

## *Desain dan Pembuatan Alat Penghasil Bioetanol Skala Prototype*

Ilmi Abdullah<sup>1</sup>, Mahyunis<sup>2</sup>, Syukarni Ali<sup>3</sup>, Sabam<sup>4</sup>  
<sup>1,2,4</sup>Teknik Mesin Institut Teknologi Medan  
<sup>3</sup> Teknik Mesin Universitas Teuku Umar

### **Abstrak**

Kebutuhan sumber energi alternatif terus meningkat seiring menipisnya cadangan minyak bumi dunia tidak terkecuali Indonesia. Tebu, jagung, ubi, nenas merupakan tanaman yang dapat menghasilkan bioetanol. Proses untuk mendapatkan bioetanol meliputi fermentasi, destilasi, dan dehidrasi. Berdasarkan hal tersebut penulis mendesain dan membuat alat destilasi penghasil bioetanol skala prototype. Perancangan ini meliputi kedudukan alat, wadah bahan baku, pipa saluran uap, alat perangkap uap, pipa kondensor, wadah kondensor dan wadah hasil. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan wadah bahan baku memiliki volume  $1.888 \text{ cm}^3 \approx 1,884$  liter, sedangkan volume bahan baku adalah 1 liter, oleh karena itu wadah masih memiliki ruang kosong yaitu  $884 \text{ cm}^3$  yang dapat dimanfaatkan sebagai ruang uap bahan baku sebelum masuk ke pipa saluran uap. Bahan yang digunakan pada alat adalah besi profil L ST37, plat stainless, pipa stainless still, pipa tembaga. Proses pembuatan alat meliputi proses pengukuran pemotongan, penyambungan dan perakitan yang membutuhkan waktu pengerjaan 218,04 menit  $\approx 3,38$  jam untuk satu unit alat penghasil bioetanol.

Kata Kunci : Desain, Pemilihan Bahan dan Pembuatan Alat.

### **1. PENDAHULUAN**

Saat ini kebutuhan akan sumber energi alternatif terus meningkat seiring menipisnya cadangan minyak bumi dunia tidak terkecuali Indonesia. Seharusnya pemerintah memberikan perhatian khusus pada pengembangan sumber energi alternatif karena banyak tanaman penghasil energi alternatif dalam hal ini adalah bioetanol.

Bioetanol adalah etanol yang di produksi dengan cara fermentasi menggunakan bahan baku nabati. Proses pembuatan etanol ada tiga (3) tahap yaitu fermentasi, destilasi dan dehidrasi. Fermentasi adalah proses konversi glukosa (gula) menjadi etanol dan CO<sub>2</sub>. Destilasi adalah proses pemisahan air dan etanol berdasarkan titik didih. Dehidrasi adalah proses untuk membuang air sampai menjadi alkohol 99,5% yang bisa digunakan untuk menjadi bahan bakar energi alternatif. Terjadinya proses untuk menghasilkan tidak lepas dari desain dan pembuatan alat destilasi tersebut sehingga mendapat hasil yang maksimal.

Berdasarkan hal tersebut penulis melakukan kajian tentang desain dan pembuatan destilasi alat penyulingan etanol skala prototype yang dapat menghasilkan etanol layak pakai pada kendaraan roda dua (2) dan roda empat (4) yang memiliki siklus otto.

Alat penghasil bioetanol skala prototype di desain dengan menggunakan *Software Autocad 2010* dan proses pembuatannya dengan cara konvensional-handmade.

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **A. Bahan Bakar**

Bahan bakar adalah bahan yang apabila dibakar dapat meneruskan proses pembakaran dengan sendirinya, disertai pengeluaran kalor. Berdasarkan materinya bahan bakar terbagi atas 3 jenis yaitu:

#### **a. Bahan Bakar Padat**

Bahan bakar padat merupakan bahan bakar berbentuk padat, dan kebanyakan menjadi sumber energi panas. Misalnya uranium, kayu dan batubara. Energi panas yang dihasilkan bisa digunakan untuk memanaskan air menjadi uap untuk menggerakkan peralatan dan menyediakan energi.

