

Aisha aprilia chairunissa<sup>1</sup>), Dika prasetyo<sup>2</sup>), Edy Mulyadi<sup>3</sup>): Pembuatan air demineral menggunakan membran *reverse osmosis* (ro) dengan pengaruh debit dan tekanan

## PEMBUATAN AIR DEMINERAL MENGGUNAKAN MEMBRAN *REVERSE OSMOSIS* (RO) DENGAN PENGARUH DEBIT DAN TEKANAN

Aisha Aprilia Chairunissa<sup>1</sup>), Dika Prasetyo<sup>2</sup>), Edi Mulyadi<sup>3</sup>)

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur,  
Jalan Raya Rungkut Madya Gunung Anyar, Surabaya 60249  
dikaprasetyo25.dp@gmail.com

### Abstrak

Air merupakan unsur yang memiliki peran penting dalam kehidupan setiap makhluk. Kebanyakan kebutuhan manusia terpenuhi menggunakan air mineral yang masih mengandung beberapa mineral anorganik. Tetapi ada beberapa kebutuhan tidak bisa dipenuhi dengan menggunakan air mineral. Sehingga dibutuhkan air yang tidak memiliki kandungan mineral di dalamnya atau disebut air demineral. Untuk menghilangkan kandungan mineral dalam air dibutuhkan suatu proses penyaringan air menggunakan membrane yang disebut *reverse osmosis*. *Reverse osmosis* dapat menyaring berbagai molekul besar dan ion-ion dari suatu larutan dengan cara memberi tekanan pada larutan ketika larutan itu berada di salah satu sisi membran seleksi (lapisan penyaring) kemudian zat pelarut murni bisa mengalir ke lapisan berikutnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengolah air mineral menjadi air demineral dengan metode membrane *reverse osmosis* serta untuk mengetahui pengaruh debit dan tekanan membrane *reverse osmosis* dalam menurunkan kadar TDS (Total Dissolved Solid). Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah debit 3-11 liter/menit dan tekanan 1-12 bar. Hasil yang diperoleh dari penelitian menunjukkan bahwa membrane RO dapat menghasilkan air demineral dari air baku pada kondisi operasi yaitu tekanan 12 bar dan debit 9 liter/menit. Kemampuan penyisihan TDS terbesar 98,24% dengan penurunan kadar awal TDS 114 ppm menjadi 2 ppm, sehingga sudah memenuhi baku mutu air demineral.

**Kata kunci:** air demineral; membran; *reverse osmosis*; total dissolved solid

## MAKING DEMINERAL WATER USING REVERSE OSMOSIS WITH EFFECT OF FLOW AND PRESSURE

### Abstract

Water is an important thing in life. Mineral water that has been consumed by most people still contains inorganic materials, However, there are cases where mineral water can not be used. So that needed water that does not have mineral content or it called demineralized water. "In order to remove the mineral content, a water filtering process by membrane, called *reverse osmosis*, is required. *Reverse osmosis* can filter large molecules and ions by applying pressure to the solution, when the solution is on one side of the selection membrane (filter layer) then the pure solvent can flow to the next layer. This research aim to process mineral water into demineralized water using the membrane *reverse osmosis* method and to determine the effect of *reverse osmosis* membrane discharge and pressure in reducing TDS (Total Dissolved Solid) levels. The variables used in this research are flow rate of 3-11 liter/minute and pressure of 1-12 bar. The results show from this research is RO can produce demineralized water with operating conditions, pressure 12 bar and flow 9 liter/minute.. The largest TDS removal ability was 98.24% with a decrease in the initial TDS level from 114 ppm to 2 ppm, so that it fulfilled the quality standards of demineralized water.

**Key words:** demineralized water; membrane; *reverse osmosis*; total dissolved solid

**PENDAHULUAN**

Air merupakan unsur yang memiliki peran paling penting dalam kehidupan setiap makhluk yang hidup di muka bumi ini. Air berperan penting dalam kehidupan diantaranya yaitu untuk memenuhi kebutuhan hidup dan membantu perkembangan perekonomian bagi manusia. Untuk memenuhi kebutuhan hidup air digunakan sebagai air minum, mandi, dan keperluan lainnya. Air sangat dibutuhkan baik dalam bidang pertanian, yang mana nantinya menghasilkan produk pangan yang bisa memberikan nilai ekonomi bagi petani. Dalam bidang industri air bisa membantu dalam mengolah segala produk mentah menjadi produk yang siap dipakai oleh manusia.

