

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

Berikut teori terkait skripsi ini.

2.1.1 Aluminium

Aluminium merupakan satu dari sekian banyak logam yang sering kita jumpai sehari-hari. Aluminium adalah logam ringan yang memiliki sifat tahan korosi pada media yang berubah-ubah dan mampu alir yang baik sehingga banyak digunakan pada alat rumah tangga, otomotif maupun industri. Logam aluminium mempunyai struktur kristal FCC.



Gambar 2.1 Produk tuas rem sepeda motor berbahan aluminium (Riley, 2016)

Bijih-bijih aluminium dapat digolongkan menjadi beberapa golongan, diantaranya:

1. Bauksit, bijih bauksit ini didapat dalam bentuk bebatuan yang berwarna merah dan coklat. Bauksit yang telah dipisahkan kotoran-kotoran penghantar didapat kaolin ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$).
2. Nepheline ($\text{Na K})_2\text{O Al}_2\text{O}_3 \text{SiO}_2$)
3. Alunite ($\text{K}_2\text{SO}_4 \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \text{Al}(\text{OH})_3$)
4. Cyanite ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{SiO}_2$) bijih ini tidak dapat diproduksi untuk aluminium, tetapi diproduksi untuk peleburan langsung paduan aluminium-silicon.

2.1.2 Sifat-Sifat Aluminium

Berikut sifat-sifat dari aluminium, yaitu:

- Rapat massa relative : 2,7 gr / cm³
- Titik lebur : 660° C
- Kekuatan tarik :
 - Dituang : 90-120 N/mm²
 - Di annealing : 70 N/mm²
 - Di roll : 130-200 N/mm²
- Sifat-sifat :
 - Paling ringan diantara logam-logam yang sering digunakan
 - Penghantar panas dan listrik yang tinggi
 - Lunak, ulet, dan kekuatan tariknya rendah
 - Tahan terhadap korosi
- Penggunaan :
 - Karena sifatnya yang ringan, maka banyak digunakan dalam pembuatan kapal terbang, rangka khusus untuk kapal modern, kendaraan-kendaraan dan bangunan-bangunan industri.
 - Karena ringan dan penghantar panas yang baik, banyak dipakai untuk keperluan alat-alat masak.
 - Banyak dipakai untuk kabel-kabel listrik karena konduktivitas listrik yang tinggi dan relative lebih murah dibandingkan dengan tembaga.
 - Aluminium tuang dibuat jika dikehendaki konstruksi yang ringan dengan kekuatan yang tidak terlalu besar.

2.1.3 Paduan Aluminium

Aluminium merupakan unsur yang dapat dipadukan dengan unsur lainnya sebagai salah satu cara untuk memperbaiki sifat aluminium tersebut. paduan adalah

kombinasi dua atau lebih jenis logam, kombinasi ini dapat berupa campuran dari dua struktur kristalin. Paduan juga disebut sebagai larutan padat dalam logam. Pelarut dan atom yang terlarut mudah terbentuk jika memiliki ukuran dan struktur elektron yang sama. Batas kelarutan maksimum juga terdapat di dalam logam utama. Paduan dengan batas kelarutan disebut dengan fasa tunggal, sedangkan paduan yang melebihi batas kelarutan disebut dengan fasa ganda. Penyebab meningkatnya kekuatan dan kekerasan logam paduan dikarenakan adanya atom-atom yang larut menghambat pergerakan dislokasi dalam kristal selama deformasi plastik. Secara garis besar paduan aluminium dibedakan menjadi dua jenis yaitu paduan aluminium tempa dan aluminium cor. Berikut pengelompokan paduan aluminium yang ditunjukkan pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Kelompok Paduan Aluminium
(Zay, 2014)

<i>Designation</i>	<i>Wrought</i>	<i>Cast</i>
<i>Aluminum, 99.00% minimum and greater</i>	1xxx	1xx.x
<i>Aluminum alloy grouped by major alloying elements:</i>		
<i>Copper</i>	2xxx	2xx.x
<i>Manganese</i>	3xxx	-
<i>Silicon, with added copper and/or magnesium</i>	-	3xx.x
<i>Silicon</i>	4xxx	4xx.x
<i>Magnesium</i>	5xxx	5xx.x
<i>Magnesium and silicon</i>	6xxx	-
<i>Zinc</i>	7xxx	7xx.x
<i>Tin</i>	-	8xx.x
<i>Other element</i>	8xxx	9xx.x
<i>Unused series</i>	9xxx	6xx.x

