

RANCANG BANGUN KONDENSATOR PADA DISTILATOR NIRA AREN MENJADI ALKOHOL

Milkha N.T Kenang, Stenly Tangkuman, Benny Maluegha

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado

ABSTRAK

Proses pendinginan di distilator tradisional pada petani nira aren Sulawesi Utara dilakukan dalam bambu yang dibuat seperti pipa. Pendinginan dengan cara ini dianggap relatif tidak mudah dan rumit. Satu cara agar proses dapat lebih mudah dan ringkas adalah penggunaan kondensator yang terbuat dari logam. Namun pembuatan kondensator logam relatif lebih rumit dibandingkan dengan pembuatan pendingin dari bambu. Penelitian ini mengungkapkan tentang rancang bangun kondensator pada distilator nira aren menjadi alkohol. Kondensator yang dirancang dan dibangun adalah kondensator yang terbuat dari logam. Kadar alkohol produk distilator dengan kondensator logam kemudian diukur.

Penelitian ini dilaksanakan dalam tiga langkah utama. Langkah pertama adalah rancang bangun kondensator. Kondensator ini selanjutnya diuji bersamaan dengan distilator pada Langkah kedua sehingga kadar alkohol produk dapat diukur. Langkah ketiga adalah hasil perancangan disimpulkan.

Dimensi kondensator yang dibuat adalah sebagai berikut. Tinggi tabung kondensator adalah 40,0 cm dan diameter tabung adalah 25,0 cm. Pipa kondensator dalam tabung dibuat dari tembaga sepanjang 400 cm yang berdiameter 1,27 cm. Distilator nira aren dengan kondensator itu dapat menghasilkan produk alkohol dengan kadar 55% pada pengujian pertama dan alkohol dengan kadar 35 % pada pengujian kedua.

Kata kunci: Distilasi, Kondensator, Alkohol

ABSTRACT

The cooling process in the traditional distillator for palm sap farmers in North Sulawesi is carried out in bamboo which is made like a pipe. Cooling in this way is considered relatively difficult and complicated. One way to make the process easier and simpler is to use a metal condenser. However, making metal condensers is relatively more complicated than making coolers from bamboo. This research reveals about the design of the condenser in the palm sap distillator into alcohol. The designed and built condenser is a metal condenser. The alcohol content of the distillator product with a metal condenser is then measured.

This research was conducted in three main steps. The first step is the design of the condenser. This condenser is then tested together with the distillator in the second step so that the alcohol content of the product can be measured. The third step is the conclusion of the design results.

The dimensions of design condenser are as follows. The height of the condenser tube is 40.0 cm and the diameter of the tube is 25.0 cm. The condenser pipe in the tube is made of copper 400 cm long and 1.27 cm in diameter. The palm sap distillator with the condenser can produce 55% alcohol in the first test and 35% alcohol in the second.

Keywords: Distillation, Condenser, Alcohol

1. Pendahuluan

Tanaman aren di Sulawesi Utara pada umumnya masih tumbuh liar dan hanya sebagian kecil yang telah diusahakan secara baik. Hasil utama dari tanaman aren adalah nira. Nira adalah cairan yang disadap dari bunga jantan pohon aren, yang tidak lain adalah hasil metabolisme dari pohon tersebut. Cairan yang disebut nira aren ini mengandung gula antara 10 hingga 15%. Nira dapat diolah menjadi gula aren, gula semut, sirup aren, cuka aren, *nata de arenga* dan etanol.

Proses pengolahan Nira menjadi etanol yang umum dilakukan petani aren adalah fermentasi alami. Proses ini dilakukan dengan cara nira disimpan dalam wadah penampung selama dua hingga empat hari tanpa penggunaan ragi. Selanjutnya, hasil fermentasi nira disuling. Penyulingan dilakukan dengan cara : mula-mula hasil fermentasi ini ditingkatkan hingga titik didih etanol. Ini

menyebabkan etanol (dinaikkan) dalam hasil fermentasi akan menguap. Kemudian, uap etanol dicairkan dalam proses pendinginan. Proses pendinginan dilakukan dalam bambu yang dibuat seperti pipa dengan panjang 21 hingga 24 meter.

Proses distilasi bertujuan untuk memisahkan etanol dari campuran etanol-air. Titik didih etanol adalah 78°C dan titik didih air adalah 100 °C sehingga dengan pemanasan pada suhu 78 °C dengan metode distilasi maka etanol dapat dipisahkan dari campuran etanol air.

