



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.

PENGARUH PENAMBAHAN MANGAN (Mn) TERHADAP SIFAT MEKANIK PADUAN ALUMINIUM A7075

SKRIPSI



NINI FIRMAWATI

06 135 022

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG 2010**

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji dan syukur kepada Allah SWT atas segala nikmat, rahmat, hidayah dan karuniaNya serta memberikan kekuatan dan kedamaian dalam berfikir, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Skripsi yang berjudul “ **Pengaruh Penambahan Mangan Terhadap Sifat Mekanik Paduan Aluminium A7075**”. Dalam penyusunan Skripsi ini, penulis mengalami banyak kesulitan dan hambatan, namun berkat bantuan, arahan, dorongan serta bimbingan dari berbagai pihak, dengan demikian kesulitan dan hambatan itu dapat teratasi. Untuk itu dalam kesempatan ini dengan segala keikhlasan dan kerendahan hati penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Sri Mulyadi Dt Basa, M.Si, selaku Dosen Pembimbing Utama, disela-sela kesibukan Bapak masih sempat memberikan semangat, petunjuk, arahan dan saran mulai dari awal sampai dengan terselesaikannya penyusunan Skripsi ini.
2. Bapak Dr. Ir. Elvis Adril, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan memberikan bimbingan, arahan serta petunjuk yang sangat bermanfaat bagi penulis.
3. Bapak Afdhal Muttaqin, M.Si, selaku Dosen Pembimbing III dan Pembimbing Akademik yang selalu membimbing penulis dari awal memasuki perkuliahan di Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas sampai dengan terselesaikannya penyusunan Skripsi ini.
4. Bapak Arif Budiman, M.Si, selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Andalas.

5. Seluruh Dosen Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Andalas yang telah membekali ilmu yang berguna bagi penulis untuk menyongsong masa depan yang lebih baik.
6. Bapak Zulfikar, ST, MT, Buk Yuli, Pak Men, Pak Suardi Titra, Pak Tanjung yang telah membantu penulis dalam melakukan penelitian di Politeknik.
7. Orang tua tercinta Bapak dan Bunda serta kakak-kakakku (Syafrismen, ST dan Meria Fitriwati, S.Pd) yang selalu memberikan motivasi, semangat, do'a dan segala dukungannya.
8. Rusdi Harto (Mahasiswa IAIN IB Padang), Sri Elsa Fatmi (Mahasiswa UI), Zoni Rizal, Nafriyul Fahmi, Irmansyah (Mahasiswa UPI), Frengky dan Andalas (Mahasiswa T. Mesin UNAND) yang selalu memberikan bantuan, pikiran, motivasi dan do'a.
9. Sahabatku: Rahmi Mahdaliza, Mita Idriani dan Ratna, semoga cepat lulus.
10. Semua teman-teman angkatan 2006 yang tercinta, semoga cepat lulus dan selalu mendapatkan hidayah dari Allah SWT.

Sebagai satu tahapan dalam proses belajar, penulis menyadari bahwa penyusunan Skripsi ini tidak luput dari segala kekurangan maupun kesalahan. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Akhirnya harapan penulis semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri, para pembaca dan dunia ilmu pengetahuan. Aminn...

Padang, Agustus 2010

Penulis

ABSTRAK

Pada penelitian ini telah dilakukan penambahan Mn terhadap paduan Aluminium A7075 (0,5 %Wt; 1,0 %Wt; 1,5 %Wt dan 2,0 %Wt). Pengujian yang dilakukan meliputi kekerasan, kuat tarik, massa jenis dan struktur mikro. Hasil pengujian menunjukkan adanya perubahan kekerasan, kuat tarik, massa jenis dan struktur mikro akibat penambahan Mn. Nilai maksimum kekerasan yaitu 196,43 kg/mm² setelah ditambahkan 1,0 %Wt Mn pada paduan aluminium A7075, namun dengan penambahan Mn ternyata menurunkan kuat tarik paduan aluminium A7075. Massa jenis paduan aluminium A7075 sebanding dengan %Wt Mn yang ditambahkan.

Kata kunci: *Paduan aluminium A7075, Mn, kekerasan, kuat tarik, massa jenis*



ABSTRACT

The research about Mn element which is added into alloy A7075 (0,5%Wt; 1,0%Wt; 1,5%Wt and 2,0%Wt) already done. The tests are conducted including hardness test, tensile test, density, and micro structural test. The %Wt of Mn effect on hardness, tensile, density and micro structure of aluminium alloy A7075. The maximum value of hardness number is 196,43 kg/mm² after the 1,0%Wt of Mn added into aluminium alloy A7075, it decrease the tensile number. Density of aluminium alloy A7075 is comparable with the %Wt of Mn added.

Keywords: Aluminium alloy A7075, Mn, hardness, ultimate tensile strength, density.



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Logam Bukan Besi (<i>Nonferrous Metal</i>)	5
2.2 Aluminium	6
2.2.1 Paduan Aluminium A7075	7
2.3 Sifat-sifat Mekanis Aluminium	
2.3.1 Kekerasan (<i>hardness</i>)	9
2.3.2 Kekuatan (<i>strength</i>)	13
2.4 Bentuk Perpatahn Material	15
2.5 Penambahan Mangan (Mn)	17
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.2 Bahan Penelitian	18

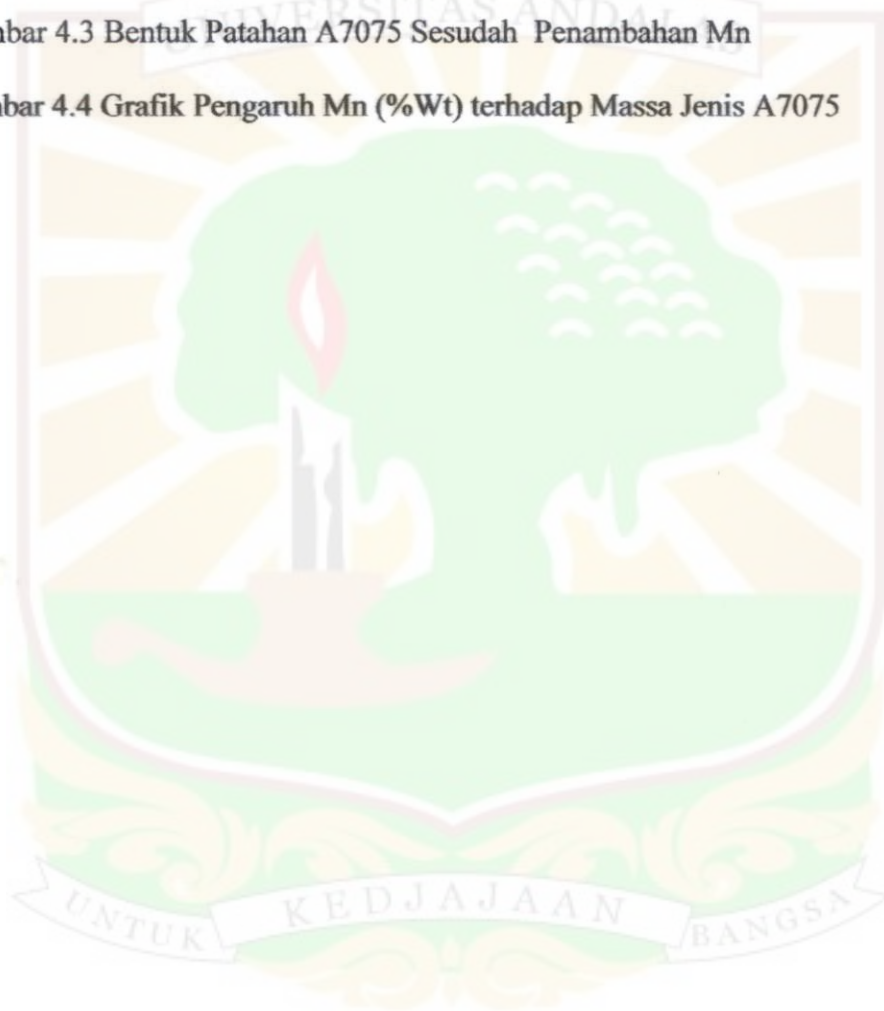
3.3 Alat yang Digunakan	19
3.3.1 Alat Uji kekerasan	19
3.3.2 Alat Uji Tarik	20
3.3.3 Mesin Amplas	20
3.3.4 Mesin Poles	21
3.3.5 Mikroskop Optik	22
3.3.6 Timbangan Digital	22
3.3.7 Mesin CNC	23
3.4. Teknik Penelitian	
3.4.1. Pengecoran Paduan Aluminium A7075 dengan Mangan	23
3.4.1.1 Membuat Cetakan	24
3.4.1.2 Peleburan Paduan Aluminium A7075	24
3.4.1.3 Menuang	25
3.4.1.4 Membongkar	25
3.4.1.5 Membersihkan coran	25
3.4.2 Pembuatan Sampel	26
3.4.2.1 Sampel Uji Kekerasan	26
3.4.2.2 Sampel Uji Tarik	26
3.5. Teknik Pengujian	
3.5.1 Uji kekerasan	27
3.5.2 Uji tarik	27
3.5.3 Massa Jenis	28
3.6. Persiapan Sebelum Pengambilan Foto Mikro	

3.6.1 Pengambilan sampel	28
3.6.2 Pengampelasan	29
3.6.3 Pemolesan	29
3.6.4 Pengetsaan	29
3.7. Pengambilan Foto Struktur Mikro	30
3.8. Skema Penelitian	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Hasil Pengujian Mekanik dan Foto Mikro	32
4.3 Bentuk Patahan Aluminium A7075 Setelah Uji Tarik	39
4.4 Hasil Pengujian Massa Jenis	40
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Fasa Paduan Al-Mg-Zn	9
Gambar 2.2 Pengujian Kekerasan Vickers	11
Gambar 2.3 Diagram tegangan-regangan untuk material yang mengalami tarik	14
Gambar 2.4 Bentuk Perpatahan Material	16
Gambar 3.1 Paduan Aluminium A7075	18
Gambar 3.2 Mangan (Mn)	18
Gambar 3.3 Alat Uji Kekerasan	19
Gambar 3.4 Alat Uji Tarik	20
Gambar 3.5 Mesin Amplas	21
Gambar 3.6 Mesin Poles	21
Gambar 3.7. Mikroskop Optik	22
Gambar 3.8 Timbangan Digital	22
Gambar 3.9 Mesin CNC	23
Gambar 3.10 Bentuk sampel uji tarik	26
Gambar 3.11 Titik-titik Uji kekerasan	27
Gambar 3.12 Diagram Alir Penelitian	31
Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Mn (%Wt) terhadap Kekerasan dan Kuat Tarik A7075	34
Gambar 4.2 Foto struktur mikro A7075 (skala 1:100) tanpa penambahan Mn	35
Gambar 4.3 Foto struktur mikro A7075 (skala 1:100) dengan kandungan Mn sebesar 0,5 %Wt	35
Gambar 4.4 Foto struktur mikro A7075(skala 1:100)	36

	dengan kandungan Mn sebesar 1,0 %Wt	
Gambar 4.5	Foto struktur mikro A7075 (skala 1:100)	36
	dengan kandungan Mn sebesar 1,5 %Wt	
Gambar 4.6	Foto struktur mikro A7075 (skala 1:100)	37
	dengan kandungan Mn sebesar 2,0 %Wt	
Gambar 4.7	Bentuk Patahan A7075 Sebelum Penambahan Mn	39
Gambar 4.3	Bentuk Patahan A7075 Sesudah Penambahan Mn	39
Gambar 4.4	Grafik Pengaruh Mn (%Wt) terhadap Massa Jenis A7075	41



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Mass Jenis Beberapa Jenis Logam	4
Tabel 2.2 Sifat-sifat Mekanik Paduan Aluminium Al-Mg-Zn	8
Tabel 2.3 Simbol dan Petunjuk Pengujian Kekerasan Vickers	12
Tabel 2.3 Sifat-sifat Fisis dan Mekanis Mangan (Mn)	17
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Pengaruh Mn terhadap Kuat Tarik A7075	32
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Pengaruh Mn terhadap Kekerasan A7075	33
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Pengaruh Mn terhadap Massa Jenis A7075	41



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 terdapat pada berat 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).

