

Pengaturan Pendinginan Pada Kondensor Untuk Alat Destilasi Asap Cair

Rein Pukoliwutang, Sherwin R. U. A. Sompie, Elia Kendek Allo.

Jurusan Teknik Elektro-FT, UNSRAT, Manado-95115,

Email: reinpukoliwutang@gmail.com, a_Sompie@yahoo.com, kendekallo@gmail.com

Abstract - Recently, the development of electronic technology is very fast. Behind of those advances, the human resource take part as a developer of electronic technology. Condenser is a cooling tubes used in distillation system to convert steam into water. There are peltier thermoelektrik components in radiator that release waste heat from the condenser tube using water circulation looping system by pump. In testing with combustion process of 10 Kg, coconut shell during 120 minutes at temperature of $\pm 600^\circ\text{C}$, resulted 1 L (1000 ml) liquid smoke which a result of condensation of combustion vapor.

Keywords: condensers, distillation, liquid smoke, peltier thermoelectric

Abstrak - Perkembangan teknologi elektronika pada zaman sekarang ini berkembang begitu cepat. Dibalik semua itu terdapat sumber daya manusia sebagai pengembang kemajuan teknologi elektronika. Kondensor adalah tabung pendingin yang digunakan dalam sistem destilasi untuk mengubah uap menjadi air. Dalam radiator terdapat komponen termoelektrik peltier yang berfungsi melepas kalor yang terbuang dari tabung kondensor dengan menggunakan sistem looping sirkulasi air menggunakan pompa. Dalam pengujian dihasilkan asap cair 1 L (1000 ml) yaitu suatu hasil kondensasi dari uap pembakaran bahan tempurung kelapa 10 Kg, pada temperatur $\pm 600^\circ\text{C}$ dengan proses pembakaran selama 120 Menit.

Kata kunci : asap cair, destilasi, kondensor, termoelektrik peltier

I. PENDAHULUAN

Asap cair merupakan hasil kondensasi dari pirolisis tempurung yang mengandung sejumlah besar senyawa dengan menggunakan suhu tinggi $\pm 600^\circ\text{C}$ dengan proses pembakaran dalam ruangan tertutup atau hampa udara dengan menggunakan alat destilasi asap cair. Alat destilasi asap cair merupakan alat yang digunakan untuk memproduksi asap cair yang terdiri dari tabung pirolisis, tabung penangkap tar, tabung kondensator, pipa penyalur asap, dan penampung asap cair. Dalam penelitian ini akan dilakukan uji kinerja alat yang menyangkut rendemen, kapasitas alat, efisiensi alat, analisis tekno ekonomi alat penghasil asap cair yang berfungsi sebagai pestisida atau pembasmi hama.

A. Konsep Dasar

Industri asap cair telah berkembang pesat mengikuti kemajuan zaman. Karena memiliki komponen senyawa fenol yang berperan sebagai zat antioksidan, asap cair dijadikan alternatif untuk menggantikan fungsi formalin sebagai pengawet bahan pangan yang berbahaya bagi kesehatan (Desrosier, 2009). Asap cair juga dapat diaplikasikan untuk proses pengasapan sehingga pencemaran lingkungan dan kualitas bahan pangan yang tidak konsisten akibat

pengasapan tradisional dapat dihindari (Desrosier, 2009). Penggunaan asap cair tidak hanya di bidang industri makanan. Pada industri perkebunan, asap cair berfungsi sebagai pestisida atau pembasmi hama. Sedangkan pada industri kayu, kayu yang diolesi dengan asap cair mempunyai ketahanan terhadap serangan rayap dari pada kayu yang tanpa diolesi asap cair (Desrosier, 2009).

B. Sistem Destilasi

Destilasi adalah salah satu metode untuk menangani limbah padat sekaligus memanfaatkannya menjadi bahan-bahan yang berguna. Metode destilasi didefinisikan sebagai proses dekomposisi senyawa kimia dengan suhu tinggi dengan pembakaran yang tidak sempurna atau suatu proses perubahan kimia melalui aksi panas. Secara umum perubahan kimia dapat meliputi *crosslinking*, *isomerisasi*, *deoksigenisasi*, *denitrogenisasi* dan sebagainya. Bahan yang paling mudah terdekomposisi adalah selulosa (Murtadho, 1987). Widyatmoko (2002) mengatakan bahwa proses destilasi dapat mengubah sekitar 50% buangan padat menjadi cairan yang 95% beratnya adalah senyawa aromatic. Secara umum ada dua tipe alat untuk proses pirolisa yang dibedakan berdasarkan pada perbedaan pemberian energi panas. Kedua tipe tersebut adalah tipe "kiln" dan tipe "retort". Pada tipe "kiln" energi panas diperoleh dari pembakaran sebagian bahan baku. Sedangkan pada tipe "retort", energi panas diperoleh dari luar sistem.

C. Sistem Pendingin

Sistem pendinginan atau *refrigeration* adalah proses berpindahnya panas dari suatu benda ke benda yang lain. Karena adanya sistem perpindahan panas maka benda yang melepaskan panas akan menjadi dingin sementara benda yang menyerap panas suhunya akan naik. Ada beberapa metode yang diterapkan pada sistem pendinginan diantaranya adalah:

- Sistem *thermoelectric peltier*
- Sistem penyerapan panas (*absortion system*),
- Sistem *Stream Jet*,
- Sistem *mechanical*.

