

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Hidroponik adalah budidaya menanam dengan memanfaatkan air tanpa menggunakan tanah dengan menekankan pada pemenuhan kebutuhan nutrisi bagi tanaman. Kebutuhan air pada hidroponik lebih sedikit daripada kebutuhan air pada budidaya dengan tanah. Hidroponik menggunakan air yang lebih efisien, jadi cocok diterapkan pada daerah yang memiliki pasokan air yang terbatas. Hidroponik dirancang untuk mengatasi kekurangan lahan tanam jadi cocok untuk di perkotaan. Pada umumnya hidroponik menggunakan pipa pvc untuk media bercocok tanamnya ada yang vertikal ataupun horizontal dan alat yang dibuat adalah untuk membantu pengerjaan pembuatan hidroponik yang vertikal.

#### **2.1 Macam-macam Alat untuk pembuatan pipa vertikal hidroponik**

Belum ada alat yang dibuat untuk pembuatan vertikal hidroponik pada dasarnya pembuatan vertikal hidroponik pada umumnya adalah menggores terlebih dahulu pipa dengan gergaji besi lalu dipanasi dengan flame gun / heat gun / kompor minyak / kompor gas setelah itu di tekan menggunakan botol atau pipa pvc ukuran 2”.

##### **1. Pemotong :**

Setelah pipa diukur jarak antar lubang dan panjang goresan yang harus dipotong menggunakan spidol dan penggaris, selanjutnya pipa di potong sesuai dengan ukuran untuk di tekan agar mencapai diameter 5cm maka yang harus dipotong adalah 7cm. Dan alat yang biasa digunakan oleh penghobi ataupun pebisnis hidroponik adalah gergaji besi karena cocok untuk memotong pipa pvc.



Gambar 2.1 Gergaji besi

Sumber : <http://alatproyek.com/1554-gergaji-besi-hacksaw-krisbow-12-inch-tipe-square-kw0102444.html>

2. Pemanas :

Setelah pipa di potong pipa harus dipanaskan supaya bisa dibentuk. Dan alat-alat yang biasa digunakan adalah :

a. Heat gun :

Heat gun adalah alat yang paling baik untuk memanaskan pipa karena panasnya tidak menyebabkan pipa terbakar. Namun daya dari heat gun besar berkisar antara 1000-1600 watt dan harganya pun mahal berkisar antara 130.000-350.000 rupiah, jadi hanya kalangan tertentu yang menggunakan heat gun untuk memanasi pipa vertikultur hidroponik.



Gambar 2.2 Heat Gun

Sumber : <https://www.lowes.com/pd/PORTER-CABLE-Heat-Gun/3341122>

b. Flame gun

Flame gun adalah alat pemanas yang menyemburkan api berbahan bakar gas. Alat pemanas ini lebih murah dibandingkan dengan heat gun, tetapi pipa yang dipanaskan menggunakan alat ini terkadang terbakar dan lebih berbahaya dibandingkan dengan heat gun.



Gambar 2.3 Flame gun

Sumber : <https://www.aliexpress.com/item/Gas-Torch-Flamethrower-Butane-Burner-Auto-Ignition-Camping-Welding-BBQ-Outdoor-AY105-SZ/32338535844.html>

c. Kompor minyak

Kompor minyak adalah pemanas yang berbahan bakar minyak tanah. Alat ini memang terdapat di setiap rumah akan tetapi penggunaanya lebih sulit karena kita harus mengatur sendiri pipa yang harus dipanasi dan akan sulit jika dikerjakan sendirian.



Gambar 2.4 Kompor Minyak

Sumber : <http://www.lazada.co.id/hock-kompor-minyak-tanah-sumbu-22-silver-423169.html>

d. Kompor Gas

Kompor gas adalah pemanas berbahan bakar gas. Prinsip kerja memanasi menggunakan alat ini sama dengan kompor minyak yang membedakannya adalah bahan bakarnya saja yaitu gas.

### 3. Penekan

Setelah pipa dipanasi pipa harus dibentuk bulat untuk tempat netpo tanaman. Adapun alat yang biasa digunakan penghobi ataupun pebisnis hidroponik adalah :

#### a. Botol

Botol yang digunakan untuk menekan pipa adalah botol kaca yang berdiameter 5cm. Prinsip kerjanya yaitu dengan cara memasukkan botol kecelah lubang goresan sekitar 45 derajat, lalu ditahan hingga pipa dingin setelah itu botol di cabut dari lubang.



