

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian terdahulu

Berbagai penelitian mengenai proses pengecoran logam, khususnya pada material aluminium, telah banyak dilakukan untuk menganalisis pengaruh parameter proses terhadap kualitas hasil coran. Penelitian terdahulu menjadi dasar penting dalam memahami jenis cacat yang umum terjadi, faktor penyebabnya, serta upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalkan cacat selama proses produksi.

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu

No	Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian	Persamaan dengan Penelitian Ini	Perbedaan dengan Penelitian Ini
1	Hanafi, M. & Hadi, S. (2024)	<i>Analysis of Mechanical Properties of Recycled Aluminium Piston Castings</i>	Uji mekanik aluminium daur ulang	Aluminium hasil daur ulang memiliki sifat mekanik baik jika pengotor dikendalikan.	Sama-sama menggunakan aluminium daur ulang sebagai bahan baku.	Fokus pada uji tarik dan dampak, bukan uji kekerasan dan struktur mikro.
2	Sukamoto, U. & Dipog	<i>Proses Produksi Pulley Penggera</i>	Studi kasus industri dan	Pengendalian suhu dan penguangan	Sama-sama meneliti komponen	Berbasis industri skala

	usti, A. (2022)	<i>k dengan Metode Sand Casting dan Pengendalian Mutu Produk</i>	kontrol mutu	n menurunkan cacat inklusi dan penyusutan.	n pulley hasil sand casting.	besar, bukan pengecoran skala kecil.
3	Nurfajrie, M.R., Tami, F., Sipahutar, D.A., Dinata, A.S., & Hermanto, T. (2024)	<i>Pembuatan Gagang Sendok Bayi Menggunakan Teknik Pengecoran Logam Metode Sand Casting</i>	Eksperimen sand casting	Ditemukan cacat porositas dan penyimpangan dimensi akibat proses penuangan.	Sama-sama mengkaji cacat hasil pengecoran sand casting	Sama-sama mengkaji cacat hasil pengecoran sand casting
4	Jeon, M., & Lee, E (2023)	<i>Effect Of Grain Size On Residual Stress In AISi10Mn Mg Alloy</i>	Uji eksperimental pada Paduan AISi10 MnMg dengan variasi ukuran butir	Ukuran butir halus mengurangi tegangan sisa dan meningkatkan keuletan paduan	Relavan untuk menjelaskan efek pendinginan pada pembentukan struktur dendritik halus	Menggunakan Paduan AISi10 MnMg
5	M., & Netland, T. (2023)	<i>Introduction To Manufacturing: An Industrial Engineering</i>	Studi literatur dan analisis manajemen	Menjelaskan konsep efisiensi dan pengendalian	Sama-sama menekankan pentingnya	Penelitian mereka bersifat manajerial dan

		<i>ng And Management Perspective</i>	proses manufaktur	lian kualitas dalam proses manufaktur logam	pengendalian proses manufaktur dan kualitas produk pada industry logam	teoritis, sedangkan penelitian ini bersifat eksperimental material pada proses pengecoran alumini um daur ulang
--	--	--------------------------------------	-------------------	---	--	---

2.2 Pengertian Pulley

Pulley merupakan perangkat mekanik sederhana yang bekerja berdasarkan prinsip gaya dan jarak untuk memudahkan manusia dalam melaksanakan pekerjaan. Setiap jenis pulley, baik pulley tetap maupun pulley majemuk (compound), memiliki peranan signifikan dalam menghemat penggunaan tenaga, mentransmisikan daya, serta meningkatkan efisiensi operasional mesin (Sihaloho & Koswara, 2023).

2.2.1 Macam Macam Pulley

1. Pulley Alur

Pada pulley jenis alur ini ada yang terdiri dari alur rata dimana dalam hubungan dengan sabuk yang

berpenampang V juga alur V ganda yang menggunakan sabuk berbentuk V dan alur V.

2. *Pulley jenis tingkat*

Pulley ada yang bertingkat satu atau tunggal dimana hanya menggunakan satu sabuk dan bertingkat dua yang menggunakan sabuk ganda.

3. *Pulley Aluminium*

Pulley yang berbahan dasar aluminium ini proses pembuatannya menggunakan proses peleburan aluminium yang dicetak menyerupai pulley lalu difinishing menggunakan teknik pembubutan.

2.3 Pengertian Aluminium

Aluminium dipergunakan secara luas bukan saja untuk peralatan rumah tangga, tetapi juga dipakai untuk keperluan material pesawat terbang, otomotif, kapal laut, konstruksi dan lain-lain. Aluminium ditemukan oleh Sir Humphrey Davy pada tahun 1809 sebagai suatu unsur dan pertama kali direduksi oleh H . C . Oersted tahun 1825, secara industri tahun 1886 oleh Paul Heroult di Perancis dan C . M . Hall di Amerika Serikat secara terpisah telah memperoleh logam aluminium dan alumina dengan cara elektrolisa dari garamnya yang terfusi. Sampai sekarang proses Heroult Hall masih dipakai untuk memproduksi aluminium (Hachimi, Hassani, Ouaki, & Touhami, 2024).