Salah satu paduan aluminium yang berhasil meningkatkan kekuatan aluminium adalah paduan aluminium A7075 yang merupakan paduan dari Al-Zn-Mg-Cu, atau lebih dikenal dengan *extra superduralumin*. Secara khusus, paduan aluminium A7075 ini digunakan pada industri pesawat terbang dikarenakan ringan dan memiliki kekuatan tertinggi dibandingkan dengan paduan aluminium lainnya (Hardi, T, 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 A356,2 yang merupakan paduan dari Al-Si-Fe-Cu yang diberi penambahan Mangan dan perlakuan panas berhasil menunjukkan peningkatan kuat tarik pada penambahan 1,0% Wt. Namun, untuk penambahan yang lebih tinggi lagi (1,2% Wt), malah terjadi penurunan nilai kuat tarik dan kekerasan (Anzip, 2004).

Penelitian mengenai penambahan Mn juga sudah dilakukan pada paduan aluminium Al-Si-Mg yang paduan dasarnya (*base alloy*) mempunyai komposisi persen berat; Si = 6,18%; Fe = 0,5%; Mg = 0,08%; Cu = 1,22% dan Zn = 1,28%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa Mn berpengaruh terhadap nilai kekuatan tarik, *elongatin* dan *yield*. Mula-mula paduan dasarnya mempunyai kekuatan tarik 48 Mpa, *elongation* 27% dan *yield* 18 Mpa. Setelah kandungan Mn dinaikkan menjadi 1%Wt, maka sifat mekaniknya meningkat, untuk kuat tarik 102 Mpa, *elongation* 41% dan *yield* 42 Mpa (Samuel, 1996).

Melihat adanya pengaruh penambahan Mn pada beberapa jenis logam aluminium, maka penulis ingin meneliti perubahan sifat mekanis akibat penambahan Mn ini pada paduan aluminium A7075. Dengan adanya penambahan Mn pada paduan aluminium A7075, diharapkan akan terjadi kenaikan nilai kuat tarik dan kekerasan dari logam paduan ini.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan Mangan (Mn) terhadap sifat mekanik (kekerasan, kuat tarik dan massa jenis) paduan Aluminium A7075.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini yaitu dapat dijadikan sebagai acuan untuk mengetahui batas optimum pemberian Mangan (Mn) dalam meningkatkan kualitas produk aluminium A7075.

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini digunakan paduan aluminium A7075 yang akan diuji tingkat kekerasan, kuat tarik dan perubahan massa jenis serta penentuan struktur mikro akibat penambahan Mangan (Mn). Pengujian tingkat kekerasan dilakukan dengan menggunakan metode Vickers, sedangkan struktur mikro dilihat dengan menggunakan mikroskop optik.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian tentang peningkatan kemampuan logam bukan-besi telah dilakukan untuk mendapatkan sifat yang lebih unggul dari logam yang bersangkutan diantaranya pada paduan aluminium A356,2 yang paduan dasarnya mempunyai komposisi berat Al= 93,31%; Si= 7,0%; Fe= 0,12%; Cu= 0,10%, Mn= 0,05%; Mg= 0,21%; Zn= 0,05%; Ti= 0,20% diberi tambahan Mn dan perlakuan panas, berhasil menunjukkan bahwa sebelum diberi penambahan Mn nilai UTS (*Ultimate Tensile Strength*) adalah 16,24 kg/mm² dan nilai kekerasannya 54,26 HVN (*Hard Vicker Numbers*). Setelah kandungan Mn-nya ditingkatkan menjadi 1,0%Wt maka nilai UTS dan kekerasan naik menjadi 22,28 kg/mm² dan 74,32 HVN. Kemudian diberi perlakuan panas T6 terjadi kenaikan UTS dan kekerasan yang signifikan. Nilai UTS naik menjadi 33,58 kg/mm² dan nilai kekerasannya menjadi 93,74 HVN, namun jika kandungan Mn ditingkatkan lagi maka akan menurunkan kekuatan dan kekerasannya, baik pada kondisi as-cast maupun kondisi perlakuan panas T6 (Anzip, 2004).

Penelitian dengan penambahan Mn untuk meningkatkan sifat mekanik logam juga telah dilakukan pada Al-Si-Mg yang paduan dasarnya mempunyai komposisi berat; Si= 6,18%; Fe= 0,5%; Mg= 0,08%; Cu= 1,22% dan Zn= 1,28% diberi tambahan paduan Mn. Kemudian dilakukan pengujian sifat mekanik yaitu kuat tarik, *elongation*, dan *yield*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat mekaniknya sebelum diberi tambahan Mn yaitu kuat tarik 48 Mpa, *elongation* 27%

dan *yield* 18 Mpa. Setelah kandungan Mn dinaikkan menjadi 1%Wt, maka sifat mekaniknya meningkat menjadi kuat tarik 102 Mpa, *elongation* 41% dan *yield* 42 Mpa (Samuel, 1996).

2.1 Logam Bukan Besi (*Nonferrous Metal*)

Indonesia merupakan negara penghasil logam bukan besi yaitu penghasil timah putih, tembaga, nikel, aluminium dan sebagainya. Salah satu ciri dari logam bukan besi ini adalah daya tahannya terhadap korosi yang tinggi, daya hantar listrik dan panas yang baik (Harahap, G, 1984).

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/cm³ sedangkan logam ringan adalah logam yang massa jenisnya kurang dari 5 g/cm³. 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 Aluminium

Aluminium merupakan salah satu logam *non ferrous* (logam yang terbuat dari unsur dasar bukan besi (Fe) dan karbon (C)) yang paling banyak terdapat di bumi yang merupakan logam yang mempunyai sifat yang ringan, ketahanan korosi yang baik serta hantaran listrik dan panas yang baik (Rasyid,M dkk, 2009). Namun disisi 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 pada aluminium antara lain:

1. Cupper (Cu), dapat menaikkan kekuatan dan kekerasan, namun menurunkan *elongation* (pertambahan panjang saat di tarik).
2. Zink (Zn), dapat menaikkan nilai *tensile* (tegangan)
3. Mangan (Mn), dapat meningkatkan kekerasan, kekuatan tarik dan *elongation*.
4. Magnesium (Mg), menaikkan kekuatan aluminium dan menurunkan nilai *ductility*-nya
5. Silikon (Si), menyebabkan paduan aluminium tersebut bisa diperlakukan panas untuk menaikkan kekerasannya.
6. Lithium (Li), dapat memperbaiki sifat tahan oksidasinya.

Untuk keperluan karakterisasi, aluminium dengan paduan dibagi menjadi beberapa grup dengan kode dan karakteristik yang berbeda. Tata-cara pengkodean ini ditetapkan oleh *American Society for Materials* (ASTM) dengan ketentuan :

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 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 (Daryus, A, 2008).

2.2.1 Paduan Aluminium A7075

Paduan 7xxx adalah paduan dengan elemen utama Al-Zn-Mg, sedangkan paduan aluminium A7075 merupakan paduan dari Al-Zn-Mg-Cu dikenal dengan sebutan *extra superduralumin* (Hardi, T, dkk, 2009).

Paduan aluminium A7075 ini secara khusus digunakan pada industri pesawat terbang yaitu untuk badan dan sayap pesawat terbang karena ringan dan memiliki kekuatan tertinggi diantara paduan aluminium lain. Secara khusus paduan aluminium A7075 dengan komposisi berat Zn sebanyak 5,0%-6,0%, Mg

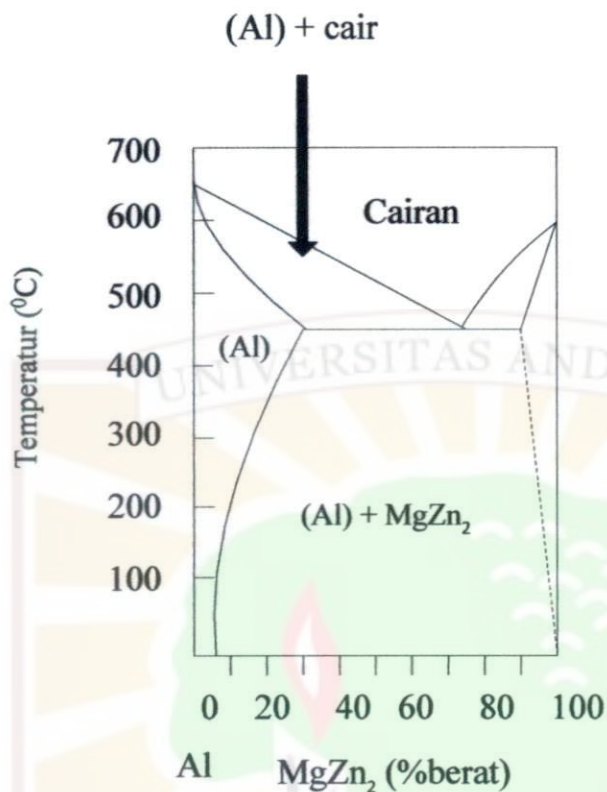
sebanyak 2,0%-3,0% dan Cu sebanyak 1,0%-2,0%, memberikan kekuatan tarik (*tensile strength*) sebesar 580 MPa (Hardi,T, dkk, 2009).

Sifat fisis dan mekanis paduan aluminium A7075 dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Sifat Fisis dan Mekanis A7075 (Sumber: Surdia, T, 1995)

Sifat Fisis	Ukuran
Massa jenis	2,81 g/cm ³
Sifat mekanik	
Kekerasan Brinell	175
Kekerasan Knoop	191
Kekerasan Rockwell A	53,5
Kekerasan Rockwell B	87
Kekerasan Vickers	175
Kekuatan Tarik	572 Mpa
Pertambahan Panjang	11%
Modulus Elastis	71,7 Gpa
Kekuatan Lelah	159 Mpa

Perubahan fasa dari paduan aluminium A7075 dapat dilihat pada Gambar 2.1, dimana pada Gambar 2.1 tersebut, aluminium menyebabkan keseimbangan biner semu dengan senyawa antar logam $MgZn_2$ dan kelarutannya menurun apabila temperatur turun.



