

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Dapur *Crucible* (Kowi)**

*Crucible furnace* adalah dapur tertua yang digunakan untuk melebur baja, terbuat dari campuran grafit dan tanah liat, mudah pecah dalam keadaan biasa, akan tetapi memiliki kekuatan yang cukup berarti dalam keadaan panas. Dapat dipanaskan dengan kokas, minyak/gas alam. Baja karbon rendah, baja bekas, arang kayu dan paduan fero digunakan untuk membuat baja.

*Crucible furnace* termasuk dapur yang terbaik untuk memproses/membuat baja dibandingkan dengan dapur-dapur baja yang lainnya. Proses di dalam dapur ini terjadi didalam ruangan tertutup, sehingga alat-alat perlengkapannya dan proses pembuatan baja di dalam dapur ini termasuk sangat mahal dan oleh karena itu dapur ini hanya digunakan untuk membuat atau mengerjakan baja-baja istimewa atau kores.

Pada saat melakukan rancang bangun alat, sangat diperlukan literasi dan observasi sebagai referensi untuk mencari sumber yang berkaitan dengan judul yang diambil penelitian.

#### **2.2 Macam-Macam Dapur Peleburan**

Berdasarkan **Lit. 2**, macam-macam dapur peleburan sebagai berikut.

##### **1. Tanur besalen**

Tanur besalen merupakan tanur yang digunakan ratusan tahun lalu pada awal mula industri pengecoran logam. Tungku ini berbentuk pipa yang dibuat dari batu bata dan dilapisi tanah agar tahan api. Tanah yang digunakan untuk membuat tungku ini berasal dari Bayat. Bahan bakar tungku besalen adalah kayu yang baranya dihembuskan dengan *blower*. Untuk menjalankan *blower* ini digunakan tenaga manusia.

##### **2. Tanur Tukik**

Kemudian sebagian pengusaha cor logam beralih menggunakan tanur tukik. Tanur tukik memiliki kapasitas yang lebih besar dari tanur besalen. Tanur ini menggunakan bahan bakar kayu dan *blower* yang dijalankan

menggunakan tenaga diesel. Aliran cairan logam yang dihasilkan oleh tanur tukik tidak bisa berlanjut

### 3. Tanur Kupola

Lalu sebagian pengusaha mulai meninggalkan tanur tukik dan beralih menggunakan tanur kupola. Tanur Kupola menggunakan bahan bakar batu bata dan menggunakan *blower* untuk menghembuskan baranya. Tanur ini digunakan untuk peleburan *ferro* (besi). Dalam pengoperasiannya tanur kupola ini tidak memerlukan sumber daya manusia yang banyak. Hingga saat ini tanur kupola masih digunakan oleh sebagian perusahaan cor logam untuk melakukan pengecoran logam. Ketiga macam tanur pelebur di atas yaitu tanur besalen, tanur tukik, dan tanur kupola digunakan untuk pengecoran dalam skala besar.

### 4. Tanur Induksi

Tanur induksi muncul berkat, adanya kemajuan teknologi dalam pengecoran logam dan dapat disebut sebagai generasi baru teknologi peleburan logam. Tanur induksi ini menggunakan bahan bakar berupa daya listrik dalam pengoperasiannya, sehingga lebih ramah lingkungan. Dengan menggunakan tanur induksi, para pengusaha cor logam dapat membuat varian baru dari produknya. Hal tersebut bias terjadi karena tungku induksi mampu melebur berbagai macam jenis logam seperti besi dan baja. Selain itu tanur induksi dapat digunakan untuk peleburan berskala kecil, jadi pengusaha bisa kapan saja melakukan pengecoran logam.

### 5. Tanur Krusibel

Tanur krusibel merupakan tanur yang digunakan untuk peleburan non ferro seperti *aluminium*. Bahan bakar tanur krusibel adalah minyak, kemudian api yang dihasilkan akan dihembuskan menggunakan *blower*.

## 2.3 Pemilihan Material

Pemilihan bahan untuk rancang bangun dapur cor ini berdasarkan ketersediaan material untuk aplikasi teknik. Sifat-sifat berikut ini dipertimbangkan dalam pemilihan material seperti efektivitas biaya, ketersediaan, kekuatan tarik (*tensile*) tinggi atau rendah, kekuatan (*strength*)

sesuai diperlukan, kelakuan dan/atau fleksibilitas, ketahanan panas dan korosi, keuletan, fisik, ketangguhan, kemampuan las dan lain-lain. Pelat baja ringan (*mild steel*) digunakan untuk membuat sebagian besar komponen tungku berkarakteristik ulet sehingga memungkinkan untuk digulung, dilipat dan ditekuk tanpa retak atau patah.

