

RANCANG BANGUN MESIN PENYULING ASAP CAIR DARI BATOK KELAPA DENGAN APLIKASI TEKNOLOGI REFRIJERASI BERBASIS SEMI-OTOMASI (*MIKRO- KONTROLLER*)

Rachmat Dwi Sampurno¹⁾ Ozkar F Homzah^{1)*} Iskandar Ismail¹⁾
Kodri Hudiya Utama²⁾ Wahyu Adjie Pangestu²⁾ Muhammad Ilyasa Helmi²⁾

¹⁾Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya

²⁾ Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Sriwijaya
Jln.Srijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139

*email corresponding: ozkarhomzah@polsri.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Received:
20/11/2020

Accepted:
10/02/2021

Online-Published:
26/02/2021

ABSTRAK

Alat penyulingan asap cair berbasis mikrokontroler bertujuan untuk membantu para petani yang memproduksi asap cair dimana pada asap cair digunakan untuk pembekuan getah karet agar dapat meningkatkan hasil pembuatan asap cair dengan menggunakan aplikasi teknologi refrijerasi yang basis pengontrolannya menggunakan hardware arduino yang di program dengan menggunakan aplikasi matlab sehingga berdampak positif dalam proses pemasaran hasil penjualan asap cair yang sebelumnya menggunakan air yang bersuhu $\pm 29^{\circ}\text{C}$. Proses perancangan alat memanfaatkan bantuan perangkat lunak CAD sedangkan untuk pembuatan menggunakan mesin bor, mesin gerinda tangan, mesin las listrik dan alat perkakas tangan. Setelah dilakukan pembuatan, prototipe alat akan dilakukan uji coba pada laboratorium untuk melihat fungsi kerja alat.

Kata kunci: Prototipe, Asap Cair, Refrijerasi

ABSTRACT

The microcontroller-based liquid smoke distillation device aims to help farmers who produce liquid smoke where liquid smoke is used to freeze rubber latex in order to increase the results of making liquid smoke by using refrigeration technology applications whose control base uses Arduino hardware which is programmed using the matlab application so that has a positive impact in the marketing process of the sales of smoke looking for which previously used water with a temperature of $\pm 29^{\circ}\text{C}$. The process of designing tools takes advantage of CAD software while manufacturing uses drilling machines, hand grinding machines, electric welding machines, and hand tools. After manufacturing, the prototype of the tool will be tested in the laboratory to see the work function of the tool.

Keywords: Prototype, Liquid Smoke, Refrigeration.

© 2021 The Authors. Published by
Machinery: Jurnal Teknologi Terapan

doi:
<http://doi.org/10.5281/zenodo.4662523>

1 PENDAHULUAN

Secara umum proses pembuatan asap cair adalah dengan membakar bahan bakar berupa batok kelapa pada tungku. Uap asap hasil pembakaran disalurkan menggunakan Blower untuk menghembuskan Oksigen dan Udara dengan menyambungkan pipa panjang dari Blower ke tungku pembakaran sehingga Blower juga membantu menyalurkan Uap asap pembakaran melalui pipa menuju proses pendinginan yang menggunakan zat fluida berupa air yang bersuhu $\pm 29^{\circ}\text{C}$ sebagai media pendingin dan kapasitas air yang diperlukan untuk proses kondensasi sebesar 1000 liter/hari. Pengembangan lebih lanjut penerapan asap cair ini terus akan diinovasikan dengan mengkombinasikan aplikasi Teknologi Refrijerasi yang berbasis *Microcontroller* Arduino-Matlab pada pengolahan asap cair sebagai media pendinginan untuk

asap yang akan dikondensasikan dimana diharapkan bisa meningkatkan hasil produksi asap cair tersebut.

Hasil proses ini sebagian menjadi cair dan ditampung pada alat penampung berupa jerigen, ada 3 Jenis Asap Cair beserta manfaatnya antara lain : Pertama, Asap cair grade 3 dipakai pada pengolahan karet untuk menghilangkan bau dan pengawet kayu agar tahan terhadap rayap; Kedua, asap cair grade 2 dipakai untuk pengawet makanan yang lebih aman dibandingkan dengan formalin dengan taste asap (daging asap, ikan asap/bandeng asap); Ketiga, asap cair grade 1 digunakan sebagai pengawet makanan siap saji seperti bakso, mie, tahu, bumbu-bumbu barbaque.

