

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Landasan Teori**

##### **1.1.1 Aluminium**

Sekitar tahun 1750-an Andreas Maggraf yang mana merupakan seorang ahli kimia dari Jerman mendapatkan penemuan baru. Dimana dia bisa menggunakan larutan alkali sebagai cara mengendapkan zat baru dari tawas. Pada tahun 1746 beliau juga menemukan bahan seng untuk pertama kalinya, sehingga dinamakan Zat Maggraf.

Pada tahun 1760 ahli kimia asal Perancis yang bernama Louis de Morveau menyebutkan bahwa zat maggraf dari tawas tadi di beri nama alumina. Lalu, semakin berkembangnya zaman, senyawa ini pun sering disebut dengan istilah aluminium. Sama halnya dengan bahan lainnya, aluminium juga mengandung beberapa unsur diantaranya yaitu oksigen, silikon, besi, kalsium, natrium, kalium, juga magnesium di dalam aluminium.



**Gambar 2.1** Aluminium  
(Wikipedia, 2023)

Aluminium merupakan logam unsur kimia dengan lambang Al di tabel periodik serta bernomor atom 13. Aluminium bukanlah jenis logam berat melainkan logam berlimpah urutan ketiga dengan elemen berjumlah sekitar 8% dari permukaan bumi. Menurut pengamatan di seluruh dunia aluminium merata digunakan dalam berbagai macam produk (Fajar, 2022).

Konduktor listrik yang baik juga konduktor panas yang baik merupakan perwujudan dari aluminium, karena tahan korosi, termasuk bahan ringan, dan juga kuat. Hal ini menjadikannya banyak digunakan sebagai bahan kabel bertegangan tinggi, badan pesawat terbang, dan juga berbagai alat rumah tangga. Seperti panci, botol minum dan masih banyak lainnya

### 1.1.2 Peleburan atau Pengecoran

Peleburan ini proses mencairkan material logam sampai mencapai temperatur tuang dengan menggunakan *energy* panas yang dihasilkan oleh tungku atau tanur. Tungku adalah alat yang digunakan untuk mecairkan logam, yang nantinya cairan dalam tanur yang telah mencapai temperatur tuang dituangkan kedalam *ladle* dan dilakukan proses *pouring* (penuangan cairan kedalam cetakan) sehingga akan membentuk produk cor (Muhammad, 2022).



**Gambar 2.2** Melakukan Peleburan  
(Jaya, 2019)

Peleburan merupakan aspek terpenting dalam pengecoran logam, karena berpengaruh langsung pada kualitas produk coran juga penambahan unsur paduan memberikan pengaruh terhadap struktur *mikro* dan kualitas produk, apabila suatu komposisi yang sesuai.

Secara umum unsur-unsur paduan tersebut adalah Silikon (Si), Mangan (Mn), Fosfor (P), Sulfur (S), Nitrogen (N<sub>2</sub>), Tembaga (Cu), Nikel (Ni), Chrome (Cr), Oksigen (O<sub>2</sub>), Aluminium (Al), Hidrogen, (H<sub>2</sub>) dan unsur lainnya dalam jumlah

yang sedikit. Ada beberapa syarat perlu dipenuhi sebelum melakukan proses peleburan:

1. Perhatikan K3
2. Memahami alur proses peleburan
3. Memeriksa secara berkala alat yang akan digunakan
4. Logam yang digunakan bersih dari zat-zat campuran pengotor
5. Tungku yang digunakan harus memenuhi syarat/standar proses peleburan

Apabila syarat-syaratnya terpenuhi maka melakukan proses peleburan dalam pengecoran logam agar bisa menghasilkan produk berkualitas sekaligus demi menjaga keselamatan pekerja pengecoran logam. Dalam pengecoran juga diperlukan *operator professional* yang memahami tentang peleburan, cetakan, material, unsur paduan dan pengujian.

