

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Kuningan

Kuningan (CuZn) adalah logam yang merupakan campuran dari tembaga dan seng. Tembaga merupakan komponen utama dari kuningan, dan kuningan biasanya disebut sebagai paduan tembaga dan seng. Warna kuningan bervariasi dari coklat kemerahan gelap hingga ke cahaya kuning keperakan tergantung pada jumlah kadar seng. Seng lebih banyak mempengaruhi warna kuningan tersebut. Kuningan juga lebih kuat dan lebih keras, tetapi tidak sekuat atau sekeras seperti baja. Kuningan sangat mudah untuk dibentuk kedalam berbagai bentuk, sebuah konduktor panas yang baik, dan umumnya tahan terhadap korosi dari air garam dan udara. Karena sifat-sifat tersebut kuningan kebanyakan digunakan untuk membuat pipa tabung, sekrup, radiator, alat musik, aplikasi kapal laut, dan casing cartridge untuk senjata api. (Nugroho *et al*, 2017)

Menurut Supriyanto (2010) kuningan pada dasarnya adalah paduan tembaga dengan seng sebagai paduan utama. Biasanya kandungan seng yang terkandung mencapai 40% (Surdia dan Chijiwa, 1987). Tembaga merupakan komponen utama dari kuningan dan biasanya diklasifikasikan sebagai paduan tembaga. Warna kuningan bervariasi dari coklat kemerahan gelap hingga ke cahaya kuning keperakan tergantung pada jumlah kadar seng. Seng lebih banyak mempengaruhi warna kuningan tersebut. Salah satu sifat yang dihargai seng ialah ketahanan korosinya terhadap udara luar. Kuningan merupakan paduan tembaga dan seng dengan Titik lebur 900°C sampai dengan 1200°C dimana titik lebur tersebut tergantung dari paduan tembaga dan seng. Kuningan merupakan konduktor panas yang baik dan umumnya tahan terhadap korosi dari air dan garam. Karena sifat tersebut kuningan digunakan untuk membuat komponen kapal, komponen mesin, benda seni dan alat-alat rumah tangga Adapun beberapa jenis kuningan antara lain:

a. Kuningan Alpha-Betha (Muntz)

Disebut dengan kuningan dupleks mengandung 35% seng sampai dengan 45% seng dan bekerja baik pada suhu panas.

b. Kuningan Alpha

Memiliki kandungan seng kurang dari 35% dan bekerja baik pada suhu dingin.

c. Kuningan Cartridge

mengandung 30% seng memiliki sifat kerja yang baik pada suhu dingin.

d. Kuningan Nikel

Terdiri dari 70% tembaga, 24,5% seng dan 5,5% nikel digunakan untuk membuat koin mata uang.

e. Kuningan Aich

Memiliki sifat yang tahan korosi, keras dan tangguh.

f. Kuningan Aluminium

Mengandung aluminium yang menghasilkan sifat peningkatan ketahanan korosi.

g. Kuningan umum (paku keling)

Mengandung 37% seng memiliki sifat kerja baik pada suhu dingin dan harganya murah.

h. Kuningan tinggi paduan

Mengandung 65% tembaga dan 35% seng memiliki kekuatan tarik tinggi banyak digunakan untuk pegas dan sekrup.

i. Kuningan rendah paduan

Mengandung 20% seng memiliki sifat warna keemasan.

j. Kuningan mangan

Digunakan dalam pembuatan koin dolar di Amerika Serikat yang mengandung 70% tembaga, 29% seng dan 13% mangan.

k. Kuningan merah

Mengandung 85% tembaga, 5% timah, 5% timbal dan 5% seng.

Titik cair dari sebuah benda padat adalah suhu dimana benda tersebut akan berubah bentuk menjadi cair, pada logam kuningan memiliki titik cair yang

bervariasi tergantung pada 15 jumlah paduan komposisi bahan Cu dan Zn. Dibawah ini merupakan tabel titik cair dari kuningan.

