

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri otomotif sekarang ini sangatlah pesat. Komponen otomotif kendaraan yang memiliki karakteristik baik diperlukan untuk mendukung sebuah kendaraan. Komponen otomotif membutuhkan material yang kuat, tetapi juga harus ringan, tahan korosi dan mampu menahan beban yang besar.

Berbagai metode dikembangkan untuk mendapatkan produk pengecoran yang lebih baik dari salah satunya *Die Casting*. *Die Casting* adalah salah satu metode pengecoran dengan cara menginjeksi cairan logam ke dalam cetakan dengan kecepatan dan tekanan tertentu. *Die casting* dibagi menjadi dua kategori yaitu *Cold Chamber* dan *Hot Chamber*. *Hot Chamber Die Casting* biasanya digunakan untuk logam dengan temperatur cair yang rendah dan logam yang tidak bereaksi membentuk paduan dengan logam *die* (baja) seperti timah hitam, timah putih dan zinc. *Cold Chamber Die Casting* digunakan untuk logam dengan temperatur cair tinggi seperti aluminium dan tembaga (dan paduannya).

Cold Chamber Die Casting adalah suatu metode yang efisien dan hemat untuk memproduksi komponen yang memiliki kekasaran permukaan rendah dan memiliki ketelitian dimensional yang tinggi, mampu untuk menghasilkan kompleksitas geometri produk dan kapasitas produksi yang tinggi serta efisiensi biaya produksi yang tinggi.

Teknik yang digunakan pada penelitian ini adalah teknik *Cold Chamber Die Casting*. Bahan baku yang digunakan adalah paduan Al-Mg-Si karena memiliki sifat mampu cor yang baik, mengurangi penyerapan gas dalam pengecoran dan meningkatkan mampu alirnya yang baik, Selain itu paduan Al-Mg-Si memiliki ketahanan korosi yang baik. Namun silikon mempunyai pengaruh buruk yaitu menurunkan sifat mampu mesinnya.

Cover Cylinder Head adalah komponen pada kendaraan yang membutuhkan kekerasan dan minimnya cacat pada hasil pengecoran. Maka penulis melakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh temperatur penuangan pada *Die Casting* terhadap kualitas hasil produk *Cover Cylinder Head* berbahan paduan Al-Mg-Si

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat disimpulkan suatu permasalahan yaitu, bagaimana pengaruh temperatur penuangan pada *Die Casting* terhadap kualitas hasil produk *Cover Cylinder Head* paduan Al-Mg-Si?

1.3 Batasan Masalah

Agar permasalahan tidak meluas dan terfokus, maka perlu dilakukan batasan-batasan sebagai berikut :

1. Pembahasan hanya di fokuskan pada hasil coran
2. Spesifikasi bahan yang digunakan adalah aluminium silikon
3. Variasi tuang 700°C, 800°C dan 850°C
4. Proses pengecoran dianggap standar sesuai dengan prosedur pelaksanaan.
5. Jenis *cover cylinder head* menggunakan jenis motor jupiter Z
6. Kualitas hasil produk yang akan diamati pada penelitian
 - a) Dimensi produk
 - b) Cacat permukaan

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh temperatur penuangan terhadap kualitas hasil produk *Cover Cylinder Head* dengan *Die Casting*

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Mampu menerapkan teori-teori yang didapatkan selama perkuliahan terutama berkenaan dengan teknologi pengecoran logam.
2. Penelitian ini akan menambah pengetahuan tentang pengaruh temperatur penuangan terhadap geometri dimensional produk
3. Penelitian ini dapat memberikan masukan yang bermanfaat khususnya dalam bidang industri pengecoran.
4. Dapat digunakan sebagai referensi untuk pengembangan penelitian lebih lanjut terutama mengenai teknologi pengecoran aluminium silikon

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Raji(2006) Penelitian ini meneliti tentang efek dari parameter tekanan pada benda *squeeze casting* dan untuk menghasilkan produk *squeeze casting* dari campuran Al-Si, tekanan *squeeze casting* juga dibandingkan dengan *chill casting*. *Squeeze casting* dari campuran Al-Si8% diberikan tekanan 25-150 Mpa dengan temperatur 650⁰c,700⁰c,dan 750⁰c waktu penekanan 30 detik. Dari penelitian ini ditemukan bahwa untuk memberikan suhu penekanan pada struktur mikro menjadi lebih baik. Penelitian ini menyimpulkan bahwa di antara benda satu dengan yang lain, bahwa perlakuan *pouring* optimal adalah pada suhu 700⁰c dan tekanan 125 mpa adalah yang paling cocok untuk campuran Al-8%Si

Legowo (2002) “meneliti tentang tekanan aluminium paduan cair terhadap kekerasan coran pada proses *Die Casting*” disimpulkan bahwa tekanan pada hasil coran proses *Die Casting* mempengaruhi beberapa factor salah satunya adalah besarnya pembebanan. Besarnya pembebanan akan memperbesar tekanan yang mendesak logam cair ke dalam cetakan. sehingga semakin besar tekanan aluminium paduan cair akan dapat menembus titik cair logam dan kemudian membeku dengan cepat.

Acimovic (1995) meneliti tentang “*influence of pouring temperature on the quality of casting obtained by the epc-method*”, penelitian ini meneliti tentang prosedur yang paling sesuai dalam pengecoran logam cair, model pengembangan *polysterene* harus melewati proses dekomposisi dimana produk cair dan gas dihasilkan dan di bentuk. Proses dekomposisi ini sendiri adalah termasuk reaksi endotermis sehingga kepadatan coran terjadi saat kondisi dimana suhu di turunkan. Suhu penyampuran adalah faktor utama yang mempengaruhi kecepatan proses dekomposisi. Dapat disimpulkan Semakin tinggi suhu, maka proses dekomposisi pembentukan hasil cair, gas dan tekanan logam meningkat.

2.2 Pengecoran Logam

Pengecoran adalah proses manufaktur yang menggunakan logam cair dan cetakan untuk menghasilkan *parts* dengan bentuk yang mendekati bentuk geometri akhir produk jadi. Logam cair akan dituangkan atau ditekan ke dalam cetakan yang memiliki rongga sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Setelah logam cair memenuhi rongga dan kembali ke bentuk padat, selanjutnya cetakan disingkirkan dan hasil cor dapat digunakan. Dalam melakukan pengecoran logam terdapat beberapa urutan kegiatan yang harus dilakukan diantaranya membuat cetakan, pencairan logam, pembersihan logam, dan pemeriksaan hasil coran, ada beberapa keuntungan dari proses pengecoran dibanding proses pembentukan logam lainnya, antara lain:

1. Dapat membuat bentuk apapun yang mempunyai kesulitan yang tinggi sehingga dapat menghasilkan produk yang berkualitas.
2. Dapat membuat benda dengan ukuran yang diinginkan.
3. Mudah untuk produksi masal
4. Beberapa sifat mekanik yang lebih baik bisa diperoleh dengan proses pengecoran. Sangat ekonomis.

2.2.1 Klasifikasi Pengecoran Logam

Secara umum proses pengecoran dikelompokkan berdasarkan cetakannya menjadi dua

1. *Expandable mold casting* (Cetakan tidak permanen)

Expandable mold casting adalah cetakan yang mampu dipakai untuk sekali pemakaian pengecoran saja. Contoh cetakannya adalah pasir, gips, keramik yang dicampur bahan pengikat.

2. *Permanent mold casting* (Cetakan permanen)

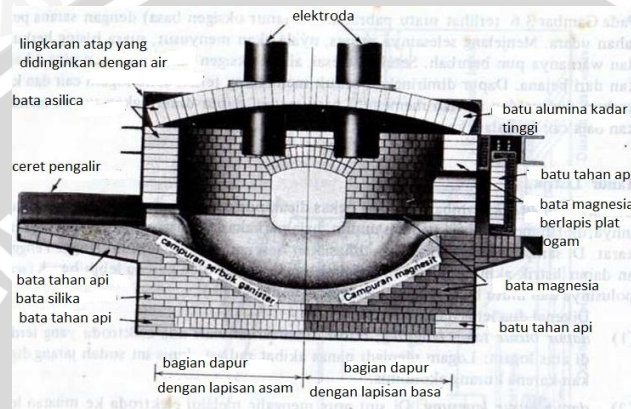
Permanent mold casting adalah cetakan yang mampu dipakai berulang kali dan bahannya terbuat dari baja atau logam tahan panas. Dengan cetakan ini dihasilkan bentuk yang kompleks dan lebih sempurna.

2.2.2 Klasifikasi Tungku Peleburan Logam

Berdasarkan proses peleburan logam terdapat tungku peleburan logam yaitu

1. Tungku busur listrik

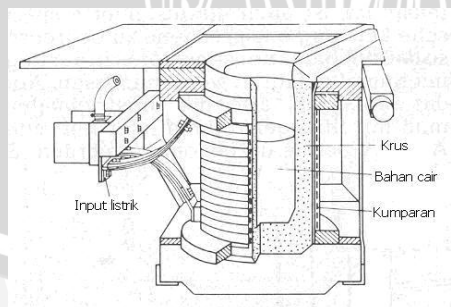
- laju peleburan tinggi
- polusi lebih rendah dari pada tungku tungku yang lain
- mampu menahan logam cair pada temperatur tertentu untuk jangka waktu lama untuk tujuan pemaduan



Gambar 2.1 tungku busur listrik
Sumber : Yerichan, 2011

2. Tungku induksi

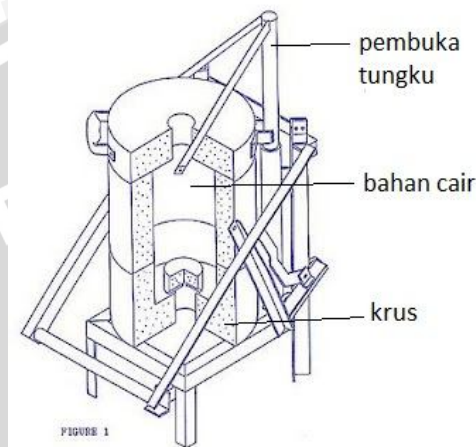
- Khususnya digunakan pada industri kecil
- Mampu mengatur komposisi kimia pada skala peleburan kecil
- Biasanya digunakan pada logam-logam non ferro
- Secara khusus dapat digunakan untuk keperluan *superheating* (memanaskan logam cair di atas temperature cair normal untuk memperbaiki mampu alir)



Gambar 2.2 tungku induksi
Sumber : Haplin, 2009

3. Tungku krusibel

- Tungku ini secara lama telah digunakan dalam sepanjang sejarah peleburan logam. Proses pemanasan dibantu oleh pemakaian berbagai jenis bahan bakar.
- Tungku ini bisa dalam keadaan diam, dimiringkan atau juga dapat dipindah-pindahkan.
- Dapat diaplikasikan pada logam-logam ferro dan non-ferro.



Gambar 2.3 tungku krusibel
Sumber : Mechanical, 2010

4. Tungku kupola

- Tungku ini terdiri satu saluran/bejana baja vertikal yang didalamnya terdapat susunan bata tahan api.
- Muatan terdiri dari susunan atau lapisan logam, kokas dan fluks.
- Kupola dapat beroperasi secara kontinyu, menghasilkan logam cair dalam jumlah besar dan laju peleburan tinggi.



Gambar 2.4 tungku kupola
Sumber : Robert Frazier, 1988

2.2.3 Metode Pengecoran Logam

Berdasarkan metode pengecoran, proses pengecoran dapat dibagi antara lain menjadi:

1. *Permanent Mould Casting*

Proses ini cocok untuk produksi massal dan biasanya cetakkannya lebih besar daripada *Pressure Die Casting*, Peralatannya lebih murah daripada *Pressure Die Casting*. Intinya dapat menggunakan pola yang kompleks. Proses ini menggunakan gaya gravitasi untuk menuangkan logam cair sehingga kecepatan penuangannya relatif rendah. Cetakan dari logam akan mempercepat pembekuan. Coran yang dihasilkan mempunyai sifat mekanik yang cukup baik. *Permanent mould casting* bisa menggunakan perlakuan panas untuk meningkatkan sifat mekaniknya. Untuk sifat mekanik yang maksimal, pemanasan hingga fase cair-padat, dilanjutkan dengan *quenching*, dan penuangan (*aging*) baik secara alami maupun buatan.

2. *Sand Casting* (cetakan pasir)

Cetakkannya dibuat dengan cara memadatkan pasir di atas pola. Sehingga ketika pola diangkat akan terbentuk rongga cetakan. Logam cair di tuang ke dalam cetakan, dan setelah membeku cetakkannya dapat dihancurkan. Biaya murah serta dapat menggunakan berbagai jenis paduan. Kekurangan proses ini akurasi dimensinya buruk dan permukaan corannya cenderung kasar. Keuntungannya ada pada fleksibilitas dari jumlah coran, yaitu bisa sedikit atau banyak.

3. *Shell Mould Casting*

Cetakkannya dibuat dari campuran resin dengan pasir dengan ketebalan 10-20 mm. Permukaan hasil corannya lebih halus dan dimensinya lebih tepat dari pada dengan cetakan pasir. Peralatannya relatif mahal dan polanya tidak bisa terlalu kompleks.

4. *Plaster Casting*

Pada proses ini cetakan dibuat dari gips. Adonan gips dituang di sekitar pola, dibakar, kemudian pola diambil dari cetakan. Cetakan bisa dipakai lagi dan memungkinkan coran dibuat dengan detail yang cukup akurat. Permukaan coran yang dihasilkan cukup baik. Walaupun biaya peralatan murah tetapi biaya operasinya tinggi.

