

## DEMINERALISASI AIR AC DENGAN MEMBRANE REVERSE OSMOSIS

Dika Restu Akbar, Akbar Dwi Kuspambudijaya, Isni Utami<sup>\*)</sup>

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, UPN “Veteran” Jawa Timur  
Jl. Raya Rungkut Madya No.1 Gunung Anyar, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia 60294, Telp. (031) 876369

\*Email: isniutami@yahoo.com

### Abstrak

*Proses demineralisasi merupakan proses penghilangan garam mineral di udara, sehingga udara yang dihasilkan memiliki kemurnian yang tinggi. Air demin merupakan produk air yang memiliki kandungan mineral olahan di dalamnya atau air yang tidak mengandung mineral. Penelitian ini menggunakan proses Reverse Osmosis. Membrane reverse osmosis adalah membran semi berpori yang melepaskan molekul menggunakan tekanan lebih besar dari tekanan osmotik yang dilakukan secara alami untuk menghilangkan udara yang terkontaminasi dalam prosesnya. Peneliti menggunakan air limbah AC sebagai bahan utama, dan menggunakan membrane reverse osmosis, jenis membran spiral, bahan membran poliamida, komposit film tipis. Penelitian dilakukan dengan tekanan 30, 50, 70psi dan waktu operasi 20, 40, 60, 80, 100menit. Hasil penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa, kadar udara AC yang memenuhi baku mutu air demineralisasi adalah nilai TDS pada tekanan 50psi dengan waktu operasi 100menit, total coliform terbaik pada tekanan 50psi dengan waktu operasi 100menit yang tidak menghasilkan total coliform, dan kadar timbal (Pb) pada 30psi dengan waktu operasi 80menit.*

**Kata kunci :** air demin ; demineral ; reverse osmosis ; selaput

## DEMINERALIZATION OF AIR CONDITIONING WATER WITH MEMBRANE REVERSE OSMOSIS

### Abstract

*The demineralization process is a process of removing mineral salts in the air, so the air produced has high purity. Demin water is a water product that has processed minerals contained in it or water that does not contain minerals. This study uses the Reverse Osmosis process. Reverse osmosis membranes are semi-permeable membranes that release molecules using pressures greater than osmotic pressure which are carried out naturally to remove contaminated air in the process. Researchers used AC waste water as the main material, and used reverse osmosis membrane, spiral membrane type wounds, polyamide membrane materials, thin film composites. Research is carried out with pressure 30, 50, 70psi and operating Time of 20, 40, 60, 80, 100minutes. The results obtained can be concluded that, the air conditioning content that meets the quality standards for demineralized water is the TDS value at a pressure of 50psi with an operating time of 100minutes, the best total coliform at a pressure of 50psi with an operation time of 100minutes which does not produce total coliform, and levels. Lead (Pb) at 30psi with an operating time of 80minutes.*

**Keywords:** demineral ; demin water ; membrane ; reverse osmosis

### PENDAHULUAN

Proses demineralisasi adalah suatu proses penghilangan garam-garam mineral yang ada didalam air, sehingga air yang dihasilkan mempunyai kemurnian yang tinggi (Kardjono, 2007). Air demin adalah suatu produk air yang telah mengalami proses pemisahan mineral-mineral yang terkandung di dalamnya atau air yang sudah tidak mengandung mineral-mineral. Untuk kebutuhan industri, adanya kontaminan atau pencemar

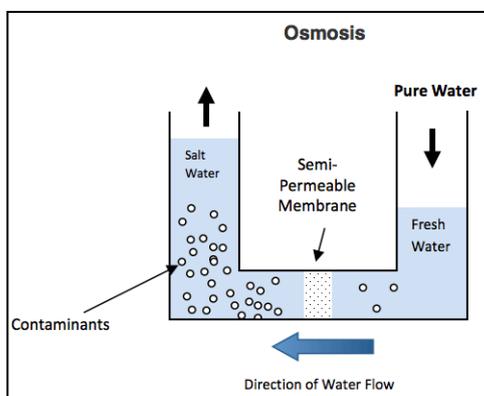
berupa bahan mineral dalam air memang menjadi faktor yang perlu diperhatikan. Dimana keberadaan kontaminan mineral-mineral bisa menimbulkan masalah serius seperti korosi, kerak, hingga carry over. Metode yang sering dilakukan untuk menghasilkan air demin yaitu metode *distilasi*, *reverse osmosis*, *deionisasi*, dan proses setara lainnya (Sumada dan Utami, 2018).

