

BAB II

TINJAUAN LITERATUR

2.1 Proses Penyulingan

Penyulingan merupakan istilah lain dari destilasi dan penyulingan adalah proses perubahan zat cair menjadi uap melalui proses pemanasan, kemudian uap panas tersebut didinginkan untuk mendapatkan tetesan uap tersebut, menurut Sadily Hassan (1984) memberikan penjelasan tentang destilasi sebagai “proses pemanasan suatu bahan dalam temperature yang berbeda yang tidak terkontak dengan udara luar secara langsung, untuk memperoleh suatu hasil yang ditentukan”.

2.1.1 Prinsip kerja penyulingan

Prinsip dasar penyulingan atau destilasi yaitu memisahkan titik didih. Destilasi juga dapat digunakan saat keadaan temperature yang berbeda pada campuran yang tidak larut dalam air. Destilasi dilakukan dengan cara mengalirkan uap ke tempat campuran, sehingga bagian yang menguap dapat menjadi uap di temperature rendah daripada dengan pemanasan langsung.

2.1.2 Deskripsi alat penyulingan limbah plastik

Alat penyulingan adalah alat yang digunakan untuk mengekstraksi suatu zat cair atau padat yang terdapat dalam dua atau lebih campuran zat, berdasarkan tinggi rendahnya titik uapnya. Pada penelitian ini alat penyulingan berfungsi untuk mengolah Kembali limbah sampah plastik untuk menghasilkan bahan bakar minyak melalui tahapan yang ada.

2.1.3 Sistem kerja alat penyulingan limbah plastik

a. Proses penyubliman

Penyubliman merupakan peristiwa perubahan benda padat menjadi cair yang membutuhkan energi panas. Pada alat ini penyubliman ini terjadi pada plastik yang di lebur sehingga mengeluarkan gas/uap.

b. Proses distribusi

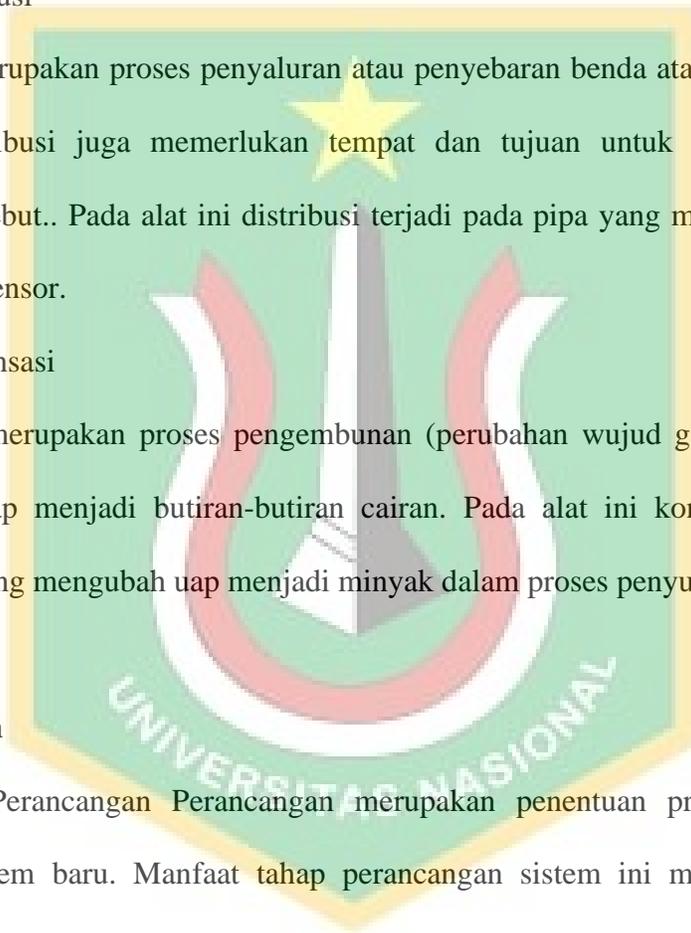
Distribusi merupakan proses penyaluran atau penyebaran benda atau barang ke beberapa tempat, distribusi juga memerlukan tempat dan tujuan untuk dapat menyelesaikan kegiatan tersebut.. Pada alat ini distribusi terjadi pada pipa yang mengalirkan uap panas menuju kondensor.

c. Proses kondensasi

Kondensasi merupakan proses pengembunan (perubahan wujud gas menjadi cair) atau perubahan uap menjadi butiran-butiran cairan. Pada alat ini kondensasi terjadi pada kondensor yang mengubah uap menjadi minyak dalam proses penyulingan ini.

