

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Sebelumnya

Rendi Aris Ardiansyah, dkk. (2016) melakukan penelitian hasil pengecoran alumunium dengan penambahan fluk. Fungsi fluk yang di gantikan dengan serbuk *dry cell*. Fungsi fluk serdiri sebagai pembersih logam cair dari gas-gas serta unsur-unsur pengotor yang ikur terlarut. Penelitian tersebut dilakukan dengan penambahan serbuk *dry cell* sebanyak 0,1%, 0,3%, dan 0,5%. Dengan penambahan serbuk *dry cell* tersebut memperoleh hasil dengan kesimpulan coran dengan penambahan serbuk *dry cell* 0,1% memiliki fiuditas paling baik, dan coran dengan pemambahan serbuk *dry cell* 0,3% memiliki cacat paling sedikit.

Samhudin, dkk. (2017) melakukan penelitian tentang pengaruh penembahan limbah abu terbang batubara (*flyash*) terhadap kekerasan dan kekuatan material yang dihasilkan. Penelitian ini menggunakan alumunium bekas kaleng minuman *soft drink* yang dilebur serta dipadukan dengan limbah abu terbang batubara (*flyash*) dengan variasi paduan 80% : 20%, 70% : 30%, 60% : 40%. dari penelitian memperoleh hasil pada pengujian kekerasan spesimen dengan paduan Al-FA 60% : 40% memiliki kekerasan terrendah yaitu 49,78528 kg/mm<sup>2</sup>, dan paduan Al-FA terdinggu diperoleh dengan perbandingan 80% : 20% yaitu 60,25068 kg/mm<sup>2</sup>. Sedangkan pada pengujian ketangguhan nilai tertinggi diperoleh dengan paduan Al-FA 60% : 40% sebesar 0,162 J/mm<sup>2</sup> dan nilai terendah diperoleh paduan 100% alumunium sebesar 0,056 J/mm<sup>2</sup>.

Suherman,dan Fahrizal (2017) melakukan penelitian tentang pengruh penambahan Mn sebesar 0,24% terhadap sifat fisik dan mekanis Al-10Si dengan metode pengecoran *lost foam casting*. Campuran Al-10Si dan Mn dicairkan pada dapur kursibel dengan temperatur 730°C. Logam cair kemudian dituangkan pada saluran cetak secara perlahan, dengan pola *styro foam* yang telah dibuat. Setelah logam cair membeku seluruhnya

kemudian dikeluarkan dari cetakan dan dibersihkan untuk dipotong sesuai dengan spesimen uji.

Pegujian pada penelitian ini meliputi uji tarik dengan mesin uji tarik servo pulser, uji ketangguhan dengan metode *charpy*, uji kekerasan dengan metode *Rocwelltest*, dan pengamatan strukrur micro dengan menggunakan *microscope optic*. Penelitian ini memperoleh hasil kesimpulan pada uji tarik penambahan Mn terhadap paduan Al-10Si menurunkan kekuatan tariknya sebesar 46% dengan hasil uji sebelum penambahan Mn sebesar 125.549 Mpa dan setelah penambahan Mn sebesar 66.648 Mpa.

Pada uji kekerasan penambahan Mn terhadap paduan Al-10Si meningkatkan kekerasannya sebesar 2,42% dengan hasil uji sebelum penambahan Mn sebesar 99,8 HRL, dan setelah penambahan Mn sebesar 102,22 HRL. Pada uji ketangguhan penambahan Mn terhadap paduan Al-10Si menurunkan ketangguhannya sebesar 25% dengan hasil sebelum penambahan Mn sebesar 3.01 J dan setelah penambahan Mn sebesar 2.22 J. Serta pada prngamatan mikro strukturnya terdapat perubahan akibat paduan Al-10Si ditambahkan dengan Mn, dimana partikel Si mengalami perubahan bentuk dari platelike menjadi bentuk blocklike.

Afif Ardian Aziz, dkk. (2017) meneliti tentang hasil pengecoran paduan alumunium *flatbar* dan limbah kampas rem untuk bahan baku pembuatan jendela kapal. Bahan baku pada yang digunakan pada penelitian ini dengan perbandingan 50:50 dengan menggunakan cetakan pasir dan cetakan hidrolik. Pada penelitian ini dilakukan beberapa pengujian meliputi uji kekuatan tarik, uji kekuatan tekuk, uji komposisi, dan uji radiografi.

