antara Vickers dan Brinell), namun kelemahannya kurang akurat (tidak seakurat Vickers). Pada metode Brinell dan metode Vickers yang mempunyai satuan kg/mm^2 , angka kekerasan Rockwell semata-mata tergantung pada yang menggunakan sehingga memberikan hasil yang tidak akurat untuk bahan-bahan yang mempunyai daerah kekerasan yang luas.

2.3.2 Kekuatan (*strength*)

Kekuatan (*strength*) adalah kemampuan bahan atau material dalam menerima tegangan tanpa menyebabkan material menjadi patah. Kekuatan ini ada beberapa macam tergantung beban kerja, seperti kekuatan tarik, kekuatan tekan, kekuatan geser.

Untuk menghitung besarnya kekuatan tarik dari benda uji dengan rumus sebagai berikut:

$$\sigma_U = \frac{P_{\max}}{A_0} (\text{kg/mm}^2) \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan:

σ_U = Kekuatan tarik (kg/mm^2)

P_{\max} = beban tarik maksimum (kg)

A_0 = luas penampang awal (mm^2)

2.5 Penambahan Mangan (Mn)

Mangan merupakan unsur yang berwarna putih keabu-abuan dengan sifat yang keras, sangat reaktif secara kimiawi dan terurai dengan air dingin secara perlahan-lahan.

Mangan digunakan untuk membentuk banyak *Alloy* (paduan) karena mangan mampu mempengaruhi kekuatan tarik, pertambahan panjang (*elongation*) dan kekerasan material. Untuk lebih jelasnya, Sifat Fisis dan Mekanis Mangan (Mn) tersebut, dapat dilihat pada Tabel 2.4 dan 2.5

Tabel 2.5 Sifat Fisis Mangan (Mn) (Sumber: Wiley,J.1997)

No	Sifat Fisis	Ukuran
1	Massa jenis (suhu kamar)	7,21 g/cm ³
2	Massa jenis cair padat titik lebur	5,95 g/cm ³
3	Titik lebur	1519 K (1246 ⁰ C)
4	Titik didih	2334 K (2061 ⁰ C)
5	Kalor peleburan	12,91 kJ/mol
6	Kalor penguapan	221 kJ/mol
7	Kapasitas kalor	26,32 J/(mol.K)

Tabel 2.6 Sifat Mekanis Mangan (Mn) (Sumber: Wiley,J.1997)

No	Sifat Mekanis	Ukuran
1	Modulus Young	198 Gpa
2	Skala kekerasan Mohs	6,0
3	Kekerasan Brinell	196 MPa

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret 2010 - Juni 2010 di Industri Besi Rumahan, Sungai Puar, Agam Bukittinggi, Laboratorium Mesin dan CNC Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang.

3.2. Bahan dan Peralatan Penelitian

3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah

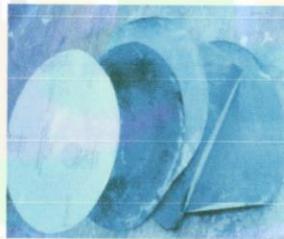
1. Aluminium (Al) bekas (panci halco) sampel yang diambil merupakan aluminium yang sudah tidak terpakai lagi yang kemudian dilebur menjadi padatan.
2. Mangan (Mn) cairan murni, Adukan Cairan Monting (*Lycal Resin*), bahan ini digunakan sebagai media dalam sampel untuk pengujian struktur mikro yang terdiri dari *part a* dan *part b* yang kemudian dicampur.
3. Amplas, dengan ukuran grit 80, 150, 180, 240, 400, 600, 800, 1000, dan 1500 mesh.
4. *Diamond Compound*, (Al_2O_3) merupakan bahan poles yang digunakan pada saat *finishing*.



(i) (ii)
 UNIVERSITAS ANDALAS
 Gambar 3.1 (i) Aluminium bekas sebelum dileburkan,
 (ii) Aluminium bekas sesudah dicetak.



Gambar 3.2 Cairan murni Mangan (Mn)



Gambar 3.3 Kertas Amplas

3.3 Alat yang Digunakan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.3.1 Alat Uji Kekerasan

Untuk mengetahui kekerasan benda uji digunakan alat uji kekerasan Vickers (*Vickers Hardness Tester*). Spesifikasi alat adalah sebagai berikut:

- a. Tipe : 0M 150
- b. Penetrasi : intan piramida
- c. Beban : 100 kg

Alat uji kekerasan dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.4 Alat Uji Kekerasan

3.3.2 Alat Uji Tarik

Untuk mengetahui kuat tarik benda uji digunakan alat uji tarik. Spesifikasi alat adalah sebagai berikut:

- a. Tipe : 448.0002
- b. Kapasitas : 10 ton
- c. Merek : Cesare Galdabini

Alat uji tarik dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Alat Uji Tarik

3.3.3 Mesin Amplas

Untuk memperkecil kerusakan pada permukaan benda uji yang terjadi akibat pengergajian digunakan mesin amplas. Spesifikasi alat adalah sebagai berikut:

- a. Motor : 220 V, 50 Hz, 2,5 A, phase 1
- b. No. Serial : 409-ECV-743

Mesin Amplas yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Mesin Amplas

3.3.4 Mesin Poles

Untuk menciptakan permukaan benda uji menjadi halus sehingga dapat memantulkan cahaya dengan baik digunakan mesin poles.

Spesifikasi alat adalah sebagai berikut:

- a. Tipe : 1502248250
- b. Motor : 229 V; Phase 1; 12 A; 140 watt
- c. Putaran : 50 putaran
- d. No. Serial : 4070PV702

Mesin poles yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.7



Gambar 3.7 Mesin Poles

3.3.5 Mikroskop Optik

Untuk melihat bentuk foto mikro bahan digunakan peralatan Mikroskop optik logam dengan pembesaran 10 kali.

Spesifikasi alat adalah sebagai berikut:

- a. Input : 230 V; 50Hz
- b. Tipe : 6V20W

Mikroskop optik yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Mikroskop optik

3.3.7 Mesin CNC (*Computer Numerically Controlled*)

Mesin CNC ini digunakan untuk membuat sampel uji tarik.

Spesifikasi alat adalah sebagai berikut:

- a. Tipe : TU, CNC-2A
- b. Motor : 220-240 V; 50/60Hz; 700 W
- c. No : 480.0025

Mesin CNC yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.9



Gambar 3.9 Mesin CNC

3.4 Teknik Penelitian

3.4.1 Pengecoran aluminium daur ulang dengan Mn

Langkah-langkah untuk proses pengecoran adalah sebagai berikut:

1. Persiapan bahan
2. Peleburan material uji
3. Menuang
4. Membongkar
5. Membersihkan coran

3.4.2 Persiapan bahan

Bahan Aluminium dibeli di tempat penampungan aluminium bekas, sedangkan Mangan (Mn) dibeli ditoko kimia simpang anduring.

