

Modifikasi Sirkulasi Air Pendingin Alat Destilasi pada Proses Pembuatan Akuades

Marjuni, Ori Minarto, Sri Cahyo Wahyono

Program Studi S1 Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat

Email korespondensi : marjuni@ulm.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.20527/flux.v18i1.8888>

Submitted: 05 Agustus 2020; Accepted: 4 Februari 2021

ABSTRAK– Air suling di laboratorium sangat penting karena merupakan kebutuhan pokok dalam praktikum dan / atau penelitian. Besarnya pemanfaatan aquades di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat (FMIPA ULM) terpaksa bergantung sendiri dengan menyediakan peralatan untuk memproduksi aquades. Efisiensi air rendah selama memproduksi satu liter air suling karena dibutuhkan 35 liter. Beberapa penelitian telah dilakukan dengan fokus pada efisiensi energi dan penggunaan energi alternatif dalam produksi air suling. Efisiensi tidak hanya terbatas pada sumber energi pemanas, tetapi juga komponen pendinginnya. Salah satu upaya yang dilakukan adalah memodifikasi sirkulasi air pendingin pada peralatan destilasi. Ini bertujuan agar air pendingin tidak terbuang percuma tetapi dikembalikan ke sirkuit. Pada penelitian ini modifikasi sirkulasi air pendingin dilakukan dengan menambahkan satu set radiator, pompa celup dan tangki penyimpanan. Air suling yang dihasilkan dari rangkaian ini akan dibandingkan dengan air suling dari peralatan destilasi tanpa modifikasi. Parameter yang dibandingkan yaitu: suhu, volume, konduktivitas listrik dan pH. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rangkaian peralatan destilasi yang dimodifikasi layak untuk diterapkan karena konduktivitas listrik air destilasi yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan sebelum proses modifikasi dan juga sedimen yang menempel pada dinding boiler terbentuk lebih lambat dibandingkan peralatan destilasi tanpa modifikasi. Dengan kebutuhan volume air baku yang lebih rendah, rangkaian peralatan destilasi yang dimodifikasi ini juga cocok digunakan pada musim kemarau atau pada saat distribusi air tidak lancar.

Kata Kunci: air suling, konduktivitas listrik, modifikasi, peralatan destilasi.

ABSTRACT– Distilled water in the laboratory is highly important since it is a basic requirement in the lab work and/or research. The large use of distilled water in the Faculty of Mathematics and Natural Sciences University of Lambung Mangkurat (FMIPA ULM) obliged to depend on its own by providing the equipment to produce distilled water. The efficiency of water is low during producing one liter distilled water due to 35 liters is needed. Several studies have conducted focusing on the energy efficiency and the use of alternative energy in the distilled water production. Efficiency is not only limited on the heating energy sources, but also the cooling component. One of the attempts is modifying the cooling water circulation in the distillation equipment. It aimed that the cooling water is not wasted but is returned to the circuit. In this study, a cooling water circulation modification was carried out by adding a radiator set, submersible pump and storage tank. The distilled water produced from this circuit will be compared with distilled water from distillation equipment without modification. The parameters compared which are: temperature, volume, electrical conductivity and pH. Our research results show that the modified distillation equipment series is feasible to apply since the electrical conductivity of the resulting distilled water is lower than before modification process and also the sediment attached to the boiler wall is formed slower than the distillation equipment without modification. With the need for a lower volume of raw water, a series of modified distillation equipment is also suitable for use in the dry season or during water distribution is not smooth.

KEYWORDS : distilled water, electrical conductivity, modification, distillation equipment.

PENDAHULUAN

Air merupakan bahan termurah dari semua bahan yang digunakan di laboratorium tetapi air merupakan bahan terpenting dan yang paling sering digunakan, oleh karena itu kualitas air yang digunakan harus memenuhi standar seperti halnya bahan lain yang digunakan dalam analisa (Permenkes No. 43 Tahun 2013). Salah satu jenis air yang sering dipakai di laboratorium adalah akuades.