### 1.1.3 Metode *Casting*

Pengecoran logam adalah salah satu metode pembuatan suatu produk dan berkembang menjadi berbagai macam jenis seiring berjalannya waktu, ditinjau dari jenis cetakannya digolongkan menjadi logam cetakan tetap dan tidak tetap. Pengecoran material pada cetakan tetap di antaranya *metode high pressure die casting, low pressure die casting, squeeze casting, centrifugal casting* dan *gravity die casting*, sedangkan metode pengecoran cetakan tidak tetap di antaranya adalah *sand casting, investment casting* dan *lost foam casting*.



**Gambar 2.3** Metode *Gravity Die Casting*  
(Tokopedia, 2023)

*Gravity die casting* adalah proses pengecoran bentuk logam yang mirip dengan pengecoran pasir, tetapi proses ini menggunakan cetakan konduktivitas

termal yang tinggi dan permanen. Desain cetakan permanen dan fitur-fiturnya memiliki beberapa kesamaan dengan yang ada di cetakan pasir (*sand casting*), tetapi cetakan itu sendiri harus terbuat dari bahan yang tahan lama dan mampu menahan penggunaan berulang. Bahan umum untuk cetakan permanen termasuk baja, besi, dan perunggu. Keuntungan dan kerugian dari pengecoran cetakan permanen adalah biasanya dipilih untuk operasi produksi volume yang lebih tinggi atau ketika permukaan akhir yang unggul, struktur mikro, atau akurasi dimensi diperlukan. Biaya cetakan permanen cukup besar, peningkatan skala jumlah unit yang terjual. Solidifikasi yang cepat cenderung menciptakan struktur mikro yang halus, seringkali memberikan sifat yang unggul dibandingkan dengan pengecoran pasir. Namun, ukuran bagian cetakan terbatas pada pengecoran cetakan permanen, seperti halnya memilih paduan (Lorraine F. Francis, 2016).

#### **1.1.4 Media *Quenching***

*Quenching* suatu proses pengerasan material dengan cara material tersebut dipanaskan hingga mencapai batas *austenit* dan kemudian diikuti dengan proses pendinginan cepat melalui media pendingin air, oli, atau air garam, sehingga *fasa austenit* bertransformasi secara *parsial* membentuk struktur *martensit*. Tujuan utama dari proses *quenching* ini adalah untuk menghasilkan material dengan sifat kekerasan tinggi. Berikut macam-macam proses media *quenching* yang sering digunakan (Bluder, 2023):

##### 1. Air

Pendinginan dengan menggunakan air akan memberikan daya pendinginan yang cepat. Perubahan suhu air berlangsung lambat sehingga air memiliki sifat sebagai penyimpan panas yang sangat baik. Sifat ini memungkinkan air tidak menjadi panas atau dingin dalam seketika. Air memerlukan panas yang tinggi dalam proses penguapan. Penguapan (*evaporasi*) adalah proses perubahan air menjadi uap air. Proses ini memerlukan energi panas dalam jumlah yang besar. Oleh karena itu dalam penelitian ini digunakan air dalam proses pendinginan setelah proses peleburan karena dapat mendinginkan material yang telah dipanaskan secara cepat.

## 2. Minyak atau Oli

Minyak yang digunakan sebagai fluida pendingin dalam perlakuan panas benda kerja yang diolah terlebih dahulu. Selain minyak yang khusus digunakan sebagai bahan pendingin pada proses perlakuan panas, dapat juga digunakan oli, minyak bakar atau solar. Derajat kekentalan (*viscosity*) berpengaruh pada *Severity Of Quenching*. Minyak mineral banyak dipilih karena kapasitas pendinginannya cukup baik.

## 3. Udara

Pendinginan udara dilakukan untuk perlakuan panas yang membutuhkan pendinginan lambat. Untuk keperluan tersebut udara yang disirkulasikan ke dalam ruangan pendingin dibuat dengan kecepatan yang rendah. Udara sebagai pendingin akan memberikan kesempatan kepada material untuk membentuk kristal-kristal dan kemungkinan mengikat unsur-unsur lain dari udara. Adapun pendinginan pada udara terbuka akan memberikan oksidasi oksigen terhadap proses pendinginan.

