

## BAB II

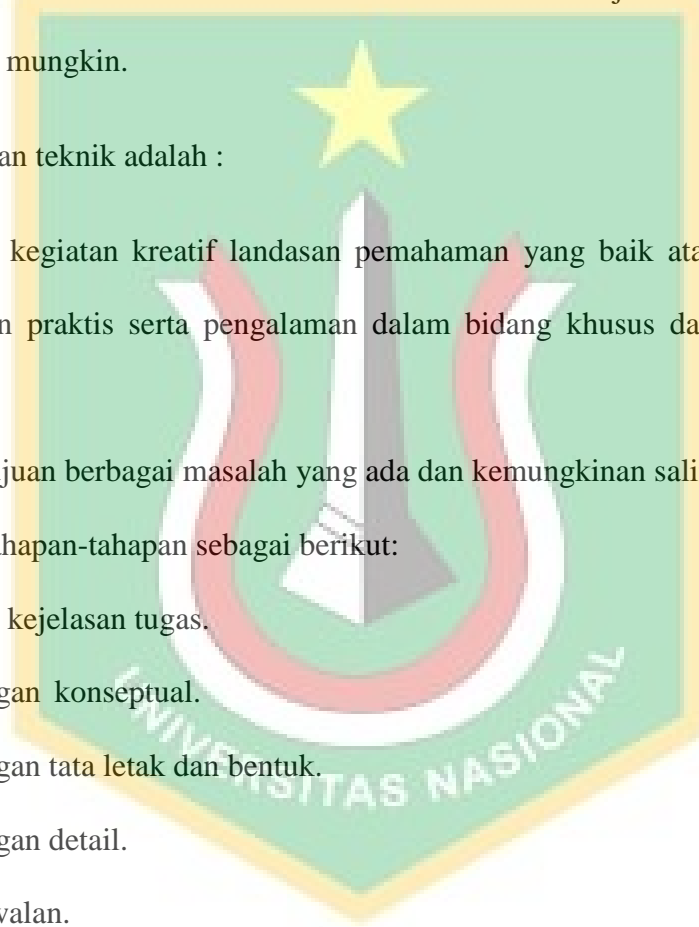
### TINJAUAN LITERATUR

#### 2.1 Konsep Perancangan Teknik

Perancangan teknik adalah bagian kegiatan yang merupakan suatu usaha secara intelektual untuk memenuhi tuntutan-tuntutan tertentu dari suatu tujuan atau harapan terwujud dengan cara sebaik mungkin.

Ciri-ciri perancangan teknik adalah :

1. Merupakan kegiatan kreatif landasan pemahaman yang baik atas bidang keilmuan, pengetahuan praktis serta pengalaman dalam bidang khusus dan kegiatan-kegiatan kreatif.
2. Optimasi tujuan berbagai masalah yang ada dan kemungkinan saling bertentangan.
3. Memiliki tahapan-tahapan sebagai berikut:
  - a. Ide dan kejelasan tugas.
  - b. Rancangan konseptual.
  - c. Rancangan tata letak dan bentuk.
  - d. Rancangan detail.
  - e. Penjadwalan.
  - f. Pembuatan protipe.



## 2.2 Deskripsi Fermentor

Fermentor adalah sebuah alat yang di definisikan sebagai wadah untuk menjalankan suatu proses fermentasi. Fermentor merupakan salah satu jenis bioreaktor yang digunakan untuk memfasilitasi jenis reaksi biokimia tertentu. Pada tahun 1914 alat ini dikembangkan oleh seorang ilmuwan bernama Chain Weizmann untuk memproduksi aseton. Sejak pentingnya kondisi aseptik dalam fermentor, langkah-langkah yang diambil untuk merancang dan membangun perpipaan, sambungan dan katup dalam fermentor harus dalam kondisi steril agar produk yang sedang dibuat bebas kontaminasi.

Berdasarkan skala produksi, fermentor untuk skala industri mempunyai kapasitas yang besar dan dilengkapi dengan peralatan mekanik, elektrik, bahkan beberapa diantaranya dilengkapi dengan sistem yang berfungsi untuk mengontrol parameter yang berpengaruh terhadap tujuan akhir fermentasi. Sedangkan fermentor untuk skala rumahan, desain dan konstruksi fermentor lebih sederhana, peralatan yang digunakan tidak selengkap skala industri namun cukup untuk mendukung proses fermentasi. Fermentor skala rumahan biasanya dilengkapi dengan peralatan eksternal yang berfungsi mengontrol parameter proses fermentasi. Suatu fermentor memiliki beberapa persyaratan umum, seperti:

- a. Sifat mekaniknya tahan lama
- b. Dapat dioperasikan
- c. Memungkinkan pengambilan sampel ketika proses berlangsung.
- d. Mempunyai mekanisme kontrol terhadap suhu, pH, kadar alkohol.