Menurut Badan Pusat Statistik, kebutuhan air bersih pada tahun 2017 untuk Provinsi Jawa Timur mencapai 2.009.332.000 m<sup>3</sup>. Kebanyakan kebutuhan manusia terpenuhi menggunakan air mineral yang masih mengandung beberapa mineral anorganik seperti magnesium, kalsium, dan mineral lainnya. Tetapi ada beberapa kebutuhan yang tidak bisa dipenuhi dengan menggunakan air mineral. Dimana mineral-mineral yang terkandung dalam air tersebut sudah melalui proses pemurnian, sehingga air bebas dari kontaminan berbahaya dan aman diminum. Sehingga dibutuhkan air yang tidak memiliki kandungan mineral di dalamnya atau disebut air demineral. Air demineral memiliki TDS (total zat padat yang terkandung dalam air) sebesar 0-10 ppm. (Budiyono, 2013).

Air demineral tidak dapat diperoleh secara alami pada alam. Contohnya adalah air dari sumber pegunungan di Pacet dengan nilai TDS masih belum memenuhi baku mutu. Dibutuhkan suatu proses untuk pembuatan air demineral sehingga dapat menghilangkan mineral-mineral pada air. Seiring dengan perkembangan teknologi saat ini, air demineral dapat dibuat dengan proses-proses yang sering disebut sebagai proses pemurnian air. Untuk membuat air demineral dapat dengan cara penyaringan air mineral dan dialirkan pada membran saring, cara tersebut biasa disebut dengan *reverse osmosis*. *Reverse osmosis* (Osmosis terbalik) atau RO adalah suatu metode penyaringan yang dapat menyaring berbagai molekul besar dan ion-ion dari suatu larutan dengan cara memberi tekanan pada larutan ketika larutan itu berada di salah satu sisi membran seleksi (lapisan penyaring). Pada penelitian ini menggunakan alat yang mempunyai kemampuan mengolah air mineral menjadi air demineral dengan proses kontinyu dengan persen penyisihan dan yield yang tinggi. Selain itu alat ini menggunakan pretreatment yang kompleks untuk memastikan kualitas produk akan selalu sama kualitasnya. Standar yang digunakan dalam pengklasifikasian air demineral adalah SNI 6241:2015 yaitu sebagai berikut :

**Tabel 1.** Standard baku mutu air demineral menurut SNI 6241:2015

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		Tidak
1.1	Bau	-	Berbau
1.2	Rasa	-	Normal
1.3	Warna	Unit Pt-Co	Maks 5
2	pH	-	5,0 - 7,5/ 4,0 – 5,0*)
3	Kekeruhan	NTU	Maks. 1,5
4	TDS	mg/L	Maks. 10
5	Total organik karbon	mg/L	Maks. 0,5
6	Bromat	mg/L	Maks. 0,01
7	Perak	mg/L	Maks. 0,025
8	Kadar karbon dioksida (CO <sub>2</sub> ) bebas	mg/L	3000 – 5890
9	Kadar oksigen (O <sub>2</sub> ) terlarut awal	mg/L	Min. 40,0
10	Kadar oksigen (O <sub>2</sub> ) terlarut akhir	mg/L	Min. 20,0
11	Cemaran logam :		
11.1	Timbal (Pb)	mg/L	Maks. 0,005
11.2	Tembaga (Cu)	mg/L	Maks. 0,5
11.3	Kadmium (Cd)	mg/L	Maks. 0,003
11.4	Merkuri (Hg)	mg/L	Maks. 0,001
12	Cemaran Arsen (As)	mg/L	Maks. 0,01
13	Cemaran Mikroba :		
13.1	Angka lempeng total awal**)	Koloni/ml	Maks. 1,0 x 10 <sup>2</sup>
13.2	Angka lempeng total awal***)	Koloni/ml	Maks. 1,0 x 10 <sup>5</sup>
13.3	Coliform	Koloni/250 ml	TTD
13.4	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Koloni/250 ml	TTD

Catatan : \*) Air Karbonasi

\*\*) Di Pabrik

\*\*\*) Di Pasaran

TTD : Tidak Terdeteksi

Penelitian ini bertujuan untuk mengolah air mineral menjadi air demineral dengan metode membran *reverse osmosis* serta untuk mengetahui pengaruh debit dan tekanan membran *reverse osmosis* dalam menurunkan kadar TDS (*Total Dissolved Solid*).