D. Tabung Kondensor

Kondensator adalah alat penukar kalor (APK) yang berfungsi mengubah fasa refrigeran dari kondisi *superheat* menjadi cair, bahkan kadang sampai kondisi *subcooled* atau suatu komponen yang berfungsi untuk merubah fase refrigerant dari uap bertekanan tinggi menjadi cairan bertekanan tinggi atau dengan kata lain pada kondensor ini terjadi proses kondensasi. *Refrigerant* yang telah berubah menjadi cair.

E. Proses Perpindahan Panas

Proses perpindahan panas dari sumber panas ke penerima dibedakan atas tiga cara, yaitu: Laju aliran bahan

bakar merupakan banyaknya jumlah bahan bakar yang disuplai ke ruang bakar per satuan waktu.

1) *Perpindahan Panas Secara Konduksi*

Perpindahan panas secara konduksi merupakan proses perpindahan panas melalui benda kaku yang bersifat mampu menghantarkan panas, misalnya logam. Perpindahan panas terjadi dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu lebih rendah melalui benda kaku dan disini tidak terjadi perpindahan materi. Untuk menghitung perpindahan panas secara konduksi dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$dq = K \cdot A \frac{dT}{dx} \text{ (Joule - Jam)} \tag{1}$$

Keterangan :

K = Konduktivitas termal (Joule/Jam.m.K)

A = Luas permukaan penghantar (m²)

dT = Perpindahan suhu (T1 - T2) (OC atau K)

dx = Tebal dinding (m)

2) *Perpindahan Panas Secara Konveksi*

Perpindahan panas secara konveksi adalah perpindahan panas yang hanya berlangsung jika ada gaya yang bekerja pada partikel atau ada arus fluida yang dapat membuat gerakan yang melawan gaya gesek. Secara mekanika fluida bahwa perpindahan panas secara konveksi akan terjadi apabila ada aliran dan adanya gaya lawan yang diberikan kepada fluida oleh median yang dilaluinya. Fluida dapat mengalir disebabkan oleh adanya peristiwa pemanasan atau pendinginan selain itu bisa juga disebabkan oleh adanya induksi yang diberikan oleh pompa. Secara termodinamika, panas yang mengalir dapat berupa panas laten dan panas sensibel. Panas laten merupakan panas yang menyertai fluida karena disebabkan oleh proses perubahan fasa, sedangkan panas sensibel merupakan panas yang berkaitan dengan kenaikan atau penurunan temperatur tanpa perubahan fassa. Perpindahan panas secara konveksi dibagi menjadi 2 cara yaitu :

a) *Konveksi paksa.*

Untuk menghitung perpindahan kalor secara konveksi dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Q^* = MC\Delta T \tag{2}$$

Dimana :

Q^* = Kalor yang di hasilkan

M^* = Laju aliran air Atau $M^* = \frac{m}{s}$

$\Delta T = T_{out} - T_{in}$

b) *Perpindahan Panas Secara Radiasi*

Perpindahan panas secara radiasi adalah perpindahan panas yang terjadi karena perpindahan energi melalui gelombang elektromagnetik secara pancaran. Antara sumber panas dengan penerima panas tidak terjadi kontak, bagian dapur yang terkena radiasi adalah ruang pembakaran. Perpindahan panas secara radiasi dapat juga diartikan sebagai kalor yang berpindah dari sumber kalor menuju suatu benda

secara pancaran melalui gelombang elektro magnetik tertentu tanpa memerlukan media perantara (fluida atau padat).

F. *Pengukuran dan Instrumentasi*

Pengukuran banyak dilakukan dalam berbagai bidang, pengukuran sendiri merupakan serangkaian kegiatan yang bertujuan untuk menentukan nilai suatu besaran yang disebut sebagai hasil pengukuran. Pada setiap pengukuran, terdapat suatu acuan masing-masing yang dapat disebut sebagai satuan. Sebuah sistem pengukuran ada untuk memberikan informasi tentang nilai fisis dari beberapa variabel yang diukur. Pada contoh sederhana, sebuah sistem dapat hanya terdiri dari sebuah unit tunggal yang memberikan pembacaan keluaran atau sinyal berdasarkan pada besaran dari variabel yang tidak diketahui yang berlaku atasnya (Morris, 2001).

II. METODE PENELITIAN

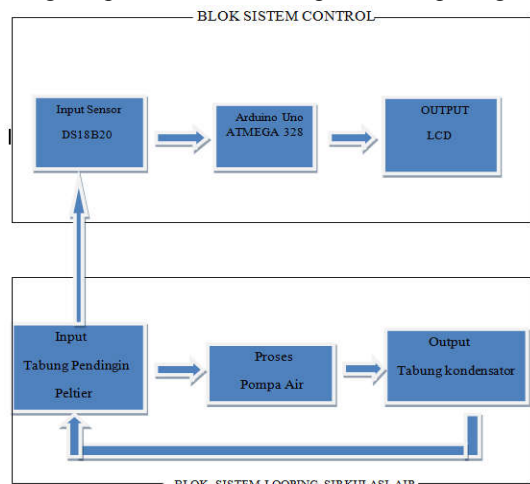
A. *Tempat dan Waktu Penelitian*

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan mulai tanggal 4 April 2016 – 28 November 2016. Adapun pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada satu tempat. Untuk pembuatan alat dan perancangan software dilakukan di tempat praktek sendiri yang berlokasi di kota Manado.