## 4. Air Garam

*Brine* adalah campuran air dan garam. Air garam mendingin lebih cepat dari udara, air, dan minyak. Alasannya adalah karena campuran garam dan air menghambat pembentukan gumpalan udara ketika ditempatkan dalam kontak dengan material yang dipanaskan. Ini berarti bahwa lebih banyak area permukaan logam yang akan tertutup cairan, dibandingkan dengan gelembung udara.

### 1.1.5 Alat Peleburan Aluminium

Dalam penelitian ini menggunakan alat pelebur elektrik *electric melting furnance* merk Jewellery.



**Gambar 2.4** *Electric Melting Furnance* (Jewellery, 2022)

Spesifikasi alat:

- Temperatur hingga 1100C.
- Kapasitas 2 kg
- Berat 9 kg Dimensi Total Mesin : 20 cm x20 cm x 40 cm
- Tegangan: 220v atau 110V, 50/60 HZ
- Area dalam *furnace* 60 mm x 150 mm

#### 1.1.6 Alat Uji Kekerasan

Alat uji kekerasan pada permukaan digunakan untuk mengukur nilai kekerasan atau kekakuan suatu material. Nilai kekerasan tersebut didapat dengan menekan *indenter* ke permukaan benda uji dan menentukan ketahanan material terhadap kekerasan material dengan metode konvensional dengan menggunakan *indenter* berbahan lebih keras dari material yang diuji (Sentosa, 2019).

Pada pengujian ini yaitu menggunakan alat *brinell* merupakan jenis *hardness test* dengan cara menusuk atau menekan *specimen* menggunakan *indenter* berbentuk bola yang terbuat dari baja yang sudah dikeraskan atau *karbida tungsten*. *Indenter* bola baja digunakan untuk material yang memiliki kekerasan *brinell* hingga 450 BHN. *Indenter* bola *karbida tungsten* harus digunakan apabila material yang diuji memiliki kekerasan *brinell* antara 451-650 BHN. Pengujian yang standar dilakukan dengan menggunakan diameter 10mm bola baja atau *karbida tungsten* dengan beban 3000 kgf untuk logam keras, beban 1500 kgf untuk logam pertengahan, dan beban 500 kgf serta lebih rendah material lunak.

*Indenter* selain diameter 10mm bisa digunakan, misalnya 5mm, 2,5mm dan 1mm. Jika menggunakan diameter *indenter* selain 10mm maka beban harus disesuaikan mengikuti formula  $P D^2 = \text{konstan}$ . Nilai konstanta tergantung dengan material yang diuji, 30 digunakan untuk baja dan paduannya, 10 digunakan untuk tembaga dan paduannya dan 5 digunakan untuk aluminium dan paduannya (Firmansyah, 2021).



**Gambar 2.5** Alat *Brinell Hardness Tester*  
(Bluestar, 2022)

**Tabel 2.1** Spesifikasi *Brinell Hardness Tester*  
(Alibaba, 2022)

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Skala Brinell             | HBW 2.5/62.5, HBW 2.5/187.5, HBW 5/62.5, HBW 5/125, HBW 5/750, HBW 10/100, HBW 10/250, HBW 10/500, HBW 10/1000, HBW 10/1500, HBW 10/3000                                 |
| Kekuatan pengujian        | 62.5kgf (612.9N), 100kgf (980.7N), 125kgf (1226N), 187.5kgf (1839N), 250kgf (2452N), 500kgf (4903N), 750kgf (7355N), 1000kgf (9807N), 1500kgf (14710N), 3000kgf (29420N) |
| Ukuran minimum produk uji | 0,005mm  |
| Waktu pengukuran          | 5-60 sec   |
| Ukuran produk             | 550x210x750 mm (Panjang x lebar x tinggi)  |
| Berat bersih              | 125kg  |
| Max ketinggian sampel uji | 230mm  |
| Max kedalaman sampel uji  | 135mm  |
| Sumber daya               | 220V $\pm$ 5%, 50-60Hz   |

## 2.2 Kajian Pustaka

Kajian pustaka ini berisikan tentang beberapa sumber mengenai analisa pengaruh suhu cetakan *gravity die casting* terhadap hasil kekerasan pengecoran

aluminium daur ulang proses media *quenching* secara kejut pada air dan air garam, diantaranya sebagai berikut:

