

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1. Pengecoran Logam

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

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

Untuk membuat coran, dilakukan proses-proses seperti: pencairan logam, membuat cetakan, menuang, membongkar dan membersihkan coran. Setelah proses penuangan coran dikeluarkan dari cetakan untuk dibersihkan, bagianbagian

yang tidak perlu dibuang dari coran. Kemudian diselesaikan dan dibersihkan dengan disemprot mimis atau semacamnya agar memberikan rupa yang baik.

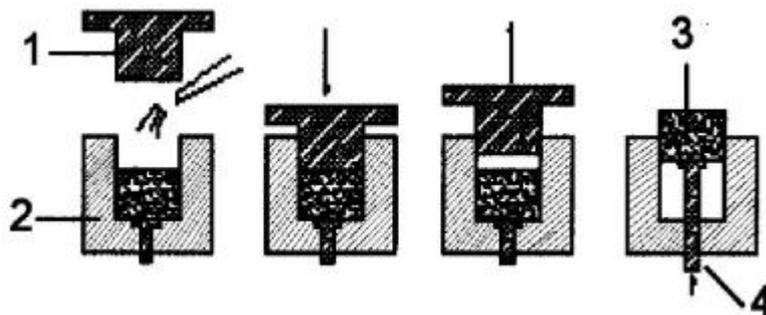
Pada pengecoran, logam memiliki sifat tertentu (Purnomo, 2017) berikut adalah sifat logam pada pengecoran.

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

Gambar 2. 1 Tabel Sifat Logam Paduan pada Pengecoran (Purnomo, 2017)

A. *Direct squeeze casting/ pengecoran cetak tekanan*

Pengecoran cetak tekan termasuk proses pengecoran cetakan permanen dengan cara menginjeksikan logam cair ke dalam rongga cetakan dengan tekanan (7 – 350 MPa) .(Zainuddin, 2014).Direct Squeeze Casting (DSC) adalah proses pengecoran dengan penekanan logam cair dalam die hingga mendingin. Proses ini diharapkan mampu mencegah terjadinya porositas dan penyusutan pada coran dan memperbaiki sifat mekanis coran (Zainuddin & Indra, 2014).



Gambar 2. 2 Mekanisme Direct Squeeze Casting (Zainuddin & Indra, 2014)

Keterangan gambar: 1). Punch, 2).Dies, 3). Tuangan, 4). Pin Pendorong
Kelebihan dari proses DSC adalah :

- Dapat menghasilkan produk cor tanpa porositas dan penyusutan nya
- Lebih efisien karena tidak membutuhkan Gating System
- Biaya untuk proses pengerjaan lanjut maupun pengetesan coran setelah diproses lebih hemat.
- Sifat mekanik hasil coran dengan komposisi yang sama bisa sebaik atau bahkan lebih baik dibandingkan produk coran dengan teknik coran yang lain.
- Pengecoran Squeeze merupakan salah satu teknik yang paling efektif dan efisien untuk menghasilkan komponen komposit atau paduan ferrous maupun non ferrous dengan bentuk mendekati kesempurnaan. Toleransi ukuran yang dapat dicapai $\pm 0,05$ mm.

Adapun untuk parameter yang mempengaruhi hasil cetakan pengecoran tekanan/ *squeeze* dan harus diperhatikan pada saat proses pengecoran (ASM hand book, 1993)

- Volume Cairan Logam (Melt Volume)
Diperlukan kontrol yang kuat akurat ketika logam cair dituangkan ke dalam rongga cetak (die cavity).
- Temperatur Tuang (Casting Temperature)
Temperatur ini tergantung pada jenis paduan dan bentuk coran/komponen. Dalam proses penuangan diperlukan pengaturan temperatur penuangan, hal ini karena temperatur penuangan banyak sekali mempengaruhi kualitas coran, temperatur penuangan yang terlalu rendah menyebabkan pembekuan pendek, kecairan yang buruk dan menyebabkan kegagalan pengecoran. Selain itu dalam penuangan penting sekali dilakukan dengan cepat. Waktu penuangan yang cocok perlu ditentukan dengan mempertimbangkan berat dan tebal coran, sifat cetakan, dll.
- Temperatur Perkakas (Tooling Temperature)
Temperatur normal adalah $190 - 315^{\circ}\text{C}$. Untuk produk cor yang mempunyai penampang relatif tebal, rentang temperatur ini dapat diturunkan. Biasanya temperatur punch diatur $15-30^{\circ}\text{C}$ dibawah temperatur die terendah untuk memungkinkan adanya kelonggaran atau

ventilasi yang memadai diantara keduanya. Kelonggaran yang berlebihan antara punch dan die mengakibatkan erosi pada permukaan keduanya.