B. *Blok diagram*

Sistem pengaturan pendinginan pada kondensator untuk alat destilasi asap cair adalah sistem yang menggunakan mikrokontroler sebagai media pengendali. Dengan menggunakan mikrokontroler sebagai pengendali, sistem memerlukan apa yang disebut *software* atau program untuk mengoperasikan alat. Dengan kata lain sistem ini adalah sistem pengontrolan yang terprogram. Sebagai sistem pengontrolan yang terprogram, sistem ini tidak akan bekerja sebelum *software* yang dibuat di jalankan.

Dalam perancangan alat ini tahap pertama melakukan pembakaran bahan baku yaitu tempurung ke dalam tabung reaktor. Untuk menghindari pemborosan air, maka peneliti juga merancang alat destilasi asap cair ini menggunakan sistem looping dengan pompa air, dan menggunakan komponen termoelektrik peltier untuk mengubah adanya suhu air dan dideteksi oleh sensor suhu DS18B20. Sehingga air hangat yang keluar dari tabung kondensator dapat didinginkan atau di proses pada tabung pendingin agar air menjadi dingin atau stabil dan kembali ke tabung kondensor. Blok diagram perencanaan alat dapat di lihat pada gambar 1.



Gambar 1. Blok diagram Perencanaan Alat

D. Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Dari diagram blok yang telah dijelaskan di atas dapat diuraikan menjadi rangkaian – rangkaian dan konfigurasi penunjang sistem sesuai dengan blok diagram.

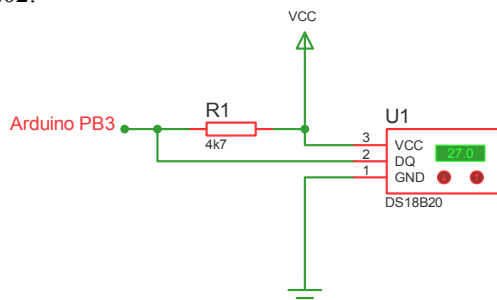
Berikut ini merupakan bagian-bagian dari perancangan perangkat keras untuk alat destilasi asap cair untuk bagian yang mencangkup pada pengontrolan suhu air. dalam perancangan alat ini ada dua bagian blok sistem yaitu blok sistem kontrol dan blok sistem looping sirkulasi air. Pada blok sistem kontrol menggunakan port-port digital dan analog dari Board Arduino untuk dihubungkan ke sensor DS 18B20 dan LCD. Sedangkan blok sistem looping sirkulasi air menggunakan termoelektrik peltier, fan, dan pompa air.

E. Perancangan Catu Daya

Catu daya merupakan bagian yang penting dalam pembuatan perangkat keras. Tanpa adanya catu daya maka semua rangkaian tidak akan bekerja. Kebanyakan catu daya yang digunakan sekarang didayai oleh sumber arus bolak – balik (AC) 110 Volt atau 220 Volt, dengan frekuensi berkisar antara 50 sampai 60 Hertz (Hz). Sumber AC ini dimasukan ke bagian input transformator sehingga menghasilkan tegangan output AC yang besarnya tergantung jumlah lilitan sekunder, jumlah lilitan primer dan besarnya tegangan primer trafo. Tegangan output dari trafo sekunder akan menentukan tegangan output DC akhir dari catu daya setelah penyetelan dan filter dipasang. Suplai daya atau tegangan yang berubah-ubah besarnya, baik membesar atau mengecil dapat menyebabkan rusaknya fungsi kerja rangkaian elektronik yang diaturnya. Untuk menghindari hal ini maka rangkaian harus menggunakan catu daya yang stabil dan mampu menekan kerut atau ripple semaksimal mungkin. Salah satu solusi yang digunakan dengan menerapkan rangkaian penyearah. Pada rangkaian penyearah digunakan diode bridge dengan sistem penyearahan penuh, dan kapasitor untuk mengurangi ripple. Pemasangan kapasitor 100µF untuk lebih menstabilkan kaluaran ic regulator dan lebih menekan noise yang muncul. Pembuatan rangkaian pengaturan pendinginan, membutuhkan suplai tegangan rangkaian 12 Volt dan 5 volt. Untuk memenuhi kebutuhan tegangan output yang demikian, digunakan IC regulator LM7812 untuk Vout 12V dan LM7805 untuk Vout 5V. Perancangan catu daya alat pengaturan pendinginan ini dalam setiap blok masing-masing menggunakan catu daya yang berbeda.