Penggunaan aluminium setiap tahunnya adalah pada urutannya yang kedua setelah besi dan baja yang tertinggi diantara logam non ferro. Produksi aluminium tahunan di dunia mencapai 15 juta ton pertahun pada tahun 1981. Aluminium merupakan logam ringan mempunyai ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik yang baik lainnya sebagai sifat logam. Sebagai tambahan terhadap kekakuanya mekaniknya yang sangat meningkat dengan penambahan Cu, Mg, Si, Zn, Ni dan sebagainya. di dunia otomotif aluminium merupakan material yang menarik karena dapat menurunkan berat kendaraan dan penggunaan aluminium diharapkan dapat menekan kenaikan bahan bakar serta material ini juga mudah untuk didaur ulang (recyclable) (Faturrahman, Bahiy, & Carlotta, 2024).

Hal ini yang mendorong penggantian bagian dari besi (ferrous) menjadi aluminium. Keunggulan material aluminium terdapat pada berat jenisnya yang ringan dan kekuatannya yang dapat ditingkatkan sesuai dengan kebutuhan. Kekuatan aluminium biasanya ditingkatkan dengan cara paduan (*alloying*)

2.3.1 Sifat Sifat logam aluminium

Tabel 2.2 Fisik Fisik Aluminium

No	Sifat-sifat	Keterangan
1	Berat jenis	2,35 gram / cm ³

2	Rapat massa relatif	2,7 gram / cm ³
3	Temperatur pencairan	700-780 °C
4	Titik lebur	600 °C
5	Aluminium	<ul style="list-style-type: none"> • Paling ringan diantara logam yang sering digunakan. • Penghantar panas listrik yang tinggi • Lunak, ulet dan kekakuan tariknya rendah. • Tahan terhadap korosi.

2.3.2 Sifat Mekanik Material Aluminium

Perlu diketahui aluminium memiliki beberapa sifat yang menjadikannya sebagai salah satu bahan yang banyak dipergunakan dalam banyak Pengaplikasian, Otomotif, rumah tangga, maupun elektrik, karena beberapa sifat dari aluminium itu sendiri, yaitu:

1. Ringan

Aluminium memiliki sifat ringan, bahkan lebih ringan dari magnesium dengan densitas sekitar 1/3 dari densitas besi. Kombinasi ringan dengan kekuatan yang cukup baik membuat aluminium sering diaplikasikan pada kendaraan bermotor, pesawat terbang, alat-alat rumah tangga, maupun pada roket.

2. Mudah dalam pembentukannya

Aluminium merupakan salah satu logam yang mudah untuk dibentuk dan mudah dalam fabrikasi seperti forging, bending, rolling, casting, drawing, dan machining. Bahan aluminium juga mudah dibentuk menjadi bentuk yang kompleks dan tipis sekalipun, seperti bingkai jendela, lembaran aluminium foil, rel, gording, dan lain sebagainya.

3. Tahan terhadap korosi

Aluminium tahan terhadap korosi karena fenomena pasivasi. Pasivasi adalah pembentukan lapisan pelindung akibat reaksi logam terhadap komponen udara sehingga lapisan tersebut melindungi lapisan dalam logam dari korosi. Hal tersebut dapat terjadi karena permukaan aluminium mampu membentuk lapisan aluminium (Al_2O_3) bila bereaksi dengan oksigen.

4. Konduktivitas panas tinggi

Konduktivitas panas aluminium tiga kali lebih besar dari besi, maupun dalam pendinginan dan pemanasan. Sehingga aplikasi banyak digunakan pada radiator mobil, koil pada evaporator, alat penukar kalor, alat-alat masak, maupun komponen mesin.

5. Konduktivitas listrik tinggi

Konduktifitas listrik dari aluminium dua kali lebih besar dari pada tembaga dengan perbandingan berat yang sama. Sehingga sangat cocok digunakan dalam kabel transmisi listrik.

6. Tangguh pada temperatur rendah

Aluminium tidak menjadi getas pada temperatur rendah hingga -100°C , bahkan menjadi lebih keras dan ketangguhan meningkat. Sehingga aluminium dapat digunakan pada material bejana yang beroperasi pada temperatur rendah.

7. Tidak beracun

Aluminium tidak memiliki sifat racun pada tubuh manusia, sehingga sering digunakan dalam industri makanan seperti kaleng makanan dan minuman, serta pipa-pipa penyalur pada industri makanan dan minuman.

8. Mudah didaur ulang (*recyclable*)

Aluminium mudah untuk didaur ulang, bahkan 30% produksi aluminium di amerika berasal dari aluminium yang didaur ulang. Pembentukan kembali aluminium dari material bekas hanya membutuhkan 5% energi dari pemisahan aluminium dan bauksit

2.4 Proses Pengecoran

Proses pengecoran merupakan metode manufaktur yang dilakukan dengan cara mencairkan logam, kemudian menuangkannya ke dalam rongga cetakan hingga logam tersebut mengalami pembekuan dan membentuk produk sesuai dengan geometri cetakan. Tahapan dalam pembuatan produk coran meliputi proses peleburan logam, pembuatan dan persiapan cetakan, penuangan logam cair, pendinginan dan pembekuan, serta diakhiri dengan pembongkaran cetakan dan pembersihan hasil coran (Sukamto & Bawono, 2022).

