

## Kombinasi Proses Filtrasi dan Ion Exchange Secara Kontinu pada Pembuatan Aquadm (*Demineralized Water*)

Reni Desmiarti, Munas Martynis, Jeni Novita, Nanda Saputra

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta Padang  
Email: renidesmiarti@gmail.com

---

### Abstrak

Demineralized water is water free from dissolved mineral and also used in laboratories and raw materials for steam. Mineral content in water can cause crusts in industrial equipment such as boilers and heat exchangers, lowering yield and selectivity values in the reaction process. Combination of filtration and ion exchanger processes were studied to treat demineralized. This study was conducted to investigate the effect of the amount of cartridge resin on electric conductivity (EC), pH and total dissolved solid (TDS). The flow rate was set at 50 ml/minute. The results showed that the number of 4 cartridges resin (2 anions and 2 cations), the removal efficiency of EC and TDS achieved at 89.09% and 90.91%, respectively. As for the number of 6 cartridges resin (3 anions and 3 cations), the removal efficiency of EC and TDS obtained at 95.45% and 96.36%, respectively. In addition, the effect of flow rate was also studied using 6 cartridges resin (3 anions and 3 cations). Demineralized water has met the quality standard with a value of 0 ppm TDS, EC 0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  and pH 7.5. This studies shown that the combination of filtration and ion exchange process could be used effectively to treat demineralized water with high quality standard.

**Keywords:** *filtration, ion exchanger, demineralized water, water treatment*

---

### Pendahuluan

Kebutuhan akan air mutlak diperlukan baik yang mengandung mineral maupun yang tidak mengandung mineral (*pure water*). Air mineral sangat diperlukan untuk dikonsumsi bagi manusia namun kandungan mineral yang tinggi berbahaya bagi kesehatan manusia. Pengaruh mineral pada proses industri kimia cukup kompleks yaitu dari menyebabkan kerak pada proses pemanasan seperti *boiler* dan *heat exchanger*, sampai turunnya *yield* dan selektivitas pada proses reaksi, dan masih banyak lagi pengaruh lainnya. Air demineralisasi atau air bebas mineral sangat diperlukan untuk kebutuhan di laboratorium dan industri proses kimia. Suatu air dapat dikatakan air bebas mineral apabila memenuhi standar mutu. Standar mutu untuk air bebas mineral dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Standar baku Mutu Air Bebas Mineral [1]

Parameter	Nilai	Satuan
pH	5-7	-
Conductivity	< 4,3	$\mu\text{S}/\text{cm}^* 20\text{ }^\circ\text{C}$
TOC	$\leq 0,5$	mg/l

Air demineralisasi merupakan proses penghilangan kation anion yang terkandung didalamnya. Kandungan mineral sebagai bentuk kation anion dalam air secara makro diantaranya:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Fe}^{+3}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$ , dan  $\text{CO}_3^{-2}$  seperti yang disampaikan oleh Lee, C.C.[2], perancangan alat demineralizer yang tepat dan ekonomis akan menjadi penelitian yang menarik untuk dilakukan. Proses demineralisasi dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu : resin penukar ion, elektrodialisis, destilasi transfer membran, *flash evaporation*, maupun *reverse osmosis*[3,4,5]. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menghilangkan mineral yang terkandung pada air dengan menggunakan metode penukar ion (*ion exchange*). Kombinasi proses *reverse osmosis* dan *ion exchange* sudah dilakukan oleh Malik dkk[6]. Proses kombinasi *reverse osmosis* dan *ion exchange* ini dijalankan pada tekanan konstan 5 bar dan temperatur 30°C. Dari hasil analisa pada perbandingan 5:5 menghasilkan persentasi *removal* untuk konduktivitas sebesar 83,16 %, TDS 80,9 %, hasil perbandingan resin 3:7 diperoleh perubahan persentasi *removal* konduktivitas 80,52 %, TDS 85,71 % sedangkan pada perbandingan 4:6 diperoleh persentasi *removal* konduktivitas 78,42 %, TDS 80,95 %. Pada metode penukar ion media yang sering digunakan berupa resin. Pada dasarnya resin penukar ion dibagi menjadi 2 jenis yaitu kation dan anion, dimana kemampuan dalam proses penukaran ion dipengaruhi oleh banyaknya bagian sisi aktif yang terkandung dalam resin dan kemampuan penukaran ionnya. Pada penelitian

