

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Aluminium

Aluminium adalah logam yang paling banyak terdapat di kerak bumi, dan unsur ketiga terbanyak setelah oksigen dan silikon. Aluminium terdapat di kerak bumi sebanyak kira-kira 8,07% hingga 8,23% dari seluruh massa padat dari kerak bumi, dengan produksi tahunan dunia sekitar 30 juta ton pertahun dalam bentuk bauksit dan bebatuan lain seperti *corrundum*, *gibbsite*, *boehmite*, *diaspore*, dan lain-lain. Sulit menemukan aluminium murni di alam karena aluminium merupakan logam yang cukup reaktif.

Aluminium telah menjadi logam yang luas penggunaannya setelah baja. Perkembangan ini didasarkan pada sifat-sifatnya yang ringan, tahan korosi, kekuatan dan *ductility* yang cukup baik (aluminium paduan), mudah diproduksi dan cukup ekonomis (aluminium daur ulang). Yang paling terkenal adalah penggunaan aluminium sebagai bahan pembuat pesawat terbang, yang memanfaatkan sifat ringan dan kuatnya.

Aluminium digunakan secara luas dalam dunia modern. Memiliki penampilan berwarna putih keperakan dan menampilkan banyak sifat yang tidak biasa. Aluminium memiliki aplikasi luas dalam domain yang berbeda, seperti transportasi, dekorasi rumah dan *acesories*, bangunan dan konstruksi, dll. Tidak ada logam lain dapat digunakan dalam banyak hal seperti aluminium.

Aluminium juga merupakan konduktor panas dan *electric* yang baik. Jika dibandingkan dengan massanya, aluminium memiliki keunggulan dibandingkan dengan tembaga, yang saat ini merupakan logam konduktor panas dan listrik yang cukup baik, namun cukup berat.

Aluminium murni 100% tidak memiliki kandungan unsur apapun selain aluminium itu sendiri, namun aluminium murni yang dijual di pasaran tidak pernah mengandung 100% aluminium, melainkan selalu ada pengotor yang terkandung di dalamnya. Pengotor yang mungkin berada di dalam aluminium murni biasanya adalah gelembung gas di dalam yang masuk akibat proses peleburan dan pendinginan/pengecoran yang tidak sempurna, material cetakan akibat kualitas cetakan yang tidak baik, atau pengotor lainnya akibat kualitas bahan baku yang tidak baik (misalnya pada proses daur ulang aluminium). Umumnya, aluminium murni yang dijual di pasaran adalah aluminium murni 99%, misalnya aluminium foil.

Aluminium disimbolkan dengan Al, dengan nomor atom 13 dalam tabel periodik unsur. Bauksit, bahan baku aluminium memiliki kandungan aluminium dalam jumlah yang bervariasi, namun pada umumnya di atas 40%

dalam berat. Senyawa aluminium yang terdapat di bauksit diantaranya Al_2O_3 , $\text{Al}(\text{OH})_3$, $-\text{AlO}(\text{OH})$, dan $-\text{AlO}(\text{OH})$.



Gambar 1. Bauksit (maria, 2015)

Bijih bauksit terjadi di daerah tropika dan subtropika dengan kemungkinan pelapukan sangat kuat. Bauksit terbentuk dari batuan sedimen yang mempunyai kadar Al nisbi tinggi, kadar Fe rendah dan kadar kuarsa SiO_2 bebasnya sedikit atau bahkan tidak mengandung sama sekali. Batuan tersebut misalnya *sienit* dan *nefelin* yang berasal dari batuan beku, batu lempung, lempung dan serpih. Batuan-batuan tersebut akan mengalami proses *lateritisasi*, yang kemudian oleh proses dehidrasi akan mengeras menjadi bauksit. Bauksit pertama kali ditemukan pada tahun 1821 oleh geolog bernama Pierre Berthier pemberian nama sama dengan nama desa Les Baux di Selatan Perancis.

B. Sifat-Sifat Aluminium

1. Berat Aluminium

Aluminium punya sifat densitas yang rendah hanya sepertiga dari kepadatan atau *densitas* dari logam baja. Densitas logam ini hanya $2,7 \text{ g/cm}^3$ atau kalau

dikonversikan ke kg/m^3 menjadi 2.700 kg/m^3 . Kepadatan yang relatif kecil membuatnya ringan tapi sama sekali tidak mengurangi kekuatannya.

