

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Definisi *Casting*

Pengecoran atau *casting* merupakan salah satu metode pembentukan logam yang digunakan sejak berabad-abad lalu. Pengecoran dapat diartikan sebagai proses membuat benda coran dimana coran dibuat dari logam yang dicairkan, dituang dalam cetakan kemudian dibiarkan sampai dingin dan membeku [5].

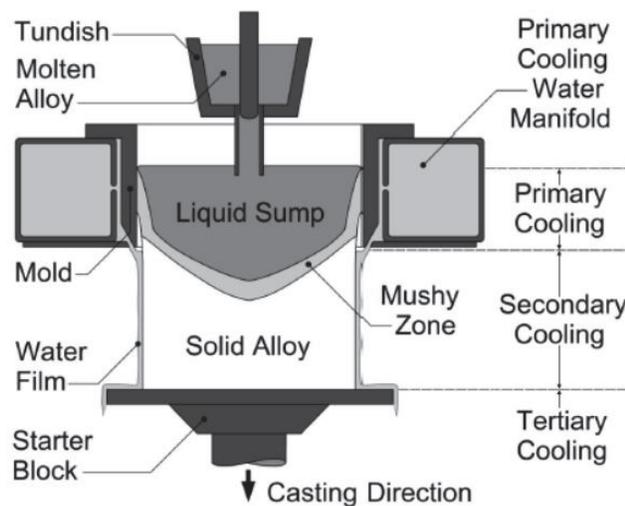
Pengecoran bisa dilakukan dengan material seperti logam cair atau plastik yang bisa meleleh ataupun bersifat termoplastik juga material beton dan gips bahkan dapat digunakan pada benda-benda cair atau pasta yang selanjutnya dapat menjadi keras setelah kering didalam cetakan. Pengecoran logam atau *metal casting* menjadi salahsatu pengecoran yang paling sering digunakan karena dapat membuat paduan logam dengan bentuk kompleks.

2.2. *Direct Chill Casting*

Direct chill casting atau pengecoran pendinginan langsung dikembangkan pada awal tahun 1930-an untuk pengecoran paduan aluminium sangat mirip dengan proses yang digunakan saat ini. Proses dimulai dari peletakkan *starting block* yang terbuka dari bawah *mold* untuk menutup bagian bawah. Logam cair kemudian dituangkan kedalam cetakkan berpendingin air sampai tingkat leleh yang diinginkan tercapai. Air pendingin bersirkulasi didalam wadah air dan mendinginkan cetakkan sehingga lelehan didalam cetakan akan mengeras dan membentuk cangkang yang kokoh, ini disebut pendinginan primer. *Starting block* kemudian diturunkan oleh silinder hidrolik kedalam lubang pada kecepatan pengecoran yang diinginkan menarik *billet* padat kebawah untuk mempertahankan *volume* logam agar konstan. Selama fase awal, *starting block* diturunkan secara perlahan untuk memastikan cangkang awal memiliki kepadatan dalam jumlah yang cukup untuk mencegah pelepasan logam cair.

Ketika cangkang sebagian dipadatkan, akan muncul dari bagian bawah cetakkan *billet*, air pendingin disemprotkan dari dasar cetakkan ke permukaan ingot dan selanjutnya mendinginkan *billet*. Setelah semprotan air menyentuh permukaan, akan mengalir mengelilingi *billet*. Kecepatan pengecoran secara bertahap ditingkatkan dan saat kecepatan yang diinginkan tercapai, *billet* diturunkan dengan kecepatan konstan. *Steady state* tercapai ketika profil fisik berhenti berubah bentuk dengan berlalunya waktu, pengecoran berlanjut hingga panjang ingot yang diinginkan atau maksimum telah tercapai [6].

Untuk dapat memahami prinsip kerja dari DC casting dapat dilihat pada gambar seperti dibawah ini.