3.4.3 Pengukuran Massa Material

Untuk uji kekerasan massa total adalah 500 gr. Misalnya untuk Mangan (Mn) 0,5 % = 2,5 gr dan aluminium bekas = 497,5 dan seterusnya untuk Mn 1,0 %, dan 1,5 % Peleburan aluminium bekas dan pencampuran Mangan cair, dimasukkan kedalam wadah pencoran dengan menggunakan tungku pemanas berbahan bakar batu bara. Teknik pencampuran yang dilakukan yaitu teknik pencampuran secara manual. Pada penelitian ini Mangan (Mn) yang digunakan adalah Mangan (Mn) cair murni, untuk mencampurkan Mn dengan paduan aluminium bekas maka paduan aluminium terlebih dulu dipanaskan sampai mencair. Untuk menghemat waktu peleburan maka paduan aluminium bekas terlebih dahulu dipotong menjadi potongan yang lebih kecil. Wadah yang digunakan untuk memanaskan paduan aluminium adalah besi. Setelah semua paduan aluminium bekas tersebut mencair, kemudian dimasukkan Mangan (Mn) dan diaduk menggunakan besi sampai bahan tercampur rata.

3.4.4 Menuang

Paduan aluminium bekas yang sudah dicampur Mangan (Mn) tersebut dituang dalam cetakan dengan cara menjepit wadah yang berisi campuran/ coran paduan aluminium bekas dan Mn menggunakan penjepit yang terbuat dari besi.

3.4.5 Membongkar

Membongkar atau mengeluarkan coran dari cetakan dilakukan setelah coran membeku dalam cetakan. Untuk cetakan pasir dengan cara memukul cetakan dengan palu sampai cetakan pasir hancur dan coran dapat diambil menggunakan penjepit yang terbuat dari besi. Untuk cetakan yang terbuat dari logam (besi), cara mengeluarkan coran dengan cara menggerinda cetakan tersebut sampai tipis, kemudian dipukul dengan palu, sehingga coran dapat dikeluarkan.

3.4.6 Membersihkan coran

Dari hasil penuangan terdapat tumpahan coran pada cetakan, untuk menjadikan coran dengan ukuran semula, coran tersebut dibersihkan dengan cara memotong tumpahan coran yang menempel pada coran yang diinginkan dengan menggunakan gergaji besi.

3.5 Pembuatan Sampel

Setelah selesai proses pengecoran, langkah selanjutnya adalah membuat sampel uji kekerasan, uji tarik dan foto mikro. Banyak sampel uji kekerasan yaitu 4 buah, sampel uji tarik 4 buah dan uji foto mikro 4 buah.

3.5.1 Sampel Uji Foto Mikro

Sampel yang digunakan pada uji foto mikro mikro berukuran 2cm x3cm x 1cm sebanyak 4 buah dengan persentase berat mangan 0,5%, 1,0%, dan 1,5%.



Gambar 3.10 Sampel uji foto mikro

3.5.2 Sampel Uji kekerasan

Ukuran sampel uji kekerasan yaitu 3 cm x 2 cm x 1 cm untuk masing-masing persentase berat coran paduan aluminium dan Mn, yaitu dengan persentase berat Mn 0,5 %, 1,0%, dan 1,5% .



Gambar 3.11 Sampel uji kekerasan

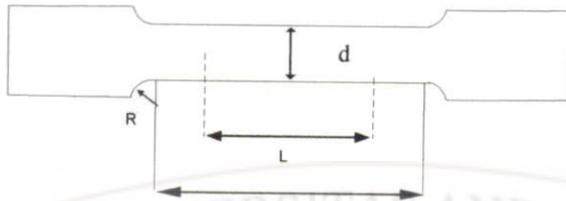
3.5.3 Sampel Uji tarik

Untuk pembuatan sampel uji tarik menggunakan mesin CNC.

Ukuran sampel uji tarik adalah sebagai berikut :

Diameter	= 1 cm
Jari-jari potongan tipis	= 0,6 cm
Panjang terukur	= 10 cm
Panjang bagian pengurangan	= 11,2 cm

Gambar 3.12, dan 3.13 merupakan skema dan gambar sampel uji tarik berdasarkan standar ASTM E8-01



Gambar 3.12 Skema dan ukuran sampel uji tarik



Gambar 3.13 Sampel Uji tarik sebelum dilakukan pengujian

Keterangan gambar 3.12:

d = diameter bagian pengurangan (cm)

L = panjang terukur (cm)

P = panjang bagian pengurangan (cm)

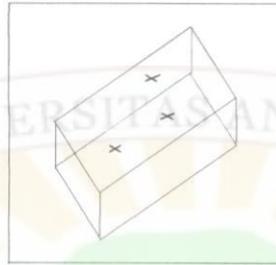
R = jari-jari potongan tipis (cm)

3.6 Teknik Pengujian

3.6.1 Uji Kekerasan

Pada penelitian ini metode yang digunakan yaitu metode Vickers dengan pembebanan yang diberikan sebesar 30 kg. Pembebanan untuk tiap

sampel dilakukan sebanyak 3 titik pada permukaan sampel Uji. Dapat dilihat pada Gambar 3.14 menunjukkan titik-titik uji kekerasan sesudah melakukan pengujian.



Gambar 3.14 Titik-titik Uji kekerasan

3.6.2 Uji Tarik

Pada penelitian ini juga dilakukan uji tarik untuk melihat kekuatan maksimum hasil coran paduan Aluminium daur ulang dengan penambahan Mangan (Mn), untuk masing-masing variasi berat Mn dilakukan satu kali uji tarik. Beban maksimum alat uji tarik yang digunakan pada penelitian ini yaitu 10 ton Gambar sampel bisa dilihat pada Gambar 3.15.

3.7 Persiapan Sebelum Pengambilan Foto mikro

Sebelum melakukan pengambilan foto mikro dilakukan langkah langkah berikut:

3.7.1 Pengampelasan

Pengampelasan bertujuan untuk memperkecil kerusakan permukaan sampel akibat pemotongan. Dalam pengampelasan diperlukan pendinginan

yang cukup. Untuk pendinginannya digunakan air yang bersih supaya foto mikro material tidak rusak.