ini mengkombinasikan teknologi filtrasi dengan pertukaran ion (*ion exchange*) pada pembuatan aquadm yang bertujuan untuk mengetahui efektivitas penghilangan kandungan mineral dalam air, pengaruh laju alir air umpan dan jumlah resin terhadap kualitas air demin yang dihasilkan sedangkan teknologi filtrasi sendiri bertujuan untuk menghilangkan padatan tersuspensi.

### Metodologi Penelitian

#### Bahan

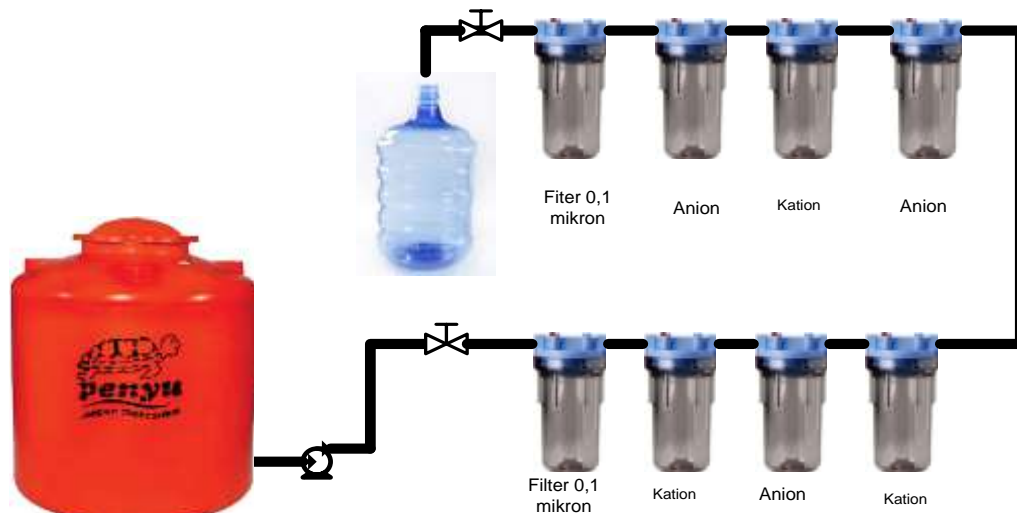
Air yang digunakan untuk pembuatan air demineralisasi berasal dari Air Gunung Talang Kabupaten Solok. Karakteristik Air Gunung Talang ditampilkan pada Tabel 2. Bahan lain yang digunakan adalah resin kation dan anion, Aquadest, NaOH 2M dan HCL 33%.

Tabel 2. Kualitas Air Gunung Talang

Parameter	Satuan	Nilai
<b>FISIKA</b>		
Suhu	°C	28,9
pH	-	8,9
TDS	mg/l	55
TSS	mg/l	0
EC	µS/cm	110
Turbidity	FAU	0
<b>KIMIA</b>		
Hardnest	mg/l CaCO <sub>3</sub>	15
Fe	mg/l	< 0,002
Nitrat	mg/l	< 0,35
Nitrit	mg/l	< 0,01
Mangan	mg/l	< 0,2
Magnesium (Mg)	mg/l	0,606
Kalsium (Ca)	mg/l	1,9
Natrium (Na)	mg/l	2,688
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/l	14,24
Asam karbonat (HCO <sub>3</sub> )	mg/l	3,78
Klorida (Cl)	mg/l	5,402
<b>Mikrobiologi</b>		
Coliform	CFU/100 ml	-
Total coliform	CFU/100 ml	600

#### Metode

Desain peralatan untuk pengolahan air demineralisasi ditampilkan pada Gambar 1. Air baku dipompakan dengan mengatur laju alir (50, 100 dan 200 ml/menit). Kemudian dialirkan ke *filter* 0,1 µm untuk menghilangkan padatan tersuspensi yang terdapat pada air baku. Percobaan juga dilakukan dengan bervariasi jumlah cartridge resin yang digunakan. Jumlah resin yang dimasukkan ke dalam masing-masing cartridge sebanyak 300 gram.