Tabel 2.1 Titik Cair Standar Kuningan
(Surdia dan Chijiwa, 1991)

Komposisi Bahan	Titik Cair (°C)
85% Cu - 15% Zn	1.150 - 1.200
70% Cu - 30% Zn	1.080 - 1.130
60% Cu - 40% Zn	1.030 - 1.080

Kuningan merupakan paduan dari tembaga (Cu) dengan seng (Zn). Perubahan prosentase Zn dalam paduan tersebut, menyebabkan perubahan sifat-sifat dari kuningan tersebut, baik fisik maupun mekanik. Untuk mendapatkan kuningan istimewa maka ditambahkan logam-logam tertentu. Logam-logam yang biasa ditambahkan atau dipadukan pada kuningan antara lain: Aluminium (Al), Plumbum (Pb), Mangan (Mn), Nikel (Ni), dengan maksud untuk mendapatkan sifat-sifat yang diinginkan. (Eko Nugroho, 2016)

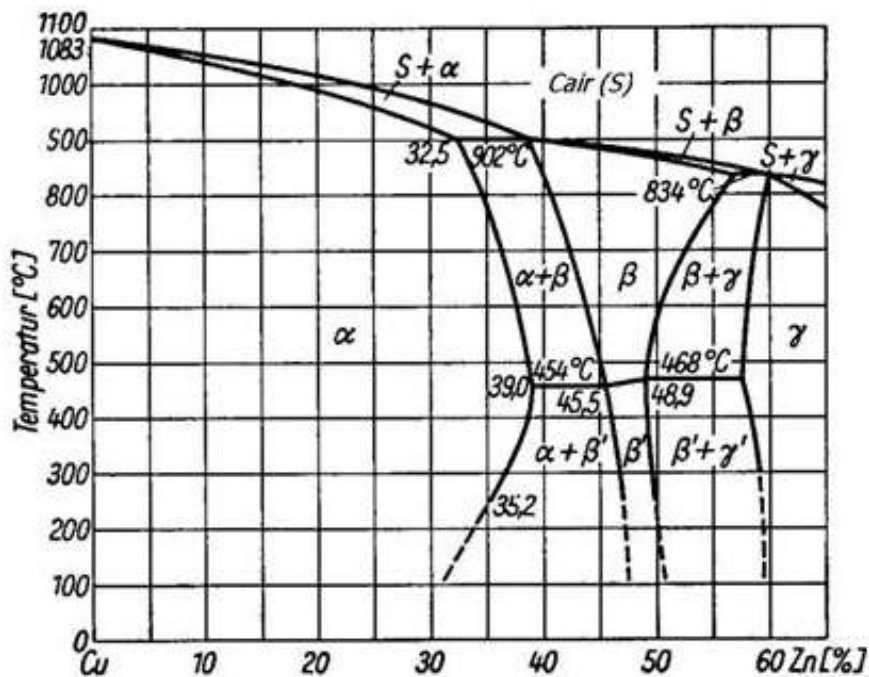
Berdasarkan diagram fasa Cu-Zn dengan presentase Zn \leq 40%, maka kuningan dikelompokkan menjadi dua macam, yaitu :

1. Kuningan α , dengan fasanya α dan mengandung \pm 39 % Zn.
2. Kuningan $\alpha + \beta$, dengan fasanya $\alpha + \beta$, yang mempunyai rasio 60 : 40 untuk kandungan Cu dan Zn

Menurut Setiawan (2013) paduan CuZn dengan kandungan 70% dan 30% merupakan fasa yang mudah dikerjakan. Fasa α yang lunak dan mudah dikerjakan, dimana fasa terdiri dari fasa saja bukan pada temperatur biasa tetapi juga pada temperatur tinggi sehingga pelunakan untuk menguraikan struktur coran mempunyai pengaruh tertentu tetapi pengerasan bisa terjadi pada perubahan sifat-sifat yang terkandung dalam paduan itu sendiri. Sedangkan kuningan 60% dan 40% merupakan fasa $\alpha + \beta$ yang mempunyai kekuatan tinggi dan banyak paduan dari ini yang mempunyai kekuatan tarik yang tinggi.