Penamaan paduan aluminium menurut *Aluminum Association (AA)* sistem di Amerika dibagi menjadi dua, yaitu paduan cor (*casting alloys*) yang menggunakan

sistem penamaan empat angka dan paduan tempa (*wrought alloys*) yang menggunakan sistem penamaan empat angka juga. Perbedaan pada paduan cor dan paduan tempa adalah angka kedua dan angka terakhir, hal ini disebabkan karena angka kedua pada paduan cor menunjukkan penandaan dari paduannya. Sedangkan pada paduan tempa di angka kedua menunjukkan perlakuan dari paduan asli atau batas kemurnian. Perbedaan pada angka terakhir yaitu pada paduan cor dipisahkan oleh tanda desimal yang merupakan bentuk dari hasil pengecoran, sedangkan pada paduan tempa angka terakhir menunjukkan paduan aluminium atau kemurnian aluminium.

Dari dua jenis paduan aluminium tersebut, dikelompokkan lagi menjadi dua yaitu: tidak dapat diperlaku-panaskan dan dapat diperlaku-panaskan. Paduan aluminium jenis cor yang dapat diperlaku-panaskan meliputi seri 2xx.x, 3xx.x, 7xx.x, dan 8xx.x, yang dapat diperlaku-panaskan meliputi seri 1xx.x, 4xx.x, dan 5xx.x. Sedangkan aluminium jenis tempa yang tidak dapat diperlaku-panaskan meliputi seri 1xxx, 3xxx, 4xxx, dan 5xxx, yang dapat diperlaku-panaskan adalah seri 2xxx, 6xxx, 7xxx, dan 8xxx.

Sifat-sifat umum pada paduan aluminium adalah:

1. Al-murni Teknik (seri 1xxx)

Paduan ini mempunyai kandungan minimal aluminium 99,0% dengan besi dan silicon menjadi kotoran utama (elemen paduan). Aluminium seri ini memiliki kekuatan yang rendah tetapi memiliki sifat tahan akan korosi, konduksi panas dan konduksi listrik, sifat mampu las dan mampu potong yang bagus. Seri 1xxx ini sering digunakan untuk *sheet metal work*.

2. Al-Cu (seri 2xxx)

Elemen utama paduan ini adalah tembaga, tetapi magnesium dan sebagian kecil elemen lain juga ditambahkan kesebagian besar paduan jenis ini. Al-Cu adalah jenis yang dapat diperlaku-panaskan. Sifat mekanik paduan ini dapat menyamai sifat dari baja lunak melalui pengerasan endap atau penyepuhan, tetapi daya tahan korosi yang rendah jika dibandingkan dengan jenis paduan lain. Sifat mampu las juga kurang baik, sehingga paduan jenis

ini biasanya digunakan pada konstruksi keeling dan banyak digunakan dalam konstruksi pesawat terbang.

3. Al-Mn (seri 3xxx)

Mangan merupakan elemen paduan utama seri ini. Jenis paduan ini yang tidak dapat diperlaku-panaskan, sehingga untuk menaikkan kekuatannya hanya dapat diusahakan melalui pengerjaan dingin dalam proses pembuatannya. Ketahanan terhadap korosi, mampu potong dan sifat mampu lasnya memiliki sifat yang sama dengan aluminium murni, sedangkan dalam hal kekuatannya jenis paduan ini jauh lebih unggul.

4. Al-Si (seri 4xxx)

Jenis Al-Si adalah paduan yang tidak dapat diperlaku-panaskan. Dalam keadaan cair Al-Si mempunyai sifat mampu alir yang baik dan dalam proses pembekuannya hampir tidak terjadi retak. Karena sifatnya, paduan Al-Si banyak digunakan sebagai bahan atau logam las dalam pengelasan paduan aluminium baik paduan cor atau tempa.

5. Al-Mg (seri 5xxx)

Magnesium adalah paduan utama dari komposisi sekitar 5%. Paduan ini mempunyai sifat yang baik dalam daya tahan korosi, terutama korosi karena air laut dan sifat mampu lasnya. Paduan ini juga digunakan untuk *sheet metal work*, biasa digunakan untuk komponen bus, truk, dan untuk aplikasi kelautan.

6. Al-Mg-Si (seri 6xxx)

Paduan seri ini adalah magnesium dan silikon. Paduan ini termasuk yang dapat diperlaku-panaskan dan juga memiliki sifat mampu potong dan tahan korosi yang cukup. Paduan ini memiliki sifat yang kurang baik pada las yaitu terjadinya pelunakan pada daerah las sebagai akibat dari panas pengelasan yang timbul. Paduan ini sering digunakan untuk tujuan struktur rangka.