Akuades merupakan air hasil penyulingan yang bebas dari zat-zat pengotor sehingga bersifat murni. Akuades biasa digunakan sebagai pelarut dan untuk membersihkan alat-alat laboratorium dari zat pengotor. Air murni diperoleh dengan cara destilasi, tujuan dari destilasi yaitu memperoleh cairan murni dari cairan yang telah tercemari zat terlarut atau bercampur dengan cairan lain yang berbeda titik didihnya (Khotimah, Anggraeni, & Setianingsih, 2018). Proses pembuatan akuades diawali ketika air baku dididihkan pada suhu sekitar 100 °C (titik didih air) menggunakan boiler/pemanas. Ketika suhu air mencapai titik didih maka air akan menguap. Ketika uap air bersentuhan dengan bidang yang suhunya rendah maka uap air akan terkondensasi dan jatuh menjadi titik-titik air. Titik-titik air ini kemudian ditampung menjadi akuades.

Akuades merupakan bahan vital dalam sebuah laboratorium. Menurut Adani and Pujiastuti (2018) kebutuhan akuades sangat besar karena akuades merupakan bahan pelarut utama dalam kegiatan praktikum di laboratorium. Akuades umumnya digunakan sebagai pengencer ataupun sebagai pelarut dalam kegiatan praktikum dan penelitian, walaupun dalam penelitian tertentu akuades masih dapat diganti dengan jenis air yang lain (Simatupang, 2006). Karena sebagai kebutuhan dasar dan pemakaian yang sangat banyak maka akuades di Laboratorium FMIPA ULM diproduksi sendiri dengan membeli peralatan alat destilasi yang menggunakan metode destilasi sederhana. Banyak merk alat destilasi yang tersedia untuk skala laboratorium tetapi pada prinsipnya sama, yang membedakan

biasanya hanya pada jenis bahan, bentuk/model dan volume yang dihasilkan.

Bagian utama dari alat destilasi adalah pemanas dan kondensor/pendingin. Pada bagian pemanas terdapat elemen pemanas yang berfungsi untuk mendidihkan air baku. Pada bagian pendingin terdapat spiral yang mengelilingi uap air panas. Spiral tersebut diisi air dingin yang mengalir. Air pendingin yang mengalir pada alat destilasi di Laboratorium FMIPA ULM pada akhirnya akan dibiarkan terbuang karena tidak memungkinkan untuk langsung dikembalikan ke sistem karena suhu air sudah tinggi serta tidak ditampung karena belum tersedianya bak penampungan. Berdasarkan pengamatan di Laboratorium FMIPA ULM, perbandingan akuades yang dihasilkan dengan air yang terbuang sekitar 1:35, artinya untuk menghasilkan akuades 1 Liter maka akan terbuang 35 L air PDAM. Jika Laboratorium FMIPA ULM memproduksi akuades 100 L/hari maka akan terbuang 3,5 kubik air PDAM dalam sehari.

Sumber energi terpenting di dunia ini adalah air. Ketersediaan air yang cukup secara kuantitas, kualitas, dan kontinuitas sangat penting untuk kelangsungan hidup manusia (Arifiani & Hadiwidodo, 2007). Air menjadi masalah yang perlu mendapat perhatian yang seksama dan cermat. Karena untuk mendapatkan air yang bersih, sesuai dengan standar tertentu, saat ini menjadi barang yang mahal. Ketergantungan manusia terhadap air pun semakin besar sejalan dengan perkembangan penduduk yang semakin meningkat (Kadek & Konsukartha, 2007).

Dengan melihat pentingnya usaha untuk melakukan penghematan air sebagai tanggung jawab kita bersama untuk kelestarian lingkungan pada proses pembuatan akuades di lingkungan Laboratorium FMIPA ULM maka dilakukan penelitian modifikasi sirkulasi air pendingin alat destilasi pada proses pembuatan akuades. Diharapkan air pendingin tidak akan terbuang, akan tetapi dikembalikan kembali ke sistem dengan cara memodifikasi sirkulasi

air pendingin alat destilasi dengan tetap memperhatikan kualitas akuades yang dihasilkan.

Menurut Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air bahwa yang dimaksud dengan air adalah semua air yang terdapat pada, di atas, ataupun di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut yang berada di darat.