2. BAHAN DAN METODA

2.1 Refrigerasi

Refrigerasi adalah proses pelepasan kalor dari tempat yang tidak diinginkan. Kalor yang diambil dari makanan bertujuan untuk menjaga kualitas dan cita rasa makan tersebut. Sedangkan kalor yang diambil dari suatu ruangan bertujuan untuk menjaga kenyamanan manusia didalamnya. Banyak sekali penerapannya didalam dunia industri dimana kalor yang telah dilepas dari beberapa tempat atau material untuk tujuan yang diinginkan. (Miller, R. 2009). Secara umum, bidang refrigerasi mencakup kisaran temperatur sampai 125 K, Sedangkan proses-proses yang berlangsung dibawah 125 K sering disebut kriogenik (*Cryogenics*). Perbedaan ini dikarenakan adanya fenomena-fenomena khas yang terjadi pada temperatur dibawah 100 K, dimana pada kisaran temperatur ini gas-gas seperti nitrogen, oksigen, hidrogen dan helium dapat mencair. (ASHRAE, 2005)

2.2 Asap Cair

Asap cair merupakan kondensat dari asap yang diperam dan difiltrasi untuk menghilangkan tar dan partikel-partikel endapan lain. Asap cair diproduksi dengan proses pirolisa, yaitu senyawa-senyawa yang menguap secara simultan akan dikondensasikan pada sistem pendingin. Selama proses kondensasi akan terbentuk kondensat asap kasar yang akan terpisah menjadi tiga fase, yaitu fase larut dalam air bisa langsung digunakan, sedangkan ekstrak fase tar dengan kadar tinggi yang telah dimurnikan dapat digunakan lagi untuk produksi asap cair dan biasanya disebut fraksi tar primer. Asap cair dapat diaplikasikan dengan berbagai cara seperti pencampuran, penyemprotan, pencelupan atau dicampur langsung kedalam makanan, perendaman dan injeksi (penyuntikan). Selain itu pemanasan asap cair untuk menghasilkan uap yang mengandung asap merupakan salah satu metode yang digunakan untuk pengasapan pangan (Bagus Sediadi Bandol Utomo. 2012)

2.3 Komponen Mesin Penyuling Asap Cair

Adapun komponen utama dari mesin penyuling asap cair dengan teknologi refrijerasi, meliputi:

2.3.1. Komponen Refrigerasi

a. Kompresor

Kompresor adalah jantung dari kompresi uap. Kompresor yang akan digunakan pada rancang bangun kulkas mini sistem kompresi uap ini adalah jenis kompresor hermetik. Pada kompresor hermetik dipergunakan sambungan las sehingga rapat udara. Pada kompresor semi-hermetik dengan rumah terbuat dari besi tuang, bagian-bagian penutup dan penyambungannya masih dapat dibuka. (Wilbert F. Stoecker dan Jerold W. Jones:1982).

b. Kondensor

Kondensor adalah penukar kalor atau suatu alat untuk merubah bahan pendingin dari bentuk gas menjadi cair. Udara yang mendinginkan kondensor dapat mengalir karena aliran udara secara alamiah atau aliran udara yang ditiupkan oleh fan motor. (Wilbert F. Stoecker dan Jerold W. Jones:1982).

c. Evaporator

Sebuah evaporator dalam sistim refrigerasi adalah suatu pesawat penukar kalor yang memindah kalor dari zat-zat yang diinginkan ke refrigeran. Pada prinsipnya perpindahan panas yang terjadi dalam evaporator sama dengan perpindahan panas yang terjadi pada kondensor. (Wilbert F. Stoecker dan Jerold W. Jones:1982).

d. Pipa Kapiler

Alat ini disebut juga *impedance tube*, *restrictor tube* atau *choke tub*. Pipa kapiler dibuat dari pipa tembaga dengan lubang dalam yang sangat kecil. Panjang dan lubang pipa kapiler dapat mengontrol jumlah refrigerant yang mengalir ke evaporator. Fungsi kapiler sebagai:

- Menurunkan tekanan dan mengatur jumlah aliran refrigerant ke evaporator.
- Mengatur jumlah refrigerant cair yang mengalir melaluinya (Daikin, 2015)

e. *Refrigerant*

Bahan pendingin adalah suatu zat yang mudah di rubah bentuknya dari gas menjadi cair atau sebaliknya, dipakai untuk mengambil panas dari evaporator dan melepaskannya di kondensor (Whitman, Bill, 2009). Bahan pendingin diantaranya yang dewasa ini banyak dan secara umum digunakan (R-11), R-12, R-13, R-22, R-404 A, R-134a. *Refrigeran* merupakan media pendingin yang bersirkulasi di dalam sistem refrigerasi kompresi uap. Refrigeran mudah berubah fasa dari fasa cair menjadi fasa uap dengan menyerap kalor dari produk yang didinginkan di evaporator.

