

## **BAB II**

### **TINJUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

1. Penelitian tentang paduan AL-SI telah banyak dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Hafis, Lalu Alpan, (2016) menganalisa penambahan unsur Ti-B (Titanium-Boron) sebanyak 0,02 % pada paduan aluminium 50 % Al-50% (Al-Si) menggunakan cetakan pasir sand casting pada dua jenis variasi pemanasan suhu cetakan yaitu 200 C dan 300 C. Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat mekanis dan fisis paduan aluminium tersebut yaitu pengujian tarik Tensile Strength, Kekerasan Hardness, dan metalografi dengan mikroskop optik. Hasil pengujian maksimum terjadi pada bahan paduan Al-Si dengan penambahan Ti-B 0,02% dan dengan pemanasan suhu cetakan 200 C menghasilkan tegangan tarik maksimum sebesar 618,8 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan untuk pengujian kekerasan (Vickers Hardness Number) menghasilkan angka kekerasan sebesar 103 Kg/mm<sup>2</sup>, dan untuk hasil metalografi diperoleh data struktur yang terbentuk adalah fase hypereutectic silikon yang membentuk fasa silikon primer. Fasa tersebut memberikan ketahanan aus yang tinggi.
2. Solechan, (2010) meneliti variasi dari pemanasan bertemperatur 700 C, 750, 800 C, dengan komposisi paduan piston yaitu : 75% piston bekas + 25% ADC 12, 50% piston bekas + ADC 12, 25% piston bekas + 75% ADC 12, piston bekas murni dan ADC 12 murni dengan insert ST 60 dan

besi cor. Karakteristik material yang digunakan meliputi uji komposisi kimia, struktur mikro kekerasan mikro, makro dan kekuatan geser. Hasil prototipe paduan material piston yang terbaik yaitu 113,2 HVN, kekuatan geser 24,58 Mpa dicapai pada komposisi 25% piston bekas + 75% ADC 12, insert besi cor dengan temperatur penuangan 700C.

3. Gazanion, dkk (2002) menyarankan bahwa agar tidak terlalu lama menahan logam cair dalam dapur, karena akan terjadi penggumpalan dan pengendapan dari penghalus butir Ti-Bi sebelum dituang ke cetakan. Penambahan penghalus butir Ti-Bi pada paduan AL-Si mempengaruhi bentuk pori, karena Ti-Bi mempengaruhi proses solidifikasi sehingga merubah bentuk morfologi dendrite, yakni dari bentuk columnar ke bentuk equiaxed. Dimana pori tumbuh pada batas butir dan menghasilkan pori berbentuk bula. Ti-Bi sebagai penghalus butir tidak terlalu signifikan mempengaruhi sifat fluiditas logam cair.
4. Suherman, (2009) dalam penelitiannya yang menambahkan Sr atau Ti-B terhadap struktur mikro dan fluiditas pada paduan seperti Al-6% Si-0,7%Fe didapatkan hasil bahwa penambahan elemen paduan seperti Sr atau Ti-B sangat signifikan mempengaruhi sifat fluiditas logam cair pada paduan Al-6%Si0,7%Fe, terutama pada rongga cetakan yang sangat tipis. Penambahan Sr kedalam paduan A-6%Si0,7%Fe cenderung menurunkan sifat fluiditas logam cair. Begitu juga dengan penambahan Ti-B pada paduan Al-6%Si0,7%Fe sifat fluiditas logam cair menjadi berkurang.

### 2.1.1 Alumunium

Didalam buku Nasmi halaman 97-98 menjelaskan bahwa alumunium (Al) ialah logam yang sangat mengkilap dengan titik cair  $660^{\circ}\text{C}$  dan logam yang berwarna putih terang yang sangat tahan terhadap pengaruh Atmosphere juga bersifat konduktor listrik dan konduktor termal dengan koefisien yang sangat tinggi. Kromium bersifat non magnetik. Secara komersial Al memiliki tingkat kemurnian hingga 99.9%, dan kekuatan tarik Al bukan paduan sebesar  $60\text{N/mm}^2$  dan dapat ditingkatkan hingga  $140\text{ N/mm}^2$  dengan pengerjaan dingin. Logam Al dalam keadaan murni sangat lunak, ringan, tidak beracun (sebagai logam), non-magnetik. Al juga mudah dibentuk, dimesin, dan dituang. Untuk meningkatkan kekuatannya maka alumunium dipadu dengan beberapa jenis logam lain yang memiliki stuktural kristal yang sama. Al paduan kemudian diklasifikasikan ke dalam beberapa seri sesuai dengan logam pepadunya. Logam Al murni diperoleh dari proses ekstraksi bijih logamnya yang disebut Bauskit dengan proses elektrolisis. Proses elektrolisis yang melibatkan energi listrik untuk membebaskan logam alumunium dari pengotor bijihnya dinamakan proses Bayer. Bijih Bauskit yang berasal dari lambang tidak bisa begitu saja direduksi dengan reduktor seperti pada proses pengelolaan besi baja. Bijih bauskit harus dirubah terlebih dahulu menjadi alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) untuk dapat diekstrak logam alumuniumnya. Alumina kemudian dicampur dengan elektrolit yang disebut *cryollite* pada saat proses elektrolisis. Logam alumina kemudian akan terkumpul pada katoda dan akan di *stripping* lalu disebarkan kembali dan di cetak menjadi ingot.