Dalam upaya menghasilkan produk coran dengan kualitas yang baik dan komposisi material yang sesuai, terdapat beberapa faktor utama yang perlu dikendalikan. Faktor-faktor tersebut meliputi jenis dan kualitas bahan baku coran, kesesuaian komposisi paduan, kualitas material cetakan khususnya pada metode sand casting, sistem peleburan yang digunakan, pengendalian proses penuangan logam cair, serta tahapan pengerjaan akhir produk coran. Ketidakterkendalian salah satu faktor tersebut dapat memicu munculnya cacat dan menurunkan sifat mekanik hasil pengecoran (Wardana et al., 2025).

Perencanaan pembuatan suatu sistem saluran (gating system) dalam proses pengecoran sangat diperlukan karena untuk menghasilkan suatu produk cor yang baik diawali dari

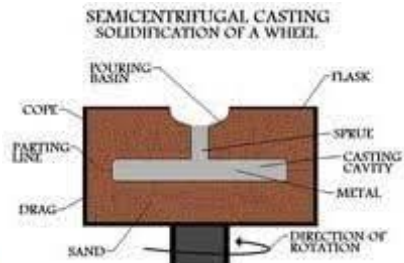
proses desain sistem saluran yang baik agar persentasi terjadinya 11 cacat pada produk cor dapat berkurang .

Dalam proses pengecoran, ada empat faktor yang berpengaruh atau merupakan ciri dari proses pengecoran,yaitu:

1. Adanya aliran logam cair ke dalam rongga cetak.
2. Terjadi perpindahan panas selama pembekuan dan pendinginan dari logam dalam cetakan.
3. Pengaruh material cetakan.
4. Pembekuan logam dari kondisi cair Dalam pembuatan logam.

2.4.1 Jenis Jenis Cetakan Pengecoran

1. Klasifikasi yang berkaitan dengan bahan pembentuk, proses pembentukan, dan metode pembentukan dengan logam cair, dapat dikategorikan sebagai berikut:
 - a. Expendable Mold
Yang mana tipe ini terbuat dari pasir, gips, keramik, dan bahan semacam itu dan umumnya dicampur dengan berbagai bahan pengikat (*bonding agents*) untuk peningkatan peralatan. Sebuah cetakan pasir khas terdiri dari 90% pasir, 7% tanah liat, dan 3% air.

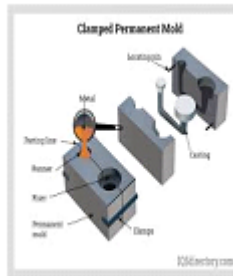


Gambar 2.1 Expandable mold

Materi-materi ini bersifat patah (bahwa, bahan ini memiliki kemampuan untuk bertahan pada *temperature* tinggi logam cair). Setelah cetakan yang telah berbentuk padat, hasil cetakan dipisahkan dari cetakannya (Pariri & Buyung, 2022).

b. *Permanent Molds*

Yang mana terbuat dari logam yang tahan pada *temperature* tinggi. Seperti namanya, cetakan ini digunakan berulang-ulang dan dirancang sedemikian rupa sehingga hasil cetakan dapat dihilangkan dengan mudah dan cetakan dapat digunakan untuk cetakan berikutnya.



Gambar 2.2 Permanent Mold

Cetakan logam dapat digunakan kembali karena bersifat konduktor dan lebih baik dari pada cetakan bukan logam yang terbuang setelah digunakan. Sehingga, cetakan padat terkena tingkat yang lebih tinggi dari pendinginan, yang mempengaruhi struktur mikro dan ukuran butir dalam pengecoran (Pariri & Buyung, 2022).

c. Composite molds

Yang mana terbuat dari dua atau lebih material yang berbeda (seperti pasir, grafit, dan logam) dengan menggabungkan keunggulan masing-masing bahan. Pembentuk ini memiliki sifat tetap dan sebagian dibuang dan digunakan di berbagai proses cetakan untuk meningkatkan kekuatan pembentuk, mengendalikan laju pendinginan, dan mengoptimalkan ekonomi keseluruhan proses pengecoran (Hanafi & Hadi, 2024).

2.4.2 Jenis Jenis Pengecoran

1. *Sand Casting*

Yaitu jenis pengecoran dengan menggunakan cetakan pasir .Jenis pengecoran ini paling banyak dipakai karena ongkos produksinya murah dan dapat membuat benda coran yang berkapasitas berton-ton.

2. *Centrifugal Casting*

Yaitu jenis pengecoran dimana cetakan diputar bersamaan dengan penuangan logam cair kedalam cetakan. Yang bertujuan agar logam cair tersebut terdorong oleh gaya sentrifugal akibat berputarnya cetakan. Contoh benda coran yang biasanya menggunakan jenis pengecoran

3. *Die Casting*

Yaitu jenis pengecoran yang cetakannya terbuat dari logam. Sehingga cetakannya dapat dipakai berulang-ulang. Biasanya logam yang dicor ialah logam non ferrous.

4. *Investment Casting*

Yaitu jenis pengecoran yang polanya terbuat dari lilin (wax), dan cetakannya terbuat dari keramik. Contoh benda coran yang biasa menggunakan jenis pengecoran ini ialah benda coran yang memiliki kepresisian yang tinggi misalnya rotor turbin.

2.4.3 Tahapan Proses Pengecoran

1. Pencetakan

Tahap pertama ini melibatkan pembuatan cetakan yang akan digunakan untuk membentuk logam cair menjadi bentuk yang diinginkan. Cetakan ini biasanya dibuat dari pasir atau bahan lainnya yang memiliki sifat tahan panas dan dapat membentuk rongga sesuai dengan desain produk yang akan dibuat. Menggunakan 2 buah rangka kayu ukuran 1x4 untuk menampung pasir silika. Benda sampel dibutuhkan untuk membuat pola diantara kedua buah rangka kayu yang sudah tersedia.