Gambar 2.5 Botol

Sumber : <http://antik-unik-cantik.blogspot.co.id/2013/12/botol.html>

#### b. Pipa pvc 2"

Pipa yang digunakan untuk menekan adalah pipa yang berdiameter 2 inchi atau 5cm dan untuk jenisnya sendiri penghoby bebas menggunakan type apapun karena tidak terlalu berpengaruh pada hasil akhir lubang yang dibentuk. Prinsip kerja penekanan adalah dengan memotong ujung pipa sekitar 45 derajat lalu memasukkan pipa melalui celah goresan dengan gerakan menukik lalu ditekan sekitar 10cm dan didiamkan hingga pipa dingin setelah pipa dingin maka pipa penekan bisa dicabut.



Gambar 2.6 Pipa Pvc

Sumber :<http://www.jualpipa.com/pipa-pvc-wavin-standard-awd/>

## 2.2 Proses Pembuatan Komponen

### 2.1.1. Pemanas

Pipa yang digunakan untuk vertikultur hidroponik adalah pipa PVC ukuran 4 inch. Menurut Krisnadwi (2013) “PVC adalah Polyvinyl Chloride – Rumus molekulnya adalah  $(-CH_2 - CHCl -)_n$ . Ini merupakan resin yang liat dan keras yang tidak terpengaruh oleh zat kimia lain.” Sifat dari PVC ini sendiri adalah keras, kaku, dapat bersatu dengan pelarut, memiliki titik leleh  $70^{\circ}$ - $140^{\circ}$  C. Kegunaan dalam kehidupan adalah sebagai pipa plastik (paralon), peralatan kelistrikan, dashboard mobil, atap bangunan dan lain-lain. Maka dibutuhkan pemanas yang bisa menghasilkan suhu 100 derajat celcius. Dalam hal ini kami menggunakan kawat nikelin sebagai pemanas dan charger hp untuk menstabilkan tegangan listrik.

### 2.1.2. Penggores

Untuk membuat lubang tanam berdiameter 5 cm dibutuhkan goresan 7 cm, makadari itu dibuatlah pisau yang bisa menggores yang lebarnya bisa mencapai 7 cm.

### 2.1.3. Penekan

Untuk membuat lubang dengan diameter sekitar 50mm dibutuhkan penekan yang berdiameter 50mm dengan ujung yang diruncingkan bahan yang digunakan adalah besi tabung sepanjang 300mm.

## 2.3 Komponen

Dalam membuat suatu perancangan alat tentunya alat tersebut terbagi atas beberapa komponen utama yang kemudian dirakit menjadi satu bagian. Komponen adalah bagian dari keseluruhan. Maksudnya ialah komponen sebagai bagian-bagian atau part-part dari suatu rangkaian mesin keseluruhannya.

Sebagai contoh, misalnya salah satu komponen dari mobil yaitu terdapat pintu yang artinya pintu itu adalah salah satu bagian dari rangkaian mobil tersebut. Tentunya dalam setiap benda atau alat pasti memiliki komponen atau part – part atau bagian – bagiannya masing masing.

### 2.3.1 Bantalan

Bantalan adalah elemen mesin yang berfungsi untuk menumpu porosberbeban, sehingga putaran atau gerak bolak baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur. Bantalan dibuat untuk menerima beban radial murni, beban aksial murni, atau gabungan dari keduanya. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka prestasi seluruh sistem akan menurun atau tidak dapat bekerja sebagaimana mestinya. Bantalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

a. Atas dasar gerakan bantalan terhadap poros.

1. Bantalan luncur (*journal/sliding bearing*).

Bantalan luncur adalah bantalan dimana bagian yang bergerak (berputar) dan yang diam melakukan persinggungan secara langsung. Bagian yang bergerak biasanya ujung poros yang juga disebut tap (*journal*). Pada bantalan ini terjadi gesekan luncur antara poros dan bantalan karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bantalan dengan perantara lapisan pelumas. Bantalan luncur mampu menumpu poros berputaran tinggi dengan beban yang besar. Bantalan ini memiliki konstruksi yang sederhana dan dapat dibuat dan dipasang dengan mudah.