Dalam buku Surdia dan Saito, 1984 menjelaskan bahwa Paduan Al adalah campuran aluminium dengan logam lain disebut paduan (Alloy). Al sering dengan Tembaga, Zine, Mangan, Silikon, atau Magnesium. Mereka lebih ringan dan lebih tahan korosi daripada baja karbon biasa, namun tidak tahan korosi sebagai aluminium murni. Permukaan paduan aluminium tetap bersinar dalam lingkungan kering karena pembentukannya jelas, mencegah lapisan oksidasi. Korosi galvanis dapat terjadi dengan cepat ketika paduan Al ditempatkan dalam kontak listrik dengan baja stainless, atau logam lain yang berpotensi lebih negatif daripada aluminium paduan, dalam lingkungan basah.

**Tabel 2.1** Jenis paduan Aluminium dan paduannya (sumber, Nasmi, 2018, 100)

Seri Paduan	Paduan Utama	Sifat-Sifat	Industri
1xxx		<i>High corrosion resistance, high electrical and thermal conductivity, easy workability</i>	<i>Elektrical and chemical</i>
2xxx	Tembaga (Cu)	<i>High strength</i>	<i>Aircraft, automobile</i>
3xxx	Mangan (Mn)	<i>Combines moderate strength with good workability</i>	<i>Construction, automobile (truck bodies)</i>
4xxx	Silikon (Si)	<i>Lower melting point, not brittle</i>	<i>Automotive, mechanical engineering</i>
5xxx	Magnesium	<i>Moderate/high strength. Very</i>	<i>Packaging</i>

	(Mg)	<i>high corrosion resistance</i>	<i>(cransheet)</i>
6xxx	Magnesium/Silikon	<i>Medium strenght, corrosion resistant and heat treatable</i>	<i>Construction, transport and engineering</i>
7xxx	Seng (Zn)	<i>Very hig strenght</i>	<i>Aircraft, other applications requiring high strenght/weight rations</i>
8xxx	Various	<i>Specific, example : alloying with tin (Sn) for high fatigue strenght</i>	<i>Very high stress engineering applications</i>

### 2.1.2 Paduan Aluminium

Paduan alumunium banyak dipakai dalam industri yang dapat dibagi dalam dua golongan utama :

- a. Paduan tempa : dibuat melalui pengerolan, pmebentukan, penarikan, penempaan dan pengerjaan tekan.
- b. Paduan tuang dibuat berdasarkan pengetuangan : paduan alumunium tempa mempunyai kekuatan mekanik yang tinggi mendekati baja. Paduan ini dibedakan lagi berdasarkan dapat diperlakukan panas (*heat treatment*) dan tidak dapat diperlakukan panas (*heat treatment*).

Paduan aluminium yang tak dapat dipanaskan adalah Al-Mn (1,3% Mn) dan Al-Mg.Mn (2,5% Mg dan 0,3% Mn). Mereka memiliki kekuatan mekanik yang tinggi, ulet, tahan korosi dan dapat dilas. Paduan aluminium tuang merupakan paduan yang kompleks dari aluminium dengan tembaga, nikel, besi, silikon dan unsur lain.

*Duraluminium* adalah paduan Al-Cu-Mg, dimana Mg dapat ditambahkan untuk meningkatkan kekuatan, dan ketahanan korosi, demikian juga dengan penambahan Si dan Fe. Komposisi dural : 2,2-5,2% Cu, diatas 1,75% Mg, diatas 1% Si, diatas 1% Fe, dan diatas 1% Mn. Paduan aluminium yang terdiri dari 8-14% Si disebut silumin. Paduan aluminium dengan (10-13% Si dan 0,8% Cu) dan (8-10% Si, 0,3% Mg dan 0,5% Mn) mempunyai sifat-sifat dapat dituang dengan baik dan tahan korosi serta ulet. (Nasmi, 2018, 104-105)

### **2.1.3 Ti-B (Titanium-Baron)**

Titanium ditemukan di Cornwall, Kerajaan Britania Raya pada tahun 1791 oleh William Gregor dan dinamai oleh Martin Heinrich Klaproth dari mitologi Yunani Titan. Elemen ini ada di antara deposit-deposit berbagai mineral, diantaranya rutil dan ilmenit, yang banyak terdapat pada kerak bumi dan litosfer, serta pada hampir semua makhluk hidup, batuan, air, dan tanah. Logam ini diekstrak dari bijih mineralnya melalui proses Kroll atau proses Hunter. Senyawanya yang paling umum, titanium dioksida, adalah fotokatalisator umum dan digunakan dalam pembuatan pigmen putih. Senyawa lainnya adalah titanium

tetraklorida, komponen layar asap dan katalis; dan titanium triklorida, digunakan sebagai katalis dalam produksi polipropilena.