Pengampelasan dilakukan mulai dari ampelas kasar sampai ampelas halus. Tujuannya adalah agar permukaan sampel benar-benar rata dan halus. Pada penelitian ini amplas yang digunakan yaitu 80, 150, 180, 240, 400, 600, 800, 1000 dan 1500 mesh. Untuk masing-masing ukuran ampelas dilakukan selama 20 menit dengan posisi tegak lurus dengan sudut 90° terhadap sampel dan amplas. Setiap selesai satu langkah dicuci menggunakan aquades agar sampel tetap bersih kemudian dikeringkan di udara bebas

3.7.3 Pemolesan

Pemolesan dilakukan dengan tangan. Arah pemolesan dilakukan tegak lurus dengan arah pengampelasan terakhir dengan menggunakan bahan poles *Diamond Compound* selama 30 menit. Tujuan pemolesan yaitu agar permukaan sampel sangat halus sehingga dapat memantulkan cahaya dengan baik. Setelah selesai pemolesan sampel dicuci dengan aquades.

3.7.4 Pengetsaan

Pengetsaan bertujuan untuk mengikis daerah batas butir sehingga foto bahan dapat diamati dengan jelas menggunakan mikroskop optik. Pengetsaan dilakukan dengan mencelupkan spesimen ke dalam larutan. Pada penelitian ini larutan yang digunakan 1 g NaOH + 100 ml air . Pengetsaan dilakukan selama 15 detik, kemudian dicuci dengan aquades

sampai bersih, setelah itu dikeringkan pada udara panas menggunakan *hair drier*.

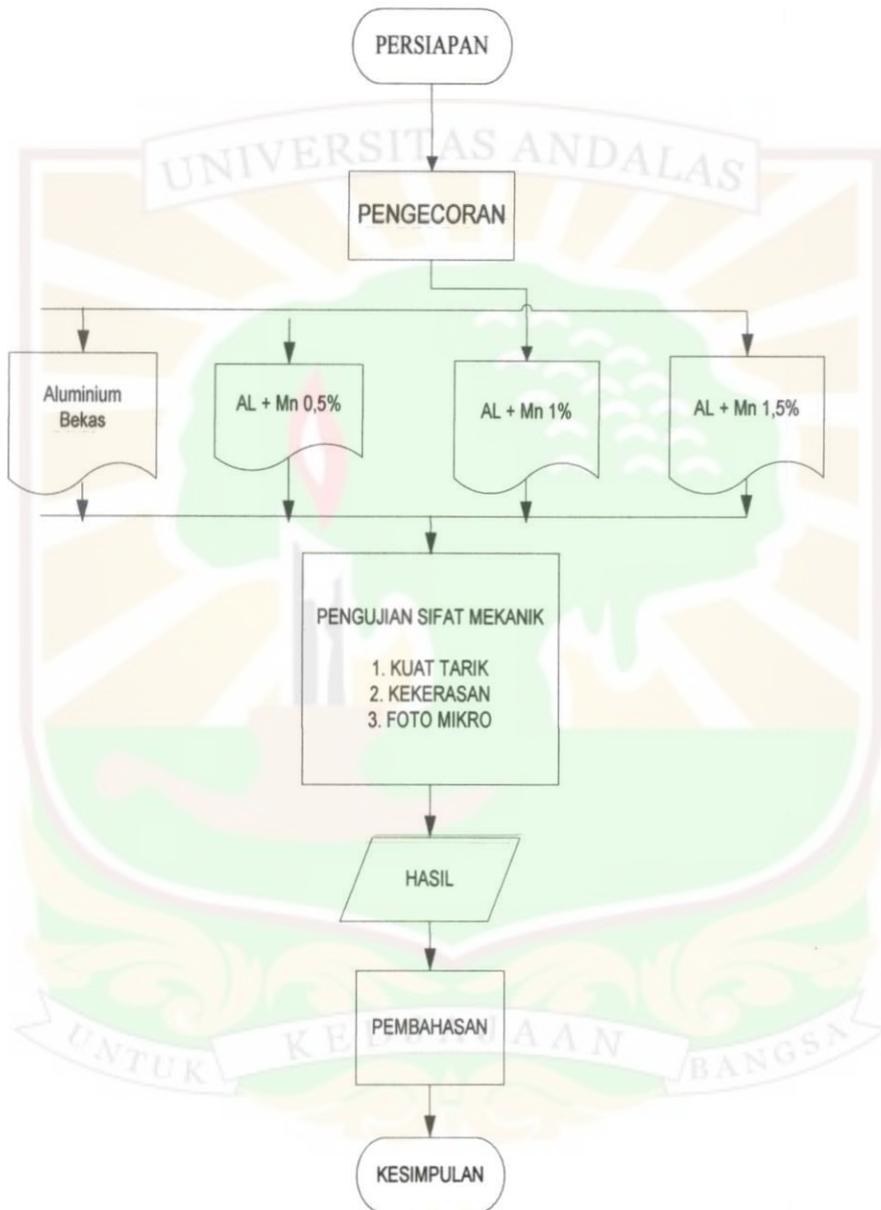
3.7.5 Pengambilan Foto Mikro

Pengambilan foto mikro dilakukan dengan menggunakan mikroskop optik dengan prosedur sebagai berikut:

- a. Mikroskop optik disiapkan.
- b. Spesimen diletakkan di bawah lensa objektif mikroskop
- c. Dilakukan pengamatan dengan lensa objektif yang pembesarannya paling kecil terlebih dahulu, jika kurang teramati digunakan lensa yang lebih tinggi pembesarannya.
- d. Diatur lensa objektif dengan mengubah jarak antara lensa dengan spesimen.
- e. Dilakukan pemotretan setelah lensa objektif terfokus dengan baik dan cahaya yang diberikan diatur secukupnya.

3.8 Skema Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini secara garis besar dapat di uraikan pada diagram berikut:



Gambar 3.15 Diagram alir penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas hasil pengujian foto mikro dan pengujian sifat mekanik material meliputi pengujian kekerasan dan pengujian kuat tarik. Masing-masing hasil pengujian dianalisis dengan melihat hubungan bentuk foto mikro material dengan kekerasan dan kuat tariknya. Selain itu juga akan dibahas tentang bentuk patahan material setelah dilakukan uji tarik serta persentase material tersebut.