2. Peleburan

Pada tahap ini, material logam dipanaskan hingga mencapai titik lelehnya sehingga berubah menjadi cairan. Peleburan biasanya dilakukan dalam tungku yang dirancang khusus untuk mencapai suhu tinggi yang diperlukan untuk melelehkan logam. Timah Solder dilebur menggunakan tungku peleburan pada suhu 250°C.

3. Penuangan

Setelah logam meleleh, cairan logam tersebut kemudian dituangkan ke dalam cetakan yang sudah dipersiapkan pada tahap pencetakan. Proses ini harus

dilakukan dengan hati-hati untuk memastikan logam cair mengisi semua bagian cetakan secara merata tanpa meninggalkan rongga atau cacat. Timah solder yang sudah dilebur dituang ke dalam cetakan.

4. Pendinginan material

Tahap terakhir adalah pendinginan, di mana logam cair yang telah dituangkan ke dalam cetakan dibiarkan mengeras dan mendingin hingga mencapai suhu kamar. Selama proses pendinginan, logam akan mengkristal dan memperoleh kekuatan strukturalnya. Hasil produk pengecoran (Timah Solder) yang sudah dituang ke dalam cetakan dibiarkan membeku selama 10 menit.

2.5 Cacat Pengecoran

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 ketidak sempurnaan atau cacat (Seng & Junaidy, 2022). Cacat yang terjadi pada coran dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu :

1. Desain pengecoran dan pola
2. Pasir cetak dan desain cetakan dan inti,
3. Komposisi muatan logam

4. Proses peleburan dan penuangan
5. Sistem saluran masuk dan penambah

Cacat ini dapat mengakibatkan bertambahnya biaya produksi berupa perbaikan bahkan pembutan ulang. Komisi pengecoran internasional telah membuat penggolongan cacat-cacat coran dan dibagi menjadi sembilan macam, yaitu :Ekor tikus tak menentu atau kekasaran yang meluas, lubang-lubang/rongga, retakan, permukaan kasar, salah alir, kesalahan ukuran, inklusi dan struktur tak seragam, deformasi dan cacat-cacat tak Nampak (Jeon & Lee, 2023).

2.5.1 Macam Macam Cacat Pengecoran

1. Ekor tikus tak menentu atau kekasaran 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. Bentuk cacat ekor tikus dan kekasaran yang meluas dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.3 Cacat ekor tikus dan kekasaran yang meluas

Penyebab cacat ekor tikus atau kekasaran yang meluas disebabkan oleh :

- a. Kecepatan penuangan terlalu lambat
- b. Temperatur penuangan terlalu tinggi
- c. Ketahanan panas pasir cetak rendah
- d. Terjadi pemanasan setempat akibat letak saluran turun yang salah
- e. Pasir cetak banyak mengandung unsure kental atau lumpur
- f. Perbaikan cetakan yang tidak sempurna
- g. Pelapisan cetakan yang terlalu tebal
- h. Kepadatan cetakan pasir yang kurang
- i. Lubang angin pada cetakan kurang

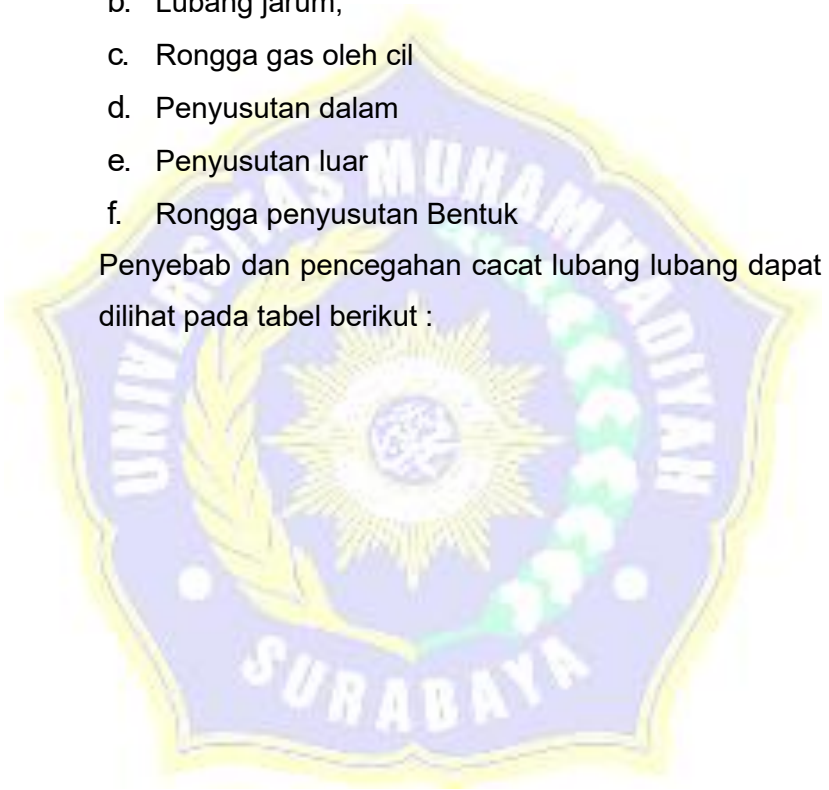
Untuk mencegah timbulnya cacat di atas dapat dilakukan dengan merencanakan pembuatan cetakan, peleburan dan penuangan yang baik.

