

PENGEMBANGAN ALAT DESTILATOR BIOETANOL SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF

Rochmad Winarso^{*}, Bahtiar Setya Nugraha, Ali Muttaqin, Nanang Rofiuin

Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus

Kampus UMK Gondang Manis, PO Box 53 Bae, Kudus.

^{*}Email: boswin2001@gmail.com

Abstrak

Penyediaan energi di masa depan merupakan permasalahan yang senantiasa menjadi perhatian bagi semua pihak. Seiring dengan meningkatnya pembangunan, kebutuhan akan energi terus meningkat. Disisi lain cadangan minyak bumi sebagai bahan bakar yang paling banyak dipakai saat ini semakin menipis karena sifatnya yang non renewable, oleh karena itu diperlukan upaya untuk mencari bahan bakar alternatif yang renewable sekaligus ramah lingkungan. Bioetanol sebagai salah satu bahan bakar alternatif sampai saat ini belum banyak digunakan. Padahal di Indonesia, banyak sekali sumber daya alam hayati yang dapat digunakan sebagai bahan baku untuk memproduksi bioetanol, salah satunya adalah ubi kayu. Penggunaan bioetanol sebagai bahan bakar didasari oleh sifatnya yang mudah terbakar dan memiliki kalor-bakar netto besar. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan alat destilator bioetanol dengan fokus pengembangan pada penggabungan 3 (tiga) model destilator yang biasa dipakai menjadi model baru sehingga diharapkan bisa lebih optimal menghasilkan bioetanol dengan kadar tinggi. Pengembangan alat destilator bioethanol ini dimulai dari proses observasi lapangan yang dilanjutkan dengan studi literatur. Tahapan selanjutnya adalah proses perencanaan komponen-komponen dari peralatan tersebut. Setelah proses rancangan selesai dilanjutkan dengan proses pembuatan komponen komponen utama dan komponen pendukungnya yang dilanjutkan dengan proses perakitan, finishing dan uji coba peralatan. Hasil penelitian ini telah dikembangkan alat destilator bioetanol dengan spesifikasi sebagai berikut: diameter tangki 500 mm, panjang tangki 1200 mm, terbuat dari bahan stainless steel A304 dengan ketebalan 2 mm. Kapasitas tangki yang diijinkan adalah $\frac{3}{4}$ dari volume tabung atau sebesar 260 liter. Dari hasil uji coba pada hasil proses distilasi fermentasi ketela pohon menunjukkan bahwa pada jenis fermenter enzim, npk, urea, ragi menunjukkan hasil yang paling baik. Dari hasil uji coba pada hasil proses distilasi fermentasi tetes tebu menunjukkan bahwa pada proses fermentasi selama 36 jam menunjukkan hasil yang paling baik.

Kata kunci: bioetanol, destilator, energi, prototipe, renewable

1. PENDAHULUAN

Permasalahan energi saat ini bukan lagi masalah suatu negara tetapi telah menjadi permasalahan global. Dari tahun ke tahun kebutuhan energi semakin meningkat, walaupun laju pertumbuhan penduduk mengalami penurunan, namun dengan adanya pertumbuhan PDB yang meningkat menyebabkan kebutuhan Energi di Indonesia juga meningkat. Peningkatan kebutuhan energi tersebut diperkirakan mengalami kenaikan rata rata sebesar 4,8% untuk periode tahun 2000 sampai tahun 2035. Kebutuhan energi di Jawa mengalami pertumbuhan tertinggi sekitar 5,1% dan Sumatra yang terkecil sekitar 4,5%. Mengenai pangsa kebutuhan energi, Jawa mempunyai pangsa terbesar sekitar 50% sedangkan pangsa terkecil ada pada Kalimantan, sekitar 8%. Jika dilihat menurut sektor, sektor transportasi tumbuh paling tinggi. Seiring dengan meningkatnya PDB, kebutuhan akan transportasi juga semakin tinggi (Joko Santoso, 2008).

Pemenuhan kebutuhan energitersebut masih di dominasi oleh energi yang bersumber dari perut bumi diantaranya adalah minyak dan gas (migas) serta batubara. Penggunaan energi migas gas 68%, batu bara memberikan kontribusi 26%. Energi yang bersumber dari perut bumi merupakan sumber energi yang tidak terbarukan (*non renewable*) sehingga jumlah persediaan terus mengalami penurunan. Kondisi tersebut akan dapat menyebabkan terjadinya krisis energi.