5. *Investment Casting*

Proses ini menggunakan cetakan dari bahan refraktori yang dibentuk pada pola dari lilin atau bahan thermoplastic. Adonan refraktori dituangkan di sekitar pola, kemudian dikeringkan dan pola dikeluarkan dengan cara dicairkan. Logam kemudian

dituang ke dalam cetakan yang terbakar. Produk yang dihasilkan hampir tidak membutuhkan proses permesinan lagi. Dapat menghasilkan dinding yang tipis, akurasi dimensi yang baik, dengan permukaan hasil coran yang halus digunakan untuk membuat komponen engineering yang presisi.

6. *Centrifugal Casting* (Pengecoran Sentrifugal)

Pengecoran *centrifugal* suatu metode pengecoran logam dengan cara penuangan logam ke dalam cetakan yang berputar dengan kecepatan tertentu, sumbu putar posisi horizontal, vertikal atau dengan kemiringan yang sesuai. Cetakan dapat dibuat dari baja, gips, dan besi cor. Ada keterbatasan pada bentuk dan ukuran dari coran yang mungkin dihasilkan pada pengecoran ini dan biayanya tinggi.

7. *Die Casting* (Pengecoran Cetak Tekan)

Pengecoran *Die Casting* adalah suatu metode pengecoran dengan cara menginjeksi cairan logam ke dalam cetakan dengan kecepatan dan tekanan tertentu. Cetakan dapat dibuat dari baja dan cetakan permanen. Ada keterbatasan pada *Die Casting* ini adalah biaya awal yang mahal

2.2.4 Ciri-ciri Proses Pengecoran Logam

Faktor yang berpengaruh atau merupakan ciri dari proses pengecoran, yaitu:

1. Adanya aliran logam cair kedalam rongga cetak
2. Terjadi perpindahan panas selama pembekuan dan pendinginan di dalam logam cetakan
3. Pengaruh material cetakan pembekuan logam dari kondisi cair

2.3 Pengecoran Cetak Tekan (*Die Casting*)

Die Casting adalah Suatu proses manufaktur yang menggunakan logam cair dan cetakan untuk menghasilkan parts dengan bentuk yang mendekati bentuk geometri akhir produk jadi. Logam cair akan dituangkan atau di tekan ke dalam cetakan yang memiliki rongga sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Setelah logam cair memenuhi rongga dan kembali ke bentuk padat, selanjutnya cetakan disingkirkan dan hasil cor dapat digunakan untuk proses sekunder

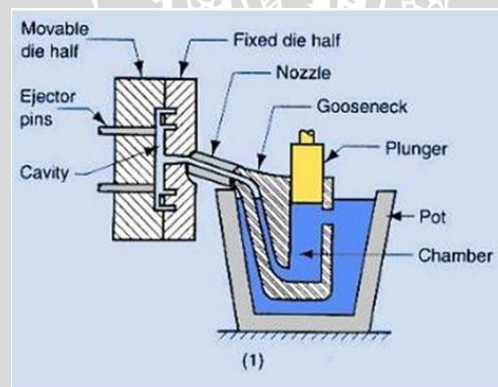
$$P = \frac{F}{A}$$

Dengan

P = tekanan ($N/m^2, N/cm^2$)

A = luas penampang (m^2, cm^2)

F = gaya (N)

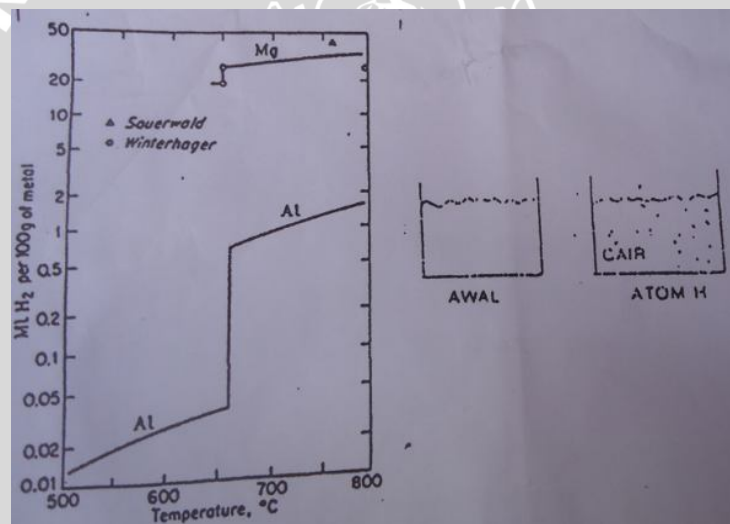


Gambar 2.5 prinsip proses Die Casting
Sumber : Jajaquartz, 2010

Temperatur adalah ukuran panas-dinginnya dari suatu benda. Panas-dinginnya suatu benda berkaitan dengan energi termis yang terkandung dalam benda tersebut. Makin besar energi termisnya maka makin besar temperaturnya. Temperatur penuangan pada proses pengecoran logam aluminium akan mempengaruhi laju pembekuan dan penyebab terjadinya cacat porositi, sehingga akan mempengaruhi sifat mekanik coran paduan aluminium. Semakin meningkatnya temperatur penuangan akan menghasilkan bentuk struktur mikro dan sifat mekanik yang berbeda, maka semakin tinggi temperatur penuangan menyebabkan delta temperatur liquid-under liquid cooling semakin tinggi dan tingginya temperatur penuangan

menyebabkan terjebaknya gas hidrogen semakin banyak sehingga volume dimensi berkurang dan nilai kekerasan mengalami penurunan.

Laju penuangan (*pouring rate*) adalah volume logam yang dituangkan ke dalam cetakan dalam waktu tertentu. Bila laju penuangan terlalu rendah maka logam akan menjadi dingin dan membeku sebelum pengisian seluruh rongga cetak selesai dan sebaliknya bila laju penuangan terlalu tinggi maka akan terjadi turbulensi. Turbulensi dalam aliran cairan logam adalah kecepatan aliran cairan yang tidak menentu arah dan besar (*magnitude*)-nya. Turbulensi harus dihindarkan karena dapat mempercepat pembentukan oksida logam, yang dapat mengganggu proses pembekuan sehingga kualitas coran kurang baik dapat menyebabkan terjadinya pengikisan pada cetakan karena adanya benturan aliran logam cair, sehingga hasil coran kurang baik.



Gambar 2.6 kelarutan gas hidrogen

Sumber: Mechanical, 2010

2.3.1 Perhitungan Temperatur Penuangan

$$H = \rho V \{C_s (T_m - T_o) + H_f + C_l (T_p - T_m)\}$$

dimana : H = jumlah panas yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur penuangan; Btu (J)

C_s = *weight specific heat* untuk logam padat; Btu/lbm – °F (J/g - °C)

T_m = temperatur lebur logam; °F (°C)

T_o = temperatur awal, biasanya temperatur ruang; °F (°C)

H_f = panas fusi/lebur; Btu/lbm (J/g)

C_l = *weight specific heat* untuk logam cair; Btu/lbm – °F (J/g - °C)

T_p = temperatur penuangan; °F (°C)

V = volume logam yang dipanaskan; in³ (cm³)

ρ = densitas logam; lbm/in³ (g/cm³)

2.3.2 Perhitungan Voleme Logam Cair

1. Drag

(a) Segi enam

$$a = 14$$

$$t = 6$$

$$\frac{3}{2} a^2 \sqrt{3} \times \text{Tinggi}$$

$$\frac{3}{2} a^2 \sqrt{3} \times 6 = 3055,33$$

Jadi volume segi enam + volume lingkaran

$$3055,33 + 26120,8 = 2,9176 \text{ mm}$$

2. Cup

$$\pi r^2 \times t$$

$$3,14 \cdot 3^2 \times 6 = 169,56$$

$$3,14 \cdot 19^2 \times 9 = 10201,8$$

$$10371,40$$

jadi volume logam cair yang dituang

$$29176,13 - 10371,42 = 18804,71 \text{ mm}^3$$

(b) Volume lingkaran

$$\pi r^2 \times t$$

$$3,14 \cdot 27,5 \times 11 = 26120,8$$

2.3.3 Kelebihan dan kekurangan proses *Die Casting*

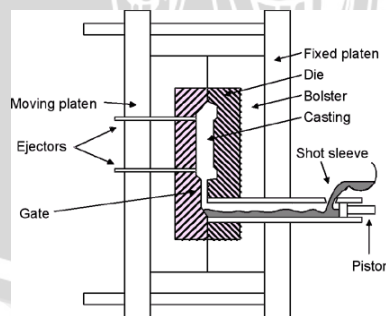
1. Kelebihan:
 - a) Ketelitian dan kecermatan yang tinggi.
 - b) Lebih fleksibel dalam desain.
 - c) Menghasilkan permukaan halus.
 - d) Dapat menghasilkan coran yang tipis.
 - e) Lebih ekonomis dari pada beda kerja yang dibuat khusus dengan machining.
2. Kekurangan
 - a) Sering terjadi cacat porositas karena disebabkan proses ekstrusi.
 - b) Biaya awal yang mahal.

2.3.4 Metode Pengecoran *Die Casting*

Berdasarkan metode pengecorannya *Die Casting* di bagi menjadi 2 yaitu

1. *High Pressure Die casting*

Proses ini dilakukan dengan cara memasukkan logam cair ke dalam cetakan dengan tekanan dibawah tekanan atmosfer, dengan tekanan hingga 130 bar. Kombinasi pemasukan logam yang cepat dan pembekuan yang cepat dalam tekanan yang tinggi akan menghasilkan produk yang padat dan memiliki permukaan yang halus, sehingga sifat mekaniknya menjadi lebih baik.



Gambar 2.7 skematis gambar High pressure Die Casting

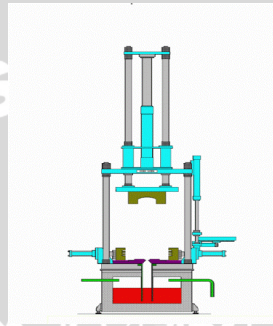
Sumber : Themetalcasting, 2011

Mesin pengecoran cetak bertekanan tinggi seperti gambar 2.6 terdiri dari plat vertikal yang di dalamnya terdapat bolster yang berfungsi untuk menyanggah

cetakan, salah satu plat dapat digerakkan sehingga cetakan dapat dibuka dan ditutup. Logam cair di tuang kedalam *shot sleeve* dan kemudian dimasukkan ke dalam cetakan menggunakan piston yang digerakkan secara hidrolik, setelah logam cair membeku cetakan terbuka dan benda coran diambil.

2. *Low Pressure Die Casting*

Pada proses ini logam cair dimasukkan ke dalam cetakan pada tekanan (2-15 psi). Pembuatan plat tipis lebih baik dengan proses ini daripada dengan *permanent mould casting*.



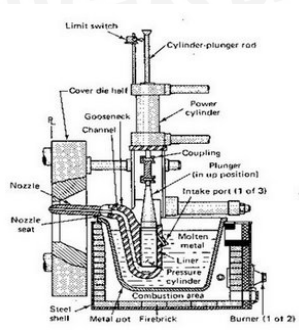
Gambar 2.8 skematis gambar *Low Pressure Die Casting*
Sumber : Themetalcasting, 2011

2.3.5 Proses *Die Casting*

Berdasarkan prosesnya *Die Casting* di kelompokkan menjadi 2 jenis

1. *Hot Chamber Die Casting*

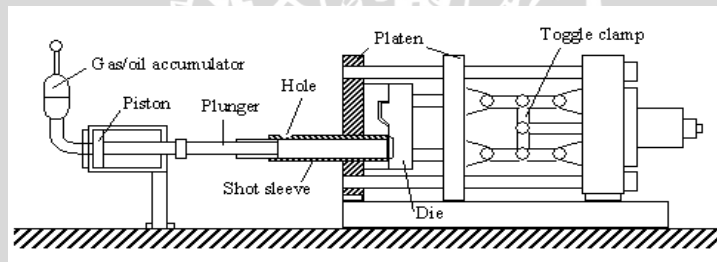
Pada proses ini tungku pencair logam jadi satu dengan mesin cetak dan silinder injeksi terendam dalam logam cair. Silinder injeksi digerakkan secara pneumatik atau hidrolik. Pada umumnya *Die Casting* jenis ini hanya untuk timah putih, timbal, dan paduannya. Pada mesin ini mempunyai komponen utama silinder plunger leher angsa (*goose neck*) dan *nozzle*. Logam cair ditekan ke dalam rongga cetakan dengan tekanan tetap dipertahankan selama pembekuan terjadi. Leher angsa yang terndam logam cair sewaktu plunger pada kedudukan teratas. Kemudian logam cair diinjeksikan ke rongga cetakan dengan amat cepat. (Gudang materi 2010)



Gambar 2.9 *Hot chamber die casting*
Sumber : Lester W. Garber(2009)

2. *Cold Chamber Die Casting*

Cold Chamber Die Casting adalah mencairkan logam cair kemudian dituangkan ke dalam *plunger* yang berdekatan cetakan kemudian diberikan tekanan secara hidrolis. Proses ini biasanya cocok untuk logam-logam yang memiliki temperature leleh tinggi misalnya aluminium dan magnesium.



Gambar 2.10 *Cold Chamber Die casting*
Sumber : Lester W. Garber (2009)

2.4 Sifat-sifat Logam Cair

2.4.1 Perbedaan Logam Cair dan Air

Logam cair dan air memiliki perbedaan dalam beberapa hal yaitu :

- Kecairan logam sangat tergantung pada temperatur dan logam cair akan cair seluruhnya pada temperatur tinggi sedang pada temperatur rendah logam cair akan sulit untuk melebur.
- Sedangkan air jika terkena temperature tinggi maka akan terjadi penguapan.
- Berat jenis logam cair lebih besar dari berat jenis air.

