



**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR TUANG
DAN PENAMBAHAN SILIKON (Si) TERHADAP
KEKERASAN, CACAT CORAN DAN STRUKTUR
MIKRO HASIL PENGECORAN ALUMINIUM
DENGAN CETAKAN PASIR**

Skripsi

**diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Mesin**

Oleh

**Much Ahsanul Muttakin
NIM.5201415038**

**PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2019**



UNNES

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Much Ahsanul Muttakin
NIM : 5201415038
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin, S1
Judul : PENGARUH VARIASI TEMPERATUR TUANG DAN PENAMBAHAN SILIKON (Si) TERHADAP KEKERASAN, CACAT CORAN DAN STRUKTUR MIKRO HASIL PENGECORAN ALUMINIUM DENGAN CETAKAN PASIR

Skripsi/TA ini telah distujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang ujian Skripsi/TA Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 21 Juni 2019

Pembimbing,


Dr. Sunyeto, M.Si.,

NIP. 196511051991021001

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul Pengaruh Variasi Temperatur Tuang dan Penambahan Silikon (Si) Terhadap Kekerasan, Cacat Coran dan Struktur Mikro Hasil Pengecoran Aluminium dengan Cetakan Pasir telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada tanggal 22. bulan 07. tahun 2019

Oleh

Nama : Much Ahsanul Muttakin
NIM : 5201415038
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Panitia:

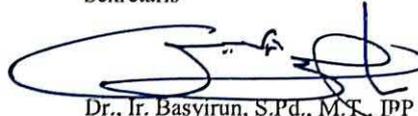
Ketua



Rusiyanto, S.Pd., M.T.

NIP. 1974032119999031002

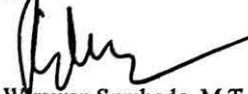
Sekretaris



Dr., Ir. Basyirun, S.Pd., M.T., IPP

NIP. 196809241994031002

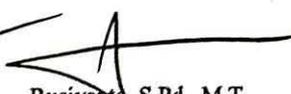
Penguji 1,



Dr. Wirawan Sumbodo, M.T.

NIP.196601051990021002

Penguji 2,



Rusiyanto, S.Pd., M.T.

NIP.1974032119999031002

Pembimbing,



Drs. Sunyoto, M.Si.

NIP.196511051991021001

Mengetahui,



Doi. J. Fakultas Teknik UNNES

Dr. Nur Qudus, M.T., IPM.

NIP. 196911301994031001

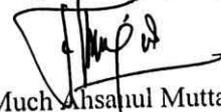
PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi/TA ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, 21 Juli 2019

Yang membuat pernyataan



Much Ahsanul Muttakin
NIM. 5201415038

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Sesungguhnya sesudah kesulitan pasti ada kemudahan”

(Q.S Al Insyirah : 6)

“Kemenangan yang seindah-indahnya dan sesukar-sukarnya yang boleh direbut oleh manusia ialah menundukan diri sendiri”

(Ibu Kartini)

“Selesaikan apa yang kamu sudah mulai”

(Penulis)

Persembahan Untuk

- Kedua orang tuaku Bapak dan Ibu tercinta
- Abah Kyai Pengasuh Pondok Pesantren Al Asror
- Dosen Jurusan Teknik Mesin
- Teman-Teman Seperjuangan
- Almamaterku

ABSTRAK

Muttakin, M. A. 2019. Pengaruh Variasi Temperatur Tuang dan Penambahan Silikon (Si) Terhadap Kekerasan, Cacat Coran dan Struktur Mikro Hasil Pengecoran Aluminium dengan Cetakan Pasir. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Drs. Sunyoto, M.Si.

Kata Kunci: Temperatur Tuang, Silikon (Si), Kekerasan, Cacat Coran, Struktur Mikro.

Pengecoran adalah proses pencairan logam untuk mendapatkan produk lain dengan cara mencetak. Pada proses pengecoran tidak terlepas dari resiko cacat atas pengecoran, seperti cacat coran. Selain itu terdapat kekurangan-kekurangan pada proses pengecoran dengan cara remelting akan banyak terdapat kekuatan-kekuatan mekanis yang berkurang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji adanya pengaruh variasi temperatur tuang dan penambahan silikon (Si) terhadap kekerasan, cacat coran dan struktur mikro hasil pengecoran aluminium dengan cetakan pasir.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yang bertujuan untuk mengetahui akibat yang akan terjadi setelah diberikan perlakuan. Variasi yang digunakan adalah 700°C , 750°C dan 800°C temperatur tuang serta 0%, 2%, 4% dan 8% penambahan silikon (Si). Bahan yang digunakan adalah aluminium ingot dengan spesifikasi Al-Si0,5%. Pengujian kekerasan dengan metode *Vickers* dengan alat *Microhardness Tester FM-800*, pengujian cacat coran dilakukan dengan mencari cacat coran secara *visual inspection* mengambil foto dengan kamera manual, pengujian struktur mikro dengan menggunakan metode metalografi berfungsi untuk mengetahui tentang mikrostruktur atau sifat fisis yang terbentuk hasil pengecoran. Analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif, hasil penelitian disajikan dengan tabel dan grafik agar mudah dipahami.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada pengaruh variasi temperatur tuang dan penambahan silikon (Si) terhadap kekerasan, cacat coran dan struktur mikro. Hasil nilai kekerasan terbaik pada variasi temperatur 800°C dan penambahan silikon (Si) 8% dengan nilai 127,8 *VHN*. Hasil cacat coran yang terbaik pada temperatur 800°C dan penambahan silikon (Si) 8% karena tidak terlihat cacat coran. Hasil struktur mikro yang terbaik pada temperatur 800°C dan penambahan silikon (Si) 8% karena terlihat jelas penyebaran fasa aluminium dan silikon merata.

PRAKATA

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT berkat rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Variasi Temperatur Tuang dan Penambahan Silikon (Si) Terhadap Kekerasan, Cacat Coran dan Struktur Mikro Hasil Pengecoran Aluminium dengan Cetakan Pasir” dalam rangka menyelesaikan studi Strata Satu untuk mencapai gelar Sarjana Pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih serta penghargaan kepada:

1. Dr. Nur Qudus M.T, dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Rusiyanto, S.Pd., M.T., ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang
3. Drs. Sunyoto, M.Si., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, motivasi, dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Ayah dan Ibu tercinta yang selalu memberikan motivasi dan doa.
5. Semua pihak yang telah memberikan motivasi dan saran kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat penulis sebut satu persatu.

Penulis menyadari dalam skripsi ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dalam perbaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan dunia pendidikan pada khususnya.

Semarang, 21 Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR BERLOGO	ii
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN KELULUSAN	iv
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	v
MOTTO	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	4
1.3 Pembatasan Masalah	5
1.4 Rumusan Masalah	5
1.5 Tujuan Penelitian	5
1.6 Manfaat	6
BAB II. KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	8
2.1 Kajian Pustaka.....	8
2.2 Landasan Teori.....	12
2.2.1 Aluminium	12
2.2.2 Silikon.....	22
2.2.3 Silumin (Al-Si)	23
2.2.4 Pasir Cetak.....	25
2.2.5 <i>Sand Casting</i>	28
2.2.6 Temperatur Tuang	30
2.2.7 <i>Visual Inspection</i>	32
2.2.8 Cacat Coran	33

2.2.9	Pengujian Kekerasan	36
2.2.10	Pengujian Struktur Mikro	40
2.3	Kerangka Pikir.....	41
2.4	Hipotesis.....	43
BAB III.	METODE PENELITIAN.....	44
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	44
3.1.1	Waktu Pelaksanaan.....	44
3.1.2	Tempat Pelaksanaan	44
3.2	Desain Penelitian.....	44
3.3	Alat dan Bahan Penelitian	46
3.3.1	Alat Penelitian	46
3.3.2	Bahan Penelitian	46
3.4	Parameter Penelitian.....	47
3.4.1	Variabel Bebas.....	47
3.4.2	Variabel Terikat.....	47
3.4.3	Variabel Kontrol.....	47
3.5	Teknik Pengumpulan Data	48
3.5.1	Diagram Alir Penelitian.....	48
3.5.2	Dokumentasi.....	49
3.5.3	Uji Laboratorium	49
3.5.4	Data Spesimen	49
3.6	Prosedur Penelitian.....	50
3.7	Teknik Analisis Data	53
BAB IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	54
4.1	Hasil Penelitian	54
4.1.1	Uji Komposisi	54
4.1.2	Uji Kekerasan.....	56
4.1.3	Uji Cacat Coran.....	58
4.1.4	Uji Struktur Mikro	62
4.2	Pembahasan Penelitian	65
4.3	Keterbatasan Penelitian	70

BAB V. PENUTUP.....	72
5.1 Kesimpulan.....	72
5.2 Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN.....	77

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat-sifat fisik aluminium	14
Tabel 2.2 Sifat-sifat mekanis aluminium	15
Tabel 2.3 Klasifikasi paduan aluminium tempaan	17
Tabel 2.4 Klasifikasi perlakuan bahan	18
Tabel 2.5 Sifat-sifat Boron Karbon dan Silikon.....	23
Tabel 2.6 Sifat-sifat dari paduan khas pengecoran	24
Tabel 2.7 Temperatur Penuangan untuk Logam	31
Tabel 2.8 Karakteristik pengujian kekerasan	37
Tabel 3.1 Data Spesimen.....	49
Tabel 4.1 Kandungan unsur blok poros (<i>crankcase</i>)	54
Tabel 4.2 Hasil pengujian komposisi aluminium ingot	55
Tabel 4.3 Hasil pengujian komposisi kimia penambahan (Si).....	56
Tabel 4.4 Data hasil pengujian kekerasan <i>vickers</i>	57
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Cacat Coran	59
Tabel 4.6 Data perbandingan nilai kekerasan tiap spesimen	65
Tabel 4.7 Data perbandingan sifat mekanis hasil penelitian.....	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram fasa Al – Cu.....	19
Gambar 2.2 Diagram fasa Al– Mg ₂ – Zn.....	21
Gambar 2.3 Diagram fasa Al – Mg – Zn ₂	22
Gambar 2.4 Diagram fasa Al – Si.....	24
Gambar 2.5 Mesin uji kekerasan <i>vickers</i>	38
Gambar 2.6 Skema Pengujian <i>vickers hardness</i>	39
Gambar 2.7 Struktur mikro paduan Al – Si – Mg	41
Gambar 2.8 Kerangka berfikir	43
Gambar 3.1 Desain Penelitian.....	45
Gambar 3.2 Diagram alir penelitian.....	48
Gambar 3.3 Spesimen uji kekerasan <i>vickers</i>	51
Gambar 3.4 Spesimen struktur mikro	52
Gambar 4.1 Hasil pengujian kekerasan grafik batang	57
Gambar 4.2 Hasil pengujian kekerasan grafik garis	58
Gambar 4.3 Spesimen dengan suhu 700 ⁰ C dengan Silikon 0%.....	59
Gambar 4.4 Spesimen dengan suhu 700 ⁰ C dengan Silikon 2%.....	59
Gambar 4.5 Spesimen dengan suhu 700 ⁰ C dengan Silikon 4%.....	60
Gambar 4.6 Spesimen dengan suhu 700 ⁰ C dengan Silikon 8%.....	60
Gambar 4.7 Spesimen dengan suhu 750 ⁰ C dengan Silikon 0%.....	60
Gambar 4.8 Spesimen dengan suhu 750 ⁰ C dengan Silikon 2%.....	60
Gambar 4.9 Spesimen dengan suhu 750 ⁰ C dengan Silikon 4%.....	61
Gambar 4.10 Spesimen dengan suhu 750 ⁰ C dengan Silikon 8%.....	61
Gambar 4.11 Spesimen dengan suhu 800 ⁰ C dengan Silikon 0%.....	61
Gambar 4.12 Spesimen dengan suhu 800 ⁰ C dengan Silikon 2%.....	61
Gambar 4.13 Spesimen dengan suhu 800 ⁰ C dengan Silikon 4%.....	62
Gambar 4.14 Spesimen dengan suhu 800 ⁰ C dengan Silikon 8%.....	62
Gambar 4.15 Struktur Mikro Al – Si	62
Gambar 4.16 Hasil pengujian struktur mikro (A) 700 ⁰ C dan 0% penambahan, (B) 700 ⁰ C dan 2% penambahan, , (C) 700 ⁰ C dan 4% penambahan, (D) 700 ⁰ C dan penambahan 8%	63