4.1 Hasil Pengujian Mekanik

Pada material uji yang telah dilebur sebelum dan sesudah diberikan penambahan Mangan (Mn), dilakukan pengujian sifat mekanik yaitu kekerasan dan kuat tarik. Pengujian kekerasan dilakukan sebanyak 3 titik untuk masing-masing sampel dengan menggunakan alat uji kekerasan Vickers. Masing-masing sampel diambil kekerasan rata-ratanya dari tiga titik yang diuji. Untuk pengujian kuat tarik dilakukan sebanyak dua kali untuk masing-masing sampel. Hasil pengujian kekerasan dan kuat tarik dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Pengaruh Mn terhadap kuat tarik Al bekas

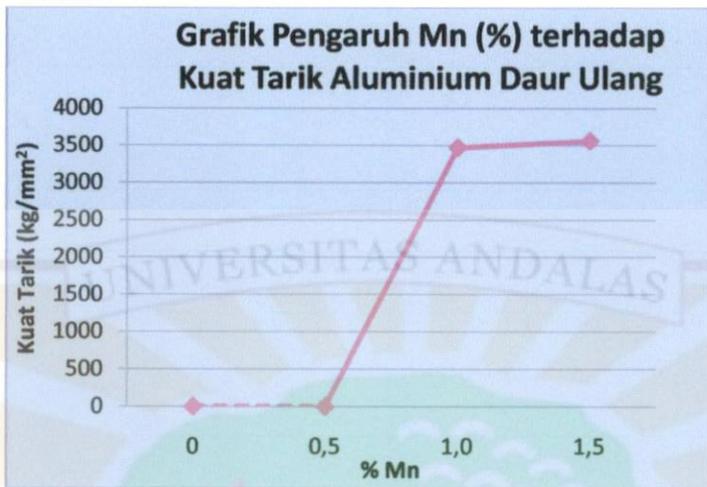
Mn (%Wt)	Dp (mm)	Fmax 2 (kg)	A ₀ (mm) ²	Kuat tarik (kg/mm) ²
Al	-	-	-	-
0,5	-	-	-	-
1,0	8	174,5	50,24	3,472
1,5	8	179	50,24	3,562

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Pengaruh Mn Terhadap Kekerasan Al Bekas

Mn (%Wt)	Titik	P (kg)	d ₁ (mm)	d ₂ (mm)	\bar{d}	HV (kg/mm ²)	\overline{HV} (kg/mm ²)
Al	1	30	1,3	1,25	1,275	43,632	42,025
	2		1,3	1,35	1,325	41,986	
	3		1,35	1,4	1,375	40,496	
0,5	1	30	1,4	1,45	1,425	39,04	38,831
	2		1,4	1,4	1,4	39,737	
	3		1,5	1,45	1,475	37,716	
1,0	1	30	1,4	1,35	1,375	40,495	38,892
	2		1,4	1,4	1,4	39,737	
	3		1,5	1,55	1,525	36,48	
1,5	1	30	1,4	1,45	1,425	39,04	41,552
	2		1,3	1,35	1,325	41,986	
	3		1,3	1,25	1,275	43,632	



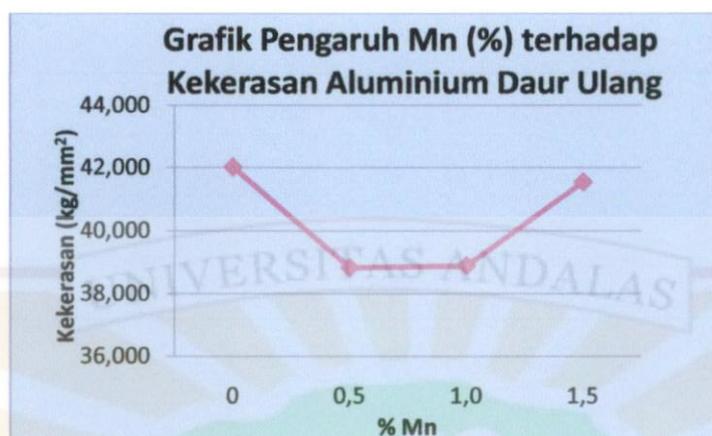
Grafik : 4.1 Kuat Tarik



Hasil pengujian kuat tarik dilihat pada Gambar 4.1 menunjukkan bahwa, untuk pengujian kuat tarik pada Aluminium bekas tanpa Mangan dan Aluminium bekas dengan penambahan Mangan 0,5%Wt, mengalami patahan. Pada Aluminium bekas tanpa Mangan, terjadi patahan karena hasil pengecorannya tidak padat (bolong), sehingga tidak bagus untuk melakukan pembuatan spesimennya. Sedangkan Aluminium bekas dengan penambahan Mangan 0,5%Wt, mengalami patahan ketika melakukan pengujian sebelum ada bebannya.

Dalam pengujian kuat tarik ini, pada Aluminium bekas dengan penambahan Mangan 1,0%Wt dan 1,5%Wt tidak dapat dibandingkan karena, pembandingnya pada Aluminium bekas tanpa mangan sudah mengalami kepatahan.

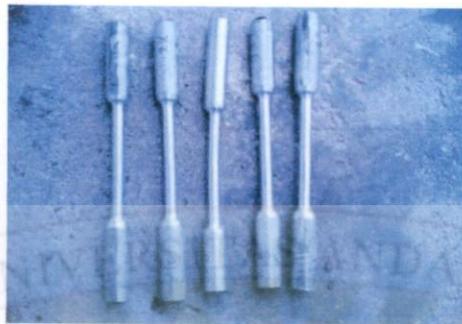
Grafik : 4.2 Kekerasan



Dari Grafik 4.2 terlihat ada penurunan nilai kekerasan setelah diberi penambahan Mangan 0,5%Wt menurun menjadi 38,831 kg/mm². Setelah kandungan Mangan ditingkatkan menjadi 1,0%Wt nilai kekerasannya meningkat mencapai nilai 38,892 kg/mm². Apabila penambahan Mangan ditingkatkan menjadi 1,5 %Wt, maka nilai kekerasan akan semakin meningkat mencapai nilai 41,552 kg/mm². Pada hasil penelitian ini setelah dilihat pada grafik tersebut, lebih baik hasil pada Aluminium bekas tanpa Mangan dibandingkan Aluminium bekas dengan penambahan Mangan.