#### 2.4 Komponen-Komponen Dapur *Crucible* (kowi)

Komponen- komponen rancang bangun dapur terdiri dari dinding dan tutup dapur bentuk silindris, kowi/wadah (*krusibel*), gambar 2.1 dan 2.2, pembakar (*burner*) dan rumahnya, alas dudukan (*base stand*), cerobong asap, tangki bahan bakar, tabung gas dan kelengkapannya, dan sumber listrik, seperti terlihat pada gambar 2.1 dan 2.2

Di bagian dalam wadah dapur dibuat alas/blok bulat sebagai dudukan kowi dan di samping kiri kanan dinding/badan dapur terdapat dua buah lubang laluan untuk kedua macam nozel *burner* ( $\pm\varnothing 50\text{ mm}$ ) yang dibuat miring  $45^\circ$  terhadap bidang horizontal agar terjadi sirkulasi panas pembakaran yang merata.

Tangki bahan bakar minyak diesel terbuat dari bahan tahan korosi seperti plastik dan alumunium dengan rangka kaki terbuat dari besi profil sehingga terdapat tinggi tekan potensial yang akan membantu kelancaran aliran bahan bakar.



Gambar 2.1 Kiri-Krusibel Jenis *Lift-out pot* dan Kanan-Dapur cor  
(Sumber: Lit. 1, 2018)



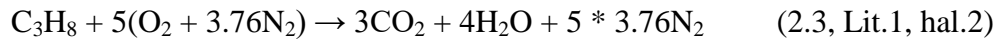
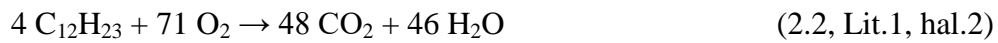
Gambar 2.2 Bagian-Bagian Dapur Cor dan Tang Krusibel  
(Sumber: Lit. 1, 2018)

## 2.5 Prinsip Kerja

Operasi tungku peleburan berbahan bakar diesel dan gas LPG dimulai ketika motor listrik di *burner* terhubung ke sumber listrik, menggerakkan pompa yang tergabung dengannya dan mengalirkan bahan bakar cair; setelah beberapa saat menyala barulah klep aliran gas dibuka perlahan-lahan untuk menaikkan energi panas pada dapur. Pipa/saluran hisap yang melekat pada *burner* menarik bahan bakar diesel dari tangki diesel melalui *burner* dan masuk ke ruang bakar (diesel) menyala, terus berlanjut seiring waktu, sehingga suhu naik secara bertahap di dalam dan sekitar wadah, sehingga melelehkan isinya. Temperatur tungku dapat dibaca langsung dari *pirometer optik* melalui cerobong pada penutup. Ketika muatan kowi/wadah sepenuhnya dicairkan dan siap untuk dituangkan, kowi itu diangkat dengan menggunakan *tong* pengangkat, yang difungsikan oleh satu/dua orang dan kemudian dituangkan ke dalam rongga cetakan yang sudah disiapkan. Lubang-lubang di sisi tungku dibuat untuk menjaga keseimbangan antara tekanan di dalam dan di luar sistem.

## 2.6 Bahan Bakar Minyak dan LPG

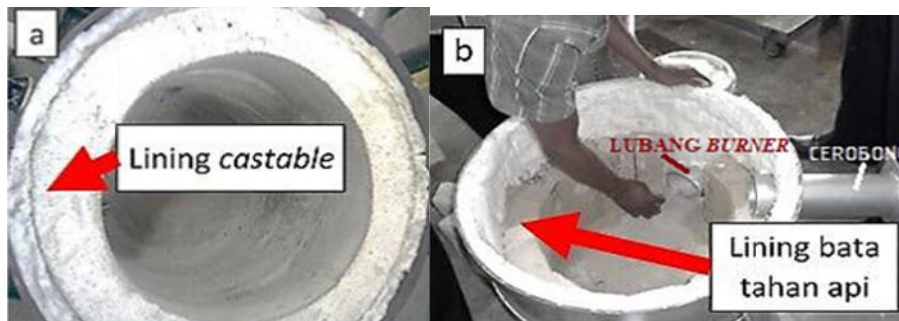
Bahan bakar minyak diesel (dengan komposisi kimia rerata  $C_{12}H_{24}$  merupakan material hidrokarbon tak murni) dengan densitas  $\rho_{BMD} = 832 \text{ kg/m}^3$  digunakan karena hampir tidak mencemari logam cair di dalam wadah/kowi selama pembakaran disamping memberikan jumlah energi panas yang diperlukan untuk melelehkan logam non-ferro dan juga relatif murah. Persamaan reaksi pembakaran bahan bakar minyak diesel dan LPG adalah:



## 2.7 Rumus Perancangan Dapur Cor

### a. Dinding Luar (*Casing*) Dapur Cor

Lembaran baja ringan (*mild steel*) dipilih untuk pembuatan dinding/rumah (*casing*) dapur, yang berfungsi sebagai ruang pemanas, karena ketersediannya, relatif ringan, kekuatan yang baik, sifat mampu bentuk yang sangat baik, kemampuan las, dan biaya pembelian yang rendah. Di dalam dinding/rumah dapur dilengkapi dengan semua komponen dapur seperti refraktori tahan api *castable* (a) dan bata tahan api (b) dan lapisan tipis semen (gambar 2.3), pembakar (*burner*) dan kowi/wadah. Ukuran yang tepat dari dinding dapur akan dirancang sesuai dengan susunan dinding-dinding penahan panas, ukuran diameter dan tinggi kowi dan ruang konveksi panas secara horizontal dan vertical

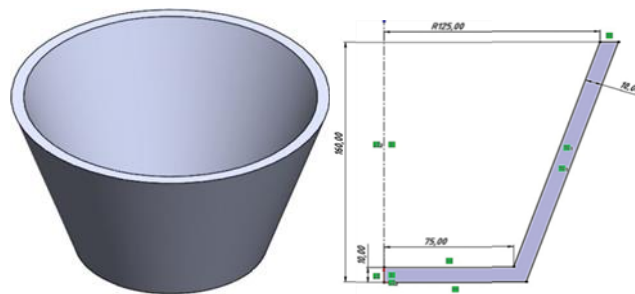


Gambar 2.3 Dinding Penahan Panas (a) Refraktori *Castable* dan (b) Bata Tahan Api  
(Sumber: Lit. 4, 2015)

### b. Kowi/Wadah

Kowi adalah wadah berbentuk silinder ditempatkan di rongga dalam (ruang pemanas) dari tungku, berfungsi untuk menampung muatan cor yang akan dilelehkan. Desain dibuat untuk memastikan bahwa muatan yang dicairkan tidak bersentuhan langsung dengan gas pembakaran, jadi fungsinya adalah sebagai media untuk mentransfer panas yang dihasilkan dari ruang bakar secara konveksi ke muatan cor. Untuk alasan ini, kowi dibuat dari baja berbahan dasar kromium (*chromiium based steel*) yang

memiliki ketahanan panas dan kekuatan tinggi, dan konduktivitas termal yang baik karena pemanasan langsung untuk pengecoran bahan non ferro sedangkan untuk material cor besi bekas menggunakan kowi berbahan grafit. Kowi yang berbentuk *frustum* memiliki dimensi ketebalan 10 mm, diameter atas 250 mm, diameter bawah 150 mm, dan tinggi 160 mm (hasil rancangan)



Gambar 2.4 Rancangan Kowi  
(Sumber: Diolah)

c. Tutup Dapur (*Cover*)

Penutup dapur terbuat dari baja setebal 3 mm yang digulung (*roll*) menjadi silinder berdiameter 310 mm, tinggi 90 mm dengan lubang 200 mm yang berfungsi sebagai saluran pembuang (*knalpot*)

d. *Blower*

*Blower* listrik dihubungkan ke pipa diesel dapur dan disegel dengan baik untuk menghindari kebocoran udara. Bahan bakar diesel yang diperlukan untuk proses pembakaran di dapur ditempatkan di tangki bahan bakar dan kemudian *blower* berfungsi untuk memasok udara dihidupkan.

e. Spesifikasi Lainnya

1. Lapisan tahan api: lapisan tahan api untuk tungku dibuat dengan mencampur semen tahan api (*Fire Mortar/Durax*) dengan sodium/natrium silikat  $\text{Na}_2(\text{SiO}_2)$  dalam proporsi 1 Liter  $\text{Na}_2(\text{SiO}_2)$  ke kantong durax dengan berat 25 kg, Campuran dicampur sepenuhnya digunakan dalam melapisi tungku yang melibatkan tiga tahap
2. Lantai: hal ini dilakukan dengan pertama-tama membuat permukaan dasar tungku basah dengan campuran air dan natrium silikat sebelum menuangkan lapisan yang sangat tipis (tebal 2 mm) dari campuran

tahan api sebelum mengatur dua lapis bata tahan api SK 32 ke dasar tungku. Campuran refraktori *cast able* (mampu tuang) dan natrium silikat kemudian dituangkan di atasnya dan dibiarkan merata dengan sendirinya.