Gambar 2.1 Skema *Direct Chill Casting* [6]

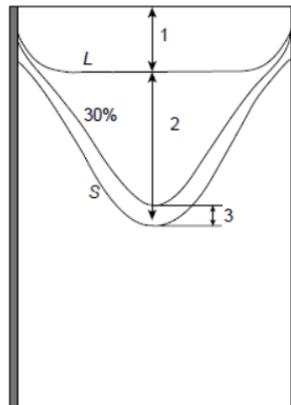
2.3. Temperatur Penuangan (*Pouring Temperature*)

Proses penuangan coran dilakukan dengan mengeluarkan logam cair dari *furnace* kemudian di terima dalam krusibel dan dituangkan ke cetakan. Dalam proses pengecoran, temperatur penuangan sangat mempengaruhi kualitas coran, temperatur penuangan yang terlalu rendah menyebabkan pembekuan cepat, fluiditas yang buruk dan mengakibatkan kegagalan pengecoran. Temperatur penuangan untuk berbagai coran, dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Temperatur Penuangan Untuk Berbagai Coran [7]

Jenis Coran	Temperatur Penuangan (°C)
Paduan Ringan	650 – 750
Brons	1100 – 1250
Kuningan	950 – 1100
Besi Cor	1250 – 1450
Baja Cor	1500 - 1550

Perubahan fasa yang terjadi pada *billet* dapat dilihat dengan memperhatikan skema berikut ini.



Gambar 2.2 Definisi Perubahan *Billet* Selama *Casting* [6]

Keterangan :

L = *Liquid*

S = *Solid*

30 % = Koherensi isoterm

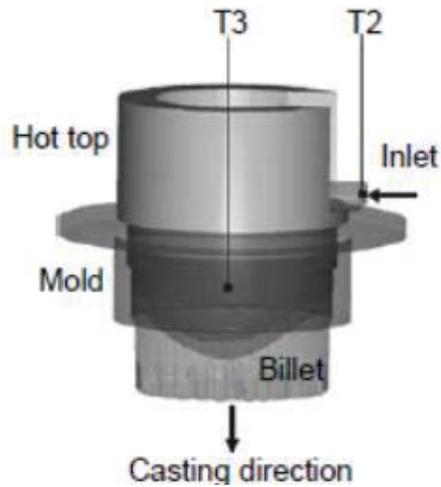
1 = *Molten pool*

2 = *Transition region*

1-2 = *Sump*

2-3 = *Slurry Zone*

3 = *Mushy Zone*



Gambar 2.3 Skema Pengukuran Temperatur [6]

Keterangan :

T1 = Temperatur pada *furnace*

T2 = Temperatur pada *inlet*

T3 = Temperatur pada sisi *bottom hot top*

2.4. Komposisi, Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Paduan Aluminium

Paduan Aluminium diklasifikasikan menjadi paduan aluminium tuang/cor (*cast aluminium alloys*) dan paduan tempa (*wrought aluminium alloys*). Aluminium murni memiliki titik lebur 660°C. Properties aluminium murni dapat dilihat pada tabel 2.2 sebagai berikut :

Tabel 2.2 Sifat Fisik dan Mekanik dari Aluminium [7]

Sifat	Besaran British	Satuan Indonesia
Densitas	436,99 lb/ft ³	2,7 g/cm ³
Titik cair	1220°F	660°C
Kekuatan tarik	100000 – 80000 psi	689,5 – 5515,8 MPa
Titik luluh	5000 – 68000 psi	34,5 – 468,8 MPa

Modulus elastis	10.6×10^6 psi	$73,08 \times 10^3$ MPa
Presentase muai	14 – 15 %	14 -15 %
Rasio poisson (ν)	0.33	0,33
Tahanan jenis	3×10^{-6} Ω/cm^3	28,2 n $\Omega.\text{m}$
Konduktivitas panas	130 Btu/hr/ft/°F	237 W/m.K
Koefisien muai panas	13×10^{-6} in/in/°F	23,1 W/m.K
Kapasitas panas (C')	0.23 Btu/lb/°F	24,2 J/mol.K
Kekuatan tarik/densitas	10000 – 80000 in	393,7 – 3149,6 mm

Aluminium diklasifikasikan menjadi aluminium murni dan aluminium paduan, aluminium murni memiliki kadar kemurnian 99.96 % dan minimal 99%. Akan tetapi aluminium paduan memiliki atom dan unsur utama dan unsur tambahan. Unsur utama yaitu Mg, Mn, Zn, Cu, dan Si dan untuk unsur tambahan yaitu Cr, Ca, Pb, Ag, Fe, Sn, Zr, Ti, Sn dan lain-lain.