4.2 Bentuk Sampel Sebelum dan Setelah Dilakukan Uji Tarik

Pada penelitian ini juga dilakukan pengambilan gambar paduan Aluminium bekas sebelum dilakukan uji tarik, dan sesudah melakukan uji tarik. Pengambilan gambar bentuk patahan tersebut dilakukan sebelum dan sesudah diberikan penambahan Mangan. Bentuk patahan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2



Gambar 4.1 Bentuk Sampel Aluminium bekas Sebelum

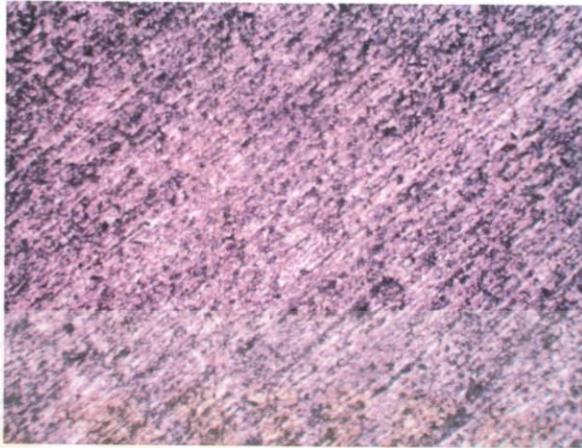
Dilakukan Uji Tarik



Gambar 4.2 Bentuk Patahan Aluminium Sesudah Uji Tarik

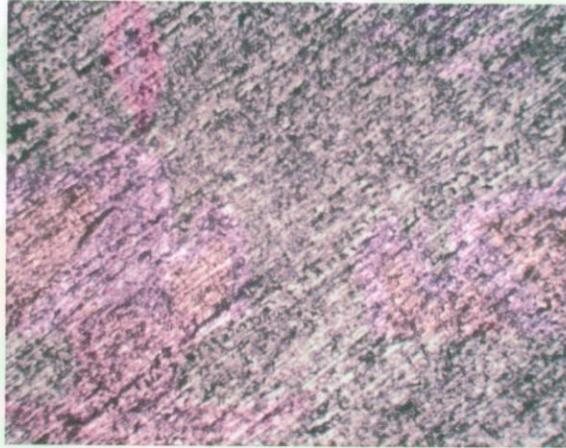
4.2.1 Hasil Pengujian Foto Mikro

Pada penelitian ini juga dilakukan pengujian foto mikro sebelum dan sesudah diberi penambahan Mangan (Mn). Hasil pengujian foto mikro dapat dilihat pada Gambar 4.4, Gambar 4.5, dan Gambar 4.6



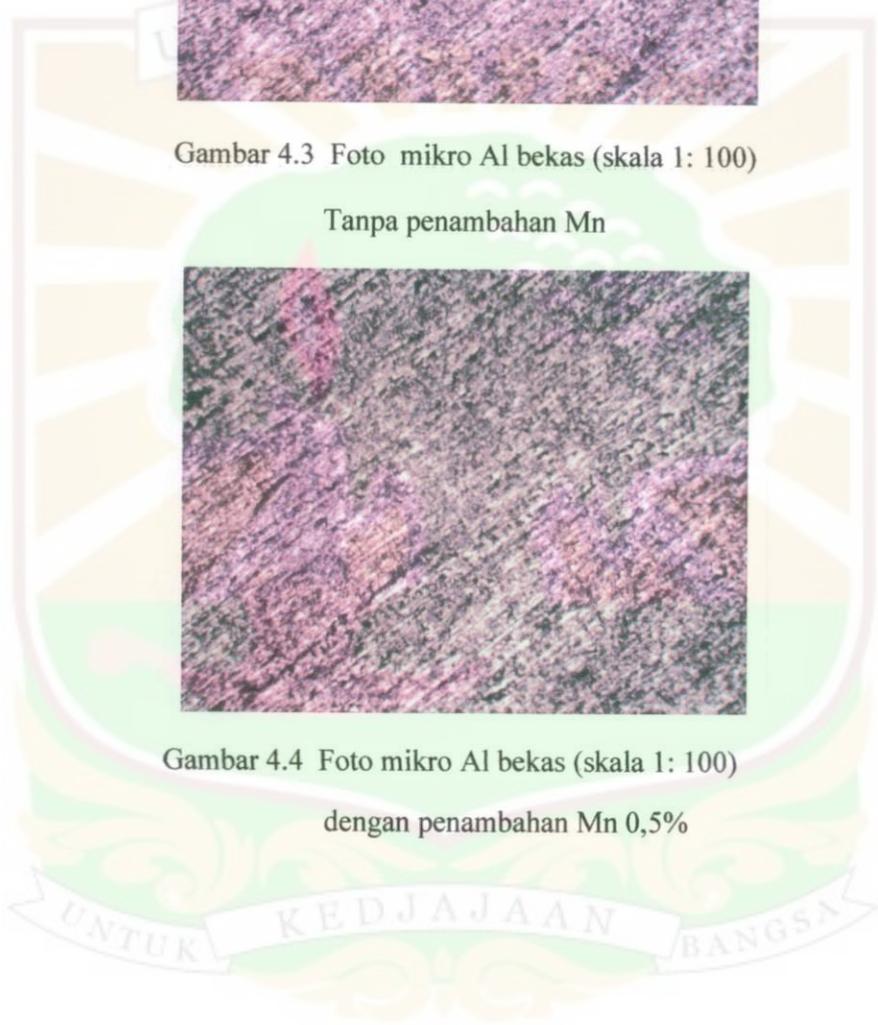
Gambar 4.3 Foto mikro Al bekas (skala 1: 100)

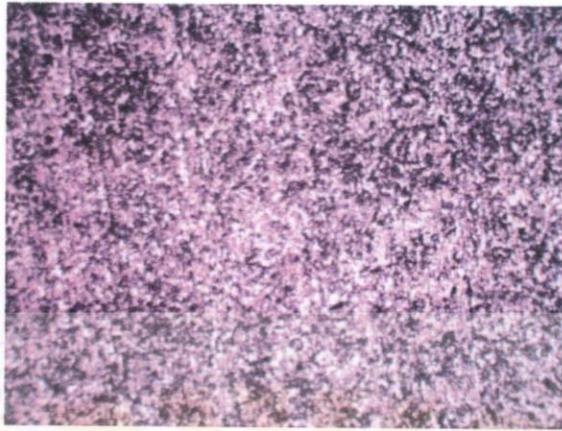
Tanpa penambahan Mn



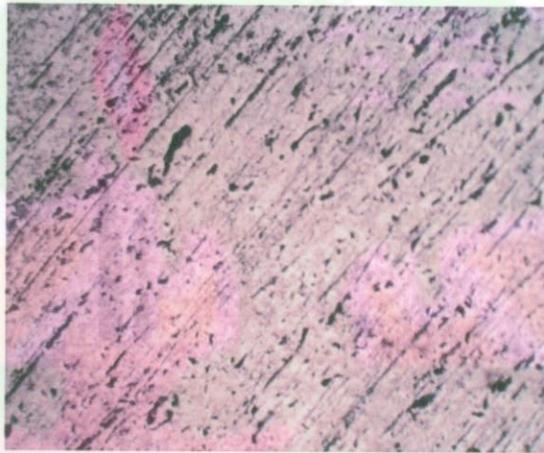
Gambar 4.4 Foto mikro Al bekas (skala 1: 100)