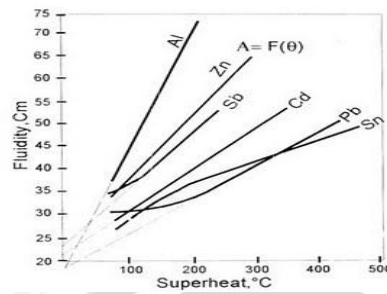
Kekentalan logam cair tergantung pada temperatur dimana pada temperatur tinggi kekentalan logam cair menjadi rendah sebaiknya pada temperatur rendah kekentalan logam cairnya menjadi tinggi. Proses pengentalan logam cair akan semakin bertambah cepat kalau logam cair didinginkan, pada saat logam cair terbentuk inti-inti kristal. Juga dapat dikatakan kekentalan logam cair akan bertambah sebanding dengan pertambahan inti kristal. Pada tabel 2.1 berikut ini ditunjukkan koefisien kekentalan dan tegangan permukaan dari logam.

Tabel 2.1 Koefisien kekentalan dan tegangan permukaan pada logam

Bahan	Titik cair (°C)	Berat jenis (g/cm ³)	Koefisien kekentalan (g/cm. detik)	Koefisien kekentalan kinematik (cm ² /detik)	Tegangan permukaan (dine/cm)	Tegangan permukaan berat jenis (cm ³ /detik ²)
Air	0	0,9982(20°C)	0,010046(20°C)	0,010064	72(20°C)	72
Air raksa	-38,9	13,56 (20)	0,01547 (20)	0,00114	465(20)	34,5
Tin	232	5,52 (232)	0,01100 (250)	0,00199	540(247)	97,8
Timbal	327	10,55 (440)	0,01650 (400)	0,00156	450(330)	42,6
Seng	420	6,21 (420)	0,03160 (420)	0,00508	750(500)	120
Aluminium	660	2,35 (760)	0,0055 (760)	0,00234	520(750)	220
Tembaga	1.083	7,84 (1.200)	0,0310 (1.200)	0,00395	581(1.200)	74
Besi	1.537	7,13 (1.600)	0,000 (1.600)	0,00560	970(1.600)	136
Besi cor	1.170	6,9 (1.300)	0,016 (1.300)	0,0023	1.150(1.300)	167

2.4.2 Fluiditas

Biasa disebut mampu alir adalah kemampuan dari suatu zat (dalam hal ini logam cair) untuk mengalir (berpindah tempat) dan mengisi cetakan sebelum membeku. Sifat ini erat kaitannya dengan kekentalan zat cair itu, semakin tinggi kekentalannya maka sifat mampu alirnya menurun. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi fluiditas selain kekentalan, diantaranya adalah temperatur penuangan, komposisi logam dan perpindahan panas yang terjadi pada dinding cetakan. Tingginya temperatur penuangan (ditinjau dari titik cair) akan meningkatkan fluiditas dari logam cair sehingga logam cair dapat mencapai seluruh rongga cetakan tanpa adanya pembekuan dini. Komposisi logam juga mempengaruhi fluiditas, terutama menyangkut mekanisme pembekuan (solidifikasi) logam cair. Fluiditas yang baik terdapat pada logam yang membeku pada temperatur konstan, contohnya pada logam mulia. Saat *solidifikasi* terjadi pada range temperatur tertentu (terutama logam paduan) dapat terjadi *solidifikasi* sebagian sehingga menurunkan fluiditasnya. Selain itu komposisi logam juga menentukan *heat of fusion* (kalor laten), yaitu panas yang dibutuhkan logam untuk mencair seluruhnya. Tingginya kalor laten ini akan meningkatkan fluiditas logam cair.



Gambar 2.11: Grafik hubungan antara fluiditas terhadap panas dari logam
Sumber : mahurianasla.blogspot.com

2.5 Pembekuan Logam

Pembekuan logam pada dinding rongga cetakan berawal dari bagian logam yang menyentuh pada dinding cetakan dari logam cair yang diserap oleh cetakan maka yang bersentuhan dengan cetakan menjadi dingin hingga fase beku, maka inti kristal berawal terbentuk. Coran bagian tengah(dalam) pendinginan lebih lambat dibandingkan dengan bagian luar, maka kristalisaasi tumbuh di bagian logam coran yang menyentuh dinding cetakan dan inti mengarah ke bagian tengah atau dalam

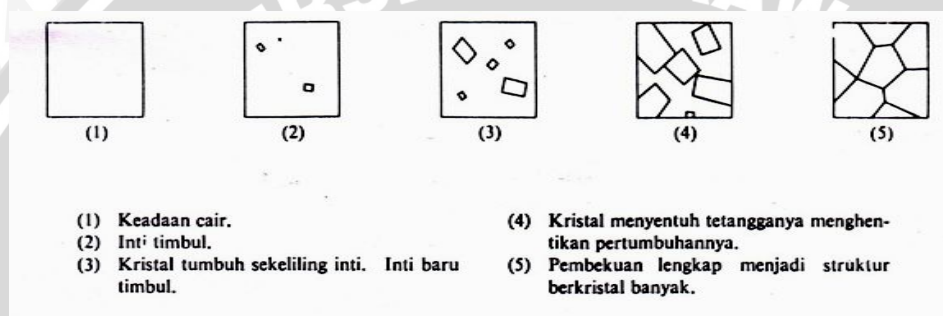
Jika permukaan pembekuan diperhatikan maka setelah logam yang belum beku dituang keluar dari cetakan maka akan terlihat permukaan yang halus atau kasar. Permukaan yang halus bila range daerah beku (perbedaan temperatur mulai dan berakhirnya pembekuan) sempit. Permukaan yang kasar terjadi bila rentang daerah pembekuan besar. Disamping itu cetakan logam menghasilkan permukaan yang lebih halus di bandingkan dengan cetakan pasir.

Pada proses pengintian akan timbul banyak inti sehingga banyak pula muncul *dendrite*, yang masing-masing memiliki arah atau orientasi yang berbeda-beda. Dendrit akan berkembang lebih besar sehingga nantinya akan menyinggung *dendrite-dendrite* lain yang juga berkembang.

Jika keadaan memungkinkan (misalnya energi yang tersedia cukup besar), satu butir dapat terus berkembang melintasi batas butir, dalam arti bahwa atom-atom dari butir lain (yang kurang stabil) akan mengikuti orientasi butir tersebut. Apabila keadaan ini berlangsung terus maka pada akhirnya akan terdapat satu butir saja. Jika logam didinginkan dengan lambat, maka *dendrite* memiliki waktu cukup untuk tumbuh, sehingga akan terbentuk butir-butir yang besar. Sebaliknya, pendinginan logam secara

cepat akan menimbulkan butir-butir yang kecil. Perbedaan ukuran butir menyebabkan perbedaan sifat mekanik.

Pembekuan dari suatu coran perlahan-lahan dari kulit ke tengah. Jumlah waktu yang dibutuhkan untuk pembekuan dari kulit ketengah sebanding dengan perbandingan antara volume coran dengan luas permukaan dimana panas mulai dikeluarkan. Pada coran yang mempunyai inti, panas dari coran akan diserap oleh inti sehingga menyebabkan pembekuan terjadi lebih cepat pada dinding inti dibanding di tengah coran. Cepat lambatnya pembekuan pada kulit inti tergantung pada ukuran inti. Dapat dilihat pada gambar di bawah ilustrasi skematis pembekuan logam



Sumber: Surdia, T. 1980 : 14

2.5.1 Daerah Pembekuan Logam Coran

Umumnya terdapat tiga daerah yang terjadi pada pembekuan logam coran, antara lain :

1. *Chill zone* (Daerah pembekuan cepat)

Daerah ini berada paling luar yang mana lebih dipengaruhi oleh heat removal. Struktur ini terbentuk pada kontak pertama antara dinding cetakan dengan melt pada saat dituang ke dalam cetakan. Dibawah suhu lebur beberapa inti terbentuk dan tumbuh kedalam cairan. Suhu cetakan yang mulai naik memungkinkan kristal yang membeku menyebar meninggalkan dinding karena pengaruh aliran cairan dan apabila suhu penuangan yang cukup tinggi dimana cairan yang berada ditengah-tengah coran tetap diatas temperatur leburnya sehingga dapat menyebabkan kristal yang dekat dengan daerah tersebut mencair lagi meninggalkan dinding cetakan. Hanya kristal yang berada pada dinding cetakan yang tumbuh menjadi chill zone.

2. Columnar zone (Daerah pembekuan pada columnar)

Columnar zone merupakan yang tumbuh setelah gradien suhu pada dinding cetakan turun dan kristal pada chill zone tumbuh secara dendritik dengan arah yang tegak lurus dengan dinding cetakan. Batas permukaan antara struktur kolumnar dengan cairan dapat berbentuk selular maupun selular dendritik.

3. Equaxed zone (Daerah pembekuan pada sumbu)

Struktur ini terdiri dari butiran yang bersumbu sama yang arah acak. Asal dari butiran ini adalah mencairnya kembali lengan dendrite. Bila suhu disekitar masih tinggi, setelah cabang dendrit tersebut terlepas dari induknya dan tumbuh menjadi dendrite yang baru

2.6 Aluminium

2.6.1 Pengolahan Aluminium

Aluminium berasal dari biji aluminium yang disebut bauksit. Untuk mendapatkan aluminium murni dilakukan proses pemurnian pada bauksit yang menghasilkan oksida aluminium atau alumina. Kemudian alumina ini dielektrosa sehingga berubah menjadi oksigen dan aluminium.

Aluminium adalah logam terpenting dari logam *nonferro*. Penggunaan aluminium adalah yang kedua setelah besi dan baja (Surdia, T.1999 : 129). Keutamaan aluminium dalam bidang teknik adalah beberapa sifatnya yang unik dan menarik, yaitu mudah untuk pengerjaan lanjutan, beratnya ringan, ketahanan korosi yang baik, konduktifitas listrik dan panas yang baik.(De Germa.1998 : 157).

2.6.2 Sifat-sifat Aluminium

Aluminium mempunyai beberapa sifat fisik yang ditunjukkan pada Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Sifat-sifat fisik aluminium

Sifat-sifat	Kemurnian Al (%)	
	99,99	>99,99
Massa jenis (Kg / dm ³) (20 ⁰ C)	2,6989	2,71
Titik cair (⁰ C)	660,2	653 – 657
Panas jenis (Cal/g. ⁰ C) (100 ⁰ C)	0,2226	0,2297
Hantaran listrik (%)	64,91	59 (dianil)
Tahanan listrik koefisien temperatur (/ ⁰ C)	0,00429	0,0115
Koefisien pemuai (M / ⁰ C) (20-100 ⁰ C)	23,86 × 10 ⁶	23,5 × 10 ⁶
Jenis kristal, Konstanta kisi	<i>Fcc</i> , $\alpha = 4,013$ kX	<i>Fcc</i> , $\alpha = 4,04$ Kx

Sumber: T.Surdia dan S.Saito, 1999:134

Sifat-sifat aluminium meliputi :

1. Modulus elastisitas

Modulus elastisitas aluminium rendah, jadi harus dipertimbangkan pada saat bahan tersebut dikerjakan dingin karena adanya *springback* pada saat beban pembentukan dihilangkan. Keburukan yang paling serius dari segi teknik adalah sifat elastisitas aluminium sangat rendah hampir tidak dapat diperbaiki baik dengan pemanduan maupun dengan *heat treatment*.

2. Kekuatan *Creep*

Kekuatan creep aluminium biasanya dibatasi penggunaannya hanya pada temperatur yang rendah. Sebagai contoh untuk campuran jenis 20185-T61 memiliki kekuatan luluh 48000 psi pada temperatur ruang, namun hanya akan memiliki kekuatan luluh 17000 psi pada temperatur 250° C. Kekuatan luluh beberapa campuran yang lain menunjukkan penurunan yang serupa pada temperatur yang sama.

3. Ketahanan korosi

Sifat tahan korosi aluminium diperoleh karena terbentuknya lapisan oksida aluminium pada permukaan aluminium. lapisan oksida ini melekat pada permukaan yang kuat dan rapat serta sangat stabil. Paduan aluminium tahan terhadap serangan konsentrasi asam nitrit, asam organik, dan asam sulfur. Ketahanan korosi aluminium juga menunjukkan ketahanan yang bagus

4. Ketahanan aus

Ketahanan aus dari aluminium sangat jelek, hal ini dapat diperkirakan dari harga batas luluh dan kekerasan yang sangat rendah. Sifat ini dapat diperbaiki dengan aluminium dengan logam lainnya seperti Cu.

2.6.3 Pengaruh Unsur-Unsur Paduan

Unsur-unsur pepaduan aluminium antara lain :

1. Silikon (Si)

Silikon adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang. Si dan nomor atom 14. Merupakan unsur terbanyak kedua di bumi. Silikon mampu meningkatkan sifat mampu cor. Dalam hal ini yang mampu diperbaiki adalah cara mengurangi penyusutan coran sampai 1,5 kali aluminium murni, mengurangi penyerapan gas dalam pengecoran dan meningkatkan mampu alirnya. Selain itu dapat meningkatkan ketahanan

alirnya serta meningkatkan ketahanan korosi. Namun silikon mempunyai pengaruh buruk yaitu menurunkan sifat mampu mesinnya.

2. Magnesium (Mg)

Magnesium adalah unsur kimia dalam yang memiliki simbol Mg dan nomor atom 12 serta berat atom 24,31. Magnesium adalah elemen terbanyak kedelapan yang membentuk 2% berat kulit bumi, serta merupakan unsur terlarut ketiga terbanyak pada air laut. Logam alkali tanah ini terutama digunakan sebagai zat campuran (alloy) untuk membuat campuran aluminium-magnesium yang sering disebut "magnalium" atau "magnelium". Magnesium juga bersifat *paramagnetic*. Penambahan unsur magnesium digunakan untuk meningkatkan daya tahan aluminium dan meningkatkan sifat mampu bentuk serta mampu mesin aluminium tanpa menurunkan keuletannya.

3. Ferrous (Fe)

Ferrous adalah sebuah unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki simbol Fe dan nomor atom 26. Fe merupakan logam transisi dan bersifat *ferromagnetic* (<http://id.wikipedia.org/besi>). Penambahan Fe dimaksudkan untuk mengurangi penyusutan, tetapi apabila kandungan Fe terlalu besar akan menyebabkan struktur butiran yang kasar. Hal ini dapat diperbaiki dengan menambahkan sejumlah Mn dan C dalam prosentase kecil.

