

Design of the Refrigeration System for the Liquid Smoke Distillation Machine at BUMDES Nusa Serasan, Sungai Lilin District, Musi Banyuasin Regency

Perancangan Sistem Refrijerasi Pada Mesin Penyuling Pembuat Asap Cair Di Bumdes Nusa Serasan Kecamatan Sungai Lilin Kabupaten Musi Banyuasin.

Firdaus¹, Ella Sundari¹, Wahyu Adjie Pangestu¹,

¹ Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Sriwijaya

*Correspondence: wahyuadjie1997@gmail.com

Abstract

The liquid smoke making flute is useful for helping entrepreneurs distill the processed coconut shells that are burned, namely Liquid smoke is a versatile substance, One of its applications is in the freezing process of rubber latex. It helps in preserving the latex by preventing oxidation and degradation, ensuring better quality and longevity during storage. The lower the water temperature in the liquid smoke condensing media, the higher the liquid smoke yield, Therefore, to enhance the yield of liquid smoke, a refrigeration system is implemented to optimize both the manufacturing and marketing processes of the product. This system helps maintain consistent quality, improve efficiency, and support larger-scale production and distribution., which initially uses water with a temperature of $\pm 30^{\circ}\text{C}$ so as to increase economic income in the BUMDes and the planning stage of the tool using CAD assistance as the software medium for designing a refrigeration system on a liquid smoke distiller machine at BUMDes Nusa Serasan with an evaporation temperature of 6°C and a condensation temperature of 49°C and a targeted Actual COP of 2.76 and Carnot COP of 5.46 using refrigerant R22 to cool water with a capacity of 180 L where the refrigeration unit will operate for 2 hours for the cooling process.

Keywords : Liquid Smoke, Refrigeration, Distiller

Abstrak

[Alat suling pembuat asap cair berguna membantu pengusaha menyuling hasil olahan batok kelapa yang dibakar yaitu asap cair, salah satu pemanfaatan asap cair ialah digunakan untuk proses pembekuan pada getah karet. Semakin rendah temperatur air pada media pengkondensasian asap cair semakin tinggi hasil perolehan asap cair tersebut, maka dari itu guna meningkatkan hasil perolehan asap cair dilakukan pengaplikasian sistem refrijerasi untuk peningkatan dalam proses pembuatan serta pemasaran produk tersebut yang mula mula memakai media air yang bertemperatur $\pm 30^{\circ}\text{C}$ sehingga dapat meningkatkan pendapatan ekonomis di BUMDes tersebut dan tahap perencanaan alat menggunakan bantuan CAD sebagai media perangkat lunaknya perancangan sistem refrijerasi pada mesin penyuling asap cair di BUMDes Nusa Serasan bertemperatur evaporasi sebesar 6°C dan temperatur kondensasi 49°C serta COP Aktual yang ditargetkan sebesar 2,76 dan COP Carnot sebesar 5,46 menggunakan refrigerant R22 untuk mendinginkan air yang berkapasitas 180 L dimana unit refrijerasi tersebut akan beroperasi selama 2 jam untuk proses pendinginannya.

Kata Kunci : Asap Cair, Refrijerasi, Alat Penyuling

This is an open access article under the [CC - BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.



PENDAHULUAN

Menurut Badan Pusat Statistik Musi Banyuasin Tahun 2018 pada perkubunan karet penghasilan produksi karet di Musi Banyuasin pada tahun 2017 mencapai 152 250 ton.

Desa Nusa Serasan, yang terletak di Kecamatan Sungai Lilin, kini menjadi pionir dalam penerapan teknologi tepat guna di tingkat desa di Kabupaten Musi Banyuasin. Melalui inovasi yang luar biasa, Badan Usaha Milik Desa setempat berhasil mengembangkan teknologi pembuatan asap cair yang tidak hanya meningkatkan efisiensi, tetapi juga digunakan untuk pengolahan getah karet secara lebih modern dan ramah lingkungan (Rostiar Sitorus et al., 2023).

Dalam tugas akhirnya melakukan pembuatan alat miniatur mesin suling asap cair berpenerapan ilmu refrigjerasi dengan tujuan untuk menginovasikan proses penyulingan yang sebelumnya hanya menggunakan air bertemperatur 29°C diinovasikan dengan menerapkan teknologi refrigjerasi sehingga air bertemperatur 15°C dan dibandingkan hasil perolehan menggunakan refrigjerasi dan air bertemperatur 29°C, didapat hasil menggunakan refrigjerasi lebih banyak 116% perolehan asap cair saat menggunakan refrigjerasi (Hidayati et al., 2019).