Gambar 1. Skema Alat Pengolahan Air Demineralisasi

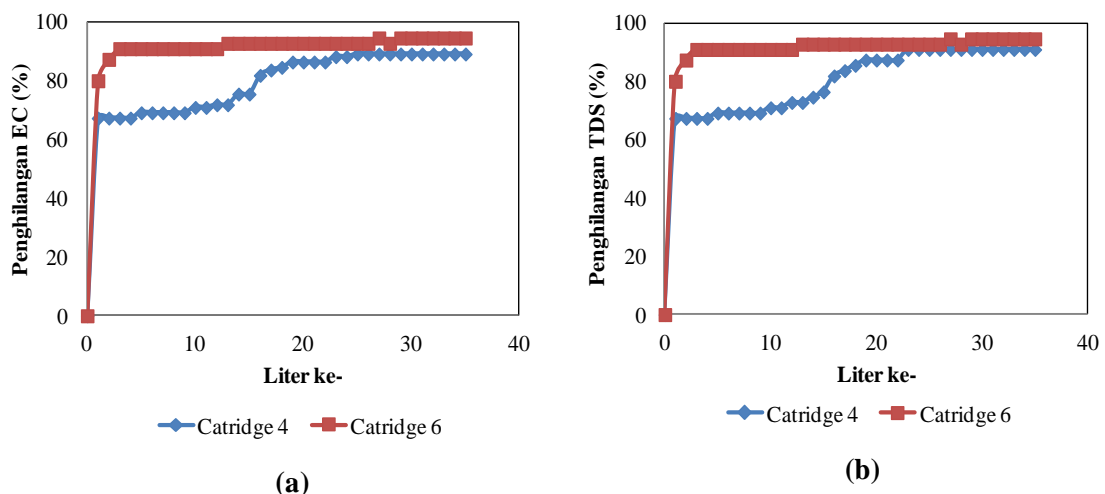
Hasil akhir dari air yang dihasilkan adalah pH, *Electrical Conductivity* (EC), *Total Disolved Solid* (TDS) dan *Hardness*.

### Hasil dan Pembahasan

#### Pengaruh Jumlah Cartridge Resin terhadap Konduktivitas dan TDS air produk

Gambar 2 menunjukkan pengaruh jumlah cartridge resin yang digunakan terhadap konduktivitas (EC) dan TDS. Penelitian dilakukan pada laju alir 50 ml/menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada jumlah cartridge resin 4 (2 Kation dan 2 anion) diperoleh persentase pengurangan konduktivitas sebesar 89,09 % dan TDS sebesar 90,91 %, sedangkan pada jumlah cartridge resin 6 (3 Kation dan 3 anion) diperoleh persentase pengurangan konduktivitas sebesar 95,45 %, dan TDS 96,36 %.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah cartridge resin yang digunakan semakin besar persentase pengurangan kandungan Konduktivitas dan TDS. Hal ini disebabkan semakin banyak jumlah cartridge resin semakin banyak jumlah resin yang digunakan. Maka semakin banyak ion dalam air umpam yang dipertukarkan dengan ion pada resin.