Penelitian ini memperoleh hasil pada uji tarik spesimen dengan cetakan hidrolik mendapatkan hasil lebih baik di bandingkan spesimen dengan cetakan pasir dengan hasil uji 12,86 Kg/mm<sup>2</sup> untuk spesimen cetakan hidrolik dan 9,3 Kg/mm<sup>2</sup> untuk spesimen cetakan pasir, pada uji kekuatan tekuk spesimen cetakan hidrolik memperoleh hasil yang lebih baik dibanding spesimen cetakan pasir dengan hasil uji rata-rata defleksi

2,71 mm untuk spesimen cetakan hidrolik dan 2,12 mm untuk spesimen cetakan pasir. Sedangkan pada uji radiografi banyak terjadi porositas pada spesimen dengan cetakan pasir dibandingkan spesimen dengan cetakan hidrolik, serta untuk uji komposisi pada paduan ini memiliki kandungan Al sebesar 65,89%.

Andika Wisnujati, dan Chertian Septiansyah (2018) melakukan penelitian tentang hasil pengecoran alumunium dari piston bekas. piston bekas dipilih untuk mendapatkan unsur Si yang tinggi pada piston. Penelitian ini dilakukan pengecoran alumunium dengan variasi perlakuan panas terhadap cetakan. Cetakan yang digunakan pada penelitian ini adalah cetakan logam (*dies*). Variasi suhu yang dilakukan pada cetakan tersebut adalah 450°C dan 500°C dengan harapan mampu memperbaiki sifat getas pada alumunium.

Dengan pemanasan cetakan logam tersebut memperoleh hasil dan kesimpulan, bahwa perlakuan panas pada cetakan dengan suhu 450°C, menghasilkan nilai tegangan tarik rata-rata 774,74 N/mm<sup>2</sup> dan dari pengujian struktur mikro dengan hasil metalografi diperoleh struktur mikro silikon primer yang berbentuk partikel kecil dan silikon austenit yang berbentuk jarum yang akan meningkatkan ketahanan aus material.

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Alumunium**

Alumunium merupakan unsur logam kimia berlimpah yang secara luas digunakan diseluruh dunia untuk berbagai produk. Unsur ini memiliki nomor atom 13, dan diidentifikasi dengan simbol Al pada tabel periodik unsur. Hal ini diklasifikasikan dalam logam miskin, dengan logam seperti timah. Alumunium merupakan unsur paling umum ke tiga di kerak bumi, sehingga cadangannya berlimpah dibumi. (Helmy Puewanto, Mulyonorejo, 2010).

Alumunium ialah logam yang ringan serta mempunyai ketahanan yang baik terhadap korosi, sebagai penghantar listrik yang baik, ringan dan mudah dibentuk, serta memiliki sifat baik lainnya.

Untuk meningkatkan sifat sifatnya agar mrnjadi lebih baik lagi maka dapat di padukan atau dicampurkan dengan beberapa bahan lain seperti Cu, Ni, Sn, Mn, Mg, Zn. Dicampurkan secara satu persatu maupun dicampur beberapa bahan lain secara bersamaan. (Supriyanto, 2009).

Alumunium memiliki berat jenis  $2,96 \text{ gr/cm}^3$  dan titik lelubnya mencapai  $660 \text{ }^\circ\text{C}$ , alumiunium banyak digunakan dalam kehidupan sehari hari seperti pada perabotan rumah tangga, motor, mobil, pesawat, pagar rumah, serta sebagai bahan konstruksi. Walaupun kekuatanalumunium murni memiliki kekurangan namun hal tersebut dapat diatasi dengan menambahkan bahan pasuan lainnya seperti Tembaga (Cu), Nikel (Ni), Magnesium (Mg), Mangan (Mn), Seng (Zn), dan bahan paduan lainnya sehingga kekuatannya meningkat.(Supriyanto, 2009).

