

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1. Landasan Teori**

##### 2.1.1. *Paratrike* dan Paramotor

Paramotor dan *paratrike* adalah salah satu cabang olahraga dirgantara yang aman karena olahraga ini mempunyai organisasi yaitu Persatuan Layang Gantung Indonesia (PLGI), sedangkan organisasi PLGI dibawah naungan Federasi *Aero Sport* Indonesia (FASI). Olahraga ini bukan olahraga yang biasa karena untuk dapat menerbangkan paramotor harus mempunyai keahlian khusus dan mempunyai surat ijin terbang dari penerbangan. Paramotor ini tidak jauh beda dengan *paratrike* karena perbedaannya hanya pada rangka dan *frame* akan tetapi paramotor dan *paratrike* sama-sama menggunakan mesin dan *propeller* untuk membantu menerbangkannya saat medarat dan akan terbang. *Paratrike* dirancang untuk penerbang yang kurang mampu menerbangkan paramotor (*footlight*) yang disebabkan mempunyai kekurangan fisik dan orang yang sudah tidak mampu membawa beban berat sehingga *paratrike* ini dapat memenuhi keinginan penerbang untuk tetap dapat mengikuti olahraga paralayang.

##### 2.1.2. Klasifikasi Olahraga Terbang Layang Dunia

Olahraga terbang layang memiliki berbagai jenis klasifikasi penerbangan, klasifikasi ini dibedakan berdasarkan perlengkapan yang digunakan dan kelas yang dapat diperlombakan. Secara umum olahraga terbang layang dapat dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu :

1. Paramotor

Dari jenis paramotor juga ada 3 macam yaitu :

- a. *Ultralight Trike*

Merupakan cabang olahraga terbang paramotor *paratrike* yang memiliki konstruksi rangka seperti pesawat pada umumnya akan tetapi rangka pada *ultralight* dibuat sederhana dengan menggunakan rangka dan parasut seperti sayap pesawat. *Ultralight* dilengkapi dengan rangka yang berfungsi untuk menopang

beban pilot dan mesin digunakan untuk membantu menerbangkan *ultralight*. Seperti terlihat pada Gambar 2.1. berikut.



**Gambar 2. 1.** *Ultralight Trike*

(www.Pinterest.com)

b. *Microlight*

*Microlight* adalah produk penyempurnaan dari *hang glider* karena pada produk *microlight* ini sudah menggunakan mesin sedangkan *hang glider* hanya menggunakan alat sederhana tanpa menggunakan mesin. Mesin yang digunakan untuk *microlight* bervariasi yaitu menggunakan mesin 2 tak dengan kapasitas mesin 400cc, 500cc, dan 600cc, sedangkan untuk mesin 4 tak dengan kapasitas mesin 900cc sampai 1000cc. Seperti terlihat pada Gambar 2.2. berikut.



**Gambar 2.2.** *Microlight*

c. *Hang Glider*

*Hang glider* merupakan olahraga terbang yang sangat sederhana tanpa menggunakan mesin serta sistem kendali yang digunakan masih menggunakan teknik manual. Parasut yang digunakan berbentuk segitiga seperti sayap yang digunakan saat terbang. Seperti terlihat pada Gambar 2.3. berikut.

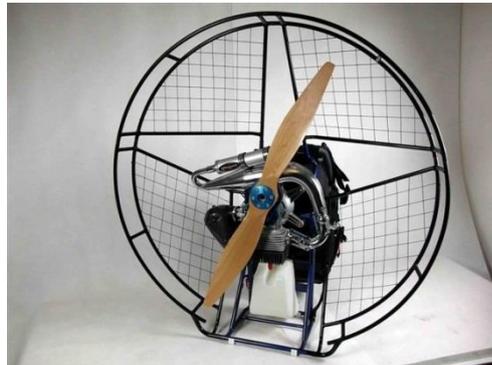


**Gambar 2.3.** *Hang Glider*

([www.Wisconsintrails.com](http://www.Wisconsintrails.com))

d. Paramotor *Footlight*

Paramotor *Footlight* merupakan olahraga terbang layang yang sudah dilengkapi dengan mesin, *propeller*, *propeller frame*, parasut untuk menerbangkan paramotor. Seperti terlihat pada Gambar 2.4. berikut.



