



**PENGARUH KADAR AIR PADA PASIR CETAK
TERHADAP JENIS CACAT CORAN, STRUKTUR
MIKRO, DAN KEKERASAN PENGECORAN
ALUMINIUM BEKAS**

SKRIPSI

**Skripsi ini ditulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Program Studi Pendidikan Teknik Mesin**

**oleh
Purnomo Aji
5201414069**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2018**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Purnomo Aji
NIM : 5201414069
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin
Judul : Pengaruh Kadar Air Pada Pasir Cetak Terhadap Jenis
Cacat Coran, Struktur Mikro dan Kekerasan Pengecoran
Aluminium Bekas

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

Semarang, September 2018
Pembimbing



Drs. Sunyoto, M.Si.
NIP. 19651105199121001

PENGESAHAN KELULUSAN

Skripsi dengan judul "Pengaruh Kadar Air Pada Pasir Cetak Terhadap Jenis Cacat Coran, Struktur Mikro dan Kekerasan Pengecoran Aluminium Bekas" telah dipertahankan di depan sidang panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada Tanggal 7 November 2018

Oleh

Nama : Purnomo Aji
NIM : 5201414069
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin S1

Panitia Ujian

Ketua,



Rusiyanto, S.Pd., M.T.
NIP. 197403211999031002

Sekretaris



Rusiyanto, S.Pd., M.T.
NIP. 197403211999031002

Penguji 1



Dr. Rahmat Doni Widodo., S.T.,
M.T.,IPP.
NIP. 197509272006041002

Penguji 2



Drs. Masugino, M.Pd.
NIP. 195207212017091256

Penguji 3/Pembimbing



Drs. Sunyoto M.Si
NIP. 196511051991021001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik UNNES



Dr. Nur Qudus, M.T.

NIP. 196911301994031001

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor) baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun diperguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri dengan arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini 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 dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketiada kebenaran 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 diperguruan tinggi ini.

Semarang, September 2018

Yang membuat pernyataan,



Purnomo Aji

NIM. 5201414069

RINGKASAN

Purnomo Aji, 2018. TM, FT, UNNES. “Pengaruh Kadar Air Pada Pasir Cetak Terhadap Jenis Cacat Coran, Struktur Mikro dan Kekerasan Pengecoran Aluminium Bekas”

Salah satu hal yang mempengaruhi hasil coran adalah penggunaan cetakan pasir. Sifat-sifat pasir sendiri sangat tergantung pada distribusi proses pengecoran, besar butir pasir cetak, presentase zat pengikat dan presentase kadar air. Campuran kadar air dapat merubah sifat dari campuran pasir cetak, sehingga pengaturan campuran kadar air pada kandungan pasir cetak khususnya pasir cetak basah adalah faktor yang sangat penting. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kadar air pada cetakan pasir terhadap cacat coran, struktur mikro dan kekerasan hasil coran aluminium bekas.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan menggunakan teknik analisis deskriptif, yang bertujuan untuk mengetahui sebab akibat dari percobaan yang diberikan. Percobaan yang diberikan dalam penelitian adalah kadar air pada pasir cetak sebesar 4%, 7% dan 10%. Kemudian dilakukan pengamatan cacat coran, pengamatan struktur mikro dan dilakukan pengujian kekerasan. Bahan yang digunakan adalah aluminium bekas dengan kadar Si sebesar 6.07%.

Hasil pengamatan cacat coran menunjukkan adanya cacat lubang jarum pada semua spesimen hasil coran dan ditemukan cacat penyusutan pada spesimen hasil coran dengan variasi kadar air 4% dan 10%, tetapi paling parah pada spesimen dengan variasi 10%. Ditemukan juga cacat rontok cetakan pada spesimen hasil coran dengan variasi kadar air 4% dan 10%. Struktur mikro terbaik tampak pada variasi kadar air 7% dengan pembentukan yang merata dan lebih rapat letak antar butirnya. Nilai kekerasan tertinggi pada spesimen dengan variasi kadar air 7% yaitu sebesar 119,1 VHN, sedangkan kekerasan paling rendah pada spesimen dengan variasi kadar air 10% yaitu 83.0 VHN. Simpulan dari penelitian ini adalah variasi kadar air pada pasir cetak berpengaruh terhadap cacat coran, struktur mikro dan kekerasan. Nilai kekerasan tertinggi pada variasi kadar air 7%.

Kata Kunci : *Kadar Air, Cetakan Pasir, Cacat coran, Struktur Mikro, Kekerasan*

PRAKATA

Puji syukur senantiasa penulis rapalkan kepada Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan karunia-Nya kepada penulis hingga kali ini dapat menyelesaikan proposal skripsi dengan judul “Pengaruh Kadar Air Pada Pasir Cetak Terhadap Jenis Cacat Coran, Struktur Mikro, dan Kekerasan Pengecoran Aluminium Piston Bekas”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mengerjakan skripsi pada program Strata1 di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

Keberhasilan dan kesuksesan laporan ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, untuk itu kami mengucapkan terima kasih yang setulusnya kepada:

1. Dekan Fakultas Teknik, Bapak Dr. Nur Qudus, M.T
2. Bapak Rusiyanto, S.Pd., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin dan Ketua Program Studi Pendidikan teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang
3. Bapak Drs. Sunyoto, M.Si., selaku Dosen Pembimbing, atas bimbingan, saran, dan motivasi yang diberikan.
4. Segenap Dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
5. Orang tua, saudara-saudara kami, atas doa, bimbingan, serta kasih sayang yang selalu tercurah selama ini.
6. Teman-teman seperjuangan kami di Pendidikan Teknik Mesin

Dalam penyusunan proposal ini masih mempunyai kekurangan, oleh karena itu kami sangat berharap kritik dan saran yang dapat kami gunakan sebagai refleksi dan motivasi kami agar dapat berbuat lebih di kesempatan berikutnya. Semoga laporan ini dapat memberi manfaat bagi penulis maupun pembaca.

Semarang, 13 maret 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN KELULUSAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
RINGKASAN	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	4
1.3 Pembatasan Masalah.....	4
1.4 Rumusan Masalah.....	5
1.5 Tujuan Penelitian	6
1.6 Manfaat Penelitian	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 Kajian Pustaka	7
2.2 Landasan Teori	11
BAB III METODE PENELITIAN	48
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	48
3.2 Desain Penelitian	49
3.3 Alat, Bahan dan Spesimen Penelitian.....	51
3.4 Parameter Penelitian	54
3.5 Teknik Pengumpulan Data.....	55
3.6 Kalibrasi Instrumen.....	60
3.7 Teknik Analisis Data	61
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	63
4.1 Deskripsi Data.....	63
4.2 Analisis Data.....	69
4.3 Pembahasan	72

BAB V PENUTUP	78
5.1 Kesimpulan	78
5.2 Saran	79
DAFTAR PUSTAKA	80
LAMPIRAN-LAMPIRAN	82

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tambahan Penyusutan yang Disarankan	15
Tabel 2.2. Temperatur Penuangan untuk Berbagai Logam.....	20
Tabel 2.3. Komposisi Paduan Aluminium ADC 12 (JIS H5302).....	32
Tabel 2.4. Sifat-Sifat Fisik Aluminium.....	32
Tabel 2.5. Sifat-Sifat Mekanik Aluminium.....	32
Tabel 2.6. Karakteristik Berbagai Pengujian Kekerasan	46
Tabel 2.7. Sifat Logam Paduan pada Pengecoran.....	46
Tabel 3.1. Jumlah Spesimen Penelitian.....	56
Tabel 3.2. Data Hasil Analisis Cacat Coran.....	59
Tabel 3.3. Data Hasil Uji Kekerasan Vickers	60
Tabel 4.1 Hasil Uji Komposisi Kimia Blok Silinder	63
Tabel 4.2. Hasil Uji Kekerasan Blok Silinder.....	64
Tabel 4.3. Hasil Uji Komposisi Kimia Benda Hasil Coran	65
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Cacat Coran	66
Tabel 4.5. Hasil Uji Kekerasan Vikers.....	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Proses Pembuatan Cetakan.....	14
Gambar 2.2. Pola Cetakan.....	16
Gambar 2.3. Istilah-istilah Sistem Saluran.....	17
Gambar 2.4. Macam-macam Sistem Saluran.....	18
Gambar 2.5. Bentuk Butir-butir Pasir Cetak.....	22
Gambar 2.6. Pengaruh Kadar Air dan Kadar Lempung pada Pasir Diikat Lempung	24
Gambar 2.7. Hubungan Kadar Air, Kekuatan dan Permeabilitas Pasir dengan Pengikat Bentonit	25
Gambar 2.8. Pemuaian Panas dari Berbagai macam Pasir	26
Gambar 2.9. Pola Solid	28
Gambar 2.10. Pola Split	28
Gambar 2.11. Pola <i>Match-Plate</i>	29
Gambar 2.12. <i>Cope</i> dan <i>Drag</i>	29
Gambar 2.13. Istilah-istilah Sistem Saluran.....	30
Gambar 2.14. Cacat Rongga Udara.....	38
Gambar 2.15. Cacat Lubang Jarum.....	39
Gambar 2.16. Cacat Penyusutan Dalam.....	39
Gambar 2.17. Cacat Penyusutan Luar.....	40
Gambar 2.18. Cacat Rongga Penyusutan.....	40
Gambar 2.19. Cacat Ekor Tikus.....	41
Gambar 2.20. Cacat Rontok Cetakan.....	41
Gambar 2.21. Cacat Retakan.....	42
Gambar 2.22. Penyinteran.....	42
Gambar 2.23. Cacat Inklusi Terak	42
Gambar 2.24. Cacat Salah Alir dan Sumbat Dingin	43
Gambar 2.25. Struktur Mikro Coran Paduan Al-Si-Cu	44
Gambar 2.26. Struktur Mikro Coran Paduan Al-Si-Mg.....	45
Gambar 3.1. Prosedur Penelitian.....	50
Gambar 3.2. Dapur Pembakaran	51
Gambar 3.3. Rangka Cetakan.....	51
Gambar 3.4. Pola.....	52
Gambar 3.5. Termokopel	52

Gambar 3.6. Mesin Poles	52
Gambar 3.7. Alat Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	53
Gambar 3.8. Bentuk Awal Spesimen	53
Gambar 3.9. Spesimen Penelitian	54
Gambar 3.10. Desain Awal Pola.....	56
Gambar 3.11. Desain Awal Cetakan	58
Gambar 4.1. Struktur Mikro Blok Silinder	64
Gambar 4.2. Spesimen Dengan Kadar Air 4%	66
Gambar 4.3. Spesimen Dengan Kadar Air 7%	66
Gambar 4.4. Spesimen Dengan Kadar Air 10%	67
Gambar 4.5. Foto Mikro Spesimen Kadar Air 4% dengan Pembesaran 500x.....	67
Gambar 4.6. Foto Mikro Spesimen Kadar 7% dengan Pembesaran 500x.....	67
Gambar 4.7. Foto Mikro Spesimen Kadar Air 10% dengan Pembesaran 500x.....	68
Gambar 4.8. Hasil Uji Kekerasan Spesimen.....	69
Gambar 4.9. Grafik Nilai Kekerasan Spesimen	69

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Persetujuan Seminar Proposal	83
Lampiran 2. Lembar Persetujuan Selesai Bimbingan Proposal	84
Lampiran 3. Undangan Seminar Proposal	85
Lampiran 4. Daftar Hadir Peserta Seminar Proposal	86
Lampiran 5. Bukti Mengikuti Seminar Proposal	87
Lampiran 6. Surat Peminjaman Kepada Kepala Lab Teknik Mesin UNNES	88
Lampiran 7. Surat Ijin Penelitian di CV. Citra Widi Mandiri.....	89
Lampiran 8. Surat Tugas Pembimbing.....	90
Lampiran 9. Surat Tugas Penguji Seminar Proposal	91
Lampiran 10. Desain pola	92
Lampiran 11. Desain Cetakan	93
Lampiran 12Dokumentasi Proses Penelitian	94

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Teknik pengecoran logam pada saat ini sudah mengalami perkembangan yang cukup bagus. Para produsen saling bersaing untuk memproduksi produk coran yang berkualitas dengan harga yang cukup bersaing. Para produsen banyak mengembangkan inovasi material dengan berbagai macam metode yang digunakan. Mulai dari komposisi, perlakuan panas pada material sampai cetakan yang digunakan.

Pengecoran logam merupakan suatu proses manufaktur yang menggunakan logam cair dan cetakan untuk menghasilkan bentuk yang direncanakan. Coran dibuat dari logam yang dicairkan, dituang ke dalam cetakan, kemudian dibiarkan mendingin dan membeku (Surdia dan Chijiwa, 2000: 1). Cetakan yang digunakan diklasifikasikan menjadi dua kategori yaitu pengecoran dengan cetakan permanen dan pengecoran dengan cetakan sekali pakai.