Gambar 2.5 Semen Tahan Api dan Sodium Silikat  
(Sumber: Lit. 4, 2015)



Gambar 2.6 Bata Tahan Api  
(Sumber: Lit. 4, 2015)

3. Pengeringan: badan tungku kemudian dibiarkan mengering selama 28 hari dan setiap retakan diamati dan diperbaiki saat dikeringkan.
4. *Assembling*: bagian-bagian yang dirakit meliputi ruang pemanas, tutup dapur, dudukan-dudukan kowi, kowi/cawan, dudukan penutup dan pembakar (*burner*). Dudukan tutup dapur yang memiliki rangka dudukan untuk penutup berfungsi sebagai dudukan penutup pertama di las ke badan tungku sebelum penutup ditempatkan dengan hati-hati di jangkar dan ditahan menggunakan pin, Lalu *burner* ditempatkan di lubang 50 mm yang dibor di rumahnya pada sudut 45° pada bidang horizontal.
5. Pengaturan Suhu Tungku dan Sensor Panas: suhu dapur cor dapat diatur dengan mengontrol konten campuran udara/bahan bakar. Hal ini dilakukan dengan membuka atau menutup sedikit katup kontrol dari salah satu atau kedua udara dan bahan bakar diesel serta katup

saluran gas, untuk mengatur rasio udara-bahan bakar atau jumlah udara dan bahan bakar diesel dan gas yang memasuki ruang bakar. Temperatur dapur dapat diukur selama operasi peleburan dengan berbagai cara seperti memfokuskan *pirometer* pada nyala api dari tungku melalui cerobong yang disediakan di bagian atas penutup dan suhunya dibaca langsung. Kedua melalui penggabungan termokopel dalam tungku yang dirancang untuk memungkinkan suhu logam selama peleburan dimonitor. Termokopel jenis *tungsten* dipilih karena kemampuan pengukuran jangka panjang dan pendek pada suhu  $\pm 2000^{\circ}\text{C}$  dan dilengkapi dengan kontroler termo digital. Metode tradisional yang tidak aman adalah dengan mencelupkan batang besi panjang ke dalam logam cair untuk memeriksa apakah sudah benar-benar meleleh



Gambar 2.7 Termokopel  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

## 2.8 Dasar Perhitungan Pembuatan Alat

Dalam hal ini penulis hanya memaparkan secara umum rumus perhitungan dasar yang nantinya akan digunakan pada bab selanjutnya.

### 1. Tekanan Kerja

$P_{TK}$  [MPa] : tekanan di ruang pemanas dapur didapat dari pembakaran bahan bakar dengan gas-gas buang (*flue gases*, diasumsikan sebagai gas ideal) dominan adalah  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  yang menekan dinding dapur dihitung dengan rumus:

$$P_{TK} = P_{\text{CO}_2} + P_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{n_{\text{CO}_2}RT}{V} + \frac{n_{\text{H}_2\text{O}}RT}{V} \quad (2.4, \text{Lit.3, hal. 4})$$

Dengan:

R : konstanta gas universal = 8,314 [J/mol]



$T$  : suhu ruang pembakaran [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$V$  : volume pembakaran [ $\text{mm}^3$ ]

Suhu ruang pembakaran tertinggi didasarkan pada pencairan besi bekas yaitu  $1200^{\circ}\text{C}$

## 2. Tebal Minimal Dinding Dapur Cor

$t$  [mm] : dinding dipertimbangkan sebagai tangki bertekanan-berdinding tipis dengan tebal tidak melebihi  $1/10$  ukuran diameternya. Tebal dinding rumah dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$t = \frac{P_{TKR}}{\tau \cdot \epsilon - P_{TK}} + C \text{ dengan } \tau = 0,57 \sigma \quad (2.5, \text{Lit.3, hal. 4})$$