Gambar 4.16 Hasil pengujian struktur mikro (A) 700⁰C dan 0% penambahan, (B) 700⁰C dan 2% penambahan, (C) 700⁰C dan 4% penambahan, (D) 700⁰C dan penambahan 8% 64

Gambar 4.16 Hasil pengujian struktur mikro (A) 700⁰C dan 0% penambahan, (B) 700⁰C dan 2% penambahan, (C) 700⁰C dan 4% penambahan, (D) 700⁰C dan penambahan 8% 65

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Penetapan Dosen Pembimbing	78
Lampiran 2. Laporan Selesai Bimbingan Proposal Skripsi	79
Lampiran 3. Persetujuan Seminar Proposal Skripsi	80
Lampiran 4. Daftar Hadir Seminar Proposal Skripsi	81
Lampiran 5. Surat Tugas Dosen Penguji.....	82
Lampiran 6. Undangan Seminar Proposal Skripsi	83
Lampiran 7. Presensi Seminar Proposal Skripsi	84
Lampiran 8. Berita Acara Seminar Proposal Skripsi	85
Lampiran 9. Lembar Pernyataan Selesai Revisi Proposal	86
Lampiran 10. Surat Penelitian di UNNES	87
Lampiran 11. Dokumentasi Penelitian	88

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Logam bekas menjadi alternatif bahan baku proses produksi di berbagai macam industri yang semakin meningkat. Dengan menggunakan pemanfaatan logam bekas, hal ini menjadi tumbuhnya komoditas perdagangan dan mendorong berkembangnya usaha-usaha penampungan logam bekas disekitar lokasi usaha. Salah satu logam bekas yang banyak digunakan adalah logam aluminium.

Aluminium adalah logam ringan yang mempunyai ketahanan korosi yang baik, rendah dalam densitas, mudah dibentuk dan memiliki daya konduktivitas yang tinggi, sebagai penghantar panas yang baik maupun pada listrik. Aluminium dimanfaatkan dalam berbagai bidang, bukan hanya untuk peralatan rumah tangga tapi juga dipakai pada bidang industri. Aluminium (Al) tergolong logam ringan dan mempunyai daya hantar listrik/panas yang cukup baik. Logam aluminium mempunyai struktur kristal FCC. Logam ini tahan terhadap korosi pada media yang berubah-ubah dan juga mempunyai duktilitas yang tinggi (Siswanto, 2014: 1).

Menurut penelitian Respati, dkk (2010: 284) aluminium merupakan logam yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi mulai dari peralatan rumah tangga hingga konstruksi, komponen otomotif sampai komponen pesawat terbang (*aerospace*). Aluminium disamping mempunyai masa jenis kecil, tahan terhadap korosi, daya hantar listrik yang baik, jika di padu dengan

unsur tertentu akan mempunyai sifat fisis dan mekanis yang unggul. Aluminium dalam industri dihasilkan melalui proses pengecoran (*casting*) dan pembentukan (*forming*). Aluminium hasil pengecoran banyak dijumpai pada peralatan rumah tangga dan komponen otomotif misalnya velg (*cast wheel*), piston, blok mesin, dan lain sebagainya. Komposisi paduan dan pemilihan proses fabrikasi sangat berpengaruh terhadap sifat fisis dan mekanis paduan aluminium.

Silikon adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Si dan nomor atom 14. Senyawa yang dibentuk bersifat paramagnetik. Paduan Al-Si merupakan material yang memiliki sifat mampu cor yang baik, dapat di proses dengan permesinan, dan dapat dilas. Paduan Al-Si cocok digunakan pada pengecoran HPDC (*High Pressure Die Casting*) (Bayuseno dan Chamdani 2011: 17).

Menurut Fauzi, dkk (2016: 41) pengecoran (*casting*) adalah suatu proses manufaktur yang menggunakan logam cair dan cetakan untuk menghasilkan bagian dengan bentuk yang mendekati bentuk geometri akhir produk jadi. Dimana bahan dalam kondisi cair dituang atau dicetak dengan ditekan dalam sebuah rongga cetakan dengan bentuk tertentu dan dibiarkan sampai berubah menjadi padat atau membeku. Pengecoran sendiri merupakan proses dimana logam dicairkan pada suhu tertentu dan dicetak menggunakan cetakan untuk menghasilkan produk dengan bentuk yang mendekati bentuk produk jadi (Kurniawan, dkk., 2014: 55).

Pengecoran menggunakan cetakan pasir (*sand casting*) adalah proses dimana logam cair dituangkan ke dalam cetakan pasir tanpa penerapan tekanan eksternal logam cair memasuki rongga oleh gravitasi. Pengecoran dengan cetakan pasir (*sand casting*) ada beberapa macam metode diantaranya *gravity die casting* (GSD), metode ini adalah dimana proses logam cair dimasukkan kedalam cetakan logam tanpa ada tekanan eksternal yang mendorong logam cair memasuki rongga cetakan. Cacat coran dapat disebabkan karena beberapa hal diantaranya seperti aliran logam yang masuk ke dalam cetakan tersendat, perbedaan suhu dalam cetakan yang sangat tinggi, jadi ini yang dapat menimbulkan cacat fisik maupun struktur mikronya. Resiko cacat ini seharusnya dihindari dalam proses pengecoran dengan menggunakan metode *Gravity Die Casting*.

Menurut Wijaya, dkk (2017: 200) temperatur tuang adalah salah satu unsur penting yang harus diperhatikan dalam memproduksi produk pengecoran yang berkualitas tinggi, karena faktor ini sangat berpengaruh terhadap kualitas hasil coran meliputi struktur mikro dan sifat mekanis sehingga didapatkan hasil coran yang mempunyai sifat fisik yang baik. Temperatur tuang yaitu variabel yang sangat penting karena jika temperatur tuang terlalu rendah maka rongga cetakan tidak akan terisi penuh dimana logam cair akan membeku terlebih dahulu pada saluran masuk, dan jika temperatur tuang lebih tinggi maka hal ini akan mengakibatkan penyusutan dan kehilangan akan keakuratan dimensi coran.

Dalam proses pengecoran logam terdapat berbagai macam kejadian dengan hasil pengecoran dalam masalah karakteristik logam. Karakteristik logam ini bisa berupa dari pemilihan paduan logam yang cocok digunakan dalam produk yang dibuat. Pemilihan paduan yang tepat dapat mempengaruhi kekuatan logam hasil pengecoran. Untuk mengetahui perubahan mekanis dan fisis pada pengecoran aluminium maka akan dilakukan pengujian struktur mikro pada hasil pengecoran aluminium paduan silikon (Si) dengan memvariasi temperatur suhu tuang. Berdasarkan uraian di atas, peneliti akan melakukan penelitian dengan judul “PENGARUH VARIASI TEMPERATUR TUANG DAN PENAMBAHAN SILIKON (Si) TERHADAP KEKERASAN, CACAT CORAN DAN STRUKTUR MIKRO HASIL PENGECORAN ALUMINIUM DENGAN CETAKAN PASIR”

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, dapat didefinisikan permasalahan sebagai berikut :

1. Proses metode pengecoran cetakan pasir, struktur pembekuan logam dari coran mempunyai pengaruh yang besar terhadap hasil coran.
2. Banyaknya limbah aluminium yang belum dimanfaatkan.
3. Penambahan aluminium paduan lainnya sangat mempengaruhi sifat mekanik terhadap hasil coran.
4. Semakin banyak ditambah unsur silikon (Si) maka dapat mengurangi penyusutan hasil coran.

1.3 Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini akan dibatasi dengan beberapa aspek sebagai berikut :

1. Temperatur suhu tuang menggunakan temperatur 700⁰C, 750⁰C dan 800⁰C.
2. Penambahan unsur silikon (Si) sebesar 0%, 2%, 4% dan 8%.
3. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aluminium ingot dengan kandungan Si 0,5%.
4. Pengujian yang digunakan adalah pengujian kekerasan (*hardness vickers test*), cacat coran dan struktur mikro.
5. Metode yang digunakan adalah pengecoran menggunakan cetakan pasir.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latarbelakang dan pembatasan masalah di atas, maka permasalahan yang dapat dirumuskan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi temperatur tuang dan penambahan silikon (Si) terhadap kekerasan hasil pengecoran aluminium dengan cetakan pasir ?
2. Bagaimana pengaruh variasi temperatur tuang dan penambahan silikon (Si) terhadap cacat coran hasil pengecoran aluminium dengan cetakan pasir ?

3. Bagaimana pengaruh variasi temperatur tuang dan penambahan silikon (Si) terhadap struktur mikro hasil pengecoran aluminium dengan cetakan pasir ?

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka dapat dirumuskan tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh variasi temperatur tuang dan penambahan silikon (Si) terhadap kekerasan hasil pengecoran aluminium dengan cetakan pasir.
2. Mengetahui pengaruh variasi temperatur tuang dan penambahan silikon (Si) terhadap cacat coran hasil pengecoran aluminium dengan cetakan pasir.
3. Mengetahui pengaruh variasi temperatur tuang dan penambahan silikon (Si) terhadap struktur mikro hasil pengecoran aluminium dengan cetakan pasir.

1.6 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian di atas, maka dapat dirumuskan manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Peneliti mendapat ilmu dan pengetahuan baru dari peneliti tentang aluminium coran.
2. Memberikan sumbangsih bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya yang berkenaan dengan masalah hasil pengecoran aluminium.

3. Memberikan informasi tentang hasil pengecoran aluminium dengan penambahan silikon (Si) terhadap pengecoran logam dalam sifat fisis dan sifat mekanis.
4. Data-data hasil penelitian ini dapat dijadikan rujukan untuk penelitian-penelitian selanjutnya berkenaan dengan masalah hasil pengecoran logam aluminium bekas.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Berbagai penelitian tentang variasi temperatur tuang dan penambahan (Si) terhadap kekerasan, cacat coran dan struktur mikro hasil pengecoran aluminium maka berbagai kajian pustaka tentang penelitian ini telah banyak dibuat penelitian terdahulu.