2. Kekuatan Alumunium

Berbagai paduan logam alumunium memiliki kekuatan tarik antara 70 hingga 700 mega pascal. Kekuatan yang sangat besar. Sifat alumunium ini unik tidak seperti baja. Pada suhu rendah baja akan cenderung rapuh tapi sebaliknya dengan alumunium. Pada suhu rendah kekuatannya akan meningkat dan pada suhu tinggi malah menurun.

3. Pemuaian Linier

Jika dibandingkan dengan logam lain, alumunium punya *koefisien ekspansi linier* yang relatif besar.

4. Konduktivitas

Sifat konduktivitas panas dan listrik alumunium sangat baik. Luar biasanya lagi konduktor dari alumunium beratnya hanya setengah dari konduktor yang terbuat dari bahan tembaga.

5. Reflektor

Alumunium adalah reflektor cahaya tampak yang baik. Sifat alumunium ini juga berlaku untuk pemancaran panas.

6. Tahan Karat (*Korosi*)

Alumunium bereaksi dengan oksigen di udara membentuk lapisan oksida tipis yang ampuh melindungi badan logam dari korosi.

7. Non Magnetik

Alumunium adalah bahan nonmagnetik. Karena sifatnya ini maka alumunium sering digunakan sebagai alat dalam perangkat X-ray yang menggunakan magnet.

8. Tidak Beracun

Logam alumunium punya sifat tidak beracun sama sekali. Ia berada pada urutan ketiga setelah oksigen dan silikon unsur yang paling banyak di kerak bumi. Beberapa senyawa alumunium juga secara alami terbentuk dalam makanan yang kita konsumsi setiap hari.

Tabel 1. Karakteristik Aluminium

Sifat-sifat	Aluminium murni tinggi
Struktur Kristal	FCC
Densitas pada 20°C (sat. 103kg/m ³)	2.698
Titik lebur (°C)	660.1
Koefisien mulur panas kawat 20°~100°C (10 ⁻⁶ /K)	23.9
Konduktifitas panas 20°~400°C (W/(m_K)	238
Tahanan listrik 20°C (10 ⁻⁸ K ^o _m)	2.69

Modulus elastisitas (GPa)	70.5
Modulus kekakuan (GPa)	26.0

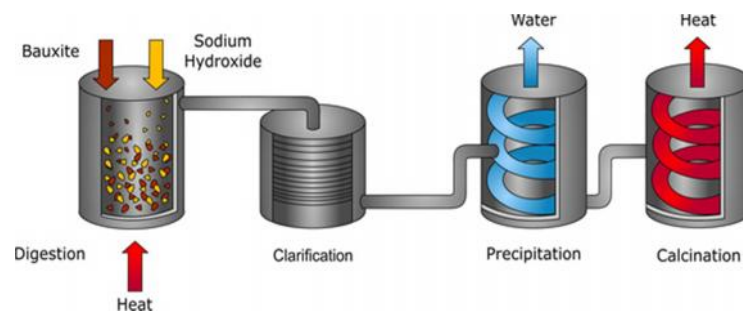
(sonawan, dkk, 2003)

C. Proses Pengolahan Aluminium

1. Aluminium Tambang

Aluminium adalah logam yang sangat reaktif yang membentuk ikatan kimia berenergi tinggi dengan oksigen. Dibandingkan dengan logam lain, proses ekstraksi aluminium dari batuanannya memerlukan energi yang tinggi untuk mereduksi Al_2O_3 . Proses reduksi ini tidak semudah mereduksi besi dengan menggunakan batu bara, karena aluminium merupakan reduktor yang lebih kuat dari karbon.

Proses produksi aluminium dimulai dari pengambilan bahan tambang yang mengandung aluminium (*bauxit, corundum, gibbsite, boehmite, diaspore*, dan sebagainya). Selanjutnya, bahan tambang dibawa menuju proses *Bayer*.