Air yang ada dalam kehidupan ini merupakan senyawa kimia dengan struktur kimia yang secara umum dikenal sebagai H₂O. Menurut Effendi (2003), air memiliki karakteristik yang tidak dimiliki oleh senyawa kimia lain, karakteristik tersebut antara lain:

- a. Pada kisaran suhu yang sesuai bagi kehidupan, yakni 0°C – 100°C, air berwujud cair.
- b. Perubahan suhu air berlangsung lambat sehingga air memiliki sifat sebagai penyimpan panas yang sangat baik.
- c. Air memerlukan panas yang tinggi pada proses penguapan. Penguapan adalah proses perubahan air menjadi uap air.
- d. Air merupakan pelarut yang baik.
- e. Air memiliki tegangan permukaan yang tinggi.
- f. Air merupakan satu – satunya senyawa yang merenggang ketika membeku.

Jumlah air di alam ini tetap dan mengikuti suatu aliran yang dinamakan siklus hidrologi. Siklus hidrologi ialah pergerakan air yang dialami yang terdiri dari berbagai peristiwa yaitu :

- a. Penguapan (evaporasi) air yang terdapat di dalam dan atau keadaan berkeringat (transpirasi) yang dialami oleh makhluk hidup
- b. Pembentukan awan (kondensasi)
- c. Peristiwa jatuhnya air ke bumi (presipitasi)
- d. Aliran air pada permukaan bumi dan di dalam tanah (Azwar, 1995).

Di seluruh dunia, kepedulian dan kekhawatiran terhadap kekurangan air minum dewasa ini semakin meningkat. Hal ini dikarenakan semakin meningkatnya

permintaan untuk air sedangkan jumlah pasokan air mengalami penurunan. Meningkatnya permintaan terhadap air seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk. Untuk daerah perkotaan dengan pembangunan yang pesat dan pertumbuhan penduduk yang tinggi, ketersediaan air bersih menjadi sangat langka dan mahal.

Di dalam Permenkes No. 492 Tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum dan Permenkes No. 736 Tahun 2010 tentang tata laksana pengawasan kualitas air minum, air minum didefinisikan sebagai air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Berdasarkan jenis pengolahannya air minum dapat berupa air dengan sistem jaringan perpipaan, misal PDAM.

Akuades merupakan air dari hasil penyulingan atau biasa disebut dengan proses destilasi atau biasa juga disebut dengan air murni. Proses destilasi ini merupakan suatu proses pemisahan senyawa kimia menurut perbedaan volatilitas yakni dengan suatu teknik pemisahan berdasar perbedaan titik didih untuk memperoleh senyawa murni.