Adapun kajian pustaka yang diambil dari penelitian tersebut adalah sebagai berikut :

1. Drihandono dan Budiyanto (2016: 30) menyatakan pada pengamatan hasil struktur mikro memeperlihatkan paduan Al-Si 7,79% akan mengubah *eutektik silicon* menjadi *globular*. Pada pengujian kekerasan ini tertinggi didapatkan pada suhu temperatur molding 250⁰C, temperatur tuang 750⁰C dengan tekanan 75 bar yaitu 79,94 BHN. Struktur mikro mempunyai hubungan terhadap nilai kekerasan yaitu fasa *eutektik silicon* yaitu terbentuk akan semakin rapat dan mengecil jika di uji kekerasannya yang hasilnya tinggi.
2. Elfendri (2010: 9) mengatakan bahwa parameter kandungan silikon temperatur tuang dan cetakan pada pengecoran *squeeze* benda cor tipis paduan Al-Si daur ulang akan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap retak panas jenis cor. Peningkatan temperatur tuang dalam interval 665-885⁰C dan temperatur cetakan dalam interval 220-330⁰C pada pengecoran *squeeze* Al-(0,45-6,04)%Si daur ulang akan meingkatkan

panjang retak dan indeks retak panas benda cor tipis. Peningkatan komposisi silikon paduan Al-Si daur ulang dalam interval 0,45-6,04% berat pada proses pengecoran *squeeze* akan menurunkan panjang retak dan indeks retak benda cor tipis. Kombinasi kandungan silikon yang tinggi, temperatur tuang dan cetakan yang rendah pada proses pengecoran *squeeze* benda cor tipis Al-Si daur ulang akan mencegah terjadinya retak panas.

3. Pemberian tekanan langsung pada proses pembekuan pada pengecoran dapat menghaluskan struktur silikon dan menaikkan kekerasan terhadap pengecoran tuang. Penambahan temperatur cetakan menyebabkan struktur silikon semakin kasar dan menurunkan rata-rata kekerasan, baik pada pengecoran tuang maupun dengan pengecoran tekanan. Pengecoran dengan tekanan menghasilkan distribusi kekerasan yang lebih merata dibandingkan pada pengecoran tuang dan pada pengecoran ini menghasilkan coran dengan bentuk mendekati ukuran akhir atau bentuk kesempurnaannya dan tidak terlihat porositasnya (Respati, dkk 2010: 284).
4. Siswanto (2014: 1) menyatakan bahwa penelitian menggunakan variasi temperatur 650⁰C, 700⁰C dan 750⁰C dan variasi waktu 5 menit, 10 menit dan 15 menit. Semakin tinggi temperatur peleburan, komposisi Al dalam paduan cenderung meningkat. Semakin tinggi temperatur peleburan, komposisi Mg dalam paduan cenderung menurun. Semakin lama waktu peleburan, komposisi Al dalam paduan cenderung meningkat. Semakin lama waktu peleburan, komposisi Mg dalam paduan cenderung menurun.

Temperatur dan waktu peleburan optimum adalah temperatur 650°C dengan waktu peleburan 5-10 menit, temperatur 700°C dengan waktu peleburan 5 menit.

5. Duskiardi dan Tjitro (2002: 1) mengatakan bahwa penelitian menggunakan bahan paduan diambil dari produk piston komersial yang didapatkan dipasaran. Hasil produk *squeeze casting* terutama sifat kekerasan mengalami peningkatan sebesar 5,29% setelah dilakukan perlakuan panas dengan T6. Kekerasan produk (benda uji) hasil *direct squeeze casting* (DSC) sangat dipengaruhi oleh penyetelan (*setting*) kombinasi tekanan dan temperatur die. Tekanan yang optimal pada proses ini diantara 70-100 Mpa, dan temperatur *die* antara $400 - 500^{\circ}\text{C}$. Laju pendinginan sangat signifikan pengaruhnya terhadap perbaikan struktur mikro. Secara visual, hasil struktur mikro optimal didapatkan pada penerapan tekanan sebesar 70 MPa dengan temperatur *die* 400°C .
6. Penelitian menggunakan bahan paduan pembuatan benda uji diambil dari produk piston bekas daihatsu. Kekerasan produk (benda uji) hasil *direct squeeze casting* (DSC) sangat dipengaruhi oleh penyetelan (*setting*) kombinasi tekanan dan temperatur die. Tekanan yang optimal pada proses ini diantara 70 – 100 MPa, dan temperatur tuang antara 450°C . Laju pendinginan sangat signifikan pengaruhnya terhadap perbaikan struktur mikro. Secara visual, hasil struktur mikro optimal didapatkan pada penerapan tekanan sebesar 70 M.Pa dengan temperatur die 450°C (Abdillah, 2009: 13).

7. Wijaya, dkk (2017: 223) menyatakan bahwa penelitian menggunakan variasi temperatur 660⁰C, 700⁰C dan 740⁰C dengan menggunakan bahan aluminium paduan dan skrap aluminium dengan komposisi kimia. Penelitian ini bahawa dari tiga variasi temperatur tuang yang dilakukan, berpengaruh terhadap nilai ketangguhan impak dan struktur mikro hasil coran dan semakin tinggi temperatur tuang maka nilai ketangguhan impaknya juga semakin meningkat. Struktur mikro yang terbentuk dari logam paduan aluminium coran secara umum memiliki bentuk struktur mikro berupa struktur *dendrite*.
8. Bahan aluminium dari velg bekas sepeda motor dengan penambah *silicon* dan menggunakan tiga variasi temperatur tuang. Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan bahwa semakin tinggi temperatur tuang pada pengecoran daur ulang Al-Si, maka semakin mengecil matrik Al-Sinya, semakin turun nilai kekerasan (Wijoyo, dkk 2018: 45).
9. Budiyanto (2008: 10) menyatakan bahwa pengamatan struktur mikro, semakin tinggi temperatur penuangan akan nampak lebih jelas kristal yang bersebelahan. Pada kekuatan tarik berbanding lurus dengan kekerasan, dimana semakin tinggi nilai kekerasan, maka makin tinggi kekuatan tariknya.
10. Ponco, dkk (2016 :49) mengatakan bahwa penelitian ini yang dilakukan diperoleh kesimpulan, yaitu dengan penambahan unsur silikon pada paduan Al-Si maka didapat hasil nilai ketangguhan impaknya ikut bertambah. Untuk pengujian kekerasan mikro, hasil yang didapat adalah

sesuai dengan penambahan unsur silikon pada paduan Al-Si maka terjadi juga penambahan tingkat kekerasan. Penelitian ini juga dilakukan pengamatan pada ketiga spesimen, terbentuk beberapa fasa yang dapat diambil, antara lain fasa aluminium berwarna terang dan fasa silikon berwarna gelap. Dari penelitian ini dilakukan dengan variasi komposisi 6%,8% dan 10% pada paduan Al-Si maka hasil yang didapat adalah nilai ketangguhan berbanding tegak lurus dengan jumlah presentase silikon.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Aluminium

Logam non ferro adalah logam murni selain besi atau logam paduan yang tidak mengandung unsur besi. Aluminium dan paduannya, tembaga dan paduannya, nikel dan paduannya, seng dan paduannya, magnesium dan paduannya dan lain sebagainya. Beberapa contoh logam non ferro antara lain kuningan (Cu-Zn), perunggu (Cu-Sn), Monel (Ni-Cr-Mn), Nimonic (Ni-Cr), duralumin (Al-Cu-Mg), hidronalium (Al-Mg) dan Silumin (Al-Si).

Menurut Surdia dan Saito (2000: 129) aluminium adalah logam ringan dengan mempunyai ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik yang baik serta sifat-sifat baik lainnya sebagai sifat logam. Sebagai tambahan terhadap kekuatan mekaniknya yang sangat meningkat, bisa dilakukan dengan penambahan logam Cu, Mg, Si, Mn, Zn, Ni, dan sebagainya. Secara satu persatu atau bersama-sama, memberikan juga sifat mekanik yang baik lainnya sebagai sifat logam. Material ini banyak

dipergunakan dalam bidang yang luas bukan hanya untuk peralatan rumah tangga tetapi juga cocok dipakai untuk keperluan material pesawat terbang, mobil, kapal laut, komponen-komponen otomotif, bahan konstruksi bangunan dan lainnya.

Aluminium pertama kali ditemukan oleh *Sir Humphrey Davy* dalam tahun 1809 sebagai suatu unsur, dan pertama kali direduksi sebagai logam oleh *H. C. Oersted* pada tahun 1825. Secara industri pada tahun 1886, *Paul Heroult* di Perancis dan *C. M. Hall* di Amerika Serikat secara terpisah memperoleh logam aluminium dari alumina dengan cara elektrolisa dari garamnya yang terfusi. Sampai sekarang proses *Heroult Hall* masih dipakai untuk memproduksi aluminium.

Aluminium merupakan logam paling melimpah yang ditemukan di kerak bumi. Aluminium merupakan unsur kimia golongan III A dalam tabel Sistem Periodik Unsur (SPU), dengan nomor atom 13 dan berat atom 26,98 gram per mol. Unsur ini mempunyai isotop alam : Al-27. Sebuah isomer dari Al-26 dapat meluruhkan sinar dengan waktu paruh 10^5 tahun.

a. Sifat Aluminium

Aluminium terdapat di kerak bumi sebanyak kira-kira 8,07% hingga 8,23% dari seluruh massa padat dari kerak bumi, dengan produksi tahunan dunia sekitar 30 juta ton pertahun dalam bentuk bauksit dan bebatuan lain. Aluminium dalam bentuk cair umumnya mencapai kemurnian 99,85% berat dengan cara elektrolisis kembali mencapai 99,99%.

Menurut Kuncoro (2013: 9) sifat fisik suatu logam adalah keadaan logam apabila mengalami peristiwa fisika. Dari sifat fisik inilah dapat ditentukan titik cair dan titik didih suatu bahan. Sifat mekanis suatu logam adalah kemampuan bahan untuk menahan beban, baik beban secara statis maupun dinamis atau berubah-ubah pada berbagai keadaan, baik suhu tinggi maupun dibawah nol derajat. Sifat mekanis logam berupa kekenyalan, kekuatan, keuletan, kekerasan, kegetasan, ketahanan aus, batas penjalaran dan kekuatan tekan. Adapun sifat-sifat fisik dan mekanis dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.1 Sifat-sifat fisik aluminium

Sifat-sifat	Kemurnian Al (%)	
	99,996	>99,0
Massa jenis (20°C)	2,6989	2,71
Titik cair	660,2	653-657
Panas jenis (c al/g °C)	0,2226	0,2297
Hantaran listrik (%)	64,94	59 (dianil)
Tahanan listrik koefisien temperatur (/ °C)	0,00429	0,0115
Koefisien pemuaian (20 - 100)	$23,8 \times 10^{-6}$	$23,5 \times 10^{-6}$
Jenis kristal, konstanta kisi	<i>fcc</i> , $a = 4,013 \text{ kX}$	<i>fcc</i> , $a = 4,04 \text{ kX}$

(Sumber : Surdia dan Saito, 2000: 134)

Tabel 2.2 Sifat-sifat mekanis aluminium

Sifat-sifat	Kemurnian Al (%)			
	99,996		>99.0	
	Dianil	75% dirol dingin	Dianil	H18
Kekuatan tarik (kg/mm)	4,9	11,6	9,3	16,9
Kekuatan mulur (0,2%) (kg/mm)	1,3	11	3,5	14,8
Perpanjangan (%)	48,8	5,5	35	5
Kekerasan Brinell	17	27	23	44

(Sumber : Surdia dan Saito, 2000: 134)

b. Paduan Aluminium

Aluminium murni masih terlalu lunak dan lemah, terutama kekuatan dan kekerasannya yang rendah sehingga belum dapat digunakan di dunia teknik. Adanya paduan diharapkan dapat memperbaiki sifat kekurangan dari aluminium. Meskipun demikian terkadang sifat korosi dan keuletannya yang berkurang. Unsur paduan aluminium adalah tembaga, silisium, magnesium, mangan, nikel dan sebagainya yang dapat merubah sifat paduan aluminium. Paduan aluminium (Al) diklasifikasikan dalam berbagai standar oleh berbagai negara di dunia. Klasifikasi yang terkenal dan sempurna adalah standar *Aluminium Association* di Amerika (AA) yang didasarkan pada standar terdahulu dari *Alcoa (Aluminium Company of America)*.

