

PENINGKATAN KUALITAS AIR MINUM MENGGUNAKAN MEMBRAN REVERSE OSMOSIS (RO)

Naniek Ratni Juliardi A.R

Staf Pengajar Teknik Lingkungan FTSP-UPN "Veteran" Jatim

ABSTRACT

Intention of this research is to improve;repair the quality irrigate the PDAM , [so that/ to be] direct drinkable by society. As variable to be done: Pressure pump by variable (Psi) : 90,95,100,105,110 ; Current debit (ml / second) : 400,450,500,550,600

The result of this research: That membrane of Reverse Osmosis able to degrade the dissolve solid at drinking water by effectiveness 96,05% that happened at osmotic pressure 100 Psi and charge 500 ml / sec of where Total inexistence of Plate Coliform (TPC) and also Escherichia Coli(E.Coli) at water yielded. Pursuant to analysis trend got by increasing [it] time of ability of reverse osmosis progressively down. calculation dive two concentration year reach the this 44 NTU, is caused by each;every one week will be happened [by] the dissolve solid increase dissolve solid concentration (TDS) [of] equal to 0,45 NTU.

Key Words : Dissolve Solid Concentration, Membran Reverse Osmosis

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperbaiki kualitas air PDAM , agar dapat langsung diminum oleh masyarakat.Adapun Peubah yang Dikerjakan:Tekanan pompa dengan variable (Psi) : 90 , 95 , 100 , 105 , 110 ; Debit aliran air (ml/menit) : 400 , 450, 500, 550, 600 ; Waktu sampling (minggu) : 1, 2, 3, 4

Hasil penelitian: Bahwa kualitas air minum dapat menghitug sehingga dapat langsung diminum; membran *Reverse Osmosis* mampu menurunkan padatan terlarut pada air minum dengan efektifitas 96,05 % yang terjadi pada tekanan osmotik 100 Psi dan debit 500 ml/mnt dimana tidak adanya Total plate coliform (TPC) maupun Escherichia Coli (E. coli) pada air yang dihasilkan; Berdasarkan analisis regresi didapatkan dengan bertambahnya waktu kemampuan membran reverse osmosis semakin menurun. Hasil perhitungan selama waktu dua tahun konsentrasi mencapai 44 NTU, hal ini disebabkan setiap satu minggu akan terjadi kenaikan TDS sebesar 0,45 NTU.

Kata Kunci : Padatan Terlarut, Membran Reverse Osmosis

PENDAHULUAN

Air PDAM yang didistribusikan melalui pipa-pipa ke setiap rumah memiliki beberapa parameter yang masih tinggi. Namun kadar yang sangat tinggi ini harus kita tekan serendah mungkin karena akan berdampak dimasa yang akan datang.

Membran Reverse Osmosis merupakan alternatif untuk memperoleh air minum yang bersih, segar, layak dan memiliki kandungan oksigen yang cukup tinggi. Hal ini dikarenakan Reverse Osmosis memiliki pori-pori yang sangat kecil sehingga dapat menghambat kadar seperti: klorin, bakteri, endapan, bau dan hanya air yang memiliki kemurnian 99% atau lebih yang dapat lolos.

Hasil riset menunjukkan bahwa 80% penyakit yang diderita manusia disebabkan oleh air yang tercemar.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini, adalah : Menurunkan parameter zat padat terlarut (TDS), Total plate Coliform (TPC) dan Escherichia coli (E coli) yang ada di dalam air PDAM, dengan teknologi membran Reverse Osmosis.