Penelitian ini bertujuan utama untuk melakukan analisis terhadap sistem refrigjerasi yang digunakan pada mesin penyuling untuk memastikan efisiensi operasional dan kualitas produk yang dihasilkan. Pertama-tama, penelitian ini bertujuan untuk menghitung beban thermal pada sistem refrigjerasi, yang sangat penting untuk menentukan kapasitas pendinginan yang diperlukan agar proses penyulingan berjalan dengan lancar dan efisien (Widnyana, 2024). Berdasarkan perhitungan beban thermal tersebut, penelitian ini juga akan memilih komponen utama sistem refrigjerasi, seperti kompresor, kondensor, evaporator, dan katup ekspansi, yang sesuai dengan kebutuhan sistem mesin penyuling. Selanjutnya, penelitian ini akan menghitung potensi perolehan asap cair yang dihasilkan selama proses penyulingan saat menggunakan sistem refrigjerasi, guna menilai apakah penerapan refrigjerasi dapat meningkatkan efisiensi proses dan kualitas hasil produk (Sumarna et al., 2020). Selain itu, penelitian ini juga akan menentukan suhu evaporasi dan kondensasi yang optimal, yang berpengaruh langsung pada kinerja sistem refrigjerasi, agar dapat beroperasi dengan maksimal (Jibril et al., 2022). Terakhir, penelitian ini bertujuan untuk menghitung nilai Coefficient of Performance (COP) aktual dari sistem refrigjerasi yang digunakan, dan membandingkannya dengan nilai COP Carnot yang teoritis. Dengan perbandingan ini, dapat diketahui seberapa efisien sistem refrigjerasi dalam mengubah energi listrik menjadi energi pendinginan dan seberapa dekat kinerja aktualnya dengan batas efisiensi teoritis yang mungkin dicapai. Semua analisis ini bertujuan untuk merancang sistem refrigjerasi yang efisien dan optimal untuk mesin penyuling, yang dapat meningkatkan produktivitas serta kualitas hasil penyulingan.

METODE

Tahap perancangan menurut Pahl dan Beitz terbagi menjadi empat fase, yaitu:

Perencanaan Proyek dan Penjelasan Tugas

Tahap pertama dalam proses perancangan berdasarkan Pahl dan Beitz adalah perencanaan pada proyek serta klarifikasi tugas (Trilian & Jakaria, 2024). Pada fase ini, perhatian utama diberikan pada pemahaman tujuan dari proyek, pengidentifikasian kebutuhan pengguna, serta penetapan spesifikasi dan batasan yang relevan. mengidentifikasi dan merencanakan seluruh aspek proyek. Langkah pertama adalah memahami secara menyeluruh tugas yang diberikan, termasuk kebutuhan fungsional dan tujuan dari produk yang akan dirancang. Selain itu, pada fase ini, dilakukan analisis terhadap spesifikasi produk yang harus memenuhi kebutuhan konsumen serta persyaratan teknis yang relevan. Ini meliputi analisis pasar, studi kelayakan, dan penentuan anggaran yang dibutuhkan (Mujito & Dasmansyah Adyas, 2024).

Perancangan Konsep Alat

Setelah spesifikasi produk ditetapkan pada tahap pertama, langkah berikutnya adalah perancangan alat. Pada fase ini, berbagai ide konsep alat dikembangkan dan dievaluasi untuk memastikan kesesuaian dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Proses ini melibatkan brainstorming, perancangan alternatif, dan analisis untuk memilih konsep yang paling tepat (Wahyujati, 2022). Setiap konsep yang diajukan harus dapat memecahkan masalah yang telah diidentifikasi dan memenuhi kebutuhan fungsional serta estetika dari produk yang akan dibuat. Pemilihan konsep yang paling sesuai akan menjadi dasar bagi tahap berikutnya (Jogiyanto Hartono, 2018).