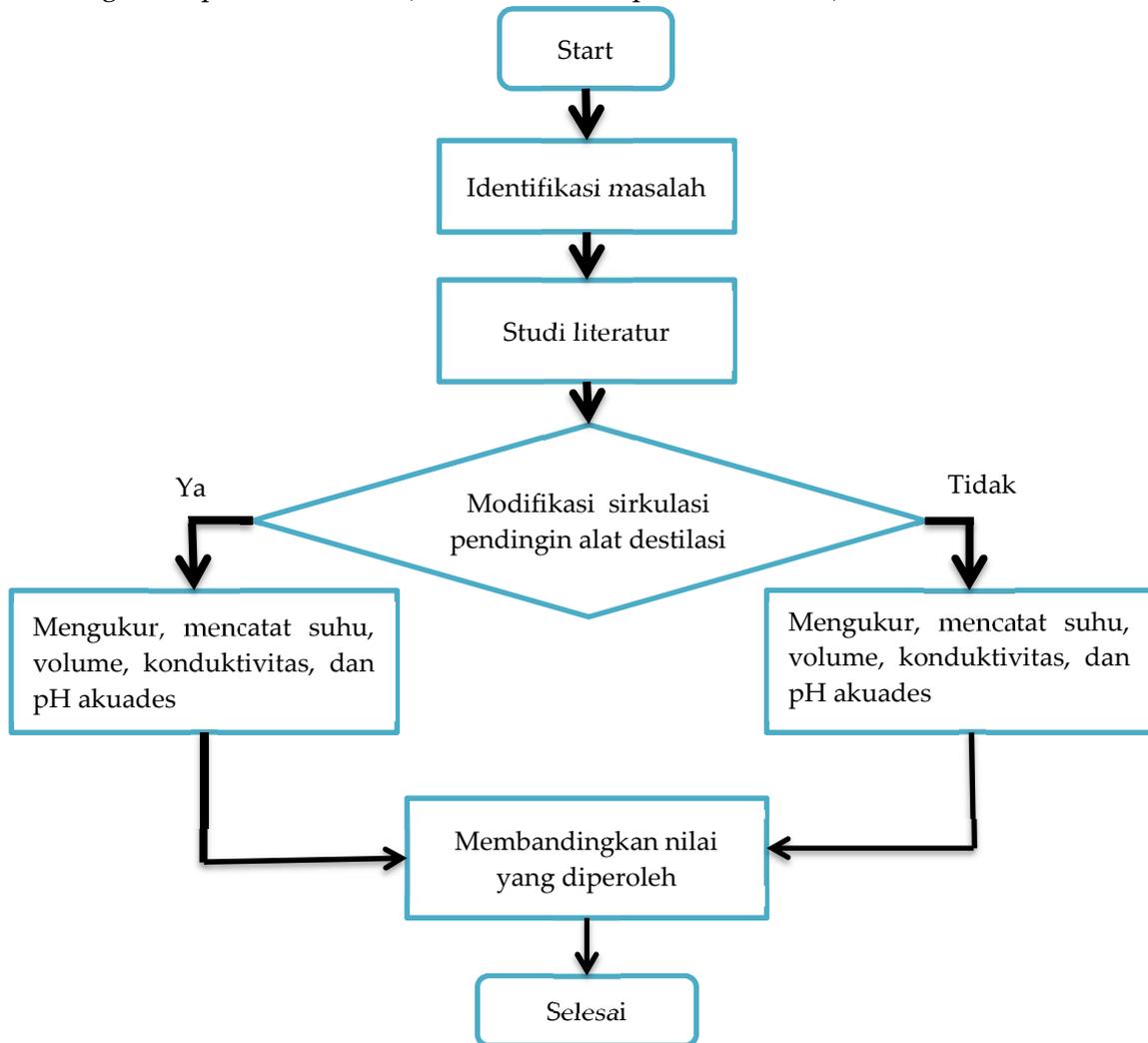
Parameter konduktivitas digunakan untuk menetapkan kualitas akuades, karena konduktivitas menghasilkan ukuran non spesifik kandungan ion (Permenkes No. 43 Tahun 2013). Menurut Saidur *et al.* (2011) ada beberapa metode destilasi yang dikembangkan untuk teknologi desalinasi air, yakni: destilasi sederhana, destilasi tunggal, destilasi efek berganda, destilasi bertingkat, destilasi kompresi uap, dan yang terbaru adalah metode Refro-distiller. Selain metode destilasi yang terus berkembang, pemanfaatan energi alternatif dalam proses pengolahan akuades juga dikembangkan, seperti yang dilakukan Brandon A. Moore *et al.* (2008) dengan menggunakan limbah panas dari mesin pembangkit listrik sebagai sumber energi.

METODE PENELITIAN

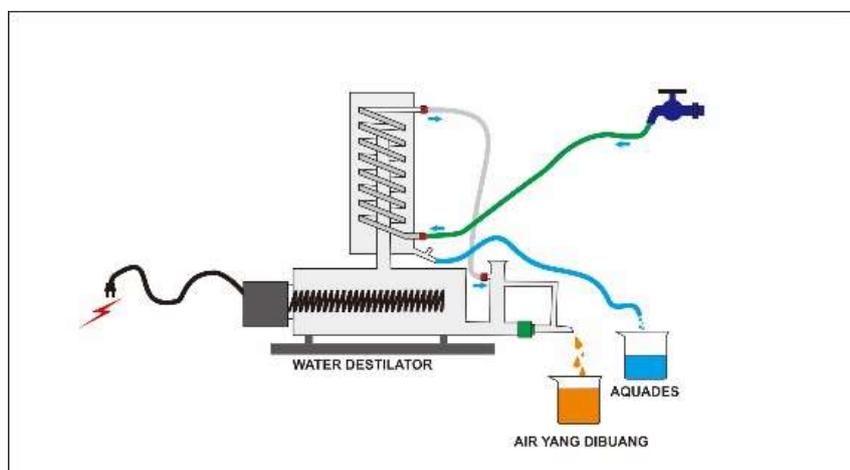
Alur penelitian seperti terlihat pada Gambar 1. Penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan modifikasi sirkulasi air

pendingin alat destilasi (Iwaki water still WS-6). Pada sirkulasi air pendingin akan ditambahkan *radiator set* yang berfungsi untuk menurunkan suhu air. Untuk mengalirkan air pendingin dibantu dengan pompa celup (seperti rangkaian pada Gambar 3). Akuades