dengan penambahan Mn 0,5%





Gambar 4.5 Foto mikro Al bekas (1: 100)
dengan penambahan Mn 1%



Gambar 4.6 Foto mikro Al bekas (skala 1: 100)
dengan penambahan Mn 1,5 %

Hasil pengujian foto mikro menunjukkan bahwa pada Aluminium tanpa penambahan Mangan, pada aluminium dengan penambahan Mangan 0,5%Wt, hasil foto permukaannya, miring kekiri dan padat. Dilihat pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4. Pada aluminium bekas dengan penambahan mangan 1,0%Wt, bentuk butir materialnya lebih halus, rapat dan foto permukaan sampelnya merata, dengan semakin halus butiran, maka penjalaran dilokasinya akan semakin sulit,

sehingga mempunyai ketahanan yang lebih besar, karena diperlukan energi yang lebih besar untuk merusak butiran yang lebih halus tersebut, hal ini berarti dapat meningkatkan kekerasan dan kuat tarik material, dilihat pada, Gambar 4.5.

Pada gambar 4.6 dapat dilihat bahwa sedikit terjadi porositas terhadap sampel uji aluminium bekas dengan penambahan Mangan 1,5%Wt. Dalam percobaan pengecoran, dijumpai porositas yang cukup tinggi pada logam hasil tuang. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya kontaminasi dari beberapa bahan seperti debu atau pasir maupun kandunga air yang terdapat pada skrap/bahan serta peralatan pengecoran yang digunakan. (Hadijaya, 2005).

4.2.2 Pembahasan

Hasil pengujian kuat tarik dilihat pada Gambar 4.1 menunjukkan bahwa, untuk pengujian kuat tarik pada Aluminium bekas tanpa Mangan dan Aluminium bekas dengan penambahan Mangan 0,5%Wt, mengalami patahan. Pada Aluminium bekas tanpa Mangan, terjadi patahan karena hasil pengecorannya tidak padat (bolong), sehingga tidak bagus untuk melakukan pembuatan spesimennya. Sedangkan Aluminium bekas dengan penambahan Mangan 0,5%Wt, mengalami patahan ketika melakukan pengujian sebelum ada bebannya.

Dalam pengujian kuat tarik ini, pada Aluminium bekas dengan penambahan Mangan 1,0%Wt dan 1,5%Wt tidak dapat dibandingkan karena, pembandingnya pada Aluminium bekas tanpa mangan sudah mengalami kepatahan

Dari Grafik 4.2 terlihat ada penurunan nilai kekerasan setelah diberi penambahan Mangan 0,5%Wt menurun menjadi $38,831 \text{ kg/mm}^2$. Setelah

kandungan Mangan ditingkatkan menjadi 1,0%Wt nilai kekerasannya meningkat mencapai nilai 38,892 kg/mm². Apabila kandungan Mangan ditingkatkan menjadi 1,5 %Wt, maka nilai kekerasan akan semakin meningkat mencapai nilai 41,552 kg/mm². Pada hasil penelitian ini setelah dilihat pada grafik tersebut, lebih baik hasil pada Aluminium bekas tanpa Mangan dibandingkan Aluminium bekas dengan penambahan Mangan.

Hasil pengujian foto mikro menunjukkan bahwa pada Aluminium tanpa penambahan Mangan, pada aluminium dengan penambahan Mangan 0,5%Wt, hasil foto permukaannya, miring kekiri dan padat. Dilihat pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4. Pada aluminium bekas dengan penambahan mangan 1,0%Wt, bentuk butir materialnya lebih halus, rapat dan foto permukaan sampelnya merata, dengan semakin halus butiran, maka penjalaran dilokasinya akan semakin sulit, sehingga mempunyai ketahanan yang lebih besar, karena diperlukan energi yang lebih besar untuk merusak butiran yang lebih halus tersebut, hal ini berarti dapat meningkatkan kekerasan dan kuat tarik material, dilihat pada, Gambar 4.5.

Pada gambar 4.6 dapat dilihat bahwa sedikit terjadi porositas terhadap sampel uji aluminium bekas dengan penambahan Mangan 1,5%Wt. Dalam percobaan pengecoran, dijumpai porositas yang cukup tinggi pada logam hasil tuang. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya kontaminasi dari beberapa bahan seperti debu atau pasir maupun kandunga air yang terdapat pada skrap/bahan serta peralatan pengecoran yang digunakan. (Hadijaya, 2005).

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah:

1. Untuk nilai kekerasan pada Aluminium bekas tanpa Mangan meningkat yaitu $42,025 \text{ kg/mm}^2$. Sedangkan pada aluminium bekas dengan penambahan Mangan $0,5\% \text{ Wt}$ dan $1,0\% \text{ Wt}$ mengalami penurunan yaitu $38,831 \text{ kg/mm}^2$ dan $38,892 \text{ kg/mm}^2$ lalu meningkat nilai pada Aluminium dengan penambahan Mangan $1,5\% \text{ Wt}$ yaitu $41,552 \text{ kg/mm}^2$ hampir mendekati nilai pada Aluminium tanpa mangan.
2. Untuk nilai kuat tarik pada Aluminium bekas tanpa Mangan dan pada Aluminium bekas dengan penambahan Mangan $0,5\% \text{ Wt}$, mengalami patah karena hasil pengecorannya tidak padat (bolong), sehingga tidak bagus untuk melakukan pembuatan spesimennya. Sedangkan Aluminium bekas dengan penambahan Mangan $0,5\% \text{ Wt}$, mengalami patah ketika melakukan pengujian sebelum ada bebannya.

Dalam pegujian kuat tarik ini, pada Aluminium bekas dengan penambahan Mangan $1,0\% \text{ Wt}$ dan $1,5\% \text{ Wt}$ tidak dapat dibandingkan karena, pembandingnya tidak sukses atau patah sebelum melakukan pengujian pada Aluminium bekas tanpa mangan tersebut.

5.2 Saran

Untuk mendapatkan hasil pengujian foto mikro yang akurat disarankan kepada peneliti selanjutnya, sebaiknya menggunakan mikroskop yang pembesarannya yang lebih tinggi seperti scanning Elektron Mikroskop (SEM).