F. Perancangan Sensor Suhu Ds18B20

Untuk mengetahui jumlah suhu yang terdapat dalam air sensor menggunakan tipe contact temprature sensor yaitu sensor suhu yang memerlukan kontak (hubungan) Fisik dengan objek yang akan dirasakan perubahan suhunya. Sensor suhu jenis ini dapat digunakan untuk memantau suhu air. Dapat di lihat pada gambar 2 perancangan sensor suhu DS18B20.



Gambar 2. Perancangan Sensor Suhu DS18B20

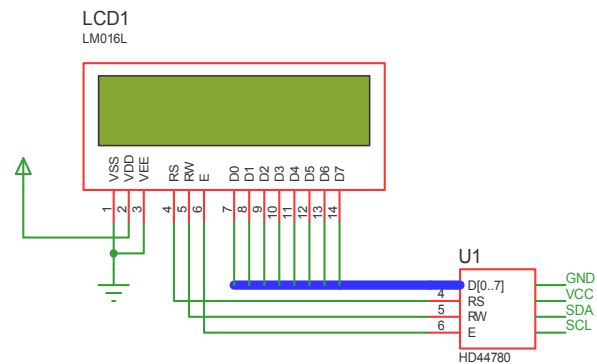
G. Perancangan tampilan LCD dengan driver LCD I2C

LCD merupakan komponen elektronika yang berfungsi untuk menampilkan karakter angka maupun huruf. LCD yang digunakan adalah LCD 16x2 dengan 32 karakter, dimana terdapat 2 baris yang masing-masing terdiri dari 16 karakter. Tegangan 3,3 -5 Volt yang digunakan untuk mengaktifkan LCD tersebut. Dari kemampuan LCD menampilkan karakter ini digunakan untuk membaca data sensor suhu DS18B20 yang didapat. Untuk rangkaian LCD 16x2 yang digunakan pada pengontrolan suhu. Dapat dilihat pada gambar 3 tampilan lcd dengan driver lcd I2C.

H. Perancangan Radiator

Radiator adalah suatu sistem pendinginan yang digunakan untuk menyerap kalor yang dibawah oleh asap, dengan media air yang disirkulasi oleh pompa, dengan menggunakan pendinginan bertingkat untuk mendinginkan air. Untuk sistem pendinginan digunakan komponen thermoelektik peltier yang terangkai dalam tabung radiator dan memiliki ukuran pada tabung radiator tingkat satu dengan panjang 24,5 cm, lebar 13 cm, tinggi 12 cm, volume air 2,5 L dan pada tabung radiator tingkat dua memiliki ukuran panjang 16 cm, lebar 15 cm, tinggi 12 cm volume air 1,5 L.

Dalam Tabung pendinginan tingkat 1 didalamnya terdapat dua buah komponen thermoelektrik yang terangkai seri, untuk menyerap kalor yang masuk dari tabung kondensator kemudian air dibuang ke pendinginan tingkat 2 yang didalamnya terdapat satu buah komponen thermoelektik dan disirkulasikan lagi oleh pompa ke tabung kondensator. Dapat dilihat pada gambar 4 tabung radiator pendinginan bertingkat.



Gambar 3. Tampilan Lcd Dengan Driver Lcd I2C



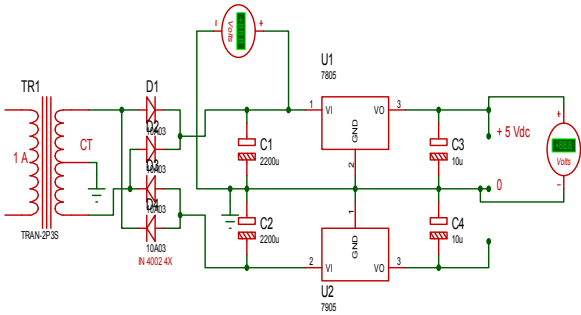
Gambar 4. Tabung radiator pendinginan bertingkat

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

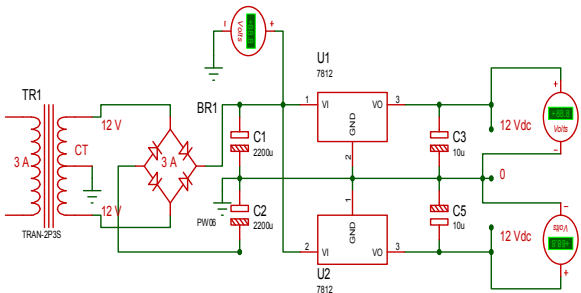
A. Pengujian Rangkaian Catu Daya

Rangkaian catu daya adalah hal yang pertama yang harus diperhatikan mengingat catu daya adalah sumber tegangan dari alat. Apabila catu daya tidak bekerja dengan baik, maka akan mempengaruhi kinerja sistem dari alat tersebut sehingga alat tidak dapat bekerja maksimal.

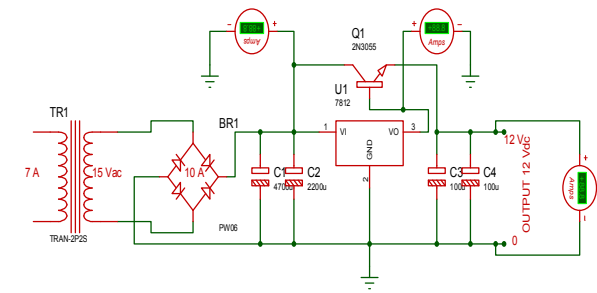
Pengukuran dilakukan pada rangkaian regulator tegangan dan pada bagian keluaran dari IC regulator terhadap ground dengan menggunakan multimeter analog atau digital. Dapat dilihat pada gambar 5,6,7,8 untuk pengukuran rangkaian catu daya.