Selain itu, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengoperasian fermentor yaitu:

- a. Fermentor harus terjaga kebersihannya agar steril, bebas kontaminasi, dan terhindar dari pertumbuhan mikroba pathogen.

- b. Tidak terdapat lekukan di permukaan alat yang dapat menyebabkan pengumpulan sisa-sisa cairan maupun kotoran.
- c. Diberikan perhatian khusus pada titik-titik kontak antara udara luar dengan fermentor, misalnya pada tempat pengambilan sampel, tutup tabung, *air lock*, dan beberapa sambungan.

### 2.3 Fermentasi

Fermentasi berasal dari kata *fervere* (latin) yang berarti mendidih, menggambarkan aksi ragi pada ekstrak buah selama pembuatan minuman beralkohol. Menurut Wibowo (1990) Fermentasi adalah pembentukan energi melalui senyawa organik, sedangkan aplikasinya ke dalam industri, fermentasi diartikan sebagai proses untuk mengubah bahan dasar menjadi suatu produk oleh massa sel mikroorganisme. Berdasarkan pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa fermentasi merupakan suatu cara untuk mengubah substrat menjadi produk tertentu yang dikehendaki dengan bantuan mikroba. Produk-produk tersebut biasanya berupa makanan dan minuman, asam, aseton, dan vitamin.

Ada tiga jenis fermentasi yaitu:

- a. Fermentasi alkohol, fermentasi alkohol merupakan suatu reaksi perubahan glukosa menjadi alkohol dan karbon dioksida. Jenis mikroba yang berperan yaitu *Saccharomyces Cerevisiae* untuk pembuatan tape, roti, atau minuman keras.
- b. Fermentasi Asam Laktat, fermentasi asam laktat adalah fermentasi yang memanfaatkan mikroorganisme untuk mengolah beberapa jenis makanan, mulai dari susu, biji-bijian, hingga buah dan sayuran. Bakteri asam laktat kemudian akan memecah gula dalam makanan menjadi asam laktat dan karbon dioksida. Zat

tersebut membuat oksigen di dalam wadah berkurang dan membuat makanan menjadi asam. Produk yang dihasilkan berupa kimchi, acar, tempe.

- c. Fermentasi Asam Cuka, fermentasi asam cuka merupakan suatu contoh fermentasi yang berlangsung dalam keadaan aerob. Fermentasi ini dilakukan oleh bakteri asam cuka (*acetobacter aceti*) dengan substrat etanol. Energi yang dihasilkan 5 kali lebih besar dari energi yang dihasilkan oleh fermentasi alkohol secara anaerob.

Fermentasi mempunyai dua sifat, yaitu aerob (memerlukan oksigen) dan anaerob (tidak memerlukan oksigen). Proses fermentasi cair jika ditinjau berdasarkan cara operasinya, dapat dibedakan menjadi dua yaitu kultur permukaan (*surface fermentation*) dan kultur terendam (*submerged fermentation*). Medium pada kultur permukaan dapat berupa medium padat, semi padat, atau cair. Sedangkan pada kultur terendam, medium yang digunakan yaitu medium cair.

Pada sistem kultur terendam (*submerged fermentation*) dapat digolongkan lagi menjadi beberapa cara, diantaranya :

- a. Fermentasi sistem tertutup (*batch process fermentation*), Menurut Iman (2008) Batch Process Fermentation merupakan fermentasi dengan cara memasukan media dan inokulum secara bersamaan ke dalam bioreactor dan pengambilan produk dilakukan pada akhir fermentasi.
- b. Fermentasi kontinyu (*continue process fermentation*), adalah proses fermentasi dengan cara penambahan substrat dan pengambilan produk yang dilakukan secara terus menerus (kontinyu) setelah memperoleh konsentrasi produk yang maksimal atau substrat pembatasnya mencapai konsentrasi yang hampir tetap (Rusmana, 2008).

- c. Fermentasi gabungan (*fed-batch process fermentation*) adalah fermentasi yang menambahkan media baru secara teratur pada kultur tertutup, tanpa mengeluarkan cairan kultur yang ada di dalam fermentor sehingga volume kultur makin lama makin bertambah (Tri Widjaja, 2010).

## 2.4 *Wine*

*Wine* adalah minuman beralkohol yang dibuat dari sari buah anggur (*must*) yang dibuat melalui fermentasi gula yang ada di dalam buah anggur. Khamir yang biasa digunakan pada pembuatan *wine* adalah *Saccharomyces Cerevisiae* yang akan mengubah gula menjadi alkohol pada proses fermentasi. Ada beberapa jenis *wine* yaitu *red wine*, *white wine*, *rose wine*, *sparkling wine*, *sweet wine*, dan *fortified wine*.