Unsur-unsur paduan lainnya yang bisa ditambahkan ke dalam paduan kuningan antara lain: Al, Fe, Mn, Ni, Pb dan Si yang berpengaruh pada penambahan

kadar seng. Kuningan berasal dari zaman Romawi, menunjukkan diagram fasa Cu-Zn. Dalam sistem ini terdapat 6 fasa yaitu $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon,$ dan η dari semua fasa itu yang penting secara industri adalah dua yaitu α dan β . α mempunyai struktur fcc dan β mempunyai struktur bcc. Ada juga fasa dengan kisi super. Dari diagram fasa untuk kuningan 70-30, fasa merupakan fasa yang lunak dan mudah dikerjakan, sedangkan kuningan 60-40 adalah fasa $\alpha + \beta$ yang mempunyai kekuatan tinggi dan banyak paduan dari ini yang mempunyai kekuatan tarik yang tinggi. Paduan dengan kira-kira 45% Zn mempunyai kekuatan yang paling tinggi akan tetapi tidak dapat dikerjakan, jadi hanya dipergunakan untuk paduan coran.



Gambar 2.1 Diagram Fasa Kuningan (CuZn)
(Surdia dan Saito, 1999)

Dilihat pada gambar 2.1 bahwa sampai pada titik 30% kandungan seng di dalam 70% kandungan tembaga termasuk kategori fasa α dimana titik lebur mencapai 900 sudah mengalami pencairan.

2.2 *Clutch Push Rod*

Clutch Push Rod merupakan salah satu bagian dari sistem transmisi kendaraan bermotor. *Clutch push rod* terdiri dari sebuah tuas yang terhubung pada pedal kopling dalam kendaraan. Saat pengemudi menekan pedal kopling, tuas *clutch push rod* akan bergerak dan menghubungkan kopling antara roda dan mesin (Sri Rahayu, 2023).



Gambar 2.2 *Clutch Push Rod*

Namun, ketika pengemudi melepas pedal kopling, maka tuas stut akan kembali pada posisi semula. Sehingga akan memutuskan kopling antara roda dan mesin. Maka dari itu, komponen kopling ini harus selalu ada dalam kondisi yang baik supaya sistem transmisi berfungsi. *Clutch push rod* memiliki berbagai fungsi yang bisa membuat sistem transmisi lancar seperti berikut ini.

1. Membantu penggantian gigi

Fungsi *clutch push rod* yang pertama yaitu membantu pergantian gigi dengan mudah. Saat mengemudi akan mengubah gigi maka harus menekan kopling terlebih dahulu. Setelah itu, *clutch push rod* akan memutuskan kopling antara mesin dan roda. Bantuan *clutch push rod* tersebut bisa mempermudah pergantian gigi tanpa harus menghentikan mesin motor. Jadi pengguna tidak harus repot untuk menghentikan mesin ketika akan berpindah gigi.

2. Memudahkan aliran tenaga dari mesin ke roda

Clutch push rod pada motor juga memiliki fungsi aliran tenaga. Komponen kopling bekerja dengan cara menghubungkan dan memutuskan kopling pada bagian mesin dan roda. Ketika pengendara menekan komponen ini maka mesin dengan roda akan terhubung. Sehingga tenaga dari mesin dapat tersalurkan pada roda dan membuat kendaraan berjalan. Begitu juga sebaliknya, apabila roda tidak terhubung

pada mesin maka kendaraan tidak akan bergerak. Oleh karena itu, komponen kopling ini memiliki fungsi yang penting untuk menunjang berjalannya kendaraan.

3. Menjaga transmisi agar lancar

Clutch push rod juga berfungsi dalam membantu menjaga kelancaran transmisi motor. Apabila komponen tersebut bekerja dengan baik bisa menyebabkan beberapa hal. Transmisi akan berjalan dengan lancar dan tidak terjadi kegagalan saat pengendara mengubah gigi. Sehingga berkendara dengan motor bisa lebih nyaman dan lancar.