Dengan:

$R$  : radius dinding kowi [mm]

$C$  : faktor aus/korosi diijinkan = 0,75 [mm]

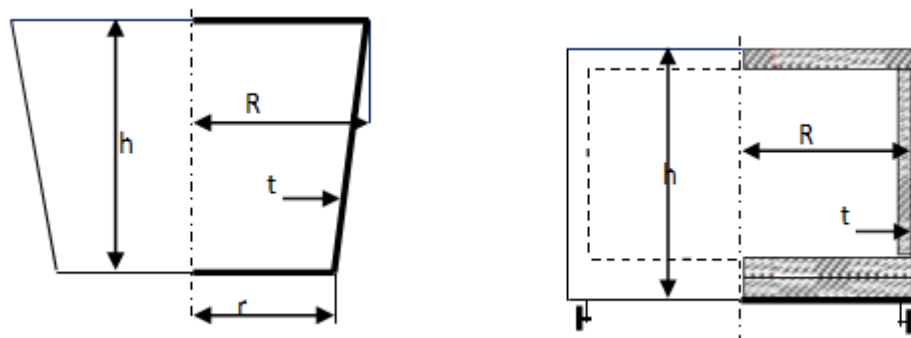
$\tau$  : tegangan geser bahan dinding yang diijinkan (baja *mild*) = 247 [MPa]

$\sigma$  : tegangan luluh bahan dinding [MPa]

$\epsilon$  : efisiensi sambungan = 0,7

## 3. Volume Kowi dan Dinding Luar Dapur Cor Silindris

$V_K$  [ $\text{m}^3$ ], tergantung pada densitas ( $\rho$ ) dan jumlah kapasitas logam yang akan dicor serta bentuk penampangnya sebagai berikut



Gambar 2.8 Geometri Penampang Potong Kowi dan Dinding Luar Dapur Cor (Sumber: Diolah)

$$\text{Volume kowi/wadah, } V_K = \frac{\pi h}{3} (R^2 + R r + r^2) \quad (2.6, \text{Lit.3, hal. 5})$$

Volume dinding luar dapur cor silindris

$$V_D = \pi R^2 h \quad (2.7, \text{Lit.3, hal. 5})$$

Dengan:

R : radius bagian atas kowi dan radius dinding luar dapur cor [mm]

r : radius bagian bawah kowi [mm]

h : tinggi kowi dan dinding luar dapur cor [mm]

massa logam cair ( $m_{LC}$ ) yang dapat ditampung oleh wadah/kowi dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$m_{LC} = \rho V_K \quad (2.8, \text{Lit.3, hal. 5})$$

Diameter luar dapur cor = jarak radial celah api + ketebalan lapisan api + ketebalan semen tahan api + diameter wadah kowi

#### 4. Perhitungan Panas Ditimbulkan Bahan Bakar

$Q_{BB}$  [Kj], sebagai muatan energy untuk meningkatkan suhu material cor ke titik cairnya : adalah suatu ukuran jumlah panas yang dihasilkan dari suatu proses pembakaran dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$Q_{BB} = \rho V C_p (T_1 - T_0) \quad (2.9, \text{Lit.3, hal. 5})$$

Dengan:

$\rho$  : densitas bahan bakar [ $\text{kg/m}^3$ ]

V : volume bahan bakar [ $\text{m}^3$ ]

$C_p$  : panas jenis material cor [ $\text{kJ/kg K}$ ]

$T_1$  : suhu pembakaran bahan bakar maksimal yang dihasilkan  
[ $^{\circ}\text{C} \rightarrow + 273 \text{ K}$ ]

$T_0$  : suhu ruangan sekitar [ $^{\circ}\text{C} \rightarrow + 273 \text{ K}$ ]

Massa logam cair [kg] per pengecoran berkaitan dengan suhu penuangan ( $T_p$ ,  $^{\circ}\text{C}$  atau K) hasil pembakaran dan suhu sekitar ( $T_a$ ,  $^{\circ}\text{C}$  atau K) dapat dihitung dengan persamaan berikut ini.