Titanium adalah sebuah unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki simbol Ti dan nomor atom 22. Unsur ini merupakan logam transisi yang ringan, kuat, berkilau, tahan korosi (termasuk tahan terhadap air laut, aqua regia, dan klorin) dengan warna putih-metalik- keperakan. Ti-B ini berfungsi sebagai penghalus butir (*grain refiner*). Ti-B sangat penting sekali dalam memperbaiki sifat dari aluminium paduan seperti sifat mekanis, mengurangi porositas, lebih tahan terhadap retak panas (*hot cracking*), merubah struktur dan memperbaiki hasil akhir pada permukaannya. Umumnya pada paduan Al-Si ditambahkan penghalus butir Ti-B sebagai inoculan, ada beberapa jenis penghalus butir baru yang diperkenalkan seperti Ti-B ataupun Ti-C yang setiap penghalus butir tersebut mempunyai ciri dan manfaat yang spesifik .

Logam titanium sangat terkenal sekali dengan kekuatannya yang dapat serupa dengan beberapa baja tapi lebih ringan daripada baja (sekitar 45% lebih ringan). Logam ini juga terkenal dengan ketahanan korosinya yang baik. Akan tetapi kekuatannya tidak mampu bertahan pada suhu 430<sup>0</sup> C (mengalami perlunakan). Proses ekstraksinya menggunakan proses Kroll atau proses Hunter dari bijih logamnya yaitu *rutile* atau *ilmenite* yang terdapat di kerak bumi. Logam titanium lebih banyak diaplikasikan sebagai elemen paduan untuk pada baja maupun aluminium. Pada baja titanium juga meningkatkan kekuatan dari aluminium.

Titanium (Ti) memiliki warna putih kelabu, sifatnya yang kuat seperti abaj dan stabil hingga suhu 400<sup>0</sup>C, tahan korosi dan memiliki berat jenis, (p) = 4.5 kg/dm<sup>3</sup>. Titanium digunakan sebagai unsur pemurni pada baja serta sebagai bahan paduan dengan alumunium dan logam lainnya. Titanium memiliki kekuatan tarik 470 N/mm<sup>2</sup> dan titik cair 1660<sup>0</sup>C.

Titanium tidak termasuk logam baru walaupun pengembangannya baru dilakukan pada tahun 1949, karena sebenarnya Ti telah terdeteksi sejak tahun 1789 dalam bentuk *Oxide Silicon*, karena pengaruh oksigen maka pada saat itu tidak memungkinkan untuk dilakukan extraction, dimana Ti merupakan bagian penting dari oksigen, namun pada akhirnya ditemukan metode pemurnian Ti ini melalui pemanasan dengan karbon dan klorine, kemudian dengan Magnesium dan dengan Sodium pada suhu pemanasan antara 800<sup>0</sup>C hingga 900<sup>0</sup>C yang menghasilkan *Titanium Tetrachlorite* sebagai produk awal dari Ti yang selanjutnya menggunakan *Magensium chloride* atau *Sodium chloride*.

Boron adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang B dan nomor atom 5. Elemen *metalloid trivalen*, boron banyak terdapat di batu borax Ada dua alotrop boron: boron amorfus adalah serbuk coklat, tetapi boron metalik berwarna hitam. Bentuk metaliknya keras (9,3 dalam skala Moh) n konduktor yang buruk dalam suhu ruang. Tidak pernah ditemukan bebas dalam alam. Penambahan penghalus butir Ti-B pada paduan Al-(Al-Si) dapat bentuk pori, dimana pori tumbuh pada batas butir dan menghasilkan pori berbentuk bulat, sehingga bentuk permukaan jadi lebih baik halus karena ada penambahan Ti-B pada proses pengecoran.



### **2.1.4 Transformasi Fase Pada Logam**

Sebagian besar transformasi bahan padat tidak terjadi terus menerus sebab ada hambatan yang menghalangi jalannya reaksi dan bergantung terhadap waktu. Contoh, umumnya transformasi membentuk minimal satu fase baru yang mempunyai komposisi atau struktur kristal yang berbeda dengan bahan induk (bahan sebelum terjadinya transformasi). Pengaturan susunan atom terjadi karena proses difusi. Secara struktur mikro, proses pertama yang terjadi pada transformasi fasa adalah nukleasi yaitu pembentukan partikel sangat kecil atau nuklei dari fase baru. Nuklei ini akhirnya tumbuh membesar membentuk fasa baru. Pertumbuhan fase ini akan selesai jika pertumbuhan tersebut berjalan sampai tercapai fraksi keseimbangan. Laju transformasi yang merupakan fungsi waktu (sering disebut kinetika transformasi) adalah hal yang penting dalam perlakuan panas bahan. Pada penelitian kinetik akan didapat kurva S yang diplot sebagai fungsi fraksi bahan yang bertransformasi vs waktu (logaritmik).