- Waktu Tunggu (Time Delay)
lamanya waktu yang diukur dari saat pertama penuangan logam cair ke dalam rongga cetak hingga saat permukaan punch menyentuh dan mulai menekan permukaan logam cair. Bentuk penaMPang yang kompleks memerlukan waktu yang cukup bagi logam cair mengisi keseluruhan rongga cetakan. Untuk itu perlu adanya tenggang waktu yang cukup sebelum punch menyentuh dan menekan logam cair. Hal ini untuk menghindari terjadinya porositas akibat penyusutan (shrinkage porosity).
- Batas Tekanan (Pressure Level)
Rentang tekanan normal adalah 50-140 MPa, tergantung pada bentuk geometri komponen serta sifat mekanis yang dibutuhkan. Tetapi dimungkinkan tekanan minimum adalah 40 MPa.
- Durasi Penekanan (Pressure Duration)
Durasi penekanan dihitung dari saat punch dititik terendah sampai saat punch diangkat (penekanan dilepas). Durasi penekanan yang sering dipakai bervariasi antara 30-120 detik.
- Pelumasan (Lubrication)
Proses squeeze casting membutuhkan pelumas pada permukaan dies untuk memudahkan proses pengambilan produk cor dari cetakannya.

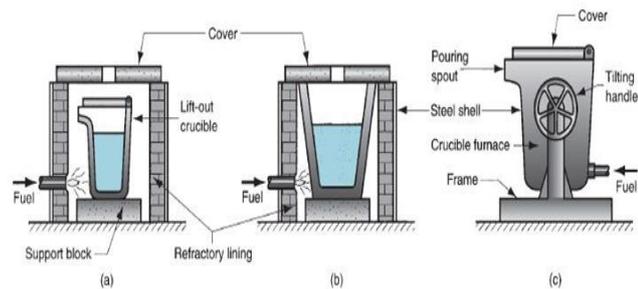
2.1.2. Jenis jenis dapur peleburan logam non ferro

Pada proses pengecoran logam agar didapatkan logam cair untuk proses pencetakan dilakukan dengan menggunakan cara peleburan. Peleburan ini menggunakan suatu tungku peleburan dimana material bahan baku dan jenis tungku yang digunakan harus sesuai dengan material yang akan dileburkan. Berikut adalah jenis-jenis dapur peleburan.

a) Tungku krusibel

Tungku krusibel merupakan salah satu jenis jenis tungku dengan sistem pemanasan tidak langsung. Fungsi utamanya adalah untuk

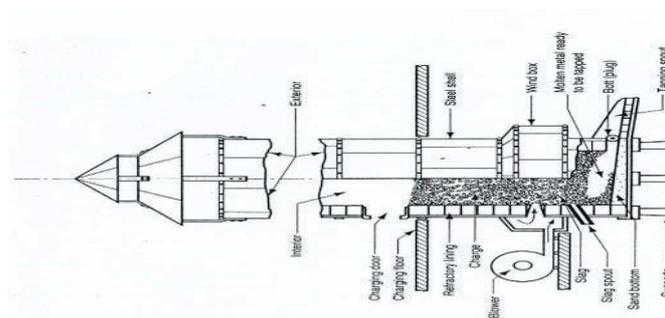
melebur logam Aluminium dan sejenisnya. Peleburan muatan dilakukan dengan menggunakan krusibel yang dipanaskan dengan sumber panas dari pembakaran minyak, gas, kokas, arang atau pemanasan dari filament listrik.



Gambar 2. 3 Dapur Krusibel
(Mikell P. Groover,2010)

b) Tungku kupola

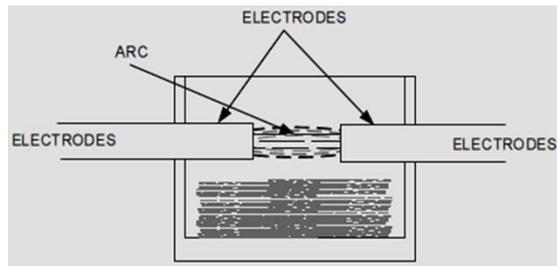
Kupola merupakan tungku yang memiliki bentuk silinder vertikal yang memiliki kapasitas besar. Tungku ini diisi dengan material pengisi antara lain besi, kokas, flux atau batu kapur, dan elemen paduan yang memungkinkan. Tungku ini memiliki sumber energi panas dari kokas dan gas untuk meningkatkan temperatur pembakaran.