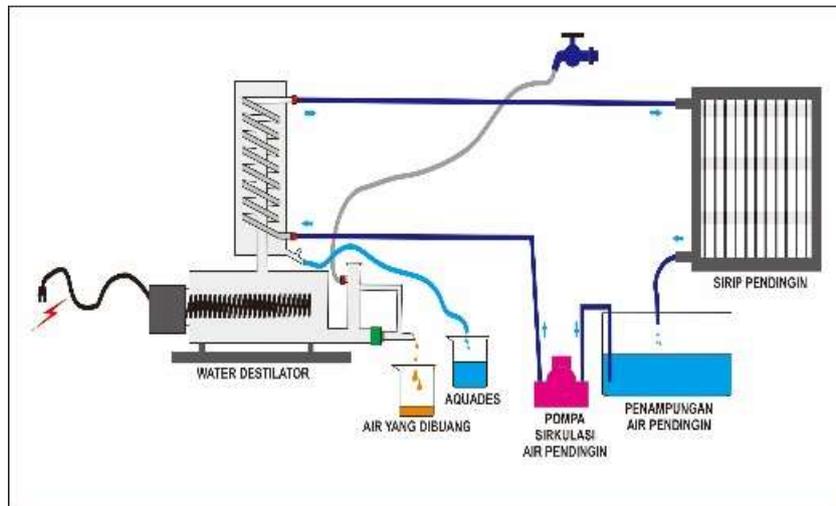
yang dihasilkan akan diukur suhu, volume, pH dan konduktivitasnya, kemudian akan dibandingkan dengan akuades yang dihasilkan dari alat destilasi yang tidak mengalami modifikasi (seperti rangkaian pada Gambar 2).



Gambar 1 Skema Penelitian



Gambar 2 Rangkaian alat destilasi sebelum modifikasi



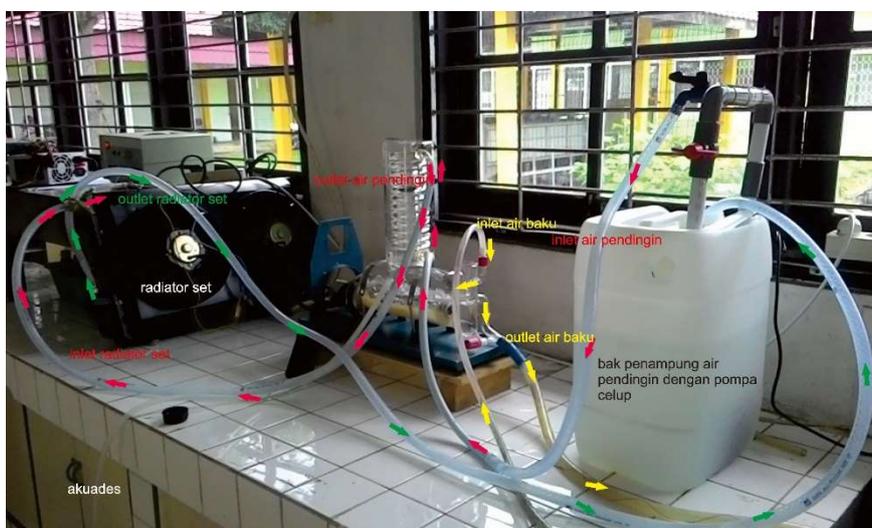
Gambar 3 Rangkaian alat destilasi sesudah modifikasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rangkaian alat destilasi dan arah alir air ditunjukkan Gambar 4 dan 5.



Gambar 4 Alat destilasi sebelum modifikasi



Gambar 5 Alat destilasi sesudah modifikasi

Hasil penelitian dipaparkan seperti pada Tabel 1-3.