4. Mangan (Mn)

Mangan adalah unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Mn dan nomor atom 25. Penambahan Mn akan meningkatkan ketahanan karat aluminium dan apabila dipadu dengan Mg akan memperbaiki kekuatannya.

5. Zinc (Zn)

Seng (atau zinc) adalah unsur kimia dengan simbol kimia Zn, nomor atom 30, dan massa atom relatif 65,39. Umumnya ditambahkan dengan tembaga dalam prosentase yang kecil. Dengan penambahan ini akan meningkatkan sifat-sifat mekanis tanpa perlakuan panas serta memperbaiki sifat mampu mesin.

6. Cooper (Cu)

Tembaga adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Cu dan nomor atom 29. Lambangnya berasal dari bahasa latin *Cuprum* merupakan konduktor panas dan listrik yang baik. Selain itu unsur ini memiliki korosi yang lambat sekali. Tembaga juga bersifat *paramagnetic*. Penambahan Cu akan memperbaiki sifat mampu mesin aluminium paduan. Selain itu dengan atau tanpa paduan lainnya akan meningkatkan kekuatan, dan kekerasan.

2.6.4 Aluminium Paduan

Logam aluminium dapat dengan mudah dipadukan dengan logam lain. Paduan aluminium yang penting antara lain :

1. Paduan Al-Si

Paduan Al-Si adalah paduan yang sangat baik kecairannya yang memiliki permukaan coran yang sangat baik tanpa kegetasan panas. Sebagai tambahan, Si memiliki ketahanan korosi yang baik, koefisien muai yang kecil, penghantar panas yang baik, dan ringan.

2. Paduan AL-Zn

Paduan ini lebih banyak mengandung Aluminium dan merupakan paduan yang memiliki ketahanan korosi yang baik. Dalam penggunaannya biasa di aplikasikan untuk konstruksi tempat duduk pesawat terbang, perkantoran dan konstruksi lainnya yang membutuhkan perbandingan antara ketahanan korosi dan berat yang tidak terlalu besar. Titik lebur dari aluminium paduan Al-Zn 476-657 °C

3. Paduan Al-Mn

Mn merupakan unsur yang meperkuat aluminium tanpa mengurangi ketahanan korosinya dan dipakai untuk membuat paduan yang tahan korosi. Jumlah paduan yang terkandung dalam paduan ini adalah 25,3% (Surdia Tata, 1986 :136).

4. Paduan Al-Cu

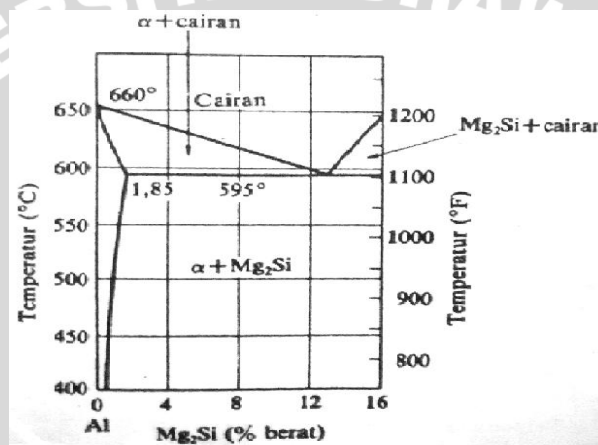
Jenis paduan Al-Cu adalah jenis yang dapat dilaku panas. Dengan melalui pengerasan endapan/penyepuhan sifat mekanis paduan ini dapat menyamai sifat dari baja lunak tetapi daya tahan korosinya lebih rendah bila dibandingkan jenis paduan lainnya (R.W. Heine, 1976:294). *Copper* adalah salah satu unsur paduan penting yang digunakan pada Al karena dengan paduan ini akan membentuk *solid-solution strengthening* dan dengan *heat treatment* yang sesuai dapat meningkatkan kekuatannya dengan membentuk *precipitate*. Kelarutan maksimal Cu didalam Al adalah pada kandungan 5,65 % Cu dengan temperatur berkisar 550 °C. Kelarutan Cu akan turun sesuai dengan penurunan temperatur. Pada temperatur ruang batas kelarutan Cu didalam Al adalah kurang dari 0,1 %.

5. Paduan Al-Mg

Paduan Al-Mg mempunyai ketahanan korosi yang sangat baik. Biasanya disebut *hidronalium* dan dikenal sebagai paduan yang tahan korosi. Cu dan Fe sangat berbahaya bagi ketahanan korosi, sehingga diperlukan perhatian khusus terhadap unsur pengotor tersebut.

6. Paduan Al-Mg-Si

Paduan Al-Mg-Si merupakan jenis paduan aluminium seri 6xxx, sebagai paduan praktis dapat diperoleh paduan 6053, 6063 dan 6061. Paduan dalam sistem ini mempunyai kekuatan yang kurang sebagai bahan tempaan dibandingkan dengan paduan-paduan lainnya, sangat liat, sangat baik untuk ekstrusi, dan sangat baik pula untuk diperkuat dengan perlakuan panas setelah pengerjaan.



Gambar 2.13 Diagram Fasa Paduan Al-Mg-Si
Sumber: Tata Surdia, pengetahuan bahan teknik (2005:139)

2.6.5 Sifat Mekanis Bahan

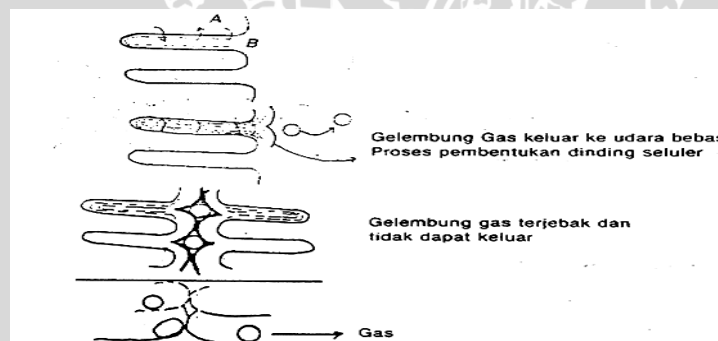
Salah satu sifat dari bahan adalah kemampuan untuk menahan suatu gaya atau beban dari luar. Gaya tersebut timbul akibat dari penggunaannya sebagai bagian dari suatu struktur atau mesin. Dengan demikian harus diketahui batasan harga yang membuat bahan tersebut tidak mengalami kerusakan. Kekuatan logam berhubungan dengan gaya internal, deformasi dan gaya eksternal. Metode yang biasa digunakan pada analisis kekuatan bahan adalah menganggap bahwa benda adalah seimbang. Persamaan keseimbangan statis dipakai pada gaya yang bekerja dan kemudian diperoleh hubungan antara gaya luar yang bekerja dengan gaya internal yang menghambat dari luar tersebut.

Bahan padat bisa terdeformasi bila diberi gaya dari luar, selanjutnya diketahui batasan beban yang membuat bahan kembali ke bentuk asal sebelum terdeformasi. Sifat ini disebut sebagai deformasi elastis bahan, bila beban yang bekerja pada bahan tersebut melebihi batas elastisitasnya maka terjadi deformasi

2.7 Kelarutan Gas Pada Logam Coran

2.7.1 Keseimbangan Fase Gas dan Metal

Konsentrasi gas akan bertambah seiring dengan kenaikan temperatur sampai pada temperatur tertentu dimana konsentrasi gas tidak dapat meningkat. Gelembung gas terbentuk pada antar permukaan padatan dan cairan. Formasi dari pembentukan gelembung gas sangat signifikan pada proses solidifikasi, khususnya pada tempat-tempat seperti dinding sel pada proses solidifikasi selular antara cabang-cabang dendrit (pada proses solidifikasi dendritik), demikian pula pada batas butir. Nukleasi gelembung gas terjadi selama proses solidifikasi, dimana kecepatan transfer gas secara difusi tidak secepat kecepatan penolakan gas pada batas antara permukaan padatan dan cairan (Rusli, 1995 : 62). Gambar 2.13 menunjukkan proses terjadinya gelembung gas pada solidifikasi seluler.



Gambar 2. 14 Proses Terjadinya Gelembung Gas Pada Solidifikasi Seluler
Sumber : R. H. Rusli, 1995 : 62

2.7.2 Kelarutan Gas Pada Logam Cair

Gas-gas seperti hidrogen, oksigen, nitrogen dan elemen-elemen seperti karbon, dan sulfur cenderung untuk larut dalam logam cair. Kelarutan dari gas-gas ini cukup besar dalam logam cair, tetapi akan menurun secara tajam saat temperatur dibawah 600°C. Kerugian dari banyaknya gas-gas yang terlarut akan menimbulkan kerusakan coran dalam bentuk rongga udara (*blowholes*), lubang jarum (*pinholes*), atau porositas mikro (Jain P.L, 1979 : 183). Gas hidrogen adalah salah satu gas yang larut dalam semua logam dan dapat menyebabkan kerusakan yang fatal dalam banyak logam paduan. Gas-gas yang diabsorpsi oleh logam cair dapat berasal dari berbagai sumber, diantaranya :

1. Dari atmosfer (saat cairan dalam dapur atau saat penuangan).
2. Dari material logam yang kotor dan basah, banyak mengandung minyak.
3. Dari cetakan yang masih basah.

Usaha untuk membebaskan logam cair dari pelarut gas saat masuk ke dalam cetakan adalah dengan operasi yang dinamakan *degassing* (menghilangkan gas).

Ada tiga metode yang umumnya dilakukan dalam proses *degassing* adalah (Jain P.L, 1979 : 184) :

1. Pembilasan logam cair dengan mengalirkan logam murni seperti argon, dan nitrogen. Hal ini umumnya dilakukan logam paduan.
2. Menggunakan *degasser* padat yang menghasilkan suatu gas yang bereaksi kimia dengan gas-gas pelarut, misalnya CO yang menghasilkan gas panas karbon, bertindak sebagai gas murni untuk pembilas hidrogen dari logam cair.
3. *Degassing* hampa udara, dimana logam cair di dalam dapat kemudian dipindah ke dalam sebuah ruang kedap udara.

Reaksi yang terjadi antara uap air dengan logam cair pada besi tuang adalah sebagai berikut :



Reaksi inilah yang menyebabkan terjadinya cacat pada permukaan logam coran berupa *blowholes* dan *pinholes*. Pembakaran udara yang mengandung H₂O menyebabkan terjadinya oksidasi dan penyerapan hidrogen dalam logam coran. Kelarutan hidrogen meningkat seiring dengan meningkatnya tekanan parsial dari hidrogen diatas titik cair (Heine R. W, 1976 : 269)

2.8 Cacat Coran

Pada proses pengecoran logam seringkali terjadi berbagai macam cacat coran yang terjadi pada hasil coran, baik pada permukaan maupun didalam hasil coran tersebut. Proses permesinan kadang diperlukan untuk menghilangkan cacat tersebut, tetapi kadang hasil coran tersebut harus dicor ulang. Cacat-cacat pada aluminium paduan pada dasarnya sama dengan cacat yang terjadi pada besi cor, tetapi pada aluminium paduan sering terjadi cacat berupa *gas defects* (cacat yang terjadi akibat gas-gas yang terjebak atau terlarut pada logam cair). Secara umum cacat yang terjadi pada aluminium paduan antara lain :

- **Blowholes (Cacat rongga udara)**

Cacat rongga udara dapat muncul sebagai lubang pada permukaan atau di dalam coran, terutama sedikit di bawah permukaan yang merupakan rongga-rongga bulat. Cacat ini terjadi karena terjebaknya udara dan uap air pada dinding cetakan bagian dalam (P.L, Jain, 1979: 197) sebagai akibat dari logam cair yang dioksidasi. Penetrasi dari cacat jenis ini bervariasi sehingga untuk cacat dengan kedalaman yang besar akan memerlukan *finishing* yang cukup banyak membuang material.

- **Pinholes (Cacat lubang jarum)**

Cacat lubang jarum merupakan cacat yang mana permukaan dalamnya halus dan berbentuk bola, ukuran cacat lubang jarum adalah di bawah 1-2 mm (sangat kecil) dan penetrasi yang sangat dalam seperti tusukan jarum. Pada prinsipnya cacat ini disebabkan oleh hal yang sama dengan cacat rongga udara tetapi cacat ini disebabkan oleh gas H_2 yang terkandung dalam air pada cetakan, dimana karena temperatur tinggi maka H_2O akan terpecah dan gas H_2 akan larut pada logam cair. Intinya karena adanya gas yang terbawa dalam logam cair selama pencairan dan terserap selama penuangan. Karena penetrasi yang cukup dalam maka terkadang *finishing* sampai kedalaman 0,25 mm belum mampu menghilangkan cacat ini.