2.2.1 Spesifikasi kekerasan *clutch push rod*

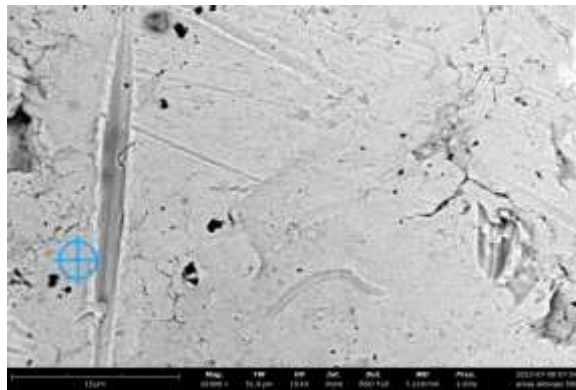
Dibawah ini adalah spesifikasi dari *clutch push rod* dengan menggunakan kekerasan *vickers* :

Tabel 2.2 Spesifikasi Kekerasan
(Laboratorium Material Unsri)

Titik	Kekerasan <i>vickers</i> (HV)
Titik 1	49,187 HV
Titik 2	49,950 HV
Titik 3	51,080 HV
Rata - Rata	50,072 HV

2.2.2 Spesifikasi Komposisi

Spesifikasi komposisi pada *clutch push rod* meliputi beberapa paduan dengan tingkat persentase yang berbeda – beda, spesifikasi persentase paduan dapat dijadikan acuan perbedaan komposisi pada hasil pengecoran yang berfungsi menjadi pembeda dari produk asli dengan produk yang akan ditingkatkan kualitasnya. Berikut ini hasil pengujian komposisi pada *clutch push rod* :



Gambar 2.3 Titik Komposisi

Tabel 2.3 Tabel Komposisi 1
(Laboratorium Kimia Polsri)

<i>Element Number</i>	<i>Element Symbol</i>	<i>Element Name</i>	<i>Atomic Conc.</i>	<i>Weight Conc.</i>
6	C	<i>Carbon</i>	72.225	33.934
8	O	<i>Oxygen</i>	1.599	1.001
29	Cu	<i>Copper</i>	26.176	65.065

2.2.3 Kerusakan yang terjadi pada *clutch push rod*

Clutch push rod vespa sering kali mengalami kerusakan, kerusakan itu diakibatkan oleh adanya gesekan serta tekanan pada *clutch push rod* yang langsung bersentuhan pada gobangan kampas kopling vespa. Kerusakan pada *clutch push rod* dapat berupa ausnya permukaan serta pecah atau patahnya pada *clutch*.

Gambar 2.5 *Clutch Push Rod* Yang Mengalami Kerusakan

2.3 Pengecoran Logam

Pengecoran merupakan penuangan logam cair ke dalam suatu cetakan sehingga logam cair tersebut menyesuaikan terhadap bentuk cetakan dan dibiarkan membeku (Hadi, 2016). Ada beberapa hal penting yang harus terpenuhi ketika akan membuat suatu produk coran yaitu pembuatan pola, pembuatan cetakan, pengecoran dan pemeriksaan coran. Dalam proses pengecoran terdapat beberapa hal yang harus dilakukan seperti peleburan logam, penuangan logam dan pengkristalan logam atau pembekuan cairan logam. Proses pengecoran adalah proses pembuatan benda kerja dengan cara menuangkan logam cair kedalam cetakan pasir tanpa disertai tekanan pada saat logam cair mengisi rongga cetakan dan kemudian dibiarkan hingga membeku selain itu proses pengecoran merupakan proses yang mudah dikerjakan dan 19 berkemampuan tinggi. Untuk saat ini penelitian khususnya dibidang pengecoran dapat menghasilkan teknik pengecoran baru atau adaptasi teknik pengecoran yang ada sehingga mendorong industri pengecoran bertahan sampai saat ini. Secara garis besar pengecoran logam dibedakan menjadi dua yaitu:

a. Proses pengecoran gravitasi

pengecoran ini tidak menggunakan tekanan sewaktu mengisi rongga cetakan tetapi memanfaatkan berat logam cair dalam memasukkannya ke rongga cetakan.

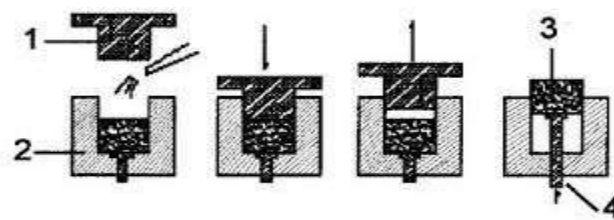
b. Proses pengecoran bertekanan

pengecoran ini logam yang dicairkan ditekan supaya mengisi pada rongga cetakan.