DAFTAR KEPUSTAKAAN

- American Society For Testing and Materials. 1999, E 8- 01 *Standar Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials*. Annual Book ASTM Standars, Vol 01.03.
- Amstead, B.H, dkk. 1997. *Teknologi Mekanik Jilid I Edisi Ke-tujuh Versi S₁*. Erlangga: Jakarta.
- Asminar, Dahlan H. 2000. *Analisis Komposisi Logam Paduan Almg₂ Produk Tuang Dengan Menggunakan Metode AAS*. ISSN 0852-4777.
- Budiono. 2009. *Analisis Sifat fisis Dan Mekanis Alumunium Paduan Al, Si, Cu Dengan Cetakan Pasir*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Basuki, Budhy. 2005. *Pengaruh Analisa Penampang Bentuk Riser Terhadap Cacat Pengecoran Logam Aluminium*. Seminar Material, Metalurgi.
- Firmawati, Nini 2010, *Pengaruh Penambahan Mangan (Mn) Terhadap Sifat Mekanik Paduan Aluminium A7075*, Tugas Akhir Program S1 Fisika Fakultas MIPA Universitas Andalas, Padang.
- Gere, James M. 1972. *Mekanika Bahan*. Erlangga: Jakarta.
- Hadijaya, 2005. *Kompilasi Data Hasil Percobaan Pengecoran SKRAP Paduan AlMg₂*. Hasil Hasil Penelitian EBN. ISSN 0854 – 5561.
- Hardi, T, dkk, 2009. *Analisis Tekstur dengan Teknik Difraksi Neutron pada Paduan Al-Zn-Mg-Cu (A7075)*. Urania Vol.15 No 3.
- Jensen, Alfred, dkk. 1991. *Kekuatan Bahan Terapan Edisi Ke-empat*. Erlangga: Jakarta.
- Nugroho, KS. 2010. *Analisa Pengujian Kekerasan Material Baja Karbon Rendah, Besi, Tembaga, serta Zn (seng) dengan Menggunakan Metode Uji Kekerasan Brinell*. Tugas Akhir Program S1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pamulang, Tangerang Selatan.

- Samuel, *Effect of Magnesium Content on the Ageing Behavior of Water chilled Al-Si-Mg Alloy Casting*, Journal of Mat. Sci, Vol 30. (2531-2540) 1996.
- Surdia, Tata. 1995. *Pengetahuan Bahan Teknik*. PT. Prapadiya Paramita: Jakarta.
- Vlack. Lawrence. 2002. *Elemen-Elemen Ilmu Dan Rekayasa Edisi-Keenam*. Erlangga : Jakarta.
- Yuswono. 2002. *Pengaruh Kandungan Inklusi dan Porositas Terhadap Kegagalan Produk Kabel Tembaga Melalui Pengerjaan Drawing Kawat*. Prosiding Pertemuan Ilmiah Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bahan.



LAMPIRAN 1

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Pengaruh Mn terhadap kuat tarik Al bekas.

Mn (% Wt)	Dp (mm)	Pmax 1 (kg)	A ₀ (mm) ²	Kuat tarik (kg/mm) ²
Al	-	-	-	-
0,5	-	-	-	-
1,0	8	174,5	50,24	3,472
1,5	8	179	50,24	3,562

Tabel 4.2 : Hasil Pengujian Pengaruh Mn Terhadap Kekerasan AL Bekas

Mn (% Wt)	Titik	P (kg)	d ₁ (mm)	d ₂ (mm)	\bar{d}	HV (kg/mm ²)	\overline{HV} (kg/mm)
Al	1	30	1,3	1,25	1,275	43,632	42,025
	2		1,3	1,35	1,325	41,986	
	3		1,35	1,4	1,375	40,496	
0,5	1	30	1,4	1,45	1,425	39,04	38,831
	2		1,4	1,4	1,4	39,737	
	3		1,5	1,45	1,475	37,716	
1,0	1	30	1,4	1,35	1,375	40,495	38,892
	2		1,4	1,4	1,4	39,737	
	3		1,5	1,55	1,525	36,48	
1,5	1	30	1,4	1,45	1,425	39,04	41,552
	2		1,3	1,35	1,325	41,986	
	3		1,3	1,25	1,275	43,632	

LAMPIRAN 2

PERHITUNGAN NILAI UJI TARIK (σ_U)

1. Untuk Al bekas dengan penambahan Mn 1% :

- $P_{\max} = 179 \text{ kg}$

Diameter = 8 mm

Jari-jari = 4 mm

$$\sigma_{U1} = \frac{P_{\max}}{A_o} = \frac{P_{\max}}{\pi r^2} = \frac{179 \text{ kg}}{50,24 \text{ mm}^2} = 3,562 \text{ kg/mm}^2$$

- $P_{\max} = 170 \text{ kg}$

Diameter = 8 mm

Jari-jari = 4 mm

$$\sigma_{U2} = \frac{P_{\max}}{A_o} = \frac{P_{\max}}{\pi r^2} = \frac{170 \text{ kg}}{50,24 \text{ mm}^2} = 3,383 \text{ kg/mm}^2$$

- Tegangan maksimal rata-ratanya :

$$\sigma_U \text{ rata-rata} = \frac{\sigma_{U1} + \sigma_{U2}}{2} = 3,472 \text{ kg/mm}^2$$

2. Untuk Al bekas dengan penambahan Mn 1,5%

- $P_{\max} = 165 \text{ kg}$

Diameter = 8 mm

Jari-jari = 4 mm

$$\sigma_{U1} = \frac{P_{\max}}{A_o} = \frac{P_{\max}}{\pi r^2} = \frac{165 \text{ kg}}{50,24 \text{ mm}^2} = 3,284 \text{ kg/mm}^2$$

- $P_{\max} = 193 \text{ kg}$

Diameter = 8 mm

Jari-jari = 4 mm

$$\sigma_{U2} = \frac{P_{\max}}{A_o} = \frac{P_{\max}}{\pi r^2} = \frac{193 \text{ kg}}{50,24 \text{ mm}^2} = 3,841 \text{ kg/mm}^2$$

3. Tegangan maksimal rata-ratanya :

$$\sigma_U \text{ rata-rata} = \frac{\sigma_{U1} + \sigma_{U2}}{2} = 3,562 \text{ kg/mm}^2$$

LAMPIRAN 3

PERHITUNGAN NILAI KEKERASAN (VICKERS) (HV)

1. Base Alloy Bekas :

- Untuk titik 1:

$$P = 30 \text{ kg}$$

$$d_1 = 1,3 \text{ mm}$$

$$d_2 = 1,25 \text{ mm}$$

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{(1,3 + 1,25) \text{ mm}}{2} = 1,275 \text{ mm}$$

$$HV_1 = 1,854 \frac{P}{d^2} = 1,854 \frac{30 \text{ kg}}{(1,275 \text{ mm})^2} = 43,632 \text{ kg / mm}^2$$