#### **b. Bahan Bakar Cair**

Bahan bakar yang berbentuk cair, paling populer adalah bahan bakar minyak atau BBM. Selain bisa digunakan untuk memanaskan air menjadi uap, bahan bakar cair biasa digunakan untuk kendaraan bermotor. Karena bahan bakar cair seperti Bensin bisa dibakar dalam karburator dan menjalankan mesin. Macam-macam bahan bakar cair antara lain : bensin, solar, minyak tanah, spertus, alkohol dan lain-lain.

#### **c. Bahan Bakar Gas**

Bahan bakar gas ada dua jenis, yakni Compressed Natural Gas (CNG) dan Liquid Petroleum Gas (LPG). CNG pada dasarnya terdiri dari metana sedangkan LPG adalah campuran dari propana, butana dan bahan kimia lainnya. LPG yang digunakan untuk kompor rumah tangga, sama bahannya dengan Bahan Bakar Gas yang biasa digunakan untuk sebagian kendaraan.

### **B. Bahan Bakar Alternatif**

Bahan bakar alternatif adalah bahan bakar yang dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar konvensional yang terutama bersumber dari bahan bakar fosil.

#### **a. Listrik**

Listrik berpotensi menjadi sumber energi alternatif untuk masa depan. Hanya saja, di sebagian belahan dunia, listrik masih menjadi sumber daya langka yang belum tersebar merata. Namun di masa depan, mobil bertenaga listrik tetap menjadi solusi yang menjanjikan. Ini didukung oleh banyak pabrikan mobil yang sudah mulai memproduksi mobil listrik.

#### **b. Etanol atau metanol**

Bahan bakar ini merupakan varian dari alkohol dan dapat dihasilkan dari gas alam atau sumber daya alam lain yang mengandung karbon. Masa depan alkohol sebagai bahan bakar alternatif cukup menjanjikan yang didukung oleh tingkat polusi rendah sehingga lebih ramah lingkungan. Etanol atau metanol juga relatif lebih murah diproduksi meskipun sebagian masih bergantung pada cadangan gas alam.

#### **c. Hidrogen**

Hidrogen diproduksi dengan memecah gas alam dan sumber daya lain yang sejenis. Namun, sumber terbesar hidrogen adalah air. Ketika teknologi untuk mensintesis hidrogen dari air telah ekonomis, hidrogen berpotensi besar menjadi arus utama bahan

bakar di masa depan. Banyak penelitian masih harus dilakukan, namun potensi hidrogen sebagai bahan bakar alternatif jelas tidak bisa diremehkan.

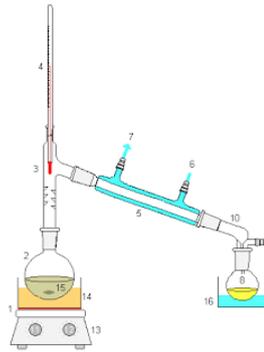
### **C. Destilasi Sederhana**

Destilasi sederhana merupakan teknik pemisahan yang di dasari atas perbedaan titik didih atau titik cair dari masing-masing zat penyusun dari campuran homogen.

Dalam proses destilasi terdapat dua tahap proses yaitu tahap penguapan dan dilanjutkan dengan tahap pengembangan kembali uap menjadi cair atau padatan. Atas dasar ini maka perangkat peralatan destilasi menggunakan alat pemanas dan alat pendingin.

Proses destilasi diawali dengan tahap pemanasan, sehingga zat yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap, dan uap tersebut akan bergerak menuju kodenser (pendingin).

Proses pendinginan terjadi karena kita mengalirkan air ke dinding (bagian luar kondenser), sehingga uap yang dihasilkan akan kembali cair. Proses ini berjalan terus-menerus dan akhirnya kita dapat memisahkan semua senyawa-senyawa yang ada dalam campuran homogen tersebut (lihat gambar 1).