2.4 Pengecoran *Squeeze Casting*

Pengecoran *squeeze* pertama kali diperkenalkan di negara Russia oleh Chernov pada tahun 1878. Pengecoran *squeeze* sering digambarkan sebagai suatu proses dimana logam cair dibekukan di bawah tekanan eksternal yang relatif tinggi. Proses ini pada dasarnya mengkombinasikan keuntungan-keuntungan pada proses *forging* dan *casting*. Pengecoran *squeeze* sering disebut juga penempaan logam cair (*liquid metal forging*). Proses pemadatan logam cair dilaksanakan di dalam cetakan

yang ditekan dengan tenaga hidrolis. Penekanan logam cair oleh permukaan cetakan akan menghasilkan perpindahan panas yang cepat dan menghasilkan penurunan porositas seperti sering terjadi pada produk cor besi tempa (*wrought iron*). Hasil proses penempaan logam cair adalah produk yang mendekati ukuran standarnya (*near-net shape*) dengan kualitas yang baik. Sedangkan struktur-mikro hasil pengecoran *squeeze* tampak lebih padat dibandingkan dengan hasil pengecoran dengan cara *gravity* (Yue dan Chadwick, 1996).



Gambar 2.6 Proses *Squeeze Casting*
(Yue dan Chadwick, 1996)

(Dhanashekara dan Kumar, 2014) *Squeeze casting* adalah kombinasi proses pengecoran dan penempaan yang dilakukan dengan bantuan tekanan pada logam semi padat. Penerapan tekanan pada logam semi padat tersebut bisa mengubah titik cair paduan yang meningkatkan kecepatan pembekuan pada coran dan mengurangi porositas penyusutan coran. Untuk memperoleh produk cor yang memenuhi syarat - syarat ideal bagi suatu *sound-cast*, ada beberapa variabel yang perlu diperhatikan yaitu;

a. Volume Cairan Logam (*Melt Volume*)

Diperlukan kontrol yang kuat akurat ketika logam cair dituangkan ke dalam rongga cetak (*die cavity*).

b. 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.

c. Temperatur Perkakas (*Tooling Temperature*)

Temperatur normal adalah 190-315°C. Untuk produk cor yang mempunyai penampang relatif tebal, rentang temperatur ini dapat diturunkan. Biasanya temperatur *punch* diatur 15-30°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.

d. Waktu Tunggu (*Time Delay*)

Adalah 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 cetak. 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*).

e. 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. Tekanan yang sering digunakan 70 MPa.

f. Durasi Penekanan (*Pressure Duration*)

Durasi penekanan dihitung dari saat *punch* dititik terendah sampai saat *punch* diangkat (penekanan dilepas). Untuk benda cor dengan berat hingga 9 kg, durasi pe nekanan yang sering dipakai bervariasi antara 30-120 detik

g. Pelumasan (*Lubrication*)

Proses squeeze casting membutuhkan pelumas pada permukaan dies untuk memudahkan proses pengambilan produk cor dari cetakannya.

h. Kecepatan Pengisian (*Filling rate*)

Makin rendah kecepatan pengisian akan menyebabkan makin tinggi kemungkinan untuk mendapatkan aliran laminar.