## 2.5 **Material Fermentor**

Material yang digunakan untuk membuat alat ini adalah *stainless steel 304*. *Stainless steel* atau baja tahan karat adalah baja paduan yang memiliki sifat ketahanan terhadap pengaruh oksidasi dan korosi (karat). *Stainless steel* merupakan logam paduan dari beberapa unsur logam yang dipadukan dengan komposisi tertentu yang secara luas digunakan dalam industri kimia, makanan dan minuman, industri yang berhubungan dengan air laut dan semua industri yang memerlukan ketahanan korosi (Raharjo, 2015).

## 2.6 **Jenis-jenis Fermentor Anggur**

Dalam industri pembuatan *wine*, ada beberapa poin utama yang perlu dipertimbangkan sebelum memilih fermentor. Yang paling penting adalah jenis *wine* yang akan dibuat dan skala produksi yang direncanakan karena akan menentukan fermentor apa yang akan dipilih agar cocok untuk membuat *wine* tersebut. Berikut adalah jenis-jenis fermentor.

### 2.6.1 *Glass Carboys*

Juga disebut sebagai *Demijohns*, yaitu sebuah fermentor berbahan kaca dengan ukuran tabung yang besar dan leher tabung yang pendek dan kecil. *Glass Carboys* memiliki ukuran mulai dari 6 sampai 20 Liter. *Glass Carboys* yang berukuran besar dilindungi oleh keranjang anyaman yang berfungsi untuk mengurangi cahaya masuk.

Beberapa keunggulan *glass carboys* adalah:

- a. Bentuk yang sederhana dan murah
- b. Dapat digunakan untuk menyimpan *wine*
- c. Cocok untuk pembuat *wine* pemula
- d. Mudah untuk mengontrol proses fermentasi



Gambar 2.1 *Glass Carboys*

### 2.6.2 *Plastic Fermentor*

Fermentor ini berbahan plastik *food grade* dengan ukuran 20 L hingga 167 L. Fermentor plastik ini berbentuk seperti ember dan jenis ini cocok untuk pembuat *wine* pemula dan profesional. Jenis fermentor ini dapat digunakan untuk pembuatan *wine* dengan proses

fermentasi secara kontinyu karena bagian atas lebar dan mudah dibuka. Beberapa hal yang perlu diperhatikan saat menggunakan fermentor ini yaitu proses pembersihan fermentor harus hati-hati agar permukaan tidak tergores dan pastikan tutup fermentor tertutup rapat agar tidak ada celah untuk masuknya oksigen.



Gambar 2.2 Fermentor plastik

### 2.6.3 Oak Barrel

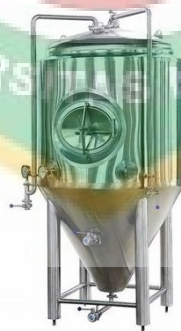
Fermentor ini berbentuk tong dan terbuat dari kayu oak. Jenis fermentor ini cukup populer dan hadir di sebagian besar kilang anggur di seluruh dunia. Sifat kayu yang berpori memungkinkan molekul udara masuk dan menghasilkan oksigenasi mikro. Pada saat yang sama, *must* menguap dan menghasilkan konsentrasi anggur. Fermentor ini dapat mempengaruhi rasa *wine* yang disimpan di dalamnya. Tong kayu oak adalah fermentor anggur khusus. Jenis ini bagus untuk memfermentasi varietas anggur seperti *Chardonnay* dan putih lainnya yang bisa menggunakan sifat sensorik kayu oak.



Gambar 2.3 Oak Barrel

#### 2.6.4 Stainless Steel Tank

*Stainless steel tank* adalah jenis fermentor yang paling populer untuk pembuatan *wine*. Fermentor ini terbuat dari *stainless steel food grade*, pada umumnya digunakan jenis SS304 dan mempunyai variasi ukuran tergantung banyaknya *wine* yang akan diproduksi. Ada beberapa alasan mengapa fermentor ini menjadi sangat populer, karena material ini aman untuk makanan dan minuman, memiliki ketahanan yang bagus terhadap korosi, higienis, serta mudah di bersihkan. Selain itu, beberapa fermentor diberi parameter untuk mengontrol proses fermentasi.



Gambar 2.4 Stainless steel tank

Selain itu, *stainless steel tank* adalah wadah fermentasi paling serbaguna. Fermentor ini dapat digunakan untuk pembuatan *wine* skala industri dan rumahan. Yang membedakan adalah



kapasitas dan mekanisme untuk mengontrol parameter yang berpengaruh terhadap tujuan akhir fermentasi.