Gambar 1. Destilasi Sederhana Berbahan Kaca

### **D. Desain**

Desain adalah suatu sistem yang berlaku untuk segala jenis perancangan dimana titik beratnya adalah melihat segala sesuatu persoalan tidak secara terpisah atau tersendiri, melainkan sebagai sesuatu kesatuan dimana satu masalah dengan lainnya saling terkait. Desain merupakan langkah awal untuk memudahkan penulis dalam menentukan bentuk dari rancangan yang akan dibuat. Mendesain alat penghasil bioetanol pada perancangan ini menggunakan software engineering. Maka untuk menjawab permasalahan diatas penulis akan melakukan proses *design* dan pemodelan yang memberikan gambaran alat penghasil bioetanol skala prototype.

### **E. Pemilihan Bahan**

Pembuatan alat penghasil bioetanol skala prototype ini sebagian besar memakai berbahan stainless steel. Adapun bagian alat yang berbahan stainless adalah wadah bahan baku, pipa saluran uap, perangkat uap air.

Pipa kuningan dipilih karena mudah dibentuk dan pipa sangat baik sebagai penghantar panas dan tahan terhadap korosi. Adapun ukuran pipa tembaga seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Diameter		Thickness	
Nominal Size (mm)	Out Side (mm)	SGP (JIS G 3452)	SGP (JES G 3457)
4	6	1,0	1,2
6	8	1,0	1,2
8	10	1,0	1,2
10	15	1,2	1,4
15	20	1,2	1,6
20	25	1,6	1,8
25	30	1,6	1,8
32	35	1,6	2,3
40	45	2,0	2,3
50	55	2,0	3,0
65	70	2,0	3,5
80	85	2,5	4,0
100	110	3,0	4,0
125	140	3,0	5,0
150	170	3,5	5,5
200	210	3,5	7,0
250	270	4,0	8,5
300	320	4,0	10,0

Tabel 1. Ukuran Pipa Kuningan

#### **F. Proses Manufaktur**

Proses produksi manufaktur merupakan kegiatan yang melibatkan desain, pemilihan bahan, perencanaan saat proses pembuatan akan berlangsung. Alat yang dirancang adalah alat yang tahan terhadap panas dalam jangka waktu yang lama, oleh karena itu bahan yang dipakai dalam perancangan ini adalah bahan stainless dan kuningan.

### **3. METODOLOGI PENELITIAN**

#### **A. Tempat Dan Waktu**

##### **a. Tempat Penelitian**

Tempat pelaksanaan penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Fenomena Dasar Jurusan Teknik Mesin Institut Teknologi Medan.

##### **b. Waktu Pelaksanaan**

Waktu pelaksanaan penelitian ini mulai dilakukan setelah persetujuan proposal penelitian sampai selesai.

#### **B. Alat dan Bahan**

##### **a. Alat**

Adapun alat yang digunakan pada proses pembuatan alat penghasil bioetanol meliputi:

##### **1. Alat ukur**

Alat ukur digunakan sebagai alat dalam proses pengukuran, baik pengukuran ketebalan bahan, panjang dan lebar. Adapun alat ukur yang digunakan antara lain: mistar baja, jangka sorong.

2. Alat pemotong

Alat pemotong digunakan untuk memotong besi / menghaluskan permukaan material yang kasar. Adapun alat pemotong yang digunakan adalah mesin gerinda. Prinsip kerja dari mesin gerinda adalah batu gerinda yang berputar dan bersentuhan dengan benda kerja sehingga terjadi pengikisan, pengasahan, penajaman atau pemotongan.

3. Alat Penyambung

Alat penyambung digunakan untuk menyambung konstruksi dari alat penghasil bioetanol skala *prototype*. Adapun alat penyambung yang digunakan adalah mesin las listrik berfungsi sebagai alat yang digunakan untuk menyambung konstruksi alat penghasil bioetanol skala *prototype* urban konsep yang dibuat. Prinsip kerja dari mesin las adalah penyambungan dua buah logam dengan cara membakar atau melelehkan kedua logam tersebut.