LANDASAN TEORI

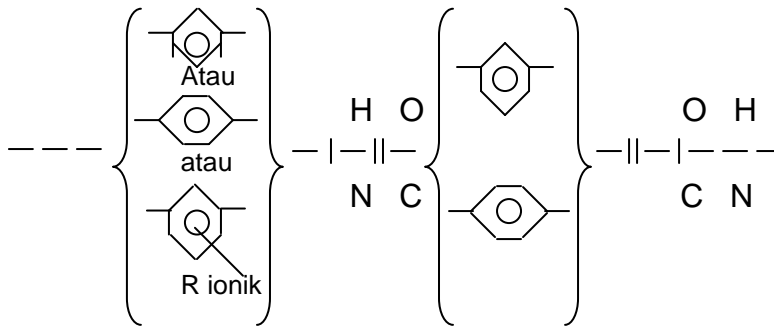
Reverse Osmosis

Pengertian Reverse Osmosis atau osmosis balik merupakan proses yang dilakukan dengan memberikan tekanan atau dorongan, menahan semua ion, melepaskan air murni dan membuang air kotor. Membran Reverse Osmosis memiliki ukuran pori persepuluh ribu mikron dan dapat menghilangkan zat organik, bakteri, pirogen, juga koloid yang tertahan oleh struktur pori yang berfungsi sebagai penyaring. Reverse osmosis baik untuk TDS rendah maupun tinggi, dimana padatan total terlarut dapat diturunkan sampai tinggal beberapa persen saja dan zat organiknya juga bisa diturunkan. Membran reverse osmosis tidak membunuh mikroorganisme melainkan hanya menghambat dan membuangnya.

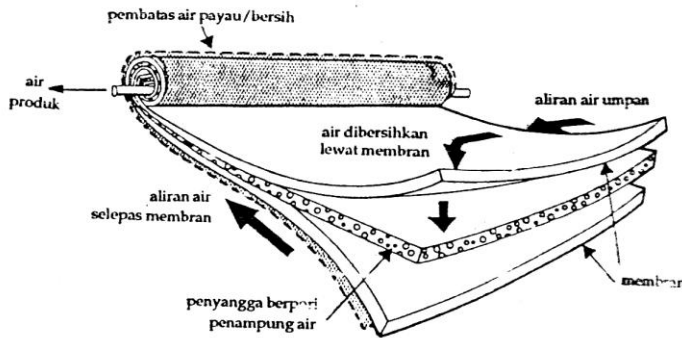
Membran Reverse osmosis terbuat dari bahan polimer permeator dengan jenis struktur molekul Poliamida Aromatik dan mempunyai lubang pori-pori berukuran 1/10.000 atau 0,0001 μm .. Membran spiral wound atau lilitan spiral yang terdiri atas dua lembar membran yang terpisah oleh penyangga berpori yang direkatkan pada ketiga sisinya (membentuk

sampul), sedangkan sisi keempat ditautkan dengan perekat ke pipa plastik berlekuk yang mengumpulkan air produknya. Beberapa lembar direkatkan, dililitkan pada pipa, membentuk spiral. Banyaknya modul

spiral dihubungkan secara seri dalam tabung berfiber glass. Untuk mengetahui susunan membran dapat dilihat pada spektum membran reverse osmosis.



Gambar 1. Struktur molekul poliamida aromatik



Gambar 2. Membran spiral wound atau Lilit-spiral

Membran reverse osmosis sering terjadi penyumbatan karena bahan-bahan tertentu pada permukaan membran seperti membran berkerak karena pengendapan garam terlarut dalam air, konsentrasi air cukup pekat dan batas kelarutan dapat terlampaui. Bila laju aliran pembuangan tidak minimum maka akan terjadi kepekatan di permukaan membran. Kerak dapat berupa kalsium karbonat atau sulfat, silika, dan kalsium khlorida. Untuk mengontrol agar tidak terjadi kerak, dilakukan prafiltrasi agar pelarut tidak terlampaui, penghilangan pembentuk ion, dan mencegah pertumbuhan kristal zat keraknya. Bila perubahan cairan cukup besar maka dilakukan proses pelunakan kesadahan air yang merupakan alternatif terbaik.

(Hartomo dan Widiatmoko, 1994)

Membran Reverse Osmosis (RO)

Osmosis berarti masuknya suatu cairan atau gas dari suatu larutan yang melewati membran. Sedangkan reverse berarti pembalikan. Reverse osmosis atau osmosis balik merupakan suatu proses yang dilakukan dengan

memberikan tekanan terhadap larutan, menahan semua ion, sehingga hanya air murni yang dapat lolos melintasi membran dan air kotor akan mengalir menuju ke pembuangan. Reverse osmosis merupakan proses fisis yang memisahkan zat terlarut dari pelarutnya.