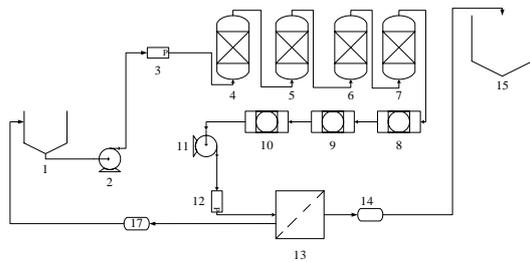
## METODE PENELITIAN

### Bahan

Bahan baku utama yang digunakan dalam penelitian ini yaitu air yang berasal dari air sumber pegunungan di Kecamatan Pacet, Kabupaten Mojokerto.

### Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu serangkaian alat pengolahan air minum yang terdapat di Gedung Techno Park Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.



Gambar 1. Rangkaian Alat

Keterangan :

1. Tangka Penyimpanan Bahan
2. Pompa
3. *Pressure Gauge*
4. Filter Manganese
5. Filter Silika
6. Filter Karbon Aktif
7. Filter Calgon
8. *Cartridge* 20", 10 $\mu$ m
9. *Cartridge* 10", 5 $\mu$ m
10. *Cartridge* 10", 1 $\mu$ m
11. Pompa membran *Reverse Osmosis*
12. *Pressure Gauge*
13. Membran *Reverse Osmosis*
14. Rotameter
15. Tangki Produk
16. Aliran *Reject*
17. Rotameter

### Prosedur

#### Tahap Filtrasi

Filtrasi di aplikasikan dalam pengolahan air, dimana air dilewatkan suatu media yang berporositas tertentu untuk mnghilangkan padatan yang tidak diinginkan. Filtrasi memisahkan padatan dari cairan

atau gas dengan menggunakan media saring yang memungkinkan cairan tersebut lewat. Media filtrasi dapat diklasifikasikan dalam beberapa *grading* yaitu dari halus ke kasar, tidak tergradasi, gradasi kasar ke halus, atau gradasi seragam, didasarkan pada distribusi butirannya dalam *bed* saat filtrasi. (Castro, 2012).

#### Tahap Adsorpsi

Adsorpsi adalah penyerapan bahan atau senyawa tertentu pada permukaan padat (adsorben). Adsorpsi pada pembuatan air demineral ini menggunakan adsorpsi fisika menggunakan karbon aktif. Adsorpsi fisika terutama terjadi akibat gaya van der Waals dan terjadi secara balik (*reversible*). Bila gaya tarik menarik molekular antara solut dengan solven lebih besar dari gaya tarik menarik antara solut dengan adsorben maka solut akan teradsorpsi pada permukaan adsorben. (Budiyono, 2013)

Karbon aktif memiliki struktur yang tidak menentu dengan pori-pori yang banyak, dengan berbagai ukuran pori mulai dari retakan yang terlihat hingga celah yang berdimensi molekuler. Gaya antar molekul dalam pori yang kecil akan menyebabkan gaya adsorpsi. Hal ini yang menyebabkan molekul-molekul kontaminan terlarut dan terkondensasi dan diendapkan dari larutan ke dalam pori-pori skala molekuler. Karbon aktif adalah adsorben yang efektif karena memberikan area permukaan yang besar di mana bahan kimia kontaminan dapat menempel (Brady, 2012).

#### Tahap Pertukaran Ion

Pertukaran ion terdiri atas reaksi kimia antara ion (kation atau anion) dalam fase cair dengan ion dari fase padat. Padatan yang mempunyai ion untuk ditukarkan dengan ion dari fase cairan sering dikenal dengan nama resin penukar ion. Ion tertentu dari larutan lebih mudah terserap (terjadi reaksi kimia) oleh padatan penukar ion dan sejumlah ekuivalen ion akan dilepaskan oleh padatan kembali ke fasa larutan. Sebagai contoh, dalam pelunakan air, ion magnesium dan kalsium dari air akan diserap oleh resin dan resin akan melepaskan ion natrium untuk menggantikan ion magnesium dan kalsium. Reaksi terjadi secara stoikiometri dan dapat balik (*reversible*) mengikuti hukum aksi masa. (Budiyono, 2013)