2.3.2 Komponen Pirolisator

a. Tangki Pirolisator

Alat ini berbentuk silinder terbuat dari bahan *stainless steel*. Dapat ditutup rapat, sedangkan suhu pirolisa dapat diatur melalui kontrol panel. Untuk pertimbangan ekonomis, peralatan yang dipakai dalam produksi asap cair tidak harus terbuat dari bahan *stainless steel*, namun dapat dipakai bahan yang lebih murah, tetapi cukup kuat seperti drum bekas. (Bagus Sediadi Bandol Utomo. 2012)

b. Pipa Kondensat

Kondensor berbentuk spiral dengan panjang total sekitar 6 m berfungsi untuk mengkondensasikan asap yang dihasilkan dari tangki pirolisator dengan demikian kondensator harus dalam kondisi dingin supaya dapat mengembunkan asap yang melewatinya. Agar dapat terus dingin, alat ini didinginkan dengan sistem aliran air yang disirkulasikan terus melalui ruangan yang berbentuk spiral dan tabung kondensor.

2.3.3 Komponen Mikrokontroler

a. Arduino UNO R3

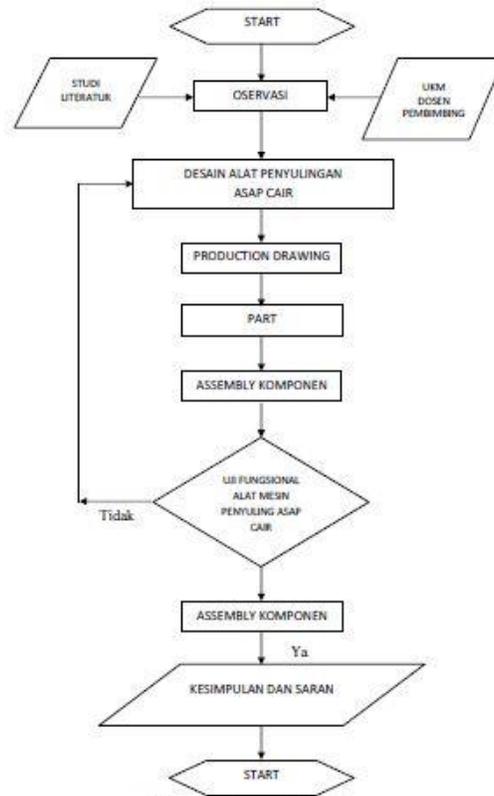
Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *Wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Mikrokontroler diprogram menggunakan bahasa pemrograman arduino yang memiliki kemiripan *syntax* dengan bahasa pemrograman C. Arduino menggunakan keluarga mikrokontroler UNO R3 yang dirilis oleh Atmel sebagai basis, namun ada individu/perusahaan yang membuat *clone* arduino dengan menggunakan mikrokontroler lain dan tetap kompatibel dengan arduino pada level hardware. Untuk fleksibilitas, program dimasukkan melalui *bootloader* meskipun ada opsi untuk melakukan *bypass bootloader* dan menggunakan *downloader* untuk memprogram mikrokontroler secara langsung melalui port ISP.

b. Termistor (*DS18B20*)

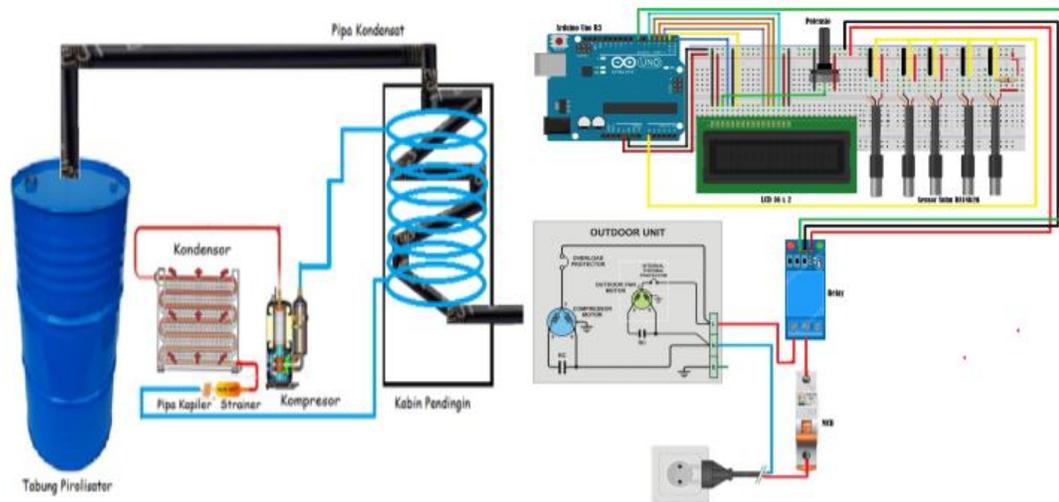
Termistor adalah alat atau komponen atau sensor elektronika yang dipakai untuk mengukur suhu. Prinsip dasar dari termistor adalah perubahan nilai tahanan (atau hambatan atau *werstan* atau *resistance*) jika suhu atau temperatur yang mengenai termistor ini berubah. Termistor ini merupakan gabungan antara kata termo (suhu).