$$m = \frac{Q_{BB}}{C_p(T_p - T_a)} \quad (2.10, \text{Lit.3, hal. 5})$$

#### 5. Perhitungan Rugi Panas Konduksi, $Q_{Kd}$ [kJ], Konveksi $Q_{Kv}$ [kJ], dan Radiasi $Q_R$ [kJ]

- Rugi – rugi panas secara konduksi karena insulasi ( $Q_{Kdi}$ ) dan di wadah/kowi ( $Q_{Kdk}$ ), dinding komposit dapur ( $Q_{Kddk}$ ) dan terbawa oleh gas buang (flue gases) ( $Q_{Kdgb}$ ),

$$Q_{Kdi} = -K A \frac{dT}{dX} = -K_R A_R \frac{T - T_C}{dX} \quad (2.11, \text{Lit.3, hal. 5})$$

$$Q_{Kdk} = -K A \frac{dT}{dX} = -K_K A_K \frac{T - T_C}{dX} \quad (2.12, \text{Lit.3, hal. 5})$$

$$Q_{Kddk} = \frac{(T_1 - T_0)}{\frac{\ln \frac{r_2}{r_1}}{2\pi L_1 K_1} + \frac{\ln \frac{r_3}{r_2}}{2\pi L_2 K_2}} \quad (2.13, \text{Lit 3, hal. 6})$$

Dengan:

$K$  : konduktivitas panas material dinding refraktori (R) dan kowi (K)

$A$  : luas permukaan dinding refraktori (R) dan kowi (K) [ $mm^2$ ]

$T_c$  : suhu dinding bagian dalam dapur [ $^{\circ}C$ ]

$dX$  : tebal insulator [mm]

$m_g$  : massa stokiometrik [kg]

$T_g$  : suhu gas buang [ $^{\circ}C$ ]

$T_a$  : suhu sekeliling [ $^{\circ}C$ ]

$r_2$  : radius luar refraktori [mm]

$r_1$  : radius dalam refraktori [mm]

- Rugi-rugi panas secara konveksi melalui lubang buang karena gas buang melewati lubang buang adalah:

$$Q_{Kv} = h A (T_g - T_a) \quad (2.14, \text{Lit.3, hal. 6})$$

Dengan:

$h$  : koefisien perpindahan panas setelah insulator =  $0,31 + 0,005$

$$(T_c - T_a)$$

$A$  : luas permukaan bagian dalam lubang-lubang =  $\pi r_1^2$  [ $mm^2$ ]

- Rugi-rugi panas secara radiasi melalui lubang buang ( $Q_{Rlb}$ ) dan melalui dinding refraktori ( $Q_{Rdr}$ ) adalah:

$$Q_{Rlb} = \sigma \varepsilon (T_g^4 - T_a^4) \quad (2.15, \text{Lit.3, hal. 6})$$

$$Q_{Rdr} = \sigma A_{dr} T^4 \quad (2.16, \text{Lit.3, hal. 6})$$

Dengan:

$\sigma$  : konstanta Stefan-Boltzman =  $5,669 \cdot 10^{-8}$  [ $Wm^{-2}$ ]

$\varepsilon$  : emisivitas total permukaan luar = 1 (asumsi sempurna)

$T$  : suhu dinding bagian dalam dapur [ $^{\circ}C$ ]

## 6. Uji Kinerja Dapur

- Laju Pencarian Logam,  $m_{LC}$  [gr/menit]:

$$M_{LC} = \frac{\text{massa Muatan Cor Total [gr]}}{\text{Waktu Total Pencairan Logam [menit]}} \quad (2.17, \text{ Lit.3, hal. 6})$$

- Efisiensi Thermal Dapur Cor,  $\eta$  [%], dengan muatan energy bahan bakar ( $C_{BB}$ )

$$\eta = \frac{\text{Panas yang diperlukan untuk mencairkan Logam}}{\text{Panas yang digunakan untuk mencairkan Logam}} = \frac{Q_{BB} - C_{BB}}{Q_{BB}} \quad (2.18, \text{ Lit.3, hal 6})$$

## 7. Perhitungan Kekuatan Hasil Las

Rumus dasar perhitungan kekuatan las dapat dilihat dalam persamaan berikut:

$$\sigma_{tmaks} \text{ Tarik Maks} = \frac{F}{A} \quad (2.19, \text{ Lit.7, hal. 36})$$

Dengan:

$\sigma_{tmaks}$  : Tegangan tarik bahan ( $N/mm^2$ )

F : Gaya yang bekerja (N)

A : Luas penampang yang dikenai las ( $mm^2$ )