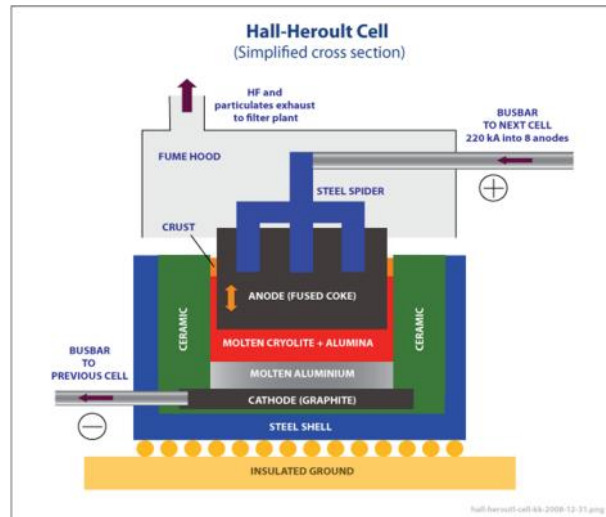


Gambar 2. Proses *Bayer* (tiyasdlshuda,2013)

Proses Bayer menghasilkan alumina (Al_2O_3) dengan membasuh bahan tambang yang mengandung aluminium dengan larutan natrium hidroksida pada temperatur $175\text{ }^\circ\text{C}$ sehingga menghasilkan aluminium hidroksida, $\text{Al}(\text{OH})_3$. Aluminium hidroksida lalu dipanaskan pada suhu sedikit di atas $1000\text{ }^\circ\text{C}$ sehingga terbentuk alumina dan H_2O yang menjadi uap air.

Setelah Alumina dihasilkan, alumina dibawa ke proses Hall-Heroult. Proses Hall-Heroult dimulai dengan melarutkan alumina dengan lelehan Na_3AlF_6 , atau yang biasa disebut *cryolite*. Larutan lalu di *electrolisis* dan akan mengakibatkan aluminium cair menempel pada anoda, sementara oksigen dari alumina akan teroksidasi bersama anoda yang terbuat dari karbon, membentuk karbon dioksida. Aluminium cair memiliki massa jenis yang lebih ringan dari pada larutan alumina, sehingga pemisahan dapat dilakukan dengan mudah.

Elektrolisis aluminium dalam proses Hall-Heroult menghabiskan energi yang cukup banyak. Rata-rata konsumsi energi listrik dunia dalam mengelektrolisis alumina adalah 15 kWh per kilogram aluminium yang dihasilkan. Energi listrik menghabiskan sekitar 20-40% biaya produksi aluminium di seluruh dunia.



Gambar 3. Proses *Hall-Heroult* (tiyasdlshuda,2013)

2. Aluminium daur ulang

Salah satu keuntungan aluminium lainnya adalah, mampu didaur ulang tanpa mengalami sedikitpun kehilangan kualitas. Proses daur ulang tidak mengubah struktur aluminium, daur ulang terhadap aluminium dapat dilakukan berkali-kali.

Mendaur ulang aluminium hanya mengkonsumsi energi sebesar 5% dari yang digunakan dalam memproduksi aluminium dari bahan tambang (economist.com). Di Eropa, terutama negara Skandinavia, 95% aluminium yang beredar merupakan bahan hasil daur ulang.

Proses daur ulang aluminium berawal dari kegiatan meleburkan sampah aluminium. Hal ini akan menghasilkan endapan. Endapan ini dapat diekstraksi ulang untuk mendapatkan aluminium, dan limbah yang dihasilkan dapat digunakan sebagai bahan campuran aspal dan beton karena merupakan limbah yang berbahaya bagi alam.

D. Klasifikasi dan Penggolongan Aluminium

1. Aluminium Murni

Aluminium 99% tanpa tambahan logam paduan apapun dan dicetak dalam keadaan biasa, hanya memiliki kekuatan tensile sebesar 90 MPa, terlalu lunak untuk penggunaan yang luas sehingga seringkali aluminium dipadukan dengan logam lain.

2. Aluminium Paduan

Elemen paduan yang umum digunakan pada aluminium adalah silikon, magnesium, tembaga, seng, mangan, dan juga lithium sebelum tahun 1970.