2.2 Perancangan

Pengertian Perancangan Perancangan merupakan penentuan proses dan data yang diperlukan oleh sistem baru. Manfaat tahap perancangan sistem ini memberikan gambaran rancangan bangun yang lengkap sebagai pedoman bagi programmer dalam mengembangkan aplikasi. Sesuai dengan komponen sistem yang dikomputerisasikan, maka yang harus didesain dalam tahap ini mencakup hardware atau software, database dan aplikasi. Menurut Sommerville dalam buku Agus Mulyanto (2009 : 259) proses perancangan bisa melibatkan pengembangan beberapa model sistem pada tingkat abstraksi yang berbeda-beda. Menurut Soetam Rizky (2011 :



140) perancangan adalah sebuah proses untuk mendefinisikan sesuatu yang akan dikerjakan dengan menggunakan teknik yang bervariasi serta didalamnya melibatkan deskripsi mengenai arsitektur serta detail komponen dan juga keterbatasan yang akan dialami dalam proses pengerjaannya. Berdasarkan beberapa pendapat diatas dapat disimpulkan bahwa perancangan adalah tahapan setelah analisis sistem yang tujuannya untuk menghasilkan rancangan yang memenuhi kebutuhan yang ditentukan selama tahap analisis.

2.2.1 Tahapan Perancangan

Tahapan perancangan sistem adalah merancang sistem dengan terperinci berdasarkan hasil analisis sistem, sehingga menghasilkan model system baru (Mahdiana, 2011). Berikut tahapan-tahapan perancangan sistem menurut pendapat Mahdiana :

1. Perancangan Output Perancangan output tidak dapat diabaikan, karena laporan yang dihasilkan harus memudahkan bagi setiap unsur manusia yang membutuhkan.
2. Perancangan Input Tujuan dari perancangan input yaitu dapat mengefektifkan biaya pemasukan data, mencapai keakuratan yang tinggi, dan dapat menjamin pemasukan data yang akan diterima dan dimengerti oleh pemakai.
3. Perancangan Proses Sistem Tujuan dari perancangan proses system adalah menjaga agar proses data lancar sehingga dapat menghasilkan informasi yang benar dan mengawasi proses dari sistem.
4. Perancangan Database Database sistem adalah mengintegrasikan kumpulan dari data yang saling berhubungan satu dengan yang lainnya.

5. Tahapan Perancangan Kontrol Tujuan perancangan ini agar keberadaan sistem setelah diimplementasikan dapat memiliki kehandalan dalam mencegah kesalahan , kerusakan, serta kegagalan proses sistem.

2.2.2 Tujuan Perancangan

Tujuan perancangan menurut Andri Koniyo (2007 : 79) antara lain:

1. Memenuhi spesifikasi fungsional.
2. Memenuhi batasan-batasan media target implementasi, target sistem komputer.
3. Memenuhi kebutuhan-kebutuhan implisit dan eksplisit berdasarkan kinerja dan penggunaan sumber daya.
4. Memenuhi perancangan implisit dan eksplisit berdasarkan bentuk hasil rancangan yang dikehendaki.
5. Memenuhi keterbatasan-keterbatasan proses perancangan seperti lama atau biaya.
6. Untuk memberikan gambaran yang jelas dan rancangan bangun yang lengkap kepada pemrogram komputer dan teknik ahli lainnya yang terlibat.
7. Untuk tercapainya pemenuhan kebutuhan berkaitan dengan pemecahan masalah yang menjadi sasaran pengembangan sistem.
8. Untuk kemudahan dalam proses pembuatan software dan control dalam mengembangkan sistem yang dibangun.
9. Untuk kemaksimalan solusi yang diusulkan melalui pengembangan sistem.
10. Untuk dapat mengetahui berbagai elemen spesifik pendukung dalam pengembangan sistem baik berupa perangkat lunak maupun perangkat keras yang digunakan pada sistem yang didesain.