Penelitian (Sukanto dan Putra, 2022) berjudul Pengaruh Suhu Tuang dan Cetakan Pengecoran Aluminium Bekas Menggunakan *Gravity Die Casting* terhadap Kecacatan. Pengecoran dilakukan dengan cetakan permanen untuk menghasilkan produk berupa logo Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta berukuran 30 cm dengan ketebalan 1 cm menggunakan aluminium bekas berupa *piston* yang sudah tidak terpakai. Berbahan dasar paduan aluminium cor seri 3xx yang berfokus pada parameter suhu cetakan, dan suhu peleburan. *Pre-heat* terhadap tungku selama 45 menit hingga 1 jam. Dengan suhu peleburan yang digunakan 650C, dan 750C. Parameter suhu cetakan digunakan pada saat cetakan bersuhu ruang, 150C, 170C, dan 230C. Hasil penelitian dilakukan terdapat banyak kendala terhadap suhu penuangan di 750C dimana terak yang terbentuk lebih banyak menimbulkan permukaan kasar. Hasil dari penuangan yang lambat menimbulkan pengecoran tidak sempurna dan dilakukan berkali-kali pada suhu tuang ini. Suhu tuang 650C ditunjukkan hasil yang cukup baik tanpa pengulangan pengecoran, dan didapatkan permukaan yang halus dengan kecacatan yang sedikit. Suhu cetakan dengan hasil paling baik ditunjukkan pada suhu 150C. Pada suhu tersebut didapatkan kecacatan yang paling minimum dibandingkan suhu cetakan lainnya, cacat yang muncul dalam suhu ini hanya berupa *cold shut* dan sebuah bercak hitam dibagian depan hasil coran.

Penelitian (Haqqi dan Irfa'i, 2018) berjudul Analisis Hubungan Antara Temperatur Cetakan Pada Pengecoran Logam Aluminium Terhadap Porositas Hasil Coran Dan Diuji Menggunakan Metode *Non Destruktif*. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui hubungan antara temperatur cetakan dengan cacat porositas. Pengujian menggunakan uji penetran dengan temperatur cetakan 25°C, 75°C, 125°C, 175°C, dan 225°C. Dalam penelitian pengecoran logam ini peneliti menggunakan bahan dasar logam aluminium. Hasil yang didapat dalam penelitian ini, menunjukkan bahwa hubungan atau korelasi antara temperatur cetakan terhadap porositas hasil coran adalah kuat *linear negatif*. Setelah dilakukan penelitian menggunakan pengujian *non destruktif* dapat diketahui dengan

temperatur 25°C jumlah rata-rata cacat porositas adalah 81,5 temperatur 75°C jumlah rata-rata cacat prositas adalah 63,5, temperatur 125°C jumlah ratarata cacat porositas adalah 47, temperatur 175°C jumlah rata-rata cacat porositas adalah 30, dan temperatur 225°C jumlah rata-rata cacat porositas adalah 12,5. Dapat disimpulkan semakin besar temperatur cetakan maka semakin kecil cacat yang di hasilkan.

Penelitian (Tauvana, 2022) berjudul Pengaruh Tekanan, Temperatur Tuang Dan Cetakan Terhadap Properties Material Metode *High Pressure Die Casting* (Hpdc) Paduan Al-Si. Penelitian ini menggunakan tekanan sebesar 50 bar, 75 bar dan 100 bar. Variasi temperatur tuang adalah 700C, 750C, dan 800C sedangkan temperatur cetakan 250C, 300C, dan 350C. Variasi temperatur tuang dan temperatur cetakan akan mempengaruhi karakteristik dari benda hasil coran. Kekerasan tertinggi didapatkan pada temperatur molding 250°C, temperatur tuang 750°C dengan tekanan 75 bar yaitu 79,94 BHN. kekerasan secara umum menurun dengan meningkatnya temperatur dies. Dari hasil ini, pengaruh struktur mikro sangat signifikan pengaruhnya terhadap kekerasan, terlihat strukutr silikon semakin besar pada temperatur dies 300°C dan temperatur tuang 800°C mengakibatkan kekerasan semakin rendah. Kenyataan ini menunjukkan bahwa perubahan temperatur dan tekanan berpengaruh terhadap kekerasan produk hasil HPDC. Hal ini disebabkan semakin besar temperatur, maka laju pembekuan akan semakin lambat atau kecil. Pada temperatur 250°C laju pembekuan lebih cepat karena perbedaan suhu yang suhu yang besar antar permukaan dies dengan material.