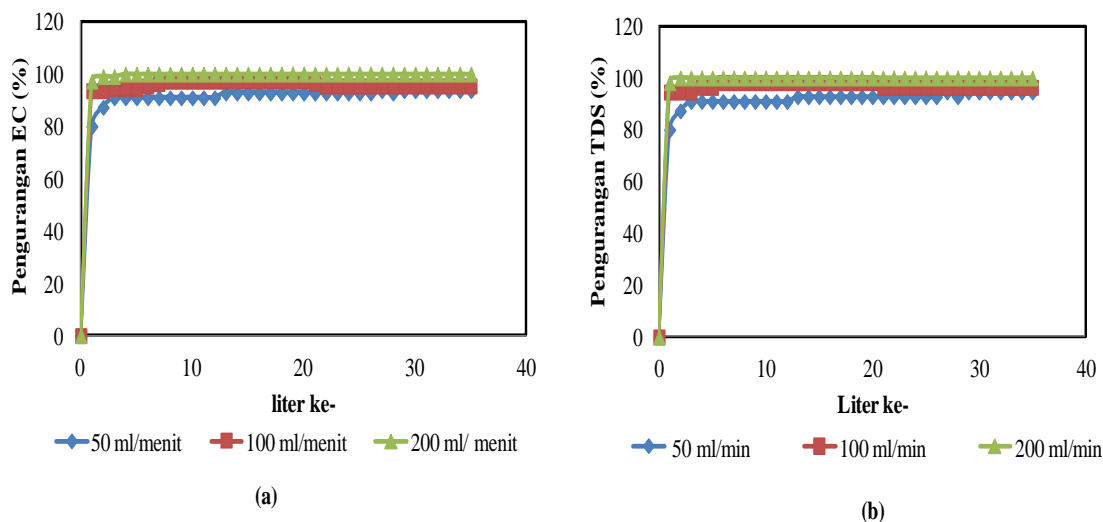
Gambar 2. Grafik Hubungan Jumlah Cartridge Terhadap % Pengurangan Kandungan Konduktivitas dan TDS

Menurut Utomo dkk [7], kenaikan nilai konduktivitas air keluaran kolom resin campuran dikarenakan terhambatnya proses pertukaran ion pada kolom resin campuran akibat terdapatnya reaksi kation dan anion yang menghasilkan garam. Terbentuknya garam selama proses pertukaran ion (reaksi kation dan anion) dikarenakan adanya ion pengotor pada air terbawa dari kolom resin penukar kation dan anion. Garam ini menyebabkan terhambatnya proses pertukaran ion pada kolom resin campuran. Nilai konduktivitas sebanding

dengan nilai TDS. Semakin tinggi nilai TDS maka semakin tinggi konduktivitas air. Padatan yang terlarut baik organik maupun anorganik akan menyebabkan air memiliki daya hantar listrik.

### Pengaruh Laju Alir terhadap Konduktivitas dan TDS air produk

Kombinasi proses filtrasi dan *ion exchange* ini dijalankan dengan bervariasi laju alir umpan pada jumlah cartridge 6 (3 anion dan 3 kation) ditampilkan pada Gambar 3. Hasil penelitian menunjukkan pada laju alir 50 ml/menit persentase pengurangan konduktivitas 95,45 %; TDS awal 96,36 %; laju alir 100 ml/menit diperoleh persentase pengurangan konduktivitas 93,64 %, TDS 94,55 %; sedangkan pada laju alir 200 ml/menit diperoleh persentase pengurangan konduktivitas 100 %, TDS 100 %.

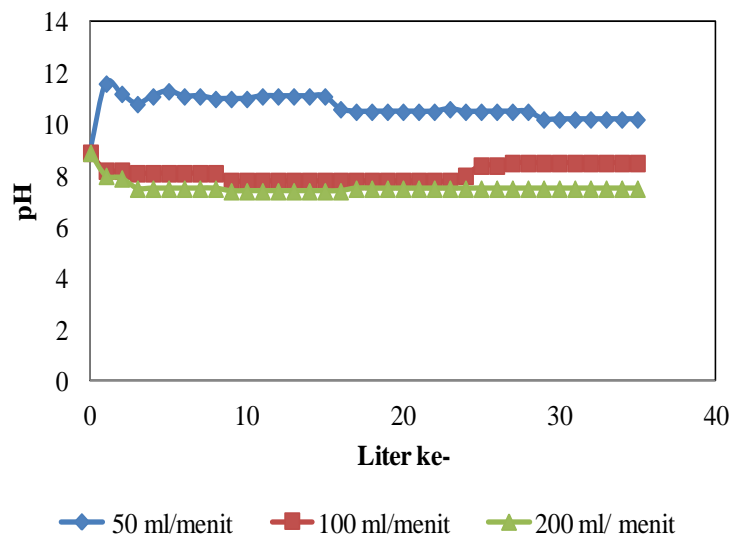


Gambar 3. Grafik Hubungan Laju Alir Terhadap % Pengurangan Kandungan Konduktivitas dan TDS

