

## **MODIFIKASI SISTEM SIRKULASI AIR PADA PEMBUAT AIR SULING TERDEMINERALISASI**

Muhaimin HM, Pardi dan Via Lestari

Pusat Teknologi Nuklir Bahan dan Radiometri – BATAN, Jl. Tamansari No 71, Bandung – 40132  
Email: v.lestari@yahoo.co.id

### **ABSTRAK**

**MODIFIKASI SISTEM SIRKULASI AIR PADA PEMBUAT AIR SULING TERDEMINERALISASI.** Perangkat pembuat air suling yang memiliki usia pakai yang lama dan bersifat efisien merupakan hal yang diharapkan. Oleh karena itu telah dibuat sebuah sistem sirkulasi air dari pembuat air suling terdemineralisasi dengan memodifikasi perangkat pembuat air suling yang telah ada. Modifikasi yang dilakukan meliputi pemasangan penukar ion untuk proses demineralisasi, pembuatan sistem sirkulasi air untuk mengefisienkan penggunaan air, pembuatan perangkat pendingin, pemasangan sistem semi otomatisasi sirkulasi air, serta pemasangan alat kendali kerja kompresor ETC-100 untuk sistem otomatisasi pada mesin pendingin. Dengan menggunakan sistem termodifikasi ini mampu menghasilkan air suling terdemineralisasi yang memiliki konduktivitas terukur sebesar 0,8 – 0,9 $\mu$ s (microsiemen), mengurangi timbulnya kerak pada alat destilasi sehingga mampu menambah usia pakainya, serta mampu menghemat penggunaan air.

**Kata kunci :** modifikasi, pelunak air, sistem sirkulasi air.

### **ABSTRACT**

**MODIFICATION OF WATER CIRCULATION IN DEMINERALIZED WATER SYSTEM.** Long lifetime and efficient are expected for demineralized water system. Therefore, water circulation system for demineralized water system was made by modifying water distillation system, include building circulation water system for water efficiency and equipment installation, such as: ion exchanger for demineralized water process, cooling system, water circulation semiautomatic system and Compressor ETC-100 device for automatic cooling machine. This modified system was able to produce demineralized water with conductivity 0,8 – 0,9 $\mu$ s (microsiemen), reduce incrustation in distillation equipment which can longer the lifetime and water saving.

**Key words:** modification, demineralized water system, water circulation system

### **1. PENDAHULUAN**

Air suling terdemineralisasi merupakan bahan baku yang dibutuhkan dalam berbagai kegiatan litbangyasa IPTEK Nuklir di laboratorium PTNBR BATAN – Bandung. Dalam kegiatan litbangyasa IPTEK Nuklir, air suling terdemineralisasi biasanya digunakan sebagai pengencer untuk menguji kemurnian radionuklida atau sebagai pereaksi dalam pembuatan larutan blanko, baku dan cuplikan

untuk diukur dengan alat seperti spektrofotometri, AAS dan lain sebagainya [1]. Oleh karena itu keberadaan perangkat pembuat air suling merupakan hal yang penting, mengingat kebutuhannya yang bersifat berkelanjutan. Laboratorium TAR PTNBR BATAN – Bandung telah memiliki alat destilasi penghasil air suling, tetapi terdapat kendala yang cukup menghambat dalam proses produksi, yaitu timbulnya kerak pada gelas dan pemanas kuarsa yang dapat menyebabkan singkatnya usia

pakai alat destilasi, serta terjadi pemborosan penggunaan air karena air yang berperan sebagai kondensor pada alat destilasi terbuang sebagai limbah. Oleh karena itu, untuk membuat perangkat destilasi yang memiliki usia pakai yang cukup lama dan bersifat efisien maka dilakukan modifikasi terhadap alat yang telah ada, yaitu dengan melakukan penambahan dan pembuatan beberapa alat seperti pemasangan penukar ion untuk proses demineralisasi dengan tujuan mengurangi kerak pada alat destilasi, pembuatan sistem sirkulasi air untuk mengefisienkan penggunaan air, sistem pendingin untuk mendinginkan air yang digunakan sebagai kondensor alat destilasi agar dapat disirkulasikan, pemasangan sistem semi otomatisasi untuk sirkulasi air dan pemasangan alat kendali kerja kompresor ETC-100 untuk sistem otomatisasi pada mesin pendingin.