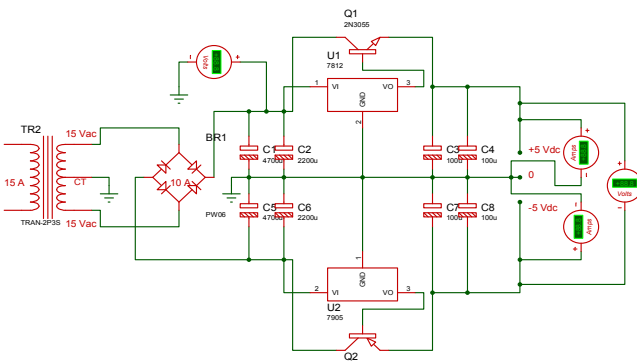
Gambar 5. Pengukuran Rangkaian Catu Daya Board Arduino Uno



Gambar 6. Pengukuran Rangkaian Catu Daya Fan



Gambar 7. Pengukuran Rangkaian Catu Daya Peltier Tunggal



Gambar 8. Pengukuran Rangkaian Catu Daya Peltier Seri

Pengukuran catu daya dilakukan berulang-ulang untuk meyakinkan apakah data yang diukur telah memenuhi standar tegangan suplai (range tegangan yang diijinkan). Sebagaimana yang direncanakan, tegangan yang dibutuhkan sistem pengendali adalah 5 Volt dan 12 Volt. Sesuai dengan table-table berikut, dapat disimpulkan bahwa tegangan output dari catu daya sudah bisa untuk digunakan. Meskipun ada perubahan pada tegangan keluaran catudaya, namun rata-rata V_{out} catu daya telah memenuhi standar untuk digunakan sebagai tegangan masukan pada sistem yang telah di rancang. Hasil pengujian tegangan dapat di lihat pada tabel I,II,III,IV

Tabel I. Hasil Pengukuran Tegangan Output Catu Daya Board Arduino

Tegangan Sumber	Vout 5 Vdc Vin IC Regulator 7805	Vout 5 Vdc Vout IC Regulator 7805
12 Vac	15,9 Vdc	4,9 Vdc
12 Vac	16,1 Vdc	5 Vdc

Tabel II. Hasil Pengukuran Tegangan Output Catu Daya Fan

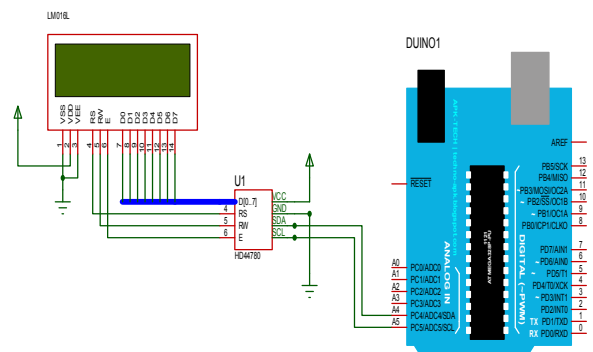
Tegangan Sumber	Vout 12 Vdc Vin IC Regulator 7812	Vout 12 Vdc Vout IC Regulator 7812
12 Vac	15,8 Vdc	11,9 Vdc
12 Vac	16 Vdc	12,1Vdc

Tabel III. Hasil Pengukuran Tegangan Output Catu Daya Peltier Tunggal

Tegangan Sumber	Vout 12 Vdc Vin IC Regulator 7812	Vout 12 Vdc Vout IC Regulator 7812
15 Vac	20,5 Vdc	11,9 Vdc
15 Vac	21Vdc	12,2 Vdc

Tabel IV. Hasil Pengukuran Tegangan Output Catu Daya Seri Peltier

Tegangan Sumber	Vout 12 Vdc Vin IC Regulator 7812	Vout 12 Vdc Vout IC Regulator 7812
15 Vac	21,3Vdc	11,9 Vdc
15 Vac	22,1Vdc	12 Vdc



Gambar 9. Rangkaian Pengujian LCD

Tabel VI. Perbandingan sensor DS18B20 terhadap thermometer

Waktu (Menit)	Sensor DS18B20 (°C)	Thermometer (°C)
20	31,50	32
40	30,50	31
60	29,50	30
80	28,50	29
100	27,50	28
120	26,50	27

B. Pengujian LCD

Liquid Crystal Display (LCD) diuji menggunakan arduino uno untuk mengetahui keadaan tampilan dari LCD. Pengujian kondisi LCD dilakukan dengan menghubungkan pin pada LCD dengan pin I2C HD44780 kemudian pin SDA dan SCL dri I2C di hubungkan pada arduino uno pada pin SDA dan SCL. Rangkaian pengujian LCD Dapat dilihat pada gambar 9.