### **2.1.5 Pegecoran**

#### **1. Pegecoran**

Proses pengecoran adalah suatu proses pembuatan yang pada dasarnya merubah bentuk logam dengan cara mencairkan logam, kemudian dimasukkan ke dalam suatu cetakan dengan dituang atau ditekan. Di dalam cetakan ini logam cair akan membeku dan menyusut. Produk hasil pengecoran dapat langsung dipakai sebagai produk akhir. Akan tetapi kebanyakan masih memerlukan proses lanjut seperti proses pemotongan, penyambungan, pembubutan, atau perlakuan phisis atau proses penyelesaian lain.

Didasarkan di atas jenis bahan pola model cetakan dan cara penuangannya, maka proses pengecoran dapat dibedakan:

1. Proses pengecoran dengan pasir sebagai bahan cetakan (*Sand casting*)
2. Proses Pengecoran sentry fugal (*Centrifugal Casting*)
3. Dengan cetakan permanen (*Permanent Mold Casting*)
4. Cetak tekan (*Die Casting*)
5. Pola hilang (*Investment Casting*)

## **2. Pola**

Pola merupakan bentuk tiruan dari benda kerja yang sebenarnya dan digunakan untuk membuat rongga cetakan. Bahan pola yang sering digunakan adalah kayu dan logam. Pola logam digunakan agar dapat menjaga ketelitian ukuran benda coran, terutama dalam produksi banyak sehingga umur pola biar lebih tahan lama dan produksivitasnya lebih tinggi.

Bahan dari pola logam biasa bermacam-macam sesuai dengan penggunaannya sebagai contoh, besi cor, baja cor, dan paduan tembaga cocok untuk pada pembuatan cetakan kulit. pola kayu lebih murah. cepat pembuatannya dan mudah diolahnya dibanding dengan pola logam. oleh karena itu pola kayu umumnya dipakai untuk cetakan pasir dan sering diperkuat dengan lapisan plastik pada permukaannya. Faktor penting untuk menetapkan macam-macam pola adalah proses pembuatan cetakan dimana pola tersebut dipakai, pertimbangan ekonomi yang sesuai dengan jumlah dan biaya pembuatan cetakan dan biaya pembuatan pola penentuan *Kup, Drag* dan permukaan pisah adalah hal yang

penting untuk mendapat coran yang baik. Untuk itu dibutuhkan pengalaman yang luas dan pada umumnya harus memenuhi ketentuan-ketentuan sebagai berikut:

1. Pola harus mudah dikeluarkan dari cetakan. Permukaan pisah harus satu bidang pada dasarnya, kup dibuat agak dangkal.
2. Penempatan inti harus mudah, tempat inti dalam cetakan utama harus ditentukan secara teliti.
3. Sistem saluran harus dibuat sempurna, untuk mendapat aliran logam cair yang optimal.
4. Penentuan permukaan pisah sehemat mungkin dan ini memerlukan keahlian dan kemampuan untuk mengerti gambar.

Berdasarkan ketentuan-ketentuan di atas, maka dalam perencanaan pola perlu diperhatikan faktor-faktor penting antara lain:

1. Penyusutan (*shrinkage allowance*). Faktor ini harus ditambahkan pada pola guna mengkompensasi penyusutan logam cair pada proses pembekuan.
2. Tambahan material untuk penyelesaian mesin. Tempat yang memerlukan penyelesaian setelah pengecoran harus dibuat dengan kelebihan tebal seperlunya, kelebihan ini berbeda menurut bahan ukuran, arah kup dan drag, dan keadaan mekanisnya.
3. Sudut kemiringan. Tujuannya, untuk memudahkan pengangkatan pola dari cetakan agar rongga cetak tidak rusak.
4. Distorsi untuk cor-coran yang mengalami gangguan erak.
5. bidang pemisah, Pemisah Kup, drag serta bahan lainnya.

Secara umum pola ada 6 macam, yakni :

1. Pola tunggal. Pola ini merupakan pola yang paling sederhana, mudah dibuat dan dipakai akan tetapi pemakaiannya terbatas hanya Untuk bentuk-bentuk sederhana.
2. Pola terbelah. Pola ini merupakan pola yang terpisah tepat pada bidang tengahnya. Pola ini digunakan untuk mengatasi kelemahan pola tunggal.
3. Pola terlepas, yang dapat dibongkar pasang, digunakan untuk produk yang rumit.
4. pola ganda, untuk produksi besar dengan ukuran kecil dan bentuk sederhana
5. pola berpasangan, mirip dengan pola terbelah hanya kedaunya dihubungkan dengan papan penyambung.
6. Pola khusus, sebenarnya bukan merupakan pola dalam arti yang sebenarnya akan tetapi dapat berfungsi sebagai pola seperti pola berputar untuk membuat cetakan dengan anti pasir basah yang besar dan untuk membuat alur.