Dari hasil analisa yang didapatkan, semakin besar laju alir umpan maka semakin besar persentase pengurangan konduktivitas dan TDS produk yang didapatkan. Menurut Budi Santoso dkk [8], Pada waktu operasi 40 menit yang merupakan titik jenuh dari resin penukar ion. Jika laju alir umpan besar maka lebih cepat air umpan mengisi cartridge resin sehingga air umpan berkontak lebih cepat dengan permukaan resin sebelum resin penukar ion jenuh, sedangkan laju alir terlalu kecil menyebabkan masih adanya air umpan yang belum kontak dengan permukaan resin karena aliran umpan yang terlalu lambat, sehingga cartridge resin tidak terisi penuh oleh air umpan. Penurunan konduktivitas ini disebabkan karena ion – ion terlarut yang aktif (dapat menghantarkan listrik) telah ditukar dengan ion – ion anion dan kation yang terdapat pada kolom resin anion dan kolom resin kation. Penurunan nilai TDS ini terjadi karena ion – ion terlarut yang terdapat pada air baku telah ditukarkan dengan ion – ion yang terdapat pada resin anion maupun resin kation.

### Pengaruh Laju Alir terhadap pH

Gambar 4 menunjukkan pengaruh laju alir terlihat pH produk yang dihasilkan. Laju alir umpan akan berpengaruh terhadap pH air produk dilakukan pada jumlah cartridge resin 6 (3 kation, 3 anion). Hasil analisa awal pH air baku adalah 8,9. Menurut Standar baku Mutu Air Bebas Mineral adalah 5-7.



**Gambar 4.** Grafik Hubungan Laju Alir terhadap pH Produk

Hasil penelitian menunjukkan kenaikan pH produk dari pH awal sampel. Jika pH terlalu rendah, maka akan menyebabkan korosi dan pengikisan terhadap dinding *boiler*. Jika pH terlalu tinggi, maka akan menyebabkan *scaling* dan dapat mengakibatkan *foaming*. Selama proses pertukaran ion pH akan mengalami kenaikan, karena semakin banyak ion  $\text{OH}^-$  dari resin anion yang dilepaskan ke dalam air umpan dibandingkan kandungan ion  $\text{H}^+$  pada resin kation. Semakin lama proses berlangsung pH produk akan turun kembali karena proses sudah berjalan stabil, dimana jumlah ion  $\text{OH}^-$  dan  $\text{H}^+$  yang dipertukarkan sudah seimbang.

Tabel 3 menunjukkan perbandingan hasil penelitian ini dengan penelitian sebelumnya. Hasil penelitian untuk kualitas produk yang dihasilkan dengan sumber air sumur menunjukkan bahwa nilai EC, TDS dan pH lebih baik dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Malik dkk [6]. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan sumber air dan proses yang digunakan. Pemanfaatan *ion exchange* untuk pengolahan limbah menunjukkan hasil yang belum maksimal [9,10] Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pengolahan air demineralisasi dengan proses *ion exchange* perlu dikombinasikan dengan proses filtrasi untuk menghasilkan kualitas produk yang lebih baik.