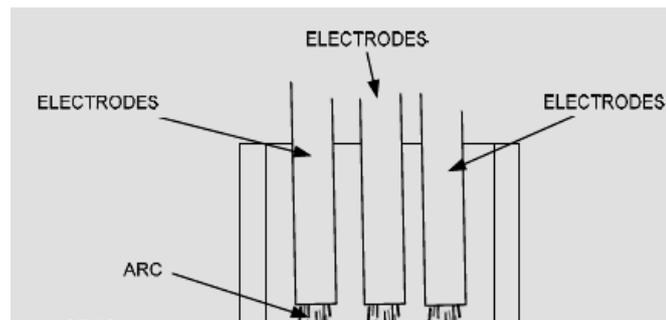
Gambar 2. 4 Dapur Kupola
(Mikell P. Groover,2010)

c) Tungku busur listrik

Peleburan dengan tungku ini dilakukan dengan menggunakan energi yang berasal dari listrik arc atau busur yang dapat mencairkan logam. Tungku busur listrik ini biasanya digunakan untuk peleburan baja



Gambar 2. 5 Tanur Listrik Tidak Lansung Masuk
(Mikell P. Groover,2010)



Gambar 2. 6 Tanur Listrik Lansung Masuk
(Mikell P. Groover,2010)

d) Tungku induksi

Tungku induksi adalah tungku yang menggunakan energi listrik sebagai sumber energi panasnya, arus listrik bolak-balik (*alternating current*) yang melewati koil tembaga akan menghasilkan medan magnetik pada logam pengisi (*charging material*) didalamnya. Medan magnet ini juga akan melakukan mixing pada logam cair akibat adanya gaya magnet antara koil dan logam cair yang akan menimbulkan efek pengadukan (*stiring effect*) untuk menghomogenkan komposisi pada logam cair.



Gambar 2. 7 Tungku Induksi
(Abrianto Akuan, 2009)

2.1.3. Aluminium

Aluminium merupakan logam ringan mempunyai ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik yang baik serta memiliki sifat-sifat yang baik lainnya. Untuk meningkatkan sifat mekanisnya yaitu dengan menambahkan paduan Cu, Mg, Si, Mn, Zn, Ni, secara satu persatu atau bersamasama, sehingga sifat-sifat baik lainnya meningkat seperti ketahanan korosi, ketahanan aus, dan koefisien pemuaian rendah. Material ini dipergunakan didalam bidang yang luas bukan saja untuk peralatan rumah tangga tapi juga dipakai untuk keperluan material pesawat terbang, mobil, kapal laut dan konstruksi (Julmansyah, 2017)

Aluminium merupakan unsur non ferrous yang paling banyak terdapat di bumi yang merupakan logam ringan yang mempunyai sifat yang ringan, ketahanan korosi yang baik serta hantaran listrik dan panas yang baik, mudah dibentuk baik melalui proses pembentukan maupun permesinan, dan sifat-sifat yang baik lainnya sebagai sifat logam. Aluminium memiliki *strength to weight ratio* yang lebih tinggi dari baja. Sifat tahan korosi aluminium diperoleh dari terbentuknya lapisan oksida aluminium dari permukaan aluminium.

(Sutrisno & Rusman, 2014) Aluminium mempunyai berat jenis 2,69 g/cm³ dan titik leburnya 660°C. Dengan berat jenis yang rendah, aluminium sangat cocok sebagai bahan konstruksi, meskipun kekuatan dari aluminium murni agak rendah akan tetapi kekuatan itu dapat ditingkatkan dengan menambahkan unsur paduan pada aluminium tersebut (aluminium alloy) sehingga kekuatannya mendekati kekuatan yang dimiliki baja konstruksi, yaitu dengan penambahan unsur paduan tembaga (Cu), silikoin (Si), magnesium (Mg), mangan (Mn), nikel

(Ni) dan sebagainya, yang dapat mengubah sifat-sifat mekanis Aluminium. berikut penjelasan dari unsur-unsur paduan tersebut:

1. Paduan aluminium-magnesium (Al-Mg): paduan ini memiliki kekuatan, sifat ringan, tahan karat, dan tahan korosi. Paduan Al-Mg sering digunakan dalam industri pesawat terbang, kapal laut, dan kendaraan bermotor.
2. Paduan aluminium-silikon (Al-Si): paduan ini memiliki kekuatan dan kekakuan yang baik, serta tahan aus. Paduan Al-Si sering digunakan dalam industri otomotif untuk pembuatan mesin, seperti blok mesin dan kepala silinder.
3. Paduan aluminium-tembaga (Al-Cu): paduan ini memiliki kekuatan dan ketahanan aus yang tinggi, serta tahan terhadap korosi. Paduan Al-Cu sering digunakan dalam aplikasi struktural, seperti bangunan, jembatan, dan pesawat terbang.
4. Paduan aluminium-lithium (Al-Li): paduan ini memiliki kekuatan dan kekakuan yang sangat tinggi, serta berat yang sangat ringan. Paduan Al-Li sering digunakan dalam industri pesawat terbang dan satelit.
5. Paduan aluminium-zink (Al-Zn): paduan ini memiliki sifat tahan aus, tahan karat, dan tahan terhadap korosi. Paduan Al-Zn sering digunakan dalam aplikasi maritim, seperti kapal laut dan offshore structure.

