



Rancang Bangun dan Analisis Efisiensi Destilator Aquades Menggunakan Kondensor *Thermo Electric Cooler*

Nengah Jambonada, Rahma Hi. Manrulu

Program Studi Fisika Fakultas Sains Universitas Cokroaminoto Palopo, Indonesia

Email korespondensi : rahmamanrulu@uncp.ac.id

ABSTRACT- This study aims to determine: (1) simulated the design of an aquades distillator, (2) measure the capacity of each component of the aquades distillator, (3) make an aquades distillator, (4) analyze the efficiency of an aquades distillator. This research was conducted at the Cokroaminoto Palopo University Measurement Laboratory. The method used in this study started from simulating an aquades distillator using MATLABR2015 software, preparing tools and materials, testing the capacity of each aquades distillator component, assembling schematic and mechanical components of the aquades distillator, and testing the efficiency of the aquades distillator. Measurement of the capacity of the aquades distillator components using a multimeter and thermometer. The aquades distillator assembly schematic uses 3 schematics, namely: boiler schematic, condenser schematic, and adapter schematic. The results showed that the condenser efficiency was 11.11% and the energy efficiency was 97.19%. Working time of 180 minutes obtained a distillation rate of 31.06 ml/minute with a distillation yield of 4660 ml at an average destilator efficiency of 69.55%.

ABSTRAK- Penelitian ini bertujuan mengetahui: (1) simulasi rancang bangun destilator aquades, (2) mengukur kapasitas masing-masing komponen destilator aquades, (3) membuat destilator aquades, (4) analisis efisiensi destilator aquades. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengukuran Universitas Cokroaminoto Palopo. Metode yang digunakan dalam penelitian ini dimulai dari simulasi destilator aquades menggunakan *software MATLABR2015*, persiapan alat dan bahan, pengujian kapasitas masing-masing komponen destilator aquades, perakitan skematik dan mekanis komponen destilator aquades, dan uji efisiensi destilator aquades. Pengukuran kapasitas komponen destilator aquades menggunakan multimeter dan termometer. Skematik perakitan destilator aquades menggunakan 3 skematik yaitu: skematik boiler, skematik kondensor, dan skematik adapter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi kondensor 11,11% dan efisiensi energi 97,19%. Waktu kerja 180 menit diperoleh laju destilasi 31,06 ml/menit dengan hasil destilasi 4660 ml pada efisiensi rata-rata destilator 69,55%.

Kata Kunci : kapasitas, destilator, aquades, skematik, efisiensi, kondensor

PENDAHULUAN

Aquades merupakan air yang biasanya digunakan di ruang laboratorium. Kegunaan aquades ini dapat dimanfaatkan untuk mencampur zat pada saat melakukan praktik kimia di laboratorium, *reagent*, dan tentunya sebagai pembersih dari alat-alat laboratorium. Air aquades sebagai cairan pembersih dari beragam alat-alat laboratorium yang telah digunakan untuk penelitian, praktik, analisis kadar konsentrasi suatu senyawa, dan lain sebagainya. Aquades atau biasa juga disebut

air murni dapat dihasilkan melalui proses destilasi. Destilasi adalah proses yang digunakan untuk memisahkan campuran fluida berdasarkan titik didih yang diikuti oleh kondensasi. Data yang diperlukan dalam penyelesaian persoalan distilasi adalah data kesetimbangan antara fase likuid dan fase gas. Bentuk dan sumber data kesetimbangan antara fase likuid dan fase gas diantaranya dapat digambarkan dalam bentuk kurva kesetimbangan atau diperoleh dengan cara eksperimen. Dua fasa dikatakan berada dalam

kesetimbangan jika temperatur, tekanan, dan potensial kimia dari masing-masing komponen yang terlibat di kedua fasa bernilai sama (Ketut, 2014). Proses destilasi guna menghasilkan aquades menggunakan sebuah alat yakni destilator. Alat destilator ini mampu menghasilkan aquades melalui proses destilasi yang memanfaatkan energi listrik dan mengubahnya menjadi proses destilasi secara mekanis. Begitu pentingnya aquades dalam berbagai penelitian, hal tersebut dipandang perlu untuk membuat sebuah rancang bangun destilator aquades.