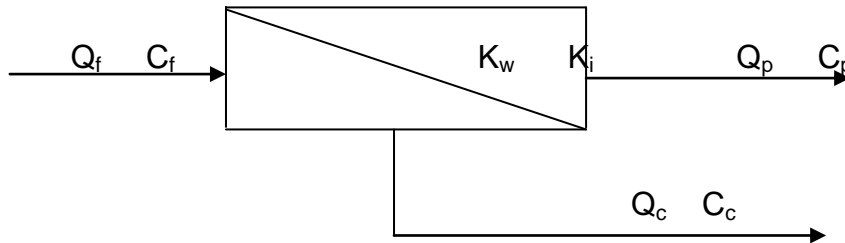
Membran reverse osmosis akan mengalami perubahan karena terjadi penyumbatan, dimana penyumbatan diakibatkan oleh zat padat yang terlarut didalam air. Membran yang mengalami penyumbatan ini ditandai oleh tingginya aliran yang masuk atau input dan meningkatnya tekanan. Ada persoalan potensial yang berkaitan dengan penyumbatan membran seperti: adanya kerak pada membran, Pengendapan oksida logam, Permukaan membran buntu dan cepat rusak, bisa juga dikarenakan penyumbatan koloid.

(Hartomo dan Widiatmoko 1994).

Mekanisme Filtrasi pada membran RO

Mekanisme filtrasi yang bekerja pada membran reverse osmosis adalah seperti pada gambar berikut :

MEMBRAN REVERSE OSMOSIS (RO)
(Naniek R. JAR)



Gambar 3. Mekanisme Membran Reverse Osmosis

- Q_f = Debit air pada aliran masuk (ml/menit)
- Q_p = Debit air hasil penyerapan (ml/menit)
- Q_c = Debit air pembuangan (ml/menit)

Pada membran reverse osmosis dipengaruhi oleh dua hal yaitu permeabilitas permukaan membran dan efektivitas pori membran. Proses reverse osmosis juga disebabkan oleh flux air (aliran air atau debit air) dan konsentrasi zat terlarut.

Adanya kemampuan yang terbatas dari suatu media akan memberikan pengaruh dalam pertimbangan mendesain debit aliran. Dalam mendesain debit aliran perlu dipertimbangkan dengan baik sehingga memenuhi standart kualitas air minum yang diizinkan oleh Permenkes: 416/MENKES/PER/IX/1990.

Penyisihan untuk Menentukan Mutu Produk

Jika didasarkan pada persentase penyisihan dapat digunakan dengan perhitungan sebagai berikut

$$\text{Penyisihan} = \frac{C \text{ awal} - C \text{ akhir}}{C \text{ awal}} \times 100 \%$$

- dengan : C awal = Konsentrasi Awal (NTU)
- C akhir = Konsentrasi Akhir (NTU)

Persentase penyisihan berpengaruh terhadap konsentrasi zat padat terlarut (TDS) pada aliran masuk. Persentase penyisihan berbanding terbalik dengan konsentrasi akhir (C akhir), sehingga bila persentase penyisihan besar maka

konsentrasi akhir (C akhir) akan kecil. Begitu juga sebaliknya bila persentase penyisihan kecil maka konsentrasi akhir (C akhir) akan besar. Persentase penyisihan berbanding berbanding lurus dengan konsentrasi awal (C awal).

Konsentrasi zat padat terlarut (TDS) dipengaruhi oleh debit dan tekanan sehingga bila tekanan bertambah maka akan mempercepat laju alir tetapi bila laju alir ditetapkan maka konsentrasi zat padat terlarut akan naik. Bila tekanan bertambah dan laju alir tetap sedangkan konsentrasi zat padat terlarut turun maka disebabkan oleh membran baru yang memiliki daya serap yang cukup bagus dan kualitas air yang dihasilkan meningkat.

Sebaliknya bila laju alir ditetapkan dan tekanan bertambah sedangkan konsentrasi zat padat terlarut naik maka terjadi penyumbatan pada membran. Penyumbatan pada membran ditandai oleh menurunnya laju alir output dan penambahan tekanan. Membran yang mengalami penyumbatan dikarenakan oleh zat yang terlarut di dalam air baku.