2. Bantalan Gelinding (*Anti-friction bearing*).

Bantalan gelinding adalah bantalan dimana bagian yang bergerak dan yang diam tidak bersinggungan langsung, tapi terdapat perantara (media). Bila perantara berbentuk bola (ball) maka disebut ball bearing, tapi bila perantaranya berbentuk roll, maka disebut roller bearing. Keunggulan dari bantalan gelinding yaitu, gesekan yang terjadi pada saat berputar sangat rendah. Pelumasannya pun sangat sederhana, yaitu cukup dengan gemuk, bahkan pada jenis bantalan gelinding yang memakai sil sendiri tidak perlu pelumasan lagi.

3. Atas dasar arah beban terhadap poros.

a. Bantalan radial.

Pada bantalan ini arah beban yang ditumpu adalah tegak lurus sumbu poros.

b. Bantalan aksial.

Arah beban bantalan ini sejajar dengan sumbu poros.

c. Bantalan gelinding khusus.

Bantalan ini dapat menumpu beban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros.

4. Rumus dasar perhitungan.

Rumus perhitungan bantalan gelinding antara lain :

1) Beban ekuivalen dinamis ( $P_e$ ).

$$P_e = ((V \times X \times F_r) + (Y \times F_a)) \times K_s \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

$P_e$  = beban ekuivalen dinamis (kg)

$X$  = faktor untuk beban radial

$Y$  = faktor untuk beban aksial

$F_a$  = beban aksial (kg)

$F_r$  = beban radial (kg)

$K_s$  = faktor koreksi

Untuk tekanan stabil dan merata = 1

Untuk tekanan beban ringan = 1,5

Untuk tekanan beban sedang = 2

Untuk tekanan beban berat = 2,5

$V$  = faktor pembebanan

Jika cincin dalam yang berputar = 1,2

Jika cincin luar yang berputar = 1

2) Faktor kecepatan ( $F_n$ )

Untuk elemen gelinding bola (*Ballbearing*)

$$F_n = \left( \frac{33,3}{n} \right)^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

$F_n$  = faktor kecepatan

$n$  = putaran (Rpm)

Untuk elemen gelinding roll (*Rollerbearing*)

$$F_n = \left( \frac{33,3}{n} \right)^{\frac{3}{10}} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

$F_n$  = faktor kecepatan

$n$  = putaran (Rpm)

3) Faktor umur bantalan ( $F_h$ ).

$$F_h = F_n \left( \frac{C}{P_e} \right) \dots\dots\dots(2.4)$$



Dimana :

$F_h$  = faktor umur bantalan

$F_n$  = faktor kecepatan

$P_e$  = beban ekuivalen dinamis (Kg)

$C$  = beban nominal dinamis spesifik (Kg )

4) Umur nominal bantalan ( $L_h$ )

$$L_h = 500(F_h)^3 \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana :

$L_h$  = umur nominal bantalan

$F_h$  = faktor umur bantalan

### 2.3.2Baut dan Mur

Baut dan mur berfungsi untuk mengikat antar rangka. Adapun jenis baut dan mur yang digunakan dalam kontruksi ini menggunakan bahan Fc35. Untuk menentukan jenis dan ukuran baut dan mur harus memperhatikan berbagai faktor seperti sifat gaya yang bekerja pada baut, cara kerja mesin, kekuatan bahan, dan lain sebagainya. Adapun gaya — gaya yang bekerja pada baut dapat berupa :

1. Beban statis aksial murni
2. Beban aksial bersama beban puntir
3. Beban geser

Tegangan geser yang terjadi pada baut pengikat :

$$\sigma_g = 4 \frac{F}{A} \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana :

$\sigma_g$  = tegangan geser ( N /mm<sup>2</sup> )

$F = \text{beban ( N )}$

$A = \text{luas penampang baut ( mm )}$

### 2.3.3 Rangka



Gambar 2.7 Square pipe

Sumber: [https://www.google.co.id/search?q=squarepipe&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiup-2hLMnUAhUCj5QKHx1gCOYQ\\_AUIBygC&biw=1366&bih=635#imgrc=wNIUs6DIAYM0IM:](https://www.google.co.id/search?q=squarepipe&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiup-2hLMnUAhUCj5QKHx1gCOYQ_AUIBygC&biw=1366&bih=635#imgrc=wNIUs6DIAYM0IM:)

untuk mencari bahan yang sesuai dengan tentu kita harus mengetahui terlebih dahulu berapa beban yang akan diterima oleh kerangka tersebut dan dapat mengetahui berapa beban yang diterima di setiap kaki, sehingga nantinya dapat menopang benda dengan aman.