**Tabel 1.** Syarat Mutu Air Demineral

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Bau	-	Tidak berbau
2	Rasa	-	Normal
3	Warna	Unit Pt-Co	Maks 5
4	Ph	-	5,0 – 7,5 / 4,0-5,0
5	Kekeruhan	NTU	Maks 1,5
6	Zat yang terlarut Total	mg/L	Maks 10
7	organik karbon	mg/L	Maks 0,5
8	Perak	mg/L	Maks 0,025
9	Timbal	mg/L	Maks 0,005
10	Tembaga	mg/L	Maks 0,5
11	Kadmium	mg/L	Maks 0,003
12	Merkuri	mg/L	Maks 0,001
13	Coliform	Koloni/250 mL	TTD

(Badan Standar Nasional, 2015)

Osmosis adalah fenomena alami dan salah satu proses terpenting di alam. Ini adalah proses di mana larutan garam yang lebih lemah cenderung berpindah ke larutan garam yang kuat. Berikut adalah gambar yang menunjukkan bagaimana osmosis bekerja. Larutan yang kurang terkonsentrasi akan memiliki kecenderungan alami untuk bermigrasi ke larutan dengan konsentrasi yang lebih tinggi Yoshi dan Widiassa (2016).



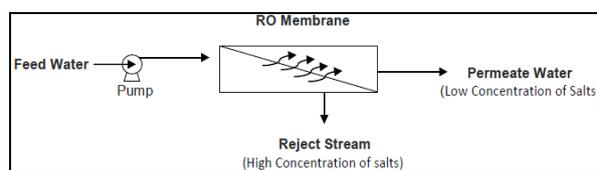
**Gambar 1.** Mekanisme Osmosis

Misalnya, wadah berisi air dengan konsentrasi garam rendah dan wadah lain yang penuh dengan air dengan konsentrasi garam tinggi dipisahkan oleh membran semi permeabel, maka air dengan konsentrasi garam yang lebih rendah akan mulai bermigrasi kearah wadah air dengan konsentrasi garam yang lebih tinggi. Membran semi permeabel adalah membran yang memungkinkan beberapa atom atau molekul dilewati tetapi tidak pada yang lain (terhambat) (Puretecwater, 2012).

*Reverse osmosis* adalah proses osmosis secara terbalik. Sedangkan osmosis terjadi secara alami tanpa tekanan yang dibutuhkan, untuk membalikkan proses osmosis, perlu menerapkan tekanan kelarutan yang

lebih banyak mengandung garam. Membran *reverse osmosis* adalah membran semi permeabel yang melepaskan molekul air dengan menerapkan tekanan yang lebih besar dari pada tekanan osmotik yang terjadi secara alami untuk menghilangkan air berkontaminan tinggi dalam prosesnya (Ariyanti dan Widiassa (2011), Lialita, M. (2016)).

*Reverse osmosis* bekerja dengan menggunakan tekanan pompa yang tinggi untuk meningkatkan tekanan pada sisi yang mengandung garam dan memaksa air melintasi membran *semi-permeable*, membran *reverse osmosis* meninggalkan hampir seluruh (sekitar 95% hingga 99%) garam terlarut di *reject stream*. *Permeate* adalah air yang lolos dari membran *reverse osmosis* dan mengandung sangat sedikit kontaminan (Puretecwater, 2012).