Hal-hal yang mempengaruhi sifat-sifat paduan aluminium antara lain adalah unsur-unsur sebagai berikut :

1) Silikon (Si)

Unsur Si dalam paduan aluminium mempunyai pengaruh positif:

a) Mempermudah proses pengecoran

- b) Meningkatkan daya tahan terhadap korosi
- c) Memperbaiki sifat-sifat atau karakteristik coran
- d) Menurunkan penyusutan dalam hasil cor

Pengaruh negatif yang ditimbulkan unsur Si berupa

- a) Penurunan keuletan bahan terhadap beban kejut dan
- b) Hasil cor akan rapuh jika kandungan silikon terlalu tinggi

2) Tembaga (Cu)

Pengaruh baik yang dapat ditimbulkan oleh unsur Cu dalam paduan aluminium akan:

- a) Meningkatkan kekerasan bahan
- b) Memperbaiki kekuatan tarik
- c) Mempermudah proses pengerjaan dengan mesin

Pengaruh buruk yang dapat ditimbulkan oleh unsur Cu akan:

- a) Menurunkan daya tahan terhadap korosi
- b) Mengurangi keuletan bahan dan
- c) Menurunkan kemampuan dibentuk dan dirol

3) Unsur Magnesium (Mg)

Magnesium memberikan pengaruh baik yaitu:

- a) Mempermudah proses penuangan
- b) Meningkatkan kemampuan pengerjaan mesin
- c) Meningkatkan daya tahan terhadap korosi
- d) Meningkatkan kekuatan mekanis
- e) Menghaluskan butiran kristal secara efektif

f) Meningkatkan ketahanan beban kejut/impak

Pengaruh buruk yang ditimbulkan oleh unsur Mg:

a) Meningkatkan kemungkinan timbulnya cacat pada hasil pengecoran

4) Unsur Besi (Fe)

Pengaruh baik yang dapat ditimbulkan oleh unsur Fe adalah:

a) Mencegah terjadinya penempelan logam cair pada cetakan selama proses penuangan.

Pengaruh buruk yang dapat ditimbulkan unsur paduan ini adalah:

- a) Penurunan sifat mekanis
- b) Penurunan kekuatan tarik
- c) Timbulnya bintik keras pada hasil coran
- d) Peningkatan cacat pororsitas

Tabel 2.3 Klasifikasi paduan aluminium tempaan

Standar AA	Standar Alcoa terdahulu	Keterangan
1001	1S	Al murni 99,5% atau di atasnya
1100	2S	Al murni 90,5% atau di atasnya
2010-2029	10S-29S	Cu merupakan unsur paduan utama
3003-3009	3S-9S	Mn merupakan unsur paduan utama
4030-4039	30S-39S	Si merupakan unsur paduan utama
5050-5086		Mg merupakan unsur paduan utama
6061-6069	50S-69S	Mg ₂ Si merupakan unsur paduan utama
7070-7079	70S-79S	Zn merupakan unsur paduan utama

(Sumber : Surdia dan Saito, 2000: 135)

Tabel 2.4 Klasifikasi perlakuan bahan

Tanda	Perlakuan
-F	Setelah pembuatan
-O	Dianil penuh
-H	Pengerasan regangan
-H 1_n	Pergeseran regangan
-H 2_n	Sebagian dianil setelah pengerasan regangan Dianil untuk penyetabilan setelah pengerasan regangan n=2 (1/4
-H 3_n	keras), 4 (1/2 keras), 6 (3/4 keras)
-T	Perlakuan panas
-T2	Perganilan penuh (hanya untuk coran)
-T3	pengerasan regangan setelah perlakuan pelarutan
-T4	Penuaaan alamiah penuh setelah perlakuan pelarutan
-T5	Penuaan tiruan (tanpa perlakuan pelarutan)
-T6	Penuaan tiruan setelah perlakuan pelarutan
-T7	Penyetabilan setelah perlakuan pelarutan
-T8	Perlakuan pelarutan, pengerasan regangan, penuaan tiruan.
-T9	Perlakuan pelarutan, penuaan tiruan, pengerasan regangan
-T10	Pengerasan regangan setelah penuaan tiruan

(Sumber : Surdia dan Saito, 2000: 136)

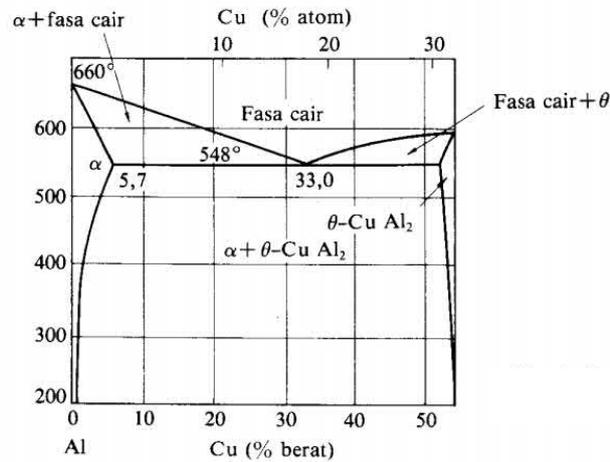
Menurut Surdia dan Saito, (2000: 135-142) dalam bukunya aluminium dapat diklasifikasikan menjadi tujuh jenis yaitu :

1. Aluminium murni

Aluminium dengan kemurnian antara 99% sampai 99,9%, aluminium murni ini mempunyai sifat baik, tahan karat, konduksi panas dan konduksi listrik yang baik tetapi kekuatannya yang rendah.

2. Paduan Al – Cu

Paduan jenis ini adalah paduan aluminium yang dapat diberi perlakuan panas. Paduan ini mempunyai sifat-sifat yang sama dari baja lunak tetapi memiliki daya tahan korosi lebih rendah dibandingkan dengan jenis paduan yang lainnya.



Gambar 2.1 Diagram fasa Al – Cu
(Sumber : Surdia dan Saito, 2000: 129)

3. Paduan Al – Mn

Mn adalah unsur yang memperkuat Al tanpa mengurangi ketahanan korosi dan dipakai untuk membuat paduan yang tahan korosi. Paduan Al –Mn merupakan jenis paduan aluminium yang tidak bisa diperlakukan panaskan sehingga untuk menaikkan kekuatan hanya dapat melalui perlakuan dingin. Paduan Al-Mn dalam penamaan standar AA adalah paduan Al 3003 dan Al 3004. Komposisi standar dari paduan Al 3003 adalah Al, 1,2% Mn, sedangkan komposisi standar Al 3004 adalah Al, 1,2% Mn, 1,0% Mg. Paduan Al 3003 dan Al 3004 digunakan sebagai paduan tahan korosi tanpa perlakuan panas.

4. Paduan Al – Si

Paduan Al-Si sangat baik kecairannya, yang mempunyai permukaan bagus sekali, tanpa kegetasan panas dan sangat baik untuk paduan coran, sebagai tambahan paduan ini memiliki ketahanan korosi

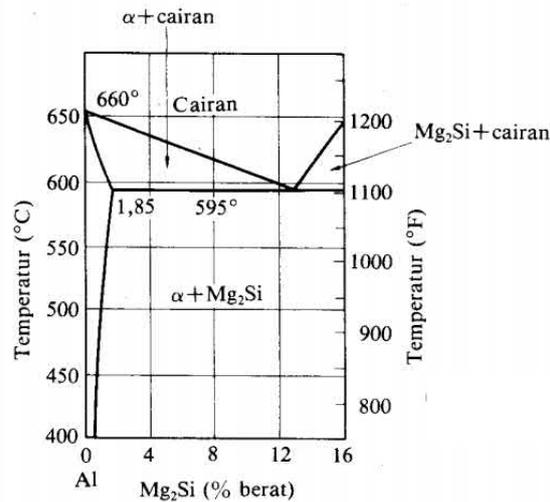
yang baik, sangat ringan, koefisien pemuaian yang kecil, dan sebagai penghantar listrik dan panas yang baik. Paduan Al-12%Si sangat banyak dipakai untuk paduan cor cetak. Paduan Al-Si merupakan paduan dengan silikon sebagai paduan utamanya, pada titik eutektik 577°C , 11,7%Si sangat baik untuk paduan tuang karena titik cairnya rendah. Paduan ini mempunyai mampu tuang yang baik sehingga dapat dibuat produk coran dengan berbagai bentuk dengan sedikit perlakuan mesin (Surdia dan Saito 2000: 137).

5. Paduan Al – Mg

Paduan Al – Mg merupakan paduan aluminium yang mempunyai ketahanan korosi yang baik, sejak lama disebut hidronalium dan dikenal sebagai paduan yang tahan korosi. Paduan ini mudah ditempa, dirol dan diekstruksi. Paduan antara 4,5%Mg memiliki sifat yang kuat dan mudah dilas, oleh karena itu sekarang dipakai sebagai bahan untuk tangki LNG.

6. Paduan Al – Mg – Si

Paduan Al – Mg – Si merupakan paduan yang mempunyai kekuatan sebagai bahan tempaan dibandingkan dengan paduan yang lain namun sangat liat, mudah dibentuk dengan proses penempaan dan memiliki daya tahan korosi yang cukup baik. Paduan ini digunakan untuk rangka-rangka konstruksi, karena paduan dalam sistim ini mempunyai kekuatan yang cukup baik untuk menghantarkan listrik sehingga banyak digunakan untuk kabel tenaga.