2.4 Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian perancangan dan pembuatan mesin yang menggunakan 2 siklus dengan tahapan-tahapan antara lain sebagai berikut : tahap perencanaan, pelaksanaan, observasi dan refleksi. Ada dua macam pendekatan dalam penelitian yaitu pendekatan kuantitatif dimana peneliti akan bekerja dengan angka sebagai perwujudan gejala yang di amati dan pendekatan kualitatif dimana peneliti akan bekerja dengan informasi data dan menganalisa setiap tahap. Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dimulai dari observasi lapangan terhadap dilanjutkan dengan studi literatur dan desain rancangan dengan memanfaatkan aplikasi CAD serta pembuatan alat bantu. Alat ini bertujuan untuk meningkatkan hasil produksi asap cair yang sebelumnya hanya menggunakan air yang bersuhu $\pm 29^{\circ}\text{C}$. Desain penelitian ini dibagi menjadi empat tahap kegiatan yaitu perencanaan perhitungan komponen, pemilihan bahan, desain rangkaian alat dan karakterisasi alat. Gambar 1 menunjukkan diagram alir penelitian yang akan dilakukan dan konsep design kelistrikan dan pemipaan terdapat pada gambar 2.



Gambar 1. Skema Penelitian



Gambar 2 . Layout: Diagram Pemipaan (kiri) dan Kelistrikan (kanan)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Hasil Pengujian

Dari Hasil Perakitan Didapat Spesifikasi Kabin Pendingin didapat yaitu

Tabel 1. Material Unit Asap Cair

No	Uraian	Spesifikasi
1	Dimensi Ruang	0,229
2	Temperature Kabin	15 °C
3	Temperatur Evaporator	-5 °C

4	Temperatur Kondensasi	32 °C
5	Produk yang Didinginkan	Air
6	Temperatur Lingkungan	30
7	Operasional Unit	24 Jam
8	<i>Refrigeration Unit</i>	1 PK
9	Arduino	Uno
10	Sensor Suhu	DS18B2
11	Relay	5 Volt
12	LCD	16 x 2
13	Kabel Jumper	<i>Male & Female</i>
14	MCB	6 A

Prinsip kerja Mesin Pendingin Pembuat Asap Cair dimana tempurung kelapa dibakar pada tabung pirolisator yang dibantu proses pembakarannya menggunakan fan dan asap hasil pembakaran dialirkan ke kabin pendingin untuk dikondensasikan dengan menggunkan hawa dingin evaporator yang berisi air yang suhunya sudah dikondisikan kemudian asap yang sudah cair di alirkan ke tabung penampungan asap cair.

Refrigerant keluaran evaporator yang bertekanan rendah di hisap oleh kompresor untuk dinaikkan tekanannya, tujuan dinaikkannya tekanan yaitu agar terjadi perbedaan tekanan antara tekanan tinggi dan tekanan rendah. Sehingga *refrigerant* dapat bersikulasi karena tekanan yang tinggi akan mengalir ke tekanan yang lebih rendah. *Refrigerant* yang masuk ke kondenser akan dipindahkan panasnya ke lingkungan oleh koil kondensor, yang mana fungsi kondensor yaitu untuk memindahkan panas.

Pada kondenser terjadi proses perpindahan panas dari *refrigerant* ke udara secara alami. Sehingga pada kondenser terjadi pengembunan (perubahan wujud dari gas ke cair). Kemudian *refrigerant* bersikulasi menuju *Strainer*, *Strainer* berfungsi untuk menyaring partikel asing yang berada didalam sistem. Setelah itu *refrigerant* menuju pipa kapiler, Alat ekspansi berfungsi untuk menurunkan tekanan *refrigerant* karena apabila tekanan *refrigerant* turun maka suhunya juga akan turun.