Gambar 2.1 Diagram Fasa Paduan Al-Mg-Zn (Sumber: Surdia, T, 1995)

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.

2.3.1 Kekerasan (*hardness*)

Kekerasan dapat didefinisikan sebagai kemampuan bahan atau material untuk tahan terhadap pengidentasian/ penekanan dari material lain yang lebih keras.

Pengujian kekerasan dilakukan dengan menekan sebuah indentor ke permukaan benda uji. 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).

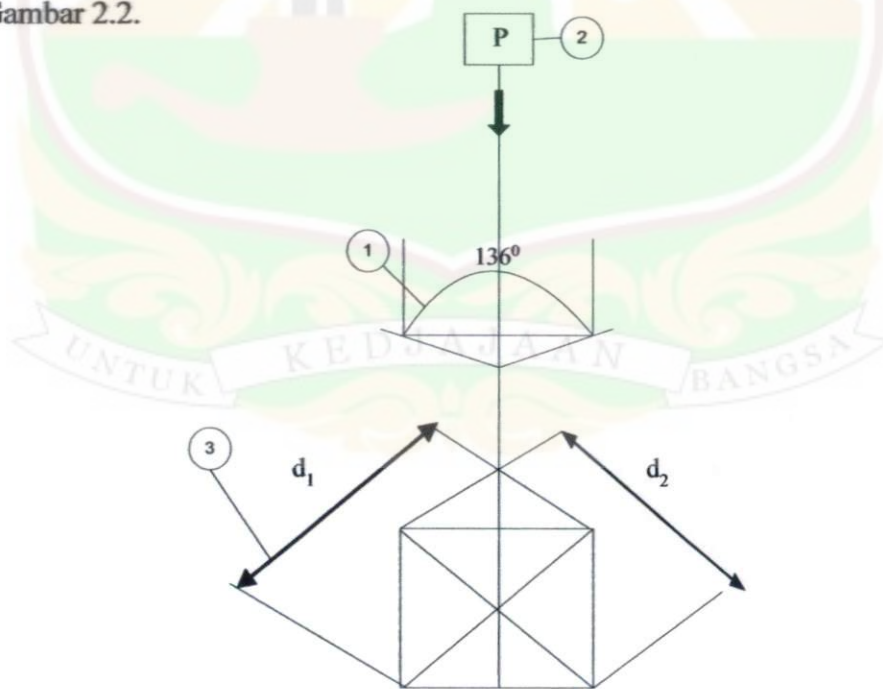
2. Metode Vickers

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 diamond/ intan yang berbentuk pyramid 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 2.2.



Gambar 2.2 Pengujian Kekerasan Vickers (Sumber: ASTM E 92-82)

Keterangan Gambar 2.2 dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Simbol dan Petunjuk Pengujian Kekerasan Vickers
(Sumber: ASTM E 92-82)

Nomor	Simbol	Petunjuk
1	—	Sudut arah diagonal yang dihasilkan oleh identor intan berbentuk pyramida (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:

$$HV = \frac{2P \sin\left(\frac{136^{\circ}}{2}\right)}{\bar{d}^2} = 1,854 \frac{P}{\bar{d}^2} \dots\dots\dots (2.1)$$

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 pyramida (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. Identor 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, 60 kg, 100 kg dan 150 kg (Arifin, 2010).

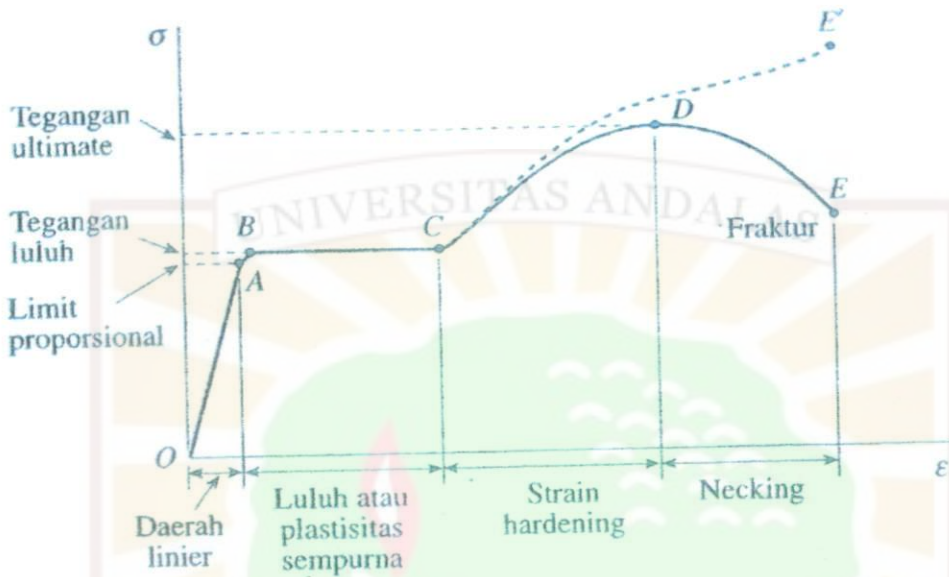
Keuntungan metode Rockwell ini yaitu pengujiannya cepat, ukuran bekas injakan sedang (antara Vickers dan Brinell), namun kelemahannya kurang akurat (tidak seakurat Vickers). Pada metode Brinell dan metode Vickers yang mempunyai satuan kg/mm^2 , angka kekerasan Rockwell semata-mata tergantung pada yang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

Dalam tulisan ini penulis hanya membahas tentang uji tarik. Uji tarik adalah cara pengujian bahan yang paling mendasar, dengan menarik suatu bahan akan segera diketahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang. Bila dilakukan penarikan terhadap bahan (misalnya aluminium) sampai putus, maka akan

didapatkan profil tarikan yang lengkap berupa kurva seperti digambarkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Diagram tegangan-regangan untuk material yang mengalami tarik (Sumber: Gere, James M, 1972).

Diagram tegangan-regangan dimulai dari garis lurus dari pusat O ke titik A, yang berarti bahwa hubungan antara tegangan dan regangan pada daerah ini bukan saja linier melainkan proporsional. Dua variabel disebut proporsional jika rasio antara keduanya konstan. Melewati titik A, yang berarti bahwa hubungan antara tegangan dan regangan tidak ada lagi, jadi tegangan di A disebut limit proporsional. Dengan meningkatnya tegangan hingga melewati limit proporsional, maka regangan mulai meningkat secara lebih cepat lagi untuk setiap pertambahan tegangan. Dengan demikian, kurva tegangan-regangan mempunyai kemiringan yang berangsur-rangsur semakin kecil sampai pada titik B kurva tersebut menjadi horizontal. Dimulai dari titik ini, terjadi perpanjangan pada benda uji tanpa

adanya penambahan gaya tarik (dari B ke C). Fenomena ini disebut luluh dari bahan, dan titik B disebut titik luluh. Tegangan yang berkaitan dengan ini disebut tegangan luluh. Di daerah antara B dan C, bahan ini menjadi plastis sempurna, yang berarti bahwa bahan ini berdeformasi tanpa adanya penambahan beban.

Setelah mengalami regangan besar yang terjadi selama peluluhan di daerah BC, bahan mengalami pengerasan regang (*strain hardening*). Perpanjangan benda uji di daerah ini membutuhkan peningkatan beban tarik, sehingga diagram tegangan-regangan mempunyai kemiringan positif dari C ke D. Beban tersebut pada akhirnya mencapai harga maksimumnya dan tegangan pada saat itu (di titik D) disebut *tegangan ultimate*. Penarikan batang lebih lanjut pada kenyataannya akan disertai dengan pengurangan beban dan akhirnya terjadi putus/ patah disuatu titik seperti titik E.

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

$$\sigma_u = \frac{P_{max}}{A_0} (kg/mm^2) \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:

σ_u = Kekuatan tarik (kg/mm²)

P_{max} = beban tarik maksimum (kg)

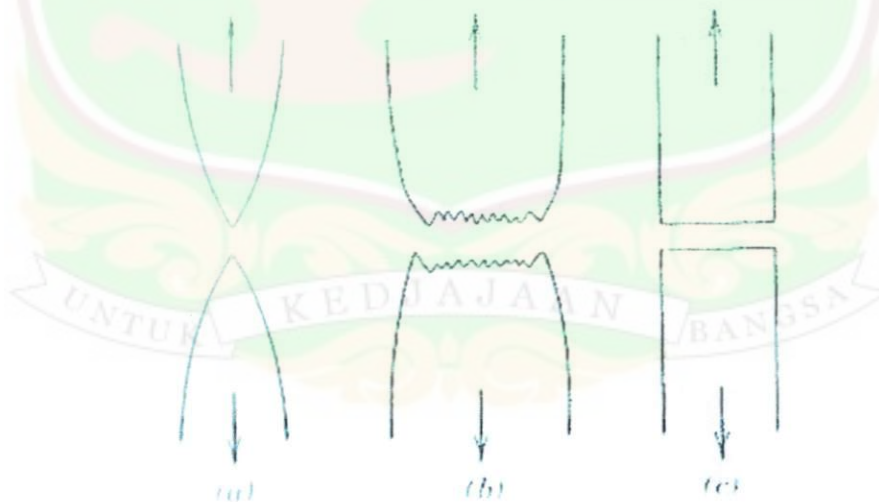
A_0 = luas penampang awal (mm²)

2.4 Bentuk Perpatahan Material

Sampel hasil pengujian tarik dapat menunjukkan beberapa tampilan perpatahan seperti di ilustrasikan oleh Gambar 2.4.

Mode perpatahan material setelah dilakukan uji tarik, untuk masing-masing material mempunyai bentuk patahan yang berbeda. Untuk bentuk patahan bahan-bahan ulet (*ductile materials*) mempunyai ciri-ciri yaitu adanya reduksi atau pengurangan luas penampang patahan, waktu patah lebih lama dan daerah patahan lebih halus dan berserabut.

Bentuk patahan untuk bahan-bahan semi ulet (*semi-ductile materials*) mempunyai ciri-ciri yaitu ada pengurangan luas penampang tetapi pengurangannya tidak seperti pada bahan ulet dan waktu patahnya relatif lebih cepat dari bahan-bahan ulet. Bentuk patahan untuk material bahan getas (*brittle materials*) mempunyai ciri-ciri yaitu, tidak ada reduksi/ pengurangan luas penampang patahan, Patahan tampak lebih mengkilap dan bidang patahan relatif tegak lurus terhadap tegangan tarik.



Gambar 2.4 Bentuk Perpatahan Material untuk (a) bahan-bahan ulet (*ductile materials*), (b) bahan-bahan semi ulet (*semi-ductile materials*), (c) bahan getas (*brittle materials*) (Sumber : Smith, William F, 1996).