Tabel 1 Data Akuades pada Rangkaian Alat destilasi Tanpa Modifikasi

No	Debit Air Pendingin(L/menit)	Suhu (°C)	Volume Akuades (L/jam)	DHL ($\mu\text{s/cm}$)	pH
1	0,5	54,35	3,03	1,43	6,13
2	1,0	42,46	2,44	2,05	6,10
3	1,5	37,59	2,09	2,39	6,20
4	2,0	36,96	2,06	2,23	6,20
5	2,5	35,68	1,97	2,17	5,63

Tabel 2 Data Akuades pada Rangkaian Alat destilasi Termodifikasi

No	Debit Air Pendingin(L/menit)	Suhu (°C)	Volume Akuades (L/jam)	DHL ($\mu\text{s/cm}$)	pH
1	0,5	55,67	2,60	1,11	6,00
2	1,0	43,37	2,52	1,31	6,07
3	1,5	37,87	2,50	1,67	5,93
4	2,0	36,97	2,50	1,74	5,83
5	2,5	36,23	2,46	1,86	5,73

Tabel 3 Data Air Baku

Sumber Air Baku	Ciri Fisik	DHL ($\mu\text{s/cm}$)	pH
Air PDAM	Agak keruh Bila didiamkan terdapat endapan di dasar air	144,14	7,3

Ada 2 rangkaian alat destilasi yang dibuat untuk menghasilkan akuades berdasarkan perbedaan sirkulasi air pendingin :

1. Alat destilasi Tanpa Modifikasi

Rangkaian alat tidak mengalami perubahan/penambahan (gambar 2 dan 4).

2. Alat destilasi Termodifikasi

Rangkaian alat mengalami penambahan : *radiator set*, pompa celup, dan bak penampungan air pendingin (Gambar 3 dan 5).

Sebelum pengambilan data, alat destilasi dibersihkan terlebih dahulu. Kotoran yang mengendap terlalu lama pada dinding

pemanas akan membentuk endapan seperti garam. Tumpukan kotoran pada dinding pemanas dikhawatirkan akan mempengaruhi kualitas akuades yang dihasilkan. Setelah pengambilan data di setiap rangkaian, alat selalu dibersihkan karena pada dinding kaca pemanas sudah muncul endapan kotoran berwarna coklat.

Pada rangkaian alat destilasi tanpa modifikasi, air baku PDAM akan masuk ke rangkaian alat melalui sambungan selang masuk bagian bawah kondensor, kemudian mengalir di dalam spiral kondensor, selanjutnya air mengalir melalui sambungan



Gambar 6 (A) Kotoran menempel pada dinding pemanas, dan (B) Alat destilasi yang sudah dibersihkan

selang keluar pada bagian atas kondensor. Air yang keluar pada kondensor akan melalui sambungan selang masuk pada pemanas dan mengisi dengan volume tertentu. Air pada pemanas inilah yang akan dididihkan untuk menghasilkan akuades. Kelebihan volume air pada pemanas akan dibuang melalui saluran pembuangan air. Banyaknya air yang terbuang sebanding dengan debit air yang masuk pada kondensor.

Pada rangkaian alat destilasi termodifikasi ada penambahan *radiator set* serta bak penampungan air yang dilengkapi pompa celup untuk mendorong air masuk ke dalam kondensor dan ke *radiator set*. Air yang melewati kondensor akan mengalami kenaikan suhu karena mengalami pertukaran panas dengan uap air (akuades), kemudian akan melewati *radiator set* yang dilengkapi kipas dan sirip-sirip pendingin. Air yang masuk ke *radiator set* akan mengalami penurunan suhu karena mengalami pertukaran panas kembali dengan udara/angin yang dihempuskan kipas serta sirip-sirip pendingin. Setelah keluar dari *radiator set*, air akan masuk ke dalam bak penampungan dan didorong kembali oleh pompa memasuki kondensor, begitu seterusnya. Pada rangkaian ini, air baku yang mengisi pemanas terpisah dengan rangkaian air pendingin. Besarnya debit air baku yang masuk ke dalam pemanas dibuat sekecil mungkin agar air yang terbuang melalui saluran pembuangan tidak banyak (diusahakan volume air baku yang masuk ke dalam pemanas sebanding dengan volume akuades yang dihasilkan). Dari variasi debit air pendingin yang diberikan, yakni 0,5 L/menit; 1,0 L/menit; 1,5 L/menit; 2,0 L/menit; dan 2,5 L/menit dapat diketahui:

1. Suhu Akuades

Semakin besar debit air pendingin maka suhu akuades yang dihasilkan akan semakin turun. Hal ini terlihat pada kedua rangkaian alat destilasi. Secara umum terlihat bahwa dari debit 0,5L ke 1,0L terjadi penurunan suhu akuades yang sangat besar sedangkan untuk debit selanjutnya, selisih penurunan suhu semakin kecil. Air kondensor yang bergerak

secara spiral terpapar dengan uap air panas sehingga terjadilah perpindahan panas dari uap air panas ke air pendingin.