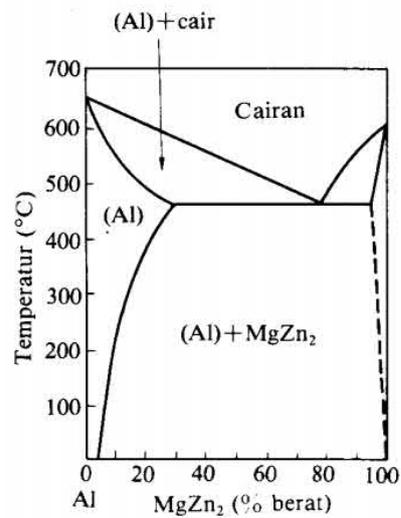


Gambar 2.2 Diagram Fasa Al – Mg₂ – Zn

(Sumber : Surdia dan Saito, 2000: 139)

7. Paduan Al – Mg – Zn

Paduan Al – Mg – Zn merupakan paduan yang memiliki kekuatan tertinggi dibanding dengan paduan yang lain. Paduan Al – Mg – Zn ini banyak digunakan untuk bahan konstruksi pesawat terbang sebagai bahan konstruksi dikarenakan paduan ini ringan namun kuat. Paduan ini memiliki sifat mudah getas oleh sifat korosi tegangan, aluminium menyebabkan keseimbangan biner semu dengan senyawa antar logam MgZn₂ dan kelarutannya menurun apabila temperatur turun.



Gambar 2.3 Diagram Fasa Al – Mg – Zn₂

(Sumber : Surdia dan Saito, 2000: 141)

2.2.2 Silikon

Silikon merupakan unsur yang sangat penting dalam pembuatan besi tuang, ia menaikkan tingkat keenceran dari cairan besi sehingga mudah dituang ke dalam cetakan yang tipis dan rumit. Silikon adalah unsur yang mendorong pembentukan grafit pada besi tuang, selama pembakuan dengan adanya silikon karbon akan membeku sebagai grafit yang berbentuk flake. Bentuk ini hanya bisa dirubah dengan cara mencairkan kembali, menurut (Ferdiansyah 2013: 42).

Pada unsur silikon mempunyai kekurangan dalam proses pengecoran yaitu semakin banyak silikon (Si) yang ditambahkan maka hasil coran akan rapuh atau getas jika kandungan silikon (Si) semakin tinggi. Silikon (Si) merupakan unsur yang umum digunakan dalam paduan aluminium. Hal ini dikarenakan penambahan unsur silikon meningkatkan

karakteristik pengecoran seperti meningkatkan mampu alir (*fluidity*), ketahanan terhadap retak panas (*hot tearing*), dan *feeding characteristic*.

Tabel 2.5 Sifat-sifat Boron, Karbon dan Silikon

Sifat	Boron	Karbon	Silikon
Titik leleh	2.177	3.500	1.412
Titik didih, C	3.658	3.930	2.680
Distribusi elektron	2,3	2,4	8,2
Energi pengionan, eV/atm	8,3	11,3	8,2
kJ/mol	800	1.090	790
Jari-jari kovalen	0,20 (B ³⁺)	0,15 (C ⁴⁺)	0,41 (Si ⁴⁺)
Jari-jari ion
Keelektronegatifan	2	2,5	1,8

2.2.3 Silumin (Al-Si)

Silumin adalah paduan Al-Si yang selain tahan korosi juga memiliki *castingabilty* yang sangat baik sehingga mudah dituang. *Silumin* banyak diaplikasikan pada benda-benda tuangan dengan bentuk rumit dan tahan terhadap beban tumbukan seperti velg mobil.

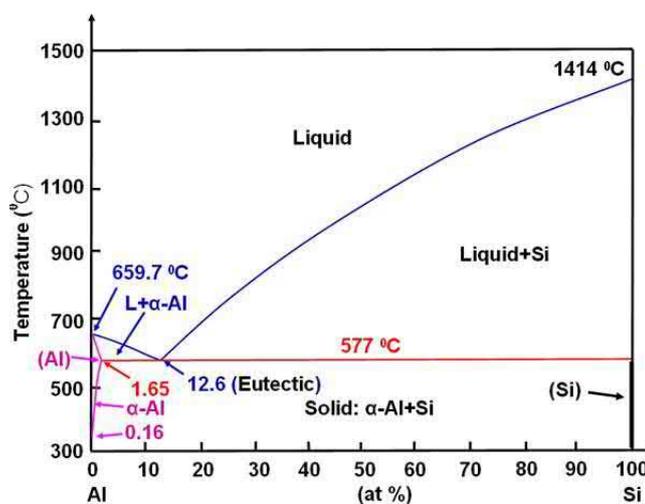
Paduan Al-Si yang dipadu dengan unsur-unsur lain sangat banyak digunakan pada benda-benda tuang untuk industri mobil, seperti piston, kepala silinder dan pelek. Paduan aluminium yang biasa digunakan untuk pembuatan piston adalah paduan aluminium yang memiliki kandungan utamanya silikon, seperti Aluminium Silikon (AlSi) digunakan untuk piston motor. Untuk mendapatkan sifat mekanis yang lebih baik maka pada penelitian dilakukan pemaduan Aluminium Silikon dengan mengatur variasi kandungan unsur Si pada persentase 6%, 8% dan 10% Si. Pengujian dilakukan dengan menggunakan paduan 10% AlSi dengan

selanjutnya menurunkan kandungan Si untuk mencapai 6% dan 8 % dengan menambah Aluminium murni. (Ponco, dkk. 2016: 49).

Tabel 2.6 Sifat-sifat dari paduan khas untuk pengecoran cetak

Paduan	Komponen	Berat Jenis	Kekerasan (H _b)	Kekuatan Tarik (Kgf/cm ²)	Perpanjangan (%)`
Paduan Al	Al-12%Si-3%Cu	2,7	95	28,8	3
Paduan Zn	Zn-4%Al	6,7	91	25	10
Paduan Mg	Mg-9%Mn	1,8	60	23,9	3
Paduan Cu	Cu-40%Zn	8,7	133	51,6	21
Paduan Sn	Sn-14%Pb-12Sb	7,7	77	17	7

(Sumber : Surdia dan Chijiwa, 1976: 242)



Gambar 2.4 Diagram Fasa Al – Si

(Sumber : Callister, 2007)

Menurut Mu'afax, dkk (2013: 3) paduan Al-Si memiliki sifat mampu cor yang baik, tahan korosi, dapat diproses dengan permesinan dan dapat dilas. Paduan Al-Si memiliki kecairan yang sangat baik dan permukaan yang bagus, tanpa kegetasan panas dan sangat baik untuk paduan coran. Penambahan Al-Si juga mempunyai ketahanan korosi yang

baik, sangat ringan, koefisien pemuaian yang kecil dan penghantar listrik dan panas yang baik, menurut Budiyanto (2008: 10). Kandungan silikon pada diagram fasa Al – Si ini terdiri dari 3 macam, yaitu:

Hipoeutectic yaitu apabila terdapat kandungan silikon < 11.7 % dimana struktur akhir yang terbentuk pada fasa ini adalah struktur *ferrite (alpha)* kaya aluminium, dengan struktur eutektik sebagai tambahan.

Eutectic yaitu apabila kandungan silikon yang terkandung didalamnya sekitar 11.7% sampai 12.2% Pada komposisi ini paduan Al-Si dapat membeku secara langsung (dari fasa cair ke padat).

Hypereutectic yaitu apabila komposisi silikon diatas 12.2 % sehingga kaya akan silikon dengan fasa eutektik sebagai fasa tambahan.

2.2.4 Pasir Cetak

Dalam sistem dan proses pengecoran tidak lepas dari cetakan, cetakan inilah yang bisa mempengaruhi logam dari segi kekerasan dan bentuk logam, berbicara tentang cetakan, cetakan yang lazim dipakai sampai sekarang adalah cetakan pasir. Beberapa cetakan pasir dan cetakan tanah mengandung zat pengikat seperti tanah lempung, bentonit dan zat pengikat lainnya (Surdia dan Chijiwa 1976: 109).

Kebanyakan pasir yang digunakan dalam pengecoran adalah pasir silika. Pasir merupakan produk dari hancurnya batu- batuan dalam jangka waktu lama. Alasan pemakaian pasir sebagai bahan cetakan adalah karena murah dan ketahanannya terhadap temperatur tinggi. Adapun jenis-jenis cetakan pasir meliputi:

1. Cetakan pasir basah (*green sand mold*) adalah campuran pasir, pengikat bentotit, lempung dan air.
2. Cetakan pasir kering (*dry sand mold*) adalah menggunakan bahan pengikat organik, dan kemudian cetakan dibakar dalam sebuah oven dengan temperatur berkisar antara 204 °C sampai 316 °C. Pembakaran dalam oven dapat memperkuat cetakan dan mengeraskan permukaan rongga cetakan.
3. Cetakan kulit kering (*skin dried mold*) adalah mengeringkan permukaan pasir basah dengan kedalaman 1,2 cm sampai dengan 2,5 cm pada permukaan rongga cetakan. Bahan perekat khusus harus ditambahkan pada campuran pasir untuk memperkuat permukaan rongga cetak.

Syarat-syarat pasir cetak menurut Surdia dan Chijiwa (1976: 109-110) pasir cetak harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a. Mempunyai sifat mampu bentuk.

Yaitu mudah dalam pembuatan cetakan dengan kekuatan yang diinginkan. Cetakan yang dihasilkan harus kuat sehingga tidak mudah rusak karena penuangan logam cair.

- b. Permeabilitas yang cocok.

Permeabilitas yang kurang baik akan menyebabkan cacat coran seperti rongga penyusutan, gelembung gas, atau kekasaran permukaan.

- c. Distribusi besar butir pasir yang cocok.

Permukaan coran menjadi halus apabila coran dibuat dalam cetakan yang butir pasir harus, tetapi apabila butiran pasir terlalu halus maka gas akan sulit untuk keluar, sehingga dapat mengakibatkan cacat seperti gelembung gas.

- d. Tahan panas terhadap temperatur logam cair yang dituang.

Pasir dan pengikat harus memiliki derajat tahan api tertentu terhadap temperatur tinggi saat logam cair dengan temperatur tinggi ini dituangkan kedalam cetakan.

- e. Mempunyai komposisi yang cocok

Butir pasir bersentuhan dengan logam yang dituang mengalami peristiwa kimia dan fisika karena logam cair memiliki temperature yang tinggi. Bahan-bahan yang tercampur yang mungkin menghasilkan gas atau larut dalam logam adalah tidak dikehendaki.

- f. Mampu dipakai lagi.

Pasir harus dapat dipakai berulang-ulang dan dapat didaur ulang supaya lebih ekonomis.

- g. Pasir harus murah dan mudah didapat.

Macam-macam pasir cetak yang lazim digunakan adalah pasir gunung, pasir pantai, pasir sungai, dan pasir silika yang disediakan alam. Beberapa dari mereka dipakai begitu saja dan yang lain dipakai setelah dipecah menjadi butir-butir dengan

ukuran yang cocok. Jika pasir memiliki kadar lempung yang cocok dan bersifat adhesi, maka pasir tersebut dapat langsung digunakan, jika sifat adhesinya kurang maka perlu ditambahkan lempung pada pasir tersebut, selain lempung biasanya dapat digunakan zat pengikat lainnya.

