

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Pengecoran

Pengecoran Logam 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 (*Tata Surdia dkk, 2000*).

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 Airkaca (*Water Glass / Natrium Silikat*), dari campuran pasir tersebut dimasukan kedalam kotak inti, kemudian direaksikan dengan gas CO_2 sehingga menjadi padat dan keras. Inti diseting pada cetakan. Kemudian cetakan diasembling dan diklem.

Sembari cetakan dibuat dan diasembling, 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 *fethling* untuk dibersihkan dari kotoran dan dilakukan pemotongan terhadap sistem saluran pada benda tersebut. Setelah *fethling* selesai apabila benda perlu perlakuan panas maka diproses di bagian perlakuan panas.

2.1.2 Pengertian Cetakan

Cetakan adalah suatu benda untuk membentuk benda kerja sesuai yang diinginkan dengan cara penuangan bahan dasar yang telah dicairkan kemudian didinginkan. Setiap pembentuk suatu benda harus berdasarkan gambar benda yang diinginkan. Sebelum kita melakukan proses penuangan berlangsung harus dibuat cetakan. Dengan demikian cetakan dapat didefinisikan suatu alat yang bentuknya menyerupai benda yang dibuat. Cetakan ini sendiri terdiri dari cetakan luar dan dalam. Sebelum cetakan ini dibuat kita harus melakukan beberapa tahapan yang harus dilaksanakan, seperti mempersiapkan desain cetakan, bahan yang digunakan dan cara pembuatan cetakan tersebut (Marsyahyo, Eko. 2009). Menurut Siproni et al (2018), pada material aluminium untuk pembuatan baling-baling motor ketek proses pembentuk menggunakan cetakan pasir dan cetakan logam tidak terlalu berpengaruh secara signifikan terhadap kekuatan mekanisnya, tetapi untuk proses pencetakan dengan cetakan pasir mempunyai sifat mekanis yang lebih baik dari cetakan logam yaitu . 76,187 MPa untuk *Tensile Streng* dan 53,836 HB untuk kekerasan. Untuk Material Kuningan untuk pembuatan baling-baling motor ketek proses pembentukan dengan menggunakan cetakan yang berbeda mempunyai pengaruh yang cukup signifikan, dimana proses dengan menggunakan cetakan pasir mempunyai sifat mekanis yang lebih baik dari cetakan logam yaitu 343,495 MPa untuk untuk *tensile streng* dan 84,365 HB untuk kekerasan.

2.1.3 Sistem Saluran (Gating System)

Menurut Soemowidagdo (2017), sistem saluran secara umum terdiri cawan tuang, saluran turun, pengalir dan saluran masuk sebagai berikut:

a. Cawan tuang (*Pouring basin*)

Cawan tuang menerima logam cair dan mengarahkannya agar mudah masuk ke saluran turun. Ukuran cawan tuang harus cukup agar logam cair yang dituang tidak meluber.

b. Saluran turun (*Sprue*)

Merupakan saluran masuknya logam cair dari cawan tuang ke saluran pengalir. Saluran turun berpenampang lingkaran, lurus dari atas ke bawah. Saluran berdiamater sama akan memberi aliran yang lancar, sedang yang mengecil akan menahan banyak kotoran.

c. Saluran pengalir (*Runner*)