**Gambar 2.4.** Paramotor *Footlight*

2. Terbang Layang Parasut

Terbang layang parasut diklasifikasikan berdasarkan jenis penggunaan parasut dan medan landasan yang digunakan, diantaranya yaitu ;

a. *Paragliding* (Paralayang)

Paralayang adalah jenis olahraga terjun payung yang tidak menggunakan mesin tetapi hanya menggunakan parasut. Parasut yang digunakan berbentuk elips yang berbahan *nylon ripstop* dengan ketebalan  $44 \text{ g/m}^2$  (Subandono, 2013).

Paralayang merupakan bentuk penyempurnaan dari terjun payung parasut yang digunakan pada TNI angkatan udara dengan tujuan militer. Paralayang saat akan diterbangkan menggunakan landasan di daerah pegunungan atau tempat yang lebih tinggi dari tempat pendaratannya dikarenakan paralayang tidak menggunakan mesin dan *propeller* untuk menerbangkannya. Seperti terlihat pada Gambar 2.5. berikut.



**Gambar 2.5.** *Paragliding*

b. *Parachuting*

*Parachuting* adalah olahraga terjun payung yang hampir mirip dengan *paragliding* tetapi jenis parasut yang digunakan berbeda, jika parasut yang digunakan pada *paragliding* berbentuk elips sedangkan parasut yang digunakan pada *parachuting* berbentuk bulat setengah bola. Parasut yang digunakan pada *parachuting* berfungsi untuk mencapai ketepatan target pada landasan yang dituju. Seperti terlihat pada Gambar 2.6. berikut.



**Gambar 2.6.** *Parchuting*  
([www. Sciendialy.com](http://www.Sciendialy.com))

### 2.1.3. Bagian-Bagian Paratrike

#### 1. Mesin

##### a. Pengertian Mesin

Mesin adalah komponen yang menghasilkan tenaga putar kendaraan, sehingga kendaraan dapat berjalan. Tenaga yang dihasilkan berasal dari hasil proses pembakaran bahan bakar dan udara didalam ruang silinder (ruang bakar) yang telah dikompresikan oleh piston (Harianto, 2012). Seperti terlihat pada Gambar 2.7. berikut.



**Gambar 2.7.** Proses Pembakaran Bahan Bakar  
([www. pariwaya.com](http://www.pariwaya.com))

Jenis mesin dibedakan menjadi dua macam yaitu mesin bensin dan mesin diesel. Perbedaan ini dikarenakan proses pembakaran bahan bakar yang dilakukan didalam ruang bakar serta perbedaan penggunaan bahan bakar. Pada mesin bensin menggunakan bahan bakar bensin dan dalam proses pembakaran bahan bakar dicampur dengan udara, dikompresi oleh piston dan dinyalakan oleh percikan api dari busi sedangkan pada mesin diesel menggunakan bahan bakar solar dan proses pembakarannya udara dikompresi terlebih dahulu dan kemudian bahan bakar dimasukkan dengan cara diinjeksikan kedalam ruang bakar. Karena pada saat kompresi ruang bakar suhu dan tekanan sangat tinggi maka bahan bakar akan terbakar dengan sendirinya. Bahan bakar tersebut dipompa oleh pompa bensin yang kemudian disalurkan ke injektor untuk proses pembakaran selanjutnya.

b. Prinsip Kerja Mesin 2 Langkah

Prinsip kerja mesin dapat dibedakan menjadi dua yaitu mesin 4 langkah (*four stroke*) dan mesin 2 langkah (*two stroke*). Perbedaan tersebut terletak pada siklus kerjanya. Apabila mesin 4 langkah mempunyai 4 siklus langkah piston yaitu proses isap, proses kompresi, proses usaha, dan proses buang.