2.3 Gambar alat penyulingan limbah plastik



Gambar 2.1 Desain Alat penyulingan limbah plastic

Alat penyulingan tersebut memiliki beberapa komponen yang digunakan dalam pembuatan alat tersebut, diantaranya adalah:

1. Tanki
2. Thermometer
3. Pipa
4. Kondensor
5. Kran
6. Gelas ukur
7. Meja
8. Gas LPG
9. Kompor

2.4 Bahan dan material

Material adalah bahan mentah yang belum diproses, tapi kadang kala telah diproses sebelum digunakan untuk proses produksi lebih lanjut. Material merupakan bahan konsumen yang belum selesai, bahan material juga sangat diperlukan masyarakat yang ingin di membuat suatu alat atau sebuah bangunan.

2.4.1 Plastik

Plastik merupakan [polimer](#); rantai panjang atom yang mengikat satu sama lain. Rantai ini membentuk banyak unit molekul berulang, atau "monomer". Plastik umumnya terdiri dari polimer karbon saja atau dengan oksigen, nitrogen, chlorine atau belerang di tulang belakang. (beberapa minat komersial juga berdasar [silikon](#)). Tulang-belakang adalah bagian dari rantai di jalur utama yang menghubungkan unit monomer menjadi kesatuan. Untuk mengeset properti plastik grup molekuler berlainan "bergantung" dari tulang-belakang (biasanya "digantung" sebagai bagian dari monomer sebelum menyambungkan monomer bersama untuk membentuk rantai polimer). Pengesetan ini oleh grup "pendant" telah membuat plastik menjadi bagian tak terpisahkan di kehidupan [abad 21](#) dengan memperbaiki properti dari polimer tersebut.

1. Jenis Plastik

Plastik dapat digolongkan berdasarkan:

- **Sifat fisiknya**

- a. *Termoplastik*. Merupakan jenis plastik yang bisa didaur-ulang/dicetak lagi dengan proses pemanasan ulang. Contoh: polietilen (PE), polistiren (PS), ABS, polikarbonat (PC)

- b. *Termoset*. Merupakan jenis plastik yang tidak bisa didaur-ulang/dicetak lagi. Pemanasan ulang akan menyebabkan kerusakan molekul-molekulnya. Contoh: resin epoksi, bakelit, resin melamin, urea-formaldehida

• **Kinerja dan penggunaanya**

a. *Plastik komoditas*

- sifat mekanik tidak terlalu bagus
- tidak tahan panas
- Contohnya: PE, PS, ABS, PMMA, SAN
- Aplikasi: barang-barang elektronik, pembungkus makanan, botol minuman.

b. *Plastik teknik*

- Tahan panas, temperatur operasi di atas 100 °C
- Sifat mekanik bagus
- Contohnya: PA, POM, PC, PBT
- Aplikasi: komponen otomotif dan elektronik

c. *Plastik teknik khusus*

- Temperatur operasi di atas 150 °C
- Sifat mekanik sangat bagus (kekuatan tarik di atas 500 Kgf/cm²)
- Contohnya: PSF, PES, PAI, PAR
- Aplikasi: komponen pesawat



• Berdasarkan jumlah rantai karbonnya

- a. 1 ~ 4 Gas (LPG, LNG)
- b. 5 ~ 11 Cair (bensin)
- c. 9 ~ 16 Cairan dengan [viskositas](#) rendah
- d. 16 ~ 25 Cairan dengan viskositas tinggi (oli, gemuk)
- e. 25 ~ 30 Padat (parafin, lilin)
- f. 1000 ~ 3000 Plastik ([polistiren](#), polietilen, dll)

• Berdasarkan sumbernya

- a. Polimer alami: kayu, kulit binatang, kapas, karet alam, rambut
- b. Polimer sintetis:
 - Tidak terdapat secara alami: nylon, poliester, polipropilen, polistiren
 - Terdapat di alam tetapi dibuat oleh proses buatan: karet sintetis
 - Polimer alami yang dimodifikasi: seluloid, cellophane (bahan dasarnya dari selulosa tetapi telah mengalami modifikasi secara radikal sehingga kehilangan sifat-sifat kimia dan fisika asalnya)

Plastik yang digunakan untuk penyulingan tersebut berjenis HDPE (*High-density polyethylene*) adalah polimer termoplastik yang terbuat dari proses pemanasan minyak bumi. Sifatnya keras, tahan terhadap suhu tinggi, dan dapat dibentuk menjadi beragam benda tanpa kehilangan kekuatannya. Lapisan HDPE cenderung terlihat buram setelah diproses, dan dapat didaur ulang.