2.1.3.1. Sifat-sifat Aluminium

(Sutrisno & Rusman, 2014) Aluminium merupakan logam *nonferrous* yang banyak digunakan karena memiliki sifat-sifat:

1. Kepadatan: Kepadatan aluminium adalah sekitar 2,7 g/cm³, yang membuatnya menjadi logam ringan dan mudah dibentuk.
2. Kekuatan: Aluminium memiliki kekuatan yang relatif rendah, tetapi dengan penggunaan paduan tertentu, kekuatan aluminium dapat ditingkatkan.
3. Ketahanan terhadap korosi: Aluminium memiliki ketahanan yang baik terhadap korosi. Ketahanan korosi aluminium dapat ditingkatkan dengan proses anodisasi.
4. Konduktivitas termal dan listrik: Aluminium memiliki konduktivitas termal dan listrik yang baik.

5. Poin anil: Poin anil atau temperatur di mana logam menjadi lembek dan dapat dibentuk adalah sekitar 350-550 derajat Celsius.
6. Ketahanan terhadap deformasi: Aluminium memiliki ketahanan yang baik terhadap deformasi, terutama pada temperatur rendah.
7. Reflektivitas: Aluminium memiliki reflektivitas yang tinggi terhadap panas dan cahaya.
8. Kemurnian: Aluminium memiliki kemurnian yang tinggi dan kekurangan zat pengotor yang dapat mempengaruhi sifat fisiknya

2.1.3.2. Aluminium paduan magnesium

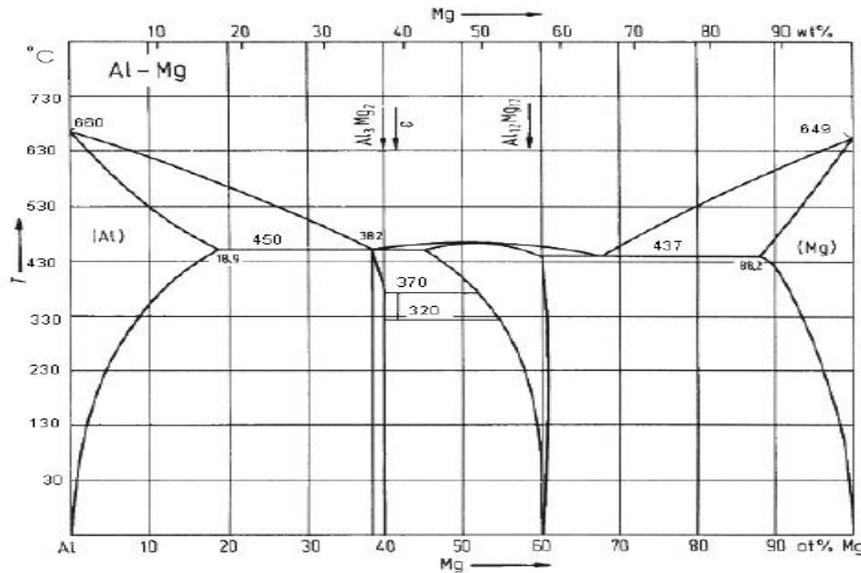
Aluminium paduan magnesium digunakan dalam berbagai sektor, termasuk pembuatan kendaraan, peralatan rumah tangga, dan produk elektronik. Beberapa contoh produk yang menggunakan aluminium paduan magnesium adalah bodi kendaraan, komponen pesawat, kapal dan peralatan olahraga.

(Prabudiyanto, 2020)Pengecoran aluminium dengan penambahan unsur magnesium dilakukan dengan cara mencampurkan kedua unsur pada posisi atau diatas suhu titik leleh masing masing unsur. Untuk menghindari proses pembakaran, industri menggunakan magnesium dalam bentuk padat yang dinamakan ingot. Ingot magnesium diproduksi pasaran dalam bentuk siap cor. Pengaruh penambahan unsur Mg pada paduan aluminium adalah sebagai berikut.

1. Mempermudah proses penuangan
2. Meningkatkan kemampuan pengerjaan mesin
3. Meningkatkan daya tahan terhadap korosi
4. Meningkatkan kekerasan dan kekuatan mekanis
5. Menghaluskan butiran kristal secara efektif
6. Meningkatkan ketahanan beban kejut atau Impak.

Berikut ini ialah diagram fasa dari paduan Al-Mg. Garis solvus menunjukkan penurunan yang sangat tajam pada kelarutan magnesium dengan

penurunan temperature, kebanyakan paduan aluminium teMPa pada kelompok ini mengandung magnesium kurang dari 5% dan juga kandungan silikon yang rendah.