Sedangkan pada mesin 2 langkah hanya memiliki satu kali langkah gerakan naik dan satu kali gerakan turun piston. Ketika piston naik menuju TMA (Titik Mati Atas) untuk melakukan kompresi maka *valve* (katup) hisap terbuka untuk memasukan bahan bakar dan udara sehingga dalam satu langkah gerakan piston dari TMB (Titik Mati Bawah) ke TMA menjalankan dua langkah secara bersamaan yaitu kompresi dan hisap. Pada saat piston sebelum piston mencapai TMA maka busi akan memercikan bunga api, gas campuran akan terbakar dan memaksa piston kembali bergerak menuju TMB yang sering disebut sebagai gerakan ekspansi atau usaha. Bersamaan dengan proses usaha tersebut sebenarnya katup buang membuka untuk melakukan langkah buang. Hal ini disebabkan karena gas hasil pembakaran terdorong keluar akibat campuran bahan bakar udara yang baru masuk dari katup isap.

## 2. *Frame* (Rangka)

*Frame paratrike* berfungsi untuk menopang beban penumpang, mesin serta sebagai bagian utama dari paratrike. Dalam pembuatan desain rangka harus mempertimbangkan berat total rangka dan karakteristik dari material tersebut.

Jika dalam pemilihan rangka menggunakan bahan material yang berat maka akan mempengaruhi kecepatan mesin yang digunakan saat terbang ketika *landing* dan *take off* dan jika pemilihan bahan material rangka mempunyai ketahanan yang tidak bagus maka ketika mendapat gaya tekan dan gaya tarik pada rangka tersebut tidak mampu menahan yang dapat mengakibatkan rangka patah.

Sepesifikasi rangka yang telah ada dalam pembuatan sebelumnya yaitu dengan memiliki panjang total 1,7 meter, tinggi rangka 1,06 meter dan lebar rangka 1,8 meter dan pada *frame propeller* mempunyai spesifikasi diameter 127cm dan lebar 45 cm dengan panjang propeller 115 cm. Seperti terlihat pada Gambar 2.8. berikut.



**Gambar 2.8.** Kerangka Paratrike

([www.free.aero](http://www.free.aero))

## 3. *Propeller*

*Propeller* adalah alat yang berfungsi menghasilkan daya dorong untuk menggerakkan pesawat terbang. *Propeller* sama halnya dengan sayap pada pesawat terbang, *propeller* dan sayap dibuat dari bagian-bagian yang berpenampang *airfoil* untuk menghasilkan aerodinamika. Sayap baru menghasilkan gaya aerodinamika setelah pesawat bergerak kedepan.

Spesifikasi *propeller* yang ada adalah mempunyai torsi sebesar 11Nm untuk jenis *propeller* berbahan kayu dengan panjang 120cm sedangkan untuk jenis *propeller* berbahan karbon *fiber* mempunyai torsi 8Nm. Seperti terlihat pada Gambar 2.9. berikut.



**Gambar 2.9.** *Propeller*

#### 4. *Drive Pulley dan Propeller Rectaining Dist*

- a. *Drive pulley* adalah salah satu dari komponen paratrike berfungsi untuk penerus putaran dari mesin yang akan diteruskan pada *propeller* dan juga sebagaiudukan dari *propeller*.
- b. *Propeller rectaining dist*, digunakan untuk menahan *propeller* agar pada saat *propeller* berputar tidak terlepas dan longgar saat dikunci dari dudukannya. Seperti terlihat pada Gambar 2.10. berikut.



**Gambar 2.10.** *Pulley dan Propeller*

### 5. *Hand Throttle*

*Hand throttle* adalah alat yang digunakan untuk mengatur kecepatan putaran mesin yang akan memutar *propeller* sehingga dapat terbang sesuai kecepatan yang diinginkan.