Alumunium sendiri terdapat banyak jenisnya, sesuai dengan bahan paduan dan kegunaannya serta memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Alumunium dapat dibagi menjadi beberapa jenis seperti :

1. Alumunium murni

Alumunium 99% tanpa tambahan logam apapun. Kekuatan tensil alumunium ini hanya sebesar 90 Mpa. Tergolong lunak untuk penggunaan yang luas sehingga perlu dipadukan dengan logam lainnya.

2. Paduan alumunium silikon (Al-Si)

Paduan alumunium ini dipadukan dengan silikon sebesar 15%. Dari penambahan silikon tersebut mampu menambah kekuatan dan kekerasan mencapai 525 Mpa. Jika paduan silikon lebih dari 15% maka tingkat kerapuhannya mampu meningkat drastis akibat terjadi pembentukan kristal granula silika.

3. Paduan alumunium magnesium (Al-Mg)

Paduan alumunium ini dipadukan dengan magnesium sekitar 15,35% sehingga mampu menurunkan titik lebur secara

drastis, dari 600°C menjadi 450°C, dengan penambahan magnesium ini juga menjadikan logam tersebut mampu bekerja sama baik di temperatur yang sangat rendah sekalipun.

#### 4. Paduan aluminium tembaga (Al-Cu)

Paduan aluminium ini ditambahkan tembaga sekitar 5,6% . paduan antara aluminium dan tembaga ini memiliki sifat keras, dan kuat, namun rapuh.

#### 5. Paduan aluminium mangan (Al-Mn)

Pemambahan mangan pada aluminium ini akan berpengaruh pada sifat dapat dilakukan pengelasan tegangan dengan mudah, karena paduan ini memiliki kekuatan tensil yang tinggi namun tidak terlalu rapuh.

#### 6. Paduan aluminium seng (Al-Zn)

Paduan aluminium dengan seng ini memiliki kekuatan tertinggi dibandingkan dengan paduan yang lainnya, dengan penambahan seng sekitar 5,5% mampu mencapai kekuatan tensil 580 Mpa.

#### 7. Paduan aluminium lithium

Penambahan lithium pada aluminium akan mengurangi massa jenisnya, dengan penambahan lithium sebesar 1% maka akan mengurangi massa jenis paduan sekitar 3%.

#### 8. Paduan aluminium skandium

penambahan skandium ke aluminium akan mengurangi pemuaian pada paduan. Namun paduan ini saat ini jarang ditemui karena banyak paduan yang lebih murah dan lebih mudah pembuatannya.

#### 9. Paduan aluminium besi

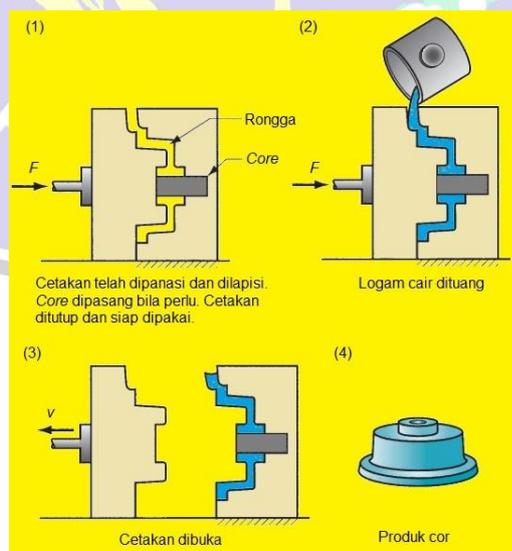
Besi (Fe) memang sering tercampur dalam paduan aluminium terutama ada saat pengecoran. Penambahan besi pada aluminium akan mengakibatkan menurunnya kekuatan tensil secara signifikan dan akan meningkatkan kekerasannya dalam jumlah yang sangat kecil.