#### Tahap Filtrasi *Cartridge*

Air feed harus relatif bersih dari materi terlarut apabila diumpankan dalam *reverse osmosis*. Partikel kecil yang tersuspensi (koloid) harus dihilangkan sebelum masuk membran. Peningkatan penghilangan materi tersuspensi dapat berdampak signifikan dalam frekuensi pembersihan dari membran. Hampir semua membran *reverse osmosis* menggunakan filter *cartridge preratment* dengan ukuran antara 1 – 25  $\mu$ m, tergantung tipe sistem yang digunakan. *Reverse*

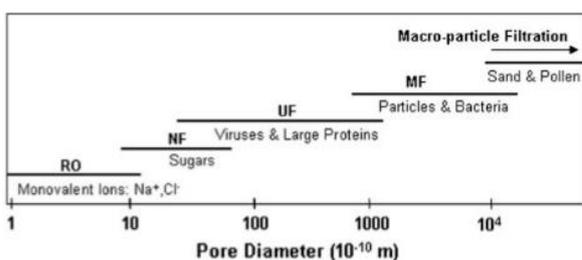
osmosis yang menggunakan umpan air tanah biasanya menggunakan cartridge dengan ukuran 5 µm. (Bergman, 2012).

Cartridge filter dengan elemen tenun fiber tipe penyaringan 5-10 µm biasa digunakan dalam pabrik reverse osmosis dengan pompa bertekanan tinggi. Filter-filter ini menghilangkan partikular pada tahap pre-treatment dan digunakan sebagai filter pengaman untuk pompa bertekanan tinggi dan membran. Cartridge ini biasanya digunakan satu kali pemakaian meskipun cartridge yang sudah bisa dicuci sudah tersedia. Cartridge filter biasa digunakan untuk pengolahan air tanah dimana limbah tidak diperbolehkan untuk dibuang. (Brandt, 2017).

Cartridge filter ini biasanya akan dibuat menjadi bentuk tabung, dengan mencetak atau menekan isostatik. Bentuk-bentuk ini kemudian dapat dianggap sebagai lilin, elemen tunggal disebut cartridge, dan elemen-elemen gabungannya dapat disebut filter lilin. Elemen plastik berpori digabungkan dengan metode khusus menggunakan bubuk termopolimer berbobot molekul tinggi. Ukuran pori dan karakteristik filtrasi dikendalikan oleh pemilihan bubuk kriogenik yang hati-hati untuk memberikan retensi partikel dalam kisaran 5 hingga 200 m. Elemen plastik berpori digunakan untuk filtrasi dan untuk penggunaan umum di lingkungan dengan suhu tidak melebihi 80 °C. Filter cartridge lebih disarankan untuk sistem dengan kontaminan kurang dari 100 ppm. (Sutherland, 2016).

### Tahap Reverse Osmosis

Reverse Osmosis dapat digunakan untuk memisahkan makromolekul maupun mikromolekul atau ion terlarut. Resistensi hidrodinamik membran reverse osmosis sangat tinggi, sehingga memerlukan tekanan tran-membran sangat tinggi (30-300 bar). Membran reverse osmosis tergolong membran nonporous (Suparno, 2013). Membran RO tidak mempunyai ukuran pori-pori yang berbeda dan hanya memiliki satu ukuran yang seragam. RO membran dapat menolak kontaminan yang terkecil, ion monovalen, dan material-material pengotor lainnya. Dimana range dari ukuran molekul disajikan melalui gambar berikut :



Gambar 2. Rentang ukuran partikel kontaminan

Transport melalui membran di kontrol oleh difusi, dimana dalam mekanismenya disebut solution-diffusion. Dalam solution-diffusion model air yang

melalui membran RO melalui tiga tahapan yaitu : tahap pertama yaitu absorpsi ke permukaan membran, kemudian berdifusi melalui celah-celah membran, kemudian desorpsi dari permukaan permeat membran. (Greenlee, 2009). Untuk persen penyisihan sebagai parameter dari kinerja RO, persen penyisihan mengacu pada solute dan persen recovery mengacu pada air. Untuk persen penyisihan atau biasa disebut dengan laju penolakan dapat dituliskan sebagai berikut :

$$R, \% = \frac{C_f - C_p}{C_f} \times 100 = 1 - \frac{C_p}{C_f} \times 100$$

Dimana  $C_f$  : Konsentrasi feed

$C_p$  : konsentrasi permeate.