Perpindahan kalor pada peristiwa diatas meliputi perpindahan kalor secara konduksi dan konveksi. Perpindahan kalor yang terjadi pada gas ataupun cairan terjadi secara konveksi, yakni perpindahan panas yang disertai perpindahan molekul zat yang menghantarkannya. Sedangkan perpindahan kalor secara konduksi terjadi saat perpindahan panas dari uap air panas ke spiral kondensor, dan dari spiral kondensor ke air pendingin.

2. Volume Akuades

Pada rangkaian alat destilasi termodifikasi volume akuades yang dihasilkan tidak dipengaruhi oleh besarnya debit air pendingin yang dialirkan. Adanya perbedaan volume yang kecil dan angka yang acak lebih dipengaruhi oleh faktor lain. Pada rangkaian alat destilasi tanpa modifikasi, volume akuades yang dihasilkan berbanding terbalik terhadap debit air pendingin. Semakin besar debit air pendingin, volume akuades yang dihasilkan semakin berkurang. Pada rangkaian alat destilasi tanpa modifikasi, setelah melewati kondensor, air akan masuk ke dalam pemanas sebagai bahan baku akuades. Ketika air pada pemanas bertambah dengan jumlah besar maka akan mempengaruhi suhu air pada pemanas secara keseluruhan. Penurunan suhu air pada pemanas akan mempengaruhi jumlah uap air yang dihasilkan, hal ini sejalan dengan Pratiwi (2013) yang mengatakan bahwa semakin kecil volume air umpan maka akan semakin besar efisiensi, dan uap yang dihasilkan akan lebih banyak. Pada rangkaian alat destilasi termodifikasi, suhu air pada pemanas tidak terpengaruh dengan penambahan air karena debit air yang masuk sangat kecil.

3. Daya Hantar Listrik

Pengukuran daya hantar listrik di lakukan di Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (BBTKL-PP) Banjarbaru dengan metode

pengujian menggunakan SNI 06-6989.1-2004. Pada rangkaian alat destilasi tanpa modifikasi, dhl akuades yang dihasilkan pada debit air pendingin 0,5 L/menit memiliki nilai yang paling rendah (1,43 $\mu\text{S/cm}$), kemudian diikuti oleh dhl akuades dengan debit air pendingin 1,0 L/menit (2,05 $\mu\text{S/cm}$). Pada debit air pendingin 1,5 L/menit, 2,0 L/menit, dan 2,5 L/menit, nilai dhl akuades yang dihasilkan berturut-turut adalah : 2,39 $\mu\text{S/cm}$; 2,23 $\mu\text{S/cm}$; dan 2,17 $\mu\text{S/cm}$.

Pada rangkaian alat destilasi termodifikasi, dhl akuades yang dihasilkan pada debit air pendingin 0,5 L/menit, 1,0 L/menit, 1,5 L/menit, 2,0 L/menit dan 2,5 L/menit berturut turut adalah: 1,11 $\mu\text{S/cm}$; 1,31 $\mu\text{S/cm}$; 1,67 $\mu\text{S/cm}$; 1,74 $\mu\text{S/cm}$; dan 1,86 $\mu\text{S/cm}$. Daya hantar listrik akuades berbanding lurus dengan debit air pendingin. Semakin besar debit air pendingin, maka dhl akuades juga bertambah tinggi. Pada rangkaian alat destilasi termodifikasi, dhl akuades yang dihasilkan lebih rendah (kualitas akuades lebih baik) dibanding dhl akuades yang dihasilkan pada rangkaian alat destilasi tanpa modifikasi.