Secara umum, penambahan logam paduan hingga konsentrasi tertentu akan meningkatkan kekuatan tensil dan kekerasan, serta menurunkan titik lebur. Jika melebihi konsentrasi tersebut, umumnya titik lebur akan naik disertai meningkatnya kerapuhan akibat terbentuknya senyawa, kristal, atau granula dalam logam.

Namun, kekuatan bahan paduan aluminium tidak hanya bergantung pada konsentrasi logam paduannya saja, tetapi juga bagaimana proses perlakuannya hingga aluminium siap digunakan, apakah dengan penempaan, perlakuan panas, penyimpanan, dan sebagainya.

a. Paduan aluminium-silikon

Paduan aluminium dengan silikon hingga 15% akan memberikan kekerasan dan kekuatan tensil yang cukup besar, hingga mencapai 525 MPa pada aluminium paduan yang dihasilkan pada perlakuan panas. Jika

konsentrasi silikon lebih tinggi dari 15%, tingkat kerapuhan logam akan meningkat secara drastis akibat terbentuknya kristal granula silika.

b. Paduan aluminium-magnesium

Keberadaan magnesium hingga 15,35% dapat menurunkan titik lebur logam paduan yang cukup drastis, dari 660 °C hingga 450 °C. Namun, hal ini tidak menjadikan aluminium paduan dapat ditempa menggunakan panas dengan mudah karena korosi akan terjadi pada suhu di atas 60 °C. Keberadaan magnesium juga menjadikan logam paduan dapat bekerja dengan baik pada temperatur yang sangat rendah, di mana kebanyakan logam akan mengalami failure pada temperatur tersebut.

c. Paduan aluminium-tembaga

Paduan aluminium-tembaga juga menghasilkan sifat yang keras dan kuat, namun rapuh. Umumnya, untuk kepentingan penempaan, paduan tidak boleh memiliki konsentrasi tembaga di atas 5,6% karena akan membentuk senyawa CuAl_2 dalam logam yang menjadikan logam rapuh.

d. Paduan aluminium-mangan

Penambahan mangan memiliki akan berefek pada sifat dapat dilakukan pengerasan tegangan dengan mudah (*work-hardening*) sehingga didapatkan logam paduan dengan kekuatan tensil yang tinggi namun tidak terlalu rapuh. Selain itu, penambahan mangan akan meningkatkan titik lebur paduan aluminium.

e. Paduan aluminium-seng

Paduan aluminium dengan seng merupakan paduan yang paling terkenal karena merupakan bahan pembuat badan dan sayap pesawat terbang. Paduan ini memiliki kekuatan tertinggi dibandingkan paduan lainnya, aluminium dengan 5,5% seng dapat memiliki kekuatan tensil sebesar 580 MPa dengan elongasi sebesar 11% dalam setiap 50 mm bahan. Bandingkan dengan aluminium dengan 1% magnesium yang memiliki kekuatan tensil sebesar 410 MPa namun memiliki elongasi sebesar 6% setiap 50 mm bahan.

f. Paduan aluminium-lithium

Lithium menjadikan paduan aluminium mengalami pengurangan massa jenis dan peningkatan modulus elastisitas; hingga konsentrasi sebesar 4% lithium, setiap penambahan 1% lithium akan mengurangi massa jenis paduan sebanyak 3% dan peningkatan modulus elastisitas sebesar 5%. Namun aluminium-lithium tidak lagi diproduksi akibat tingkat reaktivitas lithium yang tinggi yang dapat meningkatkan biaya keselamatan kerja.

g. Paduan aluminium-skandium

Penambahan skandium ke aluminium membatasi pemuaian yang terjadi pada paduan, baik ketika pengelasan maupun ketika paduan berada di lingkungan yang panas. Paduan ini semakin jarang diproduksi, karena terdapat paduan lain yang lebih murah dan lebih mudah diproduksi dengan karakteristik yang sama, yaitu paduan titanium. Paduan Al-Sc

pernah digunakan sebagai bahan pembuat pesawat tempur Rusia, MIG, dengan konsentrasi Sc antara 0,1-0,5% (Zaki, 2003, dan Schwarz, 2004).