Menurut Greenlee Dkk, RO biasa dioperasikan pada persen recovery 35% sampai dengan 85% tergantung pada komposisi air, perlakuan awal, dan optimum energy design. (Greenlee, 2009).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil dan Pembahasan Jumlah Zat Padat Terlarut (TDS)

Penelitian pembuatan air demineral ini dilaksanakan di Gedung Teknologi Tepat Guna (TTG) UPN “Veteran” Jawa Timur, Surabaya. Pembuatan air demineral dilakukan dengan menggunakan membrane reverse osmosis (RO) jenis hollow fiber. Bahan yang digunakan yaitu air sumber dari Pacet yang didistribusikan oleh UD. Makmur Sentosa. Sebelum dilakukan penelitian, air sumber tersebut telah melalui proses pengolahan awal sebelum masuk membrane dianalisa terlebih dahulu untuk mengetahui kondisi air.

Tabel 2. Data analisa awal air sumber di Pacet

No.	Parameter	Satuan	Hasil
A. Fisika			
1	Bau	-	Normal
2	TDS	mg/L	114
3	Kekeruhan	Skala NTU	0,37
4	Rasa	-	Normal
5	Suhu	°C	27,2
6	Warna	Skala TCU	5,0
B. Kimia			
1	Arsen	mg/L	0,004
2	Kadmium	mg/L	<LoQ 5,0 x 10 <sup>-4</sup>
3	pH	-	8,43
4	Tembaga	mg/L	<LoQ 0,147
5	Timbal	mg/L	<LoQ 0,10

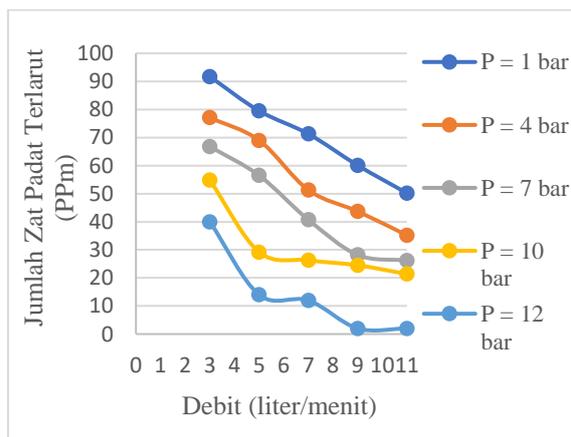
Pada penelitian ini air yang masuk ke dalam membrane sebelumnya dilakukan proses pengolahan awal terlebih dahulu yaitu dengan melewati alat filtrasi dengan filter manganese, silica, karbon aktif, dan softener calgon. Filtrasi tersebut bertujuan untuk

menurunkan kandungan TSS, kekeruhan, serta polutan mikro lainnya termasuk TDS. Sebelum air menuju membrane terlebih dahulu mengatur debit dan tekanan yang mengalir dari pompa sesuai dengan variabel yang dijalankan menggunakan *valve*. Kemudian melihat *pressure gauge* untuk mengetahui besar tekanan yang diinginkan. Air dari proses filtrasi dipompa dan masuk ke membran dan melewati pori membran. Air dengan nilai TDS rendah lolos melewati pori membran *reverse osmosis* (RO) akan mengalir ke bak penampung hasil keluaran. Dan air yang keluar melewati pori-pori membrane RO kemudian dilakukan pengukuran TDS dengan menggunakan TDS Meter. Berdasarkan hasil pengukuran TDS Meter diperoleh data sebagai berikut :

**Tabel 3.** Pengaruh Debit (liter/menit) terhadap Jumlah Zat Padat Terlarut (TDS) pada Berbagai Tekanan Operasi (bar)

Q (liter/menit)	P (bar)				
	1	4	7	10	12
	Jumlah Zat Padat terlarut (TDS)				
3	91,7	77,1	66,8	34,8	40
5	79,5	69	56,5	29,2	14
7	71,3	51,3	40,7	26,3	12
9	60,1	43,7	28,2	24,5	2
11	50,2	35,2	26,2	21,4	2