Alat yang dibutuhkan untuk melakukan proses distilasi disebut distilator. Pengembangan distilator dengan penambahan alat tertentu akan membantu petani untuk lebih mudah dan ringkas dalam mengolah nira aren. Selain itu, pengembangan alat distilasi ini juga dapat meningkatkan kebersihan dari air nira.

Salah satu alat yang bisa ditambahkan pada distilator adalah kondensator Alat ini berfungsi sebagai

pendingin yang akan membantu proses pendinginan nira aren dimana pada distilator konvensional proses pendinginan dilakukan secara alami.

Pada penelitian ini akan dibuat sebuah unit kondensator yang dirancang sesuai dengan standar yang berlaku sehingga dapat dihasilkan alat penukar kalor yang memiliki efektivitas yang tinggi. Unit kondensator yang dikembangkan ini bisa membantu produktivitas distilator konvensional yang masih digunakan petani.

Tujuan penelitian ini yaitu pertama, untuk merancang kondensator pada distilator nira aren menjadi alkohol. Kedua, membuat kondensator hasil perancangan tersebut; dan yang ketiga, mendapatkan produk alkohol hasil dari distilator yang dibuat peneliti.

2. Metode

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian, perancangan, pembuatan alat dan pengujian dilaksanakan pada bulan Agustus 2022 sampai Februari 2023 di Laboratorium Teknik Mesin UNSRAT, tepatnya di Lab. Perancangan, Konstruksi & Kontrol, dan Lab. Manufaktur & Material.

2.2 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang akan diterapkan dalam penelitian ini yaitu :

1. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan studi literatur yang berhubungan dengan topik penelitian.

2. Tahap Perancangan

Pada tahap ini, dilakukan penentuan kapasitas tabung Kondensator, perhitungan dimensi Kondensator, perhitungan massa etanol, simulasi pipa penghubung dan Kondensator, perhitungan panas keluar, perhitungan kerja pompa, pengecekan kerja pompa terhadap panas keluar, dan spesifikasi pompa.

3. Tahap Pembuatan Kondensator

Pada tahap ini akan dibuat model fisik tabung Kondensator, pipa Kondensator, pipa penghubung, dan rangka dudukan sesuai dengan dimensi dan model yang sudah dirancang.

4. Tahap Pengujian Kondensator

Pada tahap ini dilakukan uji kerja kondensator dengan melakukan proses pendinginan produk pada distilator yang sudah dibuat. Jika memperoleh hasil maka dilanjutkan ke tahap selanjutnya yaitu pengukuran kadar alkohol. Namun, jika pengujian tidak memperoleh hasil maka kembali ke tahap pembuatan Kondensator.

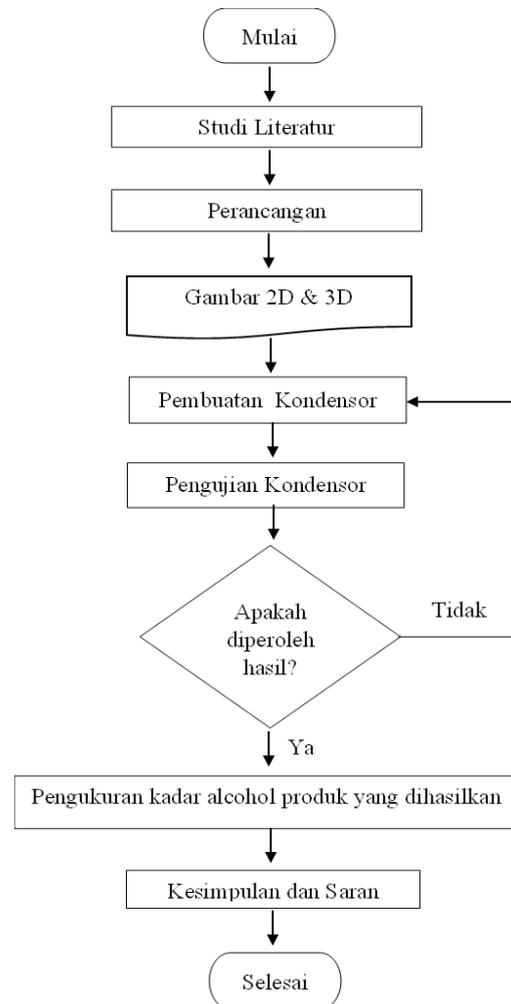
5. Tahap pengukuran kadar alkohol

Pada tahap ini, dilakukan pengukuran kadar alkohol dari hasil destilasi nira aren menjadi alkohol.