a). Menghitung berat kerangka

Rangka berfungsi sebagai tempat dudukan dari rangkaian alat yang akan digunakan. Berat rangka dalam keadaan normal tanpa beban adalah :

$$W = V.p$$

$$V = p.l.t.....(2.7)$$

Dimana : W = Berat kerangka (kg)

V = volume kerangka (cm<sup>3</sup>)

p = panjang kerangka (cm)

l = lebar kerangka (cm)

t = tinggi kerangka (cm)

#### b). Titik Berat Benda

Titik berat benda merupakan pusat massa benda dimana benda akan berada dalam keseimbangan rotasi

Rumus titik berat benda dengan  $f_i$  = gaya yang terjadi dititik i,  $X_i$  = jarak sumbu x dititik i, dan  $y_i$  = jarak sumbu y dititik i :

- Untuk sumbu x:

$$x = \frac{\sum f_i . x_i}{\sum f_i}$$

- Untuk sumbu y:

$$y = \frac{\sum f_i . y_i}{\sum f_i}$$

- Resultan sumbu x dan sumbu y:

$$R = \sqrt{\sum x^2 + \sum y^2}$$

- Arah R terhadap  $f_i.y_i$  :

$$A = \sin \frac{-1\sum f_i.x_i}{R}$$

### 2.3.4 Poros

Perencanaan poros adalah suatu persoalan perencanaan dasar. Poros merupakan bagian yang terpenting dari suatu mesin yang berputar. Setiap bagian komponen mesin yang berputar, pasti terdapat poros yang berfungsi untuk memutar komponen tersebut. Jadi poros adalah komponen mesin yang berfungsi untuk memindahkan dan meneruskan putaran dari suatu bagian ke bagian lain dalam suatu mesin.

Berdasarkan bebanya poros dibedakan menjadi 3 yaitu: *shaft* (poros transmisi), *axle* ( gandar ), dan *spindle*. *Shaft* adalah poros yang biasanya menerima beban bengkok dan puntir sekaligus beban gabungan. Poros ini biasanya digunakan untuk memindahkan putaran, tetapi sekaligus juga untuk mendukung suatu beban. Sedangkan *axle* ( gandar ) adalah poros yang biasanya hanya menerima beban bengkok saja. Poros ini hanya mendukung beban. Misalnya poros pada roda kendaraan bermotor, atau poros roda becak / gerobak, dan lainnya. *Spindle* adalah poros yang hanya menerima beban puntir saja berarti poros ini hanya digunakan untuk memindahkan putaran saja. Poros seperti ini misalnya pada mesin-mesin perkakas ( mesin bubut, mesin frais dan sebagainya). Hal-hal penting dalam perencanaan poros :

- a. Kekuatan Poros

Sebuah poros harus direncanakan hingga cukup kuat untuk menahan bebanbeban seperti beban tarik atau tekan, beban puntir atau lentur dan pengaruh tegangan lainnya.

b. Kekakuan poros

Meskipun kekuatan sebuah poros cukup tinggi namun jika lenturan atau defleksi puntirnya terlalu besar akan mengakibatkan ketidak telitian atau getaran dan suara. Oleh karena itu kekakuan poros haruslah diperhatikan.

c. Bahan poros

Alat ini di karenakan dalam penggunaannya untuk mendukung beban dan memindahkan putaran, biasanya poros ditumpu/ didukung bantalan yang berfungsi untuk membatasi gerakan dari poros tersebut. Sehingga bahan poros harus mempunyai kekuatan dan kekerasan yang memadai untuk itu, yaitu lebih kuat atau lebih keras dari bahan bantalan.

Terdapat bermacam- macam baja khusus yang digunakan sebagai komponen permesinan, misalnya baja AISI ( *American Iron and Steel Institute*), baja SAE ( *Society of Automotive Engineers* ), baja JIS ( *Japan Industrial Standard*), baja ASSAB ( *Associated Swedish Steel AB*), dan sebagainya.

Meskipun demikian, bahan ini kelurusanya agak kurang tetap dan dapat mengalami deformasi karena tegangan yang kurang seimbang. Misalnya bila diberi alur pasak, karena ada alur pasak didalam terasnya. Tetapi penarikan dingin membuat permukaan poros menjadi keras permukaanya dan kekuatanya bertambah besar.