### 2.2.2 Pengecoran

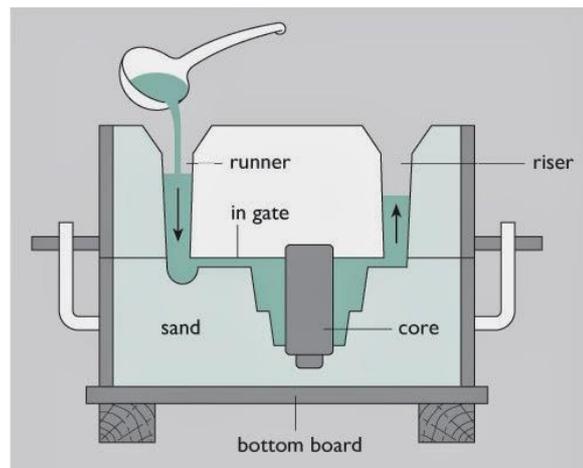
Pengecoran merupakan salah satu teknik pembuatan produk dengan cara logam dipanaskan dalam tungku peleburan hingga mencair kemudian dituangkan ke dalam rongga cetakan sesuai bentuk asli dari produk cor yang akan dibuat. Ada 4 hal yang mempengaruhi proses pengecoran yaitu :

1. Alirannya cairan logam ke dalam rongga cetakan.
2. Pengaruh material cetakan .
3. Proses perpindahan panas selama pembekuan dan pendinginan logam cair.
4. Pembekuan logam dari cair hingga padat.

Teknik pengecoran logam dibagi menjadi beberapa jenis berdasarkan cetaknya. pengecoran dengan cetakan tidak permanen atau cetaka sekali pakai biasanya menggunakan pasir dan pasir yang digunakan dalam pengecoran ini adalah pasir silika, pasir zircon atau pasir hijau. Pengecoran logam menggunakan cetakan permanen yaitu proses pengecoran dengan menggunakan cetakan tetap atau cetakan yang dapat digunakan hingga beberapa kali pengecoran, pengecoran jenis ini biasa digunakan pada industri logam. Seperti contohnya dapat diamati dari gambar 2.1 dan 2.2



Gambar. 2.1 Pengecoran Cetakan Permanen



Gambar. 2.2 Pengecoran Cetakan Pasir

Proses pengecoran logam sendiri memiliki beberapa kekurangan dan kelebihan. Kelebihan dari proses pengecoran logam yaitu bentuk coran dapat divariasikan, dapat dikerjakan dengan berbagai skala ukuran, dapat diterapkan pada banyak logam, biaya yang lebih murah dibandingkan dengan proses manufaktur lain, komponen hasil pengecoran dapat dioptimalkan dengan mengkombinasikan beberapa bahan coran, dapat didaur ulang tanpa mengurangi kualitas hasil, hemat bahan dibanding proses permesinan.

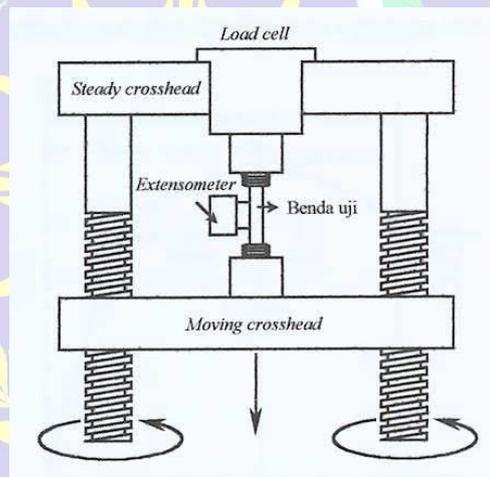
Sedangkan kekurangan dari proses pengecoran yaitu sifat mekanis hasil coran kurang baik, hasil permukaan dan akurasi dimensi yang kurang baik, proses peleburan dan penuangan yang berbahaya bagi kesehatan manusia maupun lingkungan. Pengecoran aluminium adalah suatu proses penuangan logam cair aluminium yang dimasukkan ke dalam cetakan, kemudian didiamkan membeku di dalam cetakan dan kemudian dikeluarkan.

Faktor-faktor dari luar juga mempengaruhi hasil dalam proses pengecoran logam aluminium, yaitu bahan yang digunakan baik material pengecoran maupun temperatur peleburan logam, ditambah pula lingkungan dalam pembuatan benda kerja, dan cuaca yang kurang baik juga mempengaruhi hasil pengecoran.