2.5 Pengaruh Beban Penekanan (*pressure load*)

Proses pengecoran *squeeze casting* akan menghasilkan produk akhir yang lebih akurat dengan kualitas yang baik dibandingkan dengan pengecoran dengan metode lainnya. Meningkatkan tekanan pada pengecoran terlihat lebih padat dan lebih homogen serta memiliki sifat mekanik yang baik. dengan menggunakan bahan daur ulang 25 kg piston dan 25 kg roda dalam bentuk campuran (rem, penutup mesin dan perabot rumah tangga) yang telah di lebur di unit pengolahan. Proses pengecoran dilakukan dengan ditungkannya cairan ke dalam sebuah cetakan pada suhu 750° C kemudian diberi tekanan selama 60 hingga 70 detik. Proses tekanan diulang pada beban 50, 70, 90, 110, 130 dan 150 MPa. Kemudian bahan tersebut dikeluarkan dari cetakan. Hasil uji kekerasan permukaan alumunium daur ulang sebesar 84,75% Al dan 8,985% Si dengan kekerasan permukaan 130 MPa pada tekanan 89,75 HBN. Meningkatnya tingkat tekanan pada paduan aluminium di permukaan telah memberikan tekanan yang signifikan pada proses pengecoran, ini dikarenakan menghasilkan kepadatan butir selama proses pembekuan. Semakin besar tekanan, kekerasan akan semakin meningkat. Namun, jumlah tekanan memiliki batas-batasnya untuk proses solidifikasi logam dan sifat dari logam cair. Dalam proses ini kekerasan meningkatkan hingga 22% yang dipengaruhi waktu penekanan, suhu dan beban penekan. Teknik *squeeze casting* berpengaruh besar pada sifat mekanik bahan, terutama kekerasan permukaan (Taufikurrahman *et all*, 2013).

2.6 Pengaruh Durasi Penekanan (*pressure duration*)

Menurut (Deepak Singh, 2015) parameter *squeeze casting* yang sangat berpengaruh diantaranya beban penekanan, durasi penekanan dan suhu yang memiliki dampak paling signifikan terhadap sifat mekanik untuk material logam paduan kuningan dengan memvariasikan beban penekanan sebesar 80 MPa, 120 MPa dan 160 MPa dengan variasi durasi penekanan 15 detik, 30 detik, 45 detik dan suhu *die* 50°C, 100°C, 150°C. Uji yang dilakukan menggunakan pengujian ketangguhan *impact* sebanyak 9 kali. Faktor yang mempengaruhi nilai kekerasan yang semakin meningkat yaitu durasi penekanan, semakin lama durasi yang di

berikan pada saat penekanan akan menghasilkan produk coran lebih padat sehingga akan mengurangi akan terjadinya *porosity*. Hasil optimum dalam pengujian terjadi pada kondisi beban tekanan 120 MPa, suhu 1000 C, temperatur tuang 10000 C dengan durasi penekanan 45 detik memiliki nilai ketangguhan yang maksimum ketika beban terkena tumbukan.

2.7 Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan adalah salah satu pengujian yang bertujuan untuk mencari nilai kekerasan pada suatu material yang telah diberikan perlakuan maupun belum diberikan perlakuan. Menurut (Surdia dan Saito, 1999), “pengujian kekerasan adalah satu dari sekian banyak pengujian yang dipakai, karena dapat dilaksanakan pada benda uji yang kecil tanpa kesukaran mengenai spesifikasi.” Hasil dari pengujian kekerasan ini akan dimasukkan dalam spesifikasi atau sifat dari material tersebut. Banyak metode pengujian kekerasan, ada yang menggunakan metode menekankan benda penguji ke benda uji kemudian 24 mengukur luas bidang hasil penekanan, dan ada metode lain dengan menjatuhkan benda penguji dengan ketinggian tertentu dan hasil kekerasan berdasarkan pantulan yang dihasilkan. Ada tiga macam pengujian kekerasan yaitu:

- a) Pengujian penekanan
- b) Pengujian goresan
- c) Pengujian *resilience*

(Negara *et all*, 2010) Salah satu metode yang umum digunakan untuk mendapatkan kekerasan adalah pengujian kekerasan Vickers. Prinsip dasar pengujian ini yaitu indenter ditusukkan ke permukaan logam yang diuji dengan gaya tekan tertentu selama waktu tertentu pula. Disini digunakan indenter intan yang berbentuk piramid beralaskan bujursangkar dan sudut puncak antara dua sisi yang berhadapan adalah 136° . Karena penusukan (Indentasi) itu maka pada permukaan logam tersebut akan terjadi tapakan tekan berbentuk bujursangkar, dan yang diukur adalah kedua diagonal lalu diambil rata-ratanya.