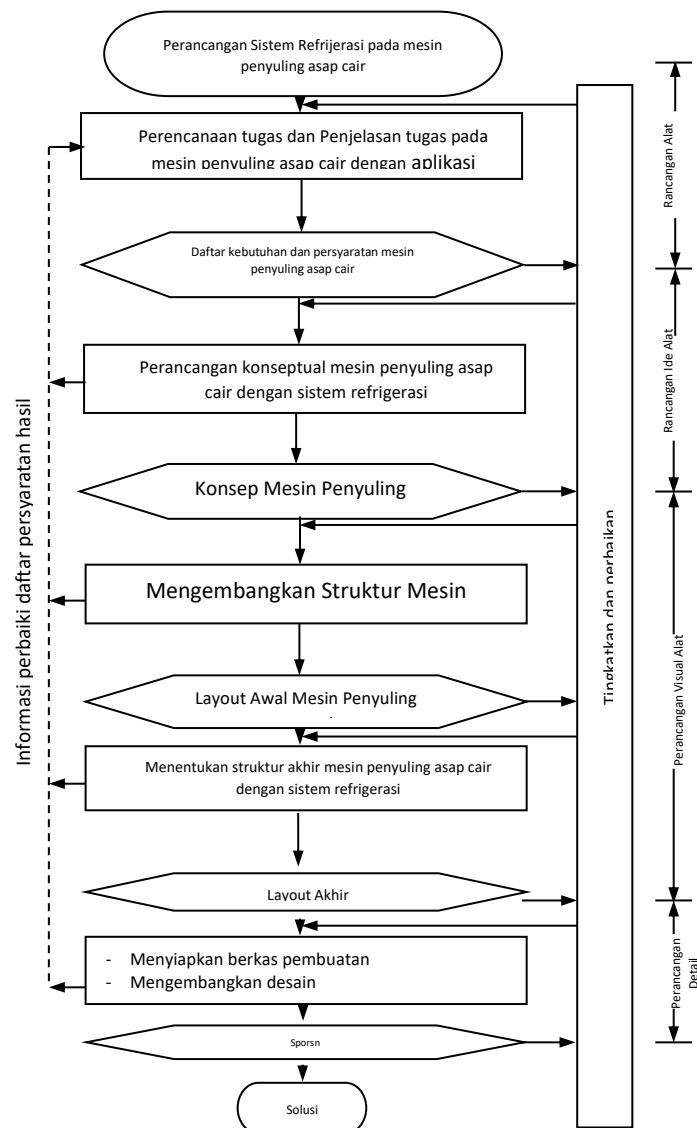
Perancangan Bentuk

Pada fase ketiga, yaitu perancangan bentuk, fokus utama adalah mengubah konsep produk yang telah disetujui menjadi skema yang lebih konkret. Konsep produk tersebut diuraikan dalam bentuk komponen-komponen yang saling berhubungan, biasanya dalam bentuk garis atau sketsa (Jakaria & Sukmono, 2021). Di

fase ini, berbagai alternatif bentuk fisik produk diuji untuk memastikan fungsionalitas dan estetika yang sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Penentuan ukuran, tata letak komponen, serta prinsip desain yang tepat akan dilakukan untuk memastikan produk akhir dapat diproduksi dengan efisien dan memenuhi standar kualitas.

Perancangan Detail

Fase terakhir adalah perancangan detail, yang merupakan tahap penyempurnaan dari semua konsep dan bentuk yang telah dikembangkan. Pada fase ini, setiap komponen produk, dimensi, bahan yang digunakan, dan cara perakitan ditentukan dengan sangat mendetail. Setiap keputusan desain yang dibuat di tahap ini harus memastikan bahwa produk tidak sekedar berfungsi sesuai keinginan, tetapi dapat memproduksi secara efisien dan sesuai dengan anggaran yang telah disusun (Nisa, 2025). Proses ini mencakup pembuatan gambar teknik, pemilihan material yang tepat, dan perencanaan untuk pengujian produk agar sesuai dengan standar kualitas yang diinginkan (Jakaria & Sukmono, 2021).



Gambar 1. Diagram Alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data Perencanaan

Mesin Penyuling Asap Cair ini dibuat untuk proses pengkondensasian Asap yang dirancang dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Dimensi ruang pendinginan asap terdiri dari diameter 0,57 m, lebar 0,55 m, dan tinggi 0,4 m, dengan total volume ruang mencapai 0,16 m³
- temperatur evaporator 6 °C.
- Herlin (2021) dengan temperatur kabin pendingin yang direncanakan sebesar 15 °C.
- temperatur kondensasi 49 °C.
- Berdasarkan data BMKG (2024) suhu lingkungan didapat nilai nya sebesar 32 °C.