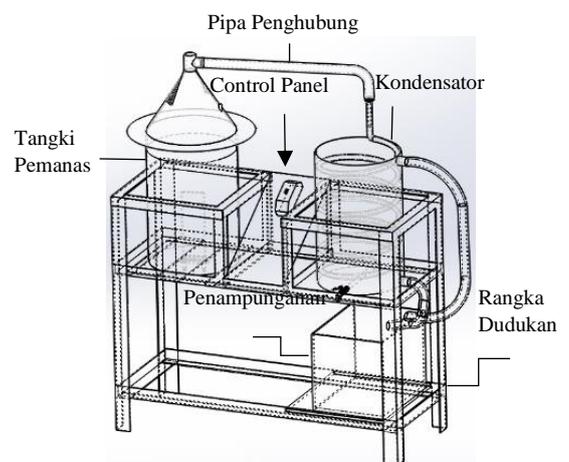
6. Kesimpulan dan saran

Pada tahap ini dilakukan pengamatan dari hasil pengujian distilator untuk selanjutnya dibuat

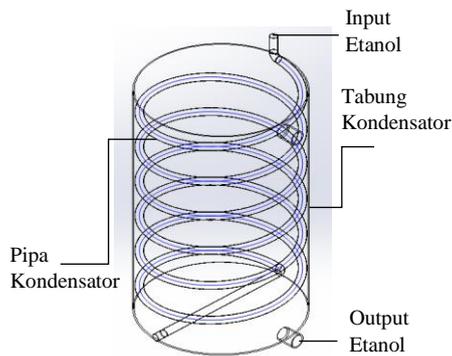
kesimpulan dan saran berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan.



Gambar 2. 1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. 2 Sketsa Model Alat Distilasi yang dirancang



Gambar 2. 3 Sketsa Model Kondensator yang dirancang

3. Perancangan, Pembuatan, dan Pengujian Alat

3.1 Perhitungan Dimensi Kondensator Dimensi Tabung Kondensator

Tabung kondensator yang dirancang memiliki total volume 20 liter, berdasarkan target volume tabung tersebut dapat ditentukan dimensi tabung seperti dijelaskan berikut ini.

- diameter tabung $d = 25,0$ cm
- tinggi tabung $h = 40,0$ cm
- jari-jari tabung $r = \frac{d}{2} = \frac{25}{2} = 12,5$ cm

Untuk mencari luas permukaan dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$A = \pi r^2$$

$$A = \pi(12,5 \text{ cm})^2 = 4,90 \times 10^2 \text{ cm}^2$$

Maka, volume tabung kondensator dapat dihitung sebagai berikut.

$$V = A \times h$$

$$\begin{aligned} V &= 4,90 \times 10^2 \text{ cm}^2 \times 40,0 \text{ cm} \\ &= 19,6 \times 10^3 \text{ cm}^3 \\ &= 19,6 \text{ liter} \approx 20 \text{ liter} \end{aligned}$$

Dimensi Pipa Kondensator

Pipa kondensator yang digunakan yaitu pipa tembaga dengan dimensi sebagai berikut.

- diameter pipa $d = 1/2''$ atau 1,27 cm
- Panjang pipa $l = 400$ cm
- jari-jari pipa $r = 6,35$ cm

Untuk mencari luas permukaan pipa (A) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$A = \pi r^2$$

$$A = \pi(6,35 \text{ cm})^2 = 1,266 \text{ cm}^2$$

Maka, volume pipa kondensator dapat dihitung sebagai berikut.

$$V = A \times h$$

$$\begin{aligned} V &= 1,266 \text{ cm}^2 \times 400 \text{ cm} \\ &= 506,4 \text{ cm}^3 = 5,06 \times 10^{-4} \text{ m}^3 = 0,5 \text{ liter} \end{aligned}$$

3.2 Perhitungan Massa Etanol

Untuk mencari massa dari etanol dapat diketahui.

$$\rho = \text{massa jenis (kg / m}^3) = 1,627 \text{ kg / m}^3$$

$$v = \text{volume benda/zat (m}^3) = 5,06 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

Maka, massa etanol dapat dihitung.

$$m = \rho \times v$$

$$\begin{aligned} m &= 1,627 \text{ kg / m}^3 \times 5,06 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \\ &= 8,23 \times 10^{-4} \text{ kg} \end{aligned}$$