Ketangguhan HDPE plastik datang dari susunan molekulnya. Percabangan molekulnya cukup jarang dan berjauhan, menciptakan kekuatan tensil yang tangguh. Hal ini memberi plastik HDPE kelenturan serta daya tahan tinggi.



Gambar 2.2 Limbah Plastik *High-density polyethylene* (HDPE)

2.4.2 Baja

Baja merupakan paduan antara besi (Fe) dan karbon (C) dengan penambahan paduan material lainnya. Fungsi utama karbon yaitu sebagai komponen penguat, dengan memvariasi jumlah karbon dapat mempengaruhi kualitas pada baja. Semakin tinggi jumlah karbon maka akan semakin mempengaruhi kuat dan kerasnya baja, namun akan lebih mudah mengalami sifat getas. Baja yang terkandung pada pembuatan alat penyulingan limbah plastik ini terdapat pada pipa besi hitam 4 in dengan ketebalan 3 mm dan $\frac{3}{4}$ in dengan ketebalan 1,2 mm.



Gambar 2.3 Material baja

2.4.3 Besi

Besi (Fe) merupakan golongan logam transisi juga termasuk elemen kimiawi yang banyak terdapat di belahan dunia manapun, besi juga merupakan sifat khas dari logam. Sifat tersebut kebanyakan seperti korosi, korosi merupakan reaksi oksidasi sebuah logam yang bertemu dengan elektrolit lainnya. Logam yang bertemu langsung dengan udara merupakan salah satu reaksi oksidasi^[14]. Komponen besi yang terkandung pada alat pembuatan alat penyulingan limbah plastik seperti pipa besi hitam dengan ukuran $\frac{3}{4}$ in dengan ketebalan 1,2 mm dan 4 in dengan ketebalan 3 mm, plat esser dengan ketebalan 1 mm dan besi hollow 3x3 dengan ketebalan 1,2 mm.



Gambar 2.4 Material besi

2.5 Komponen utama alat penyulingan limbah plastik

Komponen utama adalah bagian penting dalam pembuatan alat, karna merupakan bagian dari keseluruhan pembuatan alat. Adapun komponen utama dalam pembuatan alat penyulingan limbah plastik diantaranya:

2.5.1 Pipa

Pipa merupakan selongsong bundar yang berbentuk silinder berongga, biasa digunakan untuk mengalirkan fluida cairan atau gas. Pipa biasanya disamakan dengan istilah tube, pipa juga terbuat dari macam macam bahan sesuai kebutuhanya^[11]. Pipa yang digunakan pada pembuatan alat penyulingan limbah plastik adalah pipa galvanis, pipa ini berguna untuk mengalirkan uap dari hasil penyulingan tersebut.



Gambar 2.5 Material Pipa

2.5.2 Tabung LPG

Tabung gas LPG (*Liquified Petroleum Gas*) merupakan tabung bertekanan yang dibuat dari plat baja karbon canai panas yang digunakan untuk menyimpan gas LPG dengan pengisian 3kg (7,3liter) sampai 50 kg (108 liter).



Gambar 2.6 Tabung gas LPG

2.5.3 Regulator gas

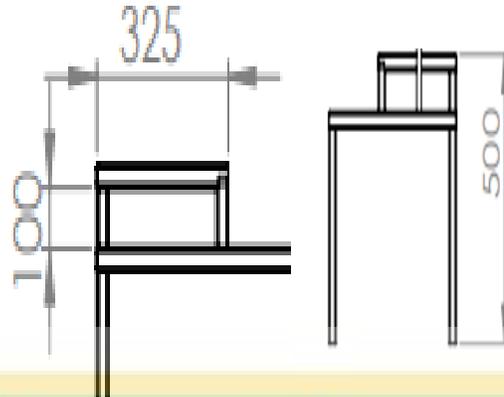
Regulator gas merupakan komponen yang cukup penting dalam dunia industry gas, regulator digunakan untuk menyalurkan, mengatur dan menstabilkan output dari tanki yaitu gas yang bertekanan untuk menjaga aliran gas menjadi konstan.