Pasir cetak dibentuk dari campuran pasir, bahan pengikat, dan bahan tambahan lainnya. 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 (Surdia dan Chijiwa, 2000: 110). Pasir merupakan komponen utama dalam pembentukan cetakan, sedangkan bahan pengikat digunakan sebagai zat atau komponen pengikat antara butir-butir pasir untuk mendapatkan cetakan dengan karakteristik tertentu dari logam yang akan dicor dalam cetakan tersebut. Pasir cetak sangat berpengaruh terhadap hasil

pengecoran, jika pasir cetak bagus maka hasil coran akan bagus. Pasir cetak yang baik memiliki persyaratan tertentu, dalam prakteknya sering dijumpai cacat pada hasil proses pengecoran. Cacat-cacat pengecoran yang umum terjadi adalah kekasaran permukaan, cacat porositas didalam coran dan cacat-cacat yang disebabkan oleh runtuhnya cetakan. Cetakan yang kurang baik juga berpengaruh terhadap struktur mikro dan nilai kekerasan hasil produk pengecoran. Sifat-sifat cetakan itu sendiri sangat tergantung pada distribusi besar butir pasir cetak, persentase zat pengikat dan persentase kadar air. Cacat coran dapat disebabkan karena campuran zat pengikat pada pasir cetak yang kurang ataupun berlebihan.

Campuran air pada pasir cetak memiliki pengaruh terhadap daya ikat antar pasir, ikatan pasir tersebut akan mempengaruhi berbagai sifat-sifat pasir cetak. Karena itu kadar air adalah faktor yang sangat penting untuk pasir cetak, sehingga pengaturan kadar air adalah hal yang sangat penting dalam pengaturan pasir cetak. Dengan kelebihan kadar air, kekuatan dan permeabilitas akan menurun karena ruangan antara butir pasir ditempati oleh lempung yang berlebihan air. Air yang tidak cukup akan menurunkan kekuatan karena kurang lekatnya lempung (Surdia dan Chijiwa, 2000: 112)

Menurut Widayat dan Budiyono (2014), air dan tanah liat efektif untuk memberikan ikatan antara butiran pasir. Namun kadar air juga salah satu faktor penyebab munculnya cacat coran. Faktor lain terjadinya cacat coran yaitu adanya gas pada proses pengecoran, terlarutnya gas di dalam proses peleburan logam akan menjadi sumber cacat jika gas tersebut terjebak didalam coran. Gas tidak hanya muncul selama proses peleburan, air pada temperatur tinggi akan berubah menjadi gas, sementara gas yang terjebak didalam coran memicu

munculnya cacat. Cacat karena gas dapat muncul dalam berbagai bentuk baik dipermukaan maupun bagian dalam coran (Surdia dan Chijiwa, 2000: 211). Munculnya cacat dalam kadar tertentu dapat ditolerir, namun jika sudah melebihi batas, maka akan merugikan karena menjadi produk gagal.

Blok silinder mesin pemotong rumput merupakan salah satu dari komponen otomotif yang dibuat menggunakan proses pengecoran berbahan aluminium. Disadari bahwa komponen otomotif yang dibuat menggunakan proses pengecoran harus memiliki standar mekanis tertentu, maka komponen tersebut harus memiliki jaminan akan kerusakan atau kegagalan akibat perpatahan dan jaminan aman dalam penggunaannya baik dalam jangka waktu singkat maupun jangka waktu panjang. Sehingga karakteristik sifat mekanis dan sifat fisis dari proses pengecoran logam sangat penting diketahui untuk peningkatan kualitas dan keamanan komponen otomotif yang digunakan. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah logam aluminium, aluminium merupakan material yang menarik karena bersifat ringan, penghantar panas yang baik, tahan korosi, dan mempunyai titik leleh yang relatif rendah sehingga material ini juga mudah didaur ulang (Gaspari, 1999).

Industri pengecoran logam di daerah Juwana Kabupaten Pati menggunakan pasir cetak dari daerah Pucakwangi, namun dalam penggunaannya pasir hanya ditambahkan dengan air dan langsung digunakan sebagai pasir cetak. Hasil dari proses pengecoran menggunakan cetakan tersebut sering dijumpai cacat coran seperti porositas, penyusutan dan lubang jarum. Cacat yang terdapat pada hasil pengecoran tersebut dapat dicegah apabila kadar air yang ditambahkan tepat. Maka penelitian ini akan memfokuskan pada pengaruh variasi kadar air pada

cetakan pasir terhadap jenis cacat coran, struktur mikro dan kekerasan hasil pengecoran aluminium bekas.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian diatas, maka dapat diidentifikasi berbagai permasalahan yang berkaitan dengan faktor-faktor yang mempengaruhi hasil pengecoran aluminium. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi hasil pengecoran aluminium adalah :

1. Masih rentan terjadi cacat coran pada hasil pengecoran menggunakan cetakan pasir.
2. Permeabilitas pasir cetak yang kurang tepat mempengaruhi kualitas hasil cora.
3. Kekuatan tekan cetakan pada pengecoran yang rendah mengakibatkan terjadinya cacat coran.
4. Belum diketahui nilai kekerasan benda yang ingin dibuat yaitu blok silinder mesin pemotong rumput.
5. Manurunnya kalitas hasil coran yang diakibatkan masih adanya cacat coran.
6. Belum diketahui kadar air yang tepat untuk proses pengecoran blok silinder mesin pemotong rumput.

1.3 Pembatasan Masalah

Adanya beberapa faktor yang mempengaruhi pengecoran aluminium, maka dalam penelitian ini akan dibatasi tentang cetakan. Adapun batasan penelitian yang lain adalah sebagai berikut :

1. Material yang digunakan adalah aluminium bekas dengan suhu tuang 700°C.
2. Pasir yang digunakan adalah pasir daerah juwana dengan variasi berat kadar air dalam cetakan yaitu 4%, 7%, dan 10%.
3. Jenis cacat yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah cacat penyusutan luar, cacat lubang jarum, dan cacat rontok cetakan.
4. Pengujian cacat dalam penelitian ini menggunakan metode analisis tingkat kecacatan dengan indera penglihatan yang ditunjukkan melalui foto permukaan luar dan dalam spesimen.
5. Untuk mengetahui sifat fisis pada hasil coran dilakukan pengujian struktur mikro.
6. Untuk mengetahui sifat mekanis hasil coran dilakukan pengujian kekerasan menggunakan uji kekerasan vickers. Dengan mesin uji Vickers Microindentation merk Future-Tech Corp di Laboraturium Pengujian Bahan Teknik Mesin UNNES.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka pembatasan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh kadar air terhadap cacat pengecoran aluminium bekas?
2. Bagaimana pengaruh kadar air terhadap struktur mikro pengecoran aluminium bekas?

3. Bagaimana pengaruh kadar air terhadap kekerasan pengecoran aluminium bekas?

1.5 Tujuan Penelitian

Penelitian akan lebih mudah apabila mempunyai tujuan yang jelas. Maka tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh kadar air terhadap cacat pengecoran aluminium bekas.
2. Mengetahui pengaruh kadar air terhadap struktur mikro pada pengecoran aluminium bekas.
3. Mengetahui pengaruh kadar air terhadap kekerasan pada pengecoran aluminium bekas.

1.6 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan akan mempunyai manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan informasi mengenai variasi kadar air pada cetakan yang sesuai untuk menghasilkan produk cor yang baik pada pengecoran logam kepada industri pengecoran yang menggunakan pasir daerah juawana.
2. Menambah pengetahuan tentang cetakan yang baik pada proses pengecoran aluminium dengan menggunakan cetakan pasir dengan variasi kadar air.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Penelitian yang sudah dilakukan terkait dengan Pengaruh Kadar Air Pada Pasir Cetak Pengecoran Aluminium Daur Ulang Pembuatan Kepala Silinder terhadap Cacat Coran, Struktur Mikro, dan Kekerasan adalah sebagai berikut:

Penelitian yang dilakukan oleh Fajar Rizki Saputra (2017) yang berjudul “Pengaruh Variasi Penambahan Kadar Air Dengan Bahan Pengikat Bentonit Terhadap Karakteristik Pasir Cetak Dan Cacat Porositas Hasil Pengecoran Logam Paduan Al-Si”, dengan hasil bahwa Semakin tinggi penambahan kadar air pada pasir cetak maka semakin menurunkan nilai kekuatan tekannya. Semakin tinggi penambahan kadar air pada pasir cetak maka menghasilkan persentase cacat porositas yang lebih banyak pada hasil pengecoran.

Penelitian yang dilakukan oleh Sugeng Slamet (2015) yang berjudul “Komposisi Distribusi Butir Pasir Cetak Terhadap Tingkat Prosuktifitas Akibat Produk Cor”, menunjukkan bahwa menggunakan mesh 100 dan 200 dengan jenis pasir yang digunakan adalah pasir gunung dengan kadar air 10-20%. Pasir ditekan dengan tekanan 45 kg/cm². Menghasilkan Bentuk cacat produk yang disebabkan peningkatan komposisi butir pasir yang lebih kecil tersebut adalah permukaan yang kasar akibat rongga-rongga udara.

Penelitian yang dilakukan oleh Gemilang Tegar (2012) yang berjudul “Studi Penambahan Bentonit Pada Pasir Cetak Basah Terhadap Permeabilitas Dan Kekuatan Tekan”, menunjukkan campuran bentonit pada pasir cetak basah yang paling optimal digunakan untuk cetakan pengecoran besi cor kelabu pada masing-

masing sampel penelitian adalah pada campuran penambahan bentonit 50 gr menghasilkan permeabilitas $104,67 \text{ cm}^3/\text{menit}$ dan kekuatan tekan $61,87 \text{ N/m}^2$.

Penelitian yang dilakukan oleh Yusup Hendronursito dan Yogi Pradana (2016) yang berjudul “Potensi Pasir Lokal Tanjung Bintang Pada Aluminium *Sand Casting* Terhadap Porositas Produk Hasil Cor Aluminium”, menyatakan bahwa dengan kadar bentonit 10%, kadar air 5%, dan komposisi pasir tanjung bintang 50% memiliki porositas yang paling rendah yaitu sebesar 5,08%. Sedangkan dengan kadar bentonit dan kadar air sama tetapi komposisi pasir 60% menghasilkan porositas yang besar yaitu 6,98%.

Penelitian yang dilakukan oleh Widi Widayat dan Aris Budiyo (2014) yang berjudul “Pengaruh Kadar Air Pasir Cetak Terhadap Kualitas Coran Paduan Aluminium” menunjukkan bahwa Variasi 5% dan 15% dapat digunakan namun memunculkan sedikit hambatan yang tidak bersifat fatal terhadap coran. Variasi 5% cenderung mudah retak di permukaan luar, sedangkan Variasi 15% memerlukan lebih banyak talk untuk mencegah lengketnya pasir cetak di permukaan pola dan rangka cetak. Meskipun tidak nampak cacat di permukaan luar, variasi 15% mengandung rongga udara yang parah di bagian dalam. Penggunaan variasi 10% tidak mengalami hambatan-hambatan seperti variasi lainnya dan menghasilkan coran terbaik.

Penelitian yang dilakukan oleh Dedi Mansur dan Fatra Warman (2016) yang berjudul “Pemanfaatan Pasir Sungai Rokan Sebagai Pasir Cetak Pengecoran Logam Aluminium Kaleng Minuman Bekas”, menunjukkan bahwa Proses perlakuan terhadap pasir Sungai Rokan Hulu bagian hilir yaitu berupa penghalusan butiran pasir dengan cara penggilingan selama ± 5 menit untuk setiap

100 gr pasir, penambahan kadar lempung sebanyak 3kg dan penambahan kadar air sebanyak 2,65 kg. Hasil pengujian menunjukkan ukuran butir yang dihasilkan memiliki nilai GFN sebesar 42,17, persentase kadar lempung sebesar 15,21% dan persentase kadar air sebesar 8%. Nilai permeabilitas yang dihasilkan dari proses perlakuan adalah sebesar 5,21 cm/menit dan nilai kekuatan tekan sebesar 0,695 kgf/cm².

Penelitian yang dilakukan oleh Santosh M V, dkk (2017) yang berjudul “*Mechanical Characterization and Microstructure analysis of Al C355.0 by Sand Casting, Die Casting and Centrifugal Casting Techniques*”, menunjukkan bahwa Evaluasi struktur mikro menunjukkan bahwa pada die casting silikon eutektik halus terdispersi dalam antar dendritik daerah dan presipitasi halus elemen paduan dalam larutan padat Al. Dalam metode pengecoran pasir dan sentrifugal Jarum yang tersebar di wilayah inter-dendritik ditemukan. kekerasan terbaik 74HB ditemukan pada die casting dan paling tidak 53HB dalam pengecoran pasir. Casting sentrifugal memiliki kekerasan yang baik dengan 69HB. • Kekuatan Al C355.0 paling baik diperoleh dengan menggunakan metode die casting dimana tegangan teknik ditemukan jadilah 212MPa.