Gambar 2.5 *Homebrew Fermentor*

### 2.6.5 *Clay Pot*

*Clay pot* (pot tanah liat) adalah wadah fermentasi *wine* tertua yang diketahui. Fermentor ini digunakan di hampir setiap peradaban kuno, termasuk Yunani, Romawi, Mesir, dan Canaanites. Seperti kayu oak dalam oak barrel, tanah liat berpori membiarkan sedikit oksigen masuk ke dalam tabung. Hal ini juga memungkinkan sejumlah kecil cairan yang disimpan menguap dan menghasilkan *wine* yang lebih pekat. Akibatnya, *wine* anggur mengembangkan tekstur yang dalam dan kaya. Tidak seperti kayu oak, tanah liat lebih netral dan tidak akan memberikan rasa tambahan pada *wine*.



Gambar 2. 6 *Clay pot*

Tanah liat yang tebal memberikan insulasi alami dan menstabilkan suhu di dalam tabung. Suhu selama puncak fermentasi primer sekitar 22 °C. Hasilnya, proses berlangsung

sekitar 3 kali lebih lama dari fermentasi menggunakan *oak barrel*. Proses fermentasi yang dingin dan lambat ini menghasilkan *wine* yang lebih segar. Pot tanah liat direkomendasikan untuk pembuat anggur yang ingin berfokus pada produksi *wine* organik dan alami.

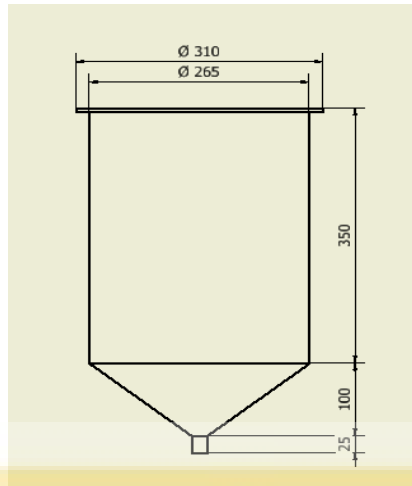
## 2.7 Komponen Fermentor anggur

Dalam merancang suatu alat, diperlukan komponen yang terdiri dari beberapa bagian yang memiliki fungsi dan kegunaan masing-masing. Bagian tersebut dirancang dan disusun menjadi satu kesatuan yang memiliki kegunaan dan memenuhi kebutuhan yang diharapkan. Berdasarkan tujuan tersebut, pada bagian ini akan diberikan uraian tentang komponen-komponen yang terkait, sehingga diperoleh landasan yang kuat untuk merancang suatu alat.

### 2.7.1 Tabung

Tabung fermentor berfungsi sebagai tempat terjadinya proses fermentasi *wine*. Bahan yang digunakan untuk tabung yaitu *Stainless Steel 304*. Bagian bawah tabung berbentuk kerucut agar sisa-sisa jus anggur dan ragi hasil fermentasi yang terkumpul di bawah tabung akan mengendap, selanjutnya endapan tersebut dapat dibuang dengan cara membuka keran sampai endapan tersebut habis.





Gambar 2.7 Tabung

### 2.7.2 Tutup Tabung

Tutup tabung ini berfungsi untuk menutup bagian atas tabung. Agar kerapatannya bagus, Tutup tabung dilengkapi dengan *silicon ring* dan *locking clamps*. Tutup tabung terbuat dari *stainless steel 304*



Gambar 2.8 Tutup tabung

Pada bagian tutup tabung, terdapat alur yang berfungsi untuk tempat *silicon ring*. Maka dari itu, dengan adanya *silicon ring* dan tekanan dari *locking clamps*, tabung fermentor anggur akan tertutup dengan rapat.

### 2.7.3 *Locking Clamp*

*Locking clamp* adalah sebuah alat yang berfungsi untuk mengunci sebuah komponen yang saling terhubung. Dalam fermentor anggur, jumlah *locking clamp* yang digunakan sebanyak 3 buah dan berfungsi untuk mengunci tutup tabung dengan tabung.



Gambar 2.9 *Locking clamp*

### 2.7.4 *Air Lock*

*Air lock* adalah sebuah alat yang berfungsi untuk mendistribusikan gas CO<sub>2</sub> keluar tabung tanpa adanya oksigen masuk.

Gambar 2.10 *Air Lock*

Prinsip kerja *air lock* adalah senyawa yang dihasilkan dari aktivitas mikroorganisme di dalam tabung dapat keluar tetapi oksigen tidak bisa masuk ke dalam tabung. Pada *air lock*, air

digunakan untuk mencegah oksigen masuk, sehingga alat ini cocok untuk proses fermentasi anaerob.