Gambar 2. 8 Diagram Fasa Aluminium-Magnesium
(Sidney, 1974)

2.1.4. Kopling

Kopling kapal (juga dikenal sebagai kopling tek) adalah perangkat mekanis yang digunakan untuk menghubungkan dan memutuskan hubungan antara mesin kapal dengan propeller atau peralatan lainnya. Kopling kapal ini berfungsi untuk mengontrol putaran mesin dan mengatur kecepatan kapal. Kopling kapal dibagi menjadi beberapa jenis, diantaranya adalah:

- Kopling kapal manual, yang digerakkan secara manual oleh operator dengan menggunakan tangan
- Kopling kapal hidrolis, yang digerakkan dengan menggunakan sistem hidrolis
- Kopling kapal elektromagnetik, yang digerakkan dengan menggunakan arus listrik

Secara umum kopling perahu motor digunakan pada kapal yang memerlukan putaran mesin yang cepat dan tinggi, karena kopling ini mampu mengakomodir putaran mesin yang tinggi dan dapat mengubah putaran mesin

dengan cepat. Koping pada kapal harus memiliki harus memiliki kekerasan dan kekuatan yang baik, karena harus mampu menahan beban dan gaya yang terjadi selama operasi. Beban dan gaya yang terjadi pada kopling bisa menyebabkan deformasi pada bahan kopling, sehingga menyebabkan kerusakan dan tidak berfungsinya kopling..

A. Kopling perahu motor/ nelayan (*universal join coupling*)

Universal Joint Coupling atau yang sering disebut bohel kapal adalah suatu komponen mekanik yang digunakan untuk menghubungkan dua poros dengan fleksibilitas relatif. Universal joint atau U-joint merupakan jenis kopling yang memungkinkan dua poros bersaling berputar dalam beberapa arah dan tetap terhubung. Ini memungkinkan putaran saling berpindah antara poros dengan toleransi misalignment dan memungkinkan putaran poros bebas.



Gambar 2. 9 Kopling Perahu motor/ Nelayan

2.1.5. Spesifikasi mesin perahu motor

Spesifikasi mesin perahu motor yang digunakan kopling tersebut ialah sebagai berikut:



Gambar 2.10 Mesin Perahu Motor

Brand : Yamaha

Type Mz 175 B1T (4 Tak)

Output Maksimum : 5,5 Hp /4000rpm

Volume Silinder : 171 Cc

System Pengapian : T.C.I

Bahan Bakar : Bensin

Berat : 18 Kg

Kapasitas Oli : 0,7 Liter (SAE 40)

Dimensi (Pxlxt) : 315 X 352 X 370 Mm

Kapasitas Tangki : 4,5 Liter Bensin

2.1.6. Cacat hasil coran

(Sutrisno & Rusman, 2014)Beberapa cacat yang dapat terjadi dalam proses pengecoran logam meliputi:

- Cacat cetakan: Cacat ini terjadi akibat kegagalan material cetakan atau kesalahan dalam proses pembuatan cetakan. Beberapa contoh cacat cetakan antara lain retak cetakan, ketidaklurusan permukaan cetakan, dan ketidakmampuan cetakan untuk mengalirkan logam cair secara efektif.
- Cacat rongga: Cacat ini terjadi akibat kekurangan atau kelebihan material logam cair pada saat pengecoran. Beberapa contoh cacat rongga antara lain porositas, gas terperangkap, dan cacat pada permukaan coran.
- Cacat struktur: Cacat ini terjadi akibat masalah pada struktur material logam yang terbentuk selama proses pembekuan dan pembentukan.
- Beberapa contoh cacat struktur antara lain retak pada permukaan, cacat mikrostruktur, dan ketidakseragaman struktur.

Cacat dimensi: Cacat ini terjadi akibat kesalahan dalam proses pembuatan cetakan, kurangnya pengawasan pada proses cor atau pemotongan coran. Beberapa contoh cacat dimensi antara lain dimensi yang tidak sesuai, kerapatan dimensi yang berbeda, dan distorsi dimensi.

2.1.7. Pengujian kekerasan

Kekerasan merupakan salah satu sifat mekanik dari suatu material. Kekerasan didefinisikan sebagai kemampuan material untuk menahan beban indentasi atau penetrasi atau penekanan (Purnomo, 2017). Uji kekerasan merupakan kemampuan suatu benda terhadap pembebanan yang tepat, sehingga ketika gaya tertentu diberikan pada suatu benda uji akan mengalami deformasi pada benda tersebut. Terdapat tiga jenis umum mengenai ukuran kekerasan, yang tergantung pada cara melakukan pengujian, ketiga jenis tersebut adalah kekerasan goresan (*scratch hardness*), kekerasan lekukan (*indentation hardness*) dan kekerasan pantulan (*rebound*) atau kekerasan dinamik (*dynamic hardness*). Untuk logam, hanya kekerasan lekukan yang banyak menarik perhatian dalam kaitannya dengan bidang rekayasa.

Korelasi antara kekerasan yang diperoleh dengan berbagai cara pengujian kekerasan menjadi permasalahan, tidak ada cara lain kecuali mendapat hubungan tersebut secara eksperimen. Jadi kekerasan yang diperoleh dengan berbagai cara ditulis sebagai tabel konvensi kekerasan dibawah ini.