2.2.5 Sand Casting

Pengecoran dengan pasir cetak (*sand casting*) merupakan suatu metode pengecoran logam yang paling sering dan umum digunakan pada industri kecil hingga industri besar. Salah satu faktor yang menentukan kualitas produk hasil pengecoran pasir cetak adalah bahan dan komposisi pasir cetak. Kualitas pengecoran cetakan pasir dipengaruhi antara lain dari kualitas cetakan dan campuran peleburan logam. Baik buruknya pasir cetak tergantung dari seberapa besar bahan pengikat digunakan karena apabila kadarnya berlebihan ataupun kurang akan dapat menimbulkan cacat pada hasil coran.

Menurut Wijaya, dkk (2017: 220) pengecoran dengan cetakan pasir (*sand casting*) merupakan metode yang banyak digunakan pada industri pengecoran Aluminium. Selain membutuhkan biaya yang cukup relatif sedikit juga dapat membuat desain yang bentuknya agak rumit. Pengecoran cetakan pasir merupakan proses produksi yang diawali dengan menuangkan logam cair ke dalam sistem saluran dan selanjutnya logam cair akan mengisi seluruh rongga cetakan. Sistem saluran cetakan pasir merupakan bagian yang sangat penting dalam pembuatan produk cetakan

pasir. Hal ini dikarenakan sistem saluran merupakan jalan masuk logam cair ke dalam rongga cetak pada cetakan pasir. Sistem saluran pada pengecoran cetakan pasir terdiri dari *pouring basin*, *sprue*, *runner*, *gate*, dan *riser* (Surdia dan Chijiwa 1976).

Proses pembentukan benda kerja dengan metoda penuangan logam cair kedalam cetakan pasir (*sand casting*), secara sederhana cetakan pasir ini dapat diartikan sebagai rongga hasil pembentukan dengan cara mengikis berbagai bentuk benda pada bongkahan dari pasir yang kemudian rongga tersebut diisi dengan logam yang telah dicairkan melalui pemanasan *molten metals* (Sudjana 2008: 145).

Cetakan pasir untuk pembentukan benda tuangan melalui pengecoran harus dibuat dan dikerjakan sedemikian rupa dengan bagianbagian yang lengkap sesuai dengan bentuk benda kerja sehingga diperoleh bentuk yang sempurna sesuai dengan yang kita kehendaki.

Bagian-bagian dari cetakan pasir ini antara lain meliputi:

- a. Pola, mal atau model (*pattern*), yaitu sebuah bentuk dan ukuran benda yang sama dengan bentuk asli benda yang dikehendaki, pola ini dapat dibuat dari kayu atau plastik yang nantinya akan dibentuk pada cetakan pasir dalam bentuk rongga atau yang disebut *mold* jika model ini dikeluarkan yang kedalamnya akan dituangkan logam cair.
- b. Inti (*core*), inti ini merupakan bagian khusus untuk yang berfungsi sebagai bingkai untuk melindungi struktur model yang akan dibentuk, dengan demikian keadaan ketebalan dinding, lubang dan bentuk-

bentuk khusus dari benda tuangan (*casting*) tidak akan terjadinya perubahan.

- c. *Cope*, yaitu setengah bagian dari bagian atas dari cetakan pasir.
- d. *Drag*, yakni setengah bagian bawah dari cetakan pasir tersebut.
- e. *Gate* ialah lubang terbuka dimana dituangkan logam cair kedalam cetakan diantara core dan drag.
- f. *Riser* lubang pengeluaran yang disediakan untuk mengalirnya sisa lelehan logam logam cair dari dalam cetakan.

Komponen-komponen utama untuk pembuatan cetakan tersebut diatas merupakan komponen utama yang digunakan dalam pembuatan cetakan untuk pengecoran logam.

Kelengkapan lainnya adalah *Chaplet*, yakni kelengkapan pendukung *Cores*, walaupun pemakaian pendukung cores ini dianggap kurang praktis, dan beberapa peralatan yang lain tidak ada dalam perdagangan.

2.2.6 Temperatur Tuang

Temperatur tuang merupakan salah satu variabel yang terdapat pada proses pengecoran logam. Variabel temperatur tuang ini sangat penting karena jika temperatur tuang terlalu rendah maka rongga cetakan tidak akan terisi penuh dimana cairan logam coran akan membeku terlebih dahulu di saluran masuk. Jika temperatur tuang terlalu tinggi, maka hal ini akan mengakibatkan penyusutan dan kehilangan akan keakuratan dari dimensi coran (Wijaya, dkk 2017: 220).

Temperatur tuang adalah salah satu unsur penting yang harus diperhatikan dalam memproduksi produk pengecoran yang berkualitas tinggi, karena faktor ini sangat berpengaruh terhadap kualitas coran yang meliputi mikrostruktur dan sifat mekanis sehingga didapatkan hasil coran yang mempunyai sifat fisik yang baik (Wijaya, dkk 2017: 220).

Menurut Surdia dan Chijiwa (1976: 109) dalam bukunya bahwa temperatur penuangan yang biasa untuk bermacam-macam coran dinyatakan dalam tabel berikut

Tabel 2.7 Temperatur Penuangan untuk Logam

Macam coran	Temperatur penuangan (°C)
Paduan ringan	650 – 750
Brons	1.100 - 1.250
Kuningan	950 - 1.100
Besi cor	1.250 - 1.450
Baja cor	1.500 - 1.550

(Sumber : Surdia dan Chijiwa, 1976: 109)

Temperatur tuang mempengaruhi pembentukan struktur mikro yang berpengaruh terhadap nilai kekerasan, peningkatan temperatur tuang akan mengurangi nilai kekerasan dengan terbentuknya silikon primer. Kekerasan bahan Al-Si7,79% hasil pengecoran HPDC berkurang dengan meningkatnya temperatur tuang. Temperatur tuang yang tinggi menyebabkan bertambahnya waktu pembekuan dan daerah tumbuh fasa silikon sehingga pemisahan terjadi secara sempurna fasa silikon berubah dari serpihan menjadi globular dan silikon primer kecil menjadi silikon primer besar (Drihandono 2016: 30).

2.2.7 *Visual Inspection*

Proses inspeksi visual dapat dilakukan dengan dua metode yaitu metode pengujian tanpa merusak *Non destrructive testing (NDT)* dan metode pengujian merusak *destrructive testing (DT)*. Metode pengujian tanpa merusak *Non destrructive testing (NDT)* diantaranya, pemeriksaan visual (*visual inspection*), pengujian *dye pene trant*, *magnetic particle*, *ultra sonic*, dan *radiography*. Fungsi dari inspeksi visual adalah untuk mengetahui dan mendeteksi cacat yang tampak secara nyata pada permukaan, *visual inspection* dilakukan untuk melihat banyaknya kegagalan cor atau cacat cor yang terjadi, kemudian dari hasil inspeksi visual ini jenis-jenis kegagalan yang terjadi dikelompokkan untuk mengetahui jenis kegagalan apa yang sering ditemui pada tiap-tiap benda coran (Atmaja 2006: 44)

Pengujian *visual inspection* merupakan pemeriksaan hanya dengan menggunakan mata. Cara ini memang sangat sederhana dan bernilai ekonomis. Karena itu cara ini selalu dilakukan disamping juga menggunakan cara lain. Sering kali metode ini merupakan langkah yang pertama kali diambil dalam *Non destrructive testing (NDT)*. Prinsip dalam metode *visual inspection* sangat sederhana hanya dengan menggunakan mata telanjang tanpa alat bantu kecuali kaca pembesar. Metode ini bertujuan menemukan cacat atau retak permukaan dan korosi. Dalam hal ini tentu saja adalah retak yang dapat terlihat oleh mata telanjang atau dengan bantuan lensa pembesar ataupun boroskop.

2.2.8 Cacat Coran

Menurut Surdia dan Chijiwa (1976: 211), sesuai dengan komisi pengecoran internasional yang menggolongkan cacat coran dalam rupa menjadi sembilan kelas yaitu : ekor tikus tak menentu, atau kekerasan meluas, lubang-lubang, retakan, permukaan kasar, salah alir, kesalahan ukuran, inklusi dan struktur yang tidak seragam, deformasi dan melintir, dan cacat tak nampak.

Proses pengecoran dilakukan dengan beberapa tahapan mulai dari pembuatan cetakan, proses peleburan, penuangan dan pembongkaran. Untuk menghasilkan coran yang baik maka semuanya harus direncanakan dan dilakukan dengan sebaik-baiknya. Namun hasil coran sering terjadi ketidaksempurnaan atau cacat. Cacat yang terjadi pada coran dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu :

- a. Desain pengecoran dan pola
- b. Pasir cetak dan desain cetakan dan inti
- c. Komposisi muatan logam
- d. Proses peleburan dan penuangan
- e. Sistem saluran masuk dan penambah

Berikut ini adalah macam-macam cacat coran yang terjadi pada coran, antara lain:

- a. Cacat ekor tikus tak menentu atau kekerasan yang meluas

Cacat ekor tikus merupakan cacat dibagian luar yang dapat dilihat dengan mata. Bentuk cacat ini mirip seperti ekor tikus, yang

diakibatkan dari pasir permukaan cetakan yang mengembang dan logam masuk kepermukaan tersebut. Kekasaran yang meluas merupakan cacat pada permukaan yang diakibatkan oleh pasir cetak yang tererosi

b. Cacat lubang-lubang

Cacat lubang-lubang memiliki bentuk dan akibat yang beragam. Bentuk cacat lubang-lubang dapat dibedakan menjadi:

- a) Rongga udara
- b) Lubang jarum
- c) Rongga gas oleh cil
- d) Penyusutan dalam
- e) Penyusutan luar
- f) Rongga penyusutan

c. Cacat retakan

Cacat retakan dapat disebabkan oleh penyusutan atau akibat tegangan sisa. Keduanya dikarenakan proses pendinginan yang tidak seimbang selama pembekuan.

d. Cacat permukaan kasar

Cacat permukaan kasar menghasilkan coran yang permukaannya kasar. Cacat ini dikarenakan oleh beberapa factor seperti : cetakan rontok, kup terdorong ke atas, pelekat, penyinteran dan penetrasi logam

e. Cacat salah alir

Cacat salah alir dikarenakan logam cair tidak cukup mengisi rongga cetakan. Umumnya terjadi penyumbatan akibat logam cair terburu membeku sebelum mengisi rongga cetak secara keseluruhan.

f. Cacat kesalahan ukuran

Cacat kesalahan ukuran terjadi akibat kesalahan dalam pembuatan pola. Pola yang dibuat untuk memuat cetakan ukurannya tidak sesuai dengan ukuran coran yang diharapkan. Selain itu kesalahan ukuran dapat terjadi akibat cetakan yang mengembang atau penyusutan logam yang tinggi saat pembekuan. Pencegahan kesalahan ukuran adalah membuat pola dengan teliti dan cermat. Menjaga cetakan tidak mengembang dan memperhitungkan penyusutan logam dengan cermat, sehingga penambahan ukuran pola sesuai dengan penyusutan logam yang terjadi saat pembekuan.

g. Cacat inklusi dan struktur tak seragam

Cacat inklusi terjadi karena masuknya terak atau bahan bukan logam ke dalam cairan logam akibat reaksi kimia selama peleburan, penuangan atau pembekuan. Cacat struktur tidak seragam akan membentuk sebagian struktur coran berupa struktur cil.

h. Deformasi

Cacat deformasi dikarenakan perubahan bentuk coran selama pembekuan akibat gaya yang timbul selama penuangan dan pembekuan.

i. Cacat tak tampak

Cacat-cacat tak tampak merupakan cacat coran yang tidak dapat dilihat oleh mata. Cacat-cacat ini berada dalam coran sehingga tidak kelihatan dari permukaan coran. Salah satu bentuk cacat tak tampak adalah cacat struktur butir terbuka. Cacat ini akan membentuk seperti pori-pori dan kelihatan setelah dikerjakan dengan mesin.