2. Cacat lubang-lubang


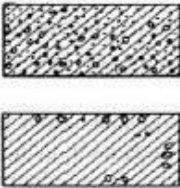
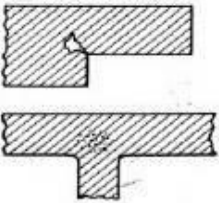

Cacat lubang-lubang memiliki bentuk dan akibat yang beragam. Bentuk cacat lubanglubang dapat dibedakan menjadi :

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

Penyebab dan pencegahan cacat lubang lubang dapat dilihat pada tabel berikut :

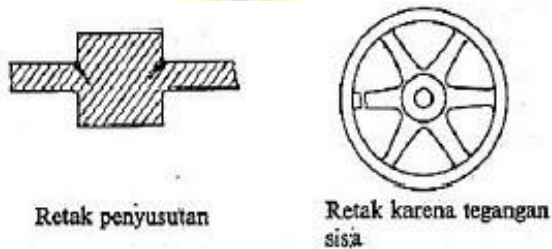


Tabel 2.3 Cacat lubang lubang

Bentuk cacat lubang	Penyebab	Pencegahan
<p>a. Rongga udara</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Logam cair teroksidasi Saluran cerat dan ladle tidak cukup kering Suhu penuangan terlalu rendah Penuangan terlalu lambat Cetakan kurang kering Permeabilitas pasir cetak kurang sempurna 	<ul style="list-style-type: none"> Diusahakan pada saat pencairan alas kokas dijaga agar logam tidak berada di daerah oksidasi. Suhu tuang logam sebelum penuangan, dipastikan sudah sesuai dan penuangan dengan cepat. Pembuatan cetakan yang teliti baik permeabilitas, pepadatan yang cukup, lubang angin yang cukup Diusahakan tekanan di atas dibuat tinggi
<p>b. Lubang jarum</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Terlalu banyak gas yang keluar dari cetakan Tekanan di atas terlalu rendah 	<ul style="list-style-type: none"> Diusahakan pada saat pencairan alas kokas dijaga agar logam tidak berada di daerah oksidasi. Suhu tuang logam sebelum penuangan, dipastikan sudah sesuai dan penuangan dengan cepat. Perencanaan dan peletakan penambah yang teliti. Menghilangkan sudut-sudut tajam pada cetakan Mendesain coran dengan radius yang cukup
<p>c. Penyusutan dalam</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Logam cair teroksidasi Temperatur penuangan terlalu rendah Bahan muatan logam banyak kotoran dan berkarat Perencanaan dan peletakan penambah tidak sempurna Tinggi penambah terlalu rendah 	<ul style="list-style-type: none"> Diusahakan pada saat pencairan alas kokas dijaga agar logam tidak berada di daerah oksidasi. Suhu tuang logam sebelum penuangan, dipastikan sudah sesuai dan penuangan dengan cepat. Perencanaan dan peletakan penambah yang teliti. Menghilangkan sudut-sudut tajam pada cetakan Mendesain coran dengan radius yang cukup
<p>d. Penyusutan luar</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Cetakan membengkak Cetakan pasir membentuk sudut-sudut tajam Radius coran yang terlalu kecil 	<ul style="list-style-type: none"> Diusahakan pada saat pencairan alas kokas dijaga agar logam tidak berada di daerah oksidasi. Suhu tuang logam sebelum penuangan, dipastikan sudah sesuai dan penuangan dengan cepat. Perencanaan dan peletakan penambah yang teliti. Menghilangkan sudut-sudut tajam pada cetakan Mendesain coran dengan radius yang cukup

3. Cacat retakan

Cacat retakan dapat disebabkan oleh penyusutan atau akibat tegangan sisa. Keduanya dikarenakan proses pendinginan yang tidak seimbang selama pembekuan. Bentuk cacat retakan dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 2.4 Cacat retakan

Penyebab cacat retakan adalah :

- a. Perencanaan coran yang tidak memperhitungkan proses pembekuan, seperti perbedaan tebal dinding coran yang tidak seragam
- b. Pemuaiian cetakan, dan inti menahan pemuaiian dari coran.
- c. Ukuran saluran turun dan penambah yang tidak memadai.


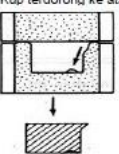
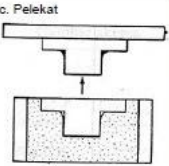
Upaya untuk mencegah cacat retakan adalah sebagai berikut:

- a. Menyeragamkan proses pembekuan logam dengan memanfaatkan cil bila perlu.