2.5 Penambahan Mangan (Mn)

Mangan 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* yang penting karena Mangan mampu mempengaruhi kekuatan tarik, penambahan panjang (*elongation*) dan kekerasan material. Sifat fisis dan mekanis Mangan (Mn) lainnya dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Sifat-sifat Fisis dan Mekanis Mangan (Mn) (Sumber: Wiley, J, 1997)

Sifat Fisis	Ukuran
Massa jenis (suhu kamar)	7,21 g/cm ³
Massa jenis cair pada titik lebur	5,95 g/cm ³
Titik lebur	1519 K (1246 ⁰ C)
Titik didih	2334 K (2061 ⁰ C)
Kalor peleburan	12,91 kJ/mol
Kalor penguapan	221 kJ/mol
Kapasitas kalor	26,32 J/(mol.K)
Sifat Mekanis	Ukuran
Modulus Young	198 GPa
Skala kekerasan Mohs	6,0
Kekerasan Brinell	196 MPa

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2010 - Juli 2010 di Laboratorium Mesin dan CNC Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang.

3.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah paduan aluminium A7075 batangan dan Mangan (Mn) cair dengan kode 19789. Paduan aluminium A7075 dan Mangan (Mn) ditunjukkan pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2.



Gambar 3.1 Paduan Aluminium A7075



Gambar 3.2 Mangan (Mn)

3.3 Alat yang Digunakan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Alat Uji Kekerasan (*Vickers Hardness Tester*)
2. Alat Uji Tarik
3. Mesin Amplas
4. Mesin Poles
5. Mikroskop Optik
6. Timbangan Digital
7. Mesin CNC

3.3.1 Alat Uji Kekerasan

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

- Tipe : 0M 150
- Penetrasi : intan pyramida
- Beban : 100 kg

Alat uji kekerasan dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Alat Uji Kekerasan

3.3.2 Alat Uji Tarik

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

- Tipe : 448.0002
- Kapasitas : 10 ton
- Merek : Cesare Galdabini

Alat uji tarik dapat dilihat pada Gambar 3.4.



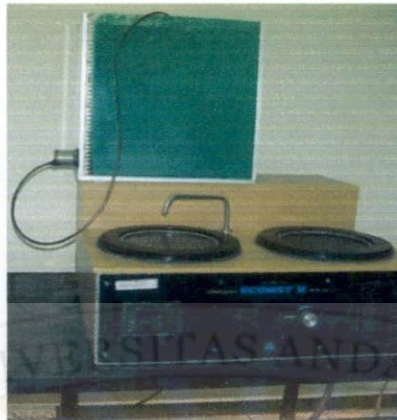
Gambar 3.4 Alat Uji Tarik

3.3.3 Mesin Amplas

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

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

Mesin Amplas yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.5.



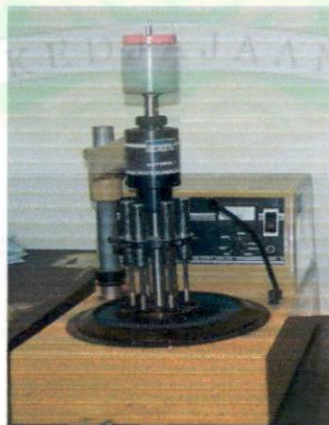
Gambar 3.5 Mesin Amplas

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:

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

Mesin poles yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Mesin Poles

3.3.5 Mikroskop Optik

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

Spesifikasi alat adalah sebagai berikut:

- Input : 230 V; 50Hz
- Tipe : 6V20W

Mikroskop optik yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Mikroskop optik

3.3.6 Timbangan Digital

Timbangan digital digunakan untuk menimbang Mangan (Mn) dan paduan aluminium A7075 yang sudah dipotong dengan ukuran tertentu. Timbangan digital yang digunakan dengan ketelitian 0,01 g dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Timbangan Digital

3.3.7 Mesin CNC (*Computer Numerically Controlled*)

Mesin CNC ini digunakan untuk membuat sampel uji tarik. Spesifikasi alat adalah sebagai berikut:

Tipe : TU, CNC-2A

Motor : 220-240 V; 50/60Hz; 700 W

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 paduan aluminium A7075 dengan Mn

Langkah-langkah untuk proses pengecoran adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan cetakan
2. Peleburan paduan aluminium A7075
3. Menuang
4. Membongkar
5. Membersihkan coran

3.4.1.1 Pembuatan Cetakan

Pada penelitian ini cetakan yang digunakan adalah cetakan pasir untuk sampel uji kekerasan. Bahan yang digunakan pada cetakan pasir adalah tanah dan pasir putih dengan perbandingan 1:1. Sebelum dilakukan pengadukan terlebih dahulu bahan (tanah + pasir putih) diayak agar bahan yang digunakan adalah bahan yang lebih halus. Setelah selesai diayak kemudian bahan diaduk dengan menambahkan air sampai semua bahan tercampur rata. Setelah itu, campuran bahan tadi dimasukkan dalam mesin cetakan agar campuran bahan menjadi padat, kemudian dipotong menggunakan mesin pemotongnya. Setelah dilakukan pemotongan cetakan pasir tersebut dikeringkan di udara bebas selama satu minggu, setelah kering kemudian dimasukkan ke dalam oven untuk dibakar selama satu jam. Setelah selesai dibakar dibiarkan dingin selama 24 jam baru diambil dan kemudian baru dilubangi atau dibentuk dengan ukuran 3 cm x 2 cm x 1 cm.

Cetakan pasir dibuat untuk cetakan sampel uji kekerasan, tetapi untuk sampel uji tarik digunakan cetakan logam, yaitu berupa pipa yang terbuat dari besi dengan diameter 2 cm dan panjang 20 cm.

3.4.1.2 Pencampuran Paduan Aluminium A7075

Untuk uji kekerasan dan uji tarik dibutuhkan total massa paduan aluminium A7075 dan Mangan (Mn) adalah 600 gr, misalnya untuk Mangan 0,5 % = 3 gr dan paduan aluminium A7075 99,5% = 597 gr dan begitu seterusnya untuk Mn 1,0%, 1,5% dan 2,0%. Teknik pencampuran yang dilakukan yaitu

teknik pencampuran secara manual. Pada penelitian ini Mangan (Mn) yang digunakan adalah Mn cair, untuk mencampurkan Mn dengan paduan aluminium A7075 maka paduan aluminium A7075 terlebih dulu dipanaskan sampai mencair. Untuk menghemat waktu peleburan maka paduan aluminium A7075 terlebih dahulu dipotong menjadi potongan yang lebih kecil. Wadah yang digunakan untuk memanaskan paduan aluminium A7075 adalah besi. Setelah semua paduan aluminium A7075 tersebut mencair, kemudian dimasukkan Mangan (Mn) dan diaduk menggunakan besi sampai bahan tercampur rata.

3.4.1.3 Menuang

Paduan aluminium A7075 yang sudah dicampur Mangan (Mn) tersebut dituang dalam cetakan dengan cara menjepit wadah yang berisi campuran/ coran paduan aluminium A7075 dan Mn menggunakan penjepit yang terbuat dari besi.

3.4.1.4 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.

3.4.1.5 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.

3.4.2 Pembuatan Sampel

Setelah selesai proses pengecoran, langkah selanjutnya adalah membuat sampel uji kekerasan dan uji tarik. Banyak sampel uji kekerasan yaitu 5 buah dan sampel uji tarik 5 buah.

3.4.2.1 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%, 1,5% dan 2,0%.

3.4.2.2 Sampel Uji tarik

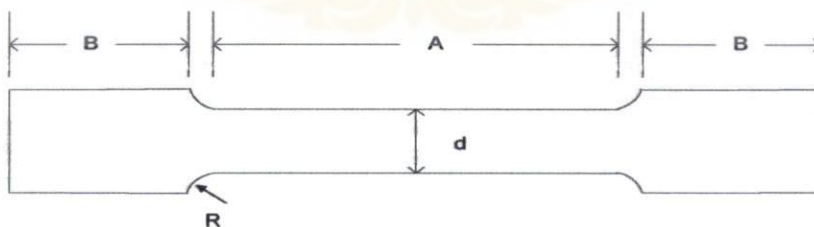
Untuk pembuatan sampel uji tarik menggunakan mesin CNC. Ukuran sampel uji tarik adalah sebagai berikut:

Diameter = 1 cm

Jari-jari potongan tipis = 0,6 cm

Panjang bagian pencekam = 9,8 cm

Panjang bagian pengurangan = 11,2 cm



Gambar 3.10 adalah Gambar sampel uji tarik berdasarkan standar ASTM E8-01
Gambar 3.10 Bentuk Sampel Uji tarik

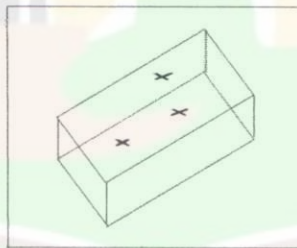
Keterangan gambar 3.10:

- d = diameter bagian pengurangan (cm)
- B = panjang bagian pengecam (cm)
- A = panjang bagian pengurangan (cm)
- R = jari-jari potongan tipis (cm)

3.5 Teknik Pengujian

3.5.1 Uji Kekerasan

Pada penelitian ini metode yang digunakan yaitu metode Vickers dengan pembebanan yang diberikan sebesar 100 kg. Pembebanan untuk tiap sampel dilakukan sebanyak 3 titik pada permukaan sampel. Gambar 3.11 menunjukkan titik-titik uji kekerasan.



Gambar 3.11 Titik-titik Uji kekerasan

3.5.2 Uji Tarik

Pada penelitian ini juga dilakukan uji tarik untuk melihat kekuatan maksimum hasil coran paduan Aluminium A7075 dengan penambahan Mangan (Mn), untuk masing-masing persen berat Mn dilakukan satu kali uji tarik. Beban maksimum alat uji tarik yang digunakan pada penelitian ini yaitu 10 ton.

3.5.3 Massa Jenis

Pada penelitian ini juga dilakukan pengukuran massa jenis material sebelum dan sesudah diberi penambahan Mn. Sebelum diberi tambahan Mn sampel dibuat berbentuk silinder dengan diameter 2 cm dan panjang 20 cm, kemudian ditimbang massanya sebanyak lima kali, setelah itu diambil nilai rata-rata massanya untuk mendapatkan nilai rata-rata massa jenis dengan cara membagi nilai massa dengan volume sampel tersebut.

Untuk sampel yang sudah diberi tambahan Mn melalui peleburan dan coran paduan aluminium A7075 dengan Mn, setelah paduan dikeluarkan dan didinginkan dari cetakan yang ukuran sampel sama dengan ukuran sampel tanpa diberi tambahan Mn yaitu dengan diameter 2 cm dan panjang 20 cm. Kemudian ditimbang massanya sebanyak lima kali kemudian diambil nilai rata-rata massanya untuk mendapatkan nilai rata-rata massa jenis dengan membagi nilai massa sampel setelah diberi tambahan Mn dengan volume sampel tersebut.

3.6 Persiapan Sebelum Pengambilan Foto Struktur Mikro

Sebelum melakukan pengambilan foto struktur mikro dilakukan langkah-langkah berikut:

3.6.1 Pengambilan sampel

Sampel yang digunakan berukuran 3cm x 2 cm x 1cm sebanyak 5 buah sampel.