Penelitian ini bertujuan untuk simulasi rancang bangun destilator aquades dengan software MATLAB R2015, mengukur kapasitas masing-masing komponen destilator aquades, membuat destilator aquades dan menganalisis efisiensi destilator aquades.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen yang menggambarkan perancangan, pemodelan, perakitan dan analisis efisiensi alat dan hasil pada rancang bangun destilator aquades.

1. Defenisi Operasional Variabel

a. Destilator

Rancang bangun destilator adalah sebuah pengubahan energi dalam proses destilasi dengan memanfaatkan energi listrik dalam pengoperasiannya. Komponen dasar dalam pengoperasiannya yang dimaksud adalah elemen pemanas dari bahan logam tembaga dengan kisaran konsumsi energi listrik 1500 watt dan kondensor yang komponen dasar peltier adalah dengan konsumsi energi listrik 6-9 watt (Paijo & Agung, 2015).

b. Air dan larutan aquades

Air dalam penelitian ini merupakan objek dasar dalam proses destilasi, air yang dimaksud dalam adalah air tawar yang tidak mengandung larutan penjernih dan larutan mineral didalamnya yang diperoleh dari PDAM Kota Palopo. Larutan aquades merupakan hasil destilasi dengan konsentrasi pH 7.

2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni sampai bulan Juli 2017 di Laboratorium Pengukuran dan Laboratorium Bahan Alam Fakultas Sains Universitas Cokroaminoto Palopo.

3. Prosedur Penelitian

a. Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan beberapa alat, yaitu: solder, pistol lem kaca, obeng, mistar siku, termometer, pH meter/kertas pH, bor 3/8, pensil, gergaji besi, multimeter, penjepit buaya, dan pemutar poros pipa tembaga. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu: panci air stainless, pipa tembaga 1/2, peltier, integret alumunium, kipas DC, pompa mini, elemen pemanas AC 2500 W, timah solder, *flux*, *paste* pendingin, lem karet silikon, lem kaca, lem besi, selang elastik 2/8 dan 3/4, wadah penampung 30x20 cm, thermostat 95°C, lilin lem dan gabus/spons.

b. Prosedur Kerja

1) Simulasi kerja komponen

Gambaran kerja dengan sistem komputerisasi dapat lebih mengefisienkan waktu penelitian dan meminimalisir kesalahan penyusunan skematik maupun mekanis dari destilator aquades. Perancangan skematik menggunakan *software* proteus 8 dengan merancang dan mensimulasikan skematik boiler, kondensor, dan *power supply* (adapter). Perancang mekanis menggunakan *software* MATLAB R2015 dengan mensimulasikan kerja boiler dan kondensor.

2) Persiapan komponen

Kondisi alat dan bahan yang baik turut menentukan hasil penelitian ini dimulai dari analisis persentase kemungkinan kesalahan alat, kemudian pengecekan kondisi komponen.

3) Pengujian kapasitas komponen

Pengujian kapasitas komponen destilator aquades ini terkhusus pada komponen-komponen elektronika untuk mengurangi kesalahan dalam pembuatan destilator yang dikarenakan oleh salah satu komponen elektronika yang tidak berfungsi semestinya atau *over capacity*.

4) Perakitan

Tahap ini adalah tahap paling menentukan dalam penelitian ini, dimulai pada:

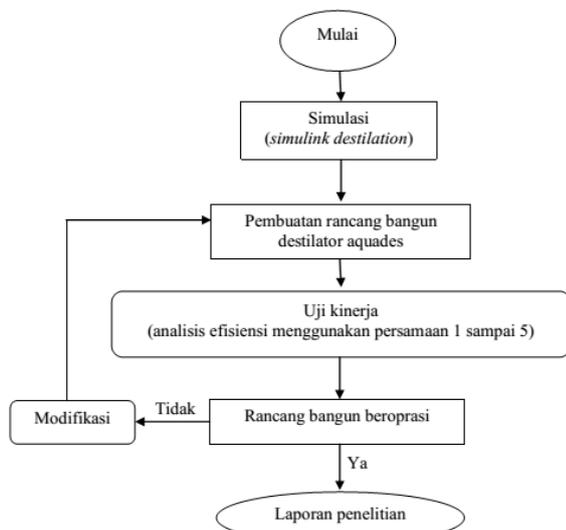
- a) Perakitan wadah penampung air (*boiler*) dengan menggunakan panci penampung volume 9 liter. Pada tahap ini juga sekaligus perakitan elemen pemanas dan kondensor sebagai penstabil suhu titik didih air.
- b) Perakitan kondensor menggunakan rangkaian paralel peltier dan sebuah mini dinamo DC sebagai pengalir air. Pada tahap ini juga perakitan pipa kondensat secara melingkar skrup.
- c) Perakitan pipa penyaluran uap, pada tahap ini perakitan lebih menyesuaikan dengan kontur dan posisi penampung air dan kondensor.