**Gambar 2.** Skema *Reverse Osmosis* dengan menggunakan tekanan pompa

Dalam sistem *reverse osmosis* terdapat beberapa perhitungan yang di gunakan untuk menilai kinerja sistem *reverse osmosis* dan pertimbangan perancangannya seperti kualitas, aliran, tekanan, dan penunjang lainnya seperti suhu dan waktu operasi. Kinerja sistem *reverse osmosis* memerlukan parameter operasi minimal seperti: tekanan umpan, tekanan permeat, tekanan konsentrasi, ketinggian umpan, konduktivitas permeat, aliran umpan, aliran permeat, suhu.

Beberapa perhitungan dalam sistem *reverse osmosis* yaitu: a). Persen kontaminan tertahan membran (*contaminance rejection %*). Persamaan ini memberikan informasi seberapa efektif kinerja sistem *reverse osmosis*. Persamaan tersebut sebagai berikut:

$$\text{Kontaminan Tertahan (\%)} = \frac{\text{Kontaminan air umpan} - \text{kontaminan air permeat}}{\text{Kontaminan air umpan}} \times 100\% \quad (1)$$

Semakin besar nilai presentase kontaminan tertahan semakin efektif kinerja *reverse osmosis*. Sistem *reverse osmosis* yang dirancang dengan baik akan dapat menghasilkan persen kontaminan tertahan (*Contaminance Rejection*) mencapai 95-99%. b). Persen kontaminan melewati membran (*contaminance passed %*). Persamaan ini merupakan kebalikan dari persamaan kontaminan tertahan, dalam persamaan ini yang dihitung adalah persen kontaminan yang dapat melewati membran dalam sistem *reverse osmosis*, persamaan ini sebagai berikut :

$$\text{Kontaminan melewati membran} = 1 - \% \text{ kontaminan tertahan} \quad (2)$$

Semakin kecil nilai presentase kontaminan melewati membran semakin efektif kinerja sistem *reverse osmosis*. c). Persen perolehan air (*percent recovery %*)  
 Persamaan ini memberikan informasi yang berhubungan jumlah air (*flow rate*) dari air umpan masuk dan laju air (*flow rate*) yang dapat melewati membran sistem *reverse osmosis* atau sebagai *permeate*, persamaan persen perolehan air tersebut sebagai berikut:

$$\text{Perolehan Air (\%)} = \frac{\text{Laju Air Permeate}}{\text{Laju Air Umpan}} \times 100\% \dots (3)$$

Semakin besar nilai presentase perolehan air menunjukkan volume air sebagai produk (*permeate*) semakin besar, ini menunjukkan air yang dikeluarkan aliran *reject* semakin kecil. Semakin besar nilai presentase perolehan air semakin efektif kinerja sistem *reverse osmosis*. d). Faktor konsentrasi (*concentration factor*). Faktor konsentrasi (*concentration factor*) berhubungan dengan *recovery* (perolehan) sistem *reverse osmosis*. Persamaan ini merupakan persamaan yang cukup penting didalam merancang sistem *reverse osmosis*, semakin besar aliran air yang melewati membran (*permeate*) menunjukkan semakin besar jumlah kontaminan yang tertahan pada dinding membran, semakin besar kemungkinan terjadinya "*scaling*" pada permukaan membran. Persamaan faktor konsentrasi tersebut sebagai berikut :

$$A = \frac{1}{(1 - \text{Persen Perolehan Air}) \times \text{Kontaminan Tertahan}} \dots (4)$$

(Sumada dan Utami, 2018)

e). Permeabilitas, merupakan ukuran yang menyatakan kecepatan suatu spesi tertentu untuk menembus membran. Parameter yang digunakan untuk menyatakan permeabilitas adalah nilai fluks yang didefinisikan sebagai volume *permeate* yang melewati membrane per satuan luas membrane per satuan waktu. Fluks dinyatakan oleh persamaan dibawah ini :

$$J = \frac{\text{Volume Permeate}}{\text{Luas Permukaan membran} \times \text{Waktu}} \dots (5)$$

f). Permeaselektivitas membrane adalah ukuran ke kemampuan membrane menahan atau melewatkan suatu spesi tertentu. Parameter yang digunakan untuk menyatakan permeaselektivitas adalah koefisien rejeksi yang didefinisikan sebagai fraksi konsentrasi zat terlarut yang tertahan oleh membrane. Koefisien rejeksi dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$R = (1 - (C_p / C_f)) \times 100 \% \dots (6)$$