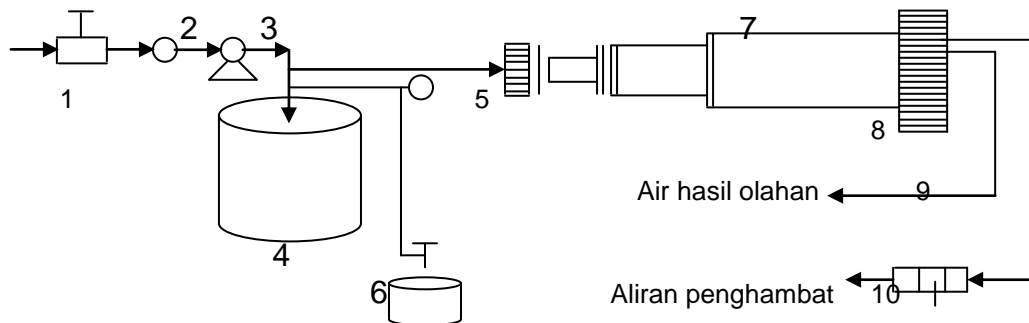
METODE PENELITIAN

Bahan yang Digunakan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Air PDAM.
2. Membran reverse osmosis dengan ukuran pori 0,0001 μm .

Peralatan



Gambar 4. Proses Kerja Reverse Osmosis

MEMBRAN REVERSE OSMOSIS (RO)
(*Naniek R. JAR*)

Keterangan gambar alat :

1. Kran influent.
2. Flow meter.
3. Pompa air 100 Psi.
4. Tangki penstabil tekanan.
5. Pressure gauge.
6. Bak penampung untuk mengatur tekanan.
7. Membran Reverse Osmosis dengan ukuran pori 0,0001 μm .
8. Rumah membran.
9. Debit air hasil olahan.
10. Debit air penghambat 300 ml/menit.

Peubah Penelitian

Peubah yang Dikerjakan

1. Tekanan pompa dengan variable (Psi) : 90 , 95 , 100 , 105 , 110
2. Debit aliran air (ml/menit) : 400 , 450, 500, 550, 600
3. Waktu sampling (minggu) : 1, 2, 3, 4

Peubah yang Ditetapkan

1. Membran reverse osmosis yang berpori-pori 0,0001 mikron.
2. Pipa saluran berukuran $\frac{1}{4}$ inchi.
3. Aliran penghambat 300 ml/menit.

Prosedur Kerja

1. Air PDAM masuk kran dialirkan melalui selang yang berukuran $\frac{1}{4}$ inchi.
2. Aliran air melalui selang diatur oleh Flow meter.
3. Pompa menekan air masuk ke tangki penstabil.
4. Didalam tangki penstabil ada empat selang yaitu:
 - a. Pertama dari pompa air masuk ke tangki penstabil.
 - b. Kedua air masuk ke rumah membran.
 - c. Ketiga air diatur oleh kran untuk mengukur memvariasikan tekanan.
 - d. Keempat untuk mengetahui tekanan menggunakan pressure gauge.

5. Air didorong oleh pompa bertekanan 100 Psi.
6. Air masuk ke rumah membran dan melewati pori-pori membran.
7. Air yang tidak dapat melewati pori membran reverse osmosis keluar menuju ke aliran penghambat.
8. Sedangkan air yang lolos melewati pori membran reverse osmosis akan mengalir menuju ke aliran hasil olahan.
9. Air yang sudah melewati pori-pori membran R.O keluar dan dianalisa

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan memvariasikan peubah-peubah yang ada, dalam upaya untuk mengetahui prosentase penyisihan TDS (%) dapat dilihat pada tabel 1. dibawah ini:

Tabel 1 Pengaruh laju alir dan tekanan osmotik terhadap penyisihan zat padat terlarut (TDS).