*hand throttle* berbentuk seperti *handle* kopling atau *handle* rem pada sepeda motor hanya saja berbeda fungsinya dan *hand throttle* dilengkapi saklar *off switch* yang berfungsi untuk mematikan mesin. Seperti terlihat pada Gambar 2.11. berikut.



**Gambar 2.11.** *Hand Throttle* Paratrike

([www.free.aero](http://www.free.aero))

### 6. *Harness*

*Harness* adalah seperangkat tempat duduk dan sabuk pengaman pada paratrike yang digunakan pada pilot dan penumpang. *Harness* dibuat nyaman mungkin agar pada saat terbang pilot dan penumpang merasa nyaman dan aman. Selain memberikan kenyamanan dan keamanan *harness* juga akan mempengaruhi karakter terbangnya.

Kelengkapan *harness* seperti sabuk pengaman atau *buckle* dapat diatur sesuai kenyamanan dan ukuran tubuh pemakai untuk mengatur posisi duduknya yang nyaman dan teknik terbang yang diharapkan penerbang tersebut. Seperti terlihat pada Gambar 2.12. berikut.



**Gambar 2.12.** *Harness Paratrike*  
( [www.free.aero](http://www.free.aero) )

#### 7. *Fuel tank*

*Fuel tank* atau tangki bahan bakar berfungsi untuk menampung bahan bakar yang akan digunakan sebelum disalurkan kedalam sistem bahan bakar. Adapun perlengkapan yang ada pada tangki bahan bakar yaitu :

- a. Selang bahan bakar, berfungsi untuk menyalurkan bahan bakar dari tangki bahan bakar kedalam bahan bakar. Aliran bahan bakar yang masuk pada ruang bakar harus diatur sesuai kebutuhan pembakaran agar pada saat proses pembakaran tidak terjadi kelebihan bahan bakar atau kekurangan bahan bakar. Pada saat kekurangan atau kelebihan bahan bakar akan mengakibatkan proses pembakaran tidak sempurna karena perbandingan konsumsi udara dan bahan bakar tidak pas.
- b. Filter bahan bakar, berfungsi untuk menyaring bahan bakar barangkali ada kotoran pada bahan bakar sebelum disalurkan pada karburator. Kotoran tersebut dapat menyumbat karburator yang akan menyebabkan tidak sempurnanya aliran bahan bakar yang masuk pada ruang bakar.
- c. Tutup tangki, berfungsi untuk mencegah agar debu atau kotoran tidak masuk kedalam tangki dan tercampur pada bahan bakar. Apabila bahan bakar tidak ditutup maka akan tumpah atau terbuang oleh udara dengan sendirinya. Seperti terlihat pada Gambar 2.13. berikut.



**Gambar 2.13.** Tangki Bahan Bakar

## 8. Parasut

Parasut pada paramotor digunakan untuk membantu dalam menerbangkan paramotor dan mengarahkan paramotor saat terbang. Untuk dapat mengembangkan parasut membutuhkan kecepatan angin yang cukup besar agar kestabilan parasut dapat terjaga.

Model parasut yang biasa digunakan pada paramotor adalah parasut berbentuk *elips* berbahan *nylon ripstop* berporositas nol dengan ketebalan sekitar  $44 \text{ g/mm}^2$  terdiri dari 2 lapisan yaitu pada sisi depan (*leading edge*) yang disebut mulut sel berfungsi untuk jalan masuknya angin, sementara sisi belakang (*trailing edge*) tertutup rapat sehingga angin akan terperangkap dan menciptakan tekanan didalam parasut (Subandono, 2013).

Parasut yang biasa digunakan pada paramotor mempunyai ukuran panjang masing-masing tergantung pada ukuran dan berat badan pilot dan penumpang yaitu berkisar 5meter sampai 5,5meter (Baihaqi, 2015). Seperti terlihat pada Gambar 2.14. berikut.