Dengan:

C<sub>f</sub>= Konsentrasi zat terlarut dalam umpan (feed)

C<sub>p</sub>= Konsentrasi zat terlarut dalam permeate

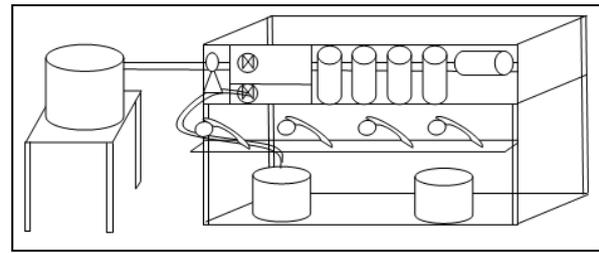
(Redjeki, S, 2008).

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Air Buangan AC.

### Alat



Gambar 3. Rangkaian Alat Metode Reverse Osmosis

### Prosedur

Penelitian ini dilakukan di laboratorium UPN "Veteran" Jawa Timur dengan prosedur penelitian sebagai berikut :

#### Tahap Persiapan dan Treatment Awal Alat.

Air AC disaring terlebih dahulu agar kotoran atau padatan berukuran besar tidak menyumbat membran dan tangki penampung air AC dibersihkan serta mengisi tangki penampung dengan air AC. Memulai *treatment* awal pada serangkaian alat *reverse osmosis* selama beberapa jam dengan air AC yang terus mengalir hingga TDS hasil membran *reverse osmosis* stabil.

#### Tahap Pengolahan Air AC

Setelah *treatment* awal selesai, *reverse osmosis* dijalankan dengan variabel tekanan 30 sampai dengan 70psi. Dengan waktu 20 sampai dengan 100menit. Air AC pada tangki penampung dialirkan dengan pompa diafragma menuju pp-5 micron filter untuk menyaring air umpan dari pasir dan kotoran kecil , lalu menuju *carbon block* filter dan *coconut carbon granule* filter untuk menyaring klorin dan menghilangkan bau dan memperbaiki rasa air, selanjutnya menuju manganis filter untuk mengurangi kandungan besi lalu menuju membran *reverse osmosis*. Pada proses *reverse osmosis* dapat memisahkan (menahan) kontaminan hampir seluruhnya (sekitar 95% sampai 99%) terlarut di belakang dalam membran semi permeabel. Besarnya tekanan yang dibutuhkan tergantung pada konsentrasi air umpan. Semakin tinggi konsentrasi kontaminan dalam air umpan, semakin besar tekanan yang dibutuhkan untuk mengatasi tekanan osmotik. Air yang melewati membrane *reverse osmosis* "*permeate*" menjadi air demin yang akan ditampung pada tangki penampung air hasil, air yang terbuang "*reject*" akan di buang melalui selang *reject*. Selanjutnya dilakukan pengambilan sampel untuk dianalisa dan mengukur volume.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Hasil Analisis Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah air AC dan teknologi yang digunakan untuk proses demineralisasi dengan alat membran *reverse*

osmosis. Hasil analisis bahan baku diperoleh data sebagai berikut :

**Tabel 2.** Hasil Analisis Kualitas Air AC

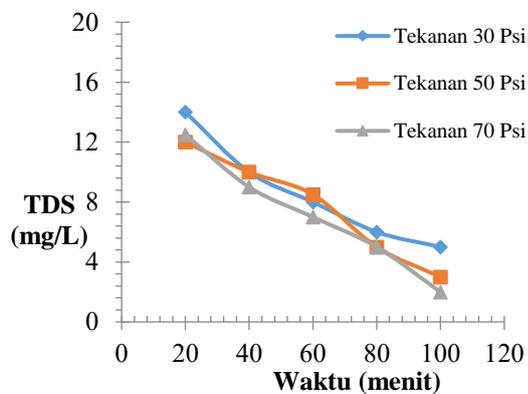
Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji
pH	-	6,72
Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/L	60
Warna	Unit PtCo	5
Kekeruhan	NTU	0,796
Total Koliform	Koloni/250 mL	42
Bau*	-	Tidak berbau
Rasa*	-	Tidak berasa
Pb*	mg/L	0,0764

(Sumber : Hasil analisis kandungan air AC dari Balai Riset dan Standarisasi Industri Kementerian Perindustrian RI )

Hasil dari penelitian ini akan digunakan sebagai air demin yang diperlukan untuk kebutuhan laboratorium Teknik Kimia UPN “Veteran” Jawa Timur.