2.2.9 Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan adalah satu pengujian dari sekian banyak pengujian yang dipakai, karena dapat dilaksanakan pada benda uji yang relatif kecil tanpa kesukaran mengenai spesifikasi benda uji. Pengujian yang banyak dipakai adalah dengan cara menekankan penekanan tertentu kepada benda uji dengan beban tertentu dan mengukur bekas hasil penekanan yang terbentuk di atasnya (Surdia dan Saito 2000: 31).

Menurut Surdia dan Chijiwa (1976: 204) kekerasan adalah sifat yang dapat diandalkan sebagai pengganti kekuatan bahan. Pengukuran kekerasan adalah mudah, sehingga banyak dilakukan dalam pemilihan bahan. Ada beberapa macam alat penguji kekerasan yang dipergunakan sesuai dengan : bahan, kekerasan, ukuran dan hal lainnya dari suatu produk.

Menurut Sudjana (2008: 409) dalam bukunya bahwa secara umum semua sifat mekanik dapat terwakili oleh sifat kekerasan bahan, orang berasumsi bahwa yang keras itu pasti kuat, sehingga jika dibutuhkan bahan yang kuat, maka pilih bahan yang keras. ini merupakan pernyataan

yang keliru, bahwa ada suatu bahan yang memiliki kesebandingan antara kekerasan dengan kekuatan itu benar tetapi ada juga sifat yang justru perbandingannya terbalik bahwa bahan yang keras akan rapuh. Terdapat tiga jenis umum mengenai ukuran kekerasan, yang tergantung pada cara melakukan pengujian, ketiga jenis tersebut adalah kekerasan goresan (*scratch hardness*), kekerasan lekukan (*indentation hardness*) dan kekerasan pantulan (*rebound*) atau kekerasan dinamik (*dynamic hardness*). Untuk logam, hanya kekerasan lekukan yang banyak menarik perhatian dalam kaitannya dengan bidang rekayasa (Dieter 1933: 328).

Tabel 2.8 Karakteristik pengujian kekerasan

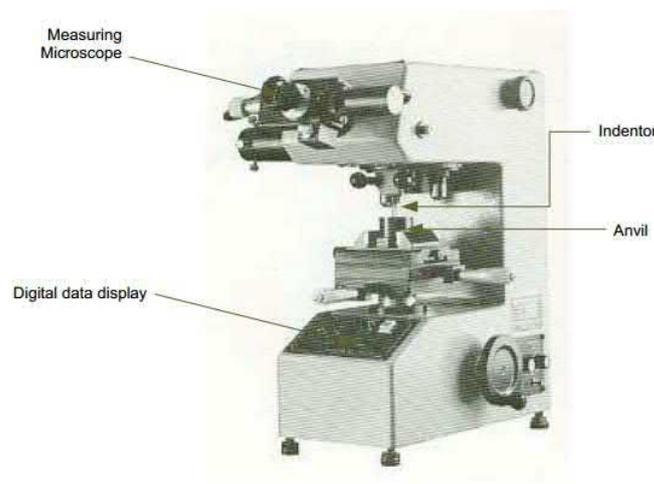
Cara Pengujian	Brinell	Rockwell	Vickers
Penekanan	Bola baja 10mm karbida	Kerucut intan 120 Bola Baja 1/16-1/2	Piramida intan sudut bidang berhadapan 136
Beban	500-3000 kg	Beban mula 10kg beban total 60, 100, 150 kg	1 - 120 kg
Kekerasan	beban / luas penekanan	Dalam penekanan	beban/ luas penekanan

(Sumber : Surdia dan Saito, 2000: 32)

a. Kekerasan *Vickers*

Pada prinsipnya pengujian dengan sistem *Vickers* ini tidak jauh berbeda dengan Pengujian kekerasan dengan sistem *Brinell*, salah satu yang berbeda didalam pengujian kekerasan sistem *Vickers* ini ialah pemakaian Indentornya, dimana *Vickers* menggunakan piramida intan dengan sudut puncak piramida adalah 136° . Bentuk indentor yang relatif tajam dibanding dengan *Brinell* yang menggunakan bola baja,

Vickers memberikan pembebanan yang sangat kecil yakni dengan tingkatan beban 5, 10, 20, 30, 50 dan 120 kg, bahkan untuk pengujian mikrostruktur hanya ditentukan 10 g, sehingga pengujian kekerasan *Vickers* cocok digunakan pada bahan yang keras dan tipis, sedangkan untuk bahan yang lunak dan tidak homogen seperti besi tuang (*cast Iron*) *Vickers* tidak sesuai untuk digunakan (Sudjana 2008: 420).



Gambar 2.5 Mesin uji kekerasan *Vickers*

(Sumber: Sudjana, 2008: 420)

Angka kekerasan piramida intan atau Vickers Hardness Number (VHN), didefinisikan sebagai beban dibagi luas permukaan lekukan. Pada prakteknya, luas ini dihitung dari pengukuran mikroskopik panjang diagonal jejak, VHN dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\text{VHN} = \frac{2P \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}{L^2} = \frac{185 P}{L^2}$$

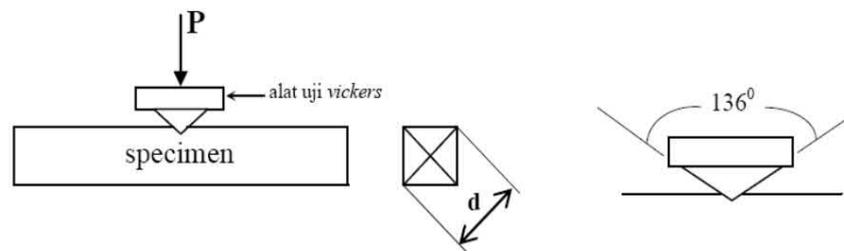
Dimana VHN = Angka Kekerasan Vickers (VHN)

P = beban yang diterapkan (kg)

L = panjang diagonal rata-rata (mm)

θ = sudut antara permukaan intan yang berlawanan = 136°

Pada penelitian ini menggunakan pengujian kekerasan mikro *Vickers*. Pengujian mikro *Vickers* adalah metode pengujian kekerasan dengan pembebanan yang relatif kecil yang sulit dideteksi oleh metode pengujian makro *Vickers*. Prinsip pengujian mikro *Vickers* adalah dengan menekankan penetrator pada permukaan benda uji sehingga pembebanan yang dibutuhkan juga relatif kecil yaitu berkisar antara 10-1000 kgf (Dieter 1966: 334).



Gambar 2.6 Skema pengujian *Vickers Hardness*

(Sumber: Dieter, 1993: 335)

Lekukan yang benar yang dibuat oleh penumbuk intan harus berbentuk bujur sangkar, akan tetapi penyimpangan lekukan bisa terjadi seperti lekukan bantal jarum akibat terjadinya penurunan logam disekitar permukaan piramida yang datar. Keadaan demikian terdapat pada logam yang dilunakkan dan mengakibatkan pengukuran panjang diagonal yang berlebihan (Dieter 1966: 335).

2.2.10 Pengujian Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro pada penelitian ini bertujuan untuk mengamati struktur mikro pada paduan Al-Si, untuk mengamati perubahan struktur mikro dari material yang diakibatkan dari proses peleburan. Struktur mikro paduan die-cast A356 alloy terdiri dari matriks alfa primer dan antar eutektik interdendritik.

Metalografi adalah pengujian spesimen dengan menggunakan mikroskop atau pembesaran beberapa ratus kali, pengujian ini bertujuan untuk memperoleh gambar yang menunjukkan struktur mikro, menurut Mu'afax dkk (2013: 6). Pada hal ini dapat diperoleh bahwa struktur logam dan paduannya diberikan perlakuan uji metalografi. Dengan adanya pengujian ini dapat diketahui struktur dari suatu logam dengan memperjelas batas-batas dari butir logam.

Bentuk struktur mikro dapat dengan mudah diubah-ubah hanya dengan berbagai perlakuan atau pun penambahan unsur lain. Respati, dkk (2010: 289) melakukan sebuah uji coba untuk mengetahui perubahan struktur mikro dan didapat suatu kesimpulan yaitu, “pemberian tekanan langsung pada proses pembekuan pada pengecoran dapat menghaluskan struktur silikon dan menaikkan kekerasan terhadap pengecoran tuang. Penambahan temperatur cetakan menyebabkan struktur silikon semakin kasar dan menurunkan rata-rata kekerasan baik pada pengecoran tuang maupun pengecoran dengan tekanan.



Gambar 2.7 Struktur Mikro Paduan Al-Si-Mg
(Surdia dan Chijiwa, 1976: 43)

Membedakan unsur-unsur yang terkandung dalam paduan aluminium dapat dilihat pada struktur mikro, butiran besar yang berwarna putih merupakan Al, titik-titik kecil berwarna hitam yang tersebar merata merupakan Si. unsur-unsur yang terlihat hanya unsur yang dominan atau persentasenya lebih banyak, jika paduan Al-Si maka unsur yang terlihat adalah butiran Al, Si, dan gabungan Al-Si, meskipun dalam komposisi terdapat campuran unsur lain.

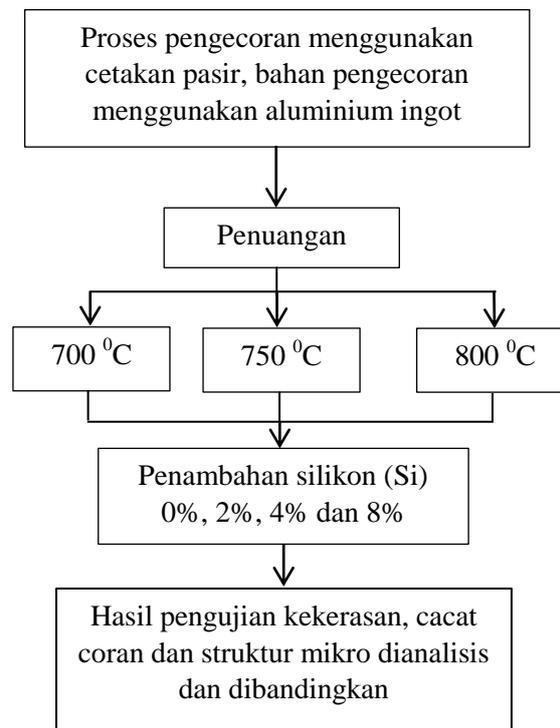
2.3 Kerangka Pikir

Sifat mekanik dari hasil proses pengecoran dapat dipengaruhi berbagai macam metode atau parameter pengecoran. Parameter proses pengecoran adalah temperatur tuang, penambahan silikon, volume cairan logam, pelumasan cetakan, kelembapan udara dan temperatur lingkungan. Berdasarkan parameter ini, pada penelitian ini menggunakan parameter temperatur tuang dan penambahan silikon (Si). Proses pengecoran yang dilakukan sama dengan proses pengecoran pada umumnya, dengan memvariasi temperatur tuang 700°C , 750°C , 800°C dan dilakukan

penambahan silikon (Si) sebesar 0%, 2%, 4% dan 8% menggunakan bahan aluminium ingot.