**Gambar 2.14.** Parasut *Paratrike*

## 2.2. Mesin Bubut

Mesin bubut adalah mesin perkakas yang digunakan untuk memotong benda dengan cara membuat sayatan pada benda kerja yang diputar oleh mesin dan pemotongannya menggunakan pahat. Prinsip kerja mesin bubut adalah pada saat *chuck* dan benda kerja berputar maka pahat akan menyayat benda kerja yang berputar dengan ketebalan, sudut kemiringan dan panjang pemakanan yang dapat dikontrol oleh operator secara manual dan otomatis. Adapun bentuk mesin bubut dapat dilihat pada Gambar 2.15. berikut.



**Gambar 2.15.** Mesin Bubut

### 2.2.1. Komponen – Komponen Mesin Bubut

#### a. Kepala Tetap (*Headstock*)

Kepala tetap terdapat tuas-tuas yang berguna untuk mengatur kecepatan putar spindle dan memutar benda kerja, kepala tetap terletak pada bagian sebelah kiri mesin bubut. Adapun bentuk kepala tetap dapat dilihat pada Gambar 2.16. berikut



**Gambar 2.16.** Kepala Tetap

b. Kepala Lepas (*Tailstock*)

Kepala lepas berfungsi menjaga benda kerja agar tetap pada posisi center pada proses pembubutajn agar menghindari benda kerja bengkok. Kepala lepas juga dapat dipasang mata bor untuk pengeboran benda kerja. Adapun bentuk *tailstock* dapat dilihat pada Gambar 2.17. berikut.



**Gambar 2.17.** *Tailstock*

c. Eretan (*Carriage*)

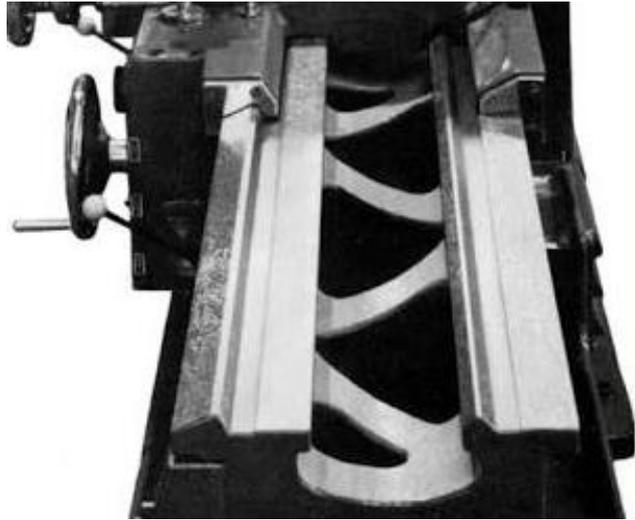
Eretan pada mesin bubut ada dua macam yaitu, eretan lintang dan eretan atas. Eretan lintang berfungsi untuk memberikan tempat pemakanan pahat pada saat pembubutan sedangkan eretan atas berfungsi untuk menopang dan pembawa pahat bubut. Adapun bentuk eretan dapat dilihat pada Gambar 2.18. berikut.



**Gambar 2.18.** Eretan (*Carriage*)

d. Meja Mesin (*Lathe Bed*)

Meja mesin merupakan tempat kedudukan kepala lepas, tempat kedudukan eretan, dan tempat kedudukan kepala tetap. . Adapun bentuk meja mesin dapat dilihat pada Gambar 2.19. berikut.



**Gambar 2.19.** Meja Mesin

2.2.2. Parameter Proses Bubut

Parameter pembubutan digunakan untuk menentukan kondisi pemotongan benda kerja. Parameter yang digunakan antara lain sebagai berikut :

a. Benda Kerja :

$d_o$  = diameter awal (mm)

$d_m$  = diameter akhir (mm)

$l_t$  = panjang permesinan (mm)

b. Pahat :

$\alpha_r$  = Sudut potong utama ( $^\circ$ )

$\gamma_o$  = diameter awal ( $^\circ$ )

c. Mesin Bubut :

$\alpha$  = kedalaman potong (mm)

$f$  = gerak makan (mm/r)

$n$  = putaran poros utama (rpm)