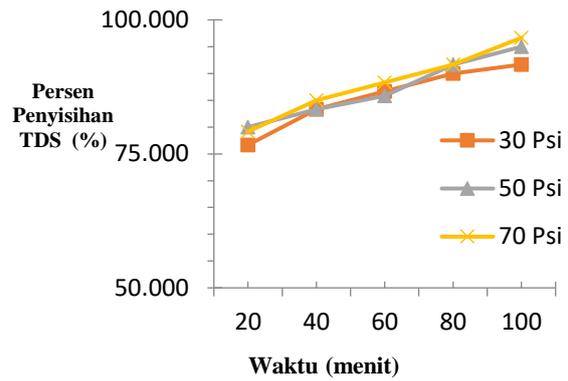
## 2. Hasil Analisis Zat Yang Terlarut (TDS)

Nilai TDS bahan baku dalam penelitian ini belum memenuhi standar, maka diperlukan analisis TDS hingga memenuhi standar. Dalam proses pembuatan air demineral dengan menggunakan alat membran *reverse osmosis* digunakan perubahan tekanan 30psi sampai 70psi selama 100menit, sehingga diperoleh data :



**Gambar 4.** Hubungan Antara Waktu Operasi Dengan Nilai TDS dalam Perubahan Tekanan

Gambar 4. dapat diketahui bahwa nilai TDS dipengaruhi oleh waktu operasi dan perubahan tekanan. Semakin besar perubahan tekanan maka nilai TDS akan semakin kecil. Hal ini dapat terjadi karena adanya perubahan tekanan yang mendorong air untuk melewati membran dan waktu yang semakin lama mengakibatkan kontaminan terhenti oleh membran, sehingga hasil yang didapatkan memiliki nilai TDS yang semakin kecil.

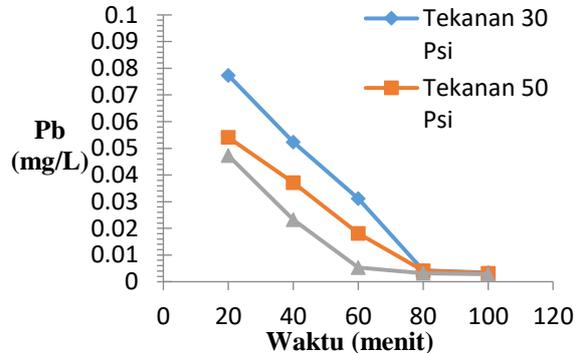


**Gambar 5.** Hubungan antara waktu operasi dengan persen penyisihan TDS dalam perubahan tekanan

Gambar 5. dapat diketahui bahwa persen penyisihan TDS pada perubahan tekanan akan meningkat setiap waktunya. Hal ini membuktikan alat membran reverse osmosis bekerja dengan baik dan hasil yang didapatkan memiliki kualitas TDS yang semakin baik.

## 3. Hasil Analisis Timbal (Pb)

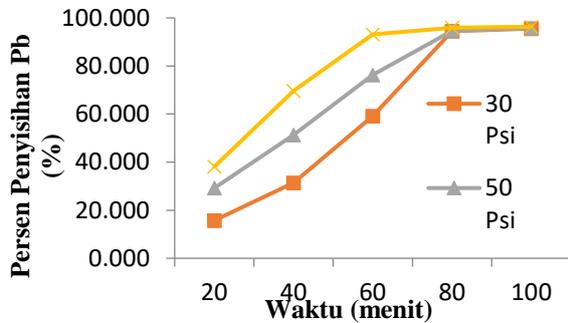
Nilai Pb bahan baku pada penelitian ini, belum memenuhi standar, maka diperlukan analisis Pb hingga memenuhi standar. Dalam proses pembuatan air demineral dengan menggunakan alat membran *reverse osmosis* digunakan perubahan tekanan 30psi sampai 70psi selama 100menit, sehingga diperoleh data :