Krisis energi terjadi karena adanya kebutuhan konsumsi tiap tahun yang meningkat sedangkan produksinya cenderung mengalami penurunan. Berdasarkan Kebijaksanaan Umum Bidang Energi (KUBE) dari Departemen Pertambangan dan Energi, sifat dari minyak bumi dan gas alam yang tidak terbarukan (*non renewable*) serta cadangan di dalam bumi kita diperkirakan akan

menurun, oleh karena itu pemerintah telah berusaha menggalakkan usaha-usaha penghematan energi dan pengembangan sumber energi alternatif. (<http://web.ipb.ac.id>)

Bioetanol sebagai salah satu bahan bakar alternatif bagi masyarakat sampai saat ini belum banyak diterapkan. Padahal di Indonesia, banyak sekali sumber daya alam hayati yang dapat digunakan sebagai bahan baku untuk memproduksi bioetanol, salah satunya adalah ubi kayu. Disamping ubi kayu, bioetanol dapat dibuat dari bahan baku tanaman lain yang mengandung pati seperti; ubi jalar, padi, jagung, sagu. Jenis tanaman tersebut merupakan tanaman yang biasa di tanam rakyat hampir diseluruh Indonesia, sehingga jenis tanaman tersebut merupakan tanaman potensial untuk dipertimbangkan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol.

Bioetanol (C_2H_5OH) merupakan salah satu biofuel yang hadir sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan dan sifatnya yang terbarukan. Bioetanol dapat diproduksi dari berbagai bahan baku yang banyak terdapat di Indonesia, sehingga sangat potensial untuk diolah dan dikembangkan karena bahan bakunya sangat dikenal masyarakat. Tumbuhan yang potensial untuk menghasilkan bioetanol antara lain tanaman yang memiliki kadar karbohidrat tinggi, seperti: tebu, nira, aren, sorgum, ubi kayu, jambu mete (limbah jambu mete), garut, batang pisang, ubi jalar, jagung, bonggol jagung, jerami dan bagas (Hambali, 2007)

Produksi etanol nasional pada tahun 2006 mencapai 200 juta liter. Kebutuhan etanol nasional pada tahun 2007 diperkirakan mencapai 900 juta kiloliter. Bioetanol adalah cairan yang dihasilkan dari proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat dengan bantuan mikroorganisme. Bahan baku pembuatan bioetanol ini dibagi menjadi tiga kelompok yaitu: bahan sukrosa (nira, tebu, nira nipah, nira sorgum manis, nira kelapa, nira aren, dan sari buah mete), bahan berpati (bahan yang mengandung pati atau karbohidrat seperti tepung ubi, tepung ubi ganyong, sorgum biji, jagung, cantel, sagu, ubi kayu, ubi jalar, dan lain-lain, dan bahan berselulosa/lignoselulosa (tanaman yang mengandung selulosa /serat seperti kayu, jerami, batang pisang, dan lain-lain. (Lestari 2007)

Dengan issue mengenai kelangkaan sumber minyak bumi dan polusi udara yang diakibatkannya, perlu diupayakan pencarian bahan bakar alternatif yang bisa diperbarui dan ramah lingkungan. Salah satu upaya tersebut adalah dengan memanfaatkan sumber bahan nabati yang mudah dihasilkan (diperbarui), salah satunya adalah bahan ubi kayu. Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun alat pembuat bioetanol dari bahan ubi kayu dengan fokus pengembangan pada alat destilator sehingga diharapkan bisa lebih optimal menghasilkan bioetanol dengan kadar tinggi. Unsur strategisnya adalah; upaya pengusahaan bahan bakar alternatif dalam rangka pencarian energi baru dan terbarukan yang bisa diterapkan pada skala Nasional.

Lingkup dan tujuan penelitian ini adalah pengembangan alat destilator bioetanol skala industri kecil yang tidak mahal sehingga bisa dikembangkan oleh industri skala kecil/UKM tetapi diharapkan hasil produksi dari bioetanol yang dihasilkan bisa digunakan sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan.

2. METODOLOGI

Pengembangan alat destilator bioetanol dilaksanakan mengantahapan sebagai berikut :