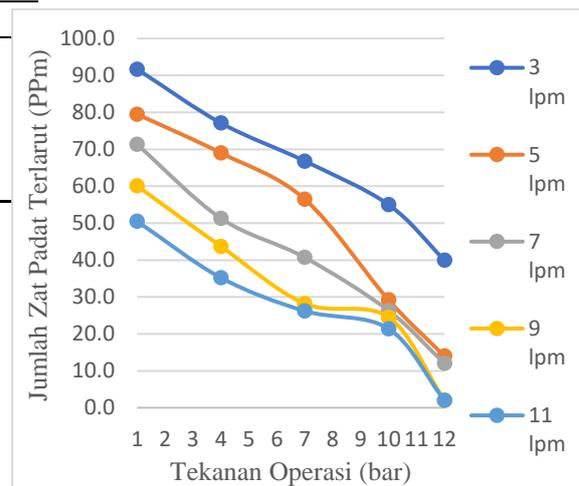
Dari tabel 3 dapat dilihat bahwa semakin besar debit air yang masuk dan tekanan operasi pada membran *reverse osmosis* maka semakin rendah jumlah zat padat terlarut (TDS). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:



**Gambar 3.** Grafik Pengaruh Debit (liter/menit) terhadap Jumlah Zat Padat Terlarut (TDS) pada Berbagai Tekanan Operasi (bar)

Pada Gambar 3 tentang Pengaruh Debit (liter/menit) terhadap Jumlah Zat Padat Terlarut (TDS) pada Berbagai Tekanan Operasi (bar) tersebut dapat dilihat bahwa nilai dari TDS (Total Dissolve

Solid) yang paling kecil yaitu sebesar 2 ppm dan dapat dikategorikan sebagai air demineral berdasarkan SNI 6241:2015. Keadaan seperti ini dapat diperoleh dengan debit atau aliran masuk membran yang paling besar yaitu 11 liter/menit. Kemudian nilai TDS yang paling besar didapat sebesar 91,7 ppm keadaan ini dapat dicapai ketika debit yang melewati membran sebesar 1 liter/menit. Menurut standar SNI 6241:2015 air demineral adalah air yang mempunyai kadar TDS kurang dari 10 ppm, dari penelitian yang telah kami lakukan kondisi minimal operasi yang dilakukan sehingga dapat menghasilkan air demineral adalah tekanan operasi sebesar 12 bar dan debit yang melewati membrane adalah 9 liter/menit dan didapat nilai tds sebesar 2 ppm dengan nilai kekeruhan sebesar 0,30 NTU. Selain itu dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa nilai dari TDS akan berbanding terbalik dengan nilai debit yang melewati membran. Hal ini diakibatkan oleh prinsip kerja dari pada membran apabila aliran yang melewati membran semakin besar maka nilai fluks akan menjadi semakin besar, dengan meningkatnya nilai fluks maka nilai dari TDS akan semakin kecil (Kucera, 2015).



**Gambar 4.** Grafik Pengaruh Tekanan (bar) terhadap Jumlah Zat Padat Terlarut (TDS) pada Berbagai Debit (liter/menit)

Pada Gambar 4 tentang Pengaruh Tekanan Operasi (bar) terhadap Jumlah Zat Padat Terlarut (TDS) pada Berbagai Debit (liter/menit) tersebut dapat dilihat bahwa nilai dari TDS (Total Dissolve Solid) yang paling kecil yaitu terletak pada tekanan operasi 12 bar dengan debit 11 liter/menit yaitu sebesar 2 ppm. Seperti yang terlihat pada grafik di atas, dengan tekanan operasi 1, 4, 7, 10, 12 bar dengan debit yang sama yaitu 11 liter/menit didapat jumlah zat padat terlarut (TDS) semakin kecil yaitu 40; 14; 12 ; 2 ; 2. Sehingga kemampuan membran dalam menyisihkan kadar TDS dipengaruhi oleh tekanan operasi. Menurut Penelitian sebelumnya Lauren F. Greenlee. Etc (2009) menyatakan bahwa tekanan operasi yang diberikan pada membrane terlalu rendah

maka zat padat terlarut yang disisihkan membrane hanya sedikit. Tekanan operasi yang dibutuhkan membran untuk menyisihkan tergantung dari tekanan osmotik yang dimiliki oleh air baku, dimana membrane akan bekerja diatas tekanan osmotik air baku tersebut. Semakin tinggi tekanan operasi yang diberikan pada membran maka zat padat terlarut yang disisihkan semakin besar sehingga nilai TDS yang didapat semakin kecil.