## 2. TEORI

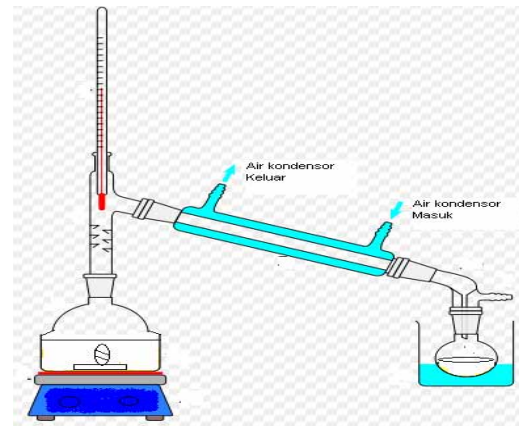
### 2.1. Air Suling Terdemineralisasi

Air suling terdemineralisasi merupakan air yang dihasilkan melalui proses pelunakan air dan proses destilasi. Proses pelunakan air adalah proses pengambilan pengotor seperti kalsium, magnesium, besi dan silika dari air dengan menggunakan resin penukar ion [2], sedangkan destilasi merupakan metode pemisahan campuran berdasarkan perbedaan titik didih [3].

### 2.2. Prinsip Kerja Alat Destilasi

Alat destilasi adalah perangkat yang mampu memisahkan pengotor dari sebuah senyawa berdasarkan perbedaan titik didih. Dalam proses pemurnian air, air yang berasal dari sumber air dimasukkan kedalam gelas destilasi dan dipanaskan sehingga air murni yang memiliki titik didih yang lebih rendah akan menguap dan menempel di bagian atas gelas destilasi. Dengan menggunakan media air sebagai kondensor uap air akan berubah menjadi titik-titik air yang akan mengalir ke dalam tangki khusus tempat penyimpanan air hasil destilasi. Air yang digunakan sebagai kondensor tidak boleh mengalami kenaikan temperatur sehingga setelah melewati gelas destilasi, air kondensor ini dibuang menjadi limbah karena memiliki suhu yang cukup tinggi. Akibat dari proses pemisahan antar air dan pengotornya maka akan terdapat sisa pengotor berupa kerak pada lapisan pemanas atau gelas destilasi, oleh karena itu alat destilasi memerlukan tindakan

pembersihan secara berkala. Jika hal ini tidak dilakukan maka pemanas kuarsa pada alat destilasi akan cepat mengalami kerusakan (pecah) akibat proses pemuatan yang terperangkap oleh kerak pengotor hasil proses destilasi.



Gambar 1. Proses Destilasi

### 2.3. Mesin Pendingin

Mesin pendingin merupakan alat yang digunakan untuk menurunkan temperatur benda. Mesin pendingin terdiri dari 2 unit utama yaitu unit *condensing* dan *evaporating*. Unit *condensing* terdiri dari sebuah kompresor, kondensor, kipas kondensor, dan motor listrik. Sedangkan unit *evaporating* terdiri dari sebuah evaporator yang berfungsi sebagai *cooling unit* yang akan menyerap panas dari objek yang didinginkan [5]. Sebagai media pendingin digunakan *refrigerant*. Untuk dapat memperkirakan besar daya kompresor yang digunakan, maka harus diketahui jumlah energi panas yang akan dihilangkan dengan menggunakan rumus :

$$Q = m.c.\Delta T \quad (1)$$

Dimana:

Q : jumlah energi panas (J)  
m : massa (kg)  
c : kapasitas panas (J./kg °C)  
 $\Delta T$  : beda temperatur (°C)

### 2.4. Kendali Kerja Kompresor ETC-100

Kendali kerja kompresor ETC-100 adalah alat berbasis mikrokontroler untuk mengatur kerja kompresor berdasarkan pengaturan temperatur [6]. Alat ini disertai dengan sensor

temperatur dan tampilan yang komunikatif. Alat ini akan menampilkan suhu aktual dari objek terukur dan memiliki tampilan pengaturan yang memudahkan pengguna. ETC-100 akan menghentikan kerja kompresor apabila temperatur objek terukur kurang dari batas bawah temperatur yang telah ditentukan dan akan menghidupkan kompresor apabila temperatur objek terukur lebih dari batas atas temperatur yang telah ditentukan.