<i>Approximat Hardness Conversion tables for Non-Austenitic Steels (Rockwell B Hardnes Range)</i>		
<i>Rockwell B Hardness Number, 100 kgf</i>	<i>Vickers Hardness Number (VHN)</i>	<i>Brinell Hardnes Number, 3000 kgf</i>
72	130	130
71	127	127
70	125	125
69	123	123
68	121	121
67	119	119
65	117	117
64	116	116
63	114	114
62	112	112
61	110	110

Gambar 2. 10 Tabel Nilai konversi kekerasan
(ASTM E 140)

Ada beberapa standar ASTM yang mengatur tentang pengujian kekerasan yaitu :

1. ASTM E140 - *Standar Nomor Hardness Conversion* untuk Metals. Standar ini menyediakan konversi dari satuan kekerasan yang berbeda untuk logam

2. ASTM E10 (standar pengujian kekerasan Brinell untuk material logam).
3. ASTM E18 - *Standar Test Methods for Rockwell Hardness of Metallic Materials*. Standar ini menyediakan metode pengujian kekerasan Rockwell untuk material logam.
4. ASTM E384 - *Standar Test Method for Knoop and Vickers Hardness of Materials*. Standar ini menyediakan metode pengujian kekerasan Knoop dan Vickers untuk material logam.

A. Kekerasan *brinell*

(ASTM E 10, 2018) Uji kekerasan Brinell menggunakan *indenter* bola dengan bahan baja atau *tungsten carbide*. *Indenter* tersebut berdiameter 10 mm (0,394 in). Mirip dengan uji Rockwell, pada uji Brinell *indenter* bola menekan permukaan benda uji sehingga terbentuk lekukan (*indentasi*). Uji Brinell menggunakan beban standar antara 500 sampai 3000 kg. Besar kenaikan beban tersebut adalah 500 kg. Selama pengujian, beban dijaga agar selalu konstan untuk beberapa saat (antara 10 sampai 30 detik). Semakin keras bahan yang diuji, maka akan semakin besar pula beban yang diterapkan. Angka kekerasan *Brinell* (BHN) dinyatakan sebagai beban (P) dibagi luas permukaan lekukan. Perhitungan rumus kekerasan *brinell* dapat dihitung melalui rumus

$$\text{BHN} = \frac{2F}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

Keterangan : F = beban yang diterapkan (kg)

D = diameter bola (mm)

d = diameter lekukan (mm)

2.1.8. Pengujian Impak

Uji Impak merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui kekuatan, kekerasan, serta keuletan material. Oleh karena itu uji Impak banyak digunakan dalam bidang menguji sifat mekanik yang dimiliki oleh suatu material tersebut (Wardani et al, 2017:244).

Dalam pengujian Impak, sampel material ditembakkan oleh benda uji, yang dapat berupa benda bulat atau batang, pada kecepatan tertentu. Saat benda

uji menabrak sampel, kekuatan dan energi dari benturan dicatat dan dianalisis untuk menentukan kinerja material dalam kondisi tersebut. Hasil dari pengujian ini dapat memberikan informasi tentang sifat-sifat material seperti kekuatan, ketangguhan, dan keuletan, yang penting dalam menentukan apakah material tersebut cocok untuk digunakan dalam aplikasi tertentu. Standar ASTM yang mengatur tentang pengujian Impak ialah ASTM E23 - Standard Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials.

Dari pengujian *Impak* perhitungan yang harus dilakukan sebagai langkah awal ialah menghitung energi yang diserap sebelum patah lalu menghitung kekuatan Impak. Perhitungan dapat dilakukan dengan rumus berikut ini.

- $E = G.R .g (\cos \beta - \cos \alpha)$

- $I = E/A$

E = Energi serap benda uji (joule)

G = Berat pendulum (Kg)

R = Jarak ayun awal pendulum

Cos α = sudut ayun awal pendulum

Cos β = sudut setelah mengenai benda uji

A = luas penampang patah benda uji (mm^2)

I = kekuatan Impak (joule/mm^2)

2.2 Kajian Pustaka

Dalam penelitian tugas akhir dibutuhkan suatu penelitian terlebih dahulu, untuk dijadikan sebuah referensi untuk diobservasi. Berikut ini merupakan referensi yang berkaitan:

Sulis Dri Handono (2019) melakukan penelitian tentang variasi temperatur dengan metode semi solid casting. Penelitian ini menggunakan paduan aluminium skrap dengan penambahan unsur magnesium dan menggunakan variasi temperatur *dies*, serta variasi campuran magnesium. Dengan tekanan 70 MPa, lama penekanan 75 detik, holding time 9 menit. Pada penelitian ini proses *squeeze casting* dilakukan hanya sampai material dalam keadaan ataupun kondisi semi

solid dengan bahan hasil skrap berbentuk chips dan ditimbang dengan perbandingan Al 98%- Mg 2% , Al 96%- Mg 4%, Al 94%- Mg 6%. Kemudian dimasukan dan diberikan tekanan sampai proses pemadatan selesai dengan menggunakan tekanan hidrolik dari penelitiannya didapatkan hasil variasi temperatur 475°C dan tekanan 70 MPa lama penekanan 75 detik serta holding time 9 menit dengan komposisi Al 96% dan Mg 4% mempunyai nilai kekerasan tertinggi yaitu 38,22 VHN.. Sedangkan variasi komposisi Al 94% dan Mg 6% dengan temperatur pengecoran 500°C nilai kekerasannya yaitu 35,88 VHN. Ini menunjukkan dengan tekanan 70 MPa semakin rendah temperatur nilai kekerasan semakin baik