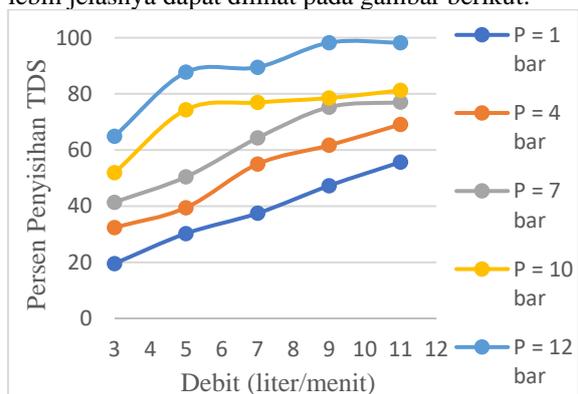
**Hasil dan Pembahasan Persen Penyisihan Zat Padat Terlarut (TDS)**

Air sumber yang memiliki jumlah zat pada terlarut (TDS) sebesar 114 mg/L dimana pengukuran TDS air tersebut dilakukan setelah melalui proses pengolahan awal sebelum masuk membrane, maka dapat diperoleh data persen penyisihan TDS sebagai berikut:

**Tabel 4.** Pengaruh Debit (liter/menit) terhadap Persen Penyisihan Zat Padat Terlarut (TDS) pada berbagai Tekanan Operasi (bar)

Q (liter/menit)	P (bar)				
	1	4	7	10	12
	<b>Penyisihan TDS (%)</b>				
<b>3</b>	19,5	32,3	41,4	51,9	64,9
<b>5</b>	30,2	39,4	50,4	74,3	87,7
<b>7</b>	37,4	55	64,2	76,9	89,4
<b>9</b>	47,2	61,6	75,2	78,5	98,2
<b>11</b>	55,7	69,1	77,0	81,2	98,2

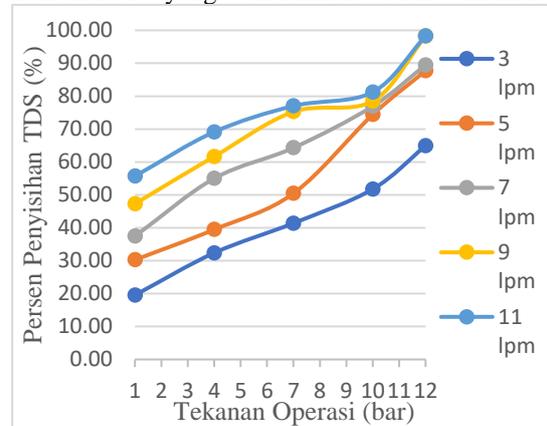
Dari tabel 4 dapat dilihat bahwa semakin besar debit air yang masuk dan tekanan operasi pada membrane reverse osmosis maka semakin besar nilai persen penyisihan jumlah zat padat terlarut (TDS). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:



**Gambar 5.** Pengaruh Debit (liter/menit) terhadap Persen Penyisihan Zat Padat Terlarut (TDS) pada Berbagai Tekanan Operasi (bar)

Pada Gambar 5. Pengaruh Debit (liter/menit) terhadap Persen Penyisihan Zat Padat Terlarut (TDS) pada Berbagai Tekanan Operasi (bar) tersebut dapat dilihat bahwa persen penyisihan terkecil terjadi pada

debit 1 liter/menit dengan nilai penyisihan sebesar 19,5614 %. Penyisihan yang dilakukan membrane dengan debit atau aliran rendah maka air yang masuk membrane memiliki konsentrasi yang rendah juga dan zat-zat yang disisihkan membrane hanya sedikit. Sedangkan persen penyisihan terbesar terjadi pada aliran atau debit yang masuk ke membrane sebesar 9 dan 11 liter/menit. Pada debit 9 dan 11 liter/menit terjadi persen penyisihan paling besar yakni 98,2456 %. Pada hasil penelitian sebelumnya Etikasari Yusuf, Tuhu Agung Rachmanto dan Rudi Laksmono (2011) diperoleh bahwa semakin besar debit yang melewati membrane maka semakin tinggi nilai fluks, sehingga semakin banyak volume air yang melewati membrane maka semakin banyak partikel terlarut yang dapat disisihkan. Mengakibatkan persen penyisihan akan semakin tinggi karena semakin banyak zat atau konsentrasi yang disisihkan oleh membrane.