C. Pengujian sistem pendingin peltier (Tabung 1 & 2)

Pengujian sistem pendingin peltier dilakukan untuk mengetahui baik atau tidaknya kinerja dari modul Thermoelectric. Modul Thermoelectric yang baik adalah modul yang dapat menghasilkan suhu dingin antara - 10 ° C sampai - 25 °C.

Adapun peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Tabung pendingin sebagai tempat penampungan air yang akan disirkulasikan.
2. Air dengan ukuran 2,5 L dan 1,5 L.
3. Termometer berfungsi mengukur suhu yang dihasilkan didalam tabung.

D. Pengujian Sensor DS18B20

Untuk menggunakan sensor suhu diperlukan adanya kalibrasi sensor dimana sensor tersebut akan mendeteksi adanya perubahan suhu yang terjadi pada sistem. Data sensor suhu ini diambil pada saat sensor tersebut dihubungkan dengan sistem pendingin. Sehingga semakin lama waktu pada saat pembakaran maka suhu pada tabung pendingin akan semakin turun dan dideteksi oleh sensor DS18B20.

Pada tabel VI merupakan hasil kalibrasi DS18B20 yang dibandingkan dengan setiap penurunan suhu pada alat ukur thermometer.

E. Pengujian Sistem Destilasi

Pengujian pada laju aliran kalor dan kadar air pada tempurung .

a) Perhitungan Laju Aliran Kalor

Fluida dapat mengalir disebabkan oleh adanya peristiwa pemanasan atau pendinginan. Untuk menghitung laju aliran kalor, sesuai rumus yang diambil dari landasan teori pada perpindahan kalor secara konveksi paksa persamaan 2.

dimana :

$$Q^* = MC\Delta T$$

1. Untuk waktu 15 menit

Rumus :

Tabel VII. Hasil pengujian laju aliran kalor pada kondensor

Waktu (t) (Menit)	Suhu (T) (°C)		Kalor (Q)
	T in Suhu Awal	T out (Pada saat pembakaran)	
15	32	33	2100
20	32	33,7	3570
30	32	34,3	5250
40	32	35	6300
50	32	35,5	7350
60	32	36	8400

$$Q^* = MC\Delta T$$

Q^* = Kalor yang di hasilkan

$$M^* = \text{Laju aliran air} \text{ Atau } M^* = \frac{m}{s} =$$

$$\frac{1000}{2} = 500 \frac{gr}{s} = 3.10^2 \cdot \frac{10^{-3} kg}{s} = 0,5 \frac{kg}{s}$$

C = Kalor jenis air

$$\Delta T = T_{out} - T_{in}$$

Dik : $M^* = 0,5 \text{ Kg/s}$

$$C = 4200 \text{ Joule / Kg}^\circ\text{C}$$

$$T_{in} = 32^\circ\text{C}$$

$$T_{out} = 33^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 33^\circ\text{C} - 32^\circ\text{C} = 1^\circ\text{C}$$

Dit : $Q^* = \dots?$

Penyelesaian : $Q^* = MC\Delta T$

$$Q^* = (0,5)(4200)(1) = 2100 \text{ Kalori}$$

$$1 \text{ Kalori} = 4,2 \text{ Joule}$$

$$Q^* = 2100 \times 4,2 = 8820 \text{ Joule}$$

b) Pengujian Laju Aliran Kalor

Pada pengujian alat data yang di ambil hanya 1 kali untuk pembakaran selama 60 menit

Dari hasil pengamatan pada tabel VII, hasil pengujian laju aliran kalor pada kondensor bahwa semakin tinggi suhu pada saat pembakaran maka laju aliran kalor dalam 10 menit mencapai kurang lebih 1000 kalori.

c) Pengujian kadar air tempurung dan cairan yang dihasilkan

Dalam pengujian alat, sebelumnya mengukur bahan baku tempurung yang kadar airnya tinggi untuk di jemur sampai kadar airnya rendah, untuk memudahkan pada saat pembakaran sehingga cairan yang dihasilkan semakin banyak

TABEL VIII. HASIL PENGUJIAN BAHAN BAKU TEMPURUNG DAN CAIRAN YANG DIHASILKAN

Bahan Baku Tempurung (sebelum dijemur) (Kg)	Bahan Baku Tempurung (sesudah dijemur) (Kg)	Waktu (Menit)	Asap Cair (ml)
12 Kg	10 Kg	20	50 ml
		40	200 ml
		60	400 ml
		80	600 ml
		100	800 ml
		120	1000ml

TABEL IX. HASIL PENGUJIAN PARTIKEL KEPADATAN PADA CAIRAN

Perbandinga cairan	Volume Air (ml)	Partikel Kepadatan (PPM)
Air Sumur	200 ml	208 ppm
Aqua isi ulang	200 ml	68 ppm
Cairan Asap Cair	200 ml	821 ppm

dibanding dengan kadar airnya tinggi. Pada pengujian alat data yang di ambil hanya 1 kali untuk pembakaran selama 120 menit. Dapat di lihat pada tabel VIII Hasil pengujian bahan baku tempurung dan cairan yang dihasilkan.

d) *Pengujian partikel kepadatan cairan*

TDS Meter adalah alat untuk mengukur partikel kepaadatan terlarut di air yang tidak tampak oleh mata dengan satuan PPM (*Part Per Million*). Dalam pengujian asap cair yang terkondensasi, diambil dari dua perbandingan air sumur dengan air aqua isi ulang untuk melihat partikel kepadatan dan hasil pengujian partikel kepadatan pada cairan dapat dilihat pada tabel IX.