- Untuk titik 2 :

$$P = 30 \text{ kg}$$

$$d_1 = 1,3 \text{ mm}$$

$$d_2 = 1,35 \text{ mm}$$

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{(1,3 + 1,35) \text{ mm}}{2} = 1,325 \text{ mm}$$

$$HV_2 = 1,854 \frac{P}{d^2} = 1,854 \frac{30 \text{ kg}}{(1,325 \text{ mm})^2} = 41,986 \text{ kg / mm}^2$$

- Untuk titik 3:

$$P = 30 \text{ kg}$$

$$d_1 = 1,35 \text{ mm}$$

$$d_2 = 1,4 \text{ mm}$$

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{(1,35 + 1,4) \text{ mm}}{2} = 1,375 \text{ mm}$$

$$HV_3 = 1,854 \frac{P}{d^2} = 1,854 \frac{30kg}{(1,375mm)^2} = 40,459kg/mm^2$$

Nilai kekerasan rata-rata (\overline{HV}) Kaleng minuman P (Pocary Sweat) :

$$\overline{HV} = \frac{HV_1 + HV_2 + HV_3}{3} = 42,025kg/mm^2$$

2. Al Bekas Dengan Penambahan Mn 0,5%

- Untuk titik 1:

$$P = 30 \text{ kg}$$

$$d_1 = 1,4 \text{ mm}$$

$$d_2 = 1,45 \text{ mm}$$

$$\overline{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{(1,4 + 1,45)mm}{2} = 1,425m$$

$$HV_1 = 1,854 \frac{P}{\overline{d}^2} = 1,854 \frac{30kg}{(1,425mm)^2} = 39,04kg/mm^2$$

- Untuk titik 2 :

$$P = 30 \text{ kg}$$

$$d_1 = 1,4 \text{ mm}$$

$$d_2 = 1,4 \text{ mm}$$

$$\overline{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{(1,4 + 1,4)mm}{2} = 1,4mm$$

$$HV_2 = 1,854 \frac{P}{\overline{d}^2} = 1,854 \frac{30kg}{(1,4mm)^2} = 39,737kg/mm^2$$

- Untuk titik 3:

$$P = 30 \text{ kg}$$

$$d_1 = 1,5 \text{ mm}$$

$$d_2 = 1,45 \text{ mm}$$

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{(1,5 + 1,45) \text{ mm}}{2} = 1,475 \text{ mm}$$

$$HV_3 = 1,854 \frac{P}{\bar{d}^2} = 1,854 \frac{30 \text{ kg}}{(1,475 \text{ mm})^2} = 37,716 \text{ kg/mm}^2$$

Nilai kekerasan rata-rata (\overline{HV}) Al bekas dengan penambahan Mn 0,5%:

$$\overline{HV} = \frac{HV_1 + HV_2 + HV_3}{3} = 38,831 \text{ kg/mm}^2$$

3. Al Bekas Dengan Penambahan Mn 1%

- Untuk titik 1:

$$P = 30 \text{ kg}$$

$$d_1 = 1,4 \text{ mm}$$

$$d_2 = 1,35 \text{ mm}$$

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{(1,4 + 1,35) \text{ mm}}{2} = 1,375 \text{ mm}$$

$$HV_1 = 1,854 \frac{P}{\bar{d}^2} = 1,854 \frac{30 \text{ kg}}{(1,375 \text{ mm})^2} = 40,459 \text{ kg/mm}^2$$

- Untuk titik 2 :

$$P = 30 \text{ kg}$$

$$d_1 = 1,4 \text{ mm}$$

$$d_2 = 1,4 \text{ mm}$$

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{(1,4 + 1,4) \text{ mm}}{2} = 1,4 \text{ mm}$$

$$HV_2 = 1,854 \frac{P}{\bar{d}^2} = 1,854 \frac{30 \text{ kg}}{(1,4 \text{ mm})^2} = 39,737 \text{ kg/mm}^2$$

- Untuk titik 3:

$$P = 30 \text{ kg}$$

$$d_1 = 1,5 \text{ mm}$$

$$d_2 = 1,55 \text{ mm}$$

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{(1,5 + 1,55) \text{ mm}}{2} = 1,525 \text{ mm}$$

$$HV_3 = 1,854 \frac{P}{\bar{d}^2} = 1,854 \frac{30 \text{ kg}}{(1,525 \text{ mm})^2} = 36,48 \text{ kg/mm}^2$$

Nilai kekerasan rata-rata (\overline{HV}) Al bekas dengan penambahan Mn 1%:

$$\overline{HV} = \frac{HV_1 + HV_2 + HV_3}{3} = 38,892 \text{ kg/mm}^2$$

4. Al Bekas Dengan Penambahan Mn 1,5%

- Untuk titik 1:

$$P = 30 \text{ kg}$$

$$d_1 = 1,4 \text{ mm}$$

$$d_2 = 1,45 \text{ mm}$$

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{(1,4 + 1,45) \text{ mm}}{2} = 1,425 \text{ mm}$$

$$HV_1 = 1,854 \frac{P}{\bar{d}^2} = 1,854 \frac{30 \text{ kg}}{(1,425 \text{ mm})^2} = 39,04 \text{ kg/mm}^2$$

- Untuk titik 2 :

$$P = 30 \text{ kg}$$

$$d_1 = 1,3 \text{ mm}$$

$$d_2 = 1,35 \text{ mm}$$

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{(1,3 + 1,35) \text{ mm}}{2} = 1,325 \text{ mm}$$

$$HV_2 = 1,854 \frac{P}{d^2} = 1,854 \frac{30kg}{(1,325mm)^2} = 41,986kg / mm^2$$

- Untuk titik 3:

$$P = 30 \text{ kg}$$

$$d_1 = 1,3mm$$

$$d_2 = 1,25 \text{ mm}$$

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{(1,3 + 1,25)mm}{2} = 1,275mm$$

$$HV_3 = 1,854 \frac{P}{\bar{d}^2} = 1,854 \frac{30kg}{(1,275mm)^2} = 43,632kg / mm^2$$

Nilai kekerasan rata-rata (\overline{HV}) Al bekas dengan penambahan Mn 1,5%:

$$\overline{HV} = \frac{HV_1 + HV_2 + HV_3}{3} = 41,552kg / mm^2$$



LAMPIRAN 4**Pengujian Bahan dan Pegecoran Aluminium Bekas**

Gambar 1 Pengujian kuat tarik



Gambar 2 Digital



Gamabar 3 Uji kekerasan



Gambar 4 Pegecoran Aluminium



Gambar 5 Pembuatan cetakan uji kekerasan



Gambar 6 Pengadukan Aluminium



Gambar 7 Penuangan hasil coran kedalam cetakan