Gambar 2.7 Regulator gas

2.5.4 Tungku

Pada penelitian ini tungku berfungsi sebagai wadah peleburan yang akan menampung plastik yang akan dilebur lalu hasil dari peleburan tersebut menghasilkan uap panas yang akan di kondensasikan menjadi bahan bakar minyak.



Gambar 2.8 Tungku

2.5.5 Drum besi

Drum merupakan suatu benda yang bentuknya seperti [kapsul besar](#) yang memiliki kegunaan untuk menampung, salah satunya dapat digunakan sebagai penampung [cairan](#) seperti [air](#) atau [minyak](#). Drum di rumah tangga biasanya terbuat dari [plastik](#) sedangkan di tempat produksi/pabrik menggunakan yang terbuat dari [logam](#).

Drum besi berfungsi sebagai tempat terjadinya proses pembakaran limbah plastik yang akan di salurkannya uap pada proses pembakaran melewati pipa di bagian atas tabung yang di lubangi. Bahan drum besi kapasitas 30 L dengan tebal 2 mm dengan diameter 28 cm .



Gambar 2.9 Drum Besi

Persamaan yang digunakan dalam perencanaan drum adalah:

a. Volume Tabung

$$V_1 = \pi \times r^2 \times t \quad (2.1)$$

Keterangan:

V_1 = Volume tabung (cm³)

r^2 = Jari-jari tabung (cm)

t = Tinggi (cm)

b. Volume dalam Liter

$$V_{\text{liter}} = V_{\text{total}} \times \frac{1}{1000} \quad (2.2)$$

Keterangan:

V_{liter} = Volume dalam liter (L)

V_{total} = Volume total (cm³)

c. Massa jenis plastik

$$\rho = m \div v \quad (2.3)$$

Keterangan :

ρ = massa jenis (kg/cm³)

m = massa (kg)

V = volume (liter)

2.5.6 Termometer

Termometer adalah alat pengukur suhu yang biasa digunakan untuk menyatakan derajat pada suhu benda. Termometer menggunakan sifat termometrik dari suatu zat, yaitu perubahan sifat yang disebabkan dari perubahan suhu dari zat tersebut^[12].



Gambar 2.10 Termometer

2.5.7 Keran

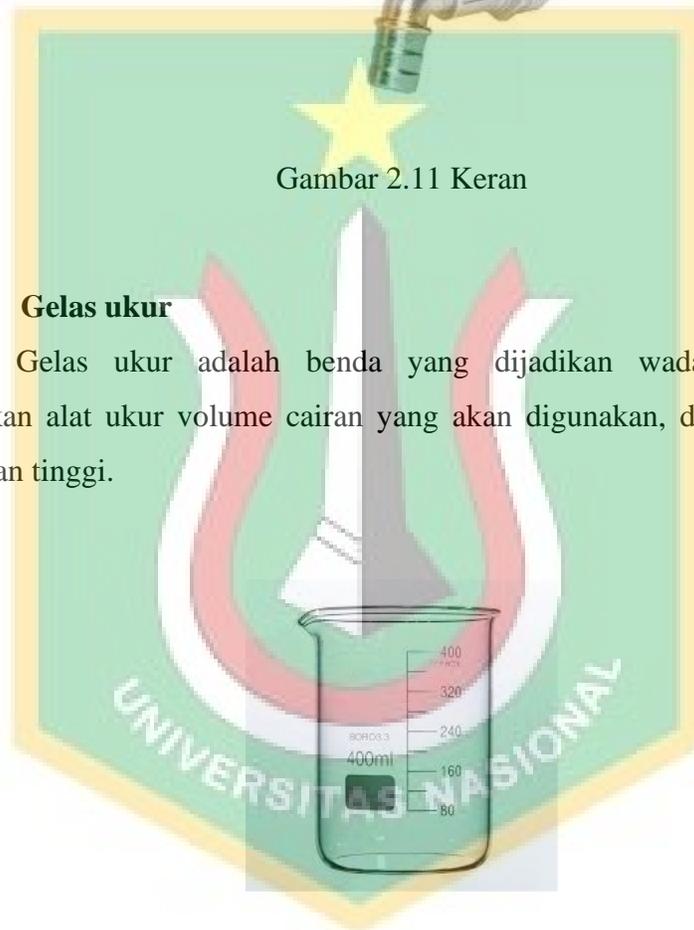
Keran adalah benda yang berfungsi untuk mengontrol perilsan fluida yang berbentuk cairan atau gas.