h. Paduan aluminium-besi

Besi (Fe) juga kerap kali muncul dalam aluminium paduan sebagai suatu "kecelakaan". Kehadiran besi umumnya terjadi ketika pengecoran dengan menggunakan cetakan besi yang tidak dilapisi batuan kapur atau keramik. Efek kehadiran Fe dalam paduan adalah berkurangnya kekuatan tensil secara signifikan, namun diikuti dengan penambahan kekerasan dalam jumlah yang sangat kecil. Dalam paduan 10% silikon, keberadaan Fe sebesar 2,08% mengurangi kekuatan tensil dari 217 hingga 78 MPa, dan menambah skala Brinell dari 62 hingga 70. Hal ini terjadi akibat terbentuknya kristal Fe-Al-X, dengan X adalah paduan utama aluminium selain Fe.

Kelemahan aluminium paduan adalah pada ketahanannya terhadap lelah (*fatigue*). Aluminium paduan tidak memiliki batas lelah yang dapat diperkirakan seperti baja, yang berarti *failure* akibat *fatigue* dapat muncul dengan tiba-tiba bahkan pada beban siklik yang kecil.

Satu kelemahan yang dimiliki aluminium murni dan paduan adalah sulit memperkirakan secara visual kapan aluminium akan mulai melebur, karena aluminium tidak menunjukkan tanda visual seperti baja yang bercahaya kemerahan sebelum melebur.



Gambar 4: Aluminium cair (ferri-budianto, 2012)

Aluminium murni sangat lunak, kekuatan rendah dan tidak dapat digunakan pada berbagai keperluan. Dengan memadukan unsur-unsur lainnya, sifat murni aluminium dapat diperbaiki. Adanya penambahan unsur-unsur logam lain akan mengakibatkan berkurangnya sifat tahan korosi dan berkurangnya keuletan dari aluminium tersebut. Dengan penambahan sedikit mangan, besi, timah putih dan tembaga sangat berpengaruh terhadap sifat tahan korosinya.

E. Penggunaan Aluminium

1. Penggunaan pada Bangunan dan Kontruksi

Sekitar seperlima dari total konsumsi dunia dari aluminium digunakan oleh industri konstruksi. Jembatan, kubah, dan atap dari beberapa struktur besar, seperti pasar, kompleks olahraga, dan stadion menggunakan aluminium. Aluminium cocok digunakan untuk selubung, tangga, pagar, dll. Aluminium memiliki sifat lunak dan penampilan bergaya, mengkilap

membuatnya cocok untuk barang-barang dekorasi rumah, seperti bingkai jendela, tombol-tombol pintu, pagar, panggangan, tirai bar, serta artefak, furniture indoor dan out door, pintu, dan panel interior. Aluminium dapat dipotong, dilas, diikat, diruncingkan, dan bergabung dengan bahan lainnya. Hal ini juga digunakan sebagai selubung untuk memberikan isolasi untuk bangunan bersama dengan batu dan batu bata. Memo aluminium, casting, fabrikasi, pipa, lembaran, pipa, tangki, bar, kawat, stamping, jendela, pin, pintu, batang, pagar, tangga, jendela, membangun jembatan, skylight, dll, yang digunakan pada bangunan komersial juga dibuat dari logam ini.

2. Pengemasan

Sekitar seperlima dari aluminium yang diambil digunakan dalam kemasan makanan, minuman, obat-obatan, dll. Kaleng, nampan, foil, botol, termos, peralatan, ceret, lemari es, pemanggang roti, dan panci yang terbuat dari unsur ini. Aluminium digunakan sebagai alat untuk membuat makanan yang aman, mencegah patogen masuk pada makanan, dan tidak mempengaruhi rasa atau bau makanan yang dikemas di dalamnya. Ini tahan korosi, tahan air, dan tidak beracun, yang mengurangi pembusukan makanan. Bahkan, aluminium membantu melindungi makanan yang tersimpan di dalamnya dari unsur-unsur berbahaya lainnya, dan karenanya, berfungsi sebagai bahan kemasan yang sangat baik

3. Transportasi

Sekitar seperempat dari aluminium digunakan dalam transportasi. Kapal induk, kereta api, kapal, perahu, bus, dan kendaraan bermotor lainnya menggunakan aluminium karena kekuatan dan bobotnya. Kerangka, eksterior, kabel, dan sistem listrik di pesawat menggunakan aluminium. Ketahanan terhadap korosi dan kemampuan untuk membentuk paduan dengan logam lain membuatnya sangat efisien untuk secara luas digunakan dalam industri transportasi dan otomotif.