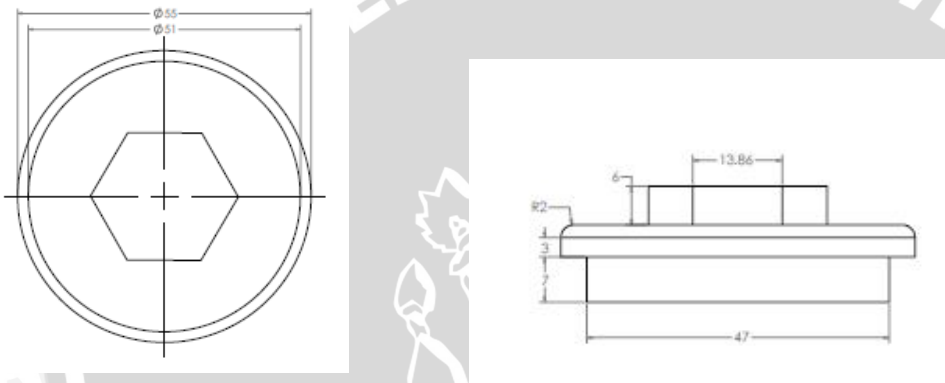
2.9 Temperatur

Temperatur adalah ukuran panas-dinginnya dari suatu benda. Panas-dinginnya suatu benda berkaitan dengan energi termis yang terkandung dalam benda tersebut. Makin besar energi termisnya maka makin besar temperaturnya. Temperatur penuangan pada proses pengecoran logam aluminium akan mempengaruhi laju pembekuan dan penyebab terjadinya cacat porositi, sehingga akan mempengaruhi sifat mekanik coran paduan aluminium. Semakin meningkatnya temperatur penuangan akan menghasilkan bentuk struktur mikro dan sifat

mekanik yang berbeda, maka semakin tinggi temperatur penuangan menyebabkan delta temperatur liquid-under liquid cooling semakin tinggi dan tingginya temperatur penuangan menyebabkan terjebaknya gas hidrogen semakin banyak sehingga nilai kekuatan tarik dan nilai kekerasan mengalami penurunan

2.10 Cover Cylinder Head

Cover Cylinder Head adalah komponen pada kendaraan yang membutuhkan kekerasan dan minimnya cacat pada hasil coran, dikarenakan bagian pada *Cover Cylinder Head* terdapat katup yang berfungsi mengatur masuknya campuran bahan bakar dan udara atau udara saja dan mengatur keluarnya gas sisa pembakaran. Maka *Cover Cylinder Head* membutuhkan kualitas hasil produk yang tinggi.



Gambar 2.15 Cover Cylinder Head

2.11 Hipotesa

Pada aluminium Al-Mg-Si Semakin tinggi temperatur maka fluiditas pada logam cair semakin meningkat maka turbulensi aliran cairan yang tidak menentu arah dan besaran dapat menyebabkan cacat permukaan yang tinggi dan dimensi yang kurang baik, karena kelarutan gas hidrogen semakin meningkat dan konsentrasi gas akan bertambah seiring dengan kenaikan temperatur sampai pada temperatur tertentu dimana konsentrasi gas tidak dapat mengikat, Tetapi bila temperatur tertentu maka cacat yang dihasilkan akan berkurang karena kelarutan gas pada logam cair semakin sedikit.

BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimental nyata (*true experimental research*) yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperatur penuangan pada *Die Casting* terhadap kualitas hasil produk *Cover Cylinder Head* berbahan paduan Al-Mg-Si. Dengan asumsi variabel yang lain konstan. Kajian literatur dari berbagai sumber baik dari buku, jurnal yang ada di perpustakaan maupun dari internet juga dilakukan untuk menambah informasi yang diperlukan.

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pengecoran Logam Teknik Mesin Universitas Brawijaya dan bengkel bubut Jamroni tirta Gadang. Adapun waktu penelitian dimulai pada bulan Oktober 2011

3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Variabel bebas

Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan sebelum penelitian. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah temperatur 700°C , 800°C , dan 850°C

2. Variabel terikat

Variabel terikat adalah variabel yang besarnya bergantung dari variabel bebas. Variabel terikatnya yaitu : Kualitas hasil produk *Cover Cylinder Head*

3. Variabel terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang nilainya dikonstantakan. Dalam hal ini yang menjadi variabel terkontrol adalah :

- a. Tekanan hidrolis : 30bar
- b. Kecepatan tekanan : 20 m/s
- c. Volume logam cair yang dituang: $18804,71 \text{ mm}^3$
- d. Temperatur cetakan: 300°C

3.3 Peralatan dan Bahan yang Digunakan

3.3.1 Peralatan yang digunakan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dapur listrik digunakan untuk proses peleburan Al-Mg-Si.
2. Cetakan logam.
3. Hidrolic
4. *Pressure gauge*
5. Cawan tuang (ladel).
6. Peralatan safety (standart laboratorium).
7. Kamera digital.
8. *Stopwatch*
9. Timbangan digital.
10. Kompresor
11. *Infrared Termometer*

3.3.2 Bahan yang digunakan

Bahan spesimen yang digunakan adalah:

1. Aluminium paduan Al-Mg-Si dengan komposisi sebagai berikut:
97,63% Al; 0,661% Si; 1,023% Mg

3.3.3 Bagian utama cetakan

1. *Cavity* (ronggacetakan), merupakan ruang tempat logam cair yang dituangkan kedalam cetakan. Bentuk rongga ini sama dengan benda kerja yang akan di cor. Rongga cetakan dibuat dengan menggunakan pola.
2. *Core* (inti), fungsinya adalah membuat rongga pada benda coran. Inti dibuat terpisah dengan cetakan dan dirakit pada saat cetakan akan digunakan. Bahkan inti harus menahan temperatur cair logam
3. *Gating system* (system saluran masuk), merupakan saluran masuk rongga cetakan dari saluran turun. Gating sistem suatu cetakan boleh dari satu, tergantung dengan ukuran rongga cetakan yang akan diisi oleh logam cair.
4. *Spure* (saluran turun), merupakan saluran masuk dari luar dengan posisi vertical. Salura ini juga dapat lebih dari satu, tergantung kecepatan penuangan yang diinginkan. *Pouring basin*, merupakan lekukan pada cetakan yang fungsi utamanya dalah untuk mengurangi kecepatan logam cai rmasuk langsung dari ladle kespure. *Raiser* (penambahan), merupakan cadangan

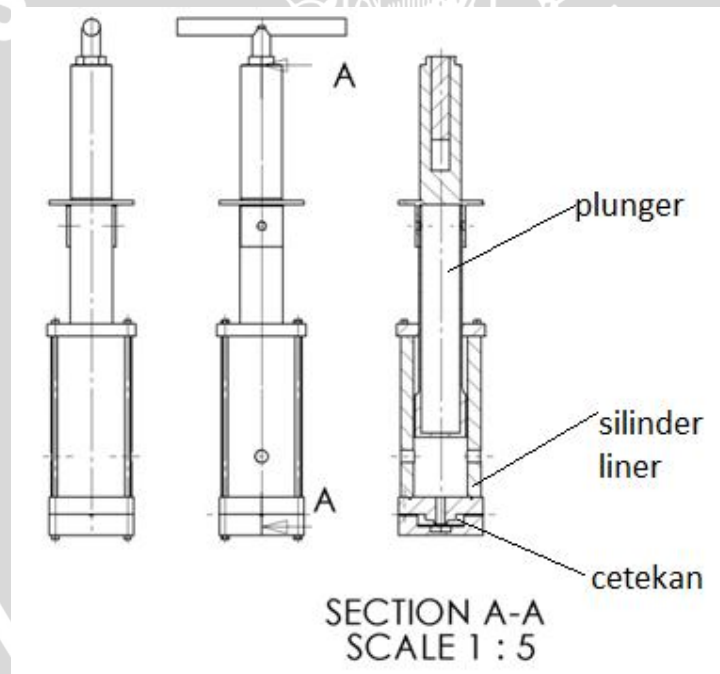
logam cair yang berguna dalam mengisi kembali rongga cetakan bila terjadi penyusutan akibat solidifikasi.

3.3.4 Cara kerja alat

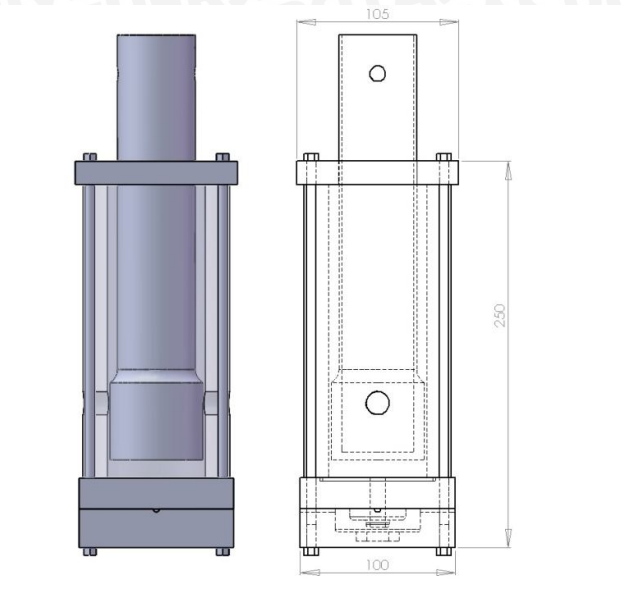
Pada cara kerja alat *Die Casting* ini terdapat hidrolis, *plunger*, *cylinder liner*, cup dan drag pada prosesnya adalah pemasangan cup dan drag alat *Die Casting* sesuai dengan benda kerja yang berbentuk *Cover Cylinder Head* dan kemudian peleburan Al-Mg-Si dengan temperatur 700°C; 800°C dan 850°C. setelah itu aluminium cair di tuang ke dalam cetakan dan ditekan pada tekanan 30 bar dengan kecepatan tekan 20 m/s. Logam cair masuk ke cetakan di tekan oleh plunger yang berasal dari tekanan hidrolis yang digerakkan oleh motor dan gearbox, setelah di tekan dan memasuki cetakan di tunggu beberapa saat setelah itu cup dan drag di lepas dan produk bisa diambil.