- b. Pengisian logam cair dari beberapa tempat
 - c. Waktu penuangan harus sesingkat mungkin
 - d. Menghindakan coran yang memiliki sudut-sudut tajam.
 - e. Menghindakan perubahan mendadak pada dinding cora
4. Cacat Permukaan Kasar

Cacat permukaan kasar menghasilkan coran yang permukaannya kasar. Cacat ini dikarenakan oleh beberapa faktor seperti: cetakan rontok, kup terdorong ke atas, pelekat, penyinteran dan penetrasi logam. Bentuk, penyebab dan pencegahan cacat permukaan kasar dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.4 Cacat permukaan kasar

Bentuk cacat lubang	Penyebab	Pencegahan
<p>a. Cetakan rontok</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bagian cetakan yang lemah runtuh ▪ Cetakan runtuh saat penarikan pola ▪ Kemiringan pola kurang ▪ Cetakan kurang padat ▪ Kekuatan pasir cetak kurang 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat dan teliti saat pembuatan cetakan
<p>b. Kup terdorong ke atas</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bagian yang cembung dari cetakan rontok dan pecahan pasir jatuh dalam cetakan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kedua permukaan pisah harus rata dan betul-betul rapat ▪ Pemeriksaan bagian dalam cetakan sebelum penuangan
<p>c. Pelekat</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pasir melekat pada pola ▪ Pasir panas, kadar air dan lempung yang kurang ▪ Pemdatan cetakan yang tidak memadai ▪ Bubuk pemisah tidak baik ▪ Kemiringan pola tidak cukup ▪ Getaran yang kurang saat penarikan pola 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pasir harus cukup dingin ▪ Pola logam harus dipanaskan mula ▪ Menggunakan pasir yang kekuatannya cukup ▪ Menggunakan bubuk pemisah yang baik ▪ Kemiringan pola harus sesuai ▪ Menarik pola dengan getaran

Bentuk cacat lubang	Penyebab	Pencegahan
	<ul style="list-style-type: none"> Cetakan tidak diperbaiki saat pasir cetak melekat pada pola saat ditarik 	<ul style="list-style-type: none"> yang cukup. Memperbaiki cetakan yang tidak sempurna
<p>d. Penyinteran</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Logam cair memiliki tegangan permukaan yang kecil Logam cair memiliki tekanan static dan dinamik yang berlebihan Suhu tuang yang terlalu tinggi Pasir terlalu kasar Pemadatan pasir kurang Bahan pengikat terlalu banyak Tahanan panas pasir kurang 	<ul style="list-style-type: none"> Menggunakan pasir yang tahanan panasnya tinggi Oksida besi harus dicampur baik ke dalam pasir Pemadatan pasir harus cukup Menggunakan distribusi kekasaran pasir yang sesuai.
<p>e. Penetrasi logam</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Logam cair memiliki tekanan static dan dinamik yang berlebihan Pemadatan pasir kurang Tahanan panas pasir kurang 	<ul style="list-style-type: none"> Menggunakan pasir yang tahanan panasnya tinggi Pemadatan pasir harus cukup Memperhitungkan tumbukan aliran logam.

5. 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.

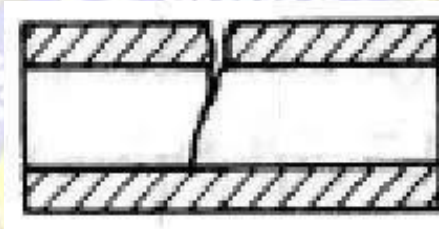
Penyebab cacat salah alir yaitu :

- Coran terlalu tipis
- Temperatur penuangan terlalu rendah
- Laju penuangan terlalu lambat
- Aliran logam cair tidak seragam akibat sistem saluran yang jelek.
- Lubang angin pada cetakan kurang
- Sistem penambah yang tidak sempurna

Pencegahannya adalah sebagai berikut :

- a. Temperatur tuang harus cukup tinggi
- b. Kecepatan penuangan harus cukup tinggi
- c. Perencanaan sistim saluran yang baik
- d. Lubang angin harus ditambah
- e. Menyempurnakan sistim penambah

Bentuk cacat salah alir dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.5 Cacat salah alir

6. 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.

7. 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. Bentuk, penyebab dan pencegahan cacat inklusi dan struktur tidak seragam dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.5 Cacat Inklusi dan struktur tak seragam


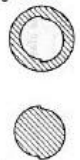
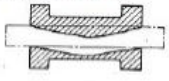
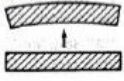
Bentuk cacat lubang	Penyebab	Pencegahan
<p>a. Inklusi terak</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Logam cair teroksidasi ▪ Penyingkiran terak belum bersih ▪ Perencanaan saluran turun tidak sempurna ▪ Waktu penuangan yang terlalu lama 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menjaga logam cair tidak teroksidasi ▪ Penyingkiran terak sampai bersih ▪ Perencanaan saluran tuang yang cermat dan teliti
<p>b. Inklusi pasir terak</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tahanan panas yang rendah dari bahan pelapis ladle ▪ Permukaan cetakan yang lemah ▪ Ketahanan panas pasir cetak kurang ▪ Pembersihan yang kurang pada rongga cetak 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menggunakan bahan pelapis ladle yang tahan panasnya baik ▪ Pembersihan bagian dalam cetakan sebelum penuangan ▪ Menggunakan pasir yang tahanan panasnya tinggi ▪ Pemadatan pasir harus cukup
<p>c. Cil</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Komposisi logam tidak memadai ▪ Pendinginan yang cepat ▪ Kadar karbon dan silikon yang rendah ▪ Logam cair mendapat panas lanjut 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menentukan komposisi logam yang tepat ▪ Pendinginan perlahan-lahan ▪ Kadar karbon dan silikon harus cukup ▪ Mencegah panas lanjut