4. Industri Otomotif

Logam ini banyak digunakan dalam mobil. Bagian mobil yang menggunakan Aluminium memiliki sifat termal dan estetika yang baik. Bagian mobil ini cukup murah. Beberapa bagian mobil, seperti roda, blok mesin, komponen suspensi, kerudung, perumahan transmisi, dan roda spacer bar yang terbuat dari aluminium. Bagian lain, seperti karburator, menangani, beberapa ornamen dan logo, tanda kurung, cermin, adaptor pengisi udara, perumahan alternator, impeller, dan kipas bagian kopling juga melibatkan penggunaannya. Katup juga terbuat dari logam ini.

5. Listrik

Peralatan listrik, saluran listrik, dan penggunaan untuk listrik sekitar 10% aluminium. Aluminium memiliki kepadatan rendah dan daktilitas tinggi adalah apa yang membuatnya cocok untuk transmisi listrik tegangan tinggi jarak jauh. Saluran listrik dari tembaga yang mahal dan perlu struktur

pendukung tambahan untuk mendukung konduktivitas listrik yang tinggi. Aluminium tidak memerlukan semua ini, yang menghemat biaya dan menjadi tahan terhadap korosi, meningkatkan daya tahan. Oleh karena itu, aluminium menggantikan tembaga dalam transformator dan sistem kabel. Hal ini juga dapat digunakan dalam casing, penyangga, kotak sekering, piring satelit, televisi, peralatan rumah tangga, sistem suara, dan komunikasi lainnya dan peralatan elektronik.

6. Beberapa Penggunaan Lain

- a. Banyak produk konsumen menggunakan aluminium, yang meliputi alat kelengkapan rumah tangga, tabung gas, kontainer, sepeda, dll
- b. Sifat yang sangat reflektif aluminium berguna dalam membuat cermin dan reflektor panas.
- c. Peralatan laut, seperti badan kapal, helipad, pegangan tangan, dll, menggunakan aluminium.
- d. Pemukul Baseball, raket tenis, golf, jam tangan, dll, juga terdiri dari unsur logam ini.
- e. Aluminium Super murni, dengan 99,980-99,999% murni, digunakan dalam CD dan peralatan elektronik lainnya.
- f. Banyak garam dan senyawa aluminium yang digunakan dalam kaca manufaktur, keramik, kertas, cat, dan batu permata buatan. Beberapa negara memproduksi koin yang terbuat dari aluminium, atau paduan dengan tembaga.

F. Tungku listrik



Gambar 5. Tungku listrik

Tungku listrik adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk pelebur. Tungku listrik sebagai keperluan industri yang digunakan untuk banyak hal, seperti pembuatan keramik, ekstraksi logam dari bijih (smelting) atau di kilang minyak dan pabrik kimia lainnya, misalnya sebagai sumber panas untuk kolom distilasi fraksional. Dimensi furnace dan kemampuan menghasilkan panasnya dapat ditentukan berdasarkan perhitungan sesuai fungsi dan kebutuhannya. Misalkan tungku listrik untuk kebutuhan pembangkit listrik sudah barang tentu memerlukan dimensi yang besar. Karena untuk menghasilkan uap melalui boiler diperlukan energi panas yang besar pula. Material tungku listrik juga ditentukan sesuai dengan kebutuhan dan energi apa yang akan digunakannya. Bisa menggunakan dinding terbuat dari plat ss dengan isolasi ceramic fiber, atau menggunakan dinding bata tahan api. Semuanya tergantung sesuai aplikasinya.

G. Pengecoran

Pengecoran adalah suatu proses manufaktur yang menggunakan logam cair dan cetakan untuk menghasilkan bentuk yang mendekati bentuk geometri akhir produk jadi. Logam cair akan dituangkan atau ditekan ke dalam cetakan yang memiliki rongga cetak (*cavity*) sesuai dengan bentuk atau desain yang diinginkan. Setelah logam cair memenuhi rongga cetak dan tersolidifikasi, selanjutnya cetakan disingkirkan dan hasil cor dapat digunakan untuk proses sekunder.