### 3. TATAKERJA

#### 3.1. Instalasi Penempatan Sistem Sirkulasi Air Pembuat Air Suling Terdeminalisasi.

Proses instalasi terdiri dari penempatan tower bertingkat untuk menyangga tangki air yang keluar dari penukar ion, tangki air pembuangan air kondensor yang telah didinginkan, alat pelunak air, dan bak pendingin. Alat destilasi ditempatkan terpisah dari tower dengan dibuatkan penyangga tersendiri dengan alas berukuran (50 x 50) cm yang terbuat dari plat baja dan ditempatkan di ketinggian 70 cm.

#### 3.2. Pembuatan Bak Air Pendingin

Bak pendingin dibuat berukuran (50x35x25) cm berbahan alumunium. Bak pendingin diberi lapisan insulator untuk mencegah transfer panas dari lingkungan yang berlebih.

#### 3.3. Instalasi Saluran Penukar Panas

Saluran ini terbuat dari pipa saluran air kondensor dari alat destilasi berdiameter 0,625” yang diselubungi oleh pipa saluran air penukar panas berdiameter 1,25”. Ujung pipa saluran air penukar panas dihubungkan dengan sebuah pompa air untuk menjamin air mengalir searah dengan arah aliran air kondensor. Saluran penukar panas memiliki panjang pipa 3 meter.

#### 3.4. Pembuatan dan Pemasangan Mesin Pendingin

Daya kompresor mesin pendingin yang digunakan sebesar 1 PK. Mesin pendingin yang dibuat dipasang pada bak pendingin air penukar panas seperti pada *aquarium chiller* dimana bagian kondensor dan evaporator dipasang secara terpisah dan evaporator disimpan didalam

bak air pendingin.

#### 3.5. Instalasi Saluran Air

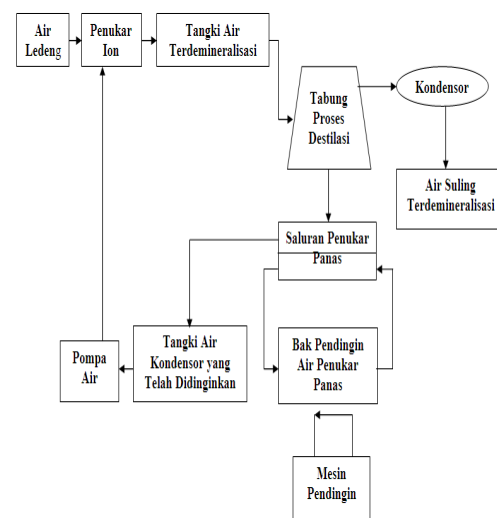
Saluran air yang dipasang meliputi pemasangan pipa penghubung dari penukar ion ke tangki tempat air terdeminalisasi, kemudian dari tangki air terdeminalisasi digunakan selang yang terhubung ke alat destilasi. Pipa saluran air juga dipasang pada tangki air kondensor keluaran alat destilasi yang telah didinginkan kemudian dihubungkan dengan penukar ion. Agar air dapat mengalir dari tangki air terdeminalisasi menuju alat destilasi maka digunakan kran regulator air.

#### 3.6. Instalasi Panel Pengendali Sirkulasi Air

Panel pengendali sirkulasi air dipasang di tempat yang dekat dengan sumber listrik. Input panel pengendali dipasang dengan 2 buah sensor level permukaan air dari tangki penampung air terdeminalisasi dan tangki penampung air kondensor dari alat destilasi yang telah didinginkan. *Output* panel pengendali dihubungkan dengan pompa air yang terdapat pada tangki penampung air kondensor yang keluar dari alat destilasi yang telah didinginkan dan pemanas pada alat destilasi.