Penelitian yang dilakukan oleh Martinus Mandala (2016) yang berjudul “*Struktur Mikro Dan Sifat Mekanis Aluminium (Al-Si) Pada Proses Pengecoran Menggunakan Cetakan Logam, Cetakan Pasir Dan Cetakan Castable*”, menyatakan bahwa pada hasil cetakan logam, nilai kekerasan 63 BHN, lebih tinggi dibandingkan nilai kekerasan dari hasil cor menggunakan cetakan pasir yaitu 54 BHN dan cetakan castable yang hanya 47 BHN. Perbedaan ini berhubungan dengan besar butir, hasil cor yang menggunakan cetakan logam,

yang memiliki laju solidifikasi paling cepat diantara ketiga cetakan, butir paling kecil dan persebarannya merata akan memiliki nilai kekerasan yang tinggi, sedangkan butir yang tumbuh tidak merata dan besar akan memiliki nilai kekerasan yang rendah. Struktur mikro hasil cor cetakan pasir terlihat struktur dendrite lebih kecil dibandingkan hasil cetakan castable, dengan demikian, proses solidifikasi lebih cepat dibandingkan cetakan castable.

Penelitian yang dilakukan oleh Agung Dwi Wibowo, dkk (2013) yang berjudul “Pengaruh Variasi Jenis Cetakan Dan Penambahan Serbuk Dry Cell Bekas Terhadap Porositas Hasil Remelting Al-9%Si Berbasis Piston Bekas” Berdasarkan pengamatan foto makro pada semua spesimen menunjukkan bahwa pengecoran cetakan logam yang dapat menghasilkan coran dengan permukaan halus, sedangkan pengecoran dengan menggunakan cetakan pasir basah (kadar air 2-3% menghasilkan coran dengan permukaan yang paling kasar. Dari penambahan serbuk dry cell bekas yang menghasilkan coran dengan porositas terendah adalah 0,70% berat dan yang menghasilkan coran dengan porositas tertinggi adalah penambahan serbuk *dry cell* bekas sebanyak 0,50% berat.

Penelitian oleh Sidiq Budiyono (2014) yang berjudul “Perbandingan Kualitas Hasil Pengecoran Pasir Cetak Basah Dengan Campuran Bentonit 3% Dan 5% Pada Besi Cor Kelabu”, menunjukkan bahwa Struktur mikro spesimen pada penelitian ini merupakan besi cor kelabu yang mempunyai metrik perlit yang kuat dan keras. Serpihan grafit pada spesimen I (Bentonit 3%) lebih kasar dibandingkan dengan spesimen II (Bentonit 5%). Ferit pada spesimen I lebih banyak dibandingkan ferit pada spesimen II. Spesimen I memiliki struktur perlit yang agak kasar, sedangkan spesimen II memiliki perlit yang halus. Kekerasan

besi cor kelabu yang dimiliki oleh spesimen II (Bentonit 5%) sebesar 66.5 HRA lebih tinggi dibandingkan kekerasan besi cor kelabu yang dimiliki oleh spesimen I (Bentonit 3%) yaitu 55.8 HRA. Kekuatan tarik pada spesimen II (Bentonit 5%) adalah 278.68 N/mm^2 lebih tinggi dibandingkan tegangan tarik spesimen I (Bentonit 3%) yaitu 222.92 N/mm^2 .

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Pengecoran logam

Pengecoran adalah suatu proses manufaktur yang menggunakan logam cair dan cetakan untuk menghasilkan barang jadi dengan bentuk yang mendekati bentuk geometri akhir produk jadi. Menurut Raharja (2011: 2-3) pengecoran merupakan sebuah proses untuk membuat komponen atau benda dengan cara menuangkan bahan yang dicairkan dalam *furnance* (dapur kupola) sampai titik cair bahan tersebut ke dalam cetakan. Teknik pengecoran dapat dibedakan menjadi dua yaitu, teknik pengecoran tradisional dan teknik pengecoran non-tradisional. Teknik pengecoran tradisional merupakan teknik yang menggunakan cetakan tidak tetap, seperti: *sand casting* (cetakan pasir), *low pressure sand casting*, *shell mold casting*, dan *full mold casting*. Sedangkan teknik pengecoran non-tradisional merupakan teknik yang biasa digunakan untuk produksi massal, dimana teknik pengecoran ini menggunakan cetakan tetap atau permanen, sehingga dapat digunakan secara berulang-ulang, contoh pengecoran non-tradisional seperti: *high-pressure die casting*, *low-pressure die casting*, *permanent-mold casting*, *centrifugal casting*, *plaster-mold*, dan *investment casting*.

Pengecoran merupakan suatu cara atau metode yang memanfaatkan logam cair. Logam cair akan dituangkan atau ditekan kedalam cetakan yang memiliki *rongga* sesuai dengan bentuk yang diinginkan (Ade Sanjaya, 2010). Terdapat beberapa cara atau metode yang dapat digunakan dalam pengecoran logam diantaranya, metode cetakan pasir, *investment casting*, *lost foam casting*, *high-pressure die casting*, *low-pressure die casting*, *centrifugal casting*, dan *gravity die casting*.

Untuk membuat coran, dilakukan proses-proses seperti: pencairan logam, membuat cetakan, menuang, membongkar dan membersihkan coran. Setelah proses penuangan coran dikeluarkan dari cetakan untuk dibersihkan, bagian-bagian yang tidak perlu dibuang dari coran. Kemudian diselesaikan dan dibersihkan dengan disemprot mimis atau semacamnya agar memberikan rupa yang baik (Surdia dan Chijiwa, 2000: 3).

Mudah tidaknya pembuatan coran tergantung pada bentuk dan ukuran benda coran. Coran yang tebalnya seragam, tipis dan lebar atau tuangan yang memerlukan inti tipis dan panjang adalah sangat sukar dibuat. Disamping itu coran-coran yang memerlukan ketelitian atau sudut-sudut tajam kemungkinan akan sulit untuk dibuat (Surdia dan Chijiwa, 2000: 4).

Untuk mempermudah proses pengecoran maka perlu dilakukan tahap-tahap sebagai berikut :

1. Pembuatan Cetakan

Cetakan terbagi menjadi 2 bagian utama yaitu : cetakan pasir dan cetakan tanah liat. Cetakan tanah liat dibuat dari campuran pasir khusus, digunakan untuk pengecoran besi berat. Cetakan-cetakan dibentuk atau

dicetak pada bentuk yang diinginkan sesuai dengan pola (Love dan Harun, 1986: 39).

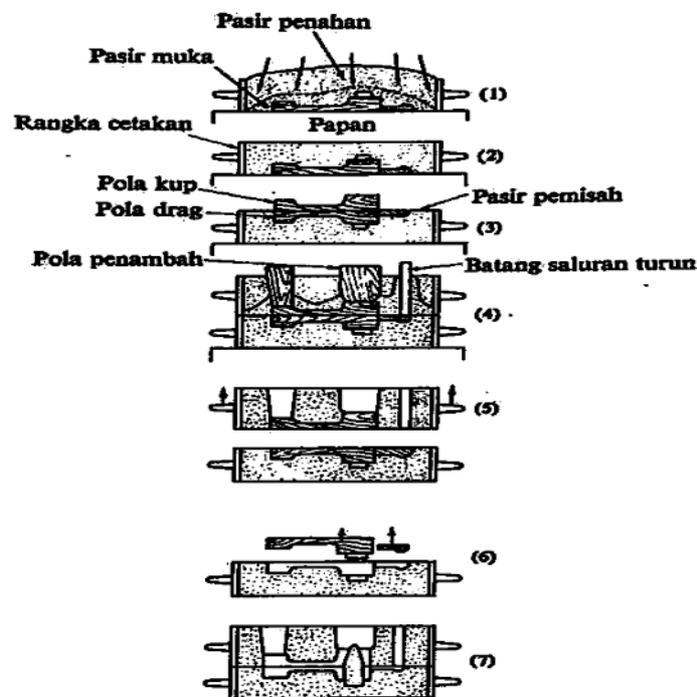
Cetakan pasir merupakan jenis cetakan yang lazim digunakan, beberapa pasir cetak mengandung tanah lempung sebagai pengikat, sedangkan yang lainnya menggunakan zat pengikat khusus. Cetakan pasir dapat dibuat menggunakan tangan atau dapat juga dibuat dengan mesin cetakan. Pembuatan cetakan dengan tangan dilakukan jika diproduksi dalam jumlah yang kecil (Surdia dan Chijiwa, 2000: 93).

Pembuatan cetakan dengan tangan dari pasir basah dilakukan dengan urutan sebagai berikut (Surdia dan Chijiwa, 2000: 93-95). :

- 1) Papan cetakan diletakkan pada lantai yang rata..
- 2) Pola dan rangka cetakan untuk drag diletakkan di atas papan cetakan. Rangka cetakan harus cukup besar sehingga tebal pasir 30 sampai 50 mm. Tentukan letal saluran turun terlebih dahulu.
- 3) Pasir muka yang telah diayak ditaburkan hingga menutupi permukaan pola dalam rangkan cetak. Lapisan pasir muka dibuat setebal 30 mm.
- 4) Pasir cetak ditimbun di atasnya dan dipadatkan menggunakan penumbuk. Proses penumbukan harus dilakukan dengan hati-hati agar pola tidak terdorong oleh penumbuk. Kemudian pasir yang tertumpuk melewati tepi atas dari rangka cetakan digaruk dan diangkat bersama pola dari papan cetakan.
- 5) Cetakan dibalik dan diletakkan pada papan cetakan, dan setengah pola lainnya bersama-sama rangka cetakan untuk cup dipasangkan di

atasnya. Kemudian bahan pemisah ditaburkan di permukaan pisah dan di permukaan pola.

- 6) Batang saluran turun atau pola untuk penambah dipasang. Kemudian pasir muka dan pasir cetak dimasukkan dalam rangka cetakan dan dipadatkan. Kemudian jika rangka-rangka cetak tidak memiliki pen dan kuping, maka rangka-rangka cetak harus ditandai agar tidak keliru dalam penutupannya. Selanjutnya cup dipisahkan dari drag dan diletakkan mendatar pada papan cetakan.
- 7) Pengalir dan saluran dibuat dengan menggunakan spatula. Pola untuk pengalir dan saluran dipasang sebelumnya yang bersentuhan dengan pola utama jadi tidak perlu menggunakan spatula. Pola diambil dari cetakan dengan hati-hati. Inti yang cocok dipasang pada rogga cetakan dan kemudian cup dan drag ditutup. Maka pembuatan cetakan selesai.



Gambar 2.1. Proses Pembuatan Cetakan
(Sumber: Surdia dan Chijiwa, 2000: 94)

2. Persiapan Pengecoran

Persiapan pengecoran meliputi beberapa tahap diantaranya :

1) Pembuatan Pola

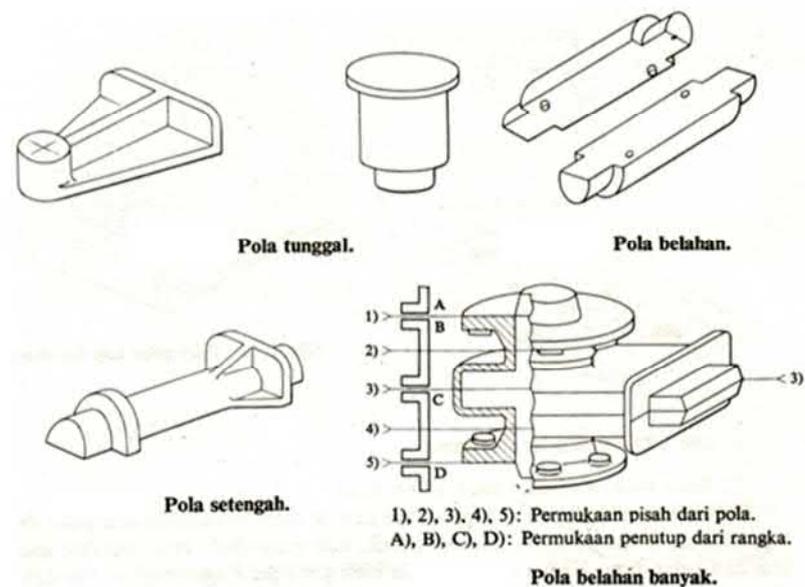
Pola yang digunakan untuk pembuatan cetakan benda coran, dapat digolongkan menjadi pola logam dan pola kayu (termasuk plastik) pola logam dipergunakan agar dapat menjaga ketelitian ukuran benda coran, terutama dalam masa produksi, sehingga plat akan tahan lebih lama dan produktivitas lebih tinggi. Pola kayu dibuat dari kayu, murah cepat dibuatnya dan mudah diolahnya dibandingkan dengan pola logam. Oleh karena itu pola kayu umumnya dipakai untuk cetakan pasir. Sekarang sering dipakai pola kayu yang permukaannya dilapisi dengan lapisan plastik. (Surdia dan Chijiwa, 2000: 51).