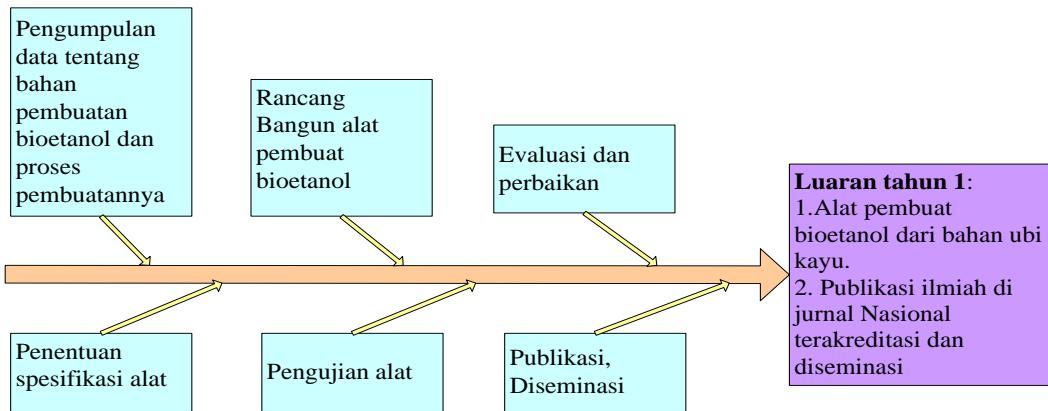
2.1. Tahap Persiapan

Tahap ini dimulai dengan proses pengumpulan data tentang bahan pembuatan bioetanol dan proses pembuatannya berdasarkan referensi yang tersedia. Setelah data terkumpul dilanjutkan dengan proses penentuan spesifikasi peralatan pembuat bioetanol (distilator) yang akan dikembangkan.

2.2. Tahap Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan dimulai dengan penentuan rencana desain distilator, perencanaan dimensi dan material tangki distilator, perhitungan kalor yang dibutuhkan, perhitungan kebutuhan bahan bakar, perhitungan tebal dinding tanki distilator, perencanaan penguat tanki distilator dan pembuatan gambar kerja. Tahap berikutnya adalah tahap pembuatan peralatan yang terdiri dari pembuatan rangka, pembuatan plandes, pembuatan tanki distilator, pembuatan kondensor, proses perakitan dan finishing.

Diagram *fish bone* dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram *fish bone* penelitian

2.3. Tahap Pengujian

Tahap pengujian dilakukan setelah alat distilator selesai dibuat. Tahap ini diperlukan untuk mengetahui kinerja dari peralatan yang telah dibuat. Pengujian dilakukan terhadap dua material utama yaitu hasil fermentasi dari ketela pohon dan hasil fermentasi dari bahan tetes tebu. Pengujian terhadap hasil fermentasi dari ketela pohon dilakukan dengan memakai variabel berubah yaitu jenis fermenternya, sedangkan hasil fermentasi tetes tebu memakai variabel berubahnya yaitu lama fermentasi.

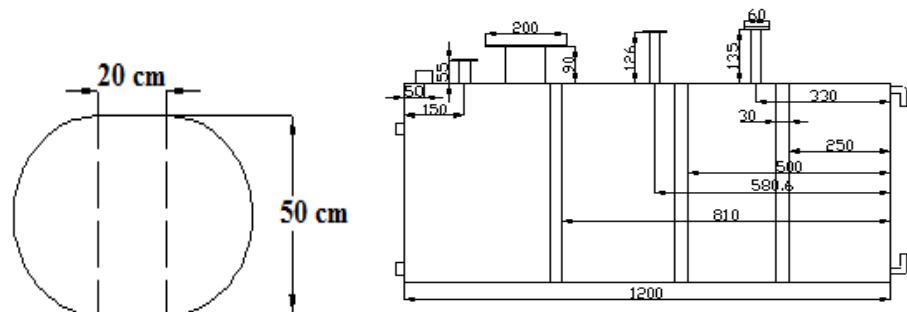
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perancangan Alat Distilator Bioethanol

Bagian utama dari alat ini terdiri dari tangki distilator, menara dan kondensor. Bahan material tangki distilator penyulingan adalah Stainless steel dengan tebal 2 mm yang berbentuk oval dan di letakkan secara horizontal. Keunggulan tangki horizontal di banding di letakkan secara vertikal :

1. Mudah dibangun
2. Mudah di instalasi di lokasi kerja
3. Mudah pemeliharaan dan pengecekan
4. Bidang yang dipanaskan lebih lebar, sehingga waktu penguapanya lebih cepat.