Data Jenis Perencanaan Material

Tabel 1. Bahan Kabin

No	Bahan	Ketebalan (m)	Konduktivitas termal (W/m. °C)
1.	Lapisan Udara Dalam	-	1,6
2.	Plastic	0,005	0,15
3.	Lapisan Udara Dalam	-	1,6

Ruang penyimpanan atau kabin memiliki volume penyimpanan dengan spesifikasi sebagai berikut:

Diameter = 0,57 m, Panjang = 0,9 m.

$$V = \pi r^2 \cdot t$$

$$= 3,14 \times 0,285^2 \times 0,9 = 0,229 \text{ m}^3$$

Perhitungan Beban Pendingin

Perhitungan beban pendingin mencakup beberapa komponen, antara lain:

Beban Transmisi:

Temperatur lingkungan (t_o) = 32°C = 305,15 K

Temperatur ruang pendinginan (t_i) = 15°C = 288,15 K

Nilai koefisien konveksi (h_i dan h_o) = 1,6 W/m²·K

Selisih suhu (ΔT) = 305,15 K - 288,15 K = 17 K

Rumus perhitungan:

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T$$

Nilai U untuk material:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{f_i} + \frac{x}{k} + \frac{1}{f_o}}$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{f_i} + \frac{x}{k} + \frac{1}{f_o}}$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{1,6} + \frac{0,005}{0,15} + \frac{1}{1,6}}$$

$$= \frac{1}{1,283}$$

$$= 0,779 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$$

$$U_{atas} = \frac{1}{\frac{1}{f_i} + \frac{x}{k} + \frac{1}{f_o}}$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{1,6} + \frac{0,001}{0,15} + \frac{1}{1,6}}$$

$$= \frac{1}{0,625 + 0,0066 + 0,625}$$

$$= \frac{1}{1,256}$$

- Luas dinding drum :

$$A_{selimut} = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot t$$

$$= 2 \times 3,14 \times 0,285 \text{ m} \times 0,9 \text{ m}$$

$$= 1,61 \text{ m}^2$$

- Luas bagian atas sama dengan bagian sisi bawah :

$$A_{AB} = \pi r^2$$

$$= 3,14 \times 0,285^2 \text{ m} = 0,25 \text{ m}^2$$

Penyelesaian:

Beban transmisi sisi selimut drum :

$$Q_{Ds} = U \cdot A \cdot \Delta T \quad (1)$$

$$= 0,779 \text{ W/m}^2 \cdot \text{ } ^\circ\text{C} \times 1,61 \text{ m}^2 \times 17 \text{ } ^\circ\text{C} = 21,321 \text{ W}$$

Beban transmisi sisi bawah

$$Q_{Db} = U \cdot A \cdot \Delta T \quad (1)$$

$$= 0,779 \text{ W/m}^2 \cdot \text{ } ^\circ\text{C} \times 0,25 \text{ m}^2 \times 17 \text{ } ^\circ\text{C} = 3,31 \text{ W}$$

Beban transmisi sisi atas

$$Q_{Da} = U \cdot A \cdot \Delta T \quad (1)$$

$$= 0,796 \text{ W/m}^2 \cdot \text{ } ^\circ\text{C} \times 0,25 \text{ m}^2 \times 17 \text{ } ^\circ\text{C} = 3,37 \text{ W}$$

$$Q_{Dtotal}$$

$$= Q_{dinding \text{ sisi selimut}} + Q_{bagian \text{ atas \& bawah}}$$

$$= 21,321 \text{ W} + 3,31 \text{ W} + 3,37 \text{ W} = 28,001 \text{ W}$$

Beban Produk

- Suhu Ruangan = 32 °C (305,15 K)
- Massa produk yang direncanakan = 180 kg
- Suhu penyimpanan = 15 °C (302 K)
- Suhu air = 29 °C (288 K)
- $\Delta T = 305,15 \text{ K} - 288,15 \text{ K} = 17 \text{ K}$

kalor yang dibuang dari temperatur awal menuju temperatur akhir :

$$Q_p = \frac{m \cdot C_p (T_1 - T_2)}{n \cdot 3600}$$

$$Q_p = \frac{180 \text{ (Kg)} \cdot 4,2 \text{ (kJ/Kg.K)} \cdot 17 \text{ (K)}}{2 \text{ jam} \times 3600\text{s}} = \frac{12.852 \text{ kJ}}{2 \text{ jam} \times 3600\text{s}} = 1,785 \text{ kJ/s} \text{ atau } 1,785 \text{ kW}$$

Beban Infiltrasi

$Q_{infiltrasi} = 0 \text{ W}$ Karena desain kabin tidak dilengkapi dengan celah infiltrasi saat beroperasi.

Beban Internal

$Q_{internal} = 0 \text{ W}$ Karena di dalam kabin tidak terdapat peralatan elektrik.