7. Al-Zn (seri 7xxx)

Paduan ini yang dapat diperlaku-panaskan. Biasanya di dalam paduan Al-Zn ditambahkan Mg, Cu, dan Cr. Kekuatan tarik yang dapat dicapai lebih dari 504 Mpa, sehingga paduan ini dinamakan juga *ultra duralumin* yang sering digunakan untuk struktur rangka pesawat. Akhir-akhir ini paduan Al-Zn-Mg mulai banyak digunakan pada konstruksi las, karena sifat mampu las dan daya tahan korosi yang baik.

2.1.4 Seng (Zn)

Seng merupakan logam yang berwarna putih kebiruan, berkilau, dan bersifat diamagnetik. Namun kebanyakan seng mutu komersial tidak berkilau. Seng sedikit kurang padat daripada besi dan berstruktur kristal heksagonal. Logam jenis ini keras dan rapuh pada kebanyakan suhu, namun dapat ditempa pada suhu antara 100°C sampai dengan 150°C. Pada suhu 210°C, logam ini kembali rapuh dan dapat dihancurkan menjadi bubuk dengan memukulnya. Seng juga mampu menghantarkan listrik. Seng memiliki titik lebur 420°C dan titik didih 900°C yang relatif rendah. Titik lebur seng merupakan yang paling rendah di antara logam lainnya.



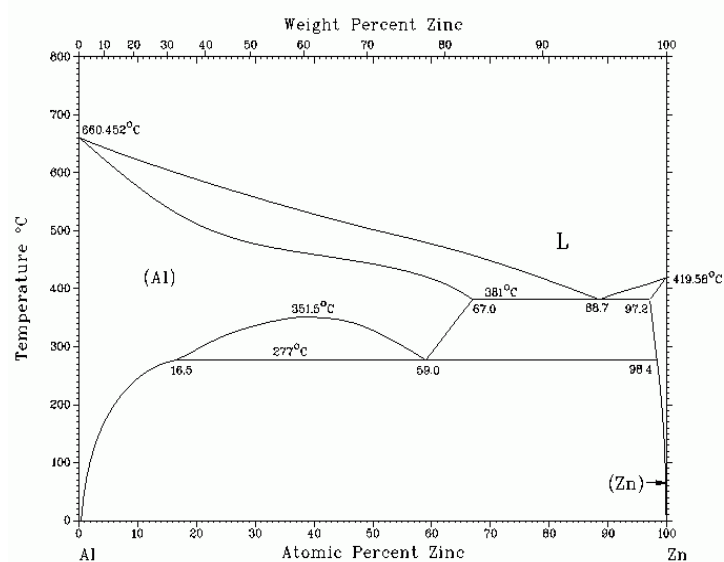
Gambar 2.2 Seng (Zn)

(Gunawan, 2015)

2.1.5 Diagram Fasa Al-Zn

Representasi fasa-fasa yang ada dalam suatu material pada variasi temperature dan komposisi tertentu disebut dengan diagram fasa. Paduan kadar Zn dapat

ditentukan dengan fasa-fasa yang akan terbentuk, sehingga dapat ditentukan sifat suatu material. Diagram fasa paduan Al-Zn dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Diagram fasa Al-Zn (Fayakun, 2018)

Paduan aluminium dengan seng adalah jenis paduan aluminium seri 7XXX, memiliki tingkat kekuatan tertinggi di antara jenis aluminium lainnya. Suhu kristalisasi dalam paduan Al-Zn adalah $\pm 660^\circ \text{K}$ (387°C). Struktur kristal logam akan rusak pada titik lelehnya, sehingga perlakuan panas dilakukan di bawah suhu rekristalisasi material.

2.1.6 Pengecoran Logam

Pengecoran logam adalah salah satu metode langsung pembuatan geometri komponen yang diinginkan. Ada dua jenis cetakan yang digunakan dalam proses pengecoran, yaitu pengecoran dengan cetakan sekali pakai dan pengecoran dengan cetakan permanen. Proses pengecoran dengan cetakan sekali pakai (tidak permanen) dirusak untuk mengambil produk cor, karena setiap penuangan baru akan membutuhkan cetakan baru juga. Contoh proses dengan cetakan sekali pakai seperti pengecoran pasir, pencetakan cangkang, cetakan vakum, pengecoran polystyrene yang diperluas, pengecoran investasi, pengecoran cetakan plester, dan pengecoran keramik. Sedangkan pada proses pengecoran permanen, cetakan

terbuat dari logam (bahan tahan lama lainnya). Contoh proses pengecoran dengan cetakan permanen seperti pengecoran cetakan permanen, pengecoran cetakan semi permanen, pengecoran lumpur, pengecoran tekanan rendah, pengecoran cetakan permanen vakum, die casting, pengecoran pemerasan, pengecoran logam semi padat dan pengecoran sentrifugal.