L. P. Hartono (2012) dalam penelitiannya tentang variasi tekanan terhadap pengecoran aluminium daur ulang (Al-Si) dengan metode semi solid casting. Pada proses penelitian ini Ingot dilebur dalam krusibel pada dapur peleburan dengan menggunakan bahan bakar arang kayu. Penambahan dan pengaturan panas dengan menggunakan blower. Paduan dicairkan pada titik cairnya pada temperatur 660 °C. Aluminium cair di tuangkan pada cetakan dan dilakukan penekanan pada temperatur 320 °C. Pada temperatur logam 320 °C dilakukan penekanan dengan variasi tekanan 10,19 MPa, 25,47 MPa, dan 35,66 MPa. Dari penelitian tersebut didapatkan hasil struktur mikro pada variasi tekanan 10,19 MPa cacat porositasnya lebih besar dan struktur dendritnya lebih besar ukurannya bila di bandingkan dengan tekanan 35,66 MPa dan 25,47 MPa. Hasil pengujian kekerasan terlihat bahwa kekerasan pada spesimen variasi tekanan 35,66 MPa mempunyai kekerasan paling tinggi yaitu 93 BHN dan terletak pada titik tengah yaitu 92,3 BHN. Semakin tinggi variasi tekanan maka semakin tinggi pula kekerasannya karena penekanan yang lebih besar.

Muhammad Abdus (2020) dalam penelitiannya pengaruh penambahan unsur magnesium pada peleburan piston diesel bekas (Al-Si) dapat mempengaruhi nilai kekerasan dan . patahan untuk variasi penambahan 3% Mg. ini memperlihatkan warna hitam yang menunjukkan patahan ulet. Keuletan bahan paduan aluminium silikon dengan penambahan magnesium bertujuan untuk memperbesar butir sehingga bahan akan semakin ulet. Sedangkan pada patahan untuk variasi

penambahan 5% Mg yang cukup besar mengakibatkan patahan rata dan mengkilap. Hal ini menunjukkan Mg mengalami aglomerasi yang menyebabkan besar butir terhambat dalam paduan. Sehingga bahan dengan paduan Al-Si-5% Mg akan memiliki sifat yang getas. Lalu pada pengujian Impak Hasil pengaruh penambahan unsur 3% Mg pada paduan Al-Si dari bahan piston diesel bekas menghasilkan kekuatan sebesar 62,99 MPa. Pada pengujian Impak menunjukkan bahwa penambahan Mg optimal pada 3% yang menghasilkan kekuatan Impak sebesar 0,412 J/mm² ..

Eko nugroho (2019) dalam penelitiannya tentang Pengaruh Penambahan Magnesium pada Scrap Aluminium di Proses Squeeze Casting dengan Memvariasikan Nilai Tekanan dan Durasi Percobaan Nilai Tekanan terhadap Kekerasan, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan meningkatkan kualitas bahan dengan menggunakan metode pengecoran squeeze casting terhadap nilai sifat mekanik, dengan bahan berbentuk chip dicampur dengan perbandingan 96% aluminium dan 4% magnesium lalu dipanaskan pada cetakan dengan temperatur 500°C, lalu dilakukan holding time dalam cetakan selama 9 menit,. Dengan variasi tekanan 70 MPa, 85 MPa, dan 100 MPa. Serta lama penekanan 60 detik, 75 detik dan 90 detik. Hasil pengamatan variasi tekanan serta lama penekanan menunjukkan pada sampel tekanan 100 MPa menghasilkan nilai kekerasan 33.32 HVN dan lama penekanan 90 detik menghasilkan 33,84 HVN. nilai kekerasan meningkat seiring semakin tinggi tekanan serta lama penekanan yang di berikan.

