

Perancangan Kondensor Pada Mesin Destilasi Minyak Serai Wangi Kapasitas 5 kg

Zainuri Anwar^{1*}, Sultan Hasanuddin², Danang Mulya Dipa²

¹Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya

²Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional

e-mail : zainuri.anwar@polsri.ac.id

ABSTRACT

The condenser was an important component in the citronella oil distillation machine which functions to convert vapor into liquid. The purpose of this research was to obtain the best condenser design parameters for steam distillation machines for citronella oil. The raw material to be distilled is citronella with a capacity of 5 Kg. The condenser used is a spiral type condenser with a counter flow type. The result of the design is that the 5 kg capacity condenser is cylindrical. The thickness of the plate is 1 mm, where the dimensions that have been calculated are obtained the diameter of the condenser tube is 20 cm, the height of the condenser tube is 60 cm, and the length of the spiral pipe is 10.3 m, and the diameter of the spiral pipe is 11 mm. the water requirement to cool the condenser is 139.75 L

Keyword: Lemongrass Oil, Steam, Distillation, Evaporation, cooling.

ABSTRAK

Kondensor merupakan komponen penting pada mesin destilasi minyak serai wangi yang berfungsi untuk merubah uap menjadi cair. Tujuan dari penelitian ini adalah memperoleh parameter design kondensor yang terbaik untuk mesin destilasi uap minyak serai wangi. Bahan baku yang akan didestilasi adalah serai wangi dengan kapasitas 5 Kg. Kondensor yang di gunakan adalah kondesor jenis spiral dengan tipe aliran *conterflow*. Hasil rancangan didapatkan kondensor kapasitas 5 kg ini berbentuk silinder. Tebal plat 1 mm, dimana ukuran dimensi yang telah diperhitungkan diperoleh diameter tabung kondensor 20 cm, tinggi tabung kondensor 60 cm, dan panjang pippa spiral 10,3 m, dan diameter pipa spiral 11 mm. kebutuhan air untuk mendinginkan kondensor 139,75 L.

Kata kunci: Minyak Serai, Uap, Destilasi, Penguapan, Pendinginan

PENDAHULUAN

Indonesia saat ini menjadi salah satu pemasok bahan baku minyak Serai di dunia. Minyak Serai merupakan bahan baku untuk memproduksi parfum yang berfungsi sebagai bahan pengikat (*fixatef*) dalam pembuatan parfum dan produk perasa makanan pewangi dan lain-lain [1]. Minyak serai wangi dihasilkan melalui beberapa pross pengolahan

tanaman serai wangi seperti proses penyulingan. Dengan adanya proses penyulingan minyak Serai maka diperlukan destilator untuk memprosesnya menjadi minyak cair dimana destilator tersebut diperlukan sebuah alat yaitu kondensor [2].

Kondensor merupakan alat penukar kalor yang sangat penting pada mesin destilasi yang berfungsi untuk memaksimalkan efisiensi pada proses penyulingan minyak.

Pada kondensor ini terjadi pelepasan kalor secara kondensasi. Pada umumnya kondensor menggunakan tipe permukaan, tipe kondensor ini merupakan jenis *shell-tube* dimana pendinginan disirkulasikan melalui *tube/pipe*. Untuk proses penyulingan minyak harus mempunyai alat yang mana alat tersebut mampu memisahkan air dan minyak serai, sehingga perlu dibuatlah alat *separator* (pemisah air dan minyak) dimana *separator* tersebut berfungsi sebagai alat pemisah antara air suling dan minyak. Proses penyulingan volume air suling selalu lebih besar dari jumlah minyak. dalam hal ini diperlukan agar air suling tersebut terpisah secara otomatis dari minyak Serai. Sedangkan untuk di industri kecil di pedesaan alat pemisah air dan minyaknya masih menggunakan metode sederhana (manual) yaitu dengan cara mengambil minyak yang ada dipenampungan menggunakan sendok. Tentunya hal tersebut tidak begitu efisien [3].