Gambar 2.4 Logam Cor Paduan

2.1.7 Cetakan Pasir (*Sand Casting*)

Cetakan sekali pakai memiliki banyak jenis, namun dalam penelitian ini akan membahas cetakan pasir (*sand casting*). *Sand casting* merupakan metode pengecoran yang paling banyak digunakan karena pasir memiliki beberapa keunggulan diantaranya dapat mencetak logam dengan titik lebur tinggi seperti nikel, titanium dan baja, dapat mencetak benda cor dengan ukuran kompleks, dan memiliki nilai *permeabilitas* yang baik. *Permeabilitas* adalah kemampuan cetakan dalam mengeluarkan atau membuang gas-gas dari cairan logam maupun gas-gas hasil reaksi antara cetakan terhadap logam cair.



Gambar 2.5 Cetakan sekali pakai (*sand casting*)

2.1.8 Uji Kekerasan

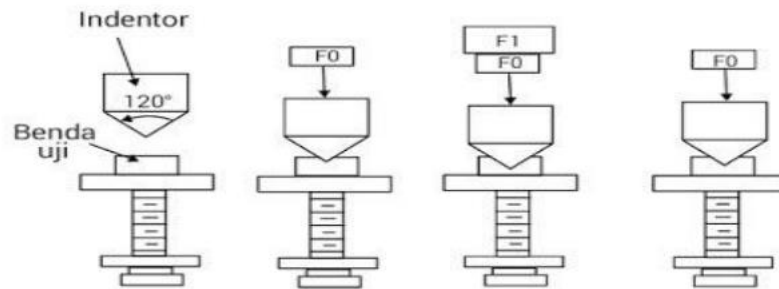
Kekerasan pada umumnya merupakan ketahanan terhadap deformasi dan merupakan ukuran pada ketahanan logam terhadap deformasi plastik atau deformasi plastik. Para insinyur sering mengartikan kekerasan sebagai ukuran kemudahan dan kuantitas khusus yang menunjukkan suatu kekuatan dan perlakuan panas dari suatu logam.

Terdapat tiga jenis ukuran kekerasan yang tergantung pada cara pengujiannya, yaitu: kekerasan goresan (*scratch hardness*), kekerasan lekukan (*indentation hardness*), kekerasan pantulan (*rebound*). Untuk logam, kekerasan pantulan yang banyak digunakan dalam bidang rekayasa. Terdapat berbagai macam uji kekerasan lekukan, diantaranya: uji kekerasan *Brinell*, *Vickers*, *Rockwell*, *Knoop*, dan sebagainya.

2.1.8.1 Pegujian Kekerasan dengan Metode *Rockwell*

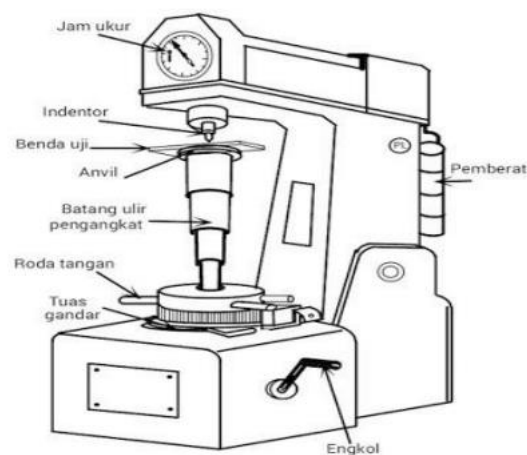
Pengujian kekerasan *Rockwell* merupakan pengujian kekerasan yang banyak digunakan, dikarenakan pengujian kekerasan ini yang sederhana, cepat, tidak memerlukan mikroskop untuk mengukur jejak dan relatif tidak merusak. Pengujian kekerasan *Rockwell* dilakukan dengan cara menekan permukaan benda

uji yang suatu indentor. Penekanan indentor ke dalam spesimen dilakukan dengan cara menerapkan beban pendahuluan (beban *minor*), kemudian ditambah dengan beban utama (beban *mayor*), setelah itu beban utama dilepaskan sedangkan beban minor masih dipertahankan.