### 2.7.5 Termometer

Termometer adalah sebuah alat yang berfungsi untuk mengukur temperatur. Dalam pembuatan *wine*, alat ini berfungsi mengukur suhu *wine* saat proses fermentasi berlangsung. Jenis termometer yang digunakan yaitu *Dial Thermometer* berbahan *stainless steel* 304. Termometer diletakkan di tabung dengan posisi termometer berada di luar tabung dan lengan ukur berada di dalam tabung.



Gambar 2.11 *Dial* Termometer

### 2.7.6 Keran

Keran adalah sebuah katup yang berfungsi untuk mengontrol laju aliran fluida. Keran mempunyai banyak jenis dan ukuran sesuai kebutuhan.

#### A. Keran Buang

Keran buang berfungsi untuk mengalirkan endapan yeast dan *wine* keluar dari dalam tabung. Jenis keran yang digunakan yaitu ball valve berbahan *stainless steel* 304.



Gambar 2.12 Keran dan elbow

### B. Keran Sampel

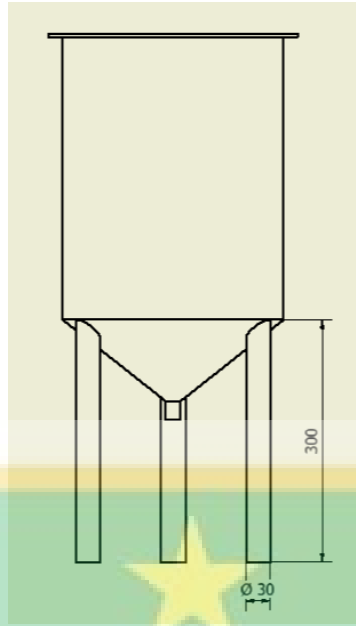
Keran sampel berfungsi untuk mengambil sampel *wine* saat proses fermentasi berlangsung maupun sudah selesai. Jenis keran yang digunakan yaitu ball valve berbahan *stainless steel 304*.



Gambar 2.13 Keran, elbow, dan pipa nepel

### 2.7.7 Kaki Penyangga

Kaki penyangga berfungsi sebagai penopang fermentor anggur. Kaki penyangga berbentuk silinder. Kaki penyangga berjumlah tiga buah dan berbahan dasar *stainless steel 304*.



Gambar 2.14 Kaki penyangga fermentor anggur

## 2.8 Proses Produksi

Proses produksi atau proses manufaktur adalah proses membentuk dan membuat produk teknik dari bahan baku sesuai dengan desain yang diinginkan. Kriteria dasar sebagai landasan produksi :

1. Desain produk sederhana, tetapi memiliki mutu yang menandai. Desain sederhana berkaitan dengan permesinan serta pembentukan yang mudah, sehingga ongkos permesinan dan upah tenaga kerja dapat ditekan serendah mungkin dan efisien.
2. Pemilihan bahan baku yang tepat berdasarkan desain, harga dan proses pembuatannya yang relative mudah.
3. Pemilihan proses produksi yang tepat, yang berkaitan dengan penggunaan mesin perkakas, seperti : mesin bubut, bor tangan, mesin frais, mesin gerinda, mesin gergaji, dan mesin las.

### 2.8.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan bahan dan alat dilakukan untuk memastikan kesiapan bahan dan peralatan yang digunakan untuk memproduksi fermentor anggur. Peralatan yang digunakan dalam pembuatan fermentor anggur adalah :

1. Bor tangan
2. Mesin las argon
3. Mesin gerindra tangan
4. Mesin bubut
5. Mesin poles

Sedangkan peralatan pendukung kerja adalah:

- a. Kunci pas
- b. Penitik
- c. Elektroda
- d. Palu
- e. Mistar siku, rol meter, mikrometer skrup, jangka sorong,



### 2.8.2 Proses Permesinan

Proses permesinan adalah proses pengerjaan terhadap bahan baku komponen yang dimulai dari pemotongan secara kasar menjadi bentuk yang sesuai dengan gambar dan ukuran yang ditentukan. Proses permesinan melibatkan beberapa mesin diantaranya, mesin gerinda tangan, mesin bor, mesin bubut, mesin poles dan mesin las.

Tahap ini terdiri dari beberapa pengerjaan yaitu :

1. Pengukuran
2. Penandaan



3. Pemotongan
  4. Pengeboran
  5. Pengelasan
  6. Pembubutan
  7. Penggerindaan
  8. Tahap finishing
- A. Pengukuran

Pengukuran adalah batasan pengerjaan dari benda kerja yang akan dikerjakan, sehingga mendapatkan bentuk dan ukuran benda kerja yang sesuai dengan perancangan. Sebelum *stainless steel* 304 dipotong terlebih dahulu dilakukan pengukuran sesuai dengan ukuran pada gambar desain yang telah dibuat. Peralatan pengukuran yang digunakan dalam pembuatan fermentor anggur antara lain : mistar siku, rol meter, mikrometer, dan jangka sorong.