Angka kekerasan *Vickers* dihitung dengan:

$$HVN = 1,854 \frac{P}{d^2} \quad (\text{Persamaan 2.1})$$

Dimana :

P : Gaya Tekan (Kgf)

d : Diagonal tapak tekan rata-rata (mm) = $\frac{d_1 + d_2}{2}$

θ : Sudut Puncak Indentor

2.8 Uji Impact

Uji *impact* merupakan pengujian suatu bahan untuk mengetahui apakah suatu material rapuh atau ulet dari segi ketangguhannya. Pengujian *impact* ini akan mendeteksi perbedaan yang tidak bisa dibaca melalui tegangan regangan dan juga hasil yang di dapatkan tidak bisa dibaca secara langsung dengan kondisi perpatahan batang uji. Metode uji *impact* ada 2, yaitu uji *impact* metode *Charpy* dan metode *Izod*. Metode *Charpy* banyak digunakan di Amerika Serikat, sedangkan metode *Izod* banyak digunakan di Eropa. Batang uji metode *Charpy* memiliki spesifikasi, luas penampang 10 mm x10 mm dan takikan berbentuk V. Proses pembebanan uji *impact* pada metode *charpy* dan metode *izod* dengan sudut 45°, kedalaman takik 2 mm dengan radius pusat 0.25 mm. Batang uji *charpy* kemudian diletakkan *horizontal* pada batang penumpu dan diberi beban secara tiba-tiba dibelakang sisi takik oleh pendulum berat berayun (kecepatan pembebanan $\pm 5\text{m/s}$). Batang uji diberi energi untuk melengkung sampai kemudian patah pada laju regangan yang tinggi hingga orde 10^3s^{-1} . Batang uji *izod*, lebih banyak dipergunakan saat ini, memiliki luas penampang berbeda dan takik berbentuk v yang lebih dekat pada ujung batang. Dua metode ini juga memiliki perbedaan pada proses pembebanan (Dieter George E., 1988)

Standar disesuaikan dengan ASTM E23. Berikut standar untuk spesimen pada metode Izzod dan Charphy. (Fajar Ismail, 2012)

Usaha yang dilakukan pendulumwaktu memukul benda uji atau energi yang diserap benda uji sampai patah didapat rumus yaitu :

$$E \text{ (Joule)} = m \cdot g \cdot \lambda (\cos \beta - \cos \alpha) \quad (\text{Persamaan 2.2})$$

Keterangan :

E = Energi yang Diserap (Joule)

m = Berat Pendulum (Kg)

g = Gravitasi 9,81 (m/s)

λ = Jarak lengan pengayun (m)

$\cos \alpha$ = Sudut posisi awal pendulum ($^{\circ}$)

$\cos \beta$ = Sudut posisi akhir pendulum ($^{\circ}$)

Dari persamaan rumus diatas didapatkan besarnya harga *impact* yaitu :

$$K = \frac{\text{Energi yang diserap (E)}}{A}$$

Dimana,

K = Nilai *Impact* (joule/mm²)

J = Energi Yang Diserap (*Joule*)

A = Luas penampang dibawah takikan (mm²)

2.9 Kajian Pustaka

(Syahrui dan Abdul Ghofur) pada tahun 2019 dalam penelitiannya yang berjudul Penggunaan Kuningan Sebagai Bahan *Catalytic Converter* Terhadap Emisi Gas Buang Dan Performa Mesin Suzuki Shogun Axelo 125 menyatakan bahwa, Komponen utama kuningan adalah tembaga. Jumlah kandungan tembaga bervariasi antara 55% sampai dengan 95% menurut beratnya tergantung pada jenis kuningan dan tujuan penggunaan kuningan. Kuningan yang mengandung persentase tinggi tembaga terbuat dari tembaga yang dimurnikan dengan cara elektrik, yang setidaknya menghasilkan kuningan murni 99,3% agar jumlah bahan lainnya bisa di minimalkan. Kuningan yang mengandung persentase rendah tembaga juga dapat dibuat dari tembaga yang dimurnikan dengan elektrik, namun lebih sering dibuat dari scrap tembaga. Ketika proses daur ulang terjadi persentase tembaga dan bahan lainnya harus diketahui sehingga produsen dapat menyesuaikan jumlah bahan yang akan ditambahkan untuk mencapai komposisi kuningan yang diinginkan. Komponen kedua dari kuningan adalah seng (Zn). Jumlah seng bervariasi antara 5% sampai dengan 40% menurut beratnya tergantung pada jenis