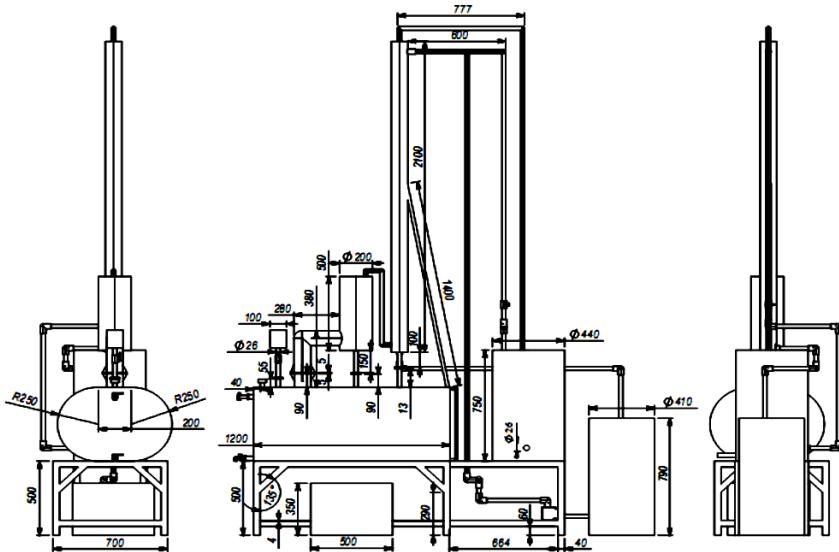
Bentuk penampang tangki sebagaimana gambar 2 dan panjang tangki adalah 1200 mm. Berdasarkan dimensi diatas volume tangki maksimal adalah 355 liter.



Gambar 2. Dimensi penampang tangki

Bagian menara terbuat dari pipa stainless steel dengan diameter 4 inch dan tinggi 2000 mm. Tebal dari pipa tersebut adalah 2 mm. Sedangkan bagian kondensor terbuat dari plat aluminium yang mempunyai diameter 440 mm dan tinggi 750 mm dengan ketebalan 2 mm. Di dalam pipa kondensor terdapat pipa tembaga yang di rol berbentuk spiral dengan ukuran diameter 3/4 inch.

Hasil lengkap proses perancangan alat distilator sebagaimana Gambar 3.



Gambar 3. Hasil perancangan alat distilator bioethanol

Spesifikasi Mesin Destilator Bioethanol

1. Rangka mesin

- Rangka utama : Baja profil L dengan ukuran 40 x 40 x 4 mm.
- Rangka pendukung : Baja plat dengan ukuran 40 x 4 mm.

2. Tanki Destilator

- a. Plat Stainless Steel A 304 tebal 2 mm
- b. Pipa Stainless Steel A 304 Ø 500 mm
- c. Stainless steel profil 50 mm x 30 mm

3. Menara pendingin

- a. Pipa Stainless Steel A 304 Ø 1/2"
- b. Pipa Stainless Steel A 304 Ø 4"
- c. Plat Stainless Steel A 304 tebal 2 mm

4. Tanki Kondensor

- a. Pipa galvanis Ø 3/4"
- b. Drum galvanis Ø 440 mm dengan tinggi 750 mm

5. Hopper

- a. Pipa tembaga Ø 3/4"
- b. Pipa Stainless Steel A 304 Ø 4"
- c. Plat Stainless Steel A 304 tebal 2 mm

3.2. Pembuatan Alat Distilator Bioethanol

Proses pembuatan dimulai dengan pemilihan peralatan yang tepat yang meliputi: Alat ukur (meteran, busur derajat, mistar baja dan jangka sorong ketelitian 0,02 mm), siku, penggores dan penitik, gergaji, gerinda dan ragum, mesin bubut dan perlengkapannya, mesin bor dan perlengkapannya, mesin las dan perlengkapannya, elektroda berdasarkan standart AWS, diameter elektroda = 2,6 mm dan panjang elektroda = 350 mm, pahat bubut, mata bor ukuran diameter 6 mm.

Dalam pembuatan mesin destilator bioethanol ini, pertama mempelajari dan memahami proses kerja mesin. Dalam pembuatan mesin ini juga mempertimbangkan pemilihan bahan yang akan digunakan. Selanjutnya gambar kerja dipersiapkan untuk proses pembuatan. Langkah kerja yang dilakukan untuk pembuatan mesin bioethanol ini adalah pengukuran bahan, pemotongan bahan, pengelasan dan proses pemesinan yang meliputi : membubut, mengebor dan penggerolan

3.3. Pengujian alat

Proses pengujian alat distilator dilaksanakan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Menuangkan larutan hasil fermentasi kedalam tangki destilator melalui hopper.
2. Melakukan proses pemanasan tangki distilator dengan menyalaikan kompor pemanas.
3. Menghidupkan pompa air dan memastikan bahwa sirkulasi air telah berjalan dengan baik pada menara pendingin dan tangki destilator melalui pengaturan stop kran. Sirkulasi air dimaksudkan agar dapat mengontrol kebutuhan panas pada menara pendingin dan pipa kondensor.
4. Proses pemanasan berlangsung kurang lebih 1 jam dan temperatur uap naik hingga mencapai suhu 78°C . Nyala api dijaga agar temperatur tetap pada suhu 78°C untuk menghasilkan ethanol dengan kadar maksimal.
5. Ethanol keluar dari pipa kondensor, dan apabila ethanol sudah tidak menetes lagi, itu menandakan kandungan ethanol pada ketela sudah habis, kemudian matikan kompor pemanas dan pompa air.