Semua logam akan menyusut pada waktu pendinginan dan pembekuan yang besarnya bervariasi bergantung pada jenis logam yang digunakan. Penyusutan harus diantisipasi dengan cara memperbesar ukuran pola yang ditentukan menggunakan mistar susut (Love dan Harun, 1986: 38). Menurut Surdia dan Chijiwa (2000: 52) tambahan penyusutan yang disarankan dapat dilihat berdasarkan tabel berikut.

Tabel 2.1. Tambahan Penyusutan yang Disarankan

Tambahan Penyusutan	Bahan
8/1.000	Besi cor, baja cor tipis
9/1.000	Besi cor, baja cor tipis yang banyak menyusut
10/1.000	Sama dengan atar dan aluminium
12/1.000	Paduan aluminium, Brons, baja cor (tebal 5-7 mm)
14/1.000	Kuningan kekuatan tinggi, baja cor
16/1.000	Baja cor (tebal lebih dari 10 mm)
20/1.000	Coran baja yang besar
25/1.000	Coran baja yang besar dan tebal

(Sumber: Surdia dan Chijiwa, 2000: 52).



Gambar 2.2. Pola Cetakan
(Sumber: Surdia dan Chijiwa, 2000: 57)

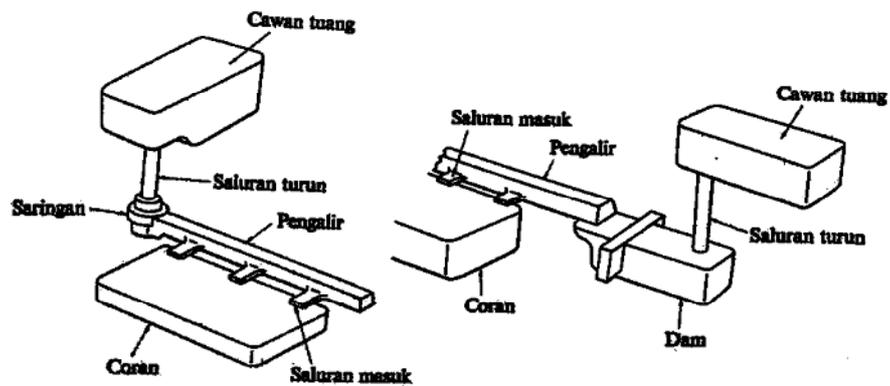
2) Pembuatan Inti

Inti adalah suatu bentuk dari pasir yang dipasang pada rongga cetakan untuk mencegah pengisian logam pada bagian yang seharusnya berbentuk lubang atau berbentuk rongga dalam suatu coran. Inti mempunyai banyak macam, yaitu inti minyak, inti kulit, inti CO₂, inti udara dan sebagainya, nama-nama itu ditentukan menurut pengikat atau macam proses pembuatan inti, disamping pasir dengan pengikat tanah lempung. Hal-hal yang perlu diperhatikan pada pembuatan inti sebagai berikut (Surdia dan Chijiwa, 2000: 105) :

- (1) Padatkan pasir inti ke dalam kotak inti secara merata.
- (2) Ukuran serta kedudukan kisi inti serta diameter dan tempat lubang angin harus diperhatikan
- (3) Perlakuan terhadap inti yang selesai perlu hati-hati tanpa menyebabkan defermasi atau patah.

3) Pembuatan Sistem Saluran

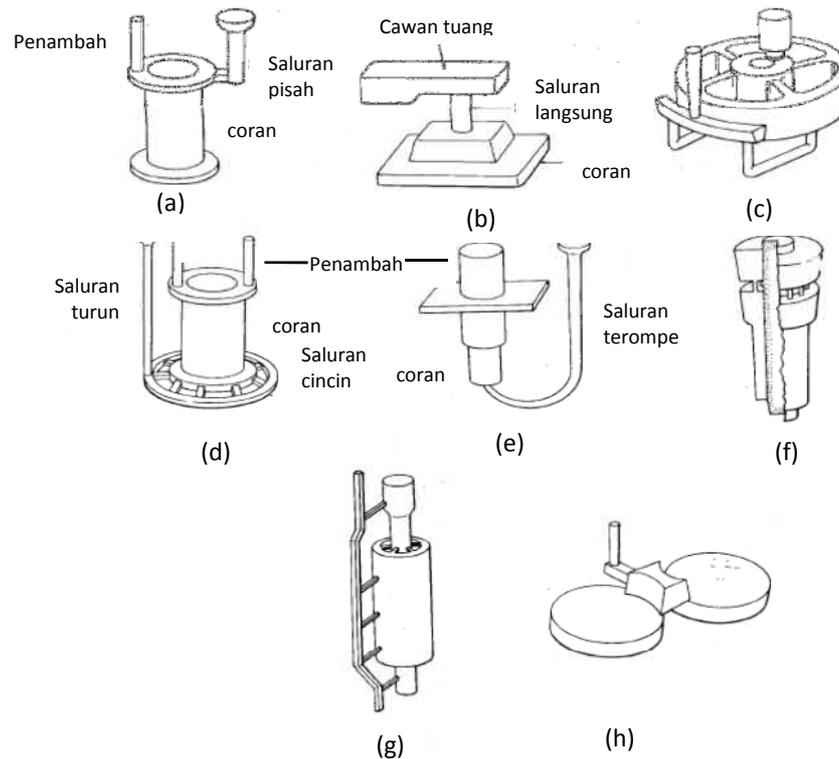
Sistem saluran adalah jalan masuk bagi cairan logam yang dituangkan ke dalam rongga cetakan. Tiap bagian diberi nama, dari mulai cawan tuang dimana logam cair dituangkan dari ladle. Sampai saluran masuk ke dalam rongga cetakan. Nama-nama itu ialah : cawan tuang, saluran turun, pengalir dan saluran masuk (Surdia dan Chijiwa, 2000: 65).



Gambar 2.3. Istilah-istilah Sistem Saluran
(Sumber: Surdia dan Chijiwa, 2000: 65)

Cawan tuang merupakan penerima yang menerima cairan logam langsung dari ladle. Saluran turun adalah saluran pertama yang membawa cairan logam dari cawan tuang ke dalam pengalir dan saluran masuk. Pengalir merupakan saluran yang membawa logam cair dari saluran turun ke bagian-bagian yang cocok pada cetakan. Saluran masuk adalah saluran yang mengisikan logam cair dari pengalir ke dalam rongga cetakan (Surdia dan Chijiwa, 2000: 65).

Berbagai macam sistem saluran yang dipakai menurut bentuk coran adalah (a) saluran pisah, (b) saluran langsung, (c) saluran bawah, (d) saluran cincin, (e) saluran terompet, (f) saluran pensil, (g) saluran bertingkat dan (h) saluran baji. (Surdia dan Chijiwa, 2000: 69-70).



Gambar 2.4. Macam-macam Sistim Saluran
(Sumber: Surdia dan Chijiwa, 2000: 69-70)

4) Peleburan (Pencairan Logam)

Pada peleburan bukan besi, dapur-dapur cawan dipanaskan dengan gas, minyak atau kokas atau tipe semburan tidak langsung lainnya. Dapur ungkit tergantung pada kapasitas dari bengkel dan banyaknya logam yang akan dilebur. Dapur cawan dengan penyalaan gas yang kecil cocok untuk bengkel kecil untuk peleburan ingot atau rongsokan dalam jumlah kecil (Love dan Harun, 1986: 51).

Hal penting dalam proses peleburan adalah logam harus dipanaskan sampai suhu yang tepat sebelum dilakukan penuangan dan ini dikontrol menggunakan pyrometer yang merupakan thermometer suhu tinggi. Ada beberapa macam *pyrometer* yaitu *thermoelectric pyrometer* dan *optical pyrometer* (Love dan Harun, 1986: 51).

5) Penuangan Logam

Logam yang sudah dicairkan dalam tungku akan dituangkan kedalam cetakan melalui ladell. Ladell biasanya berbentuk kerucut atau silindris. Jenis cerek the dan jenis tuang dasar dapat dipakai untuk mencegah terbawanya terak dan inklusi. Ladell-ladell tersebut dibuat dari plat baja dan bagian dalamnya dilapisi bahan tahan api, seperti bata tahan api (Surdia dan Chijiwa, 2000: 159).

Hal yang perlu diperhatikan dalam proses penuangan logam cair kedalam cetakan adalah sebagai berikut (Surdia dan Chijiwa, 2000: 69159-160) :

- (1) Pengeringan ladell. Pengeringan ladell yang tidak sempurna akan menyebabkan turunnya temperatur logam, oksidasi dari cairan, dan cacat coran seperti rongga udara, lubang jarum.
- (2) Pembuangan terak. Sebelum penuangan terak yang ada pada cairan harus dibuang terlebih dahulu.
- (3) Temperatur penuangan, jika temperatur terlalu rendah menyebabkan waktu pembekuan yang pendek, kecairan yang buruk dan menyebabkan cacat coran seperti rongga penyusutan, rongga udara, salah alir.
- (4) Waktu penuangan. Penuangan dilakukan dengan tenang dan cepat. Waktu penuangan perlu ditentukan, dengan mempertimbangkan berat dan tebal coran, sifat cetakan.

Berikut adalah tabel temperatur penuangan untuk berbagai coran.

Tabel 2.2. Temperatur Penuangan untuk Berbagai Logam

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

(Surdia dan Chijiwa, 2000: 109)

6) Pembongkaran dan Pembersihan Coran

Setelah proses penuangan, coran dikeluarkan dari cetakan dan dibersihkan, bagian-bagian yang tidak perlu dibuang dari coran. Kemudian dilakukan pemeriksaan dengan pengelihatian terhadap rupa dan kerusakan, dan akhirnya dilakukan pemeriksaan terhadap dimensi. Disamping itu pemeriksaan metalurgi dilakukan untuk mencari kerusakan dalam, seperti dengan pengujian getaran, kekuatan, struktur mikro dan komposisi kimia (Surdia dan Chijiwa, 2000: 159).

7) Pemeriksaan Hasil Coran

Menurut Surdia dan Chijiwa (2000: 195) pemeriksaan coran bertujuan untuk :

- (1) Memelihara kualitas. Kualitas dan baiknya produk coran harus dijamin dengan jalan memisahkan produk yang gagal.
- (2) Penekanan biaya dengan mengetahui lebih dulu produk yang cacat. Dalam pemeriksaan penerimaan bahan baku dan bagan yang diproses sejak dari awal sampai selesai, produk yang cacat harus diketahui seawal mungkin agar dapat menekan biaya pekerjaan.

- (3) Penyempurnaan teknik. Menurut data kualitas yang didapat dari pemeriksaan dan percobaan, menyisihkan produk yang cacat dapat dilakukan lebih awal dan selanjutnya tingkat kualitas dapat dipelihara dengan memeriksa data tersebut secara kolektif, sehingga kualitas dan pembuatan dapat disempurnakan.

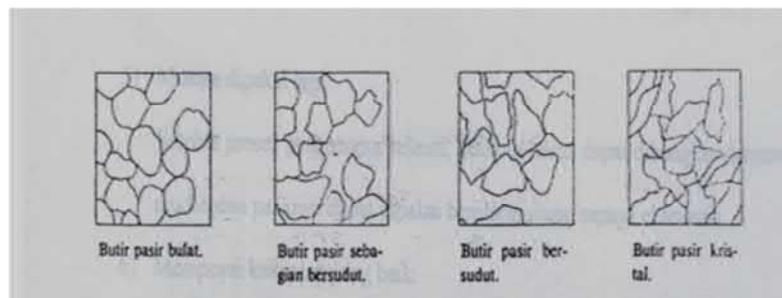
2.2.2 Cetakan Pasir

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 (Surdia dan Chijiwa, 2000: 110).