3.4 Gambar Alat

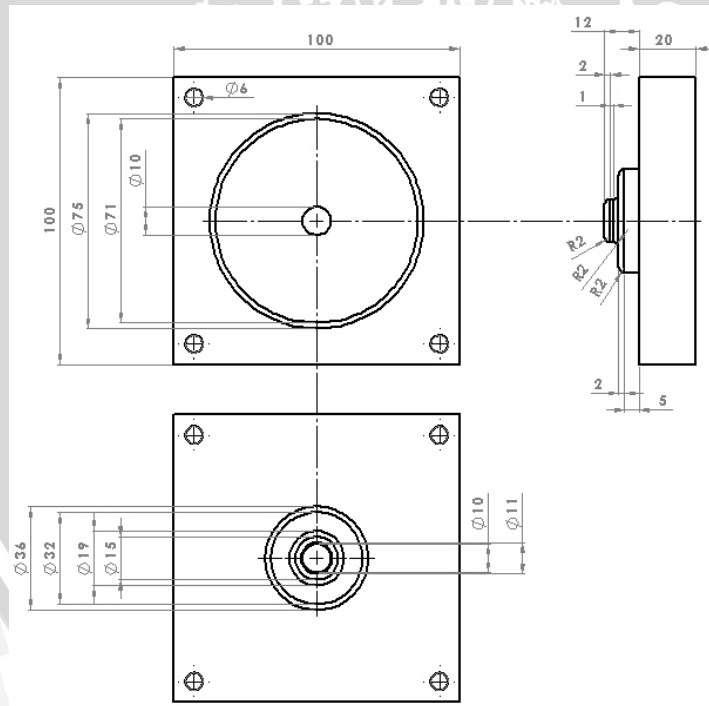
A. Mekanisme



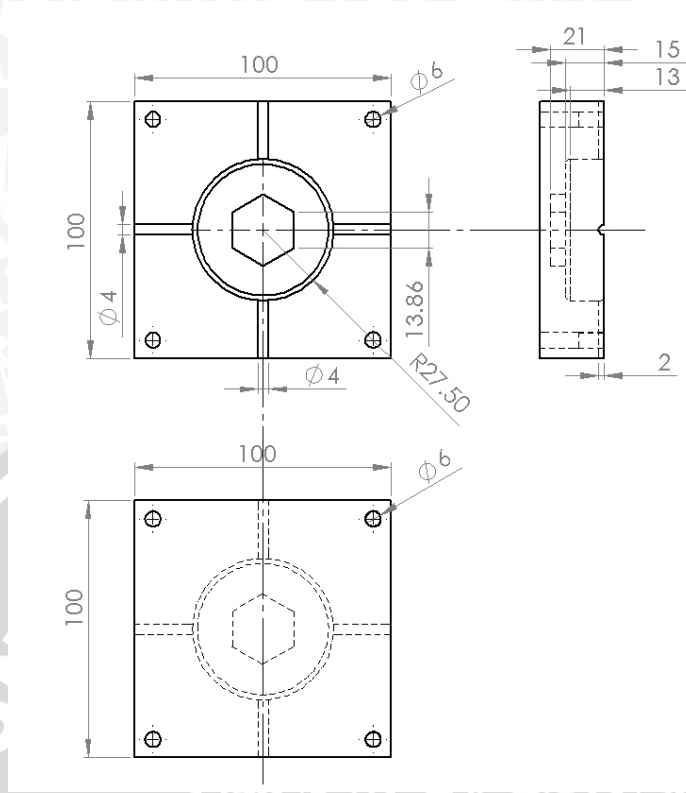
B. Plunger dan Cetakan



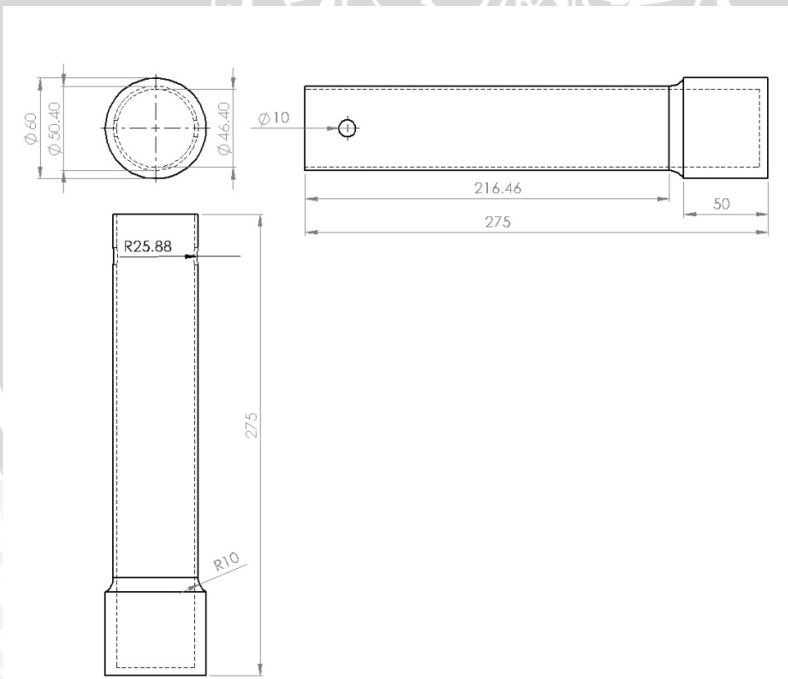
Gambar 3.1 : Instalasi alat Die Casting



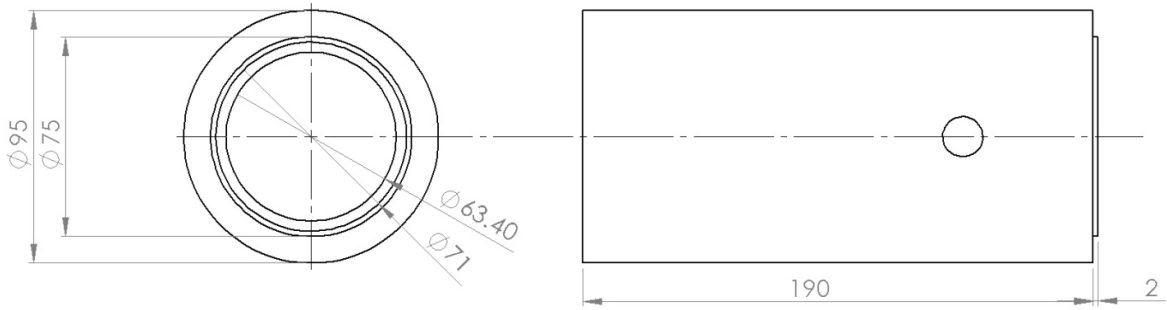
Gambar 3.2 : Cup



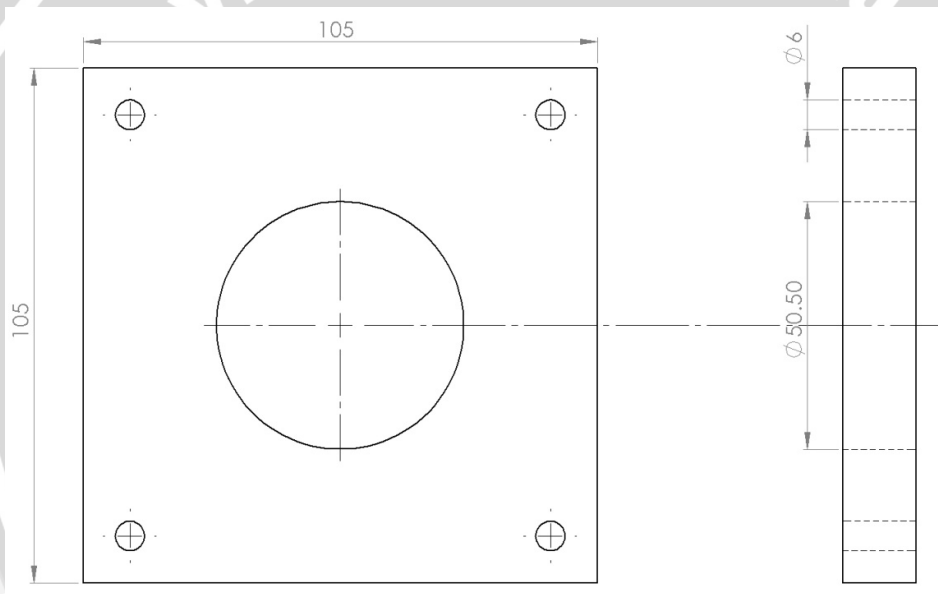
Gambar 3.3: drag



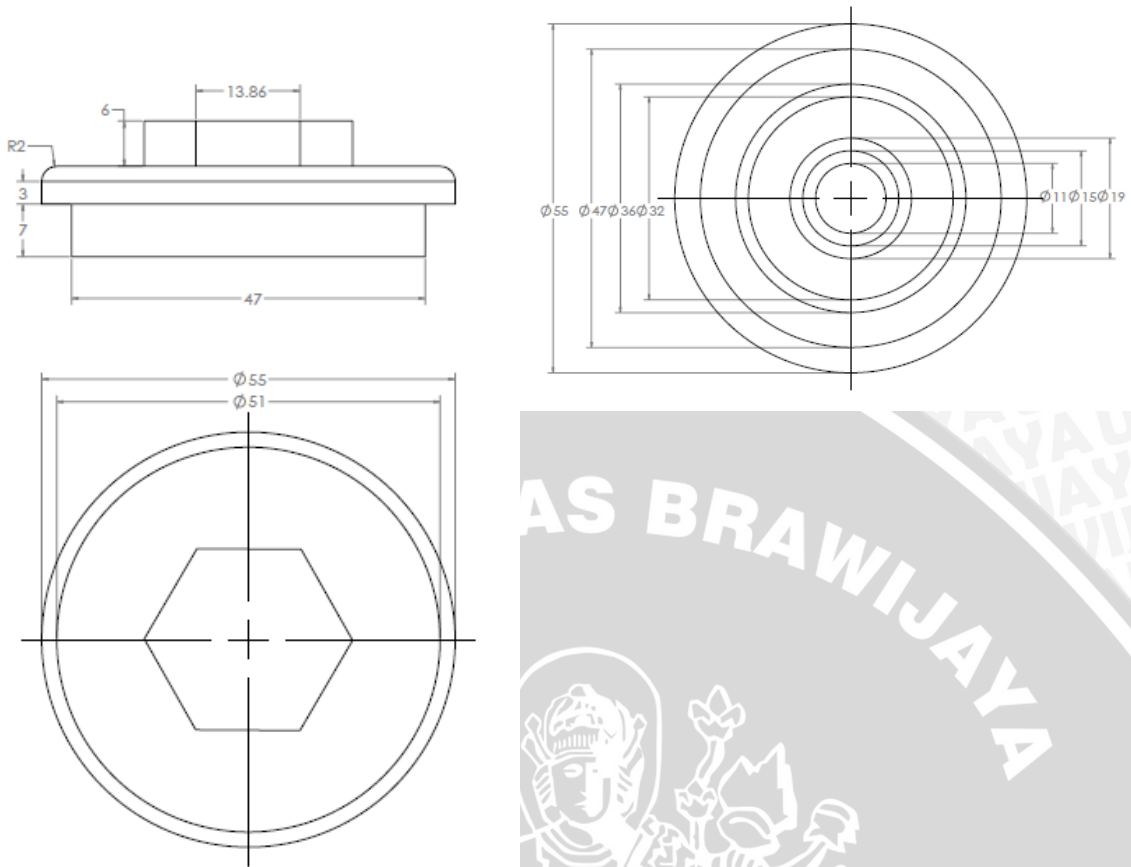
Gambar 3.4 : Plunger



Gambar 3.5: Silinder Liner



Gambar 3.6: Pengunci Cetakan



Gambar 3.7: Benda kerja

3.5 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang diambil dalam penelitian ini

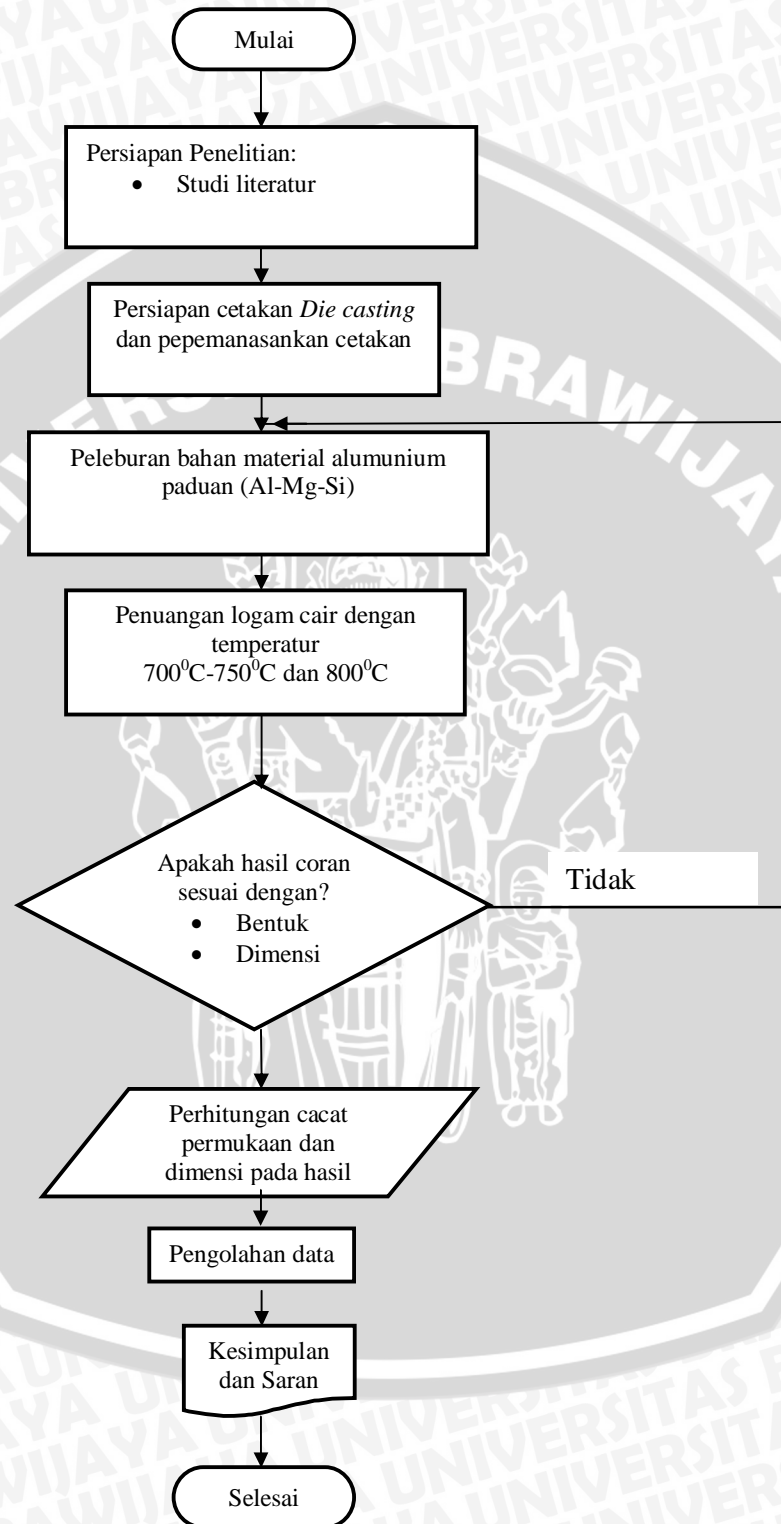
1. Persiapan percobaan yaitu menyiapkan dapur peleburan, menyiapkan alat mesin *Die Casting*, kemudian memasang cetakan.
2. Meleburkan material sampai temperatur 700°C; 800°C; 850°C dalam dapur listrik.
3. Penuangan logam cair kedalam cetakan dengan variasi temperatur tuang.
 - Pengecoran pertama dilakukan dengan menuangkan logam cair kedalam cetakan dengan temperatur 700°C
 - Pengecoran kedua dilakukan dengan menuangkan logam cair kedalam cetakan dengan temperatur 800°C
 - Pengecoran ketiga dilakukan dengan menuangkan logam cair kedalam cetakan dengan temperatur 850°C

3.6 Prosedur Pengambilan dan Pengolahan Data

Dari hasil pengecoran *Die Casting* kemudian dilakukan pengujian untuk mengetahui besar cacat permukaan dan dimensional produk.

1. Mengambil spesimen hasil coran dari temperature 700°C
2. Mengambil data dan menganalisa cacat permukaan pada masing-masing bagian.
3. Melakukan pengulangan langkah 1 dan 2 pada spesimen lainnya yang di dapat dari temperatur 700°C
4. Melakukan proses *finishing* hingga spesimen menjadi benda yang diinginkan(*Die Casting*)
5. Melakukan pengulangan 1 sampai 3 untuk spesimen hasil dari temperatur 800°C dan 850°C
6. Melakukan analisa dan pembahasan dari data-data tersebut.
7. Kesimpulan.

3.7 Diagram Alir Penelitian



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data dan Perhitungan Hasil Pengujian

4.1.1 Data dan Analisa Cacat Hasil Coran

Berdasarkan analisa hasil coran didapatkan cacat yang berada pada bagian permukaan benda hasil coran yaitu cacat rongga udara (*blowholes*) dan cacat lubang jarum (*pinholes*). Berikut data dari jumlah cacat permukaan yang ada pada hasil coran dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Data jumlah Cacat Permukaan

Temperatur (°C)	Cacat Lubang Jarum (Pinholes)	Cacat rongga Udara (Blowholes)	Jumlah	Rata-rata
700	62	6	68	73 lubang
700	73	5	78	
700	68	5	73	
800	20	2	22	34,67 lubang
800	31	3	33	
800	43	6	49	
850	63	24	87	96,3 lubang
850	66	30	96	
850	75	31	106	

Dari data jumlah cacat permukaan pada tabel 4.1 dapat dilihat bahwa cacat permukaan paling sedikit dimiliki oleh hasil coran dengan temperatur penuangan 800⁰C sebesar 34,67. Cacat permukaan paling banyak dimiliki oleh hasil coran dengan temperatur penuangan 850⁰C sebesar 96,3

4.1.2 Data dan Analisa Dimensi Ketebalan Hasil Coran

Berdasarkan analisa dimensi yang didapat dari pengukuran diameter segi enam dan diameter lingkaran benda hasil coran dari beberapa variasi temperatur dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini

Tabel 4.2 Data Dimensi Hasil Coran

Temperatur (°C)	Diameter segi enam	Diameter lingkaran	jumlah	Rata-rata
700	26,67	54,8	81,47	81,23 lubang
700	26,63	54,09	80,72	
700	26,78	54,74	81,52	
800	26,9	54,52	81,42	81,23 lubang
800	26,8	54,31	81,11	
800	26,79	54,38	81,17	
850	26,68	54,61	81,29	81,13 lubang
850	26,9	54,2	81,1	
850	26,56	54,39	80,95	

Dari data dimensi hasil coran pada tabel 4.2 dapat dilihat bahwa dimensi hasil coran yang mendekati perencanaan adalah hasil coran dengan menggunakan temperatur penuangan 800⁰C dan 700⁰C. Hasil coran yang tidak sesuai dengan perencanaan adalah pada temperatur 850⁰C

4.2 Pembahasan

Menuangkan di logam cair ke dalam cetakan yang ditekan adalah prinsip dari proses pengecoran *Die Casting*. Dengan adanya gaya tekan, logam cair tertekan ke dalam cetakan sehingga terbentuk produk yang sesuai yang kita inginkan. Keunggulan dari proses *Die Casting* ini adalah adanya gaya tekan pada logam cair ke dalam cetakan, yang di gerakkan oleh hidrolis yang menekan logam cair kedalam cetakan, sehingga juga dapat mempengaruhi cacat permukaan dan dimensi hasil coran.