Dari tabel IX dapat dilihat bahwa kepadatan cairan pada asap cair sangat tinggi mencapai 821 ppm dibanding dengan air sumur dan aqua isi ulang. Karena pada cairan asap cair masih banyak terdapat kandungan tar, sehingga cairan ini tidak dapat dikonsumsi oleh manusia dan kegunaannya hanya sebagai pestisida atau pembasmi hama dan penghilang bauh kandang.

Dari hasil pengamatan yang dilakukan pada saat pembakaran selama 120 menit dengan 10 Kg tempurung maka hasil cairan yang didapatkan selama 20 menit mencapai 200 ml sehingga dalam pembakaran 120 menit cairan yang didapatkan mencapai 1000 ml.

F. *Hubungan kualitas asap cair dengan kecepatan blower*

Semakin lama waktu destilasi maka asap cair yang dihasilkan berwarna semakin coklat kehitaman. Warna coklat ini berasal dari senyawa tar yang masih ikut teruapkan pada proses destilasi. Tar bersifat tidak larut dalam asap cair, sehingga tar akan membentuk lapisan di bagian atas asap cair dan apabila teroksidasi oleh udara sekitar akan mengakibatkan warna asap cair berubah menjadi kecoklatan.

Untuk pemasangan blower pada alat destilasi berpengaruh pada kualitas cairan dimana cairan banyak

TABEL X. RENDEMEN DAN KAPASITAS ALAT

Bahan Baku	Berat Bahan Baku (Kg)	Waktu (Jam)	Kapasitas Alat (Kg/Jam)	Rendemen (%)
Tempurung Kelapa	10	2	0,5	10

TABEL XI. ANALISIS EKONOMI ALAT PENGHASIL ASAP CAIR

Parameter	Nilai
- Harga alat Destilasi Rp/Unit	2.000.000
- Harga alat Pendinginan Rp/Unit	3.000.000
- Rendemen (%) Tempurung	10
- Harga Jual Asap Cair (Rp/L) Tempurung	20.000
- Harga beli bahan baku (Rp/kg) Tempurung	1500

mengandung tar yang terbawah oleh asap tetapi cairan yang dihasilkan lebih banyak, dibanding tanpa menggunakan blower, cairan sedikit, tetapi kandungan tar kurang.

G. *Analisis kerja alat*

Dalam menentukan kinerja alat maka harus menghitung kapasitas kerja alat dan rendemen yang dihasilkan. Kapasitas kerja alat pirolisis ditentukan oleh banyaknya bahan baku yang dibakar dalam pirolisis per satuan waktu. Sedangkan rendemen yang dihasilkan dinyatakan dalam persen, yang merupakan pembagian antara jumlah asap cair yang dihasilkan dengan jumlah bahan yang dibakar dalam tabung pirolisis (rendemen merupakan perbandingan antara berat hasil dibagi dengan berat awal dikalikan dengan 100 %). Data yang digunakan merupakan nilai rata-rata dari hasil yang diperoleh, dengan satu kali pengujian selama 120 menit, data ini dapat dilihat pada tabel X rendemen dan kapasitas alat.

Berdasarkan Tabel X. diketahui bahwa kapasitas alat dengan bahan baku dari tempurung kelapa yaitu 0,5 kg/jam.

H. *Nilai Ekonomi Penjualan Asap Cair*

Nilai ekonomi alat penghasil asap cair berupa biaya alat destilasi asap cair dan harga jual asap cair serta harga jual bahan baku tempurung, sehingga diperoleh hasil seperti yang dapat dilihat pada tabel XI analisis ekonomi alat penghasil asap cair.

I. *Pengujian Alat Keseluruhan*

Pada bagian ini seluruh rangkaian diuji secara keseluruhan mulai dari Pembakaran, proses pendinginan, cairan yang dihasilkan dan partikel kepadatan cairan. Berikut adalah gambar pengujian alat secara keseluruhan yang dapat di lihat pada gambar 10,11,12,13,14.