Pasir gunung umumnya digali dari lapisan tua yang mengandung lempung dan kebanyakan dapat dipakai setelah dicampur dengan air. Pasir pantai diambil dari pantai, pasir kali diambil dari kali. Pasir silika dalam beberapa hal dapat diambil dari gunung dalam keadaan ilmiah atau bias juga dengan jalan memecah kuarsit. Pasir pantai, pasir kali pasir silika alam dan pasir silika buatan tidak melekat dengan sendirinya, oleh karena itu dibutuhkan pengikat untuk mengikat butir-butirnya satu sama lain dan baru dipakai setelah pencampuran (Surdia dan Chijiwa, 2000: 110)

2.2.3 Gambaran Umum Pasir Cetak

Pasir dapat didefinisikan sebagai butiran-butiran yang terjadi akibat penghancuran batu-batuan. Ukuran dari butir-butir pasir adalah tidak lebih besar dari 1/12 in dan tidak lebih kecil dari 1/400 in. Pasir cetak yang paling lazim adalah pasir gunung, pasir pantai, pasir sungai, dan pasir silika yang disediakan alam (Surdia dan Chijiwa, 2000: 110). Bahan baku pembuatan cetakan pasir dapat dibagi menjadi dua golongan yaitu. Bahan utama pembentuk cetakan pasir, bahan yang mesti ada dalam pembuatan cetakan yang terdiri dari pasir, zat pengikat, dan air. Yang ke dua yaitu bahan tambahan, yaitu bahan yang bisa ditambahkan pada pembuatan cetakan, misalnya grafit, bubuk arang, tepung, ataupun minyak nabati. Bahan-bahan tersebut dimaksudkan untuk memperbaiki sifat-sifat mekanis maupun sifat fisis cetakan. Bentuk butir pasir dari pasir cetak digolongkan menjadi beberapa jenis yang ditunjukkan dalam gambar yaitu butir pasir bundar, butir pasir sebagian bersudut, butir pasir bersudut, butir pasir kristal, dan sebagainya.



Gambar 2.5. Bentuk Butir-butir Pasir Cetak
(Surdia dan Chijiwa 2000: 110)

Untuk dapat menghasilkan benda tuang yang baik, maka pasir cetak memerlukan sifat-sifat yang memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Mempunyai sifat mampu bentuk yang baik. Pasir cetak harus dengan mudah dapat dibentuk menjadi bentuk-bentuk cetakan yang diharapkan, baik cetakan berukuran besar maupun cetakan berukuran kecil.
2. Permeabilitas yang cocok. Permeabilitas dapat diartikan sebagai kemampuan cetakan untuk mengalirkan gas-gas dan uap air yang ada didalamnya keluar dari cetakan.
3. Distribusi besar pasir yang cocok. Butiran pasir yang terlalu halus akan mengurangi permeabilitas cetakan, sedangkan butiran yang kasar akan meningkatkan permeabilitas cetakan. Untuk itu distribusi besar butir yang cocok perlu dipertimbangkan.
4. Tahan terhadap temperatur tinggi. Butir pasir dan pengikat harus mempunyai derajat tahan api tertentu terhadap temperatur tinggi kalau logam cair dengan temperatur tinggi ini dituangkan ke dalam cetakan.
5. Mampu dipakai lagi. Setelah proses pengecoran selesai, cetakan harus dapat dibongkar dengan mudah dan pasirnya dapat dipakai berulang-ulang supaya ekonomis.
6. Mempunyai kekuatan yang baik. Cetakan harus mempunyai kekuatan yang cukup agar tidak mudah mudah ambruk baik pada saat penuangan, mengangkutan maupun pemindahan.

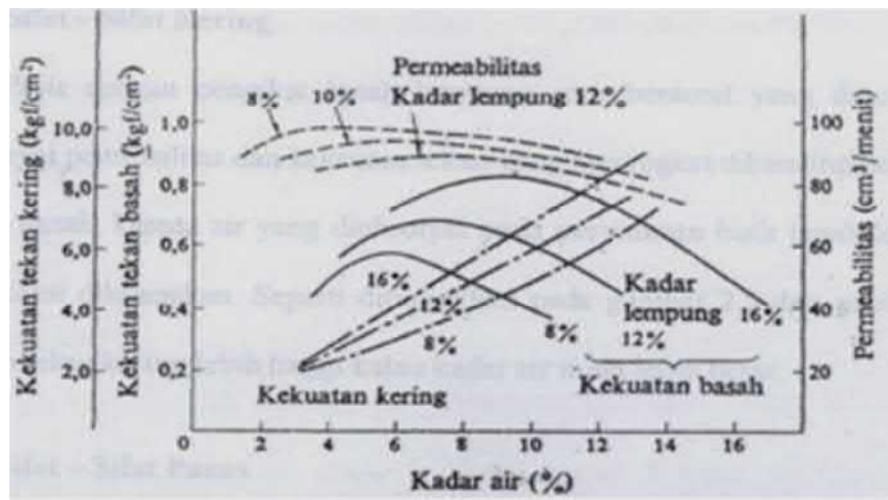
2.2.4 Sifat-Sifat Pasir Cetak

1. Sifat-sifat basah

Pasir cetak dengan tanah atau lempung bentonit sebagai pengikat menunjukkan berbagai sifat sesuai dengan kadar air. Kadar air adalah

presentase kandungan air suatu bahan yang dapat dinyatakan berdasarkan berat basah (*wet basis*) atau berdasarkan berat kering (*dry basis*).

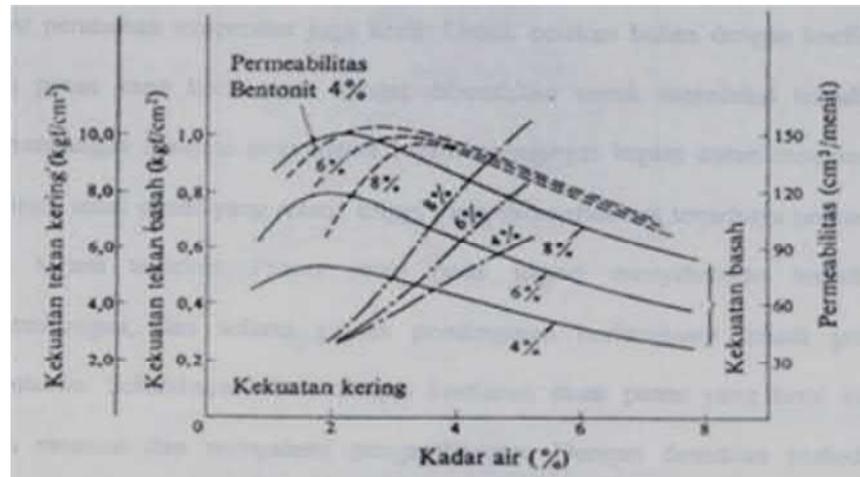
Kadar lempung adalah presentase kadar pengikat yang digunakan untuk mengikat butir-butir pasir cetak. Lempung atau pengikat adalah bahan yang digunakan untuk mengikat butir-butir pada pasir cetak yang biasanya berukuran kurang dari 20 μ m atau 0,0008 in. Kadar lempung dibuat tetap dan kadar air ditambah, maka kekuatan berangsur-angsur bertambah sampai titik maksimum dan seterusnya menurun. Kecenderungan serupa timbul kalau kadar air dibuat tetap dan kadar lempung ditambah. Dengan kelebihan kadar air kekuatan dan permeabilitas akan menurun karena ruangan antara butir-butir pasir ditempati oleh lempung yang berlebihan. Berikut hubungan antara kadar air dengan berbagai sifat pasir dengan pengikat tanah lempung.



Gambar 2.6. Pengaruh Kadar Air dan Kadar Lempung pada Pasir Diikat Lempung
(Sumber : Surdia dan Chijiwa, 2000: 112)

Pada gambar berikut menunjukkan hubungan antara kadar air, kekuatan dan permeabilitas dari pasir dengan pengikat bentonit. Kalau kadar air bertambah, kekuatan dan permeabilitas naik sampai titik maksimum dan turun

kalau kadar air bertambah terus. Untuk pasir dengan pengikat bentonit, kadar air yang menyebabkan kekuatan basah maksimum dan yang menyebabkan permeabilitas maksimum sangat berdekatan satu sama lain.



Gambar 2.7. Hubungan Kadar Air, Kekuatan dan Permeabilitas Pasir dengan Pengikat Bentonit
(Sumber : Tata Surdia dan Chijiwa, 2000: 112)

2. Sifat-sifat kering

Pasir dengan pengikat tanah lempung atau bentonit yang dikeringkan mempunyai permeabilitas dan kekuatan tekan yang meningkat dibandingkan dalam keadaan basah, karena air yang diabsorpsi pada permukaan butir tanah lempung dan bentonit dihilangkan.

3. Sifat-sifat panas

Cetakan mengalami temperatur tinggi dan tekanan tinggi dari logam cair pada waktu penuangan, sehingga kekuatan panas, pemuaihan panas, dan sebagainya harus diketahui sebelumnya. Pemuaihan panas berubah sesuai dengan jenis pasir cetak seperti yang ditunjukkan data Gambar 2.4. pasir pantai dan pasir gunung mempunyai pemuaihan panas yang lebih kecil dibandingkan dengan pasir silika, sedangkan pasir olivin dan pasir sirkon mempunyai

pemuaian panas sangat kecil. Pemuaian panas bertambah sebanding dengan kadar air dari pasir dan menurun kalau kadar yang dapat terbakar bertambah.



Gambar 2.8. Pemuaian Panas dari Berbagai-macam Pasir
(Sumber : Surdia dan Chijiwa, 2000: 113)

2.2.5 Air dan Ikatan Pasir

Air berfungsi sebagai pengikat, namun air juga menjadi sumber gas saat cairan logam dituangkan. Semakin tinggi kadar air, semakin besar pula volume gas yang dihasilkan. Semakin tinggi kadar air, semakin mudah partikel pasir mengalir karena air juga berfungsi sebagai pelumas. Dengan demikian saat proses pembuatan cetakan, pasir dapat mengisi ruang rangka cetak dan menirukan permukaan pola dengan baik (Widayat dan Budiyono, 2014).

Air diperlukan sebagai bahan pengikat partikel pasir cetak. Saat pasir dalam kondisi kering, partikel pasir tidak mampu bersatu meskipun diberi tekanan. Jika kadar air berlebihan, partikel pasir dapat saling terikat, namun kekuatan ikatannya lemah. Kekuatan ikatan antar partikel lebih rendah daripada ikatan partikel dengan materi lainnya misalnya permukaan cetakan atau permukaan tangan. Pasir tanpa tambahan air tidak punya daya ikat antar partikel sehingga ketika rangka cetak dibuka, pasir langsung terurai kembali sehingga tidak dapat terbentuk cetakan. Saat kadar air berlebih, partikel pasir tidak hanya

terikat dengan partikel pasir lainnya tetapi juga akan terikat dengan materi lainnya. Jika hal ini terjadi, maka sebagian pasir cetak akan melekat di tangan atau di dinding cetakan atau di permukaan pola pada saat pembuatan cetakan (Widayat dan Budiyo, 2014).

Ketidaktepatan kadar air tidak hanya berpotensi menghasilkan kerusakan/cacat coran, namun juga dapat memunculkan kesulitan dalam proses pembuatan cetakan. Oleh karena itu kadar air yang mencukupi sangat penting, baik untuk kemudahan proses maupun untuk mencapai kualitas yang baik. Pembuatan sampel diawali dengan persiapan bahan cetakan yaitu pasir cetak. Pasir cetak disaring untuk mendapatkan ukuran partikel yang seragam. Pembuatan campuran air didahului pengukuran pasir dan air sesuai kadar yang dirancang.

2.2.6 Mold

Merupakan cetakan yang berisi beberapa komponen dan dibagi dua yaitu, cope (bagian atas) dan drag (bagian bawah). Kedua bagian yang terkandung dalam kotak yang disebut flask. Rongga cetakan terbentuk oleh kemasan pasir sekitar pola dalam setiap setengah flask. Berikut adalah jenis-jenis cetakan pasir:

1. *Green sand Mold*

Menggunakan campuran pasir 90%, air 3%, tanah liat 7% atau bahan pengikat, yang paling banyak digunakan.

2. *Skin dried mold*

Pada cetakan pasir ini sama dengan greensand mold, tetapi pada cetakan ini dikeringkan dengan pemanas atau lampu pemanas untuk meningkatkan kekuatan cetakan.

3. *Dry sand mold*

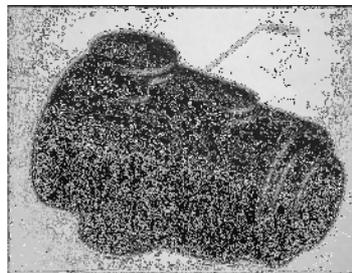
Sebuah cetakan pasir kering, dimana pasir hanya dicampur dengan bahan pengikat organik dan dipanaskan dalam oven.

2.2.7 Pola

Pola merupakan perkakas utama yang digunakan untuk membuat rongga dalam cetakan. Material yang digunakan untuk membuat pola diantaranya, kayu, plastik, dan logam. Pola dengan bahan kayu lebih banyak digunakan karena murah dan mudah dibentuk. Adapun jenis-jenis pola dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Pola solid

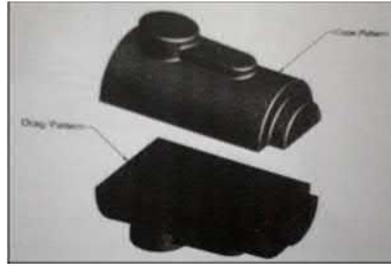
Pola solid adalah pola padat dalam satu kesatuan. Biasanya digunakan untuk bagian geometris sederhana yang diproduksi dalam jumlah rendah.