Untuk menghasilkan hasil cor yang berkualitas maka diperlukan pola yang berkualitas tinggi, baik dari segi konstruksi, dimensi, material pola, dan kelengkapan lainnya. Pola digunakan untuk memproduksi cetakan. Pada umumnya, dalam proses pembuatan cetakan, pasir cetak diletakkan di sekitar pola yang dibatasi rangka cetak kemudian pasir dipadatkan dengan cara ditumbuk sampai kepadatan tertentu. Pada lain kasus terdapat pula cetakan yang mengeras/menjadi padat sendiri karena reaksi kimia dari perekat pasir tersebut. Pada umumnya cetakan dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian atas (*cup*) dan bagian bawah (*drag*) sehingga setelah pembuatan cetakan selesai pola akan dapat dicabut dengan mudah dari cetakan.

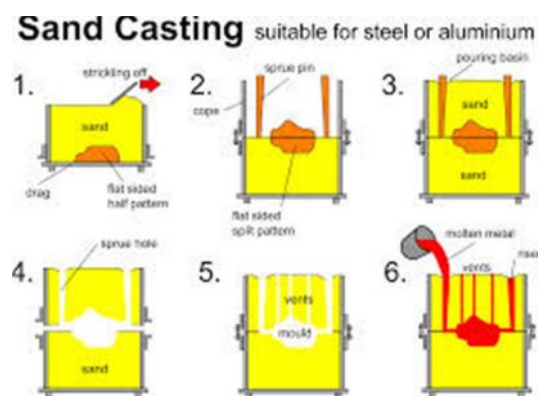
Inti dibuat secara terpisah dari cetakan, dalam kasus ini inti dibuat dari pasir kuarsa yang dicampur dengan Air kaca (*Water Glass / Natrium Silikat*), dari campuran pasir tersebut dimasukan kedalam kotak inti, kemudian direaksikan dengan gas CO₂ sehingga menjadi padat dan keras. Inti diseting pada cetakan. Kemudian cetakan diasembling dan diklem.

Sembari cetakan dibuat dan diassembling, bahan-bahan logam seperti ingot, scrap, dan bahan paduan, dilebur di bagian peleburan. Setelah logam cair dan homogen maka logam cair tersebut dituang ke dalam cetakan. Setelah itu ditunggu hingga cairan logam tersebut membeku karena proses pendinginan. Setelah cairan membeku, cetakan dibongkar. Pasir cetak, inti, dan benda tuang dipisahkan. Pasir cetak bekas masuk ke instalasi daur ulang, inti bekas dibuang, dan benda tuang diberikan ke bagian fething untuk dibersihkan dari kotoran dan dilakukan pemotongan terhadap sistem saluran pada benda tersebut. Setelah fething selesai apabila benda perlu perlakuan panas maka diproses di bagian perlakuan panas.

Secara umum didalam proses pengecoran dapat dibagi beberapa jenis

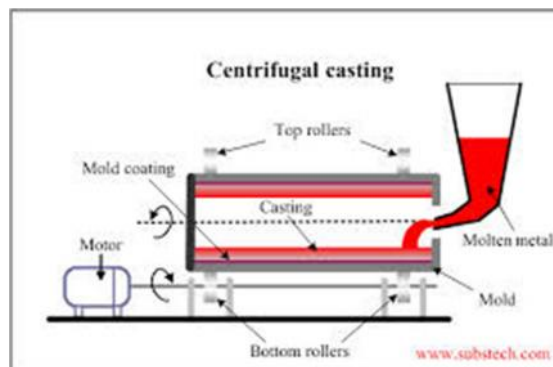
1. *Sand casting*, Yaitu jenis pengecoran dengan menggunakan cetakan pasir.

Jenis pengecoran ini paling banyak dipakai karena ongkos produksinya murah dan dapat membuat benda coran yang berkapasitas besar.