Gambar 10

- (a) Tempurung Kelapa
- (b) Penimbangan bahan baku 10 Kg



Gambar 13

- (a) Cairan 60 Menit
- (b) Cairan 90 Menit
- (c) Cairan 120 Menit



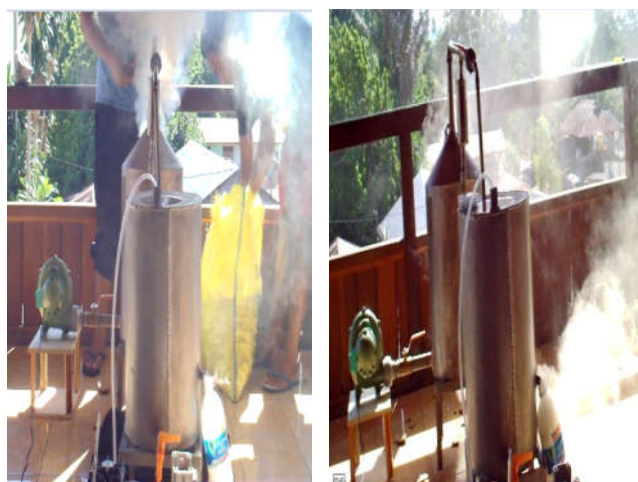
Gambar 11

- (a) Pengambilan Arang Tempurung
- (b) Arang Tempurung



Gambar 14

- (a) Pengukuran partikel padat pada air sumur
- (b) Pengukuran partikel padat pada air aqua isi ulang
- (c) Pengukuran partikel padat pada cairan asap cair



Gambar 12

- (a) Pengisian Tempurung
- (b) Pembakaran Tempurung

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan proses yang telah dilakukan, dimulai dengan perancangan hingga pengujian pada alat pengaturan pendinginan pada alat destilasi asap cair maka didapat kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Perbandingan suhu pada peltier seri dan peltier tunggal sekitar 2,5°C.
- 2) Perbandingan sensor DS18B20 dengan thermometer berbanding 0,5°C. Pada thermometer 32°C sedangkan pada sensor Ds18b20 31,50°C.

- 3) Pada laju aliran kolor yang dihasilkan dalam 10 menit kurang lebih 1000 kalori, sehingga dalam pembakaran selama 120 menit mencapai 8400 kalori.
- 4) Cairan yang dihasilkan pada saat pembakaran bahan baku tempurung dengan kapasitas 10 Kg yaitu sebanyak 1000 ml dalam waktu pengujian selama 120 menit.
- 5) Asap cair diuji partikel kepadatan dengan membandingkan air sumur dan aqua isi ulang, hasil pengujian pada air sumur 208 ppm, pada aqua isi ulang 68 ppm sedangkan pada asap cair mencapai 821 ppm, hasil pengamatan pada asap cair lebih tinggi partikel kepadatannya oleh sebab itu cairan ini tidak bisa dikonsumsi, hanya untuk pestisida atau pembasmi hama dan penghilang bau kandang.

B. Saran

- 1) Sebaiknya menggunakan komponen peltier lebih banyak untuk mencapai penurunan suhu yang lebih rendah.
- 2) Rendemen asap cair yang dihasilkan dengan alat ini masih kecil sekali yang disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya ukuran partikel dan proses pendinginan.
- 3) Asap cair yang dihasilkan dari tempurung kelapa memiliki multifungsi yaitu sebagai pengawet, pupuk dan pestisida. Bila asap cair yang dihasilkan akan digunakan sebagai bahan pengawet ada dua langkah yang harus dilakukan yaitu proses filtrasi destilat dengan zeolit aktif dan proses filtrasi hasil dari zeolit aktif.

KUTIPAN

- [1] Anonim, *Prototipe Alat Pembuat Arang Aktif dan Asap Cair Tempurung*, badan penelitian dan pengembangan industry, Dapertemen perindustrian, 1983.
- [2] A. Kadir, *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino*. Andy Yogyakarta
- [3] Bishop, *Dasar – dasar Elektronika*. Terjemahan Electronics a first course. Jakarta: Penerbit PT. Gelora Aksara Pratama, 2004.
- [4] Blocher, *Dasar Elektronika*. Andi. Yogyakarta, 2004.
- [5] Daryanto, *Teknik Pendinginan AC, Freezer, Kulkas*, Bandung : Penerbit Yrama Widya, 2016.
- [6] Prihono, *Jago Elektronika Secara Autodidak*, Surabaya: Kawan Pustaka, 2009.
- [7] R. Pukoliwutang, *Laporan Praktikum 2. Dasar Teknik Elektronika*. Universitas Sam Ratulangi Manado, Fakultas Teknik Elektro 2012
- [8] Sunarno, *Mekanikal Elektrikal*. Andi Yogyakarta, 2010.
- [9] Taalonganon Yeter, *Proyek Akhir. Rancang Bangun Alat Penghitung Indeks Masa Tubuh*. Jurusan Fisika Fakultas Mipa UNSRAT : MANADO 2014
- [10] Yunus, *Teknologi pembuatan asap cair dari tempurung kelapa sebagai bahan pengawet makanan*. Dosen Tetap Fakultas Teknik Universitas Sang Bumi Ruwa Jurai, 2012.



Rein Pukoliwutang lahir Maret 1992 pada tahun 2011 memulai pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado di Jurusan Teknik Elektro, dengan mengambil konsentrasi Minat Teknik Instrumentasi dan Elektronika pada tahun 2013. Dalam menempuh pendidikan penulis juga pernah melaksanakan Kerja Praktek yang bertempat di PT. Dwi Karya Maesaan Manado dari tanggal 26 Februari 2015 dan selesai melaksanakan pendidikan di Fakultas Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado Januari 2017, minat penelitiannya adalah tentang Pengaturan Pendinginan Pada Kondensor Untuk Alat Destilasi Asap Cair.