Sering terjadi berbagai cacat permukaan yang tersebar pada hasil coran dan salah satunya adalah cacat permukaan yaitu cacat rongga udara (*blowholes*) dan cacat lubang jarum (*pinholes*). Temperatur tuang dan pemanasan cetakan pada saat proses *Die Casting* merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi dari cacat permukaan hasil coran.

Cacat pada Aluminium paduan pada dasarnya sama dengan cacat pada besi cor, akan tetapi pada Aluminium paduan sering kali terjadi cacat berupa gas *defect* yaitu cacat yang terjadi akibat dari gas-gas hidrogen yang terjebak atau terlarut pada logam cair seperti cacat

rongga udara (*blowholes*) dan cacat lubang jarum (*pinholes*). Gambar 4.4 gambar hasil coran sebelum dilakukan proses permesinan.

Pada temperatur 800⁰C dalam penelitian ini hasil cukup maksimal cacat dan dimensi pada produk. Di karenakan fluiditas logam cair yang memasuki cetakan konstan dan kelarutan gas hidrogen pada temperatur 800⁰C sedikit.

Pada temperatur 850⁰C dalam penelitian ini hasil produk kurang maksimal dikarenakan kelarutan gas pada logam cair tinggi, konsentrasi gas akan bertambah seiring dengan kenaikan temperatur.

4.2.1 Cacat Permukaan

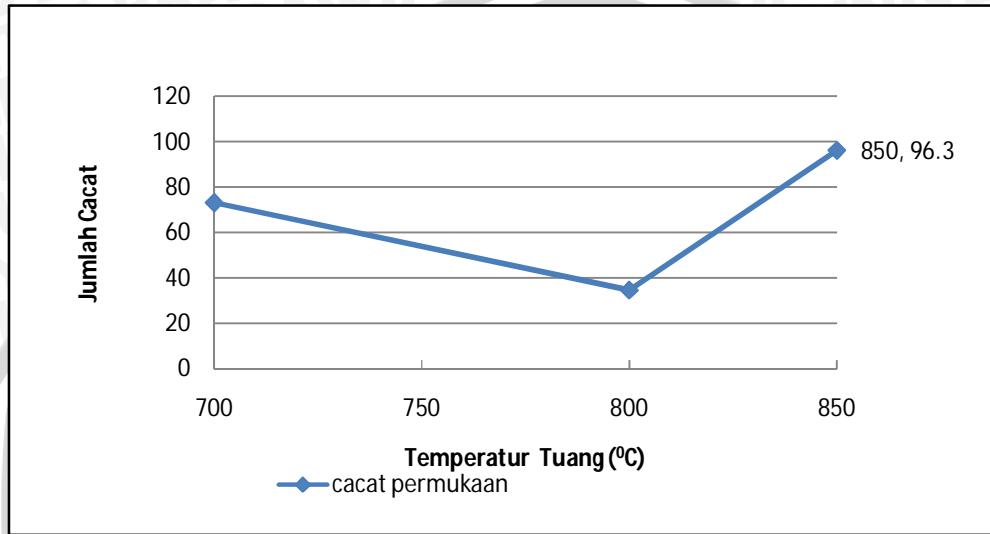
Cacat rongga udara dapat muncul sebagai lubang pada permukaan atau di dalam benda coran, terutama sedikit di bawah permukaan yang merupakan rongga-rongga bulat. Cacat rongga udara terjadi karena terjebaknya udara atau uap air pada dinding-dinding cetakan bagian dalam (Jain, 1979).

Cacat lubang jarum merupakan cacat yang permukaan dalamnya halus dan berbentuk bola. Ukuran cacat lubang jarum 1-2 mm dengan penetrasi yang cukup dalam seperti tusukan jarum. Cacat lubang jarum pada prinsipnya sama penyebabnya dengan cacat rongga udara.

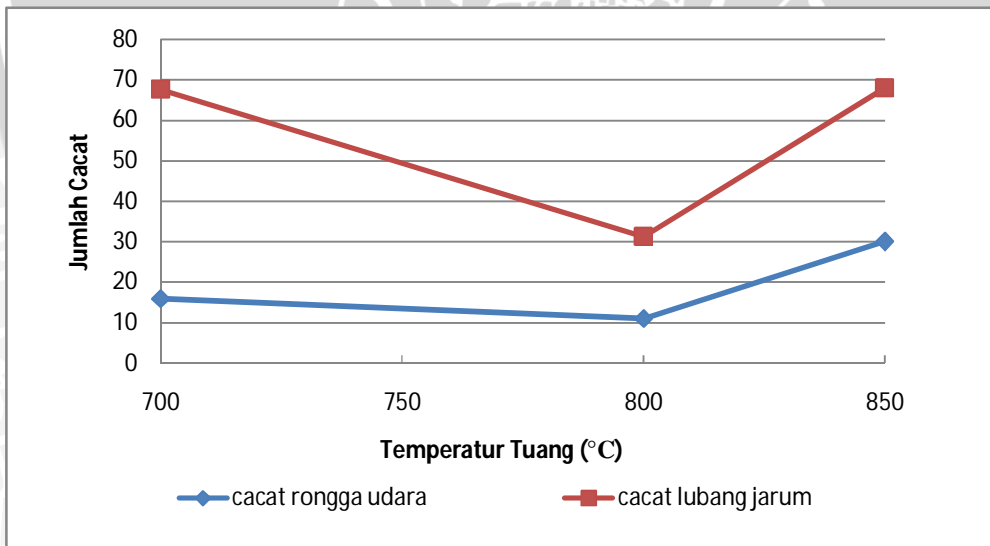
Dari grafik dibawah dapat dilihat kecenderungan penurunan jumlah cacat seiring meningkatnya temperatur penuangan dari temperatur 700⁰C sampai dengan 800⁰C. Setelah mengalami penurunan, jumlah cacat permukaan akan meningkat ketika menggunakan temperatur penuangan 850⁰C. Karena pada temperatur 850⁰C kelarutan gas Hidrogen meningkat yang menyebabkan cacat semakin banyak maka semakin tinggi temperatur kelarutan gas hidrogen semakin banyak pula cacat yang ditimbulkan.

Pada grafik gambar 4.1 dan 4.2 dapat dilihat bahwa rata-rata seluruh cacat permukaan yaitu cacat rongga udara (*blowholes*) dan cacat lubang jarum (*pinholes*) yang paling banyak terdapat pada hasil coran dengan temperatur tuang 850⁰C. Dengan bertambahnya temperatur penuangan maka cacat pada hasil coran bertambah di karenakan terjadi akibat dari kelarutan gas. Gas tersebut bisa berasal dari material logam coran, Semakin meningkatnya temperatur penuangan yang di lakukan pada proses *Die Casting* akan menyebabkan tekanan parsial dari hidrogen akan semakin meningkat, sehingga dengan semakin meningkatnya tekanan parsial dari hidrogen tersebut akan menyebabkan kelarutan gas hidrogen pada logam cair akan semakin meningkat (R. W. Heine, 1976:269), maka semakin tinggi temperatur penuangan cacat permukaan semakin meningkat dan tingginya temperatur penuangan menyebabkan terjebaknya gas hidrogen semakin banyak sehingga nilai kekuatan mengalami penurunan.

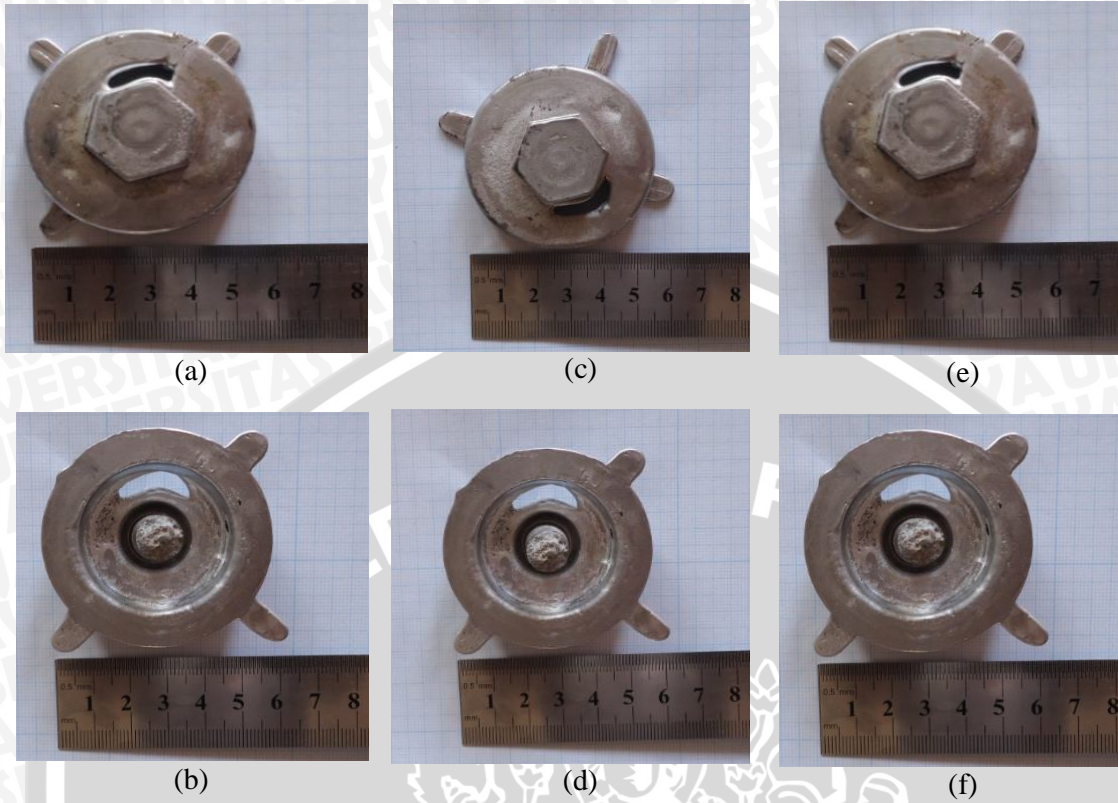
Sedangkan pada temperatur 800°C dapat dilihat bahwa dari tingkat rata-rata seluruh cacat permukaan yaitu cacat rongga udara (blowholes) dan cacat lubang jarum (pinholes) semakin sedikit dikarenakan tekanan parsial dari hidrogen semakin rendah pada temperatur 800°C gas hidrogen yang terjebak semakin sedikit karena gas atau udara yang terjebak tersebut dapat terurai dan meninggalkan rongga pada logam cair yang akan segera membeku.