kuningan. Kuningan dengan persentase seng yang lebih tinggi memiliki sifat lebih kuat dan lebih keras, tetapi juga lebih sulit untuk dibentuk, dan memiliki ketahanan yang kurang terhadap korosi. Seng yang digunakan untuk membuat kuningan bernilai komersial dikenal sebagai *spelter*.

Menurut (Negara, *et all*) pada tahun 2010 dalam penelitian yang berjudul Variasi Komposisi Paduan Bahan Dasar Uang Kepeng Terhadap Nilai Kekerasannya, menyatakan bahwa Kuningan merupakan paduan tembaga dan seng. Biasanya kandungan seng sampai kira-kira 40%. Paduan yang merah kekuning-kuningan adalah paduan dengan 40% seng sedangkan yang kuning kemerah-merahan adalah paduan dengan 30% seng. Seng mempertinggi kekuatan, memperendah titik lebur, mempertinggi kesudian tuang dan seng menurunkan daya hantar untuk arus listrik dan panas. Kuningan mudah dituang, disolder dan dilas, serta memiliki ketahanan terhadap pengkaratan melalui udara dan air. Jenis tertentu memiliki kecocokan yang menonjol untuk dituang (kuningan tuang) dan jenis kainnya untuk diubah bentuk dalam keadaan dingin melalui penggilingan, perentangan dan sebagainya.

Menurut (Gunawan P.S. *et al*) pada tahun 2018 dengan penelitian yang berjudul Pengaruh Penambahan Seng (Zn) Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Paduan Tembaga-Seng (Cu-Zn) Melalui Proses Pengecoran, menyatakan bahwa tembaga banyak digunakan di industri. Tembaga memiliki kekuatan tarik yang tinggi hingga 390 MPa (N/mm²). Tembaga memiliki sifat termal dan konduktivitas listrik yang baik, mudah diteMPa, dapat di daur ulang, dan tahan korosi. Seng merupakan salah satu logam yang dapat dipadukan dengan tembaga. Seng banyak digunakan untuk *coating* anoda, memproteksi baja dari korosi, dan pengecoran. Paduan tembaga dan seng adalah kuningan (Cu-Zn). Material kuningan memiliki sifat tahan korosi, kekuatan tinggi, kemampuan mesin yang baik.

Menurut (Hera Setiawan) pada tahun 2013 dengan penelitian yang berjudul Pengujian Kekuatan Tarik, Kekerasan, Dan Struktur Mikro Produk Cor Propeler Kuningan, menyatakan bahwa paduan CuZn dengan kandungan 70% dan 30% fasa α yang lunak dan mudah dikerjakan, dimana fasa terdiri dari fasa saja bukan pada

temperatur biasa tetapi juga pada temperatur tinggi sehingga pelunakan untuk menguraikan struktur coran mempunyai pengaruh tertentu tetapi pengerasan bisa terjadi pada perubahan sifat - sifat yang terkandung dalam paduan itu sendiri. Sedangkan kuningan 60% dan 40% merupakan fasa $\alpha + \beta$ yang mempunyai kekuatan tinggi dan banyak paduan dari ini yang mempunyai kekuatan tarik yang tinggi.

Menurut (Alfizzah Nasution *et all*) pada tahun 2021 dalam penelitian yang berjudul Analisa Paduan Cu-Zn Tanpa Timbal Setelah Proses Annealing meyantakan bahwa Kuningan lebih kuat dan lebih keras daripada tembaga, tetapi tidak sekuat atau sekeras seperti baja, Pengujian kekerasan adalah kemampuan suatu bahan terhadap beban dalam perubahan yang tetap. Dengan melakukan tekanan pada benda yang diuji maka dapat dianalisis seberapa besar tingkat kekerasan dari bahan tersebut melalui besarnya beban yang diberikan terhadap luas bidang yang menerima pembebanan tersebut.