Karakteristik umum dari beberapa seri paduan aluminium dapat dilihat sebagai berikut [8]:

1) Aluminium Murni

Seri ini adalah aluminium dengan kemurnian 99,0%. Aluminium dalam seri ini disamping sifatnya baik dan tahan karat, konduksi panas dan konduksi listrik juga memiliki sifat yang memuaskan dalam mampu-las dan mampu potong. Hal yang tidak menguntungkan adalah kekuatannya yang rendah.

2) Paduan Aluminium Al-Cu

Seri paduan Al-Cu adalah jenis yang dapat diperlakukan panas dengan melalui pengerasan endapan, sifat mekanik paduan ini dapat meniru sifat dari baja lunak, tetapi daya tahan korosi rendah bila dibanding dengan seri paduan lainnya.

3) Paduan Aluminium Al-Mn

Paduan ini adalah seri yang tidak dapat diberikan perlakuan panas sehingga kenaikan kekuatannya hanya dapat dikerjakan dengan melalui pengerjaan dingin.

4) Paduan Aluminium Al-Si

Paduan Al-Si termasuk seri yang tidak dapat diberikan perlakuan panas. Seri ini dalam keadaan cair memiliki sifat fluiditas yang baik dalam proses pembekuannya tidak terjadi retak. Karena sifatnya maka paduan seri Al-Si banyak yang digunakan sebagai bahan dalam pengelasan paduan aluminium baik paduan cor maupun paduan tempa.

5) Paduan Aluminium Al-Mg

Seri ini termasuk paduan yang tidak dapat diberikan perlakuan panas akan tetapi memiliki sifat baik dalam daya tahan korosi terutama korosi terhadap air laut.

6) Jenis Paduan Aluminium Al-Mg-Si

Paduan ini termasuk dalam seri yang dapat diberikan perlakuan panas tetapi memiliki sifat mampu potong, mampu las dan daya tahan korosi yang baik.

7) Jenis Paduan Aluminium Al-Zn

Paduan ini termasuk jenis yang tidak dapat diberikan perlakuan panas. Paduan ini dinamakan super duralium. Berlawanan dengan kekuatan tariknya sifat mampu las dan daya tahan terhadap korosi tidak menguntungkan.

Berdasarkan *American National Standard Institute* (ANSI) Standard H35.1 dan *Aluminium Association* (AA), sistem modifikasi paduan aluminium adalah menggunakan empat digit/angka, dimana angka pertama menyatakan unsur

utama paduan (dominan) yang terkandung. Untuk mempermudah memahami sifat umum aluminium dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut :

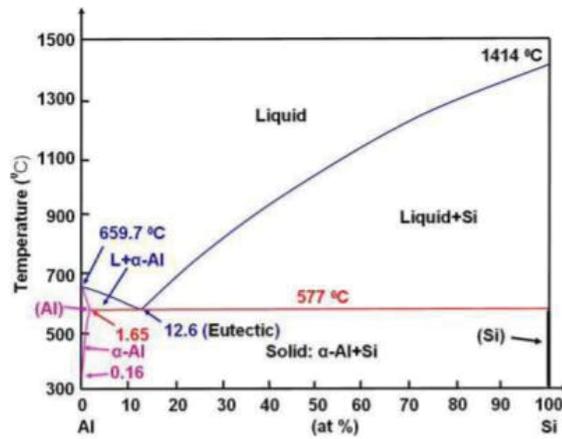
Tabel 2.3 Pengkodean Aluminium Association (AA) [9]

<i>Series Number</i>	<i>Primary Alloying Element</i>	<i>Relative Corrosion Resistance</i>
1xxx	<i>None</i>	<i>Excellent</i>
2xxx	<i>Copper</i>	<i>Fair</i>
3xxx	<i>Manganese</i>	<i>Good</i>
4xxx	<i>Silicone</i>	-
5xxx	<i>Magnesium</i>	<i>Good</i>
6xxx	<i>Magnesium and Silicone</i>	<i>Good</i>
7xxx	<i>Zinc</i>	<i>Fair</i>

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini menggunakan *brake shoe* kampas rem sepeda motor dengan komposisi yang dapat dilihat seperti dibawah berikut :