Gambar 2.15 Alat Ukur panjang

B. Penandaan

Penandaan dilakukan pada bahan baku *stainless steel* 304 sebelum dilakukan pemotongan. Bahan-bahan yang telah disiapkan diberi tanda sesuai dengan gambar desain. Penandaan bahan ini pada umumnya menggunakan, spidol, penggores, penitik, dan mal.

Gambar 2.16 Penitik



### C. Pemotongan

Pemotongan benda kerja menggunakan, gerinda potong. Pada pekerjaan memotong memerlukan ketelitian supaya hasil yang didapatkan sesuai yang diinginkan. Pemotongan benda kerja menggunakan gerinda duduk.



Gambar 2.17 Mesin gerinda

Rumus pemotongan menggunakan mesin gerinda :

$$th = \frac{l \times t}{b \times v}$$

th : waktu pemotongan (menit)

l : panjang pemotongan (mm)

t : ketebalan benda kerja (mm)

v : kecepatan potong (mm/menit)

b : Kedalaman pemakanan pisau (mm)

$$v = \frac{\pi \times d \times n}{1000}$$

Keterangan :

v : kecepatan potong (mm/menit)

d : diameter mata potong (mm)

n : putaran (rpm)

#### D. Pengeboran

Pengeboran adalah pekerjaan membuat lubang pada suatu benda kerja dengan mata bor yang berputar, sedangkan benda kerja diam. Dalam membuat lubang pada suatu material konstruksi rangka dilakukan pengeboran menggunakan mesin bor listrik . Untuk membuat lubang biasanya dipakai mata bor berbentuk spiral atau ulir . dimana keuntungannya adalah sebagai penyalur serpihan yang baik karena berbentuk sekrup, sudut sayat yang menguntungkan, bidang potong yang dapat diasah tanpa mengubah diameter bor. Kondisi mata bor yang paling menguntungkan dari ujung bor tetap adalah pengasahan.



Gambar 2.18 Mesin bor tangan

Pengeboran benda kerja dapat dihitung dengan rumus :

$$tb = \frac{l}{b \times n}$$

Dimana,

tb : waktu pengeboran (menit)

l : kedalaman pengeboran	(mm)
n : putaran mata bor tiap menit	(rpm)
b : insutuan pemakanan pisau	(mm/putaran)

#### E. Pengelasan

Pengelasan adalah penyambungan dua atau lebih benda kerja logam dengan menggunakan energi panas yang diperoleh dari busur listrik pada elektroda. Dimana energi panas diperlukan untuk memanaskan bahan bakar yang akan disambung dan saat las sebagai bahan pengisi.

Pada proses pengelasan tersebut menggunakan Las argon memiliki yang memiliki nama lain dengan sebutan las TIG (tungsten inert gas) atau las GTAW (gas tungsten arc welding). Gas argon merupakan jenis gas mulia yang memang sangat cocok digunakan pada pengelasan TIG (tungsten inert gas). Karena sifatnya yang inert (mulia) sehingga gas tersebut tidak bereaksi dengan lingkungan sekitarnya. Kelebihan dari sifatnya tersebut menjadikan gas argon sebagai pelindung yang ideal pada saat terjadinya proses pengelasan TIG ini.



Gambar 2.19 Mesin las argon

#### F. Pembubutan

Mesin bubut mempunyai gerak utama berputar dan berfungsi untuk mengerjakan bidang-bidang silinder dari suatu benda kerja dengan jalan menyayat benda tersebut

menggunakan suatu pahat panyayat. Posisi benda kerja berputar sesuai dengan sumbu mesin bubut. Pahat diam bergerak ke kanan atau ke kiri dan maju mundur terhadap sumbu benda kerja. Pada proses produksi alat pemindah kendaraan ini pekerjaan dilakukan dengan mesin bubut yaitu membubut sisi untuk membentuk permukaan yang rata.