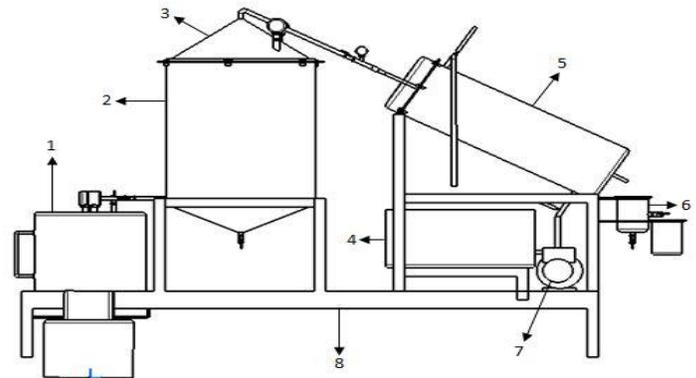
Untuk memperoleh performan yang sebaik-baiknya maka kondensor harus dirancang dengan seoptimal mungkin. Oleh karena itu penguasaan metode perancangan sebuah alat penukar kalor menjadi sangat penting karena akan memberikan kontribusi yang sangat besar kepada upaya peningkatan performance instalasi industri, yang berarti juga kepada upaya penghematan energi pada proses produksi [4].

Perancangan kondensor pada destilator minyak serai adalah berupa proses perencanaan dan *tube* yang akan digunakan untuk proses heat transfer. Adanya proses perancangan ini bertujuan untuk memaksimalkan minyak yang akan dihasilkan pada saat pengujian mesin penyulingan minyak serai wangi [5]. Pendingin tube, uap dan coolant mengalami kontak langsung Pendingin berfungsi untuk mengubah seluruh uap air dan uap minyak menjadi fase cair.

METODE PERANCANGAN

Tempat pelaksanaan penelitian dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Jambi. Adapun perancangan ini di mulai dari observasi lapangan dan studi literatur, menganalisa kebutuhan serta membuat konsep awal. Perancangan mesin destilasi ini didesain dalam skala laboratorium untuk bahan baku jenis serai wangi. Perancangan ini difokuskan pada peralatan destilator yaitu kondensor. Parameter tekanan dan

laju aliran uap ke kondensor didapat dari penelitian sebelumnya oleh Azmi, dkk [6]. Tekanan maksimum boiler pada perancangan yaitu 3 Bar dengan temperatur uap 120 °C dengan kapasitas daun serai wangi 5 kg. kondensor yang dirancang merupakan jenis spiral dengan tipe aliran *counter flow*. Bahan baku yang dipilih berdasarkan standar dari ASME. Berikut adalah gambar layout perancangan kondensor pada mesin destilasi minyak serai wangi:



Gambar 1. Layout perancangan kondensor mesin destilasi

Keterangan gambar :

1. Boiler
2. Tangki penguapan
3. Tutup tangki penguapan
4. Bak penampung air
5. Kondensor
6. Sperator
7. Pompa
8. kerangka

HASIL DAN PEMBAHASAN

➤ Desain awal kondensor

Pada perancangan ini sebagai langkah awal yang dilakukan adalah membuat desain awal kondensor secara keseluruhan. adapun komponen kondensor yang akan dirancang adalah *Cover / tabung kondensor*, pipa / *tube*, pompa kondensor dan bak penampungan air pendingin. Dalam hal ini pipa dibentuk spiral untuk memperbesar losses pada pipa sehingga mempercepat pengembunan. Untuk gambar desain dibuat menggunakan aplikasi *software catia*. Komponen – komponen utama kemudian dilakukan estimasi

baik dari jumlah komponen maupun waktu proses produksi untuk mendapatkan parameter yang terbaik.

- Disain pipa spiral
Untuk menentukan pipa yang digunakan untuk mendinginkan uap yaitu panjang pipa, jumlah spiral, jarak spiral, diaameter pipa, dan diameter spiral.