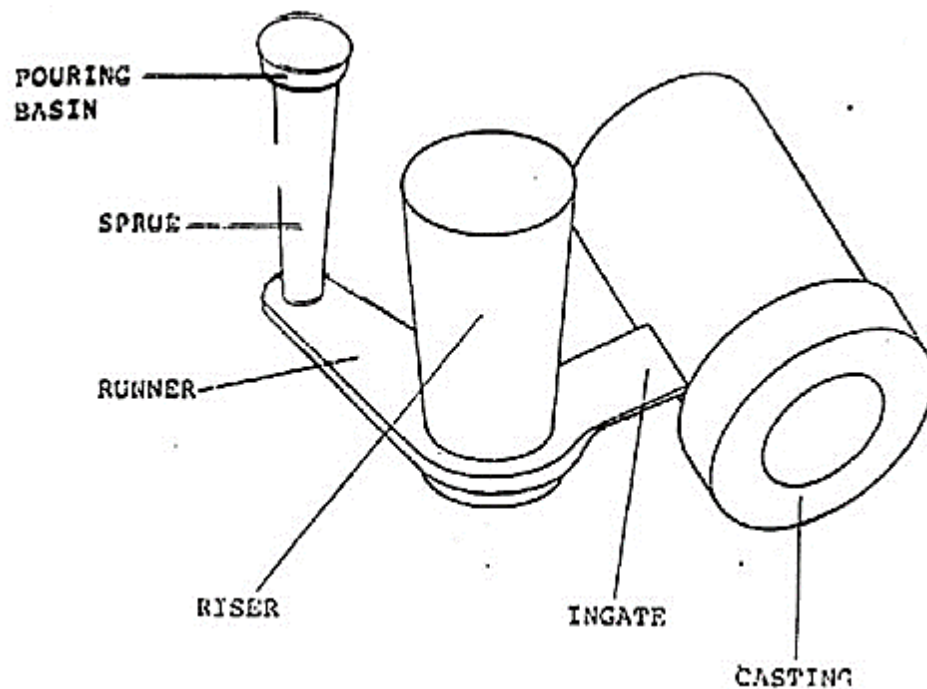
Berfungsi mengalirkan logam ke saluran masuk. Saluran ini berpenampang trapesium atau setengah lingkaran. Ukuran saluran pengalir harus sesuai dengan ukuran produk yang dibuat menjamin logam cair dapat mengisi seluruh rongga cetakan.

d. Saluran masuk (*Ingate*)

Menghubungkan saluran pengalir dan rongga cetak. Penampangnya umumnya dibuat lebih kecil dari saluran pengalir untuk mencegah kotoran masuk rongga cetak. Saluran berpenampang yang lebih lebar pada rongga cetak dimaksudkan agar logam cair masuk ke rongga cetakan dengan tenang. Sedang saluran dengan penampang yang lebih sempit pada rongga cetak diterapkan untuk membuat benda coran berukuran yang lebih besar.

e. Penambah (*Riser*)

Untuk mengantisipasi kekurangan logam cair saat logam cair didalam rongga cetak menyusut akibat pembekuan. Logam cair pada penambah di desain agar membeku paling akhir. Hal ini dapat dilakukan dengan cara membuat ukuran/volume penambah yang cukup besar sehingga mampu menambahkan kekurangan logam cair pada rongga cetakan yang menyusut.



Gambar 2.1 Sistem Saluran
(Sumber: Soemowidagdo, 2017)

Menurut Tata Surdia dan Kenji Chijiwa (2006), Di dalam melakukan perhitungan sistem saluran dibutuhkan beberapa data awal yang akan digunakan untuk menentukan dimensi sistem saluran. Secara matematis perhitungan sistem saluran antara lain:

a) Menghitung volume pola (V). Gunakan gambar pola ataupun ukuran dari pola yang sudah disertai toleransi ukuran serta penambahan untuk penyusutan, penyelesaian mesin, dan kemiringan pola.

b) Menghitung berat benda coran (W) dengan menggunakan rumus:

$$W = \rho \cdot V \quad \dots\dots\dots \text{(Pers 2.1)}$$

Dengan massa jenis aluminium, $\rho = 2,7 \text{ gr/cm}^3$

c) Menghitung waktu tuang (t) untuk coran dapat dihitung dengan menggunakan rumusan berikut:

$$t = f \cdot \sqrt{W} \quad \dots\dots\dots \text{(Pers 2.2)}$$

dimana : t = waktu tuang (detik)

f = Konstanta (nilai bervariasi antara 0,9 sampai 2,6)

w = berat coran (lb)

d) Menentukan *Choke Area* (A_B) dapat dihitung berdasarkan rumusan:

$$A_B = \frac{w}{\rho \cdot t \cdot c \cdot \sqrt{2gh}} \quad \dots\dots\dots \text{(Pers 2.3)}$$

Dimana: A_B = Luas Penyempitan area (mm^2)