Dimana,

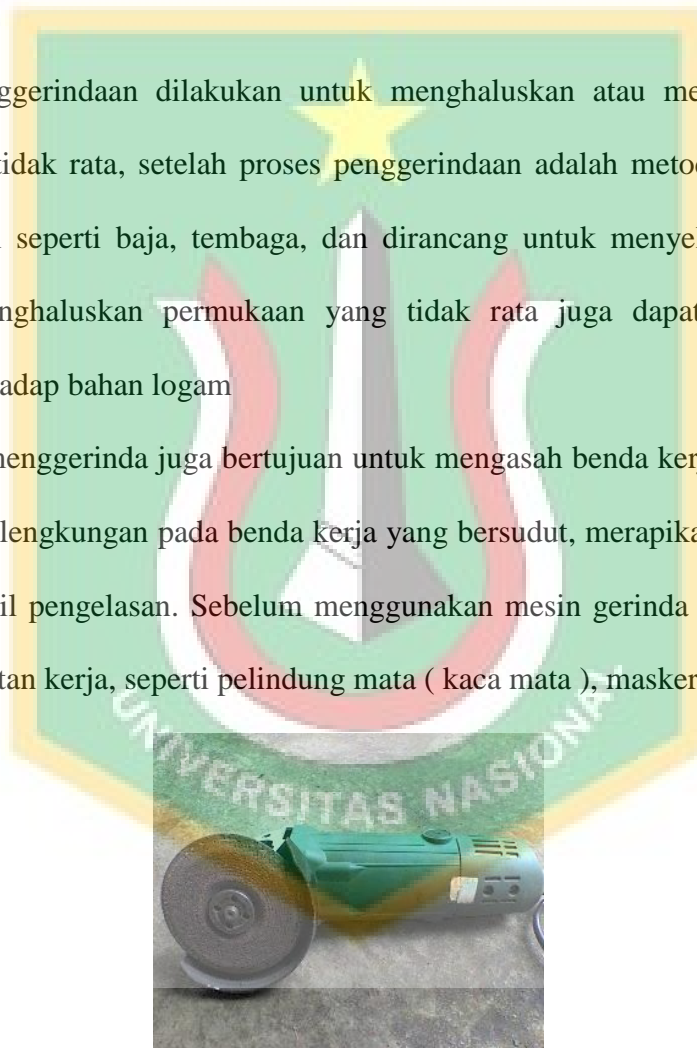
f : pemakanan dalam satu putaran (mm/put)

n : putaran benda kerja	(rpm)
l : panjang pembubutan rata	(mm)
la : jarak star pahat	(mm)
L : panjang total pembubutan	(mm)
F : kecepatan pemakanan	(mm/menit)

### G. Penggerindaan

Proses penggerindaan dilakukan untuk menghaluskan atau meratakan permukaan benda kerja yang tidak rata, setelah proses pemotongan adalah metode yang umum dari pemotongan bahan seperti baja, tembaga, dan dirancang untuk menyelesaikan permukaan dalam. Untuk menghaluskan permukaan yang tidak rata juga dapat digunakan proses penggerindaan terhadap bahan logam.

Selain itu menggerinda juga bertujuan untuk mengasah benda kerja, seperti pisau dan pahat, membentuk lengkungan pada benda kerja yang bersudut, merapikan hasil pemotongan dan merapikan hasil pengelasan. Sebelum menggunakan mesin gerinda perlu menggunakan peralatan keselamatan kerja, seperti pelindung mata ( kaca mata ), masker, sarung tangan.



Gambar 2.21 Mesin gerinda

### H. Uji Fungsi

Pengujian pada fermentor anggur dilakukan dengan cara melakukan proses fermentasi tertutup menggunakan fermentor yang sudah selesai dibuat.

## 2.9 Tekno Ekonomi

Analisis tekno ekonomi merupakan suatu jenis rekayasa yang meliputi desain proses, pemodelan serta analisis biaya untuk desain produk inovatif, dan produksi yang kompetitif. Selain itu, terdapat proses kelayakan finansial dimana untuk mengetahui nilai total investasi modal dan total biaya produksi, evaluasi sisi ekonomis, dan analisis kelayakan untuk kelangsungan suatu proses produksi. Biaya yang dibutuhkan diperkirakan dari jumlah biaya membeli peralatan dan biaya bahan baku yang dikalikan dengan faktor yang sesuai, yang dikenal sebagai metode faktorial. Secara umum tekno ekonomi mencakup berbagai aspek yaitu potensi pasar yang tersedia, pemilihan lokasi pabrik, skala kapasitas produksi, teknologi produksi dan analisis ekonomi.

## 2.10 Studi Kelayakan Finansial

Studi kelayakan finansial merupakan penilaian yang menyeluruh untuk menilai keberhasilan suatu proyek atau usaha. Keberhasilan proyek memiliki pengertian yang berbeda antara pihak yang berorientasi laba dan pihak yang tidak berorientasi laba semata. Namun, semua ditujukan untuk mencapai keberhasilan dalam suatu proyek atau produksi alat.