Pola untuk proses ini dapat dibuat dari bermacam-macam bahan, selain kayu dan logam juga dapat dari lilin, plastik dengan temperatur leleh rendah (jenis *polystyrene*, *polyethylene*) dan air raksa, pembuatan pola dari lilin dilakukan dengan cara injeksi lilin cair ke dalam cetakan pembuat pola lilin, Demikian pula cara pembuatan pola bahan plastik. Ada dua tujuan dari pembuatan pola dari

plastik, yaitu untuk prototaip dan untuk beberapa cetakan (produksi). Sifat yang harus dimiliki oleh bahan lilin atau plastik :

1. Mempunyai kekuatan dan kekakuan yang cukup.
2. Mudah dicetak dan didesain dengan hasil permukaan yang halus.
3. Dapat dengan mudah terbakar habis tanpa sisa.

Bahan plastik lebih baik dibanding bahan lilin, karena lebih kuat. Pembuatan pola dari air raksa dilakukan dengan mencetak air raksa di dalam cetakan logam pada temperatur dibawah  $157^{\circ}\text{C}$ .

Keuntungan bahan pola dari air raksa dibanding lilin dan plastik adalah:

1. Tidak perlu melakukan injeksi dalam mencetaknya, cukup menuangkannya dalam rongga cetakan pola.
2. Perubahan volume terhadap perubahan temperatur kecil.

Kerugian: Air raksa, selama pembuatan dan sebelum pola ini dipakai memerlukan tempat yang sangat dingin (tempat khusus untuk penyimpanan) dan lagi harganya mahal.

### **3. Inti**

Beberapa macam inti seperti minyak, inti kulit, inti CO, inti udara, dan lain-lain nama-nama itu ditentukan menurut pengikat atau macam proses pembuatan inti, di samping pasir dengan pengikat tanah lempung, contoh produk yang banyak menggunakan inti adalah pembuatan blok mesin, lubang baut dll.

Inti dapat dikelompokkan menjadi 2, yaitu inti basah dan inti kering. Sedapat mungkin inti dibuat dengan cara basah, karena ongkos pembuatannya murah.

Inti dengan cara basah banyak digunakan pada lubang dalam benda cetak.

kerugian inti basah antara lain:

1. biasanya lemah tidak bisa menggantung
2. pasir mudah gugur.
3. kedudukan kurang teliti.

inti pasir kering merupakan inti yang umum digunakan, inti kering ini dibuat secara terpisah dan dipasang setelah pola dikeluarkan, sebelum cetakan ditutup, pengeringan dilakukan dalam kamar pemanas (*oven*) pada temperatur 120 - 230°C. Jenis inti basah dan kering dapat dilihat gambar.

Sifat-sifat inti kering yang harus dimiliki:

1. Cukup kuat dan keras setelah dipasang, digunakan untuk mencegah agar inti tidak sampai rusak oleh gaya-gaya sewaktu logam cair dituangkan, akibat proses pembekuan, dan serta perlakuan lain pada inti.
2. Cukup porus, agar dapat menghisap atau dilalm gas yang berada dalam cetakan.
3. Harus dapat hancur pada waktu logam cair memadat atau membeku untuk mencegah jangan sampai terjadi keretakan pada benda kerja dan juga memudahkan keluarnya coran dari dalam cetakan.
4. Harus mempunyai permukaan yang licin.
5. Tahan panas untuk dapat menahan temperatur pemuaian.
6. Harus diusahakan tidak banyak mengeluarkan gasgas.

Inti pasir selain dibuat dengan tangan, dapat pula dilakukan dengan mesin dan tentu saja inti hanya cocok untuk Batch produksi atau seri produksi dan dalam suatu pusat penuangan (Pabrik).

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan inti:

1. Padatkan pasir inti secara merata.
2. Ukuran dan kedudukan diameter inti dan tempat lubang angin harus diperhatikan.
3. Perlakuan terhadap inti yang perlu hati-hati tanpa menyebabkan defek atau patah.

Hal yang perlu diperhatikan pada pembuatan inti dengan cara mekanis adalah:

1. Rencanakan cetak inti agar pembuatan inti mudah.
2. Perlu dibuat lubang angin yang baik, agar udara mudah tertiuap ke dalam bersama-sama pasir. Hal ini menjadi faktor penting.