**Gambar 6.** Hubungan antara waktu operasi dengan kadar Pb dalam perubahan tekanan

Gambar 6. dapat diketahui bahwa kadar timbal (Pb) yang dimiliki hasil air demin dipengaruhi oleh waktu operasi dan perubahan tekanan. Semakin besar perubahan tekanan maka kadar timbal akan semakin kecil. Hal ini dapat terjadi karena adanya perubahan tekanan yang mendorong air untuk melewati membran dan waktu yang semakin lama mengakibatkan timbal terhenti oleh membran, sehingga hasil yang didapatkan memiliki kadar timbal yang semakin kecil. Tabel 5. kadar timbal terbesar berada pada perubahan tekanan 30psi, waktu 20menit sebesar 0,0774mg/L; dan kadar timbal terkecil berada pada

perubahan tekanan 70psi, waktu operasi 100menit sebesar 0,0028mg/L. Dalam perubahan tekanan 30psi pada waktu 80menit, kadar timbal telah memenuhi standar. Hal ini membuktikan bahwa alat membran *reverse osmosis* bekerja dengan baik pada perubahan tekanan dan waktu ini.

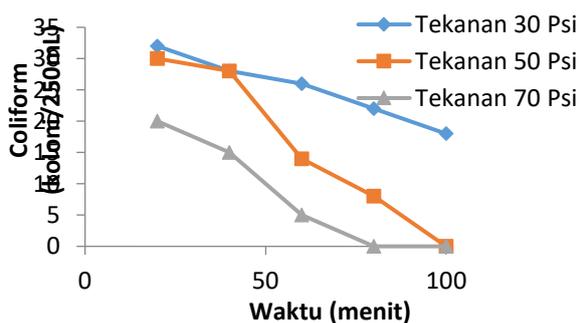


**Gambar 7.** Hubungan antara waktu operasi dengan persen penyisihan Pb dalam perubahan tekanan

Gambar 7. diketahui bahwa persen penyisihan Pb pada perubahan tekanan akan meningkat setiap waktunya. Hal ini membuktikan alat membran *reverse osmosis* bekerja baik dan mengalami penurunan kadar Pb yang cukup besar yaitu pada perubahan tekanan 30psi dengan waktu 100menit.

#### 4. Hasil Analisis Coliform

*Coliform* bahan baku pada penelitian ini belum memenuhi standar, maka diperlukan analisis *coliform* hingga memenuhi standar. Dalam proses pembuatan air demineral dengan menggunakan alat membran *reverse osmosis* digunakan perubahan tekanan 30psi sampai 70psi selama 100menit, sehingga diperoleh data:

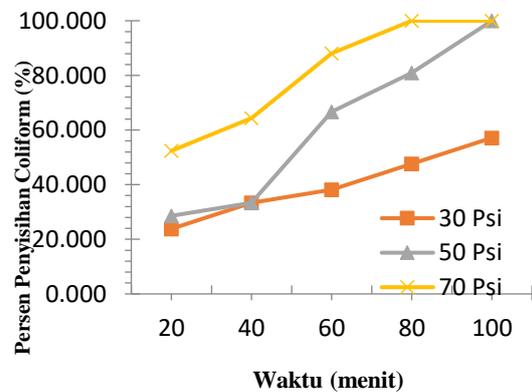


**Gambar 8.** Hubungan antara waktu operasi dengan total *coliform* dalam perubahan tekanan

Gambar 8. dapat diketahui bahwa total *coliform* dipengaruhi oleh waktu operasi dan perubahan tekanan. Semakin besar perubahan tekanan maka total *coliform* akan semakin kecil. Hal ini dapat terjadi karena adanya perubahan tekanan yang mendorong air untuk melewati membran dan waktu yang semakin lama mengakibatkan *coliform* terhambat oleh membran, sehingga hasil yang didapatkan memiliki