Temperatur tuang yang tinggi akan mempengaruhi dari pembentukan unsur silikon yang terdapat paduan Al-Si pada aluminium ingot. Semakin tinggi temperatur tuang maka struktur pembentukan unsur silikon lebih menyebar rata ke seluruh bagian benda, hal ini dapat dilihat dengan menggunakan pengujian struktur mikro. Temperatur merupakan faktor yang sangat berpengaruh pada kekerasan benda. Untuk mengetahui kekerasan dari benda dalam penelitian ini menggunakan pengujian kekerasan *vickers*. Semakin rendah temperatur benda maka semakin rendah pula kekerasannya, semakin meningkatnya temperatur maka butir-butir material akan merenggang dan meningkatkan terjadinya deformasi dan kekerasannya. Penambahan unsur silikon dapat mempengaruhi pada cacat coran, adapun pengaruh positif pada penambahan silikon salah satunya adalah menurunkan penyusutan dalam hasil cor. Semakin ditambahkan unsur silikon maka semakin menurun penyusutan hasil coran maka hasil coran dengan ditambahkan silikon maka akan menurun penyusutan dalam atau luar maupun penyusutan rongga.

Setelah dilakukan proses pengecoran menggunakan tiga variasi temperatur tuang yaitu temperatur 700⁰C, temperatur 750⁰C, temperatur 800⁰C dan penambahan silikon (Si) maka hasil pengecoran tersebut akan dilakukan pengujian. Pengujian ini dilakukan yaitu untuk mencari kekerasan (*hardness vickers*) dan mengetahui struktur mikro untuk kemudian dianalisis.



Gambar 2.8 Kerangka berfikir

2.4 Hipotesis

Berdasarkan kajian pustaka, landasan teori dan kerangka pikir di atas, maka hipotesis dalam penelitian ini yaitu:

1. Terdapat pengaruh variasi temperatur tuang dan penambahan silikon (Si) terhadap kekerasan hasil pengecoran aluminium dengan cetakan pasir
2. Terdapat pengaruh variasi temperatur tuang dan penambahan silikon (Si) terhadap cacat coran hasil pengecoran aluminium dengan cetakan pasir
3. Terdapat pengaruh variasi temperatur tuang dan penambahan silikon (Si) terhadap struktur mikro hasil pengecoran aluminium dengan cetakan pasir

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada penelitian tentang pengaruh variasi temperatur tuang dan penambahan silikon (Si) terhadap nilai kekerasan, cacat coran dan struktur mikro hasil pengecoran logam dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Ada pengaruh variasi temperatur tuang dan penambahan silikon (Si) terhadap nilai kekerasan hasil pengecoran dengan aluminium ingot. Sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan bahwa variasi temperatur tuang dan penambahan silikon (Si) dapat meningkatkan nilai kekerasan benda uji. Nilai tertinggi didapat pada variasi dengan temperatur 800⁰C dan dengan penambahan silikon (Si) 8% yang menghasilkan nilai kekerasan sebesar 127,8 *HVN*. Hal ini terjadi karena variasi temperatur tuang serta penambahan unsur silikon (Si) yang mengakibatkan kekuatan mekanis dari benda uji meningkat khususnya pada nilai kekerasannya.
- 2) Ada pengaruh variasi temperatur tuang dan penambahan silikon (Si) terhadap cacat coran hasil pengecoran dengan aluminium ingot. Sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan bahwa penambahan silikon (Si) akan mengurangi cacat coran. Pada benda uji ini mengalami cacat coran seperti lubang jarum, ekor tikus dan penyusutan. Semakin ditambahkan unsur silikon (Si) maka akan mengurangi cacat coran yang berupa penyusutan.

- 3) Ada pengaruh variasi temperatur tuang dan penambahan silikon (Si) terhadap struktur mikro hasil pengecoran dengan aluminium ingot. Sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan bahwa variasi temperatur dan penambahan silikon (Si) ada perbedaan susunan fasa Al dan Si antara temperatur 700⁰C, 750⁰C dan 800⁰C. Hal ini dibuktikan bahwa semakin meningkatnya temperatur tuang menyebabkan pembentukan Si yang lebih merata dan lebih rapat. Pada penambahan silikon (Si) semakin ditambah silikonnya maka akan lebih banyak terlihat penyebaran silikonnya. Hal ini sangat bergantung pada variasi temperatur tuangnya.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, maka peneliti menyarankan sebagai berikut:

- 1) Untuk memperoleh hasil kekerasan yang optimal pada penelitian ini maka menggunakan temperatur 800⁰C dan penambahan silikon (Si) sebesar 8%.
- 2) Agar memperoleh hasil pada pengecoran ini tidak ada cacat corannya maka menggunakan temperatur 800⁰C dan penambahan silikon (Si) sebanyak 4% dan 8%.
- 3) Agar dapat melihat hasil struktur mikro yang sesuai maka harus menggunakan temperatur 800⁰C dan penambahan silikon (Si) 8%.

- 4) Dalam pengujian struktur mikro harus lebih jelas hasil yang didapatkan ketika foto mikro di mikroskop, sehingga harus teliti langkah-langkah sebelum pengujian struktur mikro.
- 5) Dalam pengujian kekerasan dianjurkan menggunakan 5 titik pada spesimen agar mendapatkan hasil yang lebih akurat.
- 6) Perlu diadakan penelitian tentang nilai keausan dan uji porositas agar didapat hasil kekuatan mekanis yang optimal sehingga lebih lengkap dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, F. 2009. Pengaruh Tekanan Temperatur Die pada Proses Squeeze Casting terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Piston Berbasis Material Bekas. *Jurnal Traksi*. <http://jurnal.unimus.ac.id>. 9(1): 13-17
- ASM Handbook. 1998. *Casting*. Vol – 15
- Atmaja, S. T. 2006. Analisa Cacat Coran pada Proses Pengecoran Burner Kompor. *Jurnal Rotasi*. 8(3): 41-46
- Bayuseno, A. P. dan Chamdani, N. A. 2011. ADC 12 Sebagai Material Sepatu Rem Menggunakan Pengecoran High Pressure Die Casting dengan Variasi Temperatur Penuangan. *Jurnal Rotasi*. 13(1): 17-23
- Budyanto. 2008. Pengaruh Temperatur Penuangan Paduan Al-Si (Seri 4032) Terhadap Hasil Pengecoran. *Jurnal Flywheel*. 1(2): 10-15
- Dieter, G., E. 1966. *Metallurgi Teknik*. Edisi Ketiga. Jakarta: Erlangga
- Drihandono, S. dan Budyanto, E. 2016. Pengaruh Temperatur Tuang, Temperatur Cetakan, dan Tekanan pada Pengecoran Bertekanan Tinggi (*High Pressure Die Casting/HPDC*) terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Aluminium Paduan Silikon (AL-Si 7,79%). *Jurnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro*. 5(1): 30-38
- Duskiardi. dan Tjitro, S. 2002. Pengaruh Tekanan dan Temperatur Die Proses Squeeze Casting terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro pada Material Piston Komersial Lokal. *Jurnal Teknik Mesin*. 4(1): 1-5
- Elfrendi. 2010. Analisa Pengaruh Temperatur Tuang dan Temperatur Cetakan Terhadap Kemungkinan Munculnya Cacat Retak Makro pada Pengecoran Squeeze Benda Tipis Aluminium Daur Ulang. *Jurnal Aptek*. 2(1): 1-10
- Fauzi, I., Purwanto, H., dan Respati, S. M. B. 2016. Analisa Pengaruh Variasi Tekanan pada Pengecoran Squeeze terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Produk Sepatu Kampas Rem Berbahan Paduan Aluminium Silikon (Al-Si) Daur Ulang dengan Penambahan 0,05% Unsur Titanium (Ti). *Jurnal Momentum*. 12(1): 41-48
- Ferdiansyah, E. 2013. *Ilmu Bahan Teknik 1*. Jakarta: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan
- Kuncoro, C. 2013. *Teknik Dasar Pengerjaan Non Logam*. Edisi Pertama. Jakarta: Direktorat Jendral Peningkatan Mutu Pendidik dan Tenaga Kependidikan.
- Kurniawan, A. E., Purwanto, H., dan Respati, S. M. B. 2014. Analisa Pengaruh Variasi Temperatur Cetakan pada Sepatu Kampas Rem Berbahan Paduan Aluminium Silikon (Al-Si) Daur Ulang dengan Penambahan Unsur Titanium (Ti) 0,059%. *Jurnal Momentum*. 10(2): 55-61

- Mu'affax, F. D., Harjanto, B., dan Suharno S.T., M.T. 2013. Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Hasil *Remelting* Al-Si Berbasis Limbah Piston Bekas Dengan Perlakuan *Deagassing*. *Jurnal Teknik Mesin dan Kejuruan FKIP UNS*. 1-15
- Ponco, R. K. S., Siahaan, E., dan Darmawan, S. 2016. Pengaruh Unsur Silikon pada Alumminium *Alloy* (Al-Si) Terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro. *Jurnal Poros*. 14(1): 49-56
- Respati, B. S. M., Purwanto, H., dan Mauludin, M. S. 2010. Pengaruh Tekanan dan Temperatur Cetakan terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Hasil Pengecoran pada Material Aluminium Daur Ulang. *Prosiding Seminar Nasional Unimus*. <http://jurnal.unimus.ac.id>. 833(9): 284-289
- Siswanto, R. 2014. Analisa Pengaruh Temperatur dan Waktu Peleburan terhadap Komposisi Al dan Mg Menggunakan Metode Pengecoran Tuang. *Proceedings Seminar Nasional Teknik Mesin Universitas Trisakti*. 1(6): 1-6
- Sudjana, H. 2008. *Teknik Pengecoran Logam*. Jilid 2. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional
- Sudjana, H. 2008. *Teknik Pengecoran Logam*. Jilid 3. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Cetakan Dua Puluh Satu. Bandung: Alfabeta
- Surdia, T., dan Chijiwa, K. 1976. *Teknik Pengecoran Logam*. Cetakan Kedelapan. Jakarta: PT Pradnya Paramida
- Surdia, T., dan Saito, S. 2000. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Cetakan Kelima. Jakarta: PT Pradnya Paramita
- Wijaya, M. T., Zubaidi. dan Wijoyo. 2017. Pengaruh Variasi Temperatur Tuang Terhadap Ketangguhan Impak dan Struktur Mikro pada Pengecoran Aluminium. *Jurnal Simetris*. 8(1): 219-224
- Wijoyo., Hidayanto, B., Wardoyo, A., dan Darajat, M, W. 2018. Pengaruh Variasi Temperatur Tuang pada Pengecoran Daur Ulang Al-Si Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Dengan Pola *Lost Foam*. *Flywheel Jurnal Teknik Mesin Untitra*. 4(1): 45-48