Poros- yang dipakai untuk meneruskan putaran tinggi dan berat beban umumnya dibuat dari baja paduan dengan pengerasan kulit yang sangat tahan terhadap keausan. Beberapa diantaranya adalah baja khrom nikel, baja khrom nikel molibden, baja khrom, baja khrom molibden sekalipun demikian pemakaian baja paduan khusus tidak selalu dianjurkan jika alasanya hanya putaran tinggi dan berat. Pada umumnya

maja diklafikasikan atas baja lunak, baja liat, baja agak keras, dan baja keras. Diantaranya, baja liat dan baja agak keras banyak dipilih untuk poros. Kandungan karbonya adalah seperti yang tertera dalam tabel 2.4

Tabel 2.1 Penggolongan baja secara umum

Golongan	Kadar C (%)
Baja lunak	0.15
Baja liat	0.2 - 0.3 %
Baja agak keras	0.3 - 0.5 %
Baja keras	0.5 - 0.8 %
Baja sangat keras	0.8 – 0.12 %

(Sumber : IR Sularso dan Prof Kiyokatsu suga. Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin 2013)

Didalam perencanaan ini, poros yang digunakan yaitu poros eksentrik, yang mana salah satu bagian stasioner yang berputar, biasanya berbentuk bulat dimana terpasang elemen- elemen seperti pulley, bantalan, pasak dan lain-lain. Poros biasanya akan mengalami beban puntir dan lentur. Beban puntir terjadi dikarenakan adanya torsi dari putaran motor. Sedangkan beban lentur terjadi akibat tegangan sabuk dan pulley.

d. Putaran kritis

Bila putaran suatu mesin lebih tinggi dari putaran kritisnya maka dapat terjadi getaran yang luar biasa besarnya.

e. Korosi

Bahan - bahan tahan korosi ( termasuk plastik ) harus dipilih untuk poros propeller dan pompa bila terjadi kontak dengan fluida yang korosif. Demikian juga untuk poros - poros mesin yang sering berhenti lama.

Untuk menentukan poros ada beberapa tahap perhitungan dengan rumus - rumus sebagai berikut:

a) Menghitung daya rencana

$$P_d = f_c \times P \text{ (Kw)} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana:

$f_c$  = faktor koreksi

P = Daya nominal (Kw)

b) Menghitung momen yang terjadi pada poros

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1} \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana:

T = momen poros (kg.mm)

$n_1$  = putaran poros (rpm)

c) Gaya Tarik belt pada pembebanan poros

$$(T_1 - T_2) = \frac{T}{R} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana:

T = torsi motor listrik (kg.mm)

R = jari-jari *pulley* pada poros (mm)

d) Mencari tegangan geser yang diizinkan

$$\tau_{\delta} = \sigma_B / (sf_1 \times sf_2) \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana:

$\tau_{\delta}$  = Tegangan geser yang diizinkan (kg/mm<sup>2</sup>)

$\sigma_B$  = Kekuatan tarik (kg/mm<sup>2</sup>)

$sf_1 \times sf_2$  = Faktor keamanan

### 2.3.5 Pegas

Pegas adalah elemen mesin flexibel yang digunakan untuk memberikan Gaya, torsi, dan juga untuk menyimpan atau melepaskan energi. Energi disimpan pada benda padat dalam bentuk *twist*, *stretch*, atau kompresi. Pegas umumnya beroperasi dengan ‘high working stresses’ dan beban yang bervariasi secara terus menerus. Beberapa contoh spesifik aplikasi pegas adalah :

- Untuk menyimpan dan mengembalikan energi potensial, seperti misalnya pada senapan angin
- Untuk memberikan gaya dengan nilai tertentu, seperti misalnya pada *relief valve*
- Untuk meredam getaran dan beban kejutan, seperti pada *shock absorber* atau *shock breaker*
- Untuk mengembalikan komponen pada posisi semula misalnya pada mekanisme rem

Istilah-istilah dalam pegas

1. Panjang rapat (*solid length*)

Panjang rapat adalah panjang pegas pada saat pegas ditekan sehingga masing-masing kawat pegas saling kontak.

$$L_s = n' \cdot d \dots \dots \dots (2.12)$$

Keterangan :

$n'$  = jumlah lilitan pegas

$d$  = diameter kawat pegas

2. Panjang bebas (*free length*)

Panjang bebas adalah panjang pegas pada saat tidak dibebani (untuk pegas tekan).

$$L_f = n' \cdot d + \delta_{max} + 0,15 \delta_{max} \dots \dots \dots (2.13)$$

Keterangan :

$\delta_{max}$  = pemendekan (pengurangan panjang) maksimum

3. Indeks pegas (*spring index*)

Indeks pegas didefinisikan sebagai rasio antara diameter rata-rata lilitan pegas ( $D$ ) dengan diameter kawat pegas ( $d$ ).