#### **4. Cetakan**

Cetakan (*die mold*) merupakan bagian yang paling penting dalam pengecoran cetak tekan mengingat kondisi operasinya (cetakan akan menerima tekanan dan temperatur tinggi) maka bahan cetakan harus dibuat dari baja paduan yang dikeraskan dengan pendingin udara, kekerasannya pada pemakaian diperkirakan 455<sup>0</sup> C. Berkenaan dengan blok cetakan atau cetakan logam berukuran besar yang dipakai untuk logam temperatur tinggi, maka cetakan, bahan cetakan, dan perlakuan panasnya harus ditentukan sangat teliti. Pemakaian proses ini terbatas diadakan pengembangan dengan cara memberikan tekanan yang lebih tinggi yang kemudian dikenal sebagai *Pressure Pouring*.

Ada 2 jenis cetakan yang sering digunakan pada proses pengecoran, yaitu :

a. Cetakan logam

Cetakan logam pada umumnya yang sering digunakan dalam pengecoran dikarenakan porositas yang terjadi lebih sedikit bila dibandingkan dengan cetakan pasir. Pada penuangannya, logam cair mengalir melalui pintu cetakan, maka bentuk pintu cetakan harus dibuat sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu aliran saat masuk logam cair kedalam cetakan. Pengecoran cetak merupakan suatu cara pengecoran dimana logam cair ditekan ke dalam cetakan logam dengan tekanan tinggi untuk memaksimalkan dalam penuangan.

b. Cetakan pasir

Cetakan pasir adalah cetakan yang paling mudah di temukan pada tempat pengecoran logam , selain murah dalam penggunaannya dan mudah didapat bahannya. Cara ini dibuat degan memadatkan pasir yang kemudian dibuat dengan pola yang sudah ditentukan. Pasir yang dipakai merupakan pasir alam atau pasir buatan yang mengandung tanah lempung. Biasanya dicampurkan pengikat khusus seperti air-kaca, semen, resin furan, resin fenol atau minyak pengering dan bentonit karena penggunaan zat-zat tersebut memperkuat cetakan atau mempermudah pembuatan cetakan didalam pengecoran logam cair.

Dalam hal nya pembuatan atau membuat coran harus dilakukan beberapa proses seperti pencairan, pembuatan cetakan, penuangan, pembongkaran dan pembersihan atau tahap akhir analisis coran. Cetakan



pasir jarang digunakan karena kemungkinan terjadinya porositas lebih besar.

### **2.1.6 Proses pengecoran**

Adapun proses pengecoran dengan cetakan logam :

#### 1. Pengecoran dengan cetakan permanen.

Proses ini dibuat guna mengatasi masalah yang terjadi pada proses pengecoran dengan cetakan pasir, sehingga pemakaian cetakan dapat dilakukan berulang-ulang sesuai kebutuhan. Cetakan permanen banyak dibuat dari logam dan rafil, kadang ditambah dengan sedikit pasir sebagai inti atau pelapis permukaan rongga cetakan, karena mahalnya cetakan yang dibuat dari logam ini, maka proses ini hanya cocok untuk jumlah produksi yang besar dengan produk yang sama.

Pada umumnya proses pengecoran dengan cetakan permanen terbatas pemakaiannya pada pengecoran logam non-ferrous dan paduan. Keuntungan proses ini :

1. Baik untuk produksi banyak.
2. Cetakan dapat dipakai berulang-ulang.
3. Menghasilkan cor yang halus, memberikan kekuatan maksimum seragam dan dapat dipertanggung jawabkan mutunya.
4. Ketelitian dan kehalusan permukaan benda cor lebih baik.
5. Tidak banyak memerlukan proses lanjut.

Kerugian proses ini:

1. Harga mahal

2. Diperlukan perhitungan yang tepat untuk pembuatan cetakan.
3. Bentuk dan ukuran produk sederhana.
4. Untuk bentuk cor yang berbeda perlu cetakan baru.
5. Tidak dapat untuk cor baja.

Proses ini dapat dibagi menjadi 4 kelompok:

1. Pengecoran permanen dengan tekanan rendah.
2. Pengecoran permanen dengan grafitasi
3. Pengecoran permanen dengan tuang
4. Pengecoran permanen dengan tekanan atau corthias.

## 2. Pengecoran permanen dengan tekanan rendah

Pada proses ini cetakan diletakkan di atas dapur induksi (panas). Dapur ditutup rapat dan gas mula yang bertekanan dialirkan ke dalam dapur.

Pemakaian proses ini terbatas diadakan pengembangan dengan cara memberikan tekanan yang lebih tinggi yang kemudian dikenal sebagai Pressure Pouring.

Proses pengecoran tekanan tinggi ini dapat dilindungi logam yang masuk ke dalam cetakan dari atmosfer dan untuk mencegah aliran logam turbulente kecepatan masuk diatur dengan mengontrol tekanan udara. Proses ini dapat memproduksi baja dengan kualitas istimewa.