5) Uji efisiensi

Uji efisiensi merupakan tahap analisa hasil dimana diperoleh sebuah nilai pada setiap efisiensinya. Efisiensi pada tahap ini dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu: efisiensi energi, kondensor, dan volume destilasi.

4. Diagram Alir Penelitian

Berikut ini diagram alir prosedur kerja penelitian pada rancang bangun dan analisis efisiensi destilator aquades menggunakan kondensor *thermo electric cooler*.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancang bangun destilator ini terdiri dari elemen pemanas, kolom fraksinasi, dan kolom kondensor. Kapasitas destilator ini adalah 8 liter bahan destilat.

1. Elemen Pemanas (*Water Heater*)

Elemen pemanas (*water heater*) yang digunakan adalah tipe spiral seri dsld-11411434 sebagai pemanas air yang berada pada *boiler* dengan volume maksimum air 8 liter. Lama waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan air 30 menit dengan konsumsi daya listrik 2500 W pada tegangan 220-240 V.



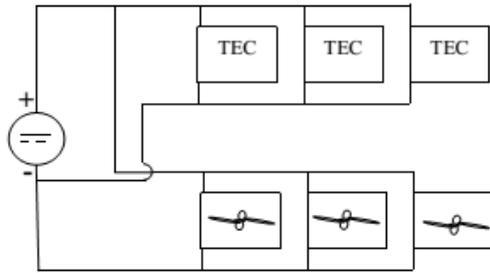
Gambar 2. Elemen pemanas dsld-11411434

2. Kondensor

Kondensor yang digunakan pada penelitian ini menggunakan komponen dasar TEC1-12706 dengan spesifikasi kemampuan Q_{max} 50-57 watt, I_{max} 6,4 A, dan V_{max} 14,4-16,4 V mampu menghasilkan selisih panas $25^{\circ}C-50^{\circ}C$. Kondensor ini berfungsi sebagai penukar panas dengan menyerap panas dari uap air ke air yang melewati kondensor sehingga terjadi proses kondensasi.



Gambar 3. Kondensor

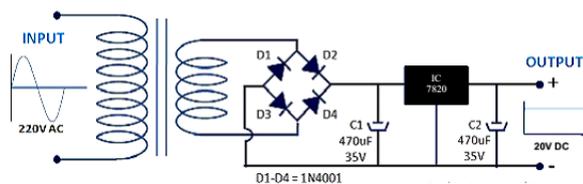


Gambar 7. Skematik kondensor

Tegangan DC dari adapter sebesar 20 volt namun tegangan yang terukur 19,4 volt sementara yang dibutuhkan *peltier* (TEC) sebesar 12 volt-20 volt dan *heatsink fun* membutuhkan tegangan 12 volt - 21 volt, sehingga *peltier* dan motor pada *heatsink fun* bekerja maksimum.

d. Skematik Adaptor (*power supply*)

Skematik adaptor yang digunakan yakni seri LM5023-2 dengan konsumsi energi 65 W, pada tegangan 115/230 V, seperti pada gambar berikut:

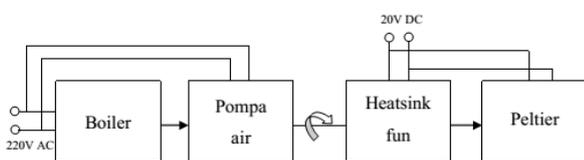


Gambar 8. Skematik adaptor LM5023-2

Sesuai dengan *datasheet* adaptor nilai efisiensi tertinggi diperoleh pada kisaran tegangan 115 V AC, dengan menghasilkan *output* 19 V.