4. Komputer/Laptop

Komputer/*laptop* berfungsi untuk mendesain dan pemodelan menggunakan *software AutoCad 2010*.

b. Bahan

Bahan yang digunakan untuk membuat alat penghasil bioetanol skala *prototype* adalah pipa stainless, wadah penampungan, dan pipa kuningan kecil.

1. Dudukan alat penghasil bioetanol skala *prototype* menggunakan profil L S30C.
2. Wadah bahan baku untuk alat penghasil bioetanol skala *prototype* menggunakan besi stainless dengan ketebalan 1 mm.
3. Pipa saluran uap menggunakan stainless steel 316.
4. Alat perangkap air menggunakan plat stainless steel, mur 8, baut.
5. Pipa kondensor menggunakan besi kuningan dengan diameter 10 mm.
6. Wadah kondensor menggunakan besi stainless 555 dan ember plastik.
7. Wadah hasil menggunakan botol kaca.

1. Buah Nenas

Buah nanas (*Ananas comosus* L. Merr) merupakan salah satu tanaman hortikultura yang berasal dari Brazilia (Amerika Selatan). Tanaman ini diperkirakan masuk ke Indonesia tahun 1599, dibawa oleh para pelaut Spanyol dan Portugis, dan pulau Jawa merupakan tempat pertama kali mengembangkan tanaman nanas. Adapun kandungan nutrisi nenas seperti ditunjukkan pada Tabel 2. Tanaman nanas merupakan salah satu tanaman komoditi yang banyak ditanam di Indonesia. Prospek agrobisnis tanaman nanas sangat cerah, cenderung semakin meningkat, baik untuk kebutuhan buah segar maupun sebagai bahan olahan. Buah nanas dalam penelitian ini digunakan sebagai bahan baku yang akan dijadikan bioetanol. Dari berbagai macam pengolahan nanas seperti selai, manisan, sirup, dan lain-lain maka akan didapatkan kulit yang cukup banyak sebagai hasil sampingan.

Tabel 2. Kandungan nutrisi buah nenas

Kandungan Gizi (Nutrisi)	Jumlah
Kalori	52.00 kal
Protein	0.40 g
Lemak	0.20 g
Karbohidrat	16.00 g
Fosfor	11.00 mg
Zat Besi	0.30 mg
Vitamin A	130.00 SI
Vitamin B1	0.08 mg
Vitamin C	24.00 mg
Air	85.30 g
Bagian yang dapat dimakan	53

### 3.3 Metodologi

Pembuatan alat penghasil bioetanol dilakukan dengan tahapan-tahapan penelitian seperti *design*, perhitungan komponen-komponen utama dan *manufacturing* (proses pembuatan).

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

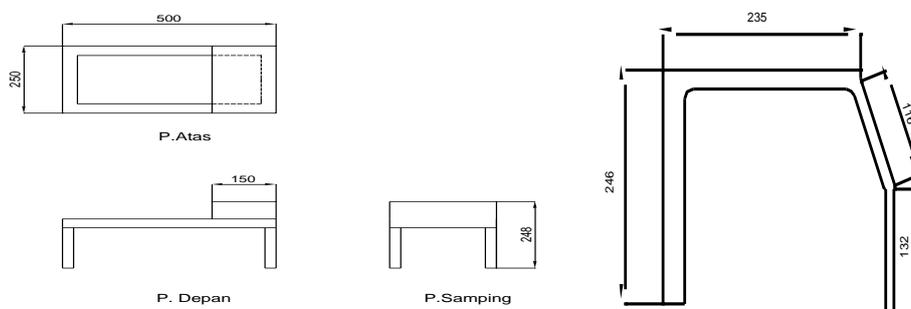
### a. Pendahuluan

Tujuan umum kajian ini adalah mendesain dan membuat alat destilasi penghasil bioetanol skala prototype.