Beban Keamanan

Nilai Beban Keamanan pada beban pendingin yaitu

$$Q_{keamanan} = 10 \% (Q_{dtotal} + Q_{produk} + Q_{infiltrasi} + Q_{internal})$$

$$= 10 \% (28,001 \text{ W} + 1,785 \text{ W} + 0 \text{ W} + 0 \text{ W}) = 181,3 \text{ W}$$

Total Beban Pendingin

$$Q_{total} = Q_{dtotal} + Q_{produk} + Q_{infiltrasi} + Q_{internal} + Q_{keamanan}$$

$$= 28,001 \text{ W} + 1,785 \text{ W} + 0 \text{ W} + 0 \text{ W} + 181,3 \text{ W}$$

$$= 1.994,301 \text{ W} = 6.804,837 \text{ BTU/h}$$

Perhitungan Suhu Suction Saturasi dan Kondensasi

Suhu Suction Saturasi (Evaporasi)

$$T_e = T_{kabin} - 9^\circ\text{C} \quad (5)$$

$$= 15^\circ\text{C} - 9^\circ\text{C} = 6^\circ\text{C}$$

Tekanan Suction Refrigeran R22 pada saat suhu 6°C = 6,023 bar

Temperatur Kondensasi

Berdasarkan tabel patokan tersebut dimana temperatur evaporasi diatas -30C sehingga temperatur kondensasi dapat dihitung sebagai berikut :

- Temp Evaporasi = 6 °C
- Temp Lingkungan = 31 °C
- Temp Kondensasi = Suhu Lingkungan + 17°C
- = 32°C + 17°C = 49°C

Tekanan R22 pada suhu 49°C = 18,982 bar

Jadi, temperatur kondensasi = 49°C

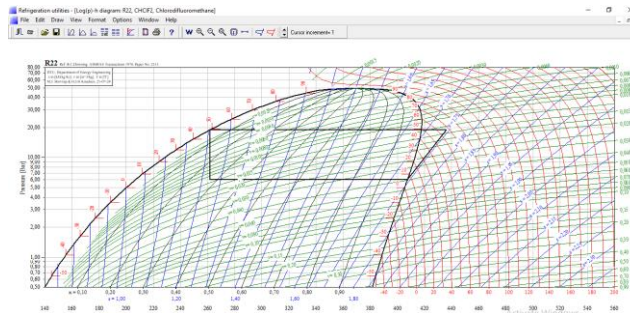
Tekanan 18,982 bar didapat dari tabel saturasi *software* .

Diagram PH

Pada diagram p-h kali ini, digunakan perangkat lunak Coolpack.

Suhu evaporasi = 6 °C setara (P = 6,023 bar)

Suhu kondensasi = 49°C setara (P = 18,982 bar)



Gambar 2. Diagram PH

State Point

Values at points in cycle					
Values at points 1-6,15 for the selected one stage cycle					
Point	T [°C]	P [bar]	v [m ³ /kg]	h [kJ/kg]	s [kJ/(kg K)]
1	5,999	6,023	0,039150	407,497	1,7433
2	67,679	18,982	0,013739	436,132	1,7433
3	67,679	18,982	0,013739	436,132	1,7433
4	49,000	18,982	N/A	261,866	N/A
5	N/A	6,023	N/A	261,866	N/A
6	6,000	6,023	0,039147	407,497	1,7433
15	N/A	18,982	N/A	261,866	N/A

Gambar 3. State Point

Sehingga didapat data sebagai berikut :

- h₁ = 407,497 kJ/kg merupakan *enthalpy* terhadap titik 1
- h_{2s} = 436,132 kJ/kg merupakan *enthalpy* terhadap titik 3
- h₃/h₄ = 261,866 kJ/kg merupakan *enthalpy* terhadap titik 4 dan titik 5

Sehingga didapat data sebagai berikut :

- h₁ = 407,497 kJ/kg merupakan *enthalpy* terhadap titik 1
- h_{2s} = 436,132 kJ/kg merupakan *enthalpy* terhadap titik 3

$h_3/h_4 = 261,866$ kJ/kg merupakan *enthalpy* terhadap titik 4 dan titik 5

Perhitungan Daya Kompresor dan Kondensor

Untuk menghitung daya kompresor dan kondensor, diperlukan data-data berikut:

Nilai η

Menurut [andi \(2018\)](#) dalam tugas akhirnya efisiensi kompresor diasumsikan sebesar 70% dikarenakan kompresor sudah terpakai sebelumnya ;

$$\eta = \frac{h_{2s} - h_1}{h_2 - h_1} \quad (6)$$

$$= \frac{436,132 - 407,497}{h_2 - 407,497}$$

$$0,70 = \frac{28,635}{h_2 - 407,497}$$

$$h_2 - 407,497 = \frac{28,635}{0,70}$$

$$h_2 - 407,497 = 40,907$$

$$h_2 = 40,907 + 407,497 = 448,404 \text{ kJ/Kg}$$

Efek Refrigerasi

Maka efek pendinginan dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Efek Refrigerasi} = (h_1 - h_4)$$

$$= (407,497 \text{ kJ/Kg} - 261,866 \text{ kJ/Kg}) = 145,631 \text{ kJ/Kg}$$

Laju Aliran Massa

$$\dot{m} = \frac{Q_{in}}{\text{efek refrigerasi}}$$

$$\dot{m} = \frac{1,994 \text{ kJ/s}}{145,631 \text{ kJ/Kg}} = 0,0136 \text{ Kg/s}$$

Kerja Kompresi dan Daya Kompresor

$$\text{Kerja kompresi} = (h_2 - h_1)$$

$$= (448,404 \text{ kJ/Kg} - 407,497 \text{ kJ/Kg}) = 40,907 \text{ kJ/Kg}$$

$$P_k = \dot{m} (h_2 - h_1)$$

$$= 0,0136 \text{ Kg/s} (448,404 \text{ kJ/Kg} - 407,497 \text{ kJ/Kg})$$

$$= 0,556 \text{ KW} = 556 \text{ watt}$$

Proses Pelepasan Kalor dan Daya yang Dikeluarkan oleh Kondensor

$$\text{Pelepasan Kalor} = (h_2 - h_3)$$

$$= (448,404 \text{ kJ/Kg} - 261,866 \text{ kJ/Kg}) = 186,538 \text{ kJ/Kg}$$

COP Aktual dan COP Carnot

$$\text{COP} = \frac{Q_{\text{refrigeration Effect}}}{\text{kerja Kompresi}}$$

$$= \frac{145,631 \text{ kJ/Kg}}{40,907 \text{ kJ/Kg}} = 3,56$$

$$\text{COP}_c = \frac{T_{\text{evaporasi}}}{T_{\text{kondensasi}} - T_{\text{evaporasi}}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{6+273,15}{(49+273,15)-(6+273,15)} \\
 &= \frac{279,15}{43} = 6,491 \\
 \eta_{ref} &= \frac{COP}{COP_c} \times 100 \\
 &= \frac{3,586}{6,488} \times 100 \\
 &= 0,505 \times 100 = 55,2 \%
 \end{aligned}$$

Penentuan Komponen Refrigerasi

Kompresor

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan dan pemilihan refrigeran R22 dengan kompresor hermetik, didapatkan spesifikasi daya sebesar 0,556 kW atau 556 watt (Radjah et al., 2019). Menurut katalog Daikin, spesifikasi yang tersedia di pasaran adalah **1 PK = 746 watt**, yang paling mendekati spesifikasi perencanaan.

Evaporator

$$\begin{aligned}
 Q_h &= U \times A \times LMTD \\
 Q_h &= 1.994,301 \text{ W} \\
 U_{evap} &= 388 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K (Tembaga)} \\
 T_{wi} &= 302,15 \text{ K} \\
 T_{ror} &= 279,15 \text{ K} \\
 T_{wo} &= 288,15 \text{ K} \\
 T_{ri} &= 279,15 \text{ K} \\
 LMTD &= \frac{(T_{wi}-T_{ro})-(T_{wo}-T_{ri})}{\ln\left(\frac{T_{wi}-T_{ro}}{T_{wo}-T_{ri}}\right)} \\
 &= \frac{(23-9)}{\ln\frac{23}{9}} \\
 &= \frac{14}{0,938} = 14,925 \text{ K}
 \end{aligned}$$

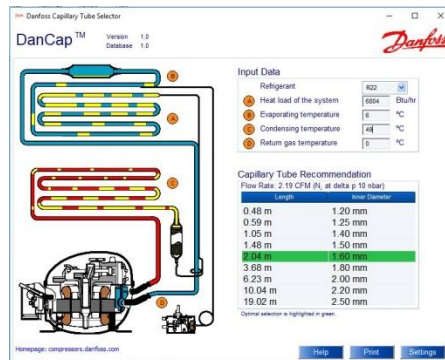
A = Dimensi luas pada permukaan evaporator.