Fadwah Maghfurah (2018) dalam penelitiannya tentang variasi tekanan dan temperatur terhadap porositas pada proses high pressure die casting (HPDC) untuk material aluminium HD2. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh variasi tekanan dan temperatur penuangan terhadap porosity pada proses high pressure die casting material aluminium HD2. Tekanan injeksi yang di berikan pada mesin die casting yang dipilih adalah 50 MPa, 60 MPa, dan 70 MPa dan temperatur penuangan yang dipilih adalah 640°C, 650°C, dan 660°C. dari penelitiannya didapatkan hasil bahwa Semakin tinggi temperatur penuangan, nilai massa jenis semakin tinggi. Nilai massa jenis terendah sebesar

2,1085 gr/cm³ pada temperatur 640 °C dan tertinggi yaitu sebesar 2,2601 gr/cm³ pada temperatur tuang 660 °C dan terendah. Semakin tinggi tekanan yang diberikan, maka persentase porosity semakin rendah. Porosity tertinggi yaitu 23,3% pada tekanan 50 MPa dan porosity terendah yaitu sebesar 17,4% pada tekanan 70 MPa, Semakin tinggi tekanan dan temperatur maka kekerasan akan semakin bertambah. Kekerasan terendah sebesar 42,0 HRB pada tekanan 50 MPa dan temperatur 640 °C dan kekerasan tertinggi yaitu sebesar 52,0 HRB pada tekanan 70 MPa dan temperatur 660 °C. Secara visual struktur mikro yang terbaik merupakan perpaduan parameter antara tekanan 70 MPa dan temperatur tuang 660 °C dimana tidak ada micro sringkage porosity dan penyebaran dari silikon juga merata ke seluruh bagian sampel, dibandingkan perpaduan tekanan 50 MPa dan temperatur 640 °C di mana terdapat porosity dan silikon berkelompok atau aluminium lebih dominan.

Susri Mizhar (2016) penambahan unsur magnesium pada peleburan velg bekas Al-Si sebesar 4,11% dengan metode *lost foam casting* mengalami kenaikan kekerasan dengan angka kekerasan sebesar 109,70 HRL , dan sebelum penambahan Mg sebesar 99,8 HRL. Disimpulkan bahwa kenaikan yang terjadi sebesar 9,9% . pada uji Impak peningkatan terlihat setelah penambahan Mg yaitu sebesar 0,0734J /mm² , dan sebelum penambahan Mg yaitu sebesar 0,0367 J /mm² . Disimpulkan bahwa peningkatan harga Impak sebesar 100%. Semakin bertambahnya Mg struktur semakin rata dan juga terbentuk senyawa intermetalik Mg₂Si yang menyebabkan sifat mekaniknya meningkat.

Penelitian yang dilakukan oleh Arif Sri Kuncoro (2018) yang berjudul “Pengaruh penambahan unsur Magnesium pada proses pengecoran velg aluminium dengan metode pengecoran cetakan tekanan terhadap tingkat kekerasan,kekuatan impact dan struktur mikro” Hasil pada penelitian ini adalah Ada pengaruh pada nilai kekerasan dari variasi penambahan magnesium, pada variasi 2% memiliki nilai rata-rata kekerasan sebesar 74,04 HB, pada penambahan 3% magnesium memiliki rata-rata nilai kekerasan sebesar 81,47 HB sedangkan pada variasi penambahan magnesium sebanyak 4% memiliki rata-rata nilai kekerasan sebesar 95,87 HB. Ada pengaruh pada kekuatan impact dari variasi

penambahan magnesium, pada variasi 2% memiliki rata-rata nilai impact sebesar 0,055 J/mm² , pada penambahan 3% magnesium memiliki rata-rata nilai impact sebesar 0,041 J/mm² , dan pada variasi penambahan magnesium sebanyak 4% memiliki rata-rata nilai impact sebesar 0,026 J/mm² . Ada pengaruh penambahan magnesium terhadap penyebaran matriks velg aluminium paduan.

Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Abdus Shomad dan Aulia Adam Jordianshah (2020) yang berjudul “Pengaruh penambahan unsur magnesium pada paduan aluminium dari bahan piston bekas” Hasil pengaruh penambahan unsur 3% Mg pada paduan Al-Si dari bahan piston diesel bekas menghasilkan kekuatan sebesar 62,99 Mpa. Pada pengujian impact menunjukkan bahwa penambahan Mg optimal pada 3% yang menghasilkan kekuatan impact sebesar 0,412 J/mm² . Pada 3% yang menghasilkan kekuatan impact sebesar 0,412 J/mm² .

Penelitian yang dilakukan oleh kurnia (2015) yang berjudul ” Analisis pengaruh penambahan unsur magnesium (mg) terhadap tingkat kekerasan, struktur mikro dan kekuatan impact pada velg aluminium” pada penambahan magnesium terdapat pengaruh terhadap tingkat kekerasan pada pengecoran aluminium, ini dapat dilihat pada hasil pengujian kekerasan dengan variasi penambahan magnesium sebanyak 0% (raw material), 1% dan 4%, hasil pengujian berturut-turut 75,9 kgf/mm² , 80,4 kgf/mm² dan 86,2 kgf/mm². Pada nilai impact terdapat pengaruh penambahan magnesium, ini dapat dilihat pada hasil pengujian impact dengan variasi penambahan magnesium sebanyak 0% (raw material), 1% dan 4%, hasil pengujian berturut-turut 0,072 J/mm² , 0,52 J/mm² , 0,50 J/mm² .