Bentuk cacat lubang	Penyebab	Pencegahan
d. Cil terbalik 	<ul style="list-style-type: none"> Kelebihan kadar belerang Kadar mangan kurang 	<ul style="list-style-type: none"> Mengurangi kadar belerang Menambah kadar mangan

8. Deformasi

Cacat deformasi dikarenakan perubahan bentuk coran selama pembekuan akibat gaya yang timbul selama penuangan dan pembekuan. Bentuk, penyebab dan pencegahan cacat deformasi dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 2.6 Cacat Deformasi

Bentuk cacat lubang	Penyebab	Pencegahan
a. Membengkok 	<ul style="list-style-type: none"> Kekuatan tekan pasir cetak kurang Pemadatan pasir cetak tidak seragam 	<ul style="list-style-type: none"> Meningkatkan kekuatan tekan pasir cetak Pemadatan pasir cetak dibuat seragam
b. Pergeseran 	<ul style="list-style-type: none"> Pergeseran titik tengah pola Pergeseran pena dan kotak inti Pergeseran titik tengah cetakan Pergeseran setelah pemasangan cetakan 	<ul style="list-style-type: none"> Cermat dan teliti pada saat pembuatan cetakan Cermat dan teliti pada saat pemasangan inti. Cermat pada saat pemasangan kup dan drag.
c. Perpindahan inti 	<ul style="list-style-type: none"> Inti terapung Penahan inti tidak kuat 	<ul style="list-style-type: none"> Telapak inti diperkuat Menggunakan penyangga pada pemasangan inti
d. Pelenturan 	<ul style="list-style-type: none"> Perbedaan tegangan selama pendinginan dan penyusutan 	<ul style="list-style-type: none"> Memperhitungkan bentuk coran dengan cermat

9. Cacat-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. Bentuk cacat struktur butir terbuka dapat dilihat pada gambar.8, Penyebab cacat ini adalah komposisi kadar C, Si dan P yang tidak sesuai. Pencegahan cacat ini adalah dengan merencanakan logam coran dengan kadar C, Si dan P yang sesuai.



Gambar 2.6 Cacat-cacat tak tampak

2.6 Bahan coran atau material

Pada dasarnya semua logam yang mampu dicairkan dapat dibentuk dengan proses pengecoran. Bahan-bahan ini umumnya memiliki titik leleh yang rendah sampai menengah. Untuk bahan yang titik cairnya tinggi jarang dilakukan dengan proses pengecoran. Pada parakteknya bahan-bahan logam yang umum dilakukan pembentukan dengan proses

pengecoran adalah bahan besi, aluminium, tembaga, magnesium, timah

1. Besi (Fe)

Besi cor (cast Iron) dapat didefinisikan sebagai paduan besi yang memiliki kadar karbon lebih dari 1,7 %. Umumnya kadar karbon ini berada pada kisaran antara 2,4 hingga 4 %, merupakan bahan yang relatif mahal, dimana bahan ini diproduksi dari besi kasar atau besi baja rosok. Produk besi cor memiliki fungsi mekanis sangat penting dan diproduksi dalam jumlah besar.

Prosesnya sering dilakukan dengan cara menambahkan unsur graphite ke dalam ladle sebagai pengendali. Paduan besi cor (alloy iron castings) bahannya telah dilakukan penghalusan (refined) dan pepaduan besi kasar (pig iron). Produk-produk seperti crankshaf, connecting rod dan element dari bagian-bagian mesin sebelumnya dibuat dari baja tempa (steel forgings), sekarang lebih banyak menggunakan high-duty alloy iron casting. Benda-benda cor dapat membentuk bagian bentuk yang rumit dibandingkan dengan bentuk-bentuk benda hasil tempa (wrought) kendati diperlukan proses machining, akan tetapi dapat diminimalisir dengan memberikan kelebihan ukuran

sekecil mungkin dari bentuk yang dikehendaki (smaller allowance), oleh karena itu produk penuangan relatif ukurannya dlebihkan sedikit (Nurfajrie, Tamimi, & Sipahutar, 2024).

2. Aluminium (Al)

Aluminium casting merupakan suatu cara (metode) pembuatan paduan logam aluminium dengan menggunakan cetakan (die casting atau sand casting) dengan cara melebur paduan logam yang kemudian dituang didalam suatu cetakan sehingga mengalami pendinginan (solidification) didalam cetakan. Aluminium dipilih sebagai bahan dasar casting karena memiliki beberapa sifat yaitu :

- a. Aluminium merupakan unsur dengan massa jenis yang rendah (2.7 g/cm^3) sehingga dapat menghasilkan paduan yang ringan .
- b. Temperatur leburnya rendah (660.32 derajat celcius) sehingga dapat meminimalkan energi pemanasan.
- c. *Flowability* nya baik, kemampuan mengisi rongga–rongga cetakan baik.