Q input (ml/mnt)	Tekanan Osmotik (Psi)	Konsentrasi Awal (NTU)	Konsentrasi Akhir (NTU)	% Penyisihan	TPC Jml per 100 ml	E coli Jml per 100 ml
400	90	2.00	0.23	88.50	0	0
	95	2.00	0.16	92.00		
	100	2.00	0.10	95.00		
	105	2.00	0.20	90.00		
	110	2.00	0.27	86.50		
450	90	2.00	0.20	90.00	0	0
	95	2.00	0.13	93.50		
	100	2.00	0.08	96.00		
	105	2.00	0.16	92.00		
	110	2.00	0.24	88.00		
500	90	2.00	0.16	92.00		
	95	2.00	0.11	94.50		

MEMBRAN REVERSE OSMOSIS (RO)
(Naniek R. JAR)

	100	2.00	0.07	96.50	0	0
	105	2.00	0.14	93.00		
	110	2.00	0.19	90.50		
550	90	2.00	0.22	89.00		
	95	2.00	0.17	91.50		
	100	2.00	0.09	95.50	0	0
	105	2.00	0.24	88.00		
	110	2.00	0.28	86.00		
600	90	2.00	0.26	87.00		
	95	2.00	0.25	87.50		
	100	2.00	0.15	92.50	0	0
	105	2.00	0.28	86.00		
	110	2.00	0.30	85.00		

Sumber : Data Primer

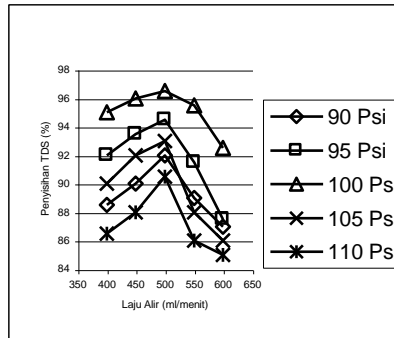
Dari hasil penelitian telah dilakukan evaluasi terhadap pengujian membran reverse osmosis yaitu tentang pengaruh laju alir dan tekanan osmotik terhadap konsentrasi akhir pada konsentrasi awal pada zat padat terlarut, sehingga menghasilkan data-data yang diperoleh dan ditampilkan pada lampiran A untuk memudahkan evaluasi. Data-data tersebut juga ditampilkan dalam bentuk grafik seperti ditampilkan dalam grafik IV.1 dan IV.2. Pengujian membran reverse osmosis ini dilakukan dengan memvariasikan peubah-peubah yang ada, dalam upaya untuk mengetahui prosentase penyisihan zat padat terlarut (TDS), total plate coliform (TPC) dan

escherichia coli (E coli), pada proses filtrasi dengan menggunakan debit air dan tekanan osmotik maka diperoleh nilai prosentase penurunan yang terbaik.

Debit yang divariasikan mulai dari 400 ml/menit, 450 ml/menit, 500 ml/menit, 550 ml/menit dan 600 ml/menit. Sedangkan tekanan divariasikan mulai dari 90 Psi, 95 Psi, 100 Psi, 105 Psi dan 110 Psi. Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa prosentase penyisihan zat padat terlarut (TDS) yang terbaik adalah pada saat tekanan mencapai 100 Psi. Sehingga prosentase penyisihan zat padat terlarut (TDS) yang terbaik pada tekanan 100 Psi dengan debit yang

bervariasi dapat dilakukan penelitian lebih lanjut tentang total plate coliform (TPC) dan Escherichia coli (E coli). Selanjutnya dilakukan pembahasan terhadap hasil-hasil yang didapat yaitu tentang pengaruh perubahan laju alir terhadap persentase penyisihan zat padat terlarut dan pengaruh perubahan tekanan osmotik terhadap persentase penyisihan zat padat terlarut.

Pengaruh Laju Alir dan Tekanan Osmotik terhadap Penyisihan Zat Padat Terlarut (TDS)) dapat ditampilkan pada grafik 1 dan 2 sebagai berikut :



Grafik.1 Pengaruh Perubahan Laju Alir terhadap Penyisihan TDS.

yaitu pada laju alir 450 ml/menit terjadi penurunan kemampuan penyisihan zat padat terlarut hal ini dikarenakan membran yang masih baru memiliki

ukuran pori yang masih besar. Sedangkan pada laju alir 400 ml/menit terjadi penurunan penyisihan zat padat terlarut yang sangat tajam jika dibandingkan dengan laju alir 450 ml/menit. Hal ini dikarenakan partikel zat padat terlarut yang menempel dipermukaan membran pada laju alir awal ikut lolos seiring dengan bertambahnya laju alir dan pembentukan cake yang belum optimal