❖ Tebal pipa:

Untuk menentukan tebal pipa yang digunakan berdasarkan tekanan kerja menggunakan persamaan [7]:

$$t = \frac{PR}{SE - 0,6P} + 0,04$$

$$t = \frac{43,51 \times 0,3}{12800 \times 0,85 - 0,6 \times 43,51} + 0,04$$

$$t = 0,04 \text{ in} \rightarrow 1 \text{ mm}$$

❖ Diameter pipa:

$$K = \pi \times d$$

$$d = \frac{K}{\pi}$$

$$d = \frac{36,6}{3,14}$$

$$d = 11 \text{ mm}$$

❖ Panjang pipa spiral:

untuk mentukan panjang pipa spiral kondensor maka di butuhkan prameter sebagai berikut;

$$L = \frac{\dot{Q}}{U \times \pi \times d \times LMTD}$$

Dimana:

L = Panjang pipa (m)

\dot{Q} = Laju aliran volume (kJ/s)

d = Diameter pipa (m)

$LMTD$ = Beda temperatur (°C)

Dimana:

$$\dot{Q} = \dot{m} \times C_p \times \Delta T$$

$$\dot{Q} = 1,88 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \times 4,3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{K}} \times (393 ^\circ\text{K} - 308 ^\circ\text{K})$$

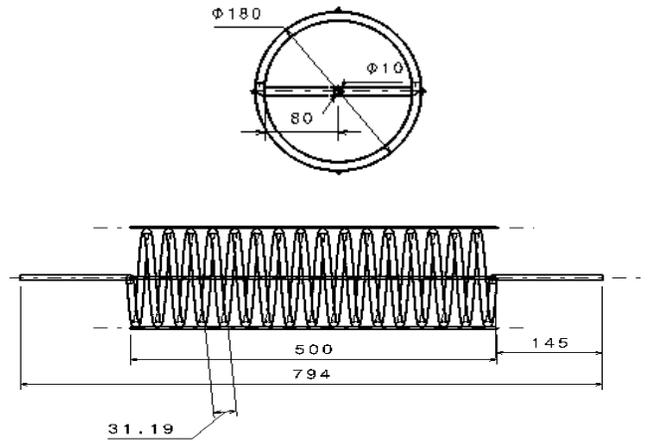
$$\dot{Q} = 669 \text{ KJ/s}$$

Sehingga:

$$L = \frac{\dot{Q}}{U \times \pi \times d \times LMTD}$$

$$L = \frac{669 \text{ KJ/s}}{6000 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot ^\circ\text{K} \times \pi \times 0,11 \text{ m} \times 304,5 ^\circ\text{K}}$$

$$L = 10,06 \text{ m}$$



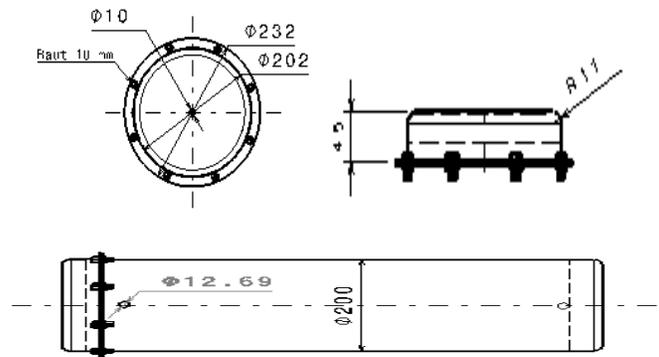
Gambar 2. Desain pipa spiral tampak samping

Tabel 1 spesifikasi pipa spiral kondensor

Parameter	Nilai
Panjang pipa spiral	10,06 m
Jumlah spiral	20
Diameter luar spiral	18 cm
diameter pipa	11 mm
Material pipa	Tembaga
Jarak pipa spiral	3 cm

❖ Tabung kondensor

Untuk menentukan tabung yang digunakan dalam pembuatan tabung kondensor yaitu tebal pelat, volume tabung, diameter tabung, dan panjang tabung.