## 8. Perhitungan Mesin Bor

$$N = \frac{1000.Vc}{\pi.d} \quad (2.20, \text{ Lit.8, hal. 83})$$

$$Tm = \frac{L}{Sr \times N} \quad (2.21, \text{ Lit.8, hal. 83})$$

$$TM = Tm \times \text{Banyak Pengeboran}$$

Dengan:

N : Putaran mesin (rpm)

Tm : Waktu pengerjaan (menit)

L : Kedalaman pemakanan =  $1 + 0,3d$  (mm)

Sr : Ketebalan pemakanan (mm/menit)

## 9. Perhitungan Rangka

Rangka berfungsi untuk menahan berat keseluruhan dari komponen-komponen alat, untuk itu rangka harus mampu menahan semua beban dari seluruh komponen yang bertumpu pada rangka.

$$M = V \times \rho \quad (2.22, \text{ Lit.8, hal. 85})$$

$$M = (A \times P) \times \rho$$

$$A = (L1 \times t) - ((L2-t) \times t)$$

Dengan:

M : Berat rangka (N)

V : Volume rangka ( $\text{mm}^3$ )

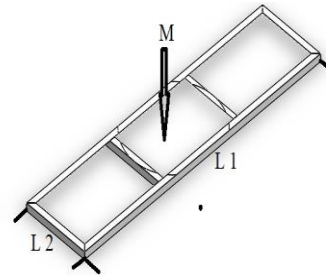
$\rho$  : Massa jenis rangka ( $\text{Kg}/\text{mm}^3$ )

A : Luas alas ( $\text{mm}^2$ )

L1 : Panjang alas (mm)

L2 : Lebar alas (mm)

T : Tebal (mm)



Gambar 2.9 Rangka

(Sumber: Diolah)

## 10. Rumus Statistika

### A. Rata-rata (mean)

- Data tak tersusun (data mentah)

$$M = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (2.23, \text{Lit.6, hal. 27})$$

- Data tersusun

$$M = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k f_i \times X_i \quad (2.24, \text{Lit.6, hal. 28})$$

### B. Rumus Simpangan Baku

#### 1. Data tak tersusun

Simpangan baku untuk data tak tersusun dirumuskan sebagai:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - m)^2}{n}} \text{ untuk kelompok data yang besar} \quad (2.25, \text{Lit.6, hal. 34})$$

34)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - m)^2}{n-1}} \text{ untuk kelompok data yang kecil} \quad (2.26, \text{Lit.6, hal. 34})$$

#### 2. Data tersusun

Untuk data tersusun besarnya simpangan baku dirumuskan sebagai:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k f_i (x_i - m)^2}{n}} \quad (2.27, \text{Lit.6, hal. 34})$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k f_i (x_i - m)^2}{n-1}} \quad (2.28, \text{Lit.6, hal. 34})$$

Untuk menyederhanakan perhitungan, kedua rumus diatas dapat diubah menjadi:

$$S = \sqrt{\frac{n \sum f_i x_i^2 - (\sum f_i x_i)^2}{n^2}} \quad (2.29, \text{ Lit 6, hal. 34})$$

$$S = \sqrt{\frac{n \sum f_i x_i^2 - (\sum f_i x_i)^2}{n(n-1)}} \quad (2.30, \text{ Lit.6, hal. 34})$$

## 2.9 Teori Dasar Perawatan dan Perbaikan

Pada dasarnya perawatan dan perbaikan dilakukan untuk merawat dan memperbaiki suatu komponen pada alat, agar tetap beroperasi dengan baik. Sehingga dapat mencegah terjadinya kerusakan-kerusakan yang baru pada komponen yang lain.

Perawatan memiliki pengertian yaitu suatu usaha yang dilakukan dengan tujuan untuk menjaga peralatan dan bagian-bagian dalam permesinan agar tetap Berfungsi sebagaimana mestinya dan dapat terus berproduksi sesuai dengan fungsinya. Perawatan juga merupakan usaha yang dilakukan secara terus-menerus dengan tujuan menjaga umur atau daya tahan dari komponen-komponen yang terdapat pada suatu alat, serta digunakan sebagai referensi untuk mengetahui secara dini kerusakan-kerusakan yang terjadi, sehingga dapat mengantisipasi atau mencegah sebelum terjadinya kerusakan-kerusakan fatal yang terjadi pada alat.

Perbaikan adalah proses kegiatan yang dilakukan dengan tujuan untuk memperbaiki kerusakan-kerusakan yang terjadi pada komponen alat dengan jalan memperbaiki atau mengganti komponen yang mengalami kerusakan.