3.3 Simulasi Pipa Penghubung dan Kondensator Parameter input simulasi

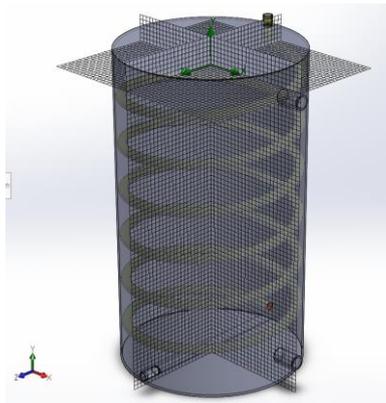
Sebelum memulai simulasi pada perangkat lunak Solidworks, perlu ditentukan parameter yang akan di input untuk melengkapi data saat simulasi. Data yang akan di perlukan dalam simulasi pipa penghubung dapat dilihat pada Tabel 3.1, dan untuk data yang diperlukan dalam simulasi kondensator dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.1 Parameter yang digunakan dalam Simulasi Pipa Penghubung

Parameter	Uraian
Temperature outlet tangki pemanas	85°C
Kecepatan outlet tangki pemanas	0,090 m/s
Material Fluida	Ethanol(gases)
Material Pipa penghubung	Zink

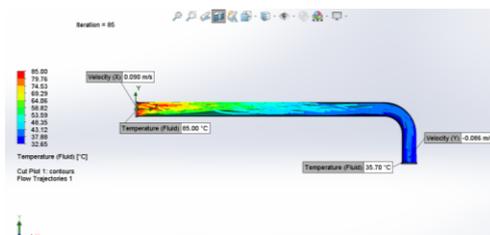
Tabel 3.2 Parameter yang digunakan pada Simulasi Pipa Kondensator

Parameter	Uraian
Temperature outlet pipa penghubung (average)	35,701°C
Temperature inlet air pendingin	27 °C
Kecepatan outlet pipa penghubung	0,086 m/s
Kecepatan inlet aliran air pendingin	0,410 m/s
Material Fluida	Water (liquid), Ethanol (gases)
Material Tabung Kondensator	Steel mild
Material Pipa Kondensator	Copper

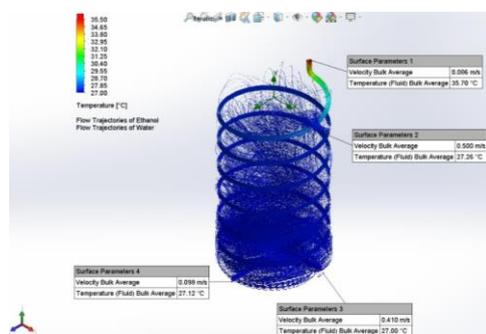


Gambar 3.1 Model Kondensator setelah diinput Parameter

- Hasil simulasi aliran pada kondensator Pada tahap ini akan dilakukan simulasi untuk melihat kecepatan aliran dan temperature yang terjadi pada pipa penghubung dan kondensator menggunakan perangkat lunak Solidworks.



Gambar 3.2 Hasil Simulasi Aliran pada Pipa Penghubung



Gambar 3.3 Hasil Simulasi Aliran pada Kondensator

Tabel 3.3 Hasil Simulasi Aliran Pipa Penghubung

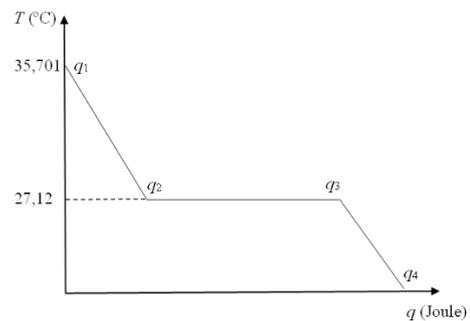
Kecepatan Aliran (m/s)	Temperature average (°C)
0,086	35,701

Tabel 3.4 Hasil Simulasi Aliran Kondensator

	Kecepatan Aliran (m/s)	Temperature average (°C)
Pipa Kondensator	0,098	27,12
Tabung Kondensator	0,500	27,26

3.4 Perhitungan Panas Keluar

Jumlah panas yang keluar dalam penelitian ini dapat dilihat melalui grafik pada Gambar 3.4 berikut.



Gambar 3.4 Grafik proses panas keluar

Dimana pada kondisi q_1 ke q_2 terjadi proses pendinginan dan penurunan temperature dari 35,701 °C (q_1) turun 27,12 °C (q_2). Kemudian setelah mencapai suhu 27,12 °C terjadi proses perubahan wujud dari gas(uap) ke cair (q_3), saat proses ini berlangsung suhu menjadi konstan. Saat proses perubahan wujud selesai suhu kembali turun menjadi normal (q_4).