Gambar 2.9. Pola Solid
(Raharja, 2011: 60)

2. Pola split

Pola split adalah pola padat yang mempunyai 2 bagian terpisah yang memenuhi sepanjang garis perpisahan dari cetakan. Biasa digunakan untuk bagian geometris yang kompleks.



Gambar 2.10. Pola Split
(Raharja, 2011: 60)

3. Pola *match-plate*

Pola ini hampir sama dengan pola split, tetapi pada pola ini terdapat piringan tunggal yang melekat di setiap setengah bagian pola.



Gambar 2.11. Pola *Match-Plate*
(Raharja, 2011: 61)

4. *Cope dan drag*

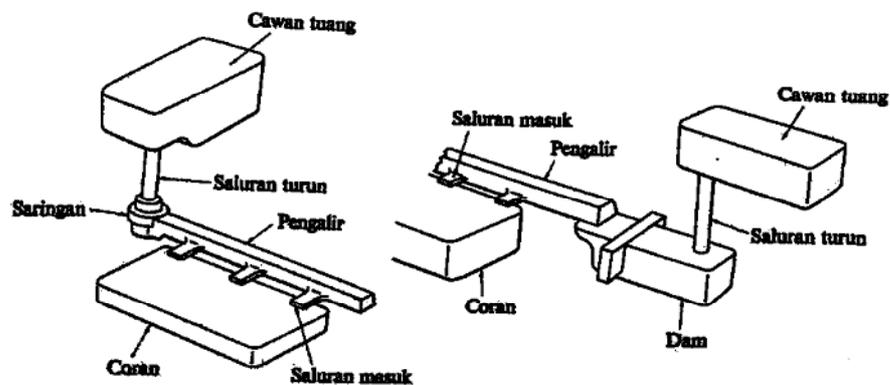
Pola ini mirip dengan pola match-plate, tetapi pada pola ini piringannya terpisah dan belahan dibuat secara independen.



Gambar 2.12. *Cope dan Drag*
(Raharja, 2011: 61)

2.2.8 Sistem Saluran

Sistem saluran merupakan saluran yang difungsikan sebagai jalan masuknya cairan logam yang dituangkan ke dalam rongga cetakan yang memiliki beberapa bagian diantaranya: cawan tuang, saluran turun, pengalir, dan saluran masuk (Surdia dan Chijiwa, 2000: 65). Beberapa bagian dalam sistem saluran yaitu: cawan tuang, saluran turun (sprue), dam atau waduk, saluran pengalir (*runner*), riser (*saluran penambah*), dan saluran masuk (*ingate*).



Gambar 2.13. Istilah-istilah Sistem Saluran
(Sumber: Surdia dan Chijiwa, 2000: 65)

Sistem saluran merupakan bagian terpenting dalam proses pengecoran, penyusunan sistem saluran yang baik akan menghasilkan hasil coran yang baik pula, dan sebaiknya, apabila sistem saluran tidak disusun atau direncanakan secara baik, maka akan mempengaruhi hasil coran yang bisa menyebabkan cacat penyusutan dan cacat porositas. Raharja (2011: 96) menggolongkan sistem saluran menjadi dua yaitu:

1. Saluran langsung

Saluran langsung merupakan saluran yang hanya mempunyai satu saluran yang digunakan sebagai saluran masuk, keluarnya angin, dan penambah.

2. Saluran tak langsung

Saluran tak langsung merupakan saluran yang mempunyai dua atau lebih saluran, pada saluran tak langsung dapat dipastikan tidak ada udara yang terjebak didalam rongga cetakan. Saluran tak langsung juga berfungsi untuk menambah cairan apabila ada coran yang menyusut.

2.2.9 Aluminium

Aluminium diperoleh dengan mengekstraksi Alumine (Aluminium Oxide) dari Bauxite melalui proses kimia, kemudian alumina tersebut larut ke dalam elektrolit cair ketika arus listrik mengalir melalui Alumine. Hal tersebut mengakibatkan aluminium metal terkumpul pada katoda. Umumnya, kemurniannya mencapai 99,85%. Dengan mengelektrolisa kembali, maka akan didapat aluminium dengan kemurnian 99,99%. Namun aluminium murni memiliki sifat mekanik yang buruk , sehingga untuk memperbaiki sifat-sifat mekaniknya perlu diberi unsur-unsur tambahan seperti silicon, tembaga, mangan, ferro, magnesium, serta unsur-unsur lain yang dapat memperbaiki sifat aluminium itu sendiri. (Surdia dan Saito, 1999: 134)

Aluminium merupakan logam ringan yang mempunyai sifat ketahanan korosi yang baik. Material ini digunakan dalam bidang yang luas bukan hanya untuk peralatan rumah tangga saja tetapi juga dipakai untuk kepentingan industri, misalnya untuk industri pesawat terbang, otomotif, kapal laut dan kontruksi-

kontruksi yang lain. Neff (2002) dalam papernya menjelaskan bahwa untuk memenuhi tuntutan pasar dari aluminium tuang dewasa ini harus memfokuskan pada meningkatkan kualitas logam dengan pengembangan pada proses peleburan. Dalam dunia otomotif salah satu produk yang terbuat dari aluminium adalah piston. Menurut Sidharta (2014: 15), komponen otomotif yaitu piston menggunakan bahan baku paduan aluminium ADC12 (Aluminium Die Casting dengan kadar Si maksimum 12%) yang merupakan paduan antara Al-Si-Cu-Mg-Zn serta unsur lainnya yang terdapat pada tabel. Paduan aluminium ADC12 akan memperbaiki ketahanan terhadap retak panas yaitu kekuatan pada temperatur tinggi.

Tabel 2.3. Komposisi Paduan Aluminium ADC 12 (JIS H5302)

Si	Cu	Mg	Zn	Mn	Fa	Ni
		Max.	Max.	Max.	Max.	Max.
9,6						
s/d	s/d	0,3	1	0,5	0,9	0,5
12,0	3,5					

(Sidharta, 2014: 15)

Tabel 2.4. 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 (Cal/g.°C)(100°C)	0,2226	0,2297
Tahanan listrik koefisien temperatur	0,00429	0,0115
Koefisien pemuaian (20-100°C)	23,86x10-6	23,5x10-6
Jenis Kristal, konstanta kisi	Fcc,a=4,013kX	Fcc,a=4,04kX

(Surdia dan Saito, 1999: 134)

Tabel 2.5. Sifat-Sifat Mekanik Aluminium

Sifat-sifat	Kemurnian Al (%)			
	99,996		>99,0	
	Dianil	75% dirol dingin	Dianil	H18
Kekuatan tarik (kg/mm ²)	4,9	11,6	9,3	16,9

Kekuatan mulur (0,2%) (kg/mm ²)	1,3	11,0	3,5	14,8
Perpanjangan (%)	48,6	5,5	35	5
Kekerasan Brinell	17	27	23	44

(Surdia dan Saito, 1999: 134)

Tabel 2.4 menunjukkan sifat-sifat fisik aluminium dan tabel 2.5 menunjukkan sifat-sifat mekaniknya. Ketahanan korosi berubah menurut kemurnian, pada umumnya untuk kemurnian 99,0% atau diatas dapat dipergunakan di udara dan tahan dalam waktu bertahun-tahun.

Aluminium merupakan logam nonferrous yang banyak digunakan karena memiliki sifat-sifat:

1. Kerapatan (density)

Aluminium memiliki berat jenis rendah yaitu sebesar 2700 kg/m³

2. Tahan Terhadap Korosi (corrosion resistance)

Pada logam-logam non-ferrous dapat dikatakan bahwa semakin besar kerapatannya maka semakin baik daya tahan korosinya tetapi aluminium merupakan pengecualian. Walaupun aluminium mempunyai daya senyawa terhadap oksigen (logam nonaktif) dan oleh sebab itu dikatakan bahwa aluminium mudah sekali mengoksidasi (korosi), tetapi dalam kenyataannya aluminium mempunyai daya tahan sangat baik terhadap korosi. Hal ini disebabkan lapisan tipis oksida transparan dan jenuh oksigen diseluruh permukaan.

3. Sifat Mekanis (mechanical properties)

Aluminium mempunyai kekuatan tarik, kekerasan, dan sifat mekanis lain sebanding dengan paduan bukan besi (non-ferrous alloys) lainnya.

4. Penghantar Panas & Listrik yang Baik (goodheat and electrical

conductivity)

Disamping daya tahan yang baik terhadap korosi, aluminium memiliki daya hantar panas dan listrik yang tinggi. Daya listrik aluminium murni sekitar 60% dari daya hantar tembaga.

5. Tidak Beracun (Nontoxic)

Aluminium dapat digunakan sebagai bahan pembungkus atau kaleng makanan dan minuman. Hal ini disebabkan reaksi kimia antara makanan dan minuman tersebut dengan aluminium tidak menghasilkan zat beracun yang membahayakan manusia.

6. Sifat Mampu Bentuk (Formability)

Aluminium dapat dibentuk dengan mudah. Aluminium mempunyai sifat mudah ditempa (malleability) yang memungkinkan dibuat dalam bentuk plat atau lembaran tipis.

7. Titik Lebur Rendah (Lowmelting Point)

Titik lebur aluminium relatif rendah (660°C) sehingga sangat baik untuk proses penuangan dengan waktu peleburan relatif singkat dan biaya operasi akan lebih murah.

2.2.10 Aluminium Paduan

Paduan aluminium diklasifikasikan dalam berbagai standar oleh berbagai Negara. Paduan ini diklasifikasikan menjadi dua kelompok umum yaitu paduan aluminium tuang/cor (cast aluminum alloys) dan paduan aluminium tempa (wrought aluminium alloys). Setiap kelompok tersebut dibagi lagi menjadi dua kategori, yaitu paduan dengan perlakuan panas (heat treatable alloys) dan paduan

tanpa perlakuan panas (nonheat treatable alloys). Berikut adalah beberapa unsur paduan aluminium dan pengaruhnya adalah sebagai berikut:

1. Silikon (Si)

Unsur silikon dalam aluminium paduan mempunyai pengaruh baik berupa mempermudah proses pengecoran, meningkatkan ketahanan korosi. Sedangkan pengaruh buruk yang ditimbulkan unsur silikon adalah berupa penurunan keuletan material terhadap beban kejutan dan coran akan rapuh jika kandungan terlalu tinggi.

2. Tembaga (Cu)

Pengaruh baik yang ditimbulkan oleh unsur tembaga dalam paduan aluminium adalah berupa peningkatan kekerasan bahan, perbaikan ekuatan tarik, dan mempermudah proses pengerjaan dengan mesin. Sedangkan pengaruh buruknya adalah menyebabkan turunnya ketahanan korosi, mengurangi keuletan material, dan menurunkan kemampuan dibentuk dan dirol.

3. Mangan (Mn)

Pengaruh baik yang ditimbulkan unsur mangan dalam aluminium paduan adalah meningkatkan kekuatan dan ketahanan pada temperatur tinggi, meningkatkan ketahanan terhadap korosi, dan mengurangi pengaruh buruk unsur besi. Sedangkan pengaruh buruknya adalah menurunkan kemampuan penuangan dan meningkatkan kekerasan butiran partikel.

4. Magnesium (Mg)

Kandungan magnesium memberikan sifat-sifat yang baik, antara lain mempermudah proses penuangan, meningkatkan kemampuan pengerjaan

mesin, meningkatkan daya tahan terhadap korosi dan meningkatkan kekuatan mekanis. Sedangkan pengaruh buruknya meningkatkan kemungkinan timbulnya cacat pada hasil coran. Penambahan unsur Mg dalam paduan Al-Si juga akan meningkatkan sifat-sifat mekanis paduan. Kekerasannya bertambah karena terjadinya penguatan presipitasi oleh endapan Mg_2Si .

5. Seng (Zn)

Unsur yang memberikan pengaruh berupa meningkatkan sifat mampu cor, mampu mesin, mudah dalam pembentukan, meningkatkan keuletan bahan, dan meningkatkan kekuatan terhadap beban kejut. Pengaruh buruk yang ditimbulkan adalah penurunan ketahanan korosi.

6. Besi (Fe)

Pengaruh baik adanya unsur besi dalam paduan Al adalah meningkatkan ketahanan retak panas (hot tear). Pengaruh buruk paduan besi pada paduan aluminium adalah jika kadar Fe lebih besar dari 0,05% akan menurunkan keuletan (ductility).