$$C = \frac{D}{d} \dots \dots \dots (2.14)$$

Untuk kebanyakan pegas, besarnya indeks pegas ini berkisar antara 12 s/d 16

4. Konstanta pegas (*spring rate*)

Konstanta pegas didefinisikan sebagai perbandingan antara beban yang diterima pegas dengan perpanjangan atau pemendekan pegas yang terjadi.

$$K = \frac{F}{\delta} \dots \dots \dots (2.15)$$

5. Pitch pegas

Pitch pegas adalah jarak aksial antara kawat pegas yang satu dengan kawat pegas berikutnya dalam keadaan pegas bebas (tidak dibebani)

$$P = \frac{L_f - L_s}{n'} + d \dots \dots \dots (2.16)$$

**2.3.6 Dudukan dan Pemutar Pipa**

Komponen ini berfungsi sebagai tempat dudukan pipa yang akan dilubangi dan pemutar pipa yang bisa diputar 360°. Komponen ini ialah yang berhubungan langsung dengan bantalan dan poros. Komponen ini dilengkapi 4 stoper yang membagi 4 bagian lingkaran untuk menentukan titik pengerjaan pemanasan, penggoresan, dan penekana pipa.

**2.4 Proses Permesinan**

Pada proses perancangan alat ini dibutuhkan proses pembuatan beberapa komponen alat yaitu :

**2.4.1 Perhitungan Mesin Bubut**

Mesin bubut merupakan salah satu jenis mesin petkakas. Prinsip kerja pada proses *turning* atau lebih dikenal dengan proses bubut adalah proses penghilangan bagian dari benda kerja untuk memperoleh bentuk tertentu. Disini benda kerjaakan diputar / rotasi dengan kecepatan tertentu bersamaan dengan dilakukan nya proses pemakanan oleh pahat yang digerakkan secara translasi sejajar dengan

sumbu putar dari benda kerja. Gerakan putar dari benda kerja disebut gerak potong relative dan gerakan translasi dari pahat disebut gerak umpan (*feeding*).

a. Rumus perhitungan mesin.

$$N = \frac{1000.Vc}{\pi.d} \dots\dots\dots (2.17)$$

Dimana :

$v_c$  = kecepatan potong ( m / menit )

$d$  = diameter benda kerja ( mm )

$N$  = banyak putaran ( rpm )

b. Rumus pemakanan memanjang

$$T_m = \frac{L}{S_r \times N} \dots\dots\dots (2.18)$$

c. Rumus pemakanan melintang

$$T_m = \frac{L}{S_r \times N} \dots\dots\dots (2.19)$$

Dimana :

$T_m$  = waktu pengerjaan ( menit )

$L$  = panjang benda kerja yang dibubut ( mm )

$S_r$  = kedalaman pemakanan ( mm / putaran )

$N$  = kecepatan putaran mesin ( rpm )

$r$  = jari -jari benda kerja

### 2.4.2 Perhitungan Mesin bor

Mesin bor adalah suatu jenis mesin gerakan yang memutar alat pemotong yang arah pemakanan mata bor hanya pada sumbu mesin tersebut (pengerjaan pelubangan). Sedangkan pengeboran adalah operasi menghasilkan lubang berbentuk bulat dalam lembar kerja dengan menggunakan pemotong berputar yang disebut bor dan memiliki fungsi untuk membuat lubang, membuat lubang bertingkat, membesarkan lubang, chamfer.

a. Rumus perhitungan putaran mesin

$$N = \frac{1000 \times VC}{\pi \times d} \dots\dots\dots(2.20)$$

Dimana :

- vc = kecepatan potong(m/menit)
- d = diameter benda kerja (mm)
- N = banyak putaran ( rpm )

b. Rumus perhitungan waktu pengerjaan

$$T_m = \frac{L}{S_r \cdot N} \dots\dots\dots(2.21)$$

Dimana :

- T<sub>m</sub> = waktu pengerjaan ( menit )
- L = kedalaman pengeboran (mm )
- S<sub>r</sub> = ketebalan pemakanan (mm / putaran )