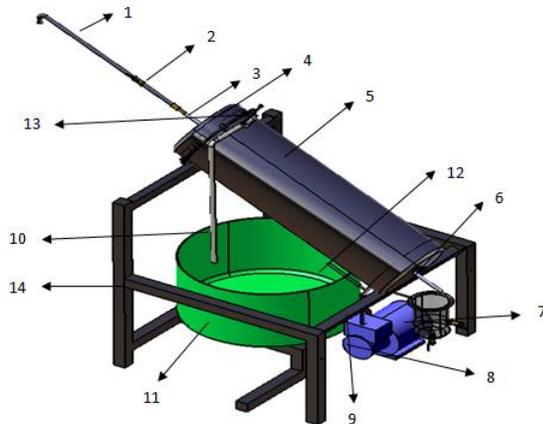


Gambar 3. Desain tabung kondensor

Tabel 2 Spesifikasi tabung kondensor

Parameter	Nilai
Panjang tabung	60 cm
Diameter tabung	20 cm
Volume tabung	18840 cm ³
Tebal pelat tabung	1 mm
Material tabung	Stainless steel 304
Kebutuhan air kondensor	139,75 L

Dari parameter rancangan yang didapatkan kemudian dibuat gambar desain untuk mempermudah proses pembuatan kondensor.



Gambar 4. Hasil Desain 3D kondensor

Keterangan gambar:

1. Pipa uap dari tengki penyulingan
2. Stop kran
3. Pipa tembaga
4. Tutup tabung kondensor
5. Tabung kondensor
6. Minyak keluar
7. Penampung minyak dan air
8. Pompa air
9. Air masuk
10. Air keluar
11. Bak penampung air
12. Termo raksa in
13. Termo raksa out
14. Rangka

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penulisan karya ilmiah tentang perancangan kondensor mesin destilasi adalah:

1. Parameter yang di hitung dalam penelitian ini adalah kondensor dengan ukuran pipa spiral panjang 10,3 m dengan diameter pipa spiral 17 cm, panjang tabung 60 cm dan diameter tabung 20 cm.
2. Dari desain awal diperoleh beberapa parameter untuk menentukan diameter komponen-komponen dari kondensor.
3. Komponen-komponen yang di rancang adalah panjang pipa spiral, diameter pipa spiral, panjang tabung, dan diameter tabung kondensor.
4. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan menghasilkan minyak dengan warna sesuai standar spesifikasi persyaratan mutu minyak serai wangi yaitu warna kuning pucat dilihat dari secara kasat mata dan berbau minyak serai wangi dengan bobot jenis pada suhu 31°C 0,837 sampai 0,857.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu, dan tidak dapat disebutkan satu persatu. Semoga Tuhan yang Maha Esa memberikan balasan yang setimpal atas bimbingan dan arahan yang diberikan kepada penulis dalam penyelesaian karya ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. H. I. News, "https://haloindonesianews.com/penyulingan-minyak-sereh-wangi," p. 6, 2021.
- [2] L. W. Wijayanti, "Citronellal isolation from Citronella Oil (*Cymbopogon winterianus* Jowit) by vacuum pressure fractional distillation," *J. Farm. Sains Community*, vol. 12, no. 1, pp. 22–29, 2015.
- [3] M. Luthfi, R. Winarso, and R. Wibowo, "Rancang Bangun Boiler Dan Tangki Penguapan Minyak Atsiri Pada Mesin Destilator Dengan Metode Uap Berbahan Baku Daun Serai (*Cymbopogon Nardus*)," *J. Crankshaft*, vol. 1, no. 1, pp. 8–20, 2018, doi:

10.24176/crankshaft.v1i1.2586.

- [4] B. Rubianto, R. Winarso, and R. Wibowo, “Rancang Bangun Kondensor Pada Destilator Bioetanol Kapasitas 5 Liter/Jam Dengan Skala Umkm,” *J. Crankshaft*, vol. 1, no. 1, pp. 29–36, 2018, doi: 10.24176/crankshaft.v1i1.2587.
- [5] E. Cassel, R. M. F. Vargas, N. Martinez, D. Lorenzo, and E. Dellacassa, “Steam distillation modeling for essential oil extraction process,” *Ind. Crops Prod.*, vol. 29, no. 1, pp. 171–176, 2009, doi: 10.1016/j.indcrop.2008.04.017.
- [6] V. A. Zul Azmi, Zainuri Anwar, “Perancangan Boiler dan Tangki Penguapan pada Mesin Destilasi Minyak Serai Wangi Kapasitas 5 Kg,” vol. 01, no. 02, pp. 31–36, 2022.
- [7] A. Boiler, *2010 ASME Boiler and Pressure Vessel*. The American Society of Mechanical Engineers, 2010.