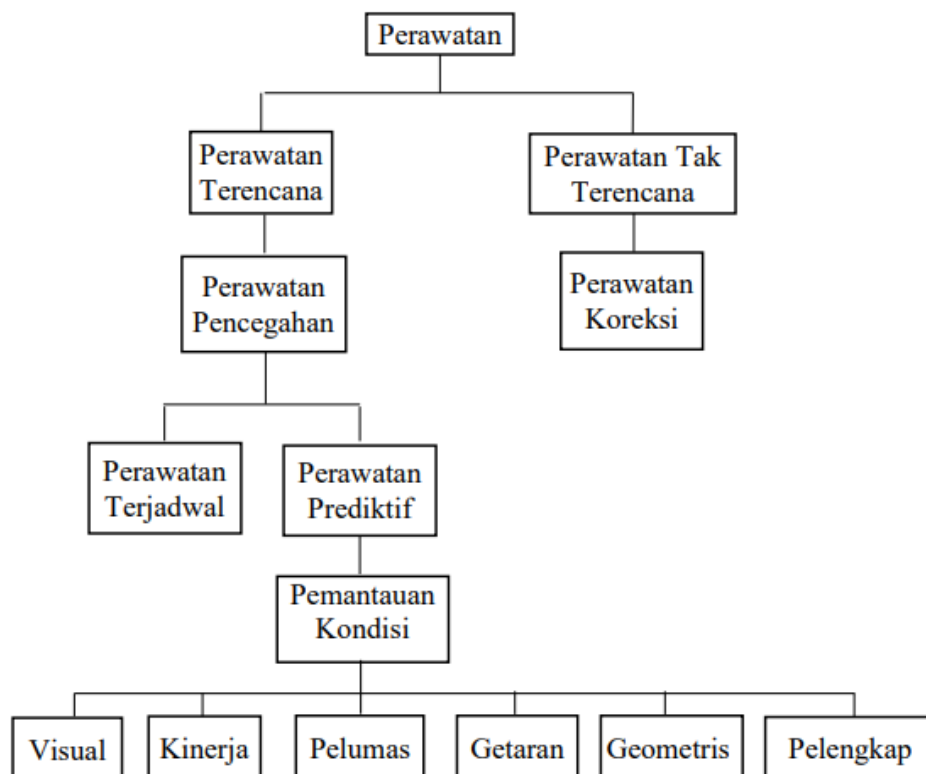
Dari pengertian diatas perawatan dan perbaikan merupakan sesuatu yang sangat vital yang harus dilakukan, guna menjaga serta memperpanjang usia pakai alat.

Berbagai bentuk kegiatan perawatan adalah:

- a. Perawatan terencana adalah perawatan yang diorganisir dan dilakukan dengan pemikiran ke masa depan, pengendalian dan pencatatan yang sesuai dengan rencana yang telah ditentukan sebelumnya.
- b. Perawatan pencegahan adalah perawatan yang dilakukan pada selang waktu yang ditentukan sebelumnya atau terhadap kriteria lain yang diuraikan, dan dimaksudkan untuk mengurangi kemungkinan bagian-bagian lain yang tidak

memenuhi kondisi yang bisa diterima.

- c. Perawatan korektif adalah perawatan yang dilakukan untuk memperbaiki suatu bagian (termasuk penyetelan dan reparasi) yang telah terhenti untuk memenuhi suatu kondisi yang bisa diterima.
- d. Perawatan jalan adalah perawatan yang dapat dilakukan selama mesin dipakai.
- e. Perawatan berhenti adalah perawatan yang hanya dapat dilakukan selama mesin berhenti digunakan.
- f. Perawatan darurat adalah perawatan yang perlu segera dilakukan untuk mencegah akibat yang serius



Gambar 2.10 Bagan Perawatan dan Perbaikan  
(Sumber: Lit. 9, hal. 21)

Beberapa strategi perawatan diantaranya adalah:

- a. *Break Down Maintenance*  
Suatu jenis perawatan pada mesin yang sudah rusak sehingga tidak bisa beroperasi lagi

b. *Schedule Maintenance*

Suatu pemeliharaan yang diorganisasi dan dilakukan dengan pemikiran kemasa depan, pengendalian dan pencatatan sesuai rencana yang telah ditentukan

c. *Preventive Maintenance*

Suatu pekerjaan yang dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan pada alat/fasilitas lebih lanjut.