#### a. Desain dudukan alat

Desain dudukan alat sesuai dengan akan dibuat dengan menggunakan *software AutoCAD 2010* yang bertujuan untuk mendapatkan desain dudukan alat yang sesuai dan tahan terhadap beban, dibawah ini adalah gambar 2 beserta ukuran chassis yang di rancang.

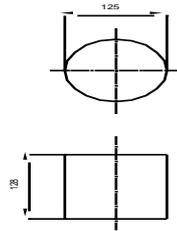
Untuk mendapatkan kekuatan pada struktur chasis agar mampu menerima beban yang diinginkan harus memperhatikan beberapa aspek antara lain adalah beban (massa) dan dimensi kendaraan yang dirancang. Bahan dudukan terbuat dari profil L S30C. Perencanaan ukuran dudukan alat penghasil bioetanol sebagai berikut Panjang = 500 mm, Lebar = 250 mm dan Tinggi = 248 mm.



Gambar 2. Desain dudukan alat

### b. Desain wadah bahan baku

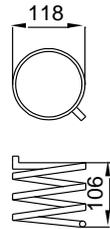
Perencanaan wadah bahan baku disesuaikan dengan kapasitas yang direncanakan (skala prototype) dalam hal ini jumlah bahan bakunya adalah 1 liter.



Gambar 3. Desain wadah bahan baku

c. Desain Pipa Aliran Uap

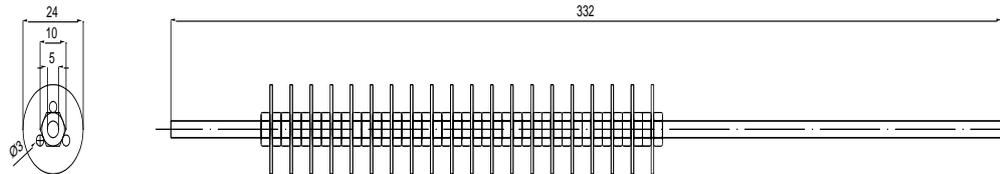
Uap yang diinginkan adalah uap pati karena pada uap tersebut terkandung bioetanol, karena itu temperatur sangat berperan penting pada proses destilasi. Bioetanol unsur kimianya sama dengan alkohol yang dapat mengakibatkan material mudah rusak (mengalami korosi).



Gambar 4. Desain pipa aliran uap

d. Desain alatperangkap uap air

Alat perangkap uap air berfungsi untuk memurnikan uap bioetanol dari kadar air. Perangkap air terdiri dari baut, mur, dan plat stainless. Plat dibentuk lingkaran dan disusun secara bertingkat hingga 20 tingkatan. Jarak antar plat adalah 10 mm, plat tersebut diberi pembatas dengan menggunakan mur, dan ketebalan plat adalah 1 mm.

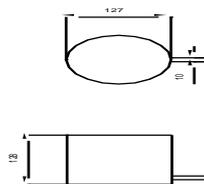


Gambar 5. Desain Alatperangkap uap air

e. Pipa kondensor

Pipa kondensor berfungsi untuk membantu proses pengubah fasa uap menjadi cairan, dalam hal ini adalah bioetanol. Ukuran pipa kondensor adalah 10 mm.

Desain diameter pipa kondensor tersebut masih memerlukan perhitungan lebih lanjut, supaya diameter sesuai dengan kapasitas uap yang dihasilkan, namun pada perencanaan ini, pipa kondensor lima (5) tingkatan yang berbentuk spiral.

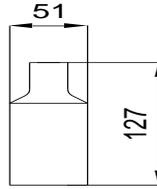


Gambar 6. Pipa kondensor

f. Desain wadah kondensor Perencanaan wadah kondensor disesuaikan dengan kapasitas yang direncanakan (skala prototype).

g. Desain wadah hasil

Perencanaan wadah hasil dilakukan dengan memperhitungkan jumlah bahan baku yang akan digunakan.