Dengan demikian menurut Kasmir et al, dapat disimpulkan bahwa “Suatu kegiatan yang mempelajari secara mendalam tentang suatu usaha atau bisnis yang akan dijalankan, dalam rangka menentukan layak atau tidak usaha tersebut dijalankan”. Mempelajari secara mendalam artinya meneliti secara benar informasi serta data-data yang telah ada, kemudian diukur, dihitung, dan dianalisis hasil penelitian tersebut dengan menggunakan metode-metode yang dibutuhkan dalam menganalisis kelayakan proyek atau suatu usaha. Untuk menentukan layak atau tidaknya suatu usaha dapat dilihat dari berbagai aspek yang memiliki suatu standar nilai tertentu, dan memiliki aspek- aspek dalam studi kelayakan bisnis

- a. Aspek teknis dan produksi
- b. Aspek pemasaran
- c. Aspek manajemen dan SDM
- d. Aspek Finansial

### 2.10.1 Kriteria Kelayakan Finansial

Kelayakan usaha industri dapat dianalisis dengan perhitungan *net present value* (NPV), *internal rate of return* (IRR), *B/C ratio*, *payback period* dan analisis sensitivitas, penjelasan dari keempatnya adalah sebagai berikut:

#### 1. *Net present value* (NPV)

Analisis NPV dilakukan dengan menghitung jumlah arus tunai bersih berdiskonto (*discount net cash flow*) selama periode proyek. Nilai NPV merupakan gambaran jumlah keuntungan bersih investasi yang dinilai pada saat ini dengan memperhitungkan *opportunity cost investasi*. Suatu proyek dikatakan layak secara ekonomi, apabila  $NPV \geq 0$  atau dengan kata lain tingkat keuntungan yang diperoleh minimal harus sama dengan *opportunity cost* dari modal yang diinvestasikan. Persamaan perhitungan NPV sebagai berikut :

$$NPV = \sum_{t=0}^{R_t} \frac{R_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^t \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

$R_t$  = pendapatan pada tahun ke t

$C_t$  = biaya pada tahun ke t

$i$  = suku bunga umum yang berlaku

$t$  = waktu (tahun)

#### 2. *Benefit Cost Ratio*



Analisis BCR dilakukan dengan menghitung perbandingan antara jumlah *present value* (nilai sekarang) dari arus tunai penerimaan (benefit) dengan nilai sekarang dari arus tunai biaya (*cost*). Untuk mencapai kelayakan ekonomi, suatu proyek harus mempunyai nilai  $B/C \geq 1$ . Persamaan perhitungan BCR :

$$BCR = \frac{PV_{benefit}}{PV_{cost}}$$

PV benefit = nilai sekarang atas keuntungan

PV cost = nilai sekarang atas biaya

### 3. IRR *Internal rate of returns*

Analisis IRR menunjukkan gambaran besarnya tingkat manfaat yang diperoleh dari suatu investasi dan pembiayaan proyek. Pada nilai NPV = 0, maka nilai IRR akan sama dengan nilai discount factor. Dengan demikian, suatu proyek dikatakan layak jika nilai IRR  $\geq$  nilai discount factor. Jika nilai NPV memberikan gambaran tentang keuntungan bersih absolut suatu investasi, maka IRR mencerminkan efisiensi suatu investasi dan pembiayaan proyek. Dalam analisis IRR, pendekatan yang dilakukan didasarkan pada cash flow manfaat langsung dan tidak langsung dari adanya suatu proyek dengan cash flow investasi beserta pembiayaannya, mulai dari pekerjaan perencanaan (detail desain), pelaksanaan konstruksi, supervisi, eskalasi harga (khusus untuk proyek tahun jamak), sampai dengan biaya operasi pemeliharaan. Nilai yang muncul dari hasil analisis IRR ini memproyeksikan kelayakan suatu proyek dan besaran manfaat proyek bagi masyarakat baik secara langsung maupun tidak langsung sebagai bagian dari penilaian aspek ekonomi nasional dan regional. Persamaan perhitungan IRR ditunjukkan sebagai berikut.

$$IRR = i_1 \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} (i_2 - i_1)$$

$i_1$  = tingkat diskonto yang menghasilkan

$i_2$  = tingkat diskonto yang menghasilkan

NPV1 = *Net Present Value* bernilai positif

NPV2 = *Net Present Value* bernilai negatif

#### 4. *Payback period*

*Payback period* adalah masa pengembalian modal, artinya lama periode waktu untuk mengembalikan modal investasi. Cepat atau lambat nya sangat tergantung pada sifat aliran kas masuknya. Jika aliran kas masuknya besar atau lancar maka proses pengembalian modal akan lebih cepat dengan asumsi modal yang digunakan tetap atau tidak ada penambahan modal selama umur proyek. Rumus yang digunakan untuk PBP adalah sebagai berikut:

$$PBP = n + \frac{a-b}{c-b} \times 1 \text{ tahun}$$

Keterangan:

n: tahun terakhir dimana kas yang masuk belum dapat menutup investasi awal

a: jumlah investasi awal

b: jumlah investasi pada tahun ke n

c: jumlah kumulatif kas pada tahun ke n + 1