Gambar 2.11 Keran

2.5.8 Gelas ukur

Gelas ukur adalah benda yang dijadikan wadah penampung juga menjadikan alat ukur volume cairan yang akan digunakan, dan tidak memerlukan keakuratan tinggi.



Gambar 2.12 Gelas ukur

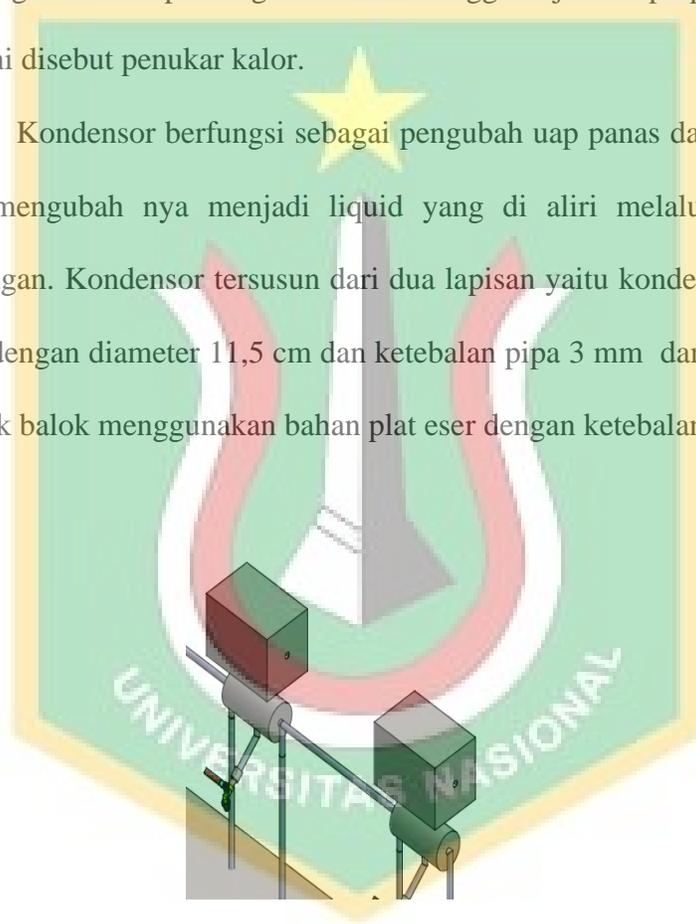
2.5.9 Kondensor

Kondensor adalah suatu komponen yang terdiri dari jaringan pipa dan berfungsi untuk mengubah uap menjadi zat cair (air). Selain itu, kondensor

merupakan salah satu jenis mesin penukar kalor (*heat exchanger*) yang berfungsi untuk mengkondensasikan fluida kerja.

Kondensor adalah suatu alat yang digunakan untuk mengubah uap dari turbin uap hingga menjadi air dengan bantuan air pendingin utama. Uap bekas dari turbin uap yang panas dimasukkan ke dalam kondensor yang memperoleh pendinginan dari air pendingin utama. Sehingga terjadilah perpindahan panas, untuk itu alat ini disebut penukar kalor.

Kondensor berfungsi sebagai pengubah uap panas dari proses pembakaran limbah mengubah nya menjadi liquid yang di aliri melalui pipa menuju kran pembuangan. Kondensor tersusun dari dua lapisan yaitu kondensor dalam berbentuk silinder dengan diameter 11,5 cm dan ketebalan pipa 3 mm dan kondensor luar yang berbentuk balok menggunakan bahan plat eser dengan ketebalan 1 mm.