Pada rangkaian alat destilasi tanpa modifikasi, air baku yang berada dalam pemanas akan mengalami penurunan kualitas lebih cepat karena debit air PDAM yang masuk lebih banyak. Air PDAM dengan dhl yang tinggi dan terkadang masih membawa kotoran akan mempercepat terbentuknya endapan/kerak di bagian pemanas sehingga akan menurunkan kualitas akuades yang dihasilkan, dan menurut Adani and Pujiastuti (2018) kerak yang muncul pada permukaan pemanas juga mempengaruhi perpindahan panas permukaan dan menunjukkan dua akibat utama yaitu berkurangnya panas yang dipindahkan dari pemanas ke air yang mengakibatkan meningkatnya suhu disekitar alat destilasi dan menurunnya efisiensi alat destilasi.

4. pH

Pada rangkaian alat destilasi tanpa modifikasi pH akuades berturut-turut: 6,13; 6,10; 6,20; 6,20; 5,63. Pada rangkaian *alat destilasi* termodifikasi, pH akuades berturut-

turut: 6,00; 6,07; 5,93; 5,83; 5,73.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa rangkaian alat destilasi termodifikasi layak untuk diterapkan pada pembuatan akuades yang menggunakan air baku PDAM dengan indikator nilai daya hantar listrik (dhl) akuades yang dihasilkan lebih rendah dan jadwal perawatan/pembersihan alat dari kotoran lebih lama dibanding rangkaian alat destilasi tanpa modifikasi. Dengan kebutuhan volume air baku yang lebih sedikit, rangkaian alat destilasi termodifikasi juga cocok digunakan pada musim kemarau atau saat distribusi air tidak lancar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Terpadu Universitas Lambung Mangkurat (ULM) yang telah membiayai penelitian ini. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit Banjarbaru yang telah membantu sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adani, S. I., & Pujiastuti, Y. A. (2018). Pengaruh Suhu dan Waktu Operasi pada Proses Destilasi untuk Pengolahan Aquades di Fakultas Teknik Universitas Mulawarman. *Jurnal Chemurgy*, 1(1), 31. <https://doi.org/10.30872/cmg.v1i1.1137>
- Arifiani, N. F., & Hadiwidodo, M. (2007). Evaluasi Desain Instalasi Pengolahan Air Pdam Ibu Kota Kecamatan Prambanan Kabupaten Klaten. *Presipitasi*, 3(2), 78–85. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v3i2.78-85>
- Azwar, A. (1995). *Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Mutiara Sumber Widya.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). SNI 06-6989.1-2004 Air dan air limbah – Bagian 1: Cara uji daya hantar listrik (DHL). Jakarta. [https://doi.org/SNI 06-6989.1-](https://doi.org/SNI%2006-6989.1-)

- 2004
- Brandon A. Moore, Martinson, E., & Raviv, D. (2008). Waste to water: a low energy water distillation method. *Desalination*, 220, 502–505.
<https://doi.org/10.1016/j.desal.0000.00.000>
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Kadek, D. H., & Konsukartha, I. (2007). Pencemaran air tanah akibat pembuangan limbah domestik di lingkungan kumuh. *Jurnal Permukiman Natak*, 5(2), 62–108.
- Khotimah, H., Anggraeni, E. W., & Setianingsih, A. (2018). Karakterisasi Hasil Pengolahan Air Menggunakan Alat Destilasi. *Jurnal Chemurgy*, 1(2), 34.
<https://doi.org/10.30872/cmg.v1i2.1143>
- Permenkes. (2010a). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.
- Permenkes. (2010b). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 736 Tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum.
- Permenkes. (2013). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 43 Tentang Cara Penyelenggaraan Laboratorium Klinik Yang Baik. Jakarta: kementerian Kesehatan.
- PP. (2001). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.03.021>
- Pratiwi, T. (2013). Rancang Bangun Alat Aquadest dan Aquabidest (Kajian Kinerja pada Alat Destilasi Aquabidest). *Kinetika*, 1.
- Saidur, R., Elcevvadi, E. T., Mekhilef, S., Safari, A., & Mohammed, H. A. (2011). An overview of different distillation methods for small scale applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(9), 4756–4764.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.077>
- Simatupang, S. (2006). Pengkajian Substitusi Aquades dengan Sumber Air Lainnya pada Perbanyakan Mikro Pisang Barangan dan Stroberi. *Jurnal Hortikultura*, 16(4), 299–306.