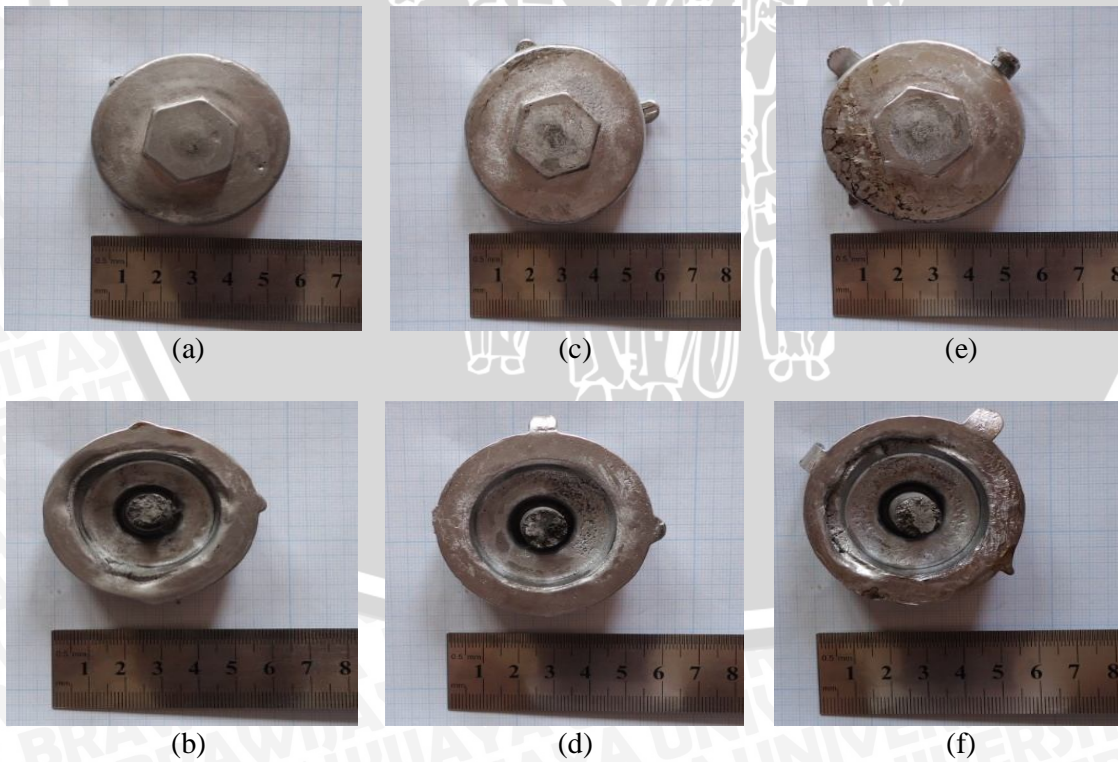
Gambar 4.1 Grafik pengaruh temperatur penuangan terhadap Cacat Permukaan hasil coran



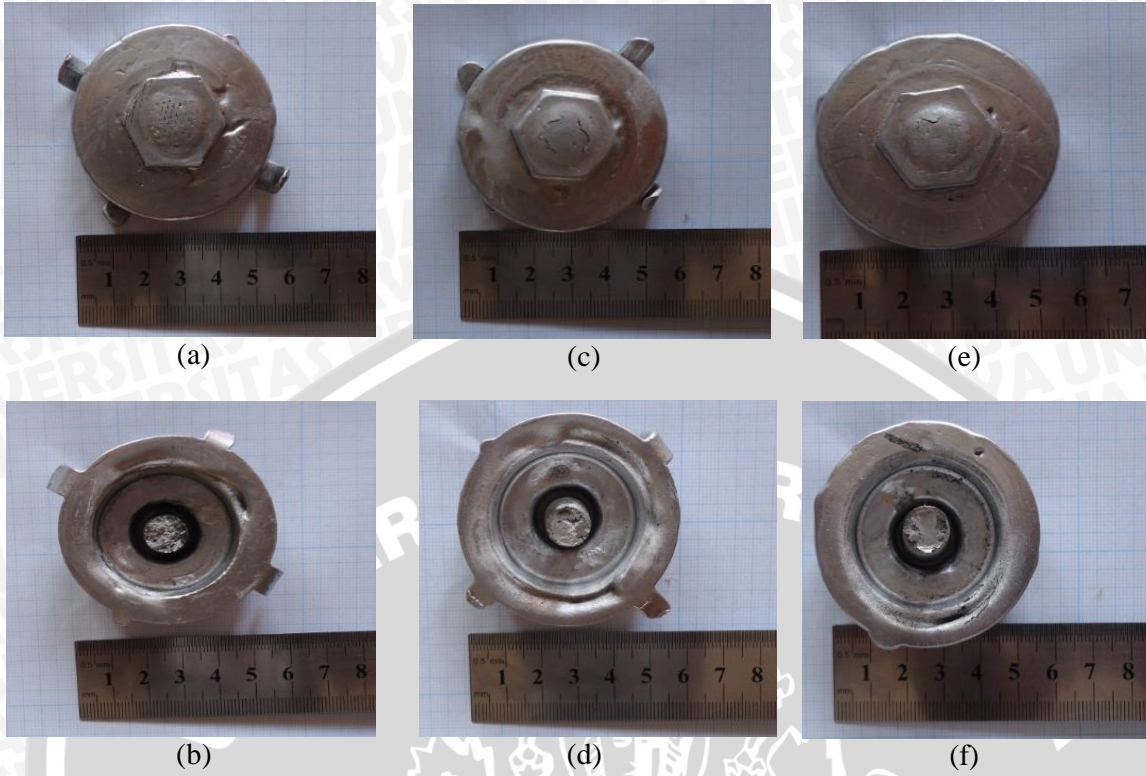
Gambar 4.2 Grafik pengaruh temperatur penuangan terhadap jumlah cacat rongga udara dan cacat lubang jarum permukaan hasil coran



Gambar 4.3 Hasil coran dengan temperatur 700°C



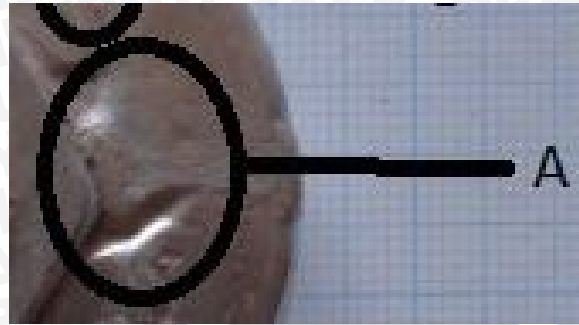
Gambar 4.4 Hasil coran dengan temperatur 800°C



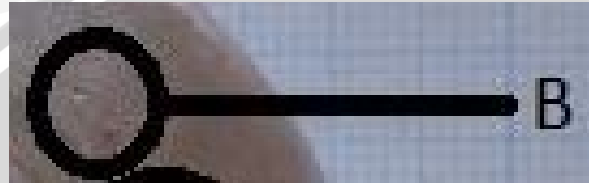
Gambar 4.5 hasil coran dengan temperatur 850°C



Gambar 4.6 Gambar Cacat Permukaan Hasil Coran, (A) Cacat Rongga Udara, (B) Cacat Lubang Jarum



Gambar 4.7 Pembesaran Gambar Cacat Rongga Udara



Gambar 4.8 Pembesaran Gambar Cacat Lubang Jarum

4.2.2 Dimensi Hasil Coran

Pengukuran dimensi pada penelitian ini dilakukan dengan cara mengukur diameter segi enam dan diameter lingkaran hasil coran bertujuan untuk mengetahui diameter yang diinginkan pada benda hasil coran dapat dilihat pada gambar 4.8 dan gambar 4.9.

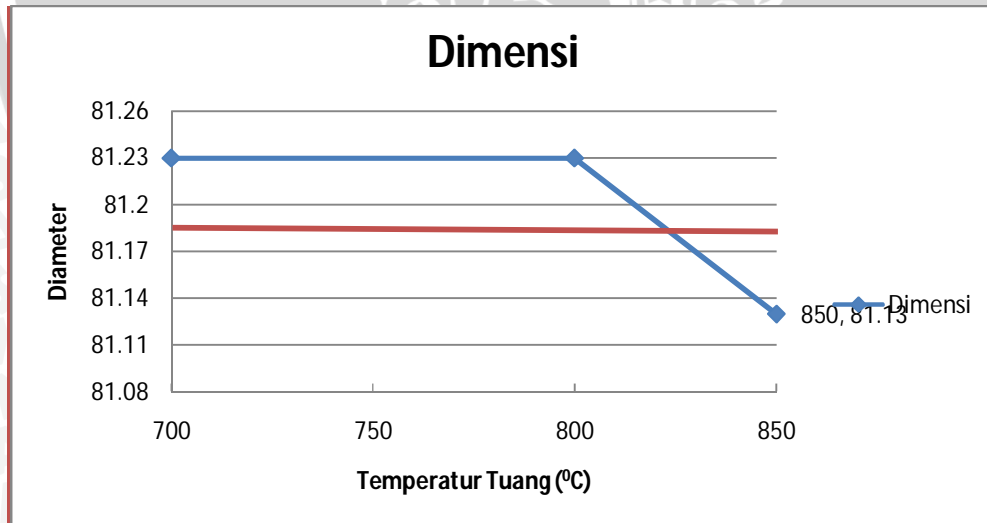
Pada grafik 4.10 dapat dilihat bahwa pada temperatur 850°C dimensi mengalami penurunan di karenakan pada temperatur 850°C mengalami penyusutan gas hidrogen yang terdapat pada cetakan terjebak dan itu mempengaruhi dari dimensional produk. Adapun mengalami perubahan/ penyusutan itupun sangat sedikit sekali diantara 0,1mm. Pada waktu penuangan pada temperatur 850°C di dalam cetakan logam cair mengalami pergolakan sehingga tidak bisa mengisi rongga rongga cetakan dengan sempurna dan tekanan sangat berpengaruh pada dimensional produk. Sedangkan pada temperatur 800°C logam cair dapat mengisi rongga rongga cetakan lebih sempurna di karenakan fluiditas pada temperatur tersebut cukup bagus dikarenakan tidak terlalu cair atau beku, dan tekanan pada temperatur tersebut cukup maka pada temperatur 800°C hasil cukup sempurna karena cacat lebih sedikit dan dimensi cukup mendekati sempurna.



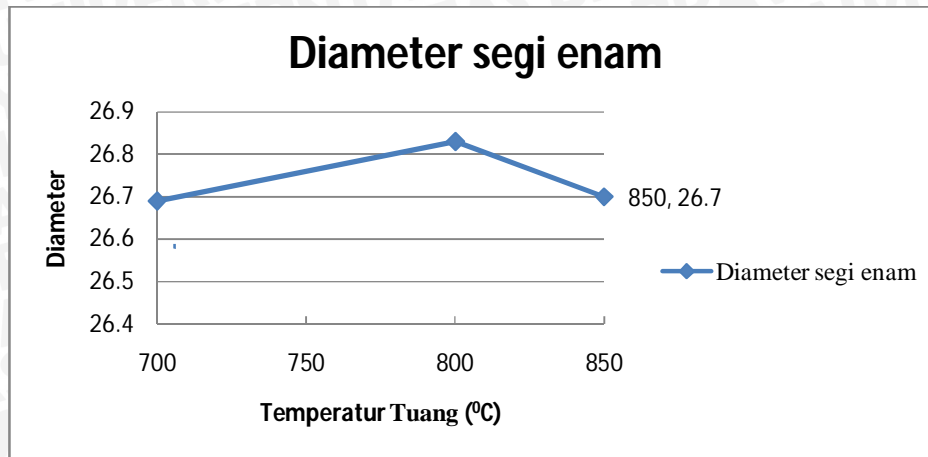
Gambar 4.9 Pengukuran Dimensi Segi Enam Benda Coran



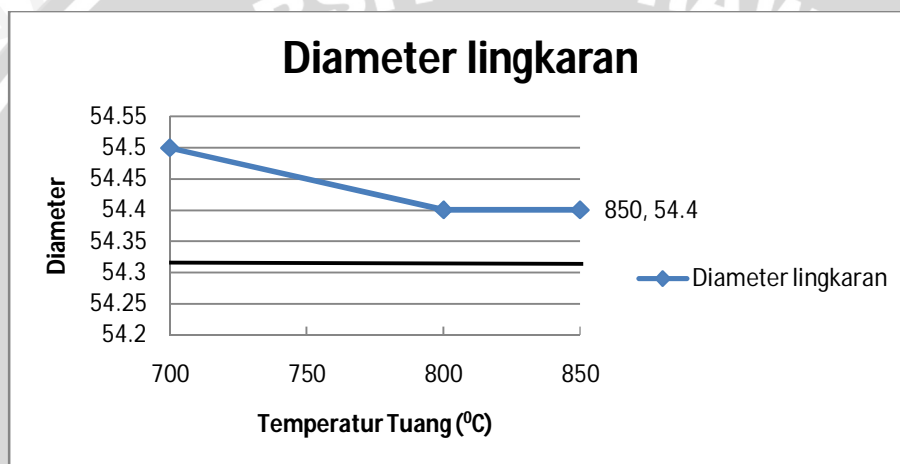
Gambar 4.10 Pengukuran Dimensi lingkaran Benda Coran



(A)



(B)



(C)

Gambar 4.11 (A) Grafik pengaruh temperatur penuangan terhadap dimensi
 (B) Grafik pengaruh temperatur penuangan terhadap dimensi diameter segi enam
 (C) Grafik pengaruh temperatur penuangan terhadap dimensi diameter lingkaran.

- Pada temperatur 800⁰C hasil lebih baik di karenakan pada temperatur 800⁰C fluiditas yang mengalir pada cetakan dapat mengisi rongga-rongga cetakan sehingga konsentrasi gas rendah maka gas hidrogen yang menyebabkan cacat sedikit
- Pada temperatur 850⁰C cacat lebih tinggi dan dimensi rendah karena laju penuangan besar dan keluran gas hidrogen terlalu banyak maka konsentrasi gas akan bertambah seiring dengan kenaikan temperatur dan turbulensi dalam aliran cairan logam tidak menentu arah dan besarnya sehingga menyebabkan cacat tinggi dan dimensi lebih rendah

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian mengenai pengaruh temperatur penuangan pada *Die Casting* terhadap kualitas hasil produk *cover cylinder head* berbahan (Al-Mg-Si) hasil pengecoran *Die Casting* didapatkan:

1. Pada temperatur 800⁰C didapatkan hasil yang maksimal, cacat permukaan sedikit dan dimensi hampir sempurna karena pada temperatur tersebut fluiditas yang mengalir pada cetakan dapat mengisi rongga cetakan sehingga konsentrasi gas rendah maka gas hidrogen yang menyebabkan cacat rongga sedikit.
2. Pada temperatur 850⁰C cacat lebih banyak dibandingkan pada temperatur 800⁰C dikarenakan pada temperatur 850⁰C mengalami kelarutan gas hidrogen yang banyak karena konsentrasi gas akan bertambah seiring dengan kenaikan temperatur.
3. Pada temperatur 850⁰C dimensi lebih rendah dibandingkan dengan temperatur 800⁰C karena pada temperatur 850⁰C laju penuangan logam tinggi yang akan menyebabkan terjadinya turbulensi pada cairan logam yang tidak menentu arah dan besarnya maka proses turbulensi dapat menyebabkan pembentukan oksida logam yang dapat mengganggu proses pembekuan yang dapat mempengaruhi dimensi.

5.2 Saran

1. Pada proses pengecoran *Die Casting* diharapkan terdapat variasi temperatur cetakan
2. Pada saat tekanan diharapkan terdapat variasi saluran buang untuk mengurangi gas hidrogen yang terjebak pada cetakan yang menyebabkan cacat permukaan dan dimensional produk