7. Titanium (Ti)

Pengaruh baik dengan adanya unsur titanium dalam paduan Al adalah meningkatkan kekuatan hasil coran pada temperatur tinggi, memperhalus butiran kristal dan permukaan, serta mempermudah proses penuangan. Unsur titanium memberi pengaruh buruk berupa kenaikan viskositas logam cair dan mengurangi fluiditas logam cair.

8. Natrium (Na)

Unsur natrium memiliki pengaruh yang baik terhadap Al cair, yaitu dapat menaikkan kekuatan pada temperatur tinggi dan memperhalus butir kristal atau butir permukaan serta mempermudah proses penuangan. Pengaruh buruknya adalah kekentalan pada logam cair.

2.2.11 Inspeksi Visual

Menurut Tirta Atmaja (2006) visual inspection atau inspeksi visual 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. Proses inspeksi visual dapat dilakukan dengan dua metode yaitu metode pengujian tanpa merusak dan metode pengujian merusak. Metode pengujian tanpa merusak diantaranya, pemeriksaan visual, pengujian *dye penetrant*, *magnetic particle*, *ultra sonic*, dan *radiography*. Fungsi dari inspeksi visual adalah untuk mengetahui dan mendeteksi cacat yang tampak secara nyata pada permukaan. Inspeksi visual yang dilakukan adalah pengecekan terhadap bentuk, ukuran, cacat luar, dan kualitas permukaan. Prinsip dalam inspeksi visual sangat sederhana hanya dengan menggunakan mata telanjang tanpa alat bantu kecuali kaca pembesar.

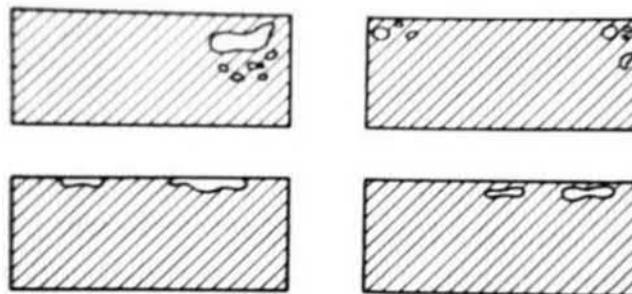
2.2.12 Cacat coran

Menurut Surdia dan Chijiwa (2000: 211), sesuai dengan komisi pengecoran internasional yang menggolongkan cacat coran dalam rupa menjadi sembilan kelas, yaitu: ekor tikus tak menentu, atau kekasaran yang meluas, lubang-lubang, retakan, permukaan kasar, salah alir, kesalahan ukuran, inklusi dan

struktur yang tidak seragam, deformasi dan melintir, dan cacat yang tak nampak. Cacat coran tersebut disebabkan oleh perencanaan, bahan yang digunakan, proses atau perencanaan coran. Meskipun terdapat cacat yang sama pada coran, penyebab cacat tersebut berbeda-beda. Berikut adalah cacat yang terjadi pada coran, yaitu:

1. Rongga Udara

Merupakan cacat yang paling banyak terjadi, biasanya muncul sebagai lubang pada permukaan atau di dalam coran. Rongga udara bisa terjadi pada temperatur penuangan yang rendah dan waktu penuangan yang terlalu lama. Apabila waktu penuangan terlalu lama, maka banyak udara yang akan masuk ke dalam rongga cetakan. Pada pengeluaran gas yang tidak sempurna, maka rongga udara akan membentuk cacat di dalamnya. Hal tersebut dapat diatasi dengan membuat lubang angin atau mencampur sinder kokas. Tinggi penuangan cairan dapat menyebabkan timbulnya rongga udara.

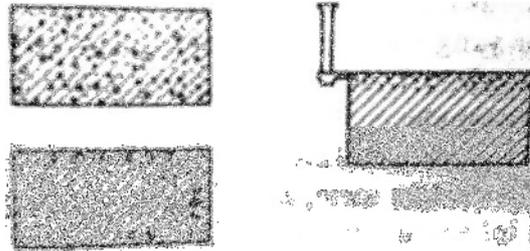


Gambar 2.14. Cacat Rongga Udara
(Sumber: Surdia dan Chijiwa, 2000: 212)

2. Lubang jarum

Lubang jarum merupakan cacat yang berbentuk bola dengan permukaan yang halus, cacat lubang jarum seperti bekas tusukan jarum. Ukurannya di bawah 1 sampai 2 mm, sehingga sangat kecil. Lubang jarum tersebar di

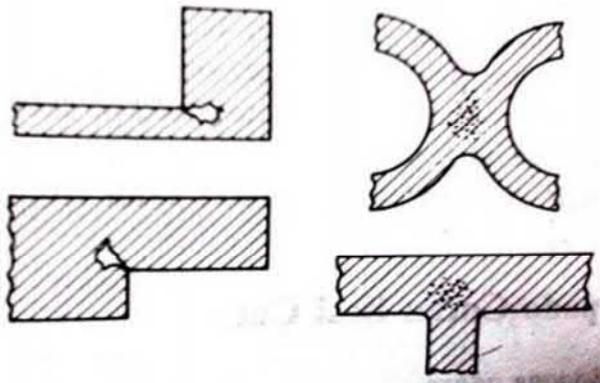
permukaan coran, sedangkan permukaannya berwarna perak atau biru karena oksidasi.



Gambar 2.15. Cacat Lubang Jarum
(Sumber: Surdia dan Chijiwa, 2000, 212)

3. Penyusutan dalam

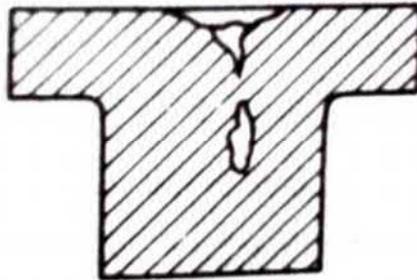
Penyusutan dalam merupakan lubang cacat yang terjadi karena pengecilan ketika logam membeku. Penyusutan dalam tidak tampak di permukaan, tetapi bagian dalamnya dikelilingi kristal-kristal dendrit. Penyusutan dalam dapat terjadi apabila temperatur penuangan terlalu rendah, sehingga penambah membeku terlebih dahulu dan penambah tidak dapat menyuplai cairan secara baik.



Gambar 2.16. Cacat Penyusutan Dalam
(Sumber: Surdia dan Chijiwa, 2000:212)

4. Penyusutan luar

Penyusutan luar merupakan lubang cacat yang terjadi pada permukaan luar benda coran yang disebabkan oleh penyusutan pada saat pembekuan. Penyebab terjadinya penyusutan luar sama dengan penyebab terjadinya penyusutan dalam.



Gambar 2.17. Cacat Penyusutan Luar
(Sumber: Surdia dan Chijiwa, 2000: 212)

5. Rongga penyusutan

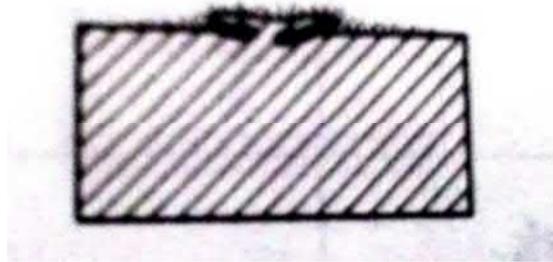
Rongga penyusutan merupakan cacat coran yang penyebabnya sama dengan cacat penyusutan dalam dan luar. Rongga penyusutan terdiri dari lubang-lubang kecil dengan permukaan dalam berkristal dendrit kasar yang bisa timbul pada bagian tebal, pertemuan, cekungan filet dan sebagainya.



Gambar 2.18. Cacat Rongga Penyusutan
(Sumber: Surdia dan Chijiwa, 2000: 213)

6. Ekor tikus

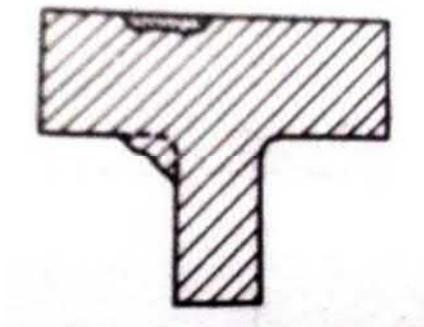
Ekor tikus merupakan cacat permukaan yang terjadi karena pasir dari permukaan cetakan mengembang dan logam cair masuk di bawah permukaan tersebut, sehingga apabila pasir dibersihkan akan terlihat rongga lurus seperti pembuluh.



Gambar 2.19. Cacat Ekor Tikus
(Sumber: Surdia dan Chijiwa, 2000: 213)

7. Rontokan cetakan

Rontokan cetakan merupakan cacat berbentuk bengkakan yang disebabkan oleh pecahnya cetakan dan pecahan pasir yang menyebabkan inklusi pasir di tempat lain.



Gambar 2.20. Cacat Rontok Cetakan
(Sumber: Surdia dan Chijiwa, 2000: 213)

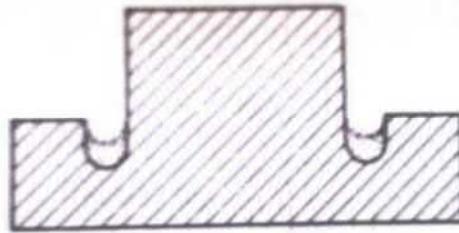
8. Retakan



Gambar 2.21. Cacat Retakan
(Sumber: Surdia dan Chijiwa, 2000: 215)

9. Penyinteran

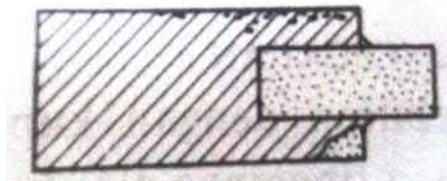
Cacat penyinteran merupakan campuran antara logam dan pasir yang disebabkan muka dari cetakan bercampur dan melekat pada permukaan coran.



Gambar 2.22. Penyinteran
(Sumber: Surdia dan Chijiwa, 2000: 215)

10. Inklusi pasir

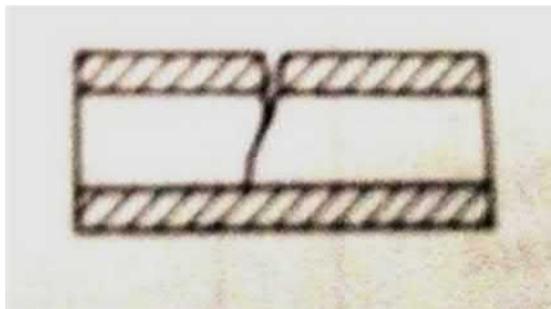
Cacat karena pasir terbawa dalam coran dan cacat terjadi pada permukaan atau dalam coran.



Gambar 2.23. Cacat Inklusi Terak
(Sumber: Surdia dan Chijiwa, 2000: 215)

11. Salah aliran dan sumbat dingin

Salah alir merupakan cacat yang disebabkan oleh logam cair yang tidak mampu untuk memenuhi cetakan. Sedangkan sumbat dingin merupakan cacat yang menyebabkan ketidak kontinuan pada permukaan coran. Pada kedua cacat ini terjadi karena bentuk coran yang terlalu tipis, temperatur penuangan terlalu rendah, kecepatan penuangan terlalu lambat, lubang angin yang kurang, dan penambah yang tidak sempurna.



Gambar 2.24. Cacat Salah Alir dan Sumbat Dingin
(Sumber: Surdia dan Chijiwa, 2000: 215)

2.2.13 Struktur Mikro

Struktur mikro adalah struktur terkecil yang terdapat dalam suatu bahan yang keberadaannya tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, tetapi harus menggunakan alat pengamat struktur mikro. Menurut Geger kokok dalam Sinung Khoiruddin (2014) struktur mikro yang terjadi pada aluminium coran, ditentukan oleh temperatur pemanasan saat pengecoran, laju pendinginan setelah pengecoran, laju pembekuan, komposisi kimia, logam induk, logam pengisi, dan perlakuan yang diterapkan pada aluminium tersebut.

Analisis struktur mikro terdiri dari 4 langkah utama yaitu sampling, preparasi sampel, pengambilan gambar, dan perhitungan ukuran porositas/butir.. Preparasi sampel meliputi: pemotongan, mounting, penggerindaan, pemolesan,

etsa, dan cleaning/drying. Pemotongan dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan dimensi sampel yang diinginkan. Penggerindaan dimaksudkan untuk menghilangkan kerusakan permukaan sampel akibat penggerindaan. Etsa adalah pengikisan bahan secara selektif dengan menggunakan larutan kimia tertentu. Dalam etsa ini, batas butir terkorosi lebih awal sehingga terlihat jelas. Pengambilan gambar dimaksudkan untuk merekam gambar struktur mikro sehingga ukuran porositas atau butir dapat dihitung. Pengambilan gambar dilakukan dengan kamera menggunakan film atau digital (Ngatijo, dkk 2009: 285).