Elemen dasar dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

a. Kecepatan Potong :

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ (m/min)} \quad (2.1)$$

d = diameter rata-rata, yaitu :

$$d = \frac{d_o + d_m}{2} \text{ (mm)} \quad (2.2)$$

b. Kecepatan Makan :

$$v_f = f \times n \text{ (m/min)} \quad (2.3)$$

c. Kedalaman Makan :

$$\alpha = \frac{d_o - d_m}{2} = d \text{ (mm)} \quad (2.4)$$

d. Waktu Pemotongan :

$$t_c = l_c \times v_f \text{ (min)} \quad (2.5)$$

e. Kecepatan Penghasilan Geram :

$$Z = A \cdot V \quad (2.6)$$

Dimana, penampang geram sebelum terpotong  $A = F \cdot a \text{ (mm}^3\text{)}$

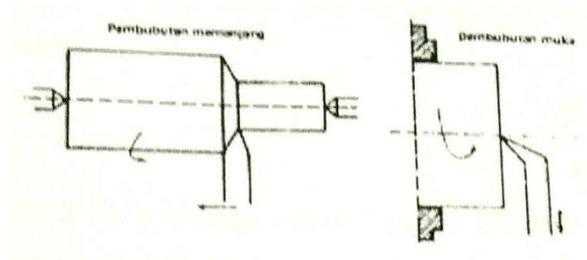
$$Z = f \cdot a \cdot v \text{ (cm}^3\text{/min)} \quad (2.7)$$

### 2.2.3. Macam Pembubutan

Ada beberapa macam pembubutan yang dapat dilakukan oleh mesin bubut, yaitu antara lain :

a. Membubut Lurus

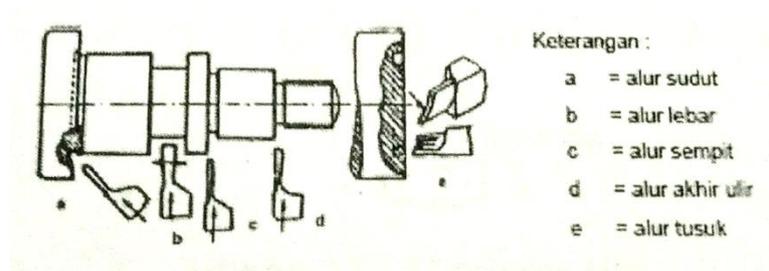
Membubut lurus dilakukan untuk menghasilkan bubutan permukaan datar pada benda kerja. Bubut lurus dibagi menjadi dua cara yaitu, pembubutan memanjang dan pembubutan permukaan rata (*facing*). Proses pembubutan lurus dapat dilihat pada Gambar 2.20. berikut.



**Gambar 2.20.** Membubut Lurus

b. Membubut Alur

Membubut alur digunakan untuk proses pembuatan alur pada benda kerja menggunakan berbagai macam pahat, seperti pahat berbentuk lurus, bengkok, dan pahat berjenjang. Proses pembubutan alur dapat dilihat pada Gambar 2.21. berikut.



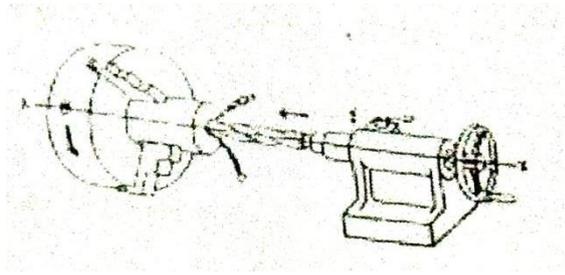
**Gambar 2.21.** Membubut Alur

c. Membubut Dalam

Membubut dalam digunakan untuk memperbesar diameter lubang pada benda kerja.

d. Mengebor

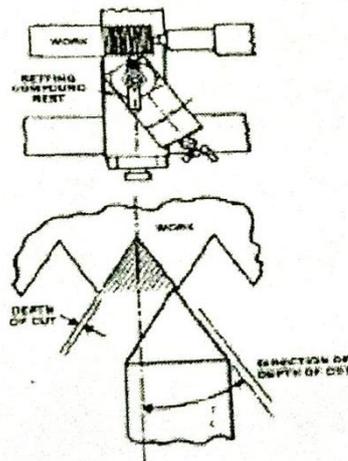
Mengebor merupakan proses pembubutan untuk membuat lubang pada benda kerja. Proses pengeboran dapat dilihat pada Gambar 2.22. berikut.