Gambar 2.13 kondensor

Persamaan yang digunakan kondensor adalah

a. Volume Tabung

$$V_1 = \pi \times r^2 \times t \quad (2.4)$$

Keterangan:

V_1 = Volume tabung (cm^3)

r^2 = Jari-jari tabung (cm)

t = Tinggi (cm)

b. Volume Balok

$$V_2 = p \times l \times t \quad (2.5)$$

Keterangan:

V_2 = volume dari balok (cm^3)

p = panjang dari balok (cm)

l = lebar dari balok (cm)

t = tinggi dari balok (cm)

c. Volume Total

$$V_{\text{total}} = V_1 + V_2 \quad (2.6)$$

Keterangan:

V_{total} = Volume total (cm^3)

V_1 = Volume tabung (cm^3)



V_2 = Volume balok (cm³)

d. Volume dalam Liter

$$V_{\text{liter}} = V_{\text{total}} \times \frac{1}{1000} \quad (2.7)$$

Keterangan:

V_{liter} = Volume dalam liter (L)

V_{total} = Volume total (cm³)

2.5.10 Kaki Penyangga

Kaki penyangga berfungsi sebagai penopang kondensor. Kaki penyangga berbentuk silinder dengan diameter 2,5 mm dan tinggi 51 cm. Kaki penyangga berjumlah 4 buah dan berbahan dasar pipa besi $\frac{3}{4}$ in ketebalan 1,2 mm.



Gambar 2.14 Kaki penyangga kondensor

Persamaan yang digunakan pada kaki penyangga kondensor adalah:

a. Tegangan tekan yang diterima kaki penyangga dari beban.

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2.8)$$

$$F = m \times g \quad (2.9)$$

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \quad (2.10)$$

Keterangan:

σ = Tegangan tekan (N/mm²)

F = Gaya (N)

A = Luas permukaan (mm²)

m = Massa (kg)

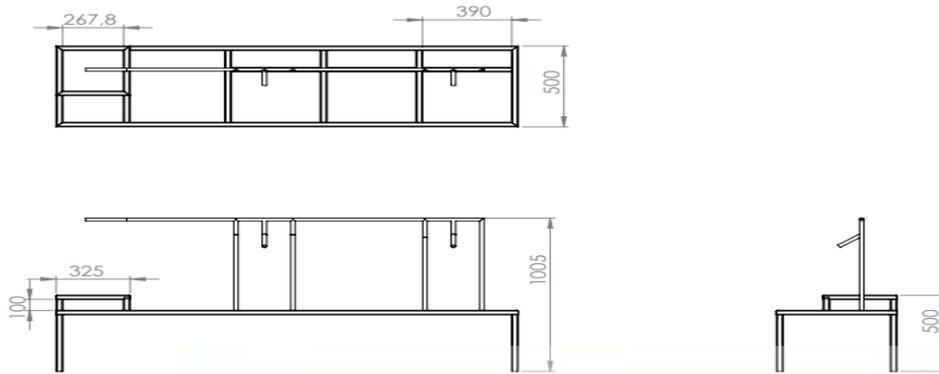
g = Nilai konstanta gravitasi (9,81 m/s²)

D = Diameter kaki penyangga (mm)

2.5.11 Meja

Meja adalah sebuah mebel atau perabotan yang memiliki permukaan datar dan kaki-kaki sebagai penyangga, yang bentuk dan fungsinya bermacam-macam. Meja digunakan untuk menaruh barang atau makanan. Meja umumnya dipasangkan dengan kursi atau bangku.

Meja dalam proses penyulingan ini berfungsi untuk meletakkan komponen utama alat penyulingan limbah plastic sederhana. Yang dimana susunan meja terdiri dari rangka meja dan tungku, serta alas meja. Rangka meja dibuat menggunakan besi hollow 3x3 dengan ketebalan 1,2 mm dan alas meja di buat menggunakan plat esser tebal 1 mm.



Gambar 2.15 Meja

- a. Tegangan tekan yang diterima meja dari beban alat penyulingan.

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2.11)$$

$$F = m \times g \quad (2.12)$$

$$A = s \times s \quad (2.13)$$

Keterangan:

σ = Tegangan tekan (N/mm^2)

F = Gaya (N)

A = Luas permukaan (mm^2)

m = Massa (kg)

g = Nilai konstanta gravitasi ($9,81 \text{ m}/\text{s}^2$)

S = Sisi kaki meja (mm)