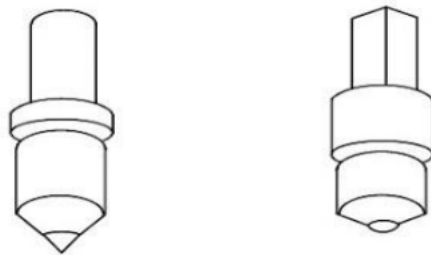
Gambar 2.6 Proses pengujian kekerasan *Rockwell* (Dicky Zulfandy, 2019)

Besar beban minor adalah 10 kgf sedangkan besar beban utaman biasanya 50 kgf, 90 kgf atau 140 kgf. Penerapan beban minor pada dasarnya dimaksudkan untuk membantu mendudukan indentor di dalam benda uji dan menghilangkan pengaruh dari penyimpangan permukaan sehingga permukaan spesimen siap untuk menerima beban utama. Sehingga permukaan benda uji (spesimen) tidak perlu dibuat dengan halus dan licin.



Gambar 2.7 Mesin *Rockwell* manual (Dicky Zulfandy, 2019)

Dalam pengujian kekerasan *Rockwell* ada dua jenis *indenter* yang digunakan pada pengujian kekerasan, yaitu intan yang berbentuk kerucut memiliki sudut puncak 120 derajat dimana bagian ujung *indenter* sedikit dibulatkan dengan jari-jari 0,2 mm dan *indenter* bola terbuat dari baja yang dikeraskan atau dari tungsten karbida yang memiliki diameter 1/16", 1/8", 1/4" dan diameter 1/2".



Gambar 2.8 *Indenter* intan dan *indenter* bola (Dicky Zulfandy, 2019)

Indenter kerucut intan sering disebut sebagai '*Brale*'. *Indenter* kerucut intan umumnya sering digunakan untuk menguji material yang keras. Sedangkan *indenter* bola baja sering digunakan untuk menguji kekerasan material yang lebih lunak.

2.1.9 Uji Impak

Pengujian impak adalah pengujian yang dilakukan dengan beban yang cepat (*rapid loading*). Dalam proses uji impak terjadi penyerapan energi yang besar ketika beban menumbuk spesimen. Energi yang diserap material dapat dihitung dengan menggunakan prinsip perbedaan energi potensial dari pendulum beban yang berayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk benda uji sehingga mengalami deformasi.



Gambar 2.9 Alat uji *impact*

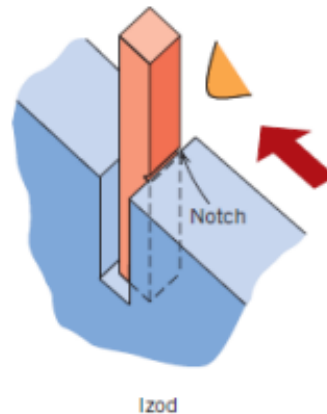
Uji impak bertujuan untuk mengukur banyaknya energi yang diserap suatu material sehingga material tersebut patah. pengujian impak merupakan respon terhadap beban kejut atau beban tiba-tiba. Dalam pengujian *impact* terdiri dari dua teknik pengujian standar yaitu *Charpy* dan *Izod*. Pengujian standar *Charpy* dan *Izod* dirancang untuk mengukur energi *impact* atau dikenal dengan ketangguhan takik.

1. Metode *Charpy*, yaitu pengujian yang meletakkan posisi spesimen pada tumpuan dengan posisi horizontal dan arah pendulum berasal dari arah yang berlawanan dengan arah takikan.



Gambar 2.10 Uji impak dengan metode *Charpy* (Sugiantoro, 2019)

2. Metode *Izod*, yaitu pengujian impact yang meletakkan posisi spesimen uji pada tumpuan dengan posisi vertical dan arah pembebanan berasal dari arah yang searah dengan arah takikan.



Gambar 2.11 Uji impact dengan metode *Izod* (Sugiantoro, 2019)

Pengujian impact dilakukan sesuai dengan standar ASTM E23

2.2 Kajian Pustaka

Untuk melakukan suatu penelitian dan pengamatan ilmiah diperlukan beberapa referensi dan sumber bacaan yang memiliki hubungan dengan penelitian yang berjudul yang nantinya akan dibahas. Judul penelitian yang penulis bahas adalah "ANALISIS SIFAT MEKANIK DARI DAMPAK PENGGUNAAN SENG (Zn) UNTUK CAMPURAN SKRAP ALUMINIUM (AL)". Di bawah ini adalah beberapa referensi terkait.