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{Q_h}{U \times LMTD} \\
 &= \frac{1.994,301}{388 \times 14,925} = 0,344 \text{ m}^2 \\
 L &= \frac{A}{\pi \cdot Din} \\
 &= \frac{0,344}{3,14 \times 0,009525} = 11,505 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Jadi untuk total panjang pipa evaporator diperlukan adalah 11,505 m

Pipa Kapiler

Pemilihan pipa kapiler yang meliputi panjang dan diameternya ini menggunakan software aplikasi DanCap™ yaitu *Danfoss Capillary Tube Selector Version 1.0* (Susila et al., 2022). Dari hasil input data diatas dapat dilihat pada gambar 6 berikut :



Gambar 4. Hasil data input pada software *Danfoss Capillary selector*

Kondensor

Pemilihan kondensor menggunakan persamaan :

$$Q_h = Q_{in} + W_k$$

$$= 1.647,8011 \text{ watt} + 746 \text{ watt}$$

$$= 2.393,8011 \text{ W}$$

$$Q_h = 2.393,8011 \text{ W (beban pada kondensor)}$$

$$U = 388 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K (Tembaga)}$$

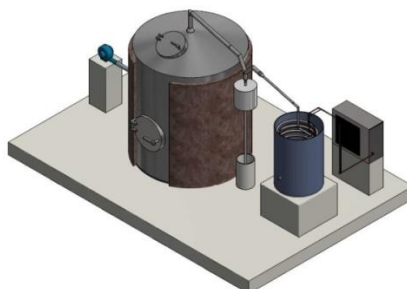
$$LMTD = 14,925 \text{ K}$$

A = Untuk menentukan dimensi luas permukaan kondensor, maka dimensi kondensor yang dibutuhkan adalah:

$$A = \frac{Q_h}{U \times LMTD}$$

$$= \frac{2.393,8011}{388 \times 14,925} = 0,413 \text{ m}^2$$

Kontruksi Alat

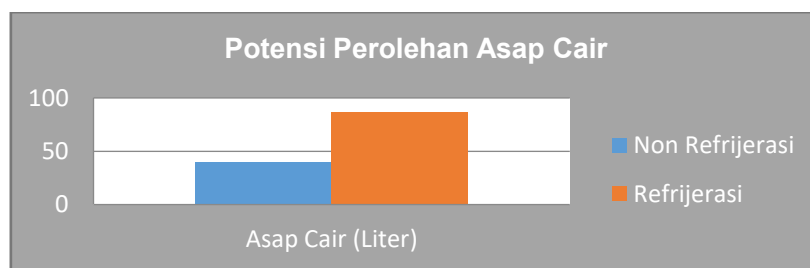


Gambar 5. Desain Alat Penyuling Asap Cair

Ukuran pipa yang direkomendasikan berdasarkan beban total adalah 1.994,301 W, suhu evaporasi dan kondensasi sebesar -5 °C serta 44 °C. Adalah 2,04 m berdiameter 1.60 mm

Simulasi Perolehan Asap Cair

Menurut (Balikan et al., 2021) produksi asap cair selama 1 hari sebanyak 40 liter dengan jumlah batok kelapa yang dibakar seberat 100kg perharinya yang dibakar selama 8 jam dimana metode penyulingan menggunakan air bertemperatur 29 °C. Pada perancangan alat penyuling asap cair dengan aplikasi teknologi refrijerasi ini dirancang guna menurunkan temperatur air dari 29 °C ke 15 °C (Hidayah et al., 2022) mendapatkan data bahwa alat penyuling yang menggunakan teknologi refrijerasi dimana air yang bertemperatur 15 °C dapat meningkatkan hasil produksi sebanyak 116% dari proses penyulingan air yang bertemperatur 29 °C. berikut potensi hasil perolehan asap cair dengan menggunakan teknologi refrijerasi.



Gambar 6. Grafik Potensi Perolehan Asap Cair

Tabel 2. Potensi Perolehan Asap Cair

	Asap Cair (Liter)	Batok Kelapa(Kg)	Temperatur(°C)
Non Refrijerasi	40	100	29
Refrijerasi	86,4		15

SIMPULAN

Hasil perhitungan total beban pendingin pada alat ini adalah sebesar 1.647,8011 W atau 5.622,53 BTU/h. Sistem pendinginan pada alat penyuling asap cair dirancang sebagai inovasi dalam tahap pengembunan asap untuk meningkatkan hasil pembakaran pada batok kelapa. Berdasarkan simulasi yang dilakukan, perhitungan menunjukkan hasil produksi asap cair mencapai 86,4 liter, atau 116% lebih banyak dibandingkan dengan air pada suhu 29°C. Berdasarkan perhitungan tersebut, telah ditentukan empat komponen utama dalam sistem pendinginan, yaitu kompresor dengan ukuran 1 PK, kondensor dengan ukuran pipa ¼” dan luas 0,413 m², evaporator berbentuk coil dengan panjang total 11,505 m, serta pipa kapiler sepanjang 2,04 m dengan diameter 1,60 mm. Temperatur evaporasi yang direncanakan adalah 6°C, sementara temperatur kondensasi adalah 49°C. Nilai COP aktual yang diperoleh adalah 3,56, sedangkan COP Carnot sebesar 6,491, dengan efisiensi sistem sebesar 55,2%