### 2.2.3 Uji Tarik

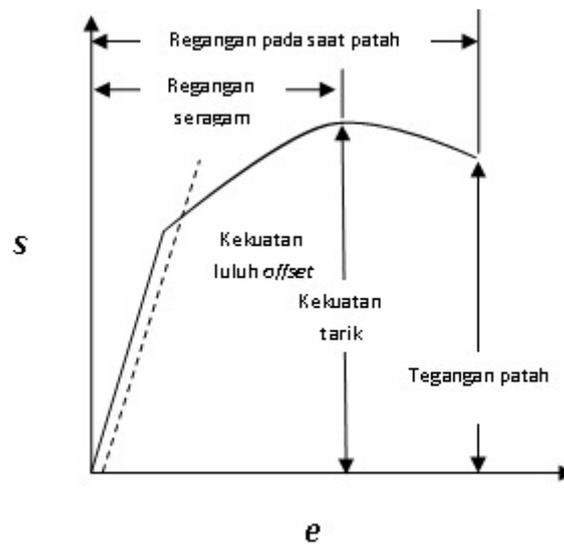
Uji tarik merupakan pengukuran suatu material untuk mengetahui keuletan dan ketangguhan suatu bahan terhadap tegangan maupun regangan yang dialami bahan tersebut. Uji tarik dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik sebuah material dengan cara menarik material uji hingga putus, oleh karena itu alat uji tarik harus memiliki daya cengkram dan daya tarik yang sangat kuat.

Pengujian tarik ini dilakukan dengan cara menjepitkan kedua ujung benda atau bahan yang akan diuji pada alat uji tarik, kemudian benda uji akan diregangkan atau ditarik oleh alat uji tarik hingga putus. Selama proses pengujian tarik maka perpanjangan pada benda uji diamati, kemudian diambil data dari perubahan benda uji. Seperti dapat diamati dari gambar 2.3.



Gambar. 2.3 Skema pengujian tarik

Tegangan dari pengujian tarik ini dapat diperoleh melalui cara membagi beban dengan luas awal penampang pada benda uji. Sedangkan regangan dapat diperoleh melalui cara membagi perpanjangan benda uji setelah diuji dengan panjang awal sebelum diuji. Kemudian disajikan dalam bentuk kurva seperti gambar 2.4.



Gambar. 2.4 Kurva Tegangan dan Regangan

Bentuk dan besaran ada kurva tegangan dan regangan suatu logam dapat dipengaruhi dari komposisi, perlakuan panas, serta deformasi plastis yang pernah dialami. Parameter yang digunakan dalam menggambar kurva tegangan regangan logam adalah kekuatan tarik, kekuatan luluh, persentase perpanjangan, dan pengurangan luas. Adapun hasil dari pegujian tarik ini maka dapat di ketahui :

1. Kekuatan tarik atau beban maksimum yang mampu diterima oleh benda uji atau logam tarik.
2. Ekuatan luluh atau batas luluh material adalah titik yang menunjukkan batas elastis dan batas plastis suatu material
3. Keuletan material atau batas kemampuan suatu bahan untuk menahan beban pada titik regangan plastis tanpa putus.
4. Modulus elastisitas adalah ukuran kekuatan suatu bahan terhadap elastisitasnya.

#### 2.2.4 Uji Kekerasan

Uji kekerasan sesuatu bahan sangat berguna, sebab bisa digunakan buat mengenali salah satu sifat mekanik yakni kekuatan. Nilai kekuatan tarik sebuah material pula bisa diambil dari

kekerasannya. Terdapat banyak metode pengujian kekerasan tergantung dengan metode serta konsep yang diadopsi.

Dalam pengerjaan logam, kekerasan dinyatakan sebagai kemampuan untuk menahan lekukan atau penetrasi atau dengan definisi lain adalah ketahanan logam terhadap deformasi plastis. Beberapa metode yang dapat dilakukan guna mengetahui atau menguji kekerasan logam, yaitu: metode *Brinell*, *Rockwell*, *Vickers*, dan lainnya.

Pada dasarnya uji kekerasan dilakukan dengan menekankan sebuah indenter yang lebih keras dari bahan uji dengan beban dan jangka waktu tertentu, bekas jejak tekan pada permukaan benda uji akan diukur untuk menentukan nilai kekerasan dengan cara gaya tekan dibagi luas jejak tekan. Ada juga pengujian yang nilai kekerasan langsung dapat dilihat pada dial indikator.