Untuk mencari Panas yang keluar (q) perlu diketahui temperatur uap masuk dari tangki pemanas (T_1) yaitu 35,701 °C = 308,851 K dan temperatur akhir (T_2) 27,12 °C = 300,27 K disertai dengan massa etanol (m) = $8,23 \times 10^{-4}$ kg. Adapun tetapan panas spesifik etanol (c_p) = 1,753 kJ/kg.K, sedangkan untuk kalor laten/ kalor kondensasi (L) = $8,55 \times 10^5$ J/kg. Panas yang keluar dapat dihitung menggunakan Persamaan berikut.

- Pada proses pendinginan (2.2)

$$q_{12} = 8,23 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot 1,753 \text{ kJ/kg.K} (300,27 \text{ K} - 308,851 \text{ K})$$

$$q_{12} = 8,23 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot 1,753 \text{ kJ/kg.K} (-8,581 \text{ K})$$

$$q_{12} = -1,23 \times 10^{-2} \text{ kJ}$$

$$q_{12} = -12,3 \text{ J}$$
- Saat perubahan wujud (Uap-Cair) (2.3)

$$q_{23} = - 8,23 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot 8,55 \times 10^5 \text{ J/kg}$$

$$q_{23} = - 7,03 \times 10^2 \text{ J}$$
- Jumlah panas yang keluar (2.4)

$$q_{\text{total}} = -12,3 \text{ J} + (- 7,03 \times 10^2 \text{ J})$$

$$q_{\text{total}} = 715,3 \text{ J}$$

3.5 Perhitungan Kapasitas Dan Kecepatan Aliran Pompa

• Kapasitas Aliran (Q)
Berdasarkan pengujian, dimana pompa yang dijalankan membutuhkan waktu (t) = 162 s untuk mengisi tabung kondensator dengan volume (Vol) 19 L = 0,019 m³. Sehingga dapat dihitung :

$$Q = \frac{Vol}{t}$$

$$Q = \frac{0,019 \text{ m}^3}{162 \text{ s}} = 0,000117 \text{ m}^3/\text{s}$$

• Kecepatan Aliran (V)

Diketahui diameter selang (d) = 3/4 inch = 0,01905 m. Luas penampang selang dapat dihitung.

$$A = \frac{\pi}{4} d^2$$

$$A = \frac{\pi}{4} (0,01905\text{m})^2 = 0,000285 \text{ m}^2$$

Maka, kecepatan aliran dapat dihitung :

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0,000117 \text{ m}^3/\text{s}}{0,000285 \text{ m}^2} = 0,41 \text{ m/s}$$

3.6 Perhitungan Kerja Pompa

Untuk menentukan bahwa kerja pompa yang akan digunakan harus lebih besar dari panas yang akan dikeluarkan kalor $W_p \geq q_{out}$, perlu dihitung dahulu daya pompa yang akan digunakan.

- Bahan selang = PVC
- Diameter selang (d) = 1,90 cm
- Panjang selang (L) = 200 cm
- Head statis (H_s) = 77,0 cm
- Media pendingin yang digunakan = air baku
- Massa jenis media pendingin (ρ) = 1000 kg/m³
- Percepatan gravitasi bumi (g) = 9,81 m/s²

1. Total head pompa

Pada kondisi ini, H_f diasumsikan nol.

$$H_{total} = H_s + H_f$$

$$H_{total} = 77,0 \text{ cm} + (0) = 77,0 \text{ cm}$$

2. Daya yang dibutuhkan pompa

$$P_h = \rho \cdot g \cdot H_{total} \cdot Q$$

$$P_h = (1000 \text{ kg/m}^3) \cdot (9,81 \text{ m/s}^2) \cdot (77,0 \text{ cm}) \cdot (0,000117 \text{ m}^3/\text{s})$$

$$= 0,884 \text{ Watt}$$

3. Kerja pompa

Untuk waktu diestimasi sebesar t = 30 menit = 1800s, selanjutnya dapat dihitung kerja pompa.

$$W_p = P_h \times t$$

$$W_p = 0,884 \text{ Watt} \times 1800 \text{ s} = 1591,20 \text{ J}$$

3.7 Pengecekan Kerja Pompa terhadap Panas yang Harus Dikeluarkan

Dari hasil perhitungan diatas didapat hasil bahwa kerja pompa lebih besar dari kalor yang dikeluarkan, sehingga memenuhi

$$W_p \geq q_{out}$$

$$1591,20 \text{ J} \geq 715,3 \text{ J}$$

3.8 Spesifikasi Pompa

Dari perhitungan di atas maka untuk memilih pompa adalah dengan melihat kapasitas dan head pompa yang dibutuhkan. Kapasitas aliran (Q) = 0,000117 m³/detik = 7,02 liter/menit, dengan head pompa = 77,0 cm. Berdasarkan data tersebut dipilih pompa celup mini 12V 3A, dengan spesifikasi sebagai berikut