3.6.2 Pengampelasan

Pengampelasan bertujuan untuk memperkecil kerusakan permukaan sampel akibat pemotongan. Dalam pengampelasan diperlukan pendinginan yang cukup. Untuk pendinginannya digunakan air yang bersih supaya struktur 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 ampelas yang digunakan yaitu 800 mesh, 1000 mesh dan 1500 mesh. Untuk masing-masing ukuran ampelas dilakukan selama 20 menit dengan posisi tegak lurus terhadap sampel. Setiap selesai satu langkah dicuci menggunakan aquades agar sampel tetap bersih kemudian dikeringkan di udara bebas

3.6.3 Pemolesan

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

3.6.4 Pengetsaan

Pengetsaan bertujuan untuk mengikis daerah batas butir sehingga struktur bahan dapat diamati dengan jelas menggunakan mikroskop optik. Pengetsaan dilakukan dengan mencelupkan spesimen ke dalam larutan etsan. Pada penelitian ini larutan etsan 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 Pengambilan Foto Struktur Mikro

Pengambilan foto struktur 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-ngubah jarak antara lensa dengan spesimen.
- e. Dilakukan pemotretan setelah lensa objektif terfokus dengan baik dan cahaya yang diberikan diatur secukupnya.

3.8 Skema Penelitian

Untuk pelaksanaan penelitian secara garis besar ditunjukkan oleh diagram alir pada Gambar 3.12:



Gambar 3.12 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

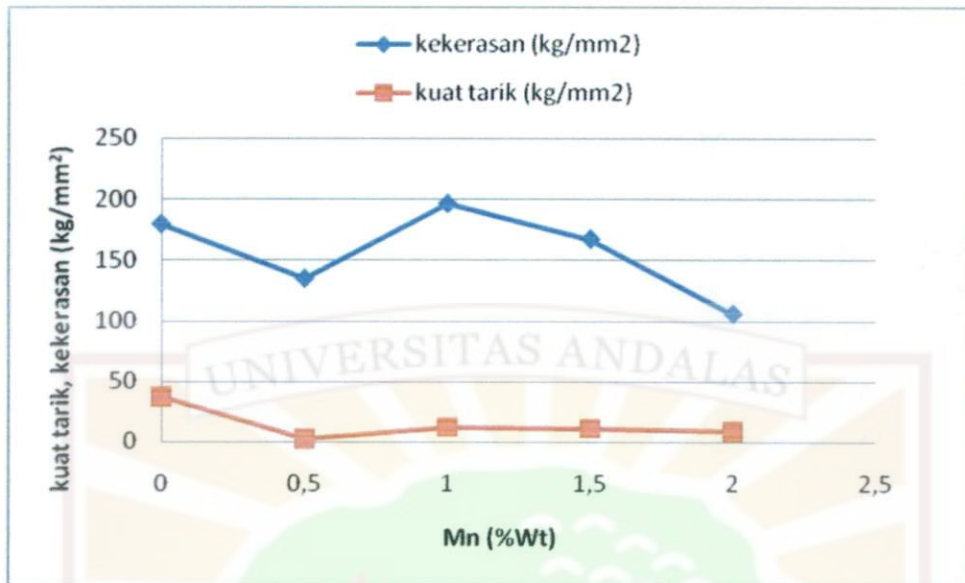
Pada bab ini akan dibahas hasil pengujian struktur mikro dan pengujian sifat mekanik material meliputi pengujian kekerasan dan pengujian kuat tarik. Masing-masing hasil pengujian dianalisis dengan melihat hubungan bentuk struktur mikro material dengan kekerasan dan kuat tariknya. Selain itu juga akan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

4.1 Hasil Pengujian Mekanik dan Foto Mikro

Hasil pengujian kuat tarik dan kekerasan dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2. Selanjutnya data hasil kuat tarik dan kekerasan diplot dalam satu kurva (kuat tarik dan kekerasan Vs Mn (%Wt)) seperti dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Pengaruh Mn terhadap kuat tarik A7075

Mn (%Wt)	Pmax (kg)	A₀ (mm²)	Kuat tarik (kg/mm²)
-	2939	78,50	37,44
0,5	196	78,50	2,49
1,0	948	78,50	12,54
1,5	902	78,50	11,49
2,0	678	78,50	8,64



Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Mn (%Wt) terhadap Kuat Tarik dan Kekerasan A7075

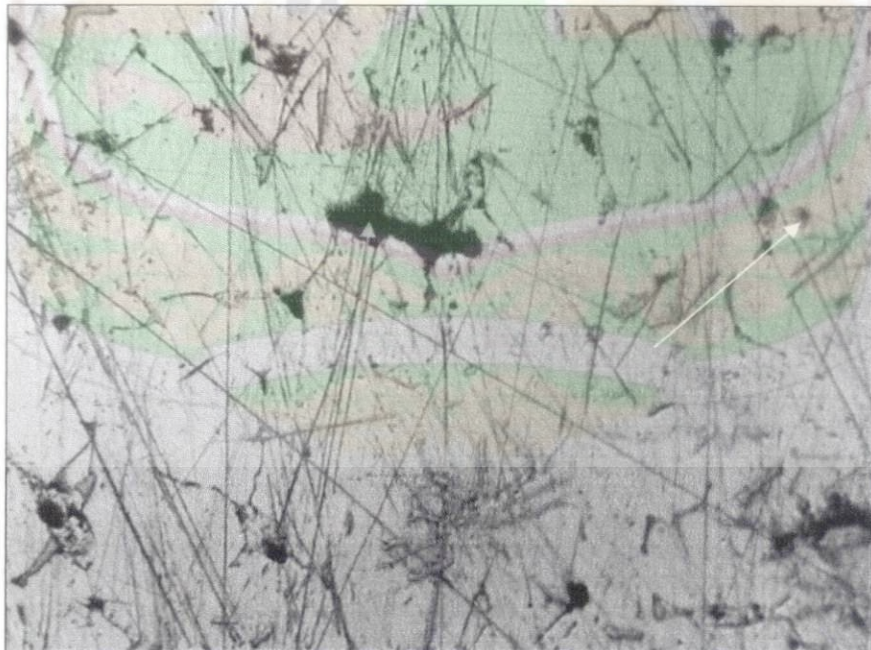
Dari Gambar 4.1 terlihat adanya penurunan nilai kekerasan setelah diberi penambahan Mn 0,5 %Wt yaitu dari 179,65 kg/mm² menurun menjadi 134,66 kg/mm². Setelah kandungan Mn ditingkatkan menjadi 1,0% Wt nilai kekerasannya meningkat mencapai nilai 196,43 kg/mm². Apabila kandungan Mn ditingkatkan menjadi 1,5 %Wt dan 2,0%Wt maka nilai kekerasan menurun.

Hasil pengujian kuat tarik (Gambar 4.1) menunjukkan bahwa secara umum penambahan Mn menurunkan kuat tarik material kecuali pada 1,0%Wt terjadi kenaikan nilai kuat tarik.

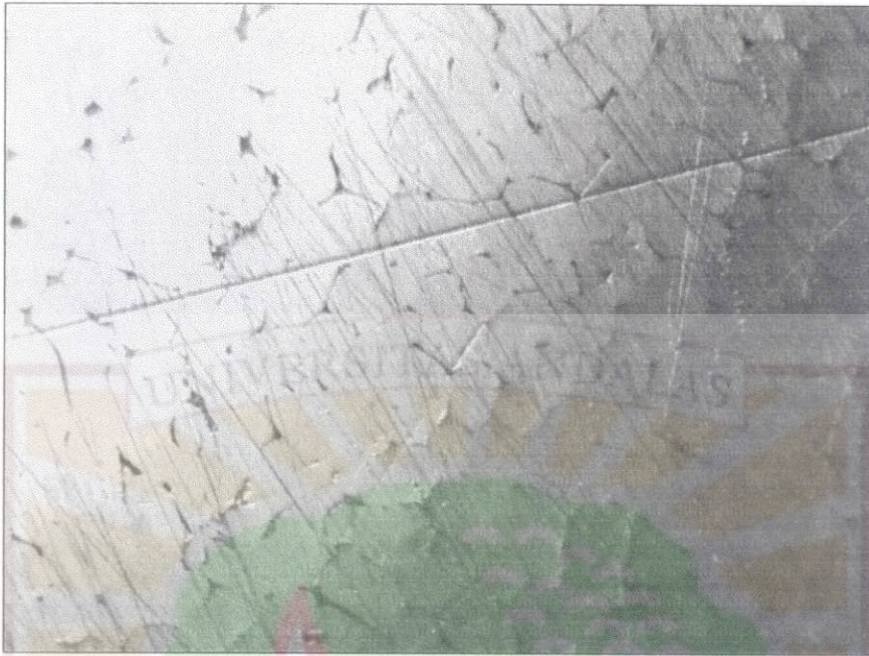
Pada penelitian ini juga dilakukan pengujian struktur mikro sebelum dan sesudah diberi penambahan Mangan (Mn). Hasil pengujian struktur mikro dapat dilihat pada Gambar 4.2, Gambar 4.3, Gambar 4.4, Gambar 4.5 dan Gambar 4.6.



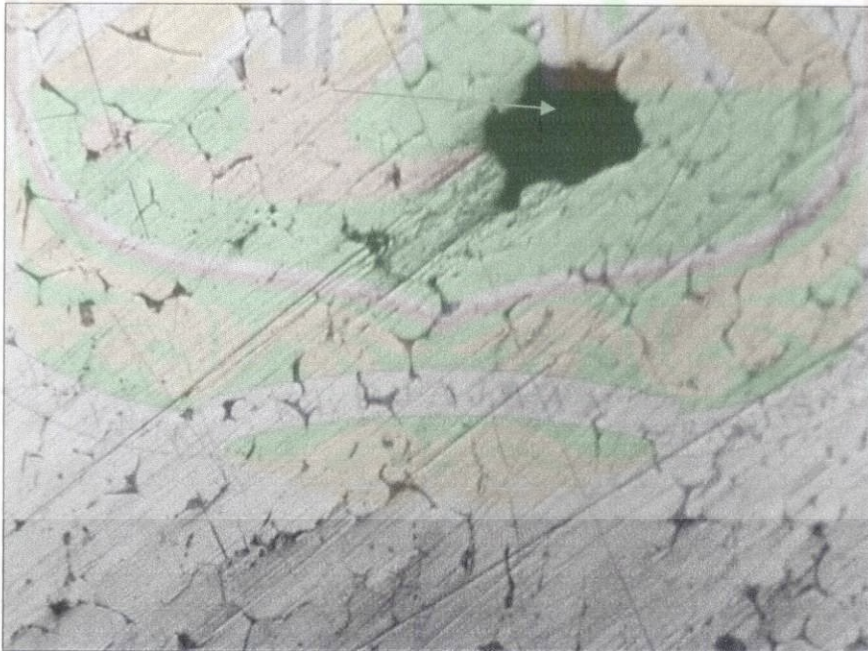
Gambar 4.2 Foto struktur mikro A7075 (skala 1:100)
tanpa penambahan Mn