Kemudian hitung total waktu pengerjaan yang dibutuhkan untuk dapat menyelesaikan alat ini dengan rumus :

$$T_{total} = \sum T_{mubut} + \sum T_{mbor} + \text{Waktu assembly}$$

**2.4.3 Macam dan jenis elektroda cara pemakaiannya**

A. Elektroda Berselaput

Elektroda berselaput yang dipakai pada las busur listrik mempunyai perbedaan komposisi selaput maupun kawat inti. Pelapisan fluksi pada kawat inti dapat dengan cara destruksi, semprot atau celup. Ukuran standar diameter kawat inti dari 1,5 mm sampai 7 mm dengan panjang antara 350 sampai 450 mm. Jenis-jenis selaput fluksi pada elektroda misalnya selulosa, kalsium karbonat (Ca C03), titanium dioksida (rutil), kaolin, kalium oksida mangan,

oksida besi, serbuk besi, besi silikon, besi mangan dan sebagainya dengan persentase yang berbeda-beda, untuk tiap jenis elektroda.

Tebal selaput elektroda berkisar antara 70% sampai 50% dari diameter elektroda tergantung dari jenis selaput. Pada waktu pengelasan, selaput elektroda ini akan turut mencair dan menghasilkan gas CO<sub>2</sub> yang melindungi cairan las, busur listrik dan sebagian benda kerja terhadap udara luar. Udara luar yang mengandung O<sub>2</sub> dan N akan dapat mempengaruhi sifat mekanik dari logam las dengan mesin. Cairan selaput yang disebut terak akan terapung dan membeku melapisi permukaan las yang masih panas.

#### B. Klasifikasi Elektroda

Elektroda baja lunak dan baja paduan rendah untuk las busur listrik menurut klasifikasi AWS (*American Welding Society*) dinyatakan dengan tanda E XXXX yang artinya sebagai berikut :

- E : menyatakan elektroda busur listrik
- XX(dua angka) : sesudah E menyatakan kekuatan tarik deposit las dalam ribuan lb/in<sup>2</sup> lihat table.
- X (angka ketiga) : menyatakan posisi pengelasan.
- angka 1 untuk pengelasan segala posisi. angka 2 untuk pengelasan posisi datar di bawah tangan
- X (angka keempat) menyatakan jenis selaput dan jenis arus yang cocok dipakai untuk pengelasan lihat table.

#### C. Kondisi Pengelasan

Berikut ini diberikan daftar kondisi pengelasan untuk elektroda Philips baja lunak dan baja paduan rendah.

- Elektroda untuk besi tuang

Elektroda yang dipakai untuk mengelas besi tuang adalah elektroda Baja, elektroda nikel, elektrode perunggu dan elektroda besi tuang

- Elektroda nikel

Elektroda jenis ini dipakai untuk mengelas besi tuang, bila hasil las masih dikerjakan lagi dengan mesin. Elektroda nikel dapat dipakai dalam segala posisi pengelasan. Rigi-rigi las yang dihasilkan elektroda ini pada besi tuang adalah rata dan halus bila dipakai pada pesawat las DC kutub terbalik. Karakteristik elektroda nikel dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

- Elektroda baja

Elektroda jenis ini bila dipakai untuk mengelas besi tuang akan menghasilkan deposit las yang kuat sehingga tidak dapat dikerjakan

- Elektroda perunggu

Hasil las dengan memakai elektroda ini tahan terhadap retak, sehingga panjang las dapat ditambah. Kawat inti dari elektroda dibuat dari perunggu fosfor dan diberi selaput yang menghasilkan busur stabil.

- Elektroda dengan Hydrogen rendah

Elektroda jenis ini pada dasarnya dipakai untuk baja yang mengandung karbon kurang dari 1%. Tetapi dapat juga dipakai pada pengelasan besi tuang dengan hasil yang baik. Hasil lasnya tidak dapat dikerjakan dengan mesin.

- Elektroda untuk aluminium

Aluminium dapat dilas listrik dengan elektroda yang dibuat dari logam yang sama. Pemilihan elektroda aluminium yang sesuai dengan pekerjaan didasarkan pada tabel keterangan dari pabrik yang membuatnya. Elektroda aluminium AWS-ASTM AI-43 untuk las busur listrik adalah dengan pesawat las DC kutub terbalik.

#### D. Elektroda untuk pelapis keras

Tujuan pelapis keras dari segi kondisi pemakaian yaitu agar alat atau bahan tahan terhadap kikisan, pukulan dan tahan aus. Untuk tujuan itu maka Elektroda untuk pelapis keras dapat diklasifikasikan dalam tiga macam Yaitu elektroda tahan kikisan, elektroda tahan pukulan dan elektroda tahan aus.