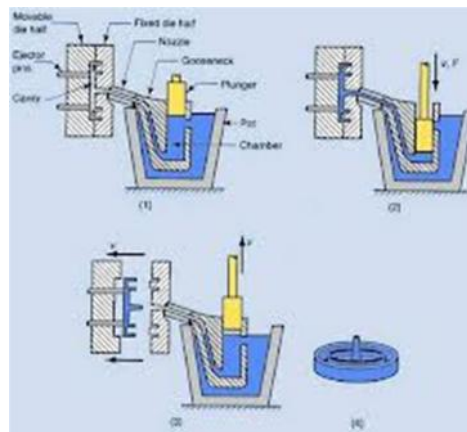
Gambar 6. Cetakan sand casting (enjang-hendrawan, 2011)

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 ini ialah pelek dan benda coran lain yang berbentuk bulat atau silinder.



Gambar 7. Cetakan centrifugal casting (enjang-hendrawan, 2011)

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*.



Gambar 8. Cetakan die casting (enjang-hendrawan, 2011)

4. *Investment casting*, yaitu jenis pengecoran yang polanya terbuat dari lilin (wax), dan cetaknya terbuat dari keramik. Contoh benda coran yang biasa menggunakan jenis pengecoran ini ialah benda coran yang memiliki kepresisian yang tinggi misalnya rotor turbin.



Gambar 9. Cetakan investment casting (havidagoma, 2013)

H. Uji Tarik

Pengujian tarik adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui sifat- sifat mekanis suatu logam dan paduannya. Pengujian ini paling sering dilakukan karena merupakan dasar pengujian-pengujian dan studi mengenai kekuatan bahan. Pada pengujian tarik beban diberikan secara kontinyu dan perlahan bertambah besar, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami benda uji. Kemudian dapat dihasilkan tegangan dan regangan.

$$u = \frac{P_u}{A_0} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

u = Tegangan tarik maksimal (MPa)

P_u = Beban tarik (kN)

A_0 = Luasan awal penampang (mm^2)

Regangan yang dipergunakan pada kurva diperoleh dengan

cara membagi perpanjangan panjang ukur dengan panjang awal,

persamaanya yaitu:

$$= \frac{L_f - L_0}{L_0} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

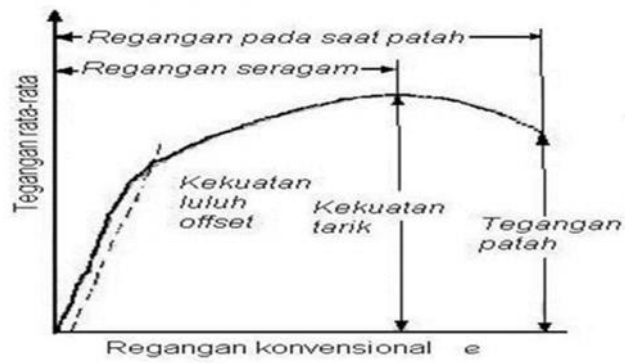
Dimana:

= Regangan (%)

L_0 = Panjang awal (mm)

L_f = Panjang akhir (mm)

Pembebanan tarik dilaksanakan dengan mesin pengujian tarik yang selama pengujian akan mencatat setiap kondisi bahan sampai terjadinya tegangan ultimate, juga sekaligus akan menggambar diagram tarik benda uji, adapun panjang L_f akan diketahui setelah benda uji patah dengan menggunakan pengukuran secara normal tegangan ultimate adalah tegangan tertinggi yang bekerja pada luas penampang semula. Diagram yang diperoleh dari uji tarik pada umumnya digambarkan sebagai diagram tegangan-regangan.



Gambar 10. Kurva tegangan – regangan rekayasa. (Dieter,1992)

Dari gambar diatas, ditunjukkan bahwa bentuk dan besaran pada kurva tegangan-regangan suatu logam tergantung pada komposisi, perlakuan panas, deformasi plastis yang pernah dialami, laju regangan, suhu dan keadaan tegangan yang menentukan selama pengujian. Parameter-parameter yang digunakan untuk menggambarkan kurva tegangan regangan logam yaitu:

1. Kekuatan tarik
2. Kekuatan Luluh
3. Perpanjangan.

(Dieter, 1992).