Setelah pembuatan mesin destilator bioethanol ini didapatkan hasil pengujian dari bahan tetes tebu dan ketela dengan data sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Pengujian Ketela

No	Komposisi Fermentasi	Temperatur	Hasil	
			Volume	Kadar
1	Enzim, NPK, Urea, Ragi	70°C	2,5 l	66 %
		70°C	2,5 l	65 %
		71°C	2,6 l	66 %
		72°C	2,9 l	56 %
2	Enzim, Ragi, Air Tajin	72°C	3,0 l	55 %
		72°C	3,0 l	50 %
		72°C	3,2 l	35 %
3	Enzim, Ragi	74°C	3,2 l	35 %
		74°C	3,0 l	36 %

Tabel 2. Hasil Pengujian Tetes Tebu

No	Lama Fermentasi	Temperatur	Hasil	
			Volume	Kadar
1	26 jam	72°C	1,2 l	40 %
		73°C	1,1 l	40 %
		72°C	1,1 l	40 %
		69°C	3,8 l	76 %
2	36 jam	68°C	3,8 l	76 %
		68°C	3,6 l	76 %
		68°C	3,6 l	75 %
3	46 jam	69°C	3,8 l	76 %
		68°C	3,8 l	76 %

Berdasarkan tabel 1 menunjukkan bahwa pada hasil proses distilasi fermentasi ketela pohon, temperatur, volume hasil dan kadar hasil menunjukkan hasil yang berbeda. Pada jenis fermenter enzim, npk, urea, ragi didapat rata rata temperatur $70,33^{\circ}\text{C}$, volume 2,53 liter dan kadar ethanol 56,67%. Pada jenis fermenter enzim, ragi dan air tajin didapat rata rata temperatur 72°C , volume 2,97 liter dan kadar ethanol 53,67%. Pada jenis fermenter enzim dan ragi didapat rata rata temperatur $73,33^{\circ}\text{C}$, volume 3,13 liter dan kadar ethanol 35,33%.

Berdasarkan tabel 2 menunjukkan bahwa pada hasil proses distilasi fermentasi tetes tebu, temperatur, volume hasil dan kadar hasil menunjukkan hasil yang berbeda. Pada lama fermentasi 26 jam didapat rata rata temperatur $72,3^{\circ}\text{C}$, volume 1,13 liter dan kadar ethanol 40%. Pada lama

fermentasi 36 jam didapat rata rata temperatur 68,3°C, volume 3,7 liter dan kadar ethanol 76%. Pada lama fermentasi 46 jam didapat rata rata temperatur 68,3°C, volume 3,7 liter dan kadar ethanol 75,6%.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa telah dikembangkan alat distilator bioethanol dengan spesifikasi sebagai berikut: diameter tangki 500 mm, panjang tangki 1200 mm, terbuat dari bahan stainles steel A304 dengan ketebalan 2 mm. Kapasitas tangki yang diijinkan adalah $\frac{3}{4}$ dari volume tabung atau sebesar 260 liter. Dari hasil uji coba pada hasil proses distilasi fermentasi ketela pohon menunjukkan bahwa pada jenis fermenter enzim, npk, urea, ragi menunjukkan hasil yang paling baik. Dari hasil uji coba pada hasil proses distilasi fermentasi tetes tebu menunjukkan bahwa pada proses fermentasi selama 36 jam menunjukkan hasil yang paling baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Santosa, J., Yudiarsono, Analisis Prakiraan Kebutuhan Energi Nasional Jangka Panjang di Indonesia, Strategi Penyediaan Listrik Nasional Dalam Rangka Mengantisipasi Pemanfaatan PLTU Batubara Skala Kecil, PLTN, Dan Energi Terbarukan.
- Anonimus. <http://web.ipb.ac.id>. Diakses 20 Mei 2014, Jam 10.00.
- Hambali, Eliza, dkk, (2007), Teknologi Bioenergi, ArgoMedia Pustaka Jakarta.
- Puji Lestari, dkk, (2007), *Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Bioetanol Terhadap Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Mesin Bensin (otto) Pada Siklus Urban (UC) dan Ekstra Urban (EUC)*, Departemen Teknik Lingkungan dan Teknik Mesin, Institut Teknologi Bandung (ITB), Bandung.