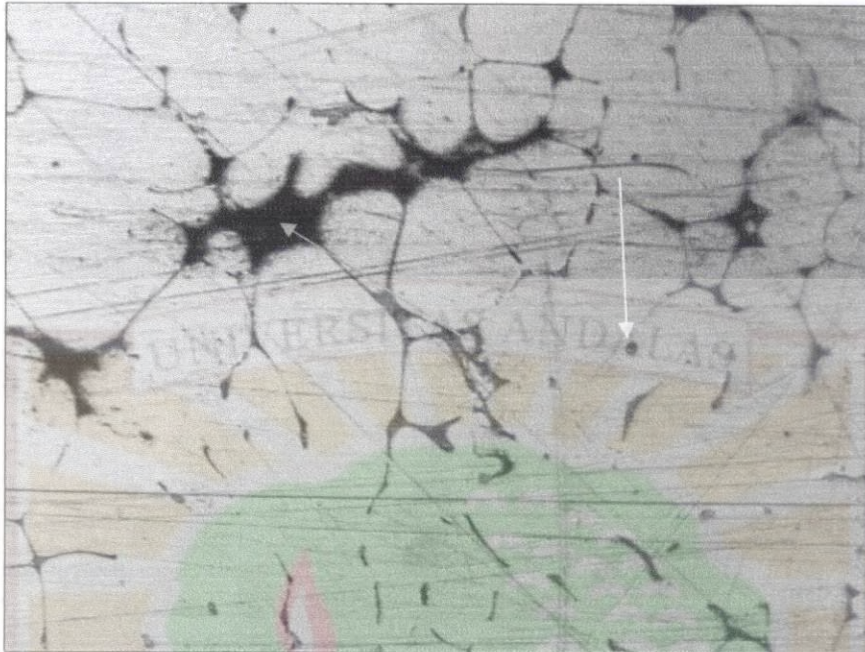
Gambar 4.3 Foto struktur mikro A7075 (skala 1:100)
dengan kandungan Mn sebesar 0,5 %Wt



Gambar 4.4 Foto struktur mikro A7075(skala 1:100)
dengan kandungan Mn sebesar 1,0 %Wt



Gambar 4.5 Foto struktur mikro A7075 (skala 1:100)
dengan kandungan Mn sebesar 1,5 %Wt



Gambar 4.6 Foto struktur mikro A7075 (skala 1: 100)
dengan kandungan Mn sebesar 2,0 %Wt

Hasil pengujian struktur mikro menunjukkan bahwa pada kandungan Mn 1,0 %Wt bentuk butir materialnya lebih halus dan rapat dapat dilihat pada Gambar 4.4. dengan semakin halus butiran, maka penjalaran dislokasinya akan semakin sulit, sehingga mempunyai ketahanan yang lebih besar, karena diperlukan energi yang lebih besar untuk merusak butiran yang halus tersebut, hal ini berarti dapat meningkatkan kekerasan dan kuat tarik material.

Jika dilihat dari hasil foto mikro A7075 dengan penambahan Mn sebesar 0,5%Wt, 1,5%Wt dan 2,0%Wt dapat dilihat pada Gambar 4.3, Gambar 4.5 dan Gambar 4.6 terdapat adanya porositas hasil coran. Porositas yang muncul dapat dibedakan atas ukuran dan penyebabnya. Porositas berdasarkan ukuran dapat digolongkan atas dua jenis yaitu porositas mikro dapat dilihat pada Gambar 4.3,

Gambar 4.5 dan Gambar 4.6 yang ditunjukkan oleh panah berwarna putih dan porositas makro ditunjukkan oleh panah berwarna merah.

Porositas berdasarkan penyebabnya dapat digolongkan atas dua jenis yaitu porositas gas berbentuk lingkaran dan porositas penyusutan dengan bentuk yang tidak teratur. Porositas gas disebabkan oleh adanya gas hidrogen dan oksigen yang larut dalam logam cair, tetapi tidak larut di dalam logam padat. Akibatnya selama solidifikasi terjadi pelepasan gas yang membentuk rongga porositas (bentuk lingkaran) di dalam logam padat (Sumber: Yuswono, 2002).

Porositas penyusutan disebabkan oleh ketidakmampuan Mangan (Mn) untuk menetralkan penyusutan dan kontraksi panas (deformasi) selama proses pembekuan. Selama pembekuan terjadi proses pengisian dimana Mn akan melingkungi butir dendrit dan bersirkulasi ke semua sistem struktur. Bagian dari struktur yang tidak terisi atau dialiri Mn akan muncul sebagai porositas penyusutan. Kekosongan ini disebabkan oleh Mn yang terbentuk sedikit sehingga tidak mampu mengisi semua rongga yang ada (Sumber: Basuki, Budhy dan Djuhana, 2005). Porositas gas dan penyusutan tersebut akan berkembang dari ukuran mikro ke ukuran makro. Namun, jika dilihat penyebab porositas coran paduan aluminium A7075 dengan Mangan (Mn) tersebut dari perbandingan jari-jari atom paduan aluminium A7075 yang terdiri dari Al-Zn-Mg-Cu dengan Mangan (Mn) yaitu Al = 1,82 Å; Zn = 1,53 Å; Mg = 1,72 Å; Cu = 1,57 Å; dan Mn= 1,79 Å; kemungkinan dengan ditambahkan Mn akan mensubstitusi Mg, sehingga pada komposisi 1% Wt Mn bagian ruang kosong diisi oleh Mn dan terjadi kecocokan akibatnya dapat meningkatkan sifat mekaniknya, namun untuk

%Wt lainnya tidak terjadi kecocokan antara ruang yang kosong dengan atom Mn yang ditambahkan sehingga masih terdapat porositas. Untuk lebih jelasnya perlu dilakukan pengujian dengan menggunakan SEM.

4.2 Bentuk Patahan Paduan Aluminium Setelah Dilakukan Uji Tarik

Pada penelitian ini juga dilakukan pengambilan gambar bentuk patahan A7075 setelah dilakukan uji tarik. Pengambilan gambar bentuk patahan tersebut dilakukan sebelum dan sesudah diberikan penambahan Mn. Bentuk patahan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8.



Gambar 4.7 Bentuk Patahan A7075 Sebelum Penambahan Mn



Gambar 4.8 Bentuk Patahan A7075 Sesudah Penambahan Mn

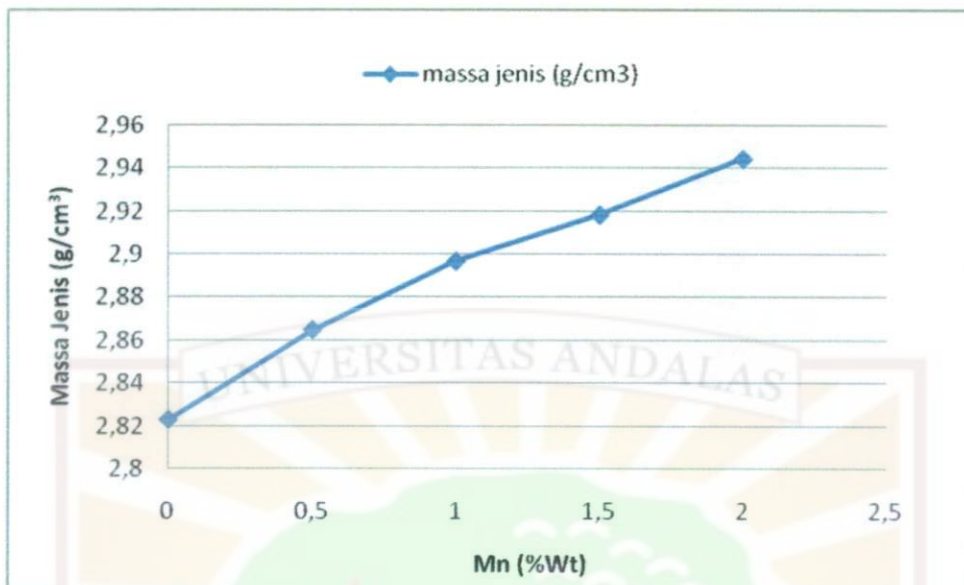
Hasil patahan A7075 setelah dilakukan uji tarik jika dibandingkan dengan teori yaitu pada Gambar 2.4 (Sumber: Smith, William F, 1996), bentuk patahan ini termasuk kepada jenis patahan bahan-bahan semi ulet (*semi-ductile materials*) baik sebelum maupun sesudah diberikan penambahan Mn. Pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8 jika dilihat secara kasat mata bahwa tidak adanya penambahan panjang, karena penambahan panjang yang dihasilkan cukup kecil sekali, sehingga paduan aluminium A7075 ini belum bisa digunakan untuk badan dan sayap pesawat terbang karena mudah patah.

4.3 Hasil Pengujian Massa Jenis

Pada penelitian ini juga dilakukan pengukuran massa jenis material sebelum dan sesudah diberikan penambahan Mn. Sampel yang diukur berbentuk silinder dengan diameter 2 cm dan panjang 20 cm. Ukuran sampel sama untuk semua jenis material. Masing-masing sampel ditimbang sebanyak 5 kali, kemudian diambil nilai rata-rata untuk menentukan massa jenis rata-ratanya. Hasil pengukuran massa jenis dapat dilihat pada Tabel 4.3. Selanjutnya data hasil pengukuran diplot menjadi grafik massa jenis Vs penambahan Mn, grafik ini dapat dilihat pada Gambar 4.9.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Pengaruh Mn terhadap Massa Jenis A7075

Mn (%Wt)	Massa (g)	Volume (cm ³)	ρ (g/cm ³)	$\bar{\rho}$ (g/cm ³)
-	177,096	62,80	2,820	2,823
	177,100		2,835	
	177,098		2,820	
	177,098		2,820	
	177,097		2,820	
0,5	179,89	62,80	2,8644	2,8650
	179,92		2,8649	
	179,95		2,8654	
	179,94		2,8652	
	179,94		2,8652	
1,0	181,93	62,80	2,8969	2,8970
	181,94		2,8971	
	179,93		2,8969	
	179,94		2,8971	
	179,94		2,8971	
1,5	183,31	62,80	2,9189	2,9185
	183,28		2,9184	
	183,29		2,9186	
	183,28		2,9184	
	183,29		2,9186	
2,0	184,94	62,80	2,9449	2,9447
	184,93		2,9447	
	184,93		2,9447	
	184,93		2,9447	
	184,93		2,9447	



Gambar 4.9 Grafik Pengaruh Mn (%Wt) terhadap Massa Jenis A7075

Hasil pengujian pengaruh %Wt Mn dapat dilihat pada Gambar 4.9, dari gambar terlihat bahwa semakin ditingkatkan %Wt Mn pada paduan aluminium A7075 maka massa jenisnya semakin meningkat mencapai 2,9447 g/cm³. Hal ini disebabkan karena massa jenis Mangan lebih besar daripada massa jenis aluminium yaitu 5,95 g/cm³. Kenaikan massa jenis ini tidak terlalu besar jika ditinjau secara teori yaitu menurut Amstead (1997) logam ringan adalah logam yang massa jenisnya kurang dari 5 g/cm³. Jadi dapat dikatakan bahwa paduan aluminium A7075 setelah diberi penambahan Mn termasuk golongan logam ringan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah:

1. Nilai kekerasan dengan penambahan Mn sebanyak 0,5%Wt, 1,0%Wt, 1,5%Wt dan 2,0%Wt berturut-turut adalah 179,65 kg/mm²; 134,66 kg/mm²; 196,43 kg/mm²; 167,35 kg/mm²; 105,58 kg/mm².
2. Secara umum penambahan Mn pada paduan Aluminium A7075 menyebabkan penurunan kuat tarik.
3. Massa jenis paduan aluminium A7075 meningkat seiring dengan banyaknya penambahan %Wt Mn
4. Jenis patahan paduan aluminium A7075 setelah dilakukan uji termasuk jenis batasan bahan semi ulet (*semi-ductile materials*).