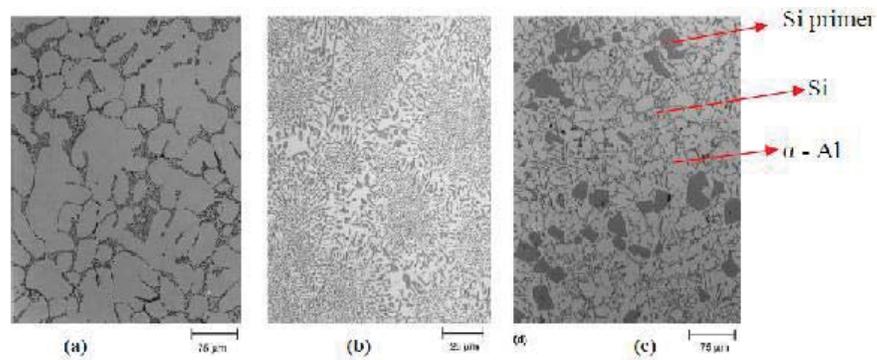
Tabel 2.4 Komposisi *Scrap* Aluminium [10]

Jenis Bahan	Komposisi										
	Cu	Mg	Si	Fe	Mn	Ni	Zn	Ti	Pb	Sn	Cr
Aluminium Siku	0.028	0.0171	0.09	0.1975	0.0177	0.0024	0.0352	0.0161	0.00006	0.0054	0.005
Kampas Rem	2.245	0.1226	10.66	1.1163	0.1586	0.0558	0.8256	0.0252	0.0609	0.0235	0.0264
Panci Bekas	0.156	0.0294	0.7	0.6236	0.0815	0.0136	0.6461	0.0119	0.0436	0.019	0.0123
Aluminium Plat	0.06	0.6355	0.38	0.4249	0.0408	0.0084	0.0854	0.0143	0.0063	0.0072	0.0106



Gambar 2.4 Diagram Fasa Al-Si [11]

Struktur mikro aluminium silikon dapat diidentifikasi sesuai dengan kadar silika dalam paduan tersebut.



Gambar 2.5 Struktur mikro paduan Al-Si (a) Struktur mikro paduan hypoeutectic (1.65-12.6 wt% Si). 150X.(b) Struktur mikro paduan eutectic (12.6% Si). 400X. (c) Struktur mikro paduan hypereutectic (>12.6% Si). 150X [12]

2.5. Pengujian Kekerasan Metode Vickers (HV)

Metode uji kekerasan vickers merupakan metode uji kekerasan mikro yang didasarkan kepada ketahanan bahan yang diuji terhadap penetrasi indenter berbentuk piramid.

Angka kekerasan HVN dinyatakan menggunakan persamaan berikut [13] :

$$HVN = \frac{2P \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}{d^2} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

P = Load (kgf)

θ = Face angle diagonal 136°

d = mean diagonal of impression (mm)

$$\text{Rata - Rata HVN} = \frac{HVN\ 1 + HVN\ 2 + HVN\ 3 + \dots}{n} \dots \dots \dots (2.2)$$

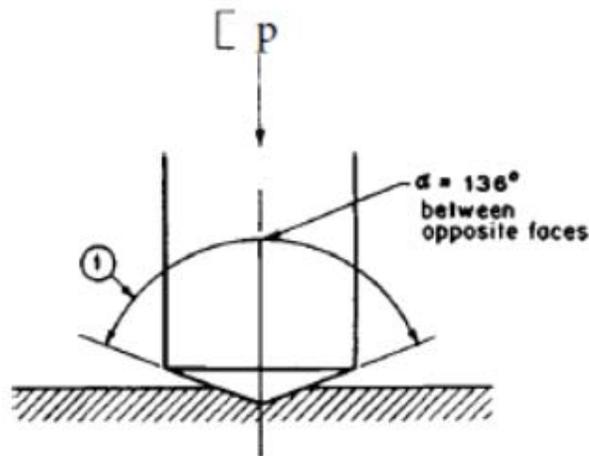
Keterangan :

HVN 1 = Nilai kekerasan Vickers percobaan 1

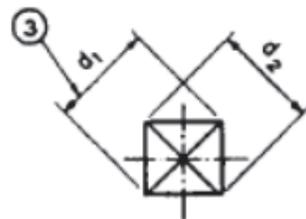
HVN 2 = Nilai kekerasan Vickers percobaan 2