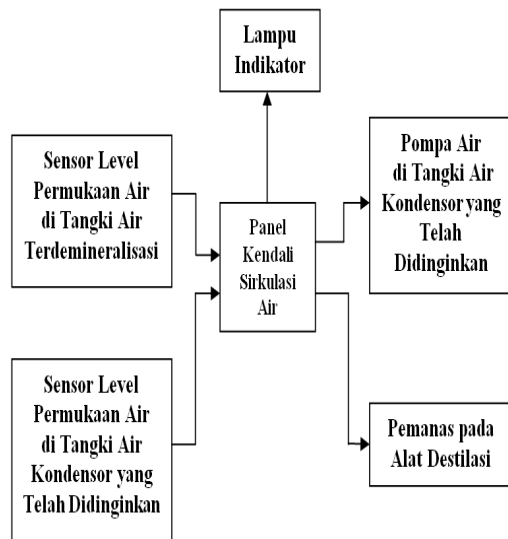
### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 2 adalah diagram blok secara keseluruhan hasil modifikasi sistem sirkulasi air pada pembuat air suling terdeminalisasi :



Gambar 2. Diagram blok modifikasi sistem sirkulasi air

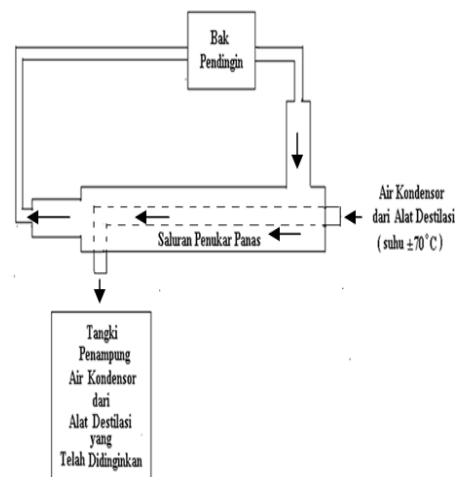
Modifikasi sistem sirkulasi air pada alat pembuat air suling merupakan pembuatan sistem yang mampu memanfaatkan kembali air kondensor keluaran dari alat destilasi sehingga dapat digunakan kembali, serta menambahkan penukar ion agar kualitas air yang masuk ke dalam alat destilasi sudah terdemineralisasi sehingga tidak menimbulkan banyak endapan (kerak) pada alat destilasi. Sistem termodifikasi ini juga bekerja secara semi otomatis, oleh karena itu pada sistem termodifikasi ini dipasang panel kendali dengan sensor level permukaan air sebagai input yang akan mengendalikan operasi dari pompa air dan pemanas pada alat destilasi. Gambar 3 adalah diagram blok kontrol pada sistem termodifikasi.



Gambar 3. Diagram blok kontrol sirkulasi air

Proses pembuatan air suling terdemineralisasi dengan sistem termodifikasi ini dimulai dengan memasukkan air ledeng ke alat pelunak air dan selanjutnya ditampung di dalam tangki air terdemineralisasi. Untuk mengetahui level permukaan pada tangki air terdemineralisasi secara aktual, maka dipasang selang transparan yang berfungsi sebagai alat pendeteksi level air. Tangki air terdemineralisasi ini juga memiliki sensor level permukaan air yang dipasang di dalam tangki, sensor ini akan mengendalikan pemanas pada alat destilasi. Sensor level permukaan air yang digunakan berjenis *float switch*, yang cara kerjanya berdasarkan naik turunnya pelampung yang dipasang pada ketinggian tertentu [6], dari tangki penampung air terdemineralisasi. Jika air dalam tangki penuh maka pelampung naik dan akan

mengaktifkan alat pemanas, dan jika air sampai pada level terendah dari yang ditentukan maka pelampung akan turun dan secara langsung mematikan alat pemanas. Air terdemineralisasi selanjutnya masuk ke dalam alat destilasi. Agar air dapat mengalir dari tangki penampung air terdemineralisasi maka operator harus membuka keran regulator. Pembukaan keran regulator seiring dengan aktivasi sistem pemanas atau secara visualisasi ditandai dengan lampu indikator warna hijau menyala. Hasil dari alat destilasi, berupa air suling terdemineralisasi dan air kondensor keluaran dari alat destilasi yang bersuhu tinggi ( $\pm 70^{\circ}\text{C}$ ). Air suling terdemineralisasi dialirkan pada tangki penampung akhir, sedangkan air kondensor yang bersuhu tinggi dialirkan melalui saluran penukar panas. Saluran penukar panas ini adalah gabungan dari pipa saluran air kondensor yang diselubungi oleh pipa saluran air penukar panas.