**Tabel 3.** Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya

Peneliti	Sumber Air	Hasil Analisa Sampel Awal		Proses	Hasil Penelitian	
		EC ( $\mu\text{S/cm}$ )	TDS (mg/l)		EC ( $\mu\text{S/cm}$ )	pH
Penelitian ini	Air Gunung	EC ( $\mu\text{S/cm}$ )	110	Filtrasi dan <i>Ion Exchange</i>	EC ( $\mu\text{S/cm}$ )	0
		TDS (mg/l)	55		TDS (mg/l)	0
		pH	8,9		pH	7,5
Malik, dkk <sup>[6]</sup> (2009)	Air Sumur	EC ( $\mu\text{S/cm}$ )	19	<i>Reverse Osmosis</i> dan <i>Ion Exchange</i>	EC ( $\mu\text{S/cm}$ )	3,2
		TDS (mg/l)	21		TDS (mg/l)	4,0
		pH	8,4		pH	8,2
Purwoto, dkk <sup>[9]</sup>	Air Limbah	EC ( $\mu\text{S/cm}$ )	605	Penukar ion dan membran	EC ( $\mu\text{S/cm}$ )	492
		TDS (mg/l)	408		TDS (mg/l)	281
		pH	7,2		pH	7,46
Mustahiqul, dkk <sup>[10]</sup>	Air Buangan AC	EC ( $\mu\text{S/cm}$ )	74,5	<i>Ion Exchange</i>	EC ( $\mu\text{S/cm}$ )	4,1
		TDS (mg/l)	37,1		TDS (mg/l)	2,3
		pH	5,2		pH	7,4

### Kesimpulan

Dari hasil analisa kandungan TDS, EC dan pH pada air keluaran proses proses filtrasi dan *ion exchanger* dapat memenuhi standar mutu dengan nilai EC mencapai 0  $\mu\text{S/cm}$ , TDS 0 mg/l dan pH 7,5. Penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi proses filtrasi dengan *ion exchanger* dapat bekerja secara efektif dengan hasil yang maksimal dan proses ini berkerja sangat baik pada jumlah cartridge resin 6 (3 anion dan 3 aktion) dan laju alir 200 ml/menit.

**Daftar Pustaka**

- [1]. Anonim. *Water Quality Highly Purified Water*.<http://purewatergroup.com>. Diakses 10 Mei 2015.
- [2]. Lee, C.C.,Lin, S.D., *Handbook Of Environmental Engineering*. McGraw-Hill Publishing, Tokyo (2005).
- [3]. Montgomery, J.M., *Water Treatment Principles and Design*. Johan Weley Inc. USA (2005)
- [4]. Berne F dan Cordornier J, “*Industrial Water Treatment*”, Gulf Publishing Company Editions Technip. (1995)
- [5]. Muhaimin HM, dkk, *Modifikasi Sistem Sirkulasi Air Pada Pembuat Air Suling Terdemineralisasi*. Pusat Teknologi Nuklir Bahan dan Radiometri – BATAN, (2009).
- [6]. Malik, Abdul Maulana dan Ariyanto S. Widodo. *Pengolahan Air Produk Reverse Osmosis Sebagai Umpan Boiler Dengan Menggunakan Ion exchange*, Teknik Kimia Universitas Diponegoro; Semarang (2009).
- [7]. Utomo, Setyo, dkk, *Analisis dan Pengendalian Konduktivitas Air Pada Kolom Resin Campuran (Mix-Bed) Sistem Air Bebas Mineral (GCA )*. Buletin Pengelolaan Reaktor Nuklir, Vol. 9, No. 2 (2012)
- [8]. Budi Santoso, Leily Nurul Komariah, Hamdani, Zahroini Rahmah. *Rancangan Sistem Pengolahan Air Umpan Boiler Pabrik Biodiesel Skala Pilot Universitas Sriwijaya*. Proceedings Seminar Nasional Added Value of Energy Resources VII, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya (2015)
- [9]. Purwoto, Setyo dan Mario Monica, *Demineralisasi Air Berbasis Resin Penukar Ion Terpadukan Dengan Membran Permeabel*. Teknik Lingkungan Universitas Negeri Surabaya (2009)
- [10]. Mustahiqul, Laila Falah, dkk. *Pembuatan Aquadm (Aquademineralized) Dari Air AC (Air Conditioner) Menggunakan Resin Kation Dan Anion*. Jurusan Kimia Universitas Diponegoro Semarang (2009)