Untuk menghasillkan paduan yang memiliki mechanical properties yang baik (tounest, tensile strength, ductility, wear resistace, etc) maka diperlukan adanya

unsur paduan lain pada logam aluminium. Logam – logam yang ditambahkan yaitu Silikon (Si). Silikon memiliki sifat mampu alir yang baik (fluidity) sehingga akan memudahkan logam cair untuk mengisi rongga–rongga cetakan. Selain itu Silikon juga tahan terhadap hot tear (perpatahan pada metalcasting pada saat solidification karena adanya kontraksi yang merintang). Sifat AlSi dapat menghasilkan sifat–sifat yang baik, yaitu: good castability, good corrosion resistance, good machinability, dan good weldability

3. Tembaga

Tembaga digunakan secara luas sebagai salah satu bahan teknik, baik dalam keadaan murni maupun paduan. Tembaga memiliki kekuatan tarik hingga 150 N/mm² dalam bentuk tembaga tuangan dan dapat ditingkatkan hingga 390 N/mm² melalui proses pengerjaan dingin dan untuk jenis tuangan angka kekerasannya hanya mencapai 45 HB namun dapat ditingkatkan menjadi 90 HB melalui pengerjaan dingin, dimana dengan proses pengerjaan dingin ini akan mereduksi keuletan, walaupun demikian keuletannya dapat ditingkatkan melalui proses annealing (lihat proses perlakuan panas) dapat menurunkan angka kekerasan serta tegangannya atau yang disebut

proses “temperature” dimana dapat dicapai melalui pengendalian jarak pengerjaan setelah annealing. Tembaga memiliki sifat thermal dan electrical konduktifitas nomor dua setelah Silver. Tembaga yang digunakan sebagai penghantar listrik banyak digunakan dalam keadaan tingkat kemurnian yang tinggi hingga 99,9 %. Sifat lain dari tembaga ialah sifat ketahanannya terhadap korosiatmospheric serta berbagai serangan media korosi lainnya. Tembaga sangat mudah disambung melalui proses penyoderan, Brazing serta pengelasan. Tembaga termasuk dalam golongan logam berat dimana memiliki berat jenis 8,9 kg/m³ dengan titik cair 1083°C.

4. Timah (Sn)

Timah merupakan unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki symbol Sn dan nomor atom 50 serta massa atom 118.17.

a. Sifat umum

- 1) Nama, simbol : Timah, Sn
- 2) Pengucapan : Tin
- 3) Penampilan : Silvery (left, beta) or gray (right, alpha)

b. Timah di tabel periodic

- 1) Nomor atom : 50

- 2) Golongan, blok : Golongan 14 (Golongan Karbon), Blok -p
- 3) Periode : Periode 5 Kategori
- 4) Unsur : Logam pascatransisi
- 5) Bobot atom standar : 118.710
- 6) Konfigurasi elektron: [Kr] 4d¹⁰5s²5p²
- 7) Perkelopak : 2, 8, 18, 4

c. Sifat Fisika

- 1) Fase : Solid
- 2) Titik lebur : 505.08 K (231.93 °C, 449.47 °F)
- 3) Titik didih : 2875 K (2602 °C, 4716 °F)
- 4) Kepadatan : (white) 7.365 g/cm³
- 5) Mendekati s.k (gray) 5.769 g/cm³ Saat cair 6.99 g/cm³
- 6) Kalor peleburan : (white) 7.03 kJ/mol
- 7) Kalor penguapan : (white) 296.1 kJ/mol
- 8) Kapasitas kalor molar: (white) 27.112 J/(mol.K)

Timah adalah logam post-transisi keperakan, dapat ditempa, tidak mudah teroksidasi sehingga tahan karat dan juga sering ditemukan dalam logam paduan dan digunakan untuk melapisi logam lain untuk mencegah karat. Secara garis besar, pengolahan bijih timah menjadi logam timah terdiri dari operasi

konsentrasi/mineral dressing, dan ekstraksi yaitu peleburan atau smelting pemurnian atau refining.

5. Timah Hitam/Lead (Pb)

Timah hitam (timbel atau timbal) adalah unsur kimia dengan lambang Pb dan nomor atom 82. Unsur ini merupakan logam berat dengan massa jenis yang lebih tinggi dari pada banyak bahan yang ditemui sehari-hari. Timbal memiliki sifat lunak, mudah ditempa, dan bertitik leleh rendah. Saat dipotong, timbal berwarna perak mengilat kebiruan, tetapi jika terpapar udara permukaannya akan berubah menjadi warna abu-abu buram. Timbal adalah unsur stabil bernomor atom tertinggi dan tiga diantaranya isotopnya adalah hasil akhir peluruhan berantai unsur-unsur yang lebih besar (Ilham, Faiz, Adzima, Heryanto, & Ferdinand, 2023).

a. Sifat umum

- 1) Nama , simbol : Timbal, Pb
- 2) Penampilan : Abu-abu metalik

b. Timbal periodic

- 1) Nomor atom : 82
- 2) Golongan , blok : Golongan 14 (Golongan Karbon), Blok-p Periode : Periode 6
- 3) Kategori unsur : Logam pascatransisi

- 4) Bobot atom standar : 207,2
- 5) Konfigurasi elektron : $[\text{Xe}] 4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^2$
- 6) Perkelopak : 2, 8, 18, 32, 18, 4

c. Sifat fisika

- 1) Fase : Solid
- 2) Titik lebur : 600,61 K (327,46 °C, 621,43 °F)
- 3) Titik didih : 2022 K (1749 °C, 3180 °F)
- 4) Kepadatan : 11,34 g/cm³ Saat cair : 10,66 g/cm³
- 5) Kalor peleburan : 4,77 kJ/mol
- 6) Kalor penguapan : 179,5 kJ/mol
- 7) Kapasitas kalor molar : 26,650 J/(mol.K)