6. Destilator Aquades

Pengujian secara fungsional destilator aquades ini dilaksanakan di Laboratorium Pengukuran Universitas Cokroaminoto Palopo. Hasil uji fungsional menunjukkan bahwa bagian dari komponen prototipe destilator telah berfungsi dengan baik sesuai dengan pada gambar 9.



Gambar 9. Destilator aquades

Pemanas listrik akan mati secara otomatis apabila suhu pada temperature thermostat mencapai lebih tinggi dari 95°C dan hidup kembali apabila suhu turun, sehingga suhu pada boiler lebih stabil pada titik didih air serta pada pipa fraksinasi. Kondensor kurang maksimal dalam mendinginkan disebabkan waktu yang dibutuhkan *peltier* (TEC) lebih lama yaitu 26 menit dengan volume air 1,3 liter. Kondisi kondensasi kurang maksimal dikarenakan temperatur rata-rata kondensat 29,6°C sehingga perlu menurunkan suhu hingga mencapai suhu 15,4°C sehingga tekanan udara menjadi 1.754 kPa (Rustandi, 2013).

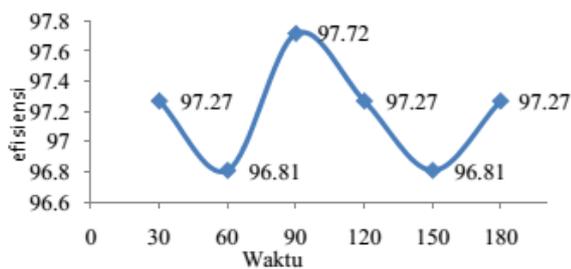
7. Analisis Efisiensi Destilator Aquades

Uji kinerja destilator ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dan tingkat keberhasilan alat dalam proses destilasi menggunakan kondensor *Thermo Electric Cooler* (TEC) ditempatkan pada kolom fraksinasi. Parameter yang digunakan dalam pengujian alat destilasi (Susilo, 2009) meliputi:

Tabel 1. Kerja destilator aquades

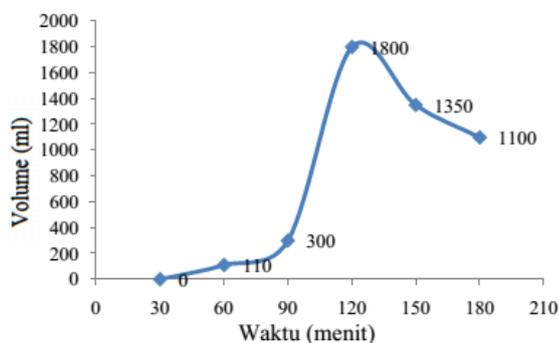
No	t (menit)	Q ₁ (j)	Q ₂ (j)	T _H (°C)	T _C (°C)	pH	V _{kerja} (V)	V _{destilasi} (ml/m ³)	η _E (%)	η _K (%)
1	30	105000	105000	25	26	-	214	0	97.27	0
2	60	369600	197400	22	22	6.6	213	3.67	96.81	0.9
3	90	386400	218400	33	33	6.5	215	10	97.72	0
4	120	399000	231000	30	25	7.1	214	60	97.27	0.2
5	150	361200	277200	40	37	6.6	213	45	96.81	8.2
6	180	369600	302400	40	36	6.5	214	36.67	97.27	11.1

Pengujian dilakukan dengan menggunakan sampel air dari PDAM Kota Palopo yang telah dialirkan ke Universitas Cokroaminoto Palopo. Uji kinerja destilator aquades dilakukan dengan pengaturan suhu destilasi 95°C pada temperatur thermostat. Waktu pengamatan dilakukan pada kurun waktu 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit, 180 menit, dengan parameter pengamatan meliputi efisiensi konsumsi energi, efisiensi kondensor, laju destilasi per 30 menit dan efisiensi destilator, seperti pada gambar berikut:



Gambar 10. Efisiensi penggunaan energi

Penggunaan daya destilator aquades dari seluruh komponen bekerja secara normal pada kisaran 220V, namun pada daya yang terukur 214V pada 30 menit, 213 pada 60 menit, 215 pada 90 menit, 214 pada menit 120, 213 pada menit 150, dan 214 pada menit 180. Faktor daya (beban) yang terbuang sangatlah kecil yaitu kurang dari 4% dengan efisiensi tertinggi pada menit ke-90 dengan beban 2,28%. Hasil uji kinerja *prototype* destilator dapat dilihat pada gambar 11 berikut:



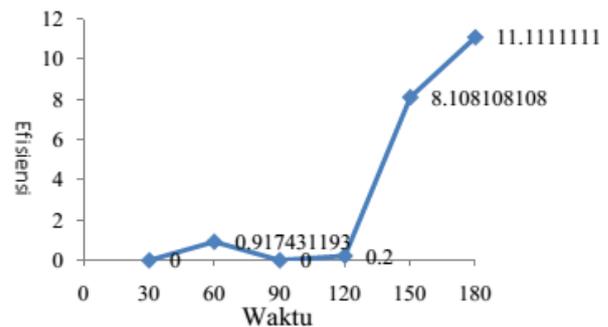
Gambar 11. Laju destilasi

Gambar 11 menunjukkan bahwa nilai rata-rata aquades dari hasil destilasi 776.67 ml/30 menit dengan laju tertinggi saat diperoleh saat 120 menit hal ini dikarenakan adanya stabilitas suhu pada *boiler* dan kondensor pada waktu tersebut.

Nilai linieritas waktu destilasi menunjukkan adanya penurunan laju setelah pada menit ke-150, hal ini terjadi karena faktor efisiensi rata-rata kondensor yang sangat rendah yakni 6,26% pada suhu rata-rata yang diserap 31,67°C dan suhu yang dilepaskan 29,8°C, suhu ini hanya pada kisaran suhu ruangan sementara suhu efektif berada pada 15,4°C (Rustandi, 2013).

Konsumsi daya yang dari destilator aquades cukup maksimal ini ditunjukkan

dengan efisiensi konsumsi energi mencapai 97,27% dengan nilai faktor daya terbuang atau beban kurang dari 5%.



Gambar 12. Efisiensi kondensor

Efisiensi yang dihasilkan kondensor sangatlah kecil kurang 65% ini menunjukkan bahwa kondensor perlu pembenahan secara mekanis. Efisiensi tertinggi diperoleh pada menit ke-180 dengan suhu dingin 36°C, efisiensi terendah pada menit pertama tidak terjadi penyerapan suhu yaitu 25°C.

Uji kinerja destilator aquades terhadap efisiensi destilasi sampai menit ke-180 menunjukkan bahwa destilasi dengan kondensor TEC pada kolom fraksinasi menghasilkan efisiensi destilasi rata-rata tertinggi yaitu 69,55% dengan volume destilasi 4660 ml.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa rancang bangun destilator aquades menggunakan kondensor *thermo electric cooler* (peltier), merupakan destilator yang tersusun dari beberapa komponen yang saling terhubung secara mekanis antara komponen menggunakan arus AC dengan arus DC. Komponen dasar yang digunakan destilator aquades ini adalah *water heater* 2500W, thermostat 95°C, peltier (TEC1-12706), heatsink fun, dan pompa air mini. Uji kinerja terhadap efisiensi energi rata-rata destilator aquades sangat baik mencapai 97,19%, sementara efisiensi kondensor masih kurang yakni 11.11%. Efisiensi destilator aquades sebesar 69,55% dengan mampu menghasilkan aquades 4660 ml dalam waktu 180 menit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada pimpinan Fakultas Sains UNCP yang telah memfasilitasi dan mengizinkan menggunakan laboratorium selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Ketut, P. I. (2014). Unjuk Kerja Destilasi Air Energi Surya. *Jurnal Energi dan Manufaktur*. Vol 5 (1), 82-88.
- Paijo, B., & Agung. (2015). Rancang Bangun Pendingin Ruangan Peotebel dengan Memanfaatkan Efek Perbedaan Suhu pada Thermo Electric Cooler (TEC). *JKM*. Vol 3(1), 100-109.
- Rustandi, R. (2013). Pemanfaatan Air Kondensat dari Evaporator yang Biasa Terbuang untuk Kerja AC Split. *Jurnal Teknik Refrigerasi dan Tata Udara Politeknik Negeri Bandung* Vol 7 (1), 759-765.
- Susilo, S. (2009). *Rancangan dan Uji Kinerja Alat Destilasi Etanol dengan Metode Rektifikasi*. Bogor: Departemen Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian (IPB).