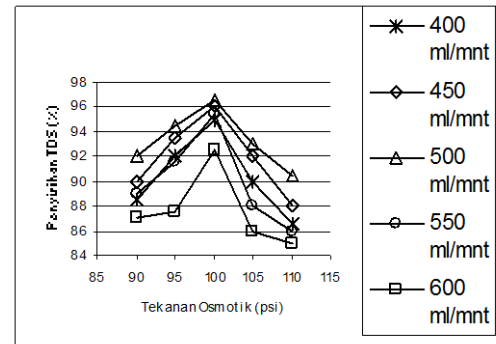
Pada grafik .1 terlihat bahwa kemampuan penyisihan zat padat terlarut yang terbaik diperoleh pada laju alir 500 ml/menit yaitu sebesar 96,5%. Hal ini dikarenakan laju alir awal yang mengandung zat padat terlarut membentuk suatu cake pada permukaan membran sehingga zat padat terlarut yang akan melewati pori membran akan tersangkut oleh cake akibatnya hanya beberapa persen saja partikel terlarut yang dapat lolos. Dari grafik terlihat bahwa dengan laju alir kurang dari 500 ml/menit

Pada grafik dapat terlihat bahwa dengan laju alir lebih dari 500 ml/menit yaitu pada laju alir 550 ml/menit terjadi penurunan kemampuan penyisihan. Hal ini disebabkan besarnya laju alir sehingga terjadi dorongan yang sangat kuat yang mengakibatkan partikel zat padat

MEMBRAN REVERSE OSMOSIS (RO)
(Naniek R. JAR)

terlarut dapat menembus pori membran. Sedangkan pada laju alir 600 ml/menit terjadi penurunan penyisihan yang cukup tajam jika dibandingkan dengan penurunan pada laju alir sebelumnya. Hal ini dikarenakan laju alir melebihi laju alir yang optimum sehingga mengakibatkan penurunan penyisihan zat padat terlarut sangat tajam

Adanya kecenderungan kenaikan efisiensi penyisihan zat padat terlarut dari laju alir 450 ml/menit ke laju alir 500 ml/mnt., terjadi karena kemampuan membran reverse osmosis dapat bekerja dengan optimum pada laju alir yang baik. Selain itu semakin besar laju alir dapat mengakibatkan membran cepat rusak. Dari grafik terlihat bahwa pada laju alir 400 ml/menit, 450 ml/menit, 550 ml/menit dan 600 ml/menit menghasilkan efisiensi penyisihan zat padat terlarut (TDS) menjadi tidak optimum.



Grafik.2 Pengaruh Perubahan Tekanan Osmotik terhadap Penyisihan TDS.

Pada grafik 2 terlihat bahwa kemampuan penyisihan zat padat terlarut (TDS) yang terbaik diperoleh pada saat tekanan 100 Psi yaitu sebesar 96,5%. Hal ini dikarenakan pada tekanan yang optimum dapat menghambat partikel. sehingga hanya beberapa persen saja partikel terlarut yang dapat lolos. Pada tekanan 100 Psi dapat menghasilkan persentase penyisihan yang terbaik. Hal ini dikarenakan TPC merupakan standart untuk mengetahui tingkat pencemaran oleh mikroorganisme di dalam air sedangkan escherichia coli merupakan petunjuk yang paling efisien untuk menentukan bahwa air tersebut bebas dari mikroorganisme.

Dari grafik terlihat bahwa dengan tekanan kurang dari 100 Psi yaitu pada tekanan 95 Psi terjadi penurunan kemampuan penyisihan zat padat terlarut. Hal ini disebabkan adanya tekanan yang kurang. Sedangkan pada tekanan 90 Psi terjadi penurunan penyisihan zat padat terlarut yang sangat tajam jika dibandingkan dengan tekanan 95 Psi. Hal ini dikarenakan kurangnya tekanan yang dibutuhkan.

Hasil grafik diatas terlihat bahwa dengan tekanan lebih dari 100 Psi yaitu pada tekanan 105 Psi terjadi penurunan kemampuan penyisihan. Hal ini disebabkan besarnya tekanan sehingga terjadi dorongan yang sangat kuat yang mengakibatkan partikel zat padat terlarut dapat menembus pori membran.