HVN 3 = Nilai kekerasan Vickers percobaan 3

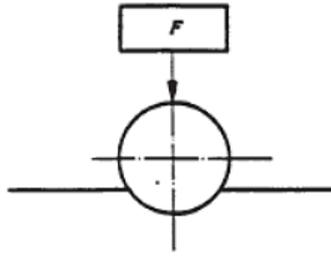
n = Banyaknya Data



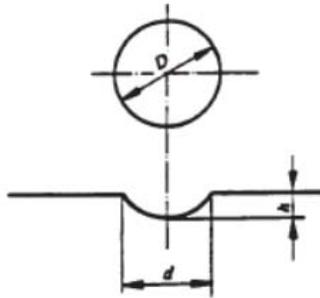
Gambar 2.6 Principle Test Vickers [13]



Gambar 2.7 Result Test Vickers [13]



Gambar 2.8 *Principle Test* Brinell [14]



Gambar 2.9 *Result Test* Brinell [14]

2.7. Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro dilakukan dengan mengamati struktur mikro menggunakan *Trinocular Metallurgical Microscope* Carl Zeiss Type Axiovert A1 MAT. Alat ini berfungsi untuk mengamati dan mengambil gambar struktur mikro pada permukaan logam atau specimen yang sebelumnya sudah dietsa. Spesimen yang sudah dietsa akan memantulkan kembali sinar yang datang dari lensa mikroskop elektron dengan warna berbeda pada tiap bagian permukaan akibat pengikisan pada permukaan specimen. Kemudian kamera yang tersambung dengan monitor akan menangkap dan menyimpan gambar struktur mikro.

Pengamatan struktur mikro bertujuan untuk memperoleh gambaran mikroskopis dan mikroskopis struktur permukaan specimen yang telah dibuat. Sebelum dilakukan pengamatan, specimen dipersiapkan terlebih dahulu, pekerjaan persiapan specimen dilakukan mulai dari proses *cutting*, *mounting*, *grinding*, *polishing* dan *etching* sebelum bahan ditempatkan dibawah lensa obyektif mikroskop optik.

2.8. Penelitian Terdahulu

Pada penulisan tugas akhir ini penulis mengambil beberapa referensi penelitian yang sudah pernah dilakukan, berikut referensi yang penulis jadikan sumber literasi penulis :

Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Metode/Variabel	Hasil
1	Fajar Wahyu (2018)	Pengaruh Temperatur Tuang Terhadap Hasil Coran Aluminium (Al) Dengan Cetakan Pasir	Dari hasil penelitian suhu penuangan yang digunakan terlalu tinggi maka akan menurunkan massa jenis dan meningkatkan kelarutan gas hidrogen yang dapat menyebabkan tingginya resiko porositas pada hasil coran.[4]
2	B. Wijoyo, A. Hidayanto dan M.W. Darojad (2018)	Pengaruh Variasi Temperatur Tuang Pada Pengecoran Daur Ulang Al-Si Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Dengan Pola <i>Lost Foam</i> ,	Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi temperatur tuang pada pengecoran daur ulang Al-Si, maka semakin mengecil matrik Al-Si-nya, serta semakin turun nilai kekerasannya.

3	Geger Kokok Cong Jiwo Rogo, Suharno dan Yadiono (2013)	<i>Remelting</i> aluminium tromol supra X dengan cetakan logam : pengujian kekerasan dan Struktur Mikro	Dari hasil penelitian didapatkan suhu penuangan yang optimal adalah 700°C, hal ini terlihat dari butiran Al-Si yang tersebar [15]
4	Sumpena (2018)	Pengaruh Variasi Temperatur Tuang Pengecoran Produk <i>Pulley</i> Terhadap Kekerasan, Ketangguhan dan Metalografi Berbahan Baku Aluminium Bekas	Dari hasil penelitian didapatkan bahwa pada suhu 670° C nilai kekerasan lebih rendah dibandingkan suhu 700°C, sedangkan untuk struktur mikro pada suhu 700°C terjadi penyebaran unsur Fe, Si dan Mg secara merata.[16]
5	Abdul Qohar, I Ketut Sugita, I Putu Lokantara (2017)	Pengaruh Permeabilitas dan Temperatur Tuang Terhadap Cacat dan Densitas Hasil Pengecoran Aluminium Silikon (Al-Si) Menggunakan <i>Sand Casting</i>	Dari hasil penelitian didapatkan bahwa semakin tinggi temperatur penuangan maka porositas pada hasil coran akan meningkat[17]