DAFTAR PUSTAKA

- Widiyatmoko.2015.Balikan, C. M., Tooy, D., & Wenur, F. (2021). Kajian Pembuatan Asap Cair Tempurung Kelapa dengan Proses Pirolisis dan Destilasi di Sulawesi Utara. *Jurnal Teknologi Pertanian (Agricultural Technology Journal)*, 12(2), 97–104.
- Hidayah, N., Alam, S., Riyanto, A., Fatmawati, D. R., Rizqiyana, D., Pradipta, M. F., & Agustiyar, F. (2022). Alat Redestilasi sebagai Solusi Peningkatan Kualitas Asap Cair di Dusun Semen, Magelang. *ABDIMASY: Jurnal Pengabdian Dan Pemberdayaan Masyarakat*, 3(1), 1–10.
- Hidayati, B. H., Haryanto, H. H., & Pangestu, W. A. (2019). Rancang Bangun Miniatur Mesin Pendingin

- Pembuat Asap Cair Sebagai Bahan Pembekuan Lateks. *PETRA: Jurnal Teknologi Pendingin Dan Tata Udara*, 6(2), 9–18.
- Jakaria, R. B., & Sukmono, T. (2021). Buku Ajar Mata Kuliah Perencanaan Dan Perancangan Produk. *Umsida Press*, 1–107.
- Jibril, A., Cakranegara, P. A., Putri, R. S. W., & Octiva, C. S. (2022). Analisis Efisiensi Kerja Kompresor Pada Mesin Refrigerasi di PT. XYZ. *Jurnal Mesin Nusantara*, 5(1), 86–95.
- Jogiyanto Hartono, M. (2018). *Metoda pengumpulan dan teknik analisis data*. Penerbit Andi.
- Mujito, S. E., & Dasmansyah Adyas, M. B. A. (2024). *Studi Kelayakan Bisnis: Panduan Praktis Perencanaan Bisnis*. Selat Media.
- Nisa, N. S. A. (2025). Analisis Pengambilan Keputusan Manajerial dalam Meningkatkan Kualitas Produk. *Peradaban: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 21–32.
- Radjah, Y. I., Dwinanto, M. M., & Nurhayati, N. (2019). ANALISIS TEORITIS PERBANDINGAN KINERJA PENGKONDISIAN UDARA MENGGUNAKAN REFRIGERAN R22 DAN R32. *SAINSTEK*, 4(1), 265–272.
- Rostiar Sitorus, S. P., Purwasih, R., Eni Karsiningsih, S. P., Astuti, R. P., Pt, S., Muntoro, S. P., Evahelda, S., Fournita Agustina, S. P., Atmaja, E. J. J., & Setiawan, I. (2023). Sosialisasi Asap Cair Sebagai Koagulan Getah Karet Yang Ramah Lingkungan di Desa Kemuja Kecamatan Mendo Barat Kabupaten Bangka. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(8).
- Sumarna, H., Hidayati, B., & Homzah, O. F. (2020). Penerapan sistem refrigerasi pada alat pembuat asap cair untuk pengoptimalan hasil produksi. *AUSTENIT*, 12(2), 38–42.
- Susila, I. D. M., Subagia, I. W. A., & Rasta, I. M. (2022). Penentuan ukuran pipa kapiler dengan program aplikasi CapSel Versi 1.0 pada AC trainer unit jenis ekspansi langsung dengan R-410A. *Journal of Applied Mechanical Engineering and Green Technology*, 3(1), 31–35.
- Trilian, O. O., & Jakaria, R. B. (2024). Perancangan Desain Produk Kursi Kuliah menggunakan Metode Pahl and Beitz. *Innovative Technologica: Methodical Research Journal*, 3(2), 9.
- Wahyujati, B. B. (2022). *Metode Perancangan: Rangkuman Teori Dan Aplikasi*. Sanata Dharma University Press.
- Widnyana, I. (2024). *Analisis Performansi Sistem Refrigerasi dengan Tenaga Surya pada Mobil Box Pendingin*. Politeknik Negeri Bali.