## 3. Proses cor sentrifugal

Adalah proses pengecoran yang dilakukan dengan jalan menuangkan logam cair ke dalam cetakan yang berputar, sehingga dihasilkan coran yang mampat tanpa cacat sebagai akibat gaya sentrifugal. Oleh karena itu cara ini sangat cocok untuk cor berbentuk silinder atau benda simetris.

Menurut letaknya sumbu berputarnya cetakan maka proses ini dapat dibagi menjadi 2 :

1. Proses sentrifugal horizontal, akan menghasilkan produk yang panjang.
2. Proses sentrifugal horizontal, akan menghasilkan produk yang pendek

Keuntungan proses ini :

1. Produktivitas tinggi.
2. Penggunaan ruangan kecil
3. Ketelitian dan kualitas cor tinggi.
4. Sedikit lebih murah.

Kerugian proses ini :

1. biaya pem buatan cetakan relatif lebih mahal
2. pengaturan cuku sulit. 3.kesulitan untuk bahan cor campuran.

Pengecoran proses ini dapat dikelompokkan menjadi 3:

1. Pengecoran sentrifugal sejati
2. Pengecoran semi sentrifugal
3. Pengecoran sentrifuging
4. Dengan proses cor cetak tekan

Proses ini menggunakan tekanan dalam memasukkan logam cair ke dalam rongga cetakan. Cetakan dibuat dari baja khusus, dikenal sebagai "*Dies*" atau "*Matriis*". Proses ini mirip dengan proses pengecoran cetakan permanen, hanya berbeda pada cara pemasukan logam cair ke dalam rongga cetakan. Tekanan diberikan oleh mesin cukup tinggi sehingga pengisian logam cair sangat cepat

masuk, oleh karena itu proses ini dapat menghasilkan produk dengan bentuk dan kehalusan. Proses pengecoran tekanan tinggi ini dapat dilindungi logam yang masuk ke dalam cetakan dari atmosfer dan untuk mencegah aliran logam turbulen, kecepatan masuk diatur dengan mengontrol tekanan udara. Proses ini dapat memproduksi baja dengan kualitas istimewa. Permukaan sesuai dengan rongga cetakan logam yang dipakai. Dengan demikian tidak memerlukan proses tambahan atau proses penyelesaian lanjut.

Keuntungan proses ini :

1. Tidak memerlukan proses penyelesaian
2. Ukuran dan bentuk benda sangat tepat.
3. Baik untuk produksi tinggi.
4. Bahan sisa rendah, karena saluran turun, pengalir dan masuk dapat dilebur kembali.

Kerugian proses ini :

1. Harga cetakan, mesin mahal.
2. Untuk jumlah produksi kecil tak menguntungkan.
3. Umur cetakan berkurang dengan naiknya suhu logam.
4. Sering terjadi efek kecil atau logam tidak seluruhnya jadi satu, kadang kala hasil cor tidak merata.

Ada dua macam proses pengecoran cetak tekan, yaitu proses pengecoran ruang panas dan dingin. Adapun perbedaan utamanya dari kedua sistem itu adalah pada penempatan tungku pencair logamnya. Pada proses ruang panas, tungku (mangkok) pencair logam menjadi satu dengan satu mesin cetak dan silinder

injeksi terendam dalam logam cair. Silinder injeksi digerakkan secara *pneumatic* atau *hidrolik*. Sementara itu, pada proses ruang dingin, tungku pencair logam terpisah dari mesin cetak, silinder injeksi diisi logam cair dengan tangan atau secara manual yang sering disebut dengan proses semi otomatis. kemudian logam baru ditekan ke rongga cetakan secara hidrolis.

Pada umumnya cetakan tekan ruang panas hanya cocok untuk logam dengan titik lebur di bawah 800 C dan tidak bersifat lekat (*aflinitif*) pada besi, apabila titik lebur logam yang dicor tinggi akan memudahkan timbulnya reaksi denaan cetakan yang terbuat dari besi. Mesin cetak tekan ruana dingin dapat dipakai untuk logam dengan temperatur lebur lebih tinggi sekitar 800 - 1060°C, sehingga logam yang bersifat lekat pada besi (aluminium dan paduannya) serta produk yang mempunyai kepadatan tinggi dapat dibuat.

### **2.1.7 Metallography**

Metallography ialah suatu cara pemeriksaan pada microstruktur dari bahan logam untuk mengetahui keadaan struktur bahan tersebut dalam hubungannya dengan sifat bahan tersebut sebelum atau sesudah proses perlakuan panas. Sebagaimana telah kita pelajari bahwa sifat bahan khususnya bahan logam sangat dipengaruhi oleh struktur serta komposisi unsur dari logam tersebut, oleh karena itu dalam proses perbaikan sifat bahan sering dilakukan dengan cara merubah struktur bahan tersebut melalui proses perlakuan panas.