Menurut Surdia dan Chijiwa (2000: 42-43), berikut adalah struktur yang terdapat pada aluminium paduan, yaitu:

1. Paduan Aluminium-Tembaga, Aluminium-Tembaga-silium

Paduan aluminium-tembaga merupakan paduan aluminium yang mengandung tembaga 4,5% yang memiliki sifat-sifat mekanik dan mampu mesin yang baik dan sifat coranya jelek. Paduan aluminium-tembaga-silium merupakan paduan aluminium-tembaga dengan menambah 4-5% silium. Berikut adalah gambar struktur mikro paduan Aluminium-Tembaga-Silium, pada bagian putih merupakan aluminium proeutentik, dan bagian hitam berbentuk jarum adalah CuAl_2 .



Gambar 2.25. Struktur Mikro Coran Paduan Al-Si-Cu
(Sumber : Surdia dan Chijiwa, 2000:42)

2. Paduan Aluminium tahan panas

Paduan Y merupakan paduan Al-Cu-Ni-Mg yang kekuatannya tidak berubah sampai 200⁰C dan sangat tinggi meskipun pada temperatur 300⁰C, sehingga paduan ini digunakan untuk torak atau tutup silinder. Lo-Ex adalah paduan Al-Si-Cu-Ni-Mg yang mempunyai koefisien muai rendah dan kekuatan panasnya tinggi. Berikut adalah struktur mikro coran paduan Al-Si-Mg, warna hitam adalah Mg₂Si, abu-abu adalah CuAl₂, dan eutektik Si bintik-bintik mengendap diantara matrik Al.



Gambar 2.26. Struktur Mikro Coran Paduan Al-Si-Mg
(Surdia dan Chijiwa, 2000: 43)

2.2.14 Kekerasan

Kekerasan (*hardness*) adalah salah satu sifat mekanik (*Mechanical properties*) dari suatu material. Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mengalami gesekan. Kekerasan didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban identsi atau penetrasi. Berikut adalah jenis-jenis pengujian kekerasan beserta karakteristiknya.

Tabel 2.6. Karakteristik Berbagai Pengujian Kekerasan

Cara pengujian	Brinel (HR)	Rockwell (HRA, HRC, etc)	Rockwell superficia I (H _R 30T, H _R 30N)	Vickers (H _R)	Kekerasan mikro (H _R)	Shoss (H _R)
Penekanan	Bola baja 10mmø karbida	Kerucut intan 120 ⁰ ; Bola baja 1/16 ^{II} -1/2 ^{II}	Kerucut intan 120 ⁰ ; Bola baja 1/16 ^{II} -1/2 ^{II}	Piramida intan sudut bidang berhadapan 136 ⁰	Jenis Vickers Jenis Knoop sudut 130 ⁰ , 172 ⁰	Palu intan 3 g
Beban	500-3000 kg	Beban mula 10 kg beban total 60, 100, 150 kg	Beban mula 3kg, beban total 15, 30, dan 45 kg	1-120 kg	1-500 g	
Kekerasan	$\frac{\text{Beban}}{\text{luas penekanan}}$	Dalamnya Penekanan	Dalamnya penekanan	$\frac{\text{Beban}}{\text{luas penekanan}}$	$\frac{\text{Beban}}{\text{luas penekanan}}$	Tinggi pantulan 6,5 ⁰ dari 10 ⁰ tinggi pantulan asal adalah 100

(surdia dan saito, 2000: 22)

Pada pengecoran, logam memiliki sifat-sifat tertentu menurut Amstead dan Oswalt dalam khoerur (2012: 34), berikut adalah tabel sifat logam pada pengecoran.

Tabel 2.7. Sifat Logam Paduan pada Pengecoran

Jenis logam	Kekuatan tarik (Mpa)	Keuletan (%)	Kekerasan (BHN)
Besi dan baja			
Besi cor kelabu	110 – 207	0 – 1	100 – 150
Besi cor putih	310	0 – 1	450
Baja	276 – 2070	12 – 15	110 – 500
Buka besi			
Aluminium	83 – 310	10 – 35	20 – 100
Tembaga	345 – 689	5 – 10	50 – 100
Magnesium	83 – 345	9 – 15	30 – 60
Seng	48 – 90	2 – 10	80 – 100
Titan	552 – 1034	–	158 – 266
Nikel	414 – 1103	15 – 40	90 – 250

(Amstead dan Oswalt dalam Khoerur 2012: 34)

1. Kekerasan *Vickers*

Pengujian kekerasan dengan metode *Vickers* bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap intan berbentuk piramida dengan sudut puncak 136 derajat yang ditekan dengan permukaan material uji tersebut. Pengujian *vickers* dibagi menjadi dua jenis yaitu: *macroindentation* dan *microindentation*. *Microindentation Vickers* (ASTM E 384) adalah 1 sampai 1000 gf. Dan pada kisaran *macroindentation* dengan uji pembebanan 1-120 kgf sebagaimana didefinisikan dalam ASTM E 92. Metode pengujian *vickers* mirip dengan prinsip *brinell* yaitu menghitung diagonal lekukan yang dihasilkan, nilai kekerasan dihitung dengan membagi gaya dengan luas permukaan lekukan.

Uji kekerasan *Vickers* dilakukan dengan menekan piramida intan dengan beban 1-120 kgf pada benda yang akan diuji. Akan dihasilkan diagonal lekukan yang diukur dan rata-rata untuk memberikan nilai dalam milimeter. Pengukuran panjang ini digunakan untuk menghitung angka kekerasan *vickers* (HV).

$$VHN = \frac{2 \cdot P \cdot \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}{d^2} \left(\frac{kg}{mm^2}\right)$$

$$d = \frac{d1 + d2}{2}$$

Sehingga

$$VHN = 1,854 \frac{P}{d^2} \left(\frac{kg}{mm^2}\right)$$

Keterangan:

VHN = Nilai kekerasan spesimen

P = Beban terpasang (kg)

d = Diagonal bekas injakan penetrator (mm)

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pada proses yang telah dilakukan, pengaruh variasi kadar air pada cetakan pasir terhadap cacat coran, struktur mikro dan kekerasan hasil pengecoran alumunium bekas, dapat diambil simpulan sebagai berikut :

1. Variasi kadar air pada cetakan pasir berpengaruh terhadap cacat coran. Cacat lubang jarum ditemukan pada semua spesimen. Cacat penyusutan dan cacat rontok cetakan ditemukan pada spesimen dengan variasi kadar air 4% dan 10% sedangkan spesimen dengan variasi kadar air 7% tidak ditemukan.
2. Variasi kadar air pada cetakan pasir berpengaruh pada pembentukan struktur mikro. Struktur mikro yang terbaik ditunjukkan oleh spesimen hasil coran dengan variasi kadar air 7% dibandingkan dengan variasi 4% dan 10% dibuktikan dengan pembentukan fasa struktur yang lebih rapat dan merata. Namun struktur mikro dari blok silinder lebih baik dari pada spesimen hasil pengecoran ditunjukkan dari susunan fasa yang terbentuk lebih homogen.
3. Variasi kadar air pada cetakan pasir berpengaruh pada nilai kekerasan mikro *vickers*. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa spesimen dengan variasi kadar air 7% memiliki nilai kekerasan tertinggi yaitu 119.1 VHN dan kekerasan terendah dimiliki oleh spesimen dengan kadar air 10% yaitu 83.0 VHN. Pada spesimen hasil pengecoran dengan kadar air 7% memiliki tingkat kekerasan yang lebih tinggi dibanding dengan kekerasan

blok silinder mesin pemotong dengan type FIXED STAR 36F yang memiliki nilai kekerasan 117 VHN. Dengan demikian maka kadar air yang tepat untuk pasir daerah Juwana yaitu 7%.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, peneliti memberikan saran sebagai berikut :

1. Jika menggunakan pasir cetak dari daerah juwana sebaiknya ditambahkan air sebanyak 7% untuk mendapatkan hasil coran yang lebih baik.
2. Peneliti yang akan melakukan penelitian sejenis sebaiknya :
 - 1) Perlu dilakukannya pengujian permeabilitas pasir cetak untuk memperkuat penelitian yang sudah ada.
 - 2) Perlu dilakukannya pengujian kadar air pada pasir cetak agar kandungan air pada pasir lebih akurat.
 - 3) Perlu ditambahkan perlakuan lain seperti perlakuan panas dan sejenisnya agar mendapatkan hasil coran yang paling baik.
 - 4) Apabila menggunakan variasi kadar air sebaiknya menggunakan variasi angka yang berdekatan untuk mengetahui kadar air yang paling baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ade Sanjaya, 2010 “Dasar Pengecoran dengan Ilmu Logam. <http://www.gudangmateri.com/2010/04/dasar-pengecoran-dengan-ilmu-logam.html>.
- Atmaja, S Tirta. 2006. Analisa Cacat Cor Pada Proses Pengecoran Burner Kompor. *ROTASI*, Vol. 8, No. 3.
- Beeley, P. 2001. *Foundry Technology Second Edition*. London: Butterworth Heinemann.
- Budiyono, Sidiq, dkk. Perbandingan Kualitas Hasil Pengecoran Pasir Cetak Basah Dengan Campuran Bentonit 3% Dan 5% Pada Besi Cor Kelabu. *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret.
- Chandra, Dewi dan Mh B, Dadang. 2010. Pengaruh Tinggi Pasir Terhadap Penentuan Nilai Permeabilitas Pasir. *Jurnal POLITEKNOLOGI*, Vol. 9, No. 3.
- Drihandono, S., dan Eko, E. (2016). Pengaruh Temperatur Tuang, Temperatur Cetakan, dan Tekanan Pada Pengecoran Bertekanan (High Pressure Die Casting/HPDC) Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Aluminium Paduan Silikon (Al-Si 7,79 %). *Jurnal Jurusan Teknik Mesin*, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Metro. Lampung.
- Hendronursito, Yusup. Potensi Pasir Lokal Tanjung Bintang Pada Aluminium Sand Casting Terhadap Porositas Produk Hasil Cor Aluminium. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, Vol. 1, No. 2.
- Khoerur, Roziqin. (2012). Pengaruh Model Sistem Saluran Pada Proses Pengecoran Aluminium Daur Ulang Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Coran Pulli Diameter 76mm Dengan Cetakan Pasir. *Doctoral Dissertation*. Universitas Wahid Hasyim.
- Khoirrudin, S. (2014). Pengaruh Variasi Jumlah Saluran Masuk Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan, Dan Ketangguhan Pengecoran Pulley Paduan Aluminium Al-Si Menggunakan Cetakan Pasir. *Jurnal Nosel*, 3(1).
- Love, G. dan Harun A.R. 1986. Teori dan Praktik Kerja Logam. Jakarta: Erlangga
- Mandala, Martinus. 2016. Struktur Mikro Dan Sifat Mekanis Aluminium (Al-Si) Pada Proses Pengecoran Menggunakan Cetakan Logam, Cetakan Pasir Dan Cetakan Castable. *POROS*, Vol. 14, No. 2.
- Mansur, Dedi dan Fatra, Warman. 2016. Pemanfaatan Pasir Sungai Rokan Sebagai Pasir Cetak Pengecoran Logam Aluminium Kaleng Minuman Bekas. *Skripsi*. Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta.

- Neff, David V. 2002. Understanding aluminium degassing. *Modern Casting*, p. 24-26.
- Raharja, A.B. 2011. *Teknik Pengecoran*. Yogyakarta: Insan Madani.
- Santosh, M. dkk. 2017. Mechanical Characterization and Microstructure analysis of Al C355.0 by Sand Casting, Die Casting and Centrifugal Casting Techniques. *Materials Today*, P. 4.
- Saputra, fajar. 2017. Pengaruh Variasi Penambahan Kadar Air Dengan Bahan Pengikat Bentonit Terhadap Karakteristik Pasir Cetak Dan Cacat Porositas Hasil Pengecoran Logam Paduan Al-Si. *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret.
- Sidharta, B. 2014. Pengaruh Konsentrasi Elektrolit Dan Waktu Anodisasi Terhadap Ketahanan Aus, Kekerasan Serta Ketebalan Lapisan Oksida Paduan Aluminium Pada Material Piston. *JURNAL TEKNOLOGI TECHNOSCIENTI*, Vol. 7, No. 1.
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Surdia, T. dan Cijiwa, K. 2000. *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Surdia, T dan Saito, S. 1999. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Wibowo, Agung D., dkk. 2013. Pengaruh Variasi Jenis Cetakan Dan Penambahan Serbuk Dry Cell Bekas Terhadap Porositas Hasil Remelting Al-9%Si Berbasis Piston Bekas. *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret.
- Widayat, W dan Budiyo, A. 2014. Pengaruh Kadar Air Pasir Cetak Terhadap Kalitas Coran Paduan Aluminium. *Jurnal Kompetensi Teknik*, Vol. 6, No.1.