total *coliform* yang semakin kecil. Tabel 6. total *coliform* berada pada perubahan tekanan 30psi, waktu 20menit sebesar 32 koloni/250 mL; dan total *coliform* terkecil berada pada perubahan tekanan 50 psi, waktu operasi 100 menit sebesar 0koloni/250 mL (Tidak Terdeteksi). Hal ini membuktikan bahwa alat membran *reverse osmosis* bekerja dengan baik pada perubahan tekanan dan waktu tersebut. Sedangkan pada penelitian lain juga menyebutkan bahwa membrane *reverse osmosis* mampu menurunkan kandungan bakteri *E. Coli* sampai 91% yaitu dari 88 kol/100 ml menjadi 8kol/100 ml pada tekanan 43 psi dan kadar timbal sampai 96% yaitu dari 9,4 mg/l menjadi 0,4 mg/l pada tekanan 43psi (Mardiatin dan Purwoto ,2014).

Gambar 9. dapat diketahui bahwa persen penyisihan *coliform* pada perubahan tekanan akan meningkat setiap waktunya. Hal ini membuktikan alat membran *reverse osmosis* bekerja dengan baik dan hasil terbaik didapatkan pada perubahan tekanan 50 psi dengan waktu operasi 100 menit.



**Gambar 9.** Hubungan Antara Waktu Operasi dengan Persen Penyisihan *Coliform* Dalam Perubahan Tekanan

## SIMPULAN

Setelah dilakukan analisa kandungan air AC diketahui bahwa kandungan yang belum memenuhi standar air demineralisasi adalah nilai TDS, Total Koliform dan timbal (pb). Nilai TDS pada hasil proses demineralisasi yang terbaik yaitu pada perubahan tekanan 50psi dengan waktu operasi 100menit. Kadar timbal (Pb) pada hasil proses demineralisasi yang memenuhi standar air demineralisasi yaitu pada perubahan tekanan 30 psi dengan waktu operasi 80menit. Total coliform pada hasil proses demineralisasi yang terbaik yaitu pada perubahan tekanan 50psi dengan waktu operasi 100 menit yang tidak menghasilkan total coliform.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti berterimakasih kepada Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Surabaya karena telah mendukung peneliti dalam menyelesaikan penelitian ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Ariyanti, D., & Widiassa, I. N. (2011). Aplikasi teknologi Reverse Osmosis untuk pemurnian air skala rumah tangga. *Teknik*, 32(3), 193-197.
- Badan Standardisasi Nasional. 2015. "Air Demineral". Diadaptasi dari (<http://www.bsn.go.id>).
- Kardjono, SA. 2007. "Proses Pertukaran Ion Dalam Pengolahan Air". *Forum Iptek*. Vol 13 No. 03.
- Mardiatin, P., & Purwoto, S. (2014). Penurunan Kandungan Bakteri *Escherichia Coli* dan Timbal pada Air Bersih Menggunakan Membran Reverse Osmosis. *WAKTU*, 12(1), 65-70.
- Puretecwater. 2012. "Basic Of Reverse Osmosis". Diadaptasi dari ([http://www.puretecwater.com/basic\\_of\\_reverse\\_osmosis/2012](http://www.puretecwater.com/basic_of_reverse_osmosis/2012)).
- Redjeki, Sri 2018. "Teknologi Membran". Surabaya: Unesa University Press.
- Redjeki, Sri 2011. "Proses Desalinasi Dengan Membran". Surabaya: Direktorat Penelitian dan Pengabdian keda Masyarakat (DP2M).
- Sumada, Ketutan Utami, Isni. 2018. "Demineralisasi Air dan Metode Demineralisasi Air". Surabaya: Unggul Pangestu Niwmana.
- Yoshi, L. A., & Widiassa, I. N. (2016). Sistem Desalinasi Membran Reverse Osmosis (RO) untuk Penyediaan Air Bersih. In Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan (p. 6).