5.2 Saran

Untuk mempengaruhi sifat mekanik material selain dengan menambahkan unsur kimia lain dapat juga dengan memberikan perlakuan panas. Paduan aluminium A7075 ini merupakan jenis paduan aluminium yang dapat diberikan perlakuan panas, untuk itu disarankan kepada peneliti selanjutnya untuk melakukan penelitian dengan memberi perlakuan panas terhadap paduan aluminium A7075 yang telah diberikan penambahan Mn dan untuk pengujian struktur mikro sebaiknya menggunakan mikroskop yang pembesarannya yang lebih tinggi seperti mikroskop elektron skanning (SEM).

DAFTAR PUSTAKA

- Amstead, B.H, dkk. 1997. *Teknologi Mekanik Jilid I Edisi Ke-tujuh Versi S₁*. Erlangga: Jakarta.
- 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.
- American Society For Testing and Materials. 1999, E 92-82 *Standar Test Methods for Vickers Hardness of Metallic Materials*. Annual Book ASTM Standars, Vol 03.01.
- Anzip, Arino dan Suhariyanto. *Peningkatan Sifat Mekanik Paduan Aluminium A356.2 dengan Penambahan Manganese (Mn) dan Perlakuan Panas T6*. SAINTEK Jurnal Ilmiah Teknik dan Rekayasa. (<http://puslits2.petra.ac.id/ejournal/indek.php/mes/ariticle/viewfile/16526/1651> , diakses tanggal 20 Desember 2009).
- Arifin, Amir. *Pengujian Kekerasan pada Material*. (<http://blog.unsri.ac.id/amir/material-teknik/pengujian-kekerasan-material/mrdetail/6808/>, diakses tanggal 30 Mei 2010).
- Basuki, Budhy. 2005. *Pengaruh Analisa Penampang Bentuk Riser Terhadap Cacat Pengecoran Logam Aluminium*. Seminar Material, Metalurgi 2005.
- Daryus, Asyari. 2008. *Proses Produksi*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Darma Persada: Jakarta.
- Gere, James M. 1972. *Mekanika Bahan*. Erlangga: Jakarta.
- Harahap, Gandhi, dkk. 1984. *Perencanaan Teknik Mesin Edisi Ke-empu Jilid I*. Erlangga: Jakarta.
- Hardi, T, dkk. *Analisis Tekstur dengan Teknik Difraksi Neutron pada Paduan Al-Zn-Mg-Cu (A7075)*. Urania Vol.15 No 3, juli 2009.
- 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.

- Rasyid, M, dkk. 2009. *Aluminium Murni dan Paduan*.
(<http://www.scribd.com/doc/25300537/makalah.aluminium>, diakses tanggal 22 April 2010).
- 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.
- Van V, Lawrence.2001. *Elemen-elemen Ilmu dan Rekayasa Material*. Erlangga: Jakarta.
- Wiley, J & Son. 1997. *Material Science and Engineering*. Tata McGraw-Hill: New Delhi
- Yuswono. 2002. *Pengaruh Kandungan Inklusi dan Porositas Terhadap Kegagalan Produk Kabel Tembaga Melalui Pengerjaan Drawing Kawat*. Prosiding Pertemuan Ilmiah Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bahan 2002.



PERHITUNGAN NILAI KEKERASAN VICKERS (HV)

Base Alloy A7075

Untuk titik 1:

$$P = 100 \text{ kg}$$

$$d_1 = 1,05 \text{ mm}$$

$$d_2 = 1,05 \text{ mm}$$

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{(1,05 + 1,05) \text{ mm}}{2} = 1,05 \text{ mm}$$

$$HV_1 = 1,854 \frac{P}{\bar{d}^2} = 1,854 \frac{100 \text{ kg}}{(1,05 \text{ mm})^2} = 168,16 \text{ kg / mm}^2$$

Untuk titik 2:

$$P = 100 \text{ kg}$$

$$d_1 = 1,0 \text{ mm}$$

$$d_2 = 1,0 \text{ mm}$$

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{(1,0 + 1,0) \text{ mm}}{2} = 1,0 \text{ mm}$$

$$HV_2 = 1,854 \frac{P}{\bar{d}^2} = 1,854 \frac{100 \text{ kg}}{(1,0 \text{ mm})^2} = 185,40 \text{ kg / mm}^2$$

Untuk titik 3:

$$P = 100 \text{ kg}$$

$$d_1 = 1,0 \text{ mm}$$

$$d_2 = 1,0 \text{ mm}$$

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{(1,0 + 1,0) \text{ mm}}{2} = 1,0 \text{ mm}$$

$$HV_3 = 1,854 \frac{P}{\bar{d}^2} = 1,854 \frac{100 \text{ kg}}{(1,0 \text{ mm})^2} = 185,40 \text{ kg / mm}^2$$

Nilai rata-rata kekerasan Base Alloy A7075:

$$\overline{HV} = \frac{HV_1 + HV_2 + HV_3}{3} = \frac{(168,16 + 185,40 + 185,40) \text{ kg/mm}^2}{3} = 179,65 \text{ kg/mm}^2$$

Penambahan 0,5 %Wt Mangan (Mn)

Untuk titik 1:

$$P = 100 \text{ kg}$$

$$d_1 = 1,2 \text{ mm}$$

$$d_2 = 1,2 \text{ mm}$$

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

$$HV_1 = 1,854 \frac{P}{d^2} = 1,854 \frac{100 \text{ kg}}{(1,2 \text{ mm})^2} = 128,75 \text{ kg/mm}^2$$

Untuk titik 2:

$$P = 100 \text{ kg}$$

$$d_1 = 1,2 \text{ mm}$$

$$d_2 = 1,05 \text{ mm}$$

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{(1,2 + 1,05) \text{ mm}}{2} = 1,125 \text{ mm}$$

$$HV_2 = 1,854 \frac{P}{d^2} = 1,854 \frac{100 \text{ kg}}{(1,125 \text{ mm})^2} = 146,48 \text{ kg/mm}^2$$

Untuk titik 3:

$$P = 100 \text{ kg}$$

$$d_1 = 1,2 \text{ mm}$$

$$d_2 = 1,2 \text{ mm}$$

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

$$HV_3 = 1,854 \frac{P}{\bar{d}^2} = 1,854 \frac{100kg}{(1,2mm)^2} = 128,75kg/mm^2$$

Nilai rata-rata kekerasan A7075 dengan penambahan 0,5%Wt Mn:

$$\overline{HV} = \frac{HV_1 + HV_2 + HV_3}{3} = \frac{(128,75 + 146,48 + 128,75)kg/mm^2}{3} = 134,66kg/mm^2$$

Penambahan 1,0 %Wt Mangan (Mn)

Untuk titik 1:

$$P = 100 \text{ kg}$$

$$d_1 = 0,85 \text{ mm}$$

$$d_2 = 0,87 \text{ mm}$$

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{(0,85 + 0,87)mm}{2} = 0,86mm$$

$$HV_1 = 1,854 \frac{P}{\bar{d}^2} = 1,854 \frac{100kg}{(0,86mm)^2} = 250,67kg/mm^2$$

Untuk titik 2:

$$P = 100 \text{ kg}$$

$$d_1 = 1,2 \text{ mm}$$

$$d_2 = 1,0 \text{ mm}$$

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{(1,2 + 1,0)mm}{2} = 1,1mm$$

$$HV_2 = 1,854 \frac{P}{\bar{d}^2} = 1,854 \frac{100kg}{(1,1mm)^2} = 153,22kg/mm^2$$

Untuk titik 3:

$$P = 100 \text{ kg}$$

$$d_1 = 1,0 \text{ mm}$$

$$d_2 = 1,0 \text{ mm}$$

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{(1,0 + 1,0)mm}{2} = 1,0mm$$

$$HV_3 = 1,854 \frac{P}{d^2} = 1,854 \frac{100kg}{(1,0mm)^2} = 185,4kg/mm^2$$

Nilai rata-rata kekerasan A7075 dengan penambahan 1,0%Wt Mn:

$$\overline{HV} = \frac{HV_1 + HV_2 + HV_3}{3} = \frac{(250,67 + 153,22 + 185,4)kg/mm^2}{3} = 196,43kg/mm^2$$

Penambahan 1,5 %Wt Mangan (Mn)

Untuk titik 1:

$$P = 100 \text{ kg}$$

$$d_1 = 1,05 \text{ mm}$$

$$d_2 = 1,0 \text{ mm}$$

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{(1,05 + 1,0)mm}{2} = 1,025mm$$

$$HV_1 = 1,854 \frac{P}{d^2} = 1,854 \frac{100kg}{(1,025mm)^2} = 176,47kg/mm^2$$

Untuk titik 2:

$$P = 100 \text{ kg}$$

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

$$d_2 = 1,2 \text{ mm}$$

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{(1,1 + 1,2)mm}{2} = 1,15mm$$

$$HV_2 = 1,854 \frac{P}{d^2} = 1,854 \frac{100kg}{(1,15mm)^2} = 140,19kg/mm^2$$

Untuk titik 3:

$$P = 100 \text{ kg}$$

$$d_1 = 1,0 \text{ mm}$$

$$d_2 = 1,0 \text{ mm}$$

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{(1,0 + 1,0) \text{ mm}}{2} = 1,0 \text{ mm}$$

$$HV_3 = 1,854 \frac{P}{d^2} = 1,854 \frac{100 \text{ kg}}{(1,0 \text{ mm})^2} = 185,4 \text{ kg / mm}^2$$

Nilai rata-rata kekerasan A7075 dengan penambahan 1,5%Wt Mn:

$$\overline{HV} = \frac{HV_1 + HV_2 + HV_3}{3} = \frac{(176,47 + 140,19 + 185,4) \text{ kg / mm}^2}{3} = 167,35 \text{ kg / mm}^2$$

Penambahan 2,0 %Wt Mangan (Mn)

Untuk titik 1:

$$P = 100 \text{ kg}$$

$$d_1 = 1,34 \text{ mm}$$

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

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{(1,34 + 1,25) \text{ mm}}{2} = 1,295 \text{ mm}$$

$$HV_1 = 1,854 \frac{P}{d^2} = 1,854 \frac{100 \text{ kg}}{(1,295 \text{ mm})^2} = 110,55 \text{ kg / mm}^2$$

Untuk titik 2:

$$P = 100 \text{ kg}$$

$$d_1 = 1,26 \text{ mm}$$

$$d_2 = 1,31 \text{ mm}$$

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{(1,26 + 1,31) \text{ mm}}{2} = 1,285 \text{ mm}$$

$$HV_2 = 1,854 \frac{P}{d^2} = 1,854 \frac{100 \text{ kg}}{(1,285 \text{ mm})^2} = 112,28 \text{ kg / mm}^2$$