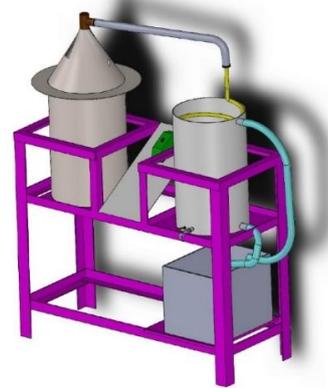
**Spesifikasi:
Tegangan kerja: 12/24v DC
Kecepatan motor: max 8500 RPM
Arus motor: 0.1A
Debit: 12 ltr/menit
Head: 2.5m
Kabel: 0.3 mm2 x 3 mtr
Diameter output: 16mm



Gambar 3.5 Spesifikasi Pompa

3.9 Hasil Perancangan

Berdasarkan hasil perancangan didapat gambar 3D dari distilator nira aren menjadi alkohol dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Gambar 3D distilator

3.10 Pemilihan dan Pengukuran Bahan

Pengukuran Material ini disesuaikan dengan dimensi yang telah dirancang. Untuk tabung kondensator menggunakan material besi pelat eser dengan tebal 0,1 cm dan ukuran 78,5 cm x 25,0 cm. Sedangkan untuk alas tabung masih menggunakan bahan material yang sama dengan diameter 25,0 cm. Adapun pengukuran rangka dudukan tabung kondensator dan komponen pendukung lainnya menggunakan bahan besi siku dengan ukuran 36,0 cm x 36,0 cm, dan 90,0 cm x 75,6 cm. Untuk pipa penghubung menggunakan bahan pipa galvanis dengan ukuran 56,0 cm x 20,0 cm, diameter 2,1 cm. Pengukuran material ini menggunakan mistar siku, meter rol, jangka besi, jangka sorong, dan spidol.



Gambar 3.7 Pengukuran Material

3.11 Pemotongan Material

Pemotongan Material dilakukan di Lab Manufaktur jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi. Material didapat dari pembelian di toko bangunan. Material tersebut terdiri dari dua jenis yaitu besi plat yang akan dipotong dengan ukuran 78,5 cm × 25,0 cm dan ukuran berdiameter 25,0 cm, serta pipa tembaga yang berdiameter 1,27 cm dengan panjang 400 cm. Pemotongan material dilakukan menggunakan mesin gerinda tangan.



Gambar 3.8 Pemotongan Material

3.12 Pembuatan pipa penghubung

Untuk pipa penghubung dibengkokkan 95 derajat secara manual menggunakan tangan dengan bantuan ragum yang berfungsi menahan material agar tidak bergerak.



Gambar 3.9 Pembuatan Pipa Penghubung

3.13 Proses Bending (Penekukan) Material

Proses bending ini menggunakan mesin bending yang ada di Lab Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi. Proses ini bertujuan agar material besi plat dapat ditebuk hingga membentuk tabung (silinder).



Gambar 3.10 Proses Bending Material



Gambar 3.11 Hasil Bending Material

3.14 Pengelasan Tabung Kondensator

Tabung yang sudah dibending kemudian disatukan dengan alas tabung yang sudah di potong dengan menggunakan mesin las.



Gambar 3.12 Pengelasan Tabung Kondensator

3.15 Pembuatan Pipa Kondensator

Pipa kondensator dibuat dengan cara di tekuk menggunakan tangan dengan diameter lingkaran 23,5 cm dengan pitch 7 cm sehingga dapat masuk dalam tabung kondensator. Kemudian untuk out dari pipa dibuat lubang pada tabung kondensator, sedangkan media pendingin air dibuat dua lubang out dan in di sisi kanan tabung dengan menggunakan bor tangan.



Gambar 3.13 Pembuatan Pipa Kondensator



Gambar 3.14 Pembuatan Lubang Tabung Kondensator

3.16 Finishing

Pada tahap ini, dilakukan penghalusan tabung dari hasil pengelasan menggunakan gerinda tangan kemudian pendempulan menggunakan dempul besi, yang bertujuan agar meminimalisir kebocoran dan untuk menguatkan hasil pengelasan. Setelah pendempulan dilakukan penyemprotan cat tahan panas agar menjaga lapisan tabung untuk tahan panas.