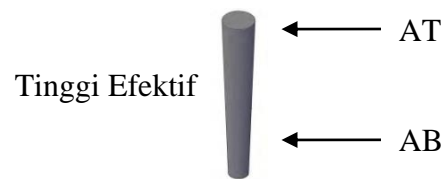
ρ = Densitas Alumunium ($2,7 \text{ gr/cm}^3$)

t = Waktu tuang (detik)

c = Faktor efisiensi dari saluran turun (0,88)

g = Gravitasi (981 cm/det^2)

h = Ketinggian Efektif saluran turun (cm)



Gambar 2.2 Area *Sprue*
(Sumber: Fachrie, 2015)

e) Menentukan *Area of the Top of Sprue* (AT) dapat dihitung dengan rumusan:

$$AT = A_B \sqrt{\frac{h_1}{b}} \quad \dots\dots\dots \text{(Pers 2.4)}$$

Dimana: A_B = Choke area (mm^2)

h_1 = Ketinggian saluran turun (mm)

b = Kedalaman logam pada cawan tuang (mm)

f) Menentukan luasan pengalir (*runner area*) dan luasan saluran masuk (*gate area*) dengan menggunakan rekomendasi AFS horizontal maka untuk menentukan luasan pengalir menggunakan perbandingan antara *choke area* : *runner area* : *gate area* = 1 : 4 : 4. Maka *runner area* sama dengan empat kali *choke area* dan *gate area* sama dengan empat kali *choke area*.

g) Menghitung Saluran Turun Dasar (*Well Base*)

$$\begin{aligned} \text{Well base} &= 5 \times \text{AB} \\ &= 2 \times \text{kedalaman runner} \end{aligned}$$

Dimana : AB = *Choke Area*

h) Perhitungan riser

- Untuk riser biasa penambah samping dilakukan perhitungan dengan rumus sebagai berikut:

$$\varnothing_{\text{riser}} = 3,5 \times t_{\text{samping}}$$

- Untuk riser biasa penambahatas dilakukan perhitungan dengan rumus sebagai berikut:

$$\varnothing_{\text{riser}} = 3,5 \times t_{\text{bawah}}$$

2.1.4 Macam Cacat Coran

Pada proses pengecoran banyak sekali adanya cacat pada produk. Apabila produk tersebut akan di produksi dan banyak adanya cacat coran maka banyak pula kerugian yang didapatkan, sehingga cacat tersebut harus di kurangi semaksimal mungkin. Banyak faktor-faktor yang mempengaruhi cacat pada coran, misal desain sistem saluran yang kurang masimal, waktu penuangan yang terlalu lama, dll. Cacat-cacat tersebut biasanya berupa cacat penyusutan, porositas, salah alur, retakan, slag, dros inklusi pasir dan masih banyak cacat-cacat yang lain. Dari semua cacat-cacat tersebut dapat diketahui dan dapat dilakukan pencegahannya (Surdia, Tata dan Chijiwa Kenji. 2006).

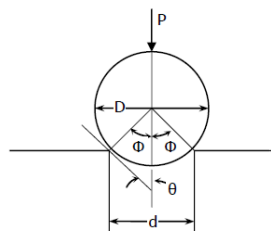
2.1.5 Uji Kekerasan

Menurut Subagia (2015), uji kekerasan digunakan untuk mengetahui kemampuan material terhadap pembebanan dalam perubahan yang tetap. Benda uji akan mengalami deformasi ketika gaya pembebanan tertentu diberikan pada benda uji. Kita dapat menganalisis besarnya tingkat kekerasan bahan tersebut melalui besarnya beban yang diberikan terhadap luas bidang yang menerima pembebanan tersebut. Kita harus mempertimbangkan kekuatan dari benda kerja ketika memilih bahan benda tersebut. Dengan pertimbangan itu, kita cenderung memilih bahan benda kerja yang memiliki tingkat kekerasan yang lebih tinggi.