Penelitian (Taufik dan Ma'ruf, 2021) berjudul Uji Kekerasan Pada Al-Cu Hasil Pengecoran Metode *Die Casting* Dengan Variasi Temperatur Tuang Dan Tekanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari temperatur tuang dan tekanan terhadap nilai kekerasan pada Al-Cu. Proses pengecoran dengan metode *die casting* dilakukan pada temperatur tuang (650°C, 670°C, dan 690°C) dengan variasi tekanan 0 (tanpa tekanan), 2,5 MPa, 5 MPa, dan 7,5 MPa. Hasil dari pengujian kekerasan menunjukkan pada temperatur tuang 650°C dan tekanan 7,5 MPa merupakan kekerasan paling tinggi dengan nilai 72 HB dan nilai kekerasan terendah terdapat pada temperatur 690°C tanpa tekanan dengan nilai kekerasan 58

HB. Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa temperatur tuang dan tekanan sangat berpengaruh terhadap nilai kekerasan pada proses pengecoran dengan metode *die casting*

Penelitian (Xaverius dan Palupi, 2020) berjudul Pengaruh Kadar NaCl Sebagai Media Pendingin Proses *Quenching* Terhadap Nilai Kekerasan Dan Kekuatan *Impact* Pada Paduan Al6061. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh NaCl pada paduan Al6061 sebagai media pendingin perlakuan *quenching* terhadap nilai kekerasan dan nilai *impact*. proses pengecoran dilakukan dengan meleburkan Al6061 dan aluminium komersil terlebih dahulu, kemudian ditambahkan NaCl dengan variasi massa 18gr, 21gr, dan 24gr. Kemudian diberi perlakuan panas dengan temperatur 500°C dengan waktu tahan selama 30 menit dan didinginkan secara cepat (*quenching*) dengan media pendingin larutan NaCl dengan kadar 16%; 20%; dan 24% dengan waktu lama pencelupan selama 15 menit. Hasil penelitian menunjukkan nilai kekerasan *rockwell* tertinggi diperoleh pada *spesimen* dengan penambahan kadar NaCl sebesar 24gr dengan variasi media pendingin sebesar 24% dengan nilai 108,86HRb dan nilai terendah diperoleh pada *spesimen* dengan penambahan kadar NaCl sebesar 18gr dengan variasi media pendingin sebesar 96,86 HRb. Hal ini terjadi karena semakin tinggi kadar NaCl dalam media pendingin, maka tingkat kekerasan yang dicapai juga semakin tinggi. Larutan NaCl mempunyai laju pendinginan yang cepat dan menghasilkan nilai kekerasan semakin tinggi.

Penelitian (Zulfikar dkk, 2022) berjudul Pengaruh Variasi Media Pendingin Dan Temperatur Pengecoran Pada Al-Si Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro. variable yang digunakan untuk temperatur pengecoran yaitu 800°C, 900°C, dan 1000°C. Dengan waktu tahan 5 menit, Pengujian ini menggunakan media pendinginan yaitu air, Oli SAE, dan suhu ruang terhadap setiap temperatur pengecoran. Lalu dilakukan uji kekerasan dan struktur mikro terhadap hasil dari pendinginan tersebut. pengujian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur heating, meningkatkan sifat mekanisnya dan mengubah struktur mikronya dan diperoleh data uji brinell B Variable 800°C dengan nilai kekerasan pada OLI 20

SAE nilai kekerasannya 48,7 HBr, 900°C pada suhu ruang 100°C nilai kekerasannya 50,8 HBr, 280°C pada air Ph 8 900°C nilai kekerasannya 46,98 HBr.