Gambar 4. Gambar saluran penukar panas

Setelah air kondensor melalui saluran penukar panas maka akan mengalami penurunan temperatur, yang kemudian dialirkan ke tangki penampung air kondensor. Di dalam tangki air kondensor ini disertai dengan sensor level permukaan air berjenis *float switch* yang mengendalikan pompa air. Pompa air ini akan mengalirkan air ke penukar ion. Proses ini akan berlangsung secara tertutup sampai air dalam tangki penampung sampai pada batas bawah, atau dengan kata lain sensor level permukaan air pada tangki penampung air terdemineralisasi mematikan pemanas alat destilasi. Dengan sistem sirkulasi air seperti ini telah mampu mengurangi endapan pengotor pada alat destilasi

dan menghemat air.

Sistem pendingin yang dirancang terdiri dari bak pendingin air penukar panas, saluran penukar panas dan mesin pendingin. Proses pendinginan air penukar panas terjadi di dalam bak pendingin. Mesin pendingin yang dirancang memiliki model seperti *aquarium chiller* dimana evaporator ditempatkan pada bak pendingin dan bersentuhan langsung dengan air penukar panas, sedangkan unit *condensing* ditempatkan secara terpisah. Air kondensor yang akan didinginkan memiliki suhu  $\pm 70^{\circ}\text{C}$  maka jumlah energi panas yang harus diambil, agar air kondensor bersuhu air normal adalah sekitar  $\pm 7350$  kJ atau sekitar  $\pm 6966,43$  BTU. Oleh karena itu air penukar panas ditetapkan memiliki suhu disekitar  $20-23^{\circ}\text{C}$ , dan menggunakan mesin pendingin dengan besar daya kompresor sebesar 1 PK. Mesin pendingin yang dirancang memiliki pengontrol kerja kompresor. Pengontrol yang digunakan adalah pengontrol kerja kompresor ETC-100 yang bekerja berdasarkan perubahan temperatur dari objek yang didinginkan. ETC-100 akan menghentikan kerja kompresor apabila suhu air penukar panas berada pada batas bawah temperatur yang telah ditentukan ( $20^{\circ}\text{C}$ ) dan akan membuat kompresor bekerja jika suhu air penukar panas melebihi batas atas temperatur yang telah ditentukan ( $23^{\circ}\text{C}$ ) Perangkat pendingin ini mampu mendinginkan air kondensor alat destilasi dari  $\pm 70^{\circ}\text{C}$  menjadi  $\pm 24^{\circ}\text{C}$ .

## 5. KESIMPULAN

Telah dilakukan modifikasi sistem sirkulasi air pada pembuat air suling dalam rangka meningkatkan umur pakai alat destilasi, penghematan air serta hasil air suling destilasi dengan konduktifitas yang baik. Hasil modifikasi menunjukkan sistem termodifikasi dapat bekerja lebih efisien

## 6. DAFTAR PUSTAKA

1. **SETIAWAN, DUYEH**, "Metode Pembuatan Radioisotop Kobal-58 ( $^{58}\text{Co}$ ) Melalui Reaksi  $^{58}\text{Ni}(n,p)^{58}\text{Co}$ "
2. Available : <http://www.batan-bdg.go.id/modules.php>
3. **ANONYMOUS**, "Water Softener"
4. Available : <http://pureoflow.com/research/water-softeners.php>
5. **ANONYMOUS**, "Distillation"
6. Available : <http://www.wikipedia.com>
7. **DARYANTO, Teknik Pendingin (AC, Freezer dan Kulkas)**, Yrama Widya, Bandung, 2005.
8. **ANONYMOUS**, "Operating Instructions ETC-100"
9. **ANONYMOUS**, "Float Switch For Pump"
10. Available : <http://www.plumbingsupply.com/alarm.html>