Untuk titik 3:

$$P = 100 \text{ kg}$$

$$d_1 = 1,42 \text{ mm}$$

$$d_2 = 1,39 \text{ mm}$$

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{(1,42 + 1,39) \text{ mm}}{2} = 1,405 \text{ mm}$$

$$HV_3 = 1,854 \frac{P}{d^2} = 1,854 \frac{100 \text{ kg}}{(1,405 \text{ mm})^2} = 93,92 \text{ kg / mm}^2$$

Nilai rata-rata kekerasan A7075 dengan penambahan 2,0%Wt Mn:

$$\overline{HV} = \frac{HV_1 + HV_2 + HV_3}{3} = \frac{(110,55 + 112,28 + 93,92) \text{ kg / mm}^2}{3} = 105,58 \text{ kg / mm}^2$$

PERHITUNGAN NILAI KUAT TARIK (σ_U)

Base Alloy A7075

$$P_{\max} = 2939 \text{ kg}$$

$$\text{Diameter} = 10 \text{ mm}$$

$$\text{Jari-jari} = 5 \text{ mm}$$

$$\sigma_U = \frac{P_{\max}}{A_0} = \frac{P_{\max}}{\pi r^2} = \frac{2939 \text{ kg}}{78,5 \text{ mm}^2} = 37,44 \text{ kg / mm}^2$$

Penambahan 0,5 %Wt Mangan (Mn)

$$P_{\max} = 196 \text{ kg}$$

$$\text{Diameter} = 10 \text{ mm}$$

$$\text{Jari-jari} = 5 \text{ mm}$$

$$\sigma_U = \frac{P_{\max}}{A_0} = \frac{P_{\max}}{\pi r^2} = \frac{196 \text{ kg}}{78,5 \text{ mm}^2} = 2,49 \text{ kg / mm}^2$$

Penambahan 1,0 %Wt Mangan (Mn)

$$P_{\max} = 984 \text{ kg}$$

$$\text{Diameter} = 10 \text{ mm}$$

Jari-jari = 5 mm

$$\sigma_U = \frac{P_{\max}}{A_0} = \frac{P_{\max}}{\pi r^2} = \frac{984 \text{ kg}}{78,5 \text{ mm}^2} = 12,54 \text{ kg/mm}^2$$

Penambahan 1,5 % Wt Mangan (Mn)

P_{\max} = 902 kg

Diameter = 10 mm

Jari-jari = 5 mm

$$\sigma_U = \frac{P_{\max}}{A_0} = \frac{P_{\max}}{\pi r^2} = \frac{902 \text{ kg}}{78,5 \text{ mm}^2} = 11,49 \text{ kg/mm}^2$$

Penambahan 2,0 % Wt Mangan (Mn)

P_{\max} = 678 kg

Diameter = 10 mm

Jari-jari = 5 mm

$$\sigma_U = \frac{P_{\max}}{A_0} = \frac{P_{\max}}{\pi r^2} = \frac{678 \text{ kg}}{78,5 \text{ mm}^2} = 8,64 \text{ kg/mm}^2$$

PERHITUNGAN MASSA JENIS A7075

Base Alloy A7075

Diameter = 2 cm

Jari-jari = 1 cm

Panjang silinder = 20 cm

$$V_{\text{silinder}} = \pi r^2 l = 3,14 \times (1 \text{ cm})^2 \times 20 \text{ cm} = 62,80 \text{ cm}^3$$

Massa 1 = 177,096 gram

Massa 2 = 177,100 gram

Massa 3 = 177,098 gram

Massa 4 = 177,098 gram

Massa 5 = 177,097 gram

Sehingga massa jenis masing-masing adalah:

$$\rho_1 = \frac{m_1}{V} = \frac{177,096g}{62,80cm^3} = 2,820g/cm^3$$

$$\rho_2 = \frac{m_2}{V} = \frac{177,100g}{62,80cm^3} = 2,835g/cm^3$$

$$\rho_3 = \frac{m_3}{V} = \frac{177,098g}{62,80cm^3} = 2,820g/cm^3$$

$$\rho_4 = \frac{m_4}{V} = \frac{177,098g}{62,80cm^3} = 2,820g/cm^3$$

$$\rho_5 = \frac{m_5}{V} = \frac{177,097g}{62,80cm^3} = 2,820g/cm^3$$

Massa jenis rata-rata Base Alloy A7075 adalah:

$$\begin{aligned}\bar{\rho} &= \frac{\rho_1 + \rho_2 + \rho_3 + \rho_4 + \rho_5}{5} \\ &= \frac{(2,820 + 2,835 + 2,820 + 2,820 + 2,820)g/cm^3}{5} \\ &= 2,823g/cm^3\end{aligned}$$

Penambahan 0,5 % Wt Mangan (Mn)

Diameter = 2 cm

Jari-jari = 1 cm

Panjang silinder = 20 cm

$$V_{\text{silinder}} = \pi r^2 l = 3,14 \times (1cm)^2 \times 20cm = 62,80cm^3$$

Massa 1 = 179,89 gram

Massa 2 = 179,92 gram

Massa 3 = 179,95 gram

Massa 4 = 179,94 gram

Massa 5 = 179,094 gram

Sehingga massa jenis masing-masing adalah:

$$\rho_1 = \frac{m_1}{V} = \frac{179,89g}{62,80cm^3} = 2,8644g/cm^3$$

$$\rho_2 = \frac{m_2}{V} = \frac{179,92g}{62,80cm^3} = 2,8649g/cm^3$$

$$\rho_3 = \frac{m_3}{V} = \frac{179,95g}{62,80cm^3} = 2,8654g/cm^3$$

$$\rho_4 = \frac{m_4}{V} = \frac{179,94g}{62,80cm^3} = 2,8652g/cm^3$$

$$\rho_5 = \frac{m_5}{V} = \frac{179,94g}{62,80cm^3} = 2,8652g/cm^3$$

Massa jenis rata-rata dengan penambahan 0,5%Wt Mn adalah:

$$\begin{aligned}\bar{\rho} &= \frac{\rho_1 + \rho_2 + \rho_3 + \rho_4 + \rho_5}{5} \\ &= \frac{(2,8644 + 2,8649 + 2,8654 + 2,8652 + 2,8652)g/cm^3}{5} \\ &= 2,8650g/cm^3\end{aligned}$$

Penambahan 1,0 %Wt Mangan (Mn)

Diameter = 2 cm

Jari-jari = 1 cm

Panjang silinder = 20 cm

$$V_{\text{silinder}} = \pi r^2 l = 3,14 \times (1cm)^2 \times 20cm = 62,80cm^3$$

Massa 1 = 181,93 gram

Massa 2 = 181,94 gram

Massa 3 = 181,93 gram

Massa 4 = 181,94 gram

Massa 5 = 181,94 gram

Sehingga massa jenis masing-masing adalah:

$$\rho_1 = \frac{m_1}{V} = \frac{181,93g}{62,80cm^3} = 2,8969g/cm^3$$

$$\rho_2 = \frac{m_2}{V} = \frac{181,94g}{62,80cm^3} = 2,8971g/cm^3$$

$$\rho_3 = \frac{m_3}{V} = \frac{181,93g}{62,80cm^3} = 2,8969g/cm^3$$

$$\rho_4 = \frac{m_4}{V} = \frac{181,94g}{62,80cm^3} = 2,8971g/cm^3$$

$$\rho_5 = \frac{m_5}{V} = \frac{181,94g}{62,80cm^3} = 2,8971g/cm^3$$

Massa jenis rata-rata dengan penambahan 1,0%Wt Mn adalah:

$$\begin{aligned}\bar{\rho} &= \frac{\rho_1 + \rho_2 + \rho_3 + \rho_4 + \rho_5}{5} \\ &= \frac{(2,8969 + 2,8971 + 2,8969 + 2,8971 + 2,8971)g/cm^3}{5} \\ &= 2,8970g/cm^3\end{aligned}$$

Penambahan 1,5 %Wt Mangan (Mn)

Diameter = 2 cm

Jari-jari = 1 cm

Panjang silinder = 20 cm

$$V_{\text{silinder}} = \pi r^2 l = 3,14 \times (1cm)^2 \times 20cm = 62,80cm^3$$

Massa 1 = 183,31 gram

Massa 2 = 183,28 gram

Massa 3 = 183,29 gram

Massa 4 = 183,28 gram

Massa 5 = 183,29 gram

Sehingga massa jenis masing-masing adalah:

$$\rho_1 = \frac{m_1}{V} = \frac{183,31g}{62,80cm^3} = 2,9189g/cm^3$$

$$\rho_2 = \frac{m_2}{V} = \frac{183,28g}{62,80cm^3} = 2,9184g/cm^3$$

$$\rho_3 = \frac{m_3}{V} = \frac{183,29g}{62,80cm^3} = 2,9186g/cm^3$$

$$\rho_4 = \frac{m_4}{V} = \frac{183,28g}{62,80cm^3} = 2,9184g/cm^3$$

$$\rho_5 = \frac{m_5}{V} = \frac{183,29g}{62,80cm^3} = 2,9186g/cm^3$$

Massa jenis rata-rata dengan penambahan 1,5%Wt Mn adalah:

$$\begin{aligned}\bar{\rho} &= \frac{\rho_1 + \rho_2 + \rho_3 + \rho_4 + \rho_5}{5} \\ &= \frac{(2,9189 + 2,9184 + 2,9186 + 2,9184 + 2,9186)g/cm^3}{5} \\ &= 2,9185g/cm^3\end{aligned}$$

Penambahan 2,0 %Wt Mangan (Mn)

Diameter = 2 cm

Jari-jari = 1 cm

Panjang silinder = 20 cm

$$V_{\text{silinder}} = \pi r^2 l = 3,14 \times (1cm)^2 \times 20cm = 62,80cm^3$$

Massa 1 = 184,94 gram

Massa 2 = 184,93 gram

Massa 3 = 184,93 gram

Massa 4 = 184,93 gram

$$\text{Massa 5} = 184,93 \text{ gram}$$

Sehingga massa jenis masing-masing adalah:

$$\rho_1 = \frac{m_1}{V} = \frac{184,94 \text{ g}}{62,80 \text{ cm}^3} = 2,9449 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho_2 = \frac{m_2}{V} = \frac{184,93 \text{ g}}{62,80 \text{ cm}^3} = 2,9447 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho_3 = \frac{m_3}{V} = \frac{184,93 \text{ g}}{62,80 \text{ cm}^3} = 2,9447 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho_4 = \frac{m_4}{V} = \frac{184,93 \text{ g}}{62,80 \text{ cm}^3} = 2,9447 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho_5 = \frac{m_5}{V} = \frac{184,93 \text{ g}}{62,80 \text{ cm}^3} = 2,9447 \text{ g/cm}^3$$

Massa jenis rata-rata dengan penambahan 2,0%Wt Mn adalah:

$$\begin{aligned} \bar{\rho} &= \frac{\rho_1 + \rho_2 + \rho_3 + \rho_4 + \rho_5}{5} \\ &= \frac{(2,9449 + 2,9447 + 2,9447 + 2,9447 + 2,9447) \text{ g/cm}^3}{5} \\ &= 2,9447 \text{ g/cm}^3 \end{aligned}$$