**Gambar 6.** Pengaruh Tekanan Operasi (bar) terhadap Persen Penyisihan Zat Padat Terlarut (TDS) pada Berbagai Debit (liter/menit)

Pada Gambar 6. Pengaruh Tekanan Operasi (bar) terhadap Persen Penyisihan Zat Padat Terlarut (TDS) pada Berbagai Debit (liter/menit) tersebut dapat dilihat bahwa persen penyisihan paling besar didapatkan ketika membrane dioperasikan dengan tekanan operasi sebesar 12 bar dan debit masuk membrane 9 dan 11 liter/menit, dari kondisi tersebut didapat nilai persen penyisihan sebesar 98,2456 %. Selanjutnya untuk persen penyisihan yang paling kecil didapat ketika alat dioperasikan pada tekanan operasi 1 bar dan debit aliran masuk pada membrane sebesar 3 liter/menit, kondisi operasi ini menghasilkan persen penyisihan sebesar 19.5614%. Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kandungan TDS pada air baku maka akan semakin tinggi kondisi operasi yang dibutuhkan. Apabila kondisi air baku mempunyai nilai TDS yang rendah maka akan membutuhkan kondisi operasi yang rendah pula, kondisi operasi akan secara langsung mempengaruhi konsumsi energi yang diperlukan untuk membuat air demineral dengan spesifikasi yang sesuai dengan SNI 6241:2015.

## SIMPULAN

Untuk mengolah air mineral menjadi air demineral dibutuhkan tekanan operasi melebihi tekanan osmotik dari pada air baku tersebut. Dalam hal ini digunakan air mineral dengan kadar 114 ppm sehingga dibutuhkan operasi berupa tekanan 12 bar dan laju alir sebesar 9 liter/menit agar menjadi air demineral yang sesuai SNI 6241:2015. Selanjutnya berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil berupa tekanan akan berbanding lurus terhadap persen penyisihan dan berbanding terbalik terhadap konsentrasi padatan terlarut, dimana semakin tinggi persen penyisihan akan semakin murni produk yang dihasilkan. Kemudian berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapat, bahwa semakin tinggi laju alir atau laju volumetrik yang melewati membrane maka akan berbanding lurus dengan nilai persen penyisihan dan berbanding terbalik terhadap konsentrasi padatan terlarut.

## SARAN

Untuk penelitian selanjutnya disarankan agar menggunakan *control flow* yang digital agar mendapatkan hasil yang lebih akurat dalam perhitungan kecepatan alirannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bergman. (2012). *Water Treatment 5<sup>th</sup> edition*. New York, Mc Graw Hill.
- Brady. (2012) *Water Treatment 5<sup>th</sup> edition*. New York, Mc Graw Hill.
- Brandt. (2017). *Water Supply*. Amsterdam, BH.
- Budiyono. (2013). *Teknik Pengolahan Air*. Semarang, Graha Ilmu.
- Castro. (2012). *Water Treatment 5<sup>th</sup> edition*. New York, Mc Graw Hill.
- Greenlee, L. F. et al (2009). "Reverse Osmosis Desalination : Water Sources, Technology, and today's Challenges," *Water research journal*, 43. Hal 2317-2348.
- Kucera. (2015). *Reverse Osmosis: Industrial Processes and Applications 2<sup>nd</sup> Edition*. New Jersey, Scrivener Publishing LLC.
- Suparno. (2013). *Teknologi Proses Pengolahan Air*. Bogor, IPB Press.
- Sutherland & Ken. (2016). *Filters and Filtration 6<sup>th</sup> Edition*. Amsterda, BH.
- Yusuf, E., Rachanto, T. A., dan Laksmono, R. (2011). "Pengolahan Air Payau menjadi Air Bersih dengan Membran *Reverse Osmosis*," *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 1(45). Hal 6-15.