Adanya kecenderungan kenaikan efisiensi penyisihan zat padat terlarut dari tekanan 90 Psi ke tekanan 100 Psi, terjadi karena kemampuan membran hyperfiltrasi dapat bekerja dengan baik pada tekanan yang optimum. Selain itu semakin besar tekanan dapat mengakibatkan membran cepat rusak. Dari grafik terlihat bahwa pada tekanan 90 Psi, tekanan 95 Psi, tekanan 105 Psi dan tekanan 110 Psi menghasilkan efisiensi

penyisihan zat padat terlarut (TDS) tidak optimum.

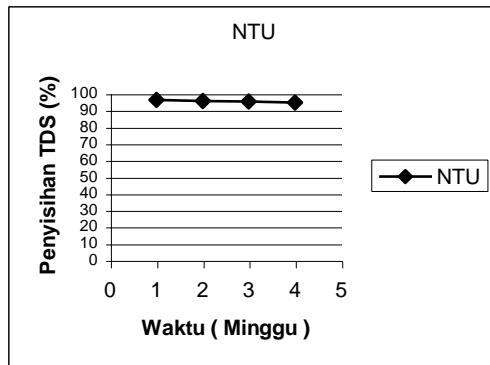
Pengaruh Waktu terhadap Penyisihan Zat Padat Terlarut (TDS)

Dari hasil persentase penyisihan zat padat terlarut (TDS) yang terbaik, dalam upaya untuk mengetahui usia membran dapat dilihat pada tabel.2 dibawah ini :

Tabel.2 Pengaruh waktu pada laju alir 500 ml/menit dan tekanan 100 Psi

Waktu (Minggu)	Konsentrasi Awal (NTU)	Konsentrasi Akhir (NTU)	% Penyisihan
1	2,00	0,079	96,05
2	2,00	0,088	95,60
3	2,00	0,097	95,15
4	2,00	0,106	94,70

MEMBRAN REVERSE OSMOSIS (RO)
(Naniek R. JAR)



Grafik.3 Pengaruh Waktu terhadap penyisihan TDS.

Pada grafik.3 dapat dilihat bahwa kemampuan penyisihan zat padat terlarut (TDS) yang terbaik diperoleh pada waktu (t) 2 minggu. Hal ini dikarenakan kemampuan terbaik zat padat terlarut (TDS) dalam proses filtrasi hanya sampai pada waktu 2 minggu, Selanjutnya zat padat terlarut (TDS) akan membentuk cake pada permukaan membran hingga membran sudah tidak dapat digunakan lagi dalam kurun waktu satu tahun. Penurunan persentase penyisihan pada minggu pertama ke minggu kedua sebanyak 0,45 NTU. Dari hasil penelitian selama 4 minggu dapat diketahui bahwa kemampuan membran selama dua tahun ; konsentrasi zat padat terlarut sebesar 44 NTU. Dengan konsentrasi sebesar 44 NTU membran sudah tidak

dapat digunakan karena laju alir yang dihasilkan sangat kecil sekali.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Membran Reverse Osmosis mampu menurunkan padatan terlarut pada air minum dengan efektifitas 96,50 % yang terjadi pada tekanan osmotik 100 Psi dan debit 500 ml/mnt dimana tidak adanya Total plate coliform (TPC) maupun Escherichia Coli (E. coli) pada air yang dihasilkan.
2. Setiap satu minggu akan terjadi kenaikan konsentrasi zat padat terlarut (TDS) sebesar 0,45 NTU.

Saran

Karena dalam penelitian ini hanya meninjau 2 variabel (debit air dan tekanan osmotik) maka disarankan dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap kecepatan recovery dan pengaruh kecepatan penolakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts G., dan Sri Sumestri Santika, 1984, Metode Penelitian Air , Usaha Nasional, Surabaya – Indonesia. hal. 132-147.
- Bowo Joko Marsono, 1987, Unit Operasi, ITS, Surabaya. hal. VII-5.
- Daryanto, 1995, Masalah Pencemaran, Tarsito, Bandung. Hal 6-8.

JURNAL REKAYASA PERENCANAAN, Vol 2, No.1, Oktober 2005