**Gambar 2.22.** Pengeboran

e. Membubut Ulir.

Pembubutan ulir digunakan untuk pembuatan ulir pada benda kerja. Contohnya baut dan mur. Proses pengeboran dapat dilihat pada Gambar 2.23. berikut.



**Gambar 2.23.** Membubut Ulir

## 2.3. Pengelasan

Pengelasan merupakan proses penyambungan logam dengan meleburkan bahan dan elektroda sehingga dapat menyatu pada bagian yang dilas.

### 2.3.1. Pengelasan TIG (*Tungsten Inert Gas*)

*Tungsten Inert Gas* merupakan proses pengelasan dimana busur nyala listrik ditimbulkan oleh elektroda tungsten (elektroda tidak terumpan) yang terlindungi oleh gas mulia.

Terjadinya proses pengelasan karena adanya kontak antara elektroda dengan benda kerja yang mengakibatkan adanya hubungan pendek. Saat terjadinya

hubungan pendek tersebut maka elektroda akan memercikan bunga api yang akan meleburkan antara elektroda dengan benda kerja sehingga benda kerja dapat menyatu.

### 2.3.2. Peralatan Las TIG (*Tungsten Inert Gas*)

#### a. Mesin Las

Pada mesin las TIG sumber listrik yang digunakan untuk pengelasan Tungsten Inert Gas pada dasarnya adalah sama dengan mesin las busur lain yaitu dapat bersumber dari arus listrik AC maupun DC. Jika bersumber pada listrik DC, rangkaian listriknya dapat dengan polaritas lurus di mana kutub positif dihubungkan dengan logam induk dan kutub negatif dihubungkan dengan batang elektroda atau rangkaian sebaliknya yang disebut polaritas balik.



**Gambar 2. 24.** Mesin Las TIG

#### b. Stang Las

Stang las berfungsi untuk menyatukan sistem laws yang berupa penyalan busur dan pelindung gas selama dilakukan proses pengelasan. Adapun bentuk stang las dapat dilihat pada Gambar 2.25. berikut.



**Gambar 2.25.** Stang Las

c. Selang Gas

Selang gas berfungsi untuk menghantarkan arus dari mesin las menuju stang las dan mengalirkan gas dari mesin las menuju stang las. Adapun bentuk selang las dapat dilihat pada Gambar 2.26. berikut.



**Gambar 2.26.** Selang Gas

d. Tabung Gas Pelindung

Tanbung gas berfungsi untuk tempat penyimpanan gas pelindung seperti helium dan argon yang digunakan pada proses pengelasan. Adapun bentuk tabung gas dapat dilihat pada Gambar 2.27. berikut.



**Gambar 2.27.** Tabung Gas Pelindung

e. Elektroda

Elektroda berfungsi sebagai pembangkit busur nyala apiselama proses pengelasan akan tetapi elektroda ini tidak digunakan untuk sebagai bahan tambah. Adapun bentuk elektroda las dapat dilihat pada Gambar 2.28. berikut.



**Gambar 2.28.** Elektroda

#### **2.4. Gerinda Tangan**

Mesin gerinda merupakan salah satu jenis perkakas yang digunakan untuk mengasah, memotong benda kerja, merapikan hasil pemotongan, dan pembuatan filet

#### **2.5. Mesin Rol Pipa**

Alat rol pipa adalah alat yang digunakan untuk mengerol atau membentuk pipa yang awalnya lurus berubah menjadi lengkung sesuai dengan kebutuhan.