Pada penelitian ini seng (Zn) digunakan sebagai aditif untuk aluminium bekas dengan persentase berat Al 100% + Zn 0%, Al 95% + Zn 5%, Al 94,5% + Zn 5,5% dan Al 94% + Zn 6%. Kemudian ganti bahan standar dengan perawatan kepala dan tanpa perlakuan panas. Perlakuan panas dilakukan dalam oven listrik pada suhu 387 ° C selama 30 menit, dan dinormalisasi. Aditif yang dihasilkan terbuat dari bahan yang diuji dampak per ASTM E 23-05 dan uji kekerasan per ASTM E 92-82 [8]

Pada paduan aluminium seri 7075 yang merupakan paduan dengan kekuatan tertinggi di antara paduan aluminium seri lainnya dengan komposisi Al 5,5% Zn-

2,5%, Mn-1,5% Cu-0,3% Cr-0, 2% Mn, yang membuat aluminium seri 7075 banyak digunakan untuk pesawat terbang dan bahan konstruksi lainnya. Paduan ini adalah paduan yang sangat baik dengan bobot ringan, sifat mekanik tinggi dan ketahanan korosi yang baik. Suhu penuangan paduan aluminium biasanya berkisar antara 675-790 °C dan harus dijaga antara $\hat{A}\pm 80$ °C. Suhu penuangan pada saat penuangan sangat penting, karena suhu ini akan mempengaruhi kualitas hasil casting, sehingga mempengaruhi kualitas hasil casting. Ini termasuk sifat mekanik seperti kekerasan, kekuatan, kekuatan tarik, dan kekuatan lentur. Menurut penelitian lain, peningkatan suhu penuangan meningkatkan jumlah udara dalam logam cair [9].

Dalam paduan aluminium, seng dan indium, digabungkan menjadi bahan logam, dapat digunakan sebagai anoda korban, yang dapat diterapkan pada kapal untuk mencegah korosi lambung. Anoda kurban yang terbuat dari aluminium, seng dan indium dibuat dengan melelehkan logam-logam ini pada suhu $>700^{\circ}$ C. Metode pengecoran dalam penelitian ini dilakukan dalam tungku yang dipanaskan sampai $>700^{\circ}$ C. Uji komposisi, uji XRD, uji mikrostruktur, uji kekerasan dan uji tafel setelah peleburan [10].

Proses aluminium dan zinc alloy dapat dilakukan dengan teknik pengecoran, salah satunya pengecoran pasir. Selama peleburan seng (Zn) dan aluminium (Al), tungku listrik digunakan. Peleburan logam dilakukan pada suhu $\pm 700^{\circ}$ C. Untuk mengurangi atau mencegah logam dari oksidasi, gas inert (argon) ditambahkan selama proses peleburan. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh nilai kekerasan, struktur mikro dan laju korosi paduan Zn-Al. Komposisi aluminium yang akan diikat adalah 0%, 0,2%, 0,4%, 0,6%, kemudian dilakukan pengujian yaitu spektroskopi emisi optik, metalografi dan X-RD untuk mendapatkan komposisi kimia, struktur mikro dan paduan aluminium fasa [11].

Dalam keadaan murni, aluminium terlalu lunak dan memiliki kekuatan rendah, sehingga logam lain perlu ditambahkan untuk meningkatkan kekuatan mekaniknya. Untuk alasan ini, perlu untuk mengidentifikasi sifat dan teknologi yang tersedia untuk memperbaiki atau meningkatkan sifat aluminium. Selain sifat mekanik, unsur-unsur paduan seperti Cu (tembaga), Mg (magnesium), Si (silikon), Mn

(mangan), Zn (seng), dan Ni (nikel) dapat digunakan sendiri atau sendiri. Bersama. Berdasarkan pertimbangan di atas, penulis ingin mempelajari pengecoran paduan aluminium-seng dengan perubahan suhu penuangan 600°C, 650°C, 700°C, 800°C, 850°C dan 900°C, serta pemanasan cetakan. suhu 300°C dan 350°C. dan 400° C untuk hasil pengecoran yang baik menuangkan pada suhu 850° C dan memanaskan cetakan logam pada suhu 350° C. Hasil pengecoran memiliki permukaan yang halus dan mengkilap, kekerasan dan kekuatan tarik pengecoran dapat optimal [12].