Kemudian *refrigerant* keluaran ekspansi yang memiliki suhu yang rendah tersebut akan disirkulasikan menuju evaporator untuk menyerap kalor yang pada pipa asap cair didalam kabin atau ruang pendingin sehingga merubah wujud asap dari gas menjadi cair. Pada evaporator terjadi proses evaporasi atau penguapan. Sehingga terjadi perubahan wujud dari cair menjadi gas. Kemudian *refrigerant* keluaran evaporator dihisap lagi oleh kompresor untuk dinaikkan tekanannya dan proses ini berlangsung secara terus menerus. Siklus ini disebut juga siklus kompresi uap, karena dalam siklus ini terjadi penguapan dan penekanan refrigeran. Penguapan terjadi pada unit evaporator, kemudian proses kompresi terjadi pada unit kompresor

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Beban Pendinginan

No	Beban Thermal	Jumlah Beban Pendinginan (Watt)
1	Beban Transmisi	24,189
2	Beban Produk	1.540
3	Beban Infiltrasi	0
4	Beban Internal	0
5	Safety Factor	156,148
Total Beban Thermal		1.720,607

3.2 Hasil Perakitan

Proses perakitan mesin penyuling asap cair yang telah dirancang berdasarkan perencanaan – perencanaan yang telah dibuat sebelumnya. Dalam proses perakitan, penggunaan alat dan bahan sangat dibutuhkan guna untuk tercapainya pembuatan mesin agar bekerja secara optimal dan efisien baik pada sistem refrijerasi maupun mikrokontrolernya. Pada gambar 3, menunjukkan satu unit mesin penyuling asap cair yang telah di rancang bangun, dan juga telah dilakukan pegujian secara eksperimental.



Gambar 3. Layout Hasil:
Mesin Penyuling Asap Cair dengan aplikasi teknologi Refrijerasi

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil rancang bangun alat dapat disimpulkan :

1. Alat Asap cair dapat meminimalisir potensi polusi udara yang dihasilkan dari proses pembakaran batok kelapa saat pembuatan arang dimana asap tersebut dicairkan sehingga meminimalisir kontaminasi kandungan gas yang terdapat pada asap ke lingkungan.
2. Mesin ini menggunakan aplikasi arduino agar dapat memudahkan pengguna dalam memonitoring data suhu air maupun sistem suhu refrijerasi sehingga meminimalisir terjadinya *human error*.
3. Alat Asap Cair menggunakan aplikasi Teknologi Refrijerasi dapat meningkatkan hasil Produksi sebanyak 375ml (Herlin Sumarna dkk, 2020)

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah memberi dukungan **financial** terhadap pelaksanaan kegiatan ini kepada P3M dengan kontrak Pelaksanaan Penelitian Kerjasama Dosen-Mahasiswa dengan Nomor: 2639/PL6.2./LT/2020, tanggal 5 Mei 2020.

DAFTAR PUSTAKA

- ASHRAE.2005. *ASHRAE Handbook fundamentals Air Conditioning*, American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning: Inc.
- Herlin Sumarna, Haryanto, Baiti Hidayati, & Ozkar F Homzah. (2020). PENERAPAN SISTEM REFRIGERASI PADA ALAT PEMBUAT ASAP CAIR UNTUK PENGOPTIMALAN HASIL PRODUKSI. *AUSTENIT*, 12(2), 38–42. <http://doi.org/10.5281/zenodo.4547838>
- Bagus Sediadi Bandol Utomo. 2012. *Asap Cair*. Penebar Swadaya: Jakarta
- Boyle, G. 2002. *Australian Refrigeration and Air Conditioning Vol 1*. WestOne Services Companies Inc: West Perth
- Daikin. 2015. *HVAC TUTORIAL REFRIGERATION & AIR CONDITIONING TECHNOLOGY*. Bandung
- Rex, Miller. 2009. *HVAC Troubleshooting Guide*. The McGraw-Hill Companies, Inc: New York
- Stoecker, W.F, Jones, W., N. 1982. *Refrigeration and Air Conditioning*. The McGraw-Hill, Inc: New York
- Whitman, B, and all. 2009. *Refrigeration & Air Conditioning Technology 6th Edition*. Delmar Cengage Learning: Clifton Park, USA