Terdapat beberapa macam metode yang digunakan dalam pengujian kekerasan logam, yaitu :

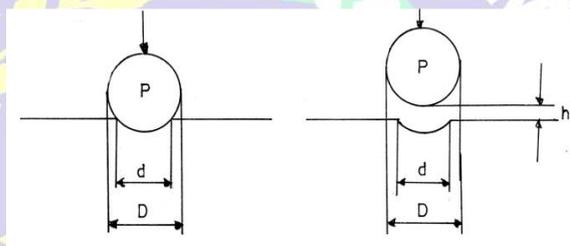
1. Metode Kekerasan *Brinell*.
2. Metode Kekerasan *Vickers*.
3. Metode Kekerasan *Rockwell*.
4. Metode Kekerasan *Rockwell Superficial*.
5. Metode Kekerasan *Knoop*.
6. Metode Kekerasan *Shore Scleroscope*.
7. Metode Kekerasan *Sonodur*.
8. Metode Kekerasan *Moh*.
9. Metode Kekerasan *File*.

Namun kesembilan metode pengujian kekerasan tersebut, hanya tiga metode yang sering digunakan dalam pengujian logam, yaitu metode:

1. Metode Kekerasan *Brinell*.
2. Metode Kekerasan *Vickers*.
3. Metode Kekerasan *Rockwell*

Namun dalam penelitian kali ini hanya metode Kekerasan *Brinell* yang akan saya gunakan. Uji kekerasan dengan metode *Brinell* menggunakan bola baja yang ditekan pada permukaan material uji tersebut untuk mengetahui kekerasan dari material dalam bentuk ketahanan material terhadap tekanan. Pengujian metode *Brinell* hanya mampu menguji material sampai 400 HBN, jika dirasa material lebih dari nilai tersebut maka disarankan menggunakan metode pengujian lain seperti *Rockwell* atau *Vickers*.

Pengujian kekerasan dengan metode *brinell* dilakukan dengan menggunakan indentor bola baja dengan ukuran dan waktu yang disesuaikan dengan bahan material yang di uji. Dapat di lihat pada gambar 2.5.



Gambar. 2.5 Indentor brinell

Dengan  $P$  = bola indentor atau beban yang di berikan ,  $D$  = diameter bola indentor,  $d$  = diameter jejak. Besar diameter bola baja dan beban yang diberikan disesuaikan dengan jenis material bahan uji dan ketebalan bahan uji. (Pancatavva Hesti Gunawan dan Sriyono, 2016).

### 2.2.5 Struktur mikro

Struktur mikro ialah gambar dari kumpulan fasa- fasa yang mampu diamati dengan metode metalografi. Struktur mikro sesuatu logam sanggup dilihat dengan memakai mikroskop. Mikroskop yang digunakan ialah mikroskop optik serta mikroskop elektron. Saat sebelum dilihat dengan mikroskop, permukaan logam wajib

haluskan terlebih dulu, setelah itu dibersihkan dengan reagen kimia agar memudahkan pengamatan.

Perlakuan ini dinamakan *etching*. Bertujuan agar kita dapat mengetahui atau melihat struktur mikro dari suatu logam. Struktur mikro pada setiap logam memiliki perbedaan. Dengan memanfaatkan diagram fasa, kita dapat mengetahui struktur mikronya serta dapat mengetahui fasa yang akan diperoleh pada komposisi sebuah material. Dan dari struktur mikro kita dapat melihat :

- a. Bentuk butir serta ukurannya
- b. Penyebaran fasa yang terdapat dalam material
- c. Susunan butir yang ada di dalam material

#### **2.2.6 Uji Komposisi**

Uji komposisi material adalah suatu pengujian pada material atau bahan untuk mengetahui komposisi kimia yang terkandung dalam sebuah material atau bahan. Dari pengujian tersebut dapat diketahui unsur-unsur yang menjadi bahan penyusun suatu material seperti Al, Si, Fe, Cu, Mn, Mg, Zn, Ti, Cr, Ni, Sn, dan lain sebagainya.