Alasannya, logam keras dianggap lebih kuat jika dibandingkan dengan logam lunak. Meskipun demikian, logam keras biasanya cenderung lebih rapuh dan sebaliknya. Pengujian kekerasan bertujuan untuk mengetahui angka kekerasan atau tingkat kekerasan logam tersebut. Metode pengujian kekerasan terdiri dari penekanan, goresan, dan dinamik. Pengujian kekerasan dengan penekanan banyak digunakan oleh industri permesinan karena prosesnya mudah dan cepat dalam memperoleh angka kekerasan logam jika dibandingkan dengan metode lainnya. Pengujian kekerasan metode penekanan adalah dengan metode *Rockwell*, *Brinell*, dan *Vickers*. Metode *Brinell* dan *Vickers* yang menitikberatkan pada perhitungan kekuatan bahan terhadap setiap daya luas penampang bidang yang menerima pembebanan tersebut. Sedangkan metode *Rockwell* menitik beratkan pada pengukuran kedalaman hasil penekanan atau penekan (indentor) yang membentuk bekasnya (indentasi) pada benda uji. Perbedaan cara pengujian ini menghasilkan nilai satuannya juga berbeda. Karena itu, tiap-tiap pengujian memiliki satuannya masing-masing sesuai dengan proses penekannya, yang mendapat pengakuan standar internasional. Perbedaan satuan itu ditunjukkan dalam bentuk tulisan angka hasil pengujiannya.

a. Metode Pengujian *Brinell*

Pengujian *Brinell* dilakukan dengan penekanan sebuah bola baja diperkeras (terbuat dari baja krom) dengan diameter tertentu oleh gaya tekan secara statis pada permukaan logam. Permukaan logam yang diuji harus rata dan bersih. Setelah gaya tekan ditiadakan dan bola baja dikeluarkan dari bekas lekukan, maka diameter lekukan paling atas diukur guna menentukan kekerasan logam yang diuji.



Gambar 2.3 *Brinell Test*
(Sumber: Subagia, 2015)

$$\text{BHN} = \frac{2P}{\pi D [D - \sqrt{D^2 - d^2}]} \dots\dots\dots(\text{Pers 2.5})$$

dimana :

P = beban yang diberikan (kg atau kgf)

D = diameter indentor (mm)

d = diameter bekas lekukan (mm)

Kekerasan ini disebut kekerasan *Brinell*, atau BHN (*Brinell Hardness Number*). Semakin keras logam yang diuji, maka semakin tinggi nilai BHN.

b. Metode *Vickers*

Metode *Vickers* merupakan penekanan oleh suatu gaya tekan tertentu oleh sebuah indentor berupa *pyramid diamond* terbalik dengan sudut puncak 136° ke permukaan logam yang akan diuji kekerasannya, dimana permukaan logam yang diuji ini harus rata dan bersih. Setelah gaya tekan secara statis ini kemudian ditiadakan dan *pyramid diamond* dikeluarkan dari bekas yang terjadi, maka diagonal segiempat bekas teratas diukur secara teliti, yang digunakan sebagai kekerasan logam yang akan diuji. Permukaan tekan merupakan segi empat karena *pyramid* merupakan piramida sama sisi. Nilai kekerasan yang diperoleh disebut sebagai kekerasan *Vickers*, yang biasa disingkat dengan HV atau VHN (*Vickers Hardness Number*). Untuk memperoleh nilai kekerasan *Vickers*, maka hasil penekanan yang diperoleh dimasukkan ke dalam rumus berikut:

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

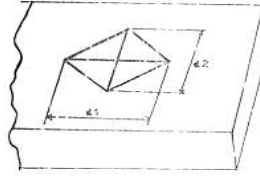
$$\text{HVN} = \frac{2.P.\sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}{d^2} = 1.854 \frac{P}{d^2} \text{ kg. mm}^2 \dots\dots\dots(\text{Pers 2.6})$$

dengan:

d = diagonal rata – rata (mm)

P = beban (kg)

θ = sudut puncak 136°



Gambar 2.4 *Vickers Test*
(Sumber: Subagia, 2015)

2.1.6 *Inspire Cast*

Inspire Cast adalah software simulasi *casting* yang cepat, mudah, akurat, dan terjangkau yang berfokus pada pembuatan komponen berkualitas tinggi dengan peningkatan profitabilitas melalui pengalaman pengguna yang sangat intuitif.. Pengguna dapat memvisualisasikan cacat pengecoran yang khas seperti jebakan udara, porositas, penyusutan, *cold shuts*, atau degradasi jamur dan memperbaikinya untuk menghindari koreksi hilir yang mahal (Altair, 2021).



Gambar 2.5 *Inspire Cast*
(Sumber: Altair, 2021)