Proses metallography dilakukan dengan melihat microstruktur tersebut di bawah Metallography-microscope, menganalisis bentuk serta susunan dan jenis

unsur yang terdapat pada logam tersebut, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan specimen dari jenis bahan yang akan diperiksa Strukturnya, bahan yang memungkinkan dipotong dengan ukuran kurang lebih  $\varnothing 20 \times 15$  mm diratakan dan dihaluskan hingga bebas dari goresan bekas pemotongan, dan jika bahan kurang dari ukuran tersebut maka terlebih dahulu dilakukan penyalutan dengan bahan acrylic atau bakelite selanjutnya diratakan dan dihaluskan hingga tidak terdapat goresan bekas pemotongan.
2. Proses selanjutnya ialah pengetsaan yakni pengikisan dengan menggunakan larutan kimia sesuai dengan jenis bahan yang akan diperiksa. Maksud peng-“etsa”-an ini ialah untuk memeperjelas batas dan garis-garis struktur serta merangsang pembentukan warna dari setiap komposisi unsur dari logam tersebut, dimana setiap unsur akan memiliki reaksi pembentukan warna yang berbeda terhadap bahan etsa, dengan demikian akan mudah membedakan prosentase kadar unsur yang terdapat pada logam tersebut.
3. Langkah berikutnya adalah pencucian logam dari bahan etsa yang telah bereaksi selama waktu yang ditentukan dalam proses etsa. Pencucian dilakukan dengan membasuhnya pada air yang mengalir.
4. Perhatikan bagi yang sensitif terhadap larutan kimia, gunakan peralatan keselamatan kerja yang memadai.

5. Jika terjadi kecelakaan atau larutan terkena mata lakukan pertolongan pertama oleh petugas yang kompeten dan hubungi Dokter atau paramedis.
6. Setelah proses pencucian dilakukan keringkan specimen dengan hembusan udara panas, kemudian persiapkan Metallography-microscope dan kelengkapan pemotret untuk memperoleh dokumentasi hasil pemeriksaan.

Lakukan analisis dengan membandingkan warna-warna struktur pada komposisi bahan tersebut dengan warna-warna standar. (Hardi Sudjana, 2008).

### 2.1.7 Uji Tarik (*Tensile Test*)

Pengujian tarik adalah salah satu uji stress-strain mekanik yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan bahan terhadap gaya tarik. Dalam pengujiannya, bahan uji ditarik sampai putus. Kekuatan tarik merupakan kemampuan bahan untuk menerima beban tarik. Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin uji tarik dengan cara menjepit sampel dengan kuat dan beban diberikan secara kontinyu sampai sampel tersebut putus. Sifat-sifat mekanis yang diharapkan untuk diketahui adalah kekuatan (tegangan) tarik, kekuatan luluh dan regangan dengan perhitungan menggunakan rumus :

$$\sigma_u = \frac{P_u}{A_o} \dots\dots\dots (1)$$

$\sigma_u$  :Tegangan Tarik (N/mm<sup>2</sup>)

$P_u$  :Beban Tarik (KN)

$A_o$  :Luas Penampang Tarik Mula-mula (mm<sup>2</sup>)

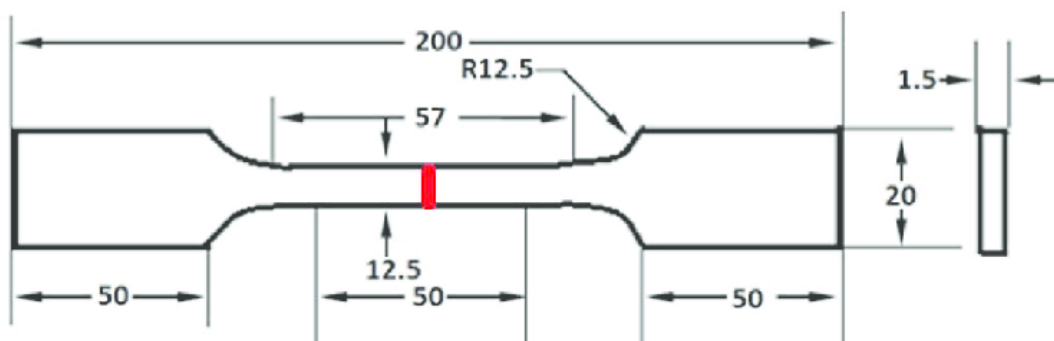
$$\varepsilon = \frac{L - L_0}{L_0} 100\% \dots\dots\dots (2)$$

$\varepsilon$  :Regangan (%)

$L_0$  :Panjang Awal Spesimen (mm)

$L$  :Panjang Akhir Spesimen (mm)

Didalam penelitian ini, peneliti menggunakan standart ASTM E8M dengan alasan, sesuai dengan bahan pengecoran alumunium paduan dan mengaju pada penelitian sebelumnya. Adapun gambar standar yang dipakai bisa dilihat sebagai berikut :



**Gambar 2.1** ASTM E8M (Sumber, Nikhil kumar, 2017)