Gambar 8. Desain wadah hasil

**4.2 Pembuatan**

Proses pembuatan atau langkah langkah pembuatan alat penghasil bioetanol skala prototype meliputi : pengukuran, pemotongan, penyambungan dan finishing. Waktu yang dibutuhkan dalam proses pembuatan alat terlihat pada tabel 3 dan alat yang dibuat terlihat pada gambar 9.



Gambar 9. Alat Penghasil Bioetanol Skala Prototype  
 Tabel 3. waktu yang dibutuhkan dalam proses pembuatan alat.

Pengerjaan Komponen	Waktu (menit)
DudukanAlat	62,8
Wadah Bahan Baku	17
Pipa Saluran Uap	16
Alat Perangkap Uap Air	85,24
Pipa Kondensor	20
Wadah Kondensor	15
Wadah Hasil	1
Perakitan (Finishing)	1
Total waktu pengerjaan	218,04

**5. KESIMPULAN DAN SARAN**

**5.3 Kesimpulan**

Pembahasan pada proses desain dan pembuatan alat penghasil bioetanol skala prototype yang berdasarkan tujuan khusus dapat disimpulkan yaitu:

- Desain alat penghasil bioetanol skala prototype meliputi perancangan komponen-komponen utama yang terdiri dari: desain dudukan alat, wadah bahan baku, pipa aliran

uap, alat perangkap air, wadah kondensor, wadah hasil. Proses desain alat pada perancangan ini menggunakan *software autocad 2010*.

- b. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, wadah bahan baku memiliki volume  $1.888 \text{ cm}^3 = 1,884$  liter sedangkan volume bahan baku adalah 1 liter, oleh karena itu wadah masih memiliki ruang kosong yaitu  $884 \text{ cm}^3 = 0,884$  liter yang dapat dimanfaatkan sebagai ruang uap bahan baku sebelum masuk ke pipa saluran uap.
- c. Kapasitas wadah bahan baku adalah 1 liter/satu kali proses. Berdasarkan hasil perhitungan, massa jenis bahan baku hasil fermentase selama 168 jam (7 hari) adalah  $0,000956 \text{ kg/cm}^3 = 1$  liter. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, dari bahan baku 1 liter didapat 0,2 liter = 200 ml dengan kadar 35%.
- d. Pembuatan alat penghasil bioetanol skala prototype meliputi proses pengukuran, pemotongan, penyambungan, perakitan membutuhkan waktu selama 218,04 menit  $\approx$  3,38 jam.

#### **5.4 Saran**

- a. Pada proses desain terdapat kesulitan dalam menentukan bentuk dari perangkap air, untuk itu perlu kajian lebih lanjut.
- b. Perlu kajian lanjut dalam mendesain dan menghitung komponen yang digunakan.
- c. Diperlukan alat ukur pada wadah bahan baku yang berfungsi untuk mengukur jumlah bahan baku saat diproses.
- d. Diperlukan pemahaman tentang perbedaan uap pati dengan uap air.
- e. pemahaman tentang perbedaan uap pati dengan uap air.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Hartanto, Sugiarto, Sato Takeshi. 1992. Menggambar Mesin Menurut Standar ISO. Jakarta: PT. Pradya Paramida.
- Google(online), Detikfinance, *cadanganminyakbumiduniahabis 53tahunlagi*, <http://finance.detik.com/read/2013/12/03/155024/2431263/1034/cadangan-minyak-dunia-habis-53tahun-lagi>, 03/12/2013. Di akses 22 april 2015 pukul 09.15 wib.
- <http://eprints.undip.ac.id/26660/6/piping.pdf>.
- <https://mahdiy.files.wordpress.com/2012/02/daftar-tabel-berat-besi.pdf>
- <http://yunitaanggiangraeni.blogspot.co.id/2013/05/pengertian-bioetanol.html>
- <http://chemistryku.blogspot.co.id/2011/10/proses-destilasi-sederhana.html>.
- Taufiq Rochim, *Data Material, kecepatan potong, Sudut Mata Bor HSS*, 1993.