Gambar 3.15 Penghalusan Tabung



Gambar 3.16 Pendempulan Tabung



Gambar 3.17 Penyemprotan Cat Tahan Panas

3.17 Pembuatan rangka dudukan

Rangka dudukan dibuat dengan menggunakan besi siku dengan cara dipotong menggunakan mesin *cutoff*. Selanjutnya dilakukan pengelasan untuk menyambungkan komponen rangka yang telah dipotong agar menjadi sebuah meja destilasi



Gambar 3.18 Pematangan Rangka Dudukan



Gambar 3.19 Pengelasan Rangka Dudukan

3.18 Perakitan

Setelah tabung dan pipa kondensator sudah selesai dibuat, Langkah selanjutnya yaitu perakitan keran air, pompa dan penampungan air, yang berfungsi sebagai media pendinginan.



Gambar 3.20 Pemasangan keran air output produk



Gambar 3.21 Perakitan Pompa

3.19 Pengujian Kondensator

- Proses Pengolahan Nira Aren menjadi Alkohol Sebanyak 20 liter bahan baku nira aren dimasukkan ke dalam tangki pemanas yang dialirkan melalui lubang atas dengan membuka penutup, disertai dengan pengisian air pada tabung Kondensator. Pengaturan komponen control untuk tangki pemanas dimulai dari penyetelan *Heater* sebagai sumber panas dan thermostat atau sensor suhu sebagai pengatur suhu panas pada *heater* juga indikator suhu. dilanjutkan dengan pengaturan manometer sebagai pengukur tekanan. Kemudian alat dinyalakan lewat colokan listrik, selanjutnya mengalihkan MCB dan *Heater* akan otomatis hidup dan akan dikontrol suhunya melalui Termostat. Air yang dipanaskan kemudian mengeluarkan uap yang akan masuk ke Kondensator melalui pipa penghubung. Uap panas ini kemudian melewati pipa kondensator yang didinginkan dengan air yang dialirkan secara kontinu menggunakan pompa air. Uap air ini kemudian dikeluarkan melalui kran pembuangan dalam bentuk cairan etanol. Pengujian distilator dilakukan sebanyak dua kali. Pada pengujian pertama distilator bekerja dengan normal dan mengeluarkan tetesan pertama alkohol pada menit ke 53, namun tidak lama kemudian distilator mengalami gangguan pada bagian MCB yang digunakan. Ketika dianalisa MCB yang digunakan tidak mampu menerima arus listrik yang bekerja dalam jangka waktu yang lama sehingga menyebabkan MCB mati dan tidak bisa dihidupkan kembali. Dari hasil pengujian pertama berhasil diperoleh produk alkohol sebanyak 140 ml. Pada kendala MCB ditemukan solusi yaitu, mengganti MCB yang memiliki kapasitas ampere lebih besar

dari yang sebelumnya 10 ampere menjadi 16 ampere.

Pengujian yang kedua distilator berjalan dengan baik dan normal. Pada menit ke 54, tetesan pertama produk alkohol yang dihasilkan keluar dari tabung Kondensator. Selama produk alkohol yang dihasilkan keluar dari tabung Kondensator, suhu pada tangki pemanas tidak naik ataupun turun, tetapi konstan pada temperatur 85 °C. Dari tetesan awal tercatat sudah 34 menit berjalan heater kemudian naik temperatur menjadi 86 °C hingga pada menit ke 38 produk alkohol tidak lagi keluar dari tabung kondensator dan suhu dalam tangki pemanas perlahan mulai turun. Sehingga pengujian kedua diakhiri. Dari pengujian yang kedua diperoleh produk alkohol sebanyak 1800 mL dan total waktu operasi alat 92 menit.

Dari hasil pengujian kedua ini produk alkohol diperoleh tiap 4 menit menghasilkan 200mL. Hasil akhir produk dari 20000mL menghasilkan 1800mL. Sehingga efisiensi yang diperoleh dari bahan baku nira aren menjadi alkohol adalah 9%.

3.20 Pengujian Kadar Alkohol

Untuk tahap selanjutnya diukur kadar alkohol menggunakan alkoholmeter/hydrometer dari hasil yang di dapat pada percobaan pertama Rabu, 18 Januari 2023 (11 : 18 WITA) sebesar 55% dan percobaan kedua Kamis, 19 Januari 2023 (16 : 29 WITA) sebesar 35%.