- Elektroda tahan kikisan

Elektroda jenis ini dibuat dari tabung chrom karbida yang diisi dengan serbuk-serbuk karbida. Elektroda dengan diameter 3,25 mm — 6,5 mm dipakai pada pesawat las AC atau DC kutub terbalik. Elektroda ini dapat dipakai untuk pelapis keras permukaan pada sisi potong yang tipis, peluas lubang dan beberapa type pisau. Cairan selaput yang disebut terak akan terapung dan membeku melapisi permukaan las yang masih panas.

- Elektroda tahan pukulan

Elektroda ini dapat dipakai pada pesawat las AC atau DC kutub terbalik. Dipakai untuk pelapis keras bagian pemecah dan palu.

- Elektroda tahan keausan

Elektroda ini dibuat dari paduan-paduan non ferro yang mengandung Cobalt, Wolfram dan Chrom. Biasanya dipakai untuk pelapis keras permukaan katup buang dan dudukan katup dimana temperatur dan keausan sangat tinggi.

#### **2.4.4 Spesifikasi besi hollow**

Besi Hollow SNI



Karakteristik

Besi hollow adalah besi berongga (pipa) berbentuk kotak atau disebut juga SHS (*Square Hollow Section*) dan berbentuk persegi panjang atau RHS (*Rectangular Hollow Section*). Umumnya digunakan dalam konstruksi bangunan, seperti pagar, milling, atap kanopi dan pintu gerbang. Besi hollow juga sering digunakan untuk support pada pemasangan plafon, besi hollow biasanya terbuat dari material carbon steel ataupun stainless steel.

Berdasarkan lapisan finishing pada bahan besi hollow, besi hollow dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu besi hollow biasa (standar), hollow galvalume dan hollow Galvanis. Galvalume merupakan sebutan untuk pelapisan yang mengandung unsur Aluminium dan Zinc atau disebut Zinc-Alume. Untuk bahan Galvalume yang paling baik terdiri dari 55% unsur coatingnya Aluminium, 43.5%, unsur seng/zink dan 1.5% unsur silikon. Galvanis merupakan sebutan untuk pelapisan finishing yang terdiri dari 98% unsur coating senyawa zink dan 2% lapisan unsur aluminium.

Beberapa produsen besi hollow dan rangka atap baja ringan yang menggunakan bahan galvalume dan bahan galvanis, mengklaim bahwa ketebalan pelapisan coatingnya sama, ternyata yang beredar di pasaran sangat berbeda dan ini sangat merugikan konsumen. Bahan galvalume memiliki ketahanan lebih baik terhadap karat dibandingkan bahan galvanis atau bahan besi biasa. Untuk menghindari karat pada bahan galvanis, lapisan coating harus lebih tebal dan kekuatannya pada bahan galvanis saat dipotong atau tergesek pada permukaannya atau di sekrup, akan menimbulkan korosi dan karatan. Hal ini kurang baik bila dipergunakan untuk bahan material rangka hollow atau rangka atap baja ringan dan pagar. Seperti juga produk material lainnya, dipasaran beredar berbagai macam kelas material. Besi hollow galvalume bersertifikat Standard Nasional Indonesia (SNI) terbuat dari bahan Zinc-Alum SNI, bermutu tinggi dengan kualitas bahan pilihan yang sangat kuat terhadap perubahan cuaca, tahan akan keropos atau korosi, anti karat, bebas dari rayap, serangga, kutu, binatang pengerat dan tidak perlu di cat ulang serta bebas perawatan. Besi hollow galvalume SNI banyak dipergunakan untuk pemasangan rangka plafond dan

rangka dinding partisi yang lebih mementingkan kekuatan dan ketahanan bangunan.

Tabel 2.2 Hollow Square Standard

duct	Thickness	Lenght
low 12.5 x 12.5 mm	mm	6M
low 15 x 15 mm	mm	6M
low 15 x 30 mm	mm	6M
low 17 x 30 mm	mm	6M
low 20 x 20 mm	mm	6M
low 20 x 40 mm	y	6M
low 25 x 25 mm	y	6M
low 25 x 50 mm	y	6M
low 30 x 30 mm	y	6M
low 30 x 60 mm	y	6M
low 40 x 40 mm	y	6M
low 40 x 60 mm	y	6M
low 50 x 50 mm	y	6M
low 50 x 100 mm	y	6M
low 75 x 45 mm	y	6M
low 75 x 75 mm	y	6M
low 100 x 100 mm	y	6M