Gambar 5.1 Pengukuran Kadar Alkohol 55%



Gambar 5.2 Pengukuran Kadar Alkohol 35%

Dari hasil pengujian kadar alkohol yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa untuk percobaan pertama air nira yang digunakan sudah terfermentasi selama kurang lebih dua minggu, sedangkan untuk percobaan kedua air nira yang digunakan terfermentasi tiga hari sejak diambil dari perkebunan. Ini menunjukkan bahwa semakin lama difermentasi maka semakin besar kadar alkohol yang akan didapat.

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini ada tiga. Kesimpulan yang pertama yaitu, perancangan kondensator untuk distilator nira aren menjadi alkohol telah berhasil dilakukan dengan volume tabung sebesar 20 liter dan volume pipa kondensator sebesar 0,5 liter .

Kesimpulan yang kedua dimensi kondensator yang dibuat adalah sebagai berikut. Tinggi tabung kondensator adalah 40,0 cm dan diameter tabung adalah 25,0 cm. Pipa kondensator dalam tabung dibuat dari tembaga sepanjang 400 cm yang berdiameter 1,27 cm.

Kesimpulan yang ketiga yaitu distilator nira aren dengan kondensator itu dapat menghasilkan produk alkohol dengan kadar 55% pada pengujian pertama dan alkohol dengan kadar 35 % pada pengujian kedua.

DAFTAR PUSTAKA

- Delly, J., Balaka, R., Mursidi, B., & Sihombing, R. (2015). PEMBUATAN SISTEM DESTILASI UNTUK MENGHASILKAN ETANOL DARI NIRA AREN SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF.
- Hendra, D., Komarayati, S., & Wibisono, H. S. (2016). Pembuatan Bioetanol dari Nira Nipah dengan Alat Hasil Rekayasa Tipe P3HH-1. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 34(1), 1-10.
- Marjuni, M., Minarto, O., & Wahyono, S. C. Modifikasi Sirkulasi Air Pendingin Alat Destilasi pada Proses Pembuatan Akuades. *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*, 18(1), 16-24.
- Manambangtua, A. P., Hutapea, R. T., & Wungkana, J. (2018). Analisis Usahatani Aren (Arenga Pinnata Merr) Di Kota Tomohon, Sulawesi Utara. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, 14(1), 85-92.
- Mokhtar, A., Rahmandika, A., Jufri, M., & Murjito, M. (2021, January). Proses Pembuatan Bahan Bakar Cair Dari Limbah Plastik. In *Prosiding SENTRA (Seminar Teknologi dan Rekayasa)* (No. 6, pp. 28-34).
- Pukoliwutang, R., Sompie, S. R., & Allo, E. K. (2017). Pengaturan pendinginan pada kondensator untuk alat destilasi asap cair. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 6(1), 27-34.
- Roiyan, A. (2018). Rancang Bangun Kondensator Pada Sistem Destilasi Uap Minyak Atsiri Dengan Metode Aliran Silang (Cross Flow) Berbahan Baku Daun Serai Wangi (Cymbopogon Nardus). *Skripsi. Fakultas Teknik. Teknik Mesin. Universitas Muria Kudus*.
- Rubianto, B., Winarso, R., & Wibowo, R. (2018). Rancang bangun kondensator pada destilator bioetanol kapasitas 5 liter/jam dengan skala umkm. *Jurnal Crankshaft*, 1(1), 29-36.
- Siregar, A. A. (2009). Proses Produksi tentang Destilasi Alkohol dari Nira Aren sebagai Model.
- Sumampow, N. G., Molenaar, R., & Wenur, F. (2021, September). ANALISIS EKONOMI PENGGUNAAN ALAT PENYULINGAN NIRA AREN MENJADI BIOETANOL DI KELOMPOK TANI HUTAN TEYAPU DI DESA TALAWAAN KECAMATAN TALAWAAN KABUPATEN MINAHASA UTARA. In *COCOS* (Vol. 6, No. 6).
- Tampilang, Y., Lumintang, R., & Poeng, R. (2023). Rancang Bangun Sistem Pendingin untuk Mesin Bubut BV 20. *Jurnal Online Poros Teknik Mesin Unsrat*, 6-8.
- Tanaioyo, D., Antu, E. S., & Akuba, S. (2022). Rancang Bangun Alat Destilasi Bioetanol Berbahan Dasar Nira Aren. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*, 7(1), 22-26.
- Wibisono, Y. (2012). *Rancang Bangun Alat Destilasi Bioetanol Model Kolom Destilasi Spiral* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).