

PROSES PENGOLAHAN AIR GAMBUT MENGGUNAKAN MEMBRAN REVERSE OSMOSIS

Mulyazmi

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta
Kampus III: Jl. Gajah Mada No.19 Olo Nanggalo Telp(0751)7054257
Email: Mulyazmi@Yahoo.Com

Abstract

Water is the natural resources that represent required all life being. Availability of clean water which enough represent vital matter to requirement of industrial and also domestic good human being. Type irrigate found on every area different each other depended how geographical condition area, as does that happened in Riau province precisely Indragiri Hulu and Pallawan sub-province. Because that area generally represent bog area or peat become water there tan in general even brown until black. Become not yet can be told as water which is competent to be consumed by society. To overcome the problem hence needed a processing of water, processing taken by using osmosis reverse membrane, so that got clean water even can be consumed direct. Principle from this processing is screening irrigate peat by using osmosis reverse membrane analysed by TDS content, turbidity, kesadahan, chlorine, sulphate, pH and E-Coli, where got value have to as according to standart quality of drink water according to health minister. Maximum value which enabled for the standart of quality of drinking water according to health minister shall be as follow: TDS 1000 mg/l, turbidity 5 NTU, kesadahan 50 mg/l, chlorine 250 mg/l, sulphate 400 mg/l, pH 6,5-8,5 and E-Coli 0 mg/100ml. After done processing by using osmosis reverse membrane got result matching with standart value quality of water according to health minister.

Ke yword: membran RO

1. Pendahuluan

Air merupakan sumber daya alam yang dibutuhkan semua makhluk hidup. Ketersediaan air bersih yang cukup merupakan hal vital bagi kebutuhan manusia baik domestik maupun industri. Jenis air yang terdapat pada setiap daerah berbeda tergantung bagaimana kondisi geografis daerah tersebut. Seperti halnya yang terjadi di sebagian besar wilayah Propinsi Riau tepatnya di Kabupaten Indragiri Hulu dan Pelalawan. Karena daerah tersebut umumnya merupakan daerah rawa atau gambut jadi air di daerah tersebut bersumber pada tanah dan gambut yang merupakan zat polimer yang mengandung persenyawaan asam karboksilat dan gugus fenol.

Umumnya air di tempat tersebut berwarna coklat bahkan ada yang sampai coklat kehitaman. Masyarakat di daerah tersebut tidak bisa berbuat banyak untuk mengolah air gambut tersebut, jadi mereka langsung menggunakan air tersebut untuk memenuhi kebutuhan bahkan terkadang

mereka mengandalkan air hujan sebagai sumber air minum.

Proses pemurnian terhadap air gambut yang telah dilakukan (**PT. Medco E & P tahun 2004**), belum memenuhi syarat untuk dijadikan sebagai air sumber air bersih atau sebagai sumber air minum. Hasil analisa yang dilakukan dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1 Analisa air gambut.

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL ANALISA
1.	PH	-	3.9
2.	TDS	mg/l	435
3.	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/l	120
4.	Khlorida	mg/l	26.317
5.	SO ₄	mg/l	0.06

Sumber: Hasil pemeriksaan air dari Balai Laboratorium Kesehatan Pekanbaru (tahun 2005).

Untuk mengatasi kesulitan air bersih tersebut dapat dilakukan dengan memurnikan air rawa dengan menggunakan teknologi membran Reverse Osmosi.

2. Tinjauan Pustaka

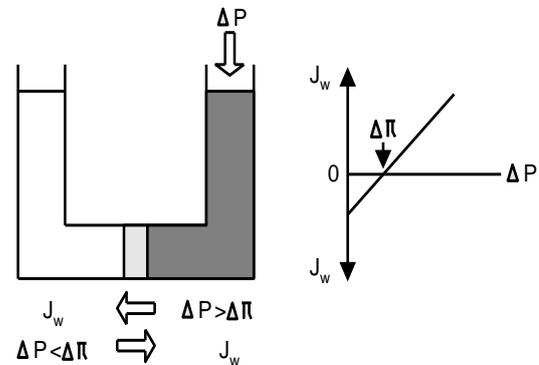
Meningkatnya pertumbuhan penduduk dan industri memberikan konsekuensi meningkatnya kebutuhan air bersih. Saat ini air bersih sudah bisa dikatakan sebagai barang mahal. Sama halnya pada daerah yang bergambut mendapatkan air bersih perlu dilakukan pengolahan yang ekstra. Salah satu pengolahan yang dapat dilakukan yaitu dengan membran Reverse Osmosis. Dengan teknologi ini diharapkan air gambut dapat diolah menjadi air sumber air minum atau air yang dapat langsung diminum. Mengingat kebutuhan air minum yang sangat mendesak untuk itu diperlukan suatu pengolahan air gambut yang dapat memenuhi kebutuhan akan air. Banyak pengolahan yang dapat dilakukan untuk air gambut secara sederhana dengan menggunakan penyaringan tradisional seperti pasir, kerikil dan jerami, namun hasilnya belum sesuai dengan yang diinginkan. Warna masih coklat dan pH rendah. Dan ada juga yang melakukan pengolahan air gambut dengan menggunakan bahan kimia, berupa soda as atau kapur tohor dan alumunium sulfat atau tawas, namun air olahan tersebut juga belum memenuhi standar air bersih. Untuk itulah maka digunakan membran reverse osmosis untuk mengolah air gambut dimana hasilnya bukan hanya memenuhi standar air bersih tetapi juga memenuhi standar air minum

Tinjauan Umum Membran

Secara umum, membran dapat dikatakan sebagai suatu bahan yang dapat memisahkan dua fasa homogen dan melalui membran tersebut dapat terjadi perpindahan komponen secara spesifik. Membran memisahkan material atas dasar bentuk dan ukuran molekul, menahan komponen dari umpan yang memiliki ukuran lebih besar dari pori – pori membran dan melewatkan komponen dengan ukuran yang lebih kecil. Larutan yang mengandung komponen yang tertahan disebut *retentate* dan larutan yang mengalir melewati membran disebut *permeate*. Dengan cara ini, selain berfungsi sebagai sarana pemisah, membran juga berfungsi sebagai sarana pemekatan dan pemurnian dari suatu larutan yang dilewatkan melalui membran tersebut

Reverse Osmosis

Membran *reverse osmosis* (RO) digunakan untuk memisahkan zat terlarut yang memiliki berat molekul yang rendah seperti garam anorganik atau molekul organik kecil seperti glukosa dan sukrosa dari larutannya. Membran yang lebih dense dengan tahanan hidrodinamik yang lebih besar diperlukan pada proses ini. Hal ini menyebabkan tekanan operasi pada RO akan sangat besar untuk menghasilkan fluks yang sama dengan proses mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi. Tekanan osmotik juga sangat berpengaruh pada proses ini. Gambar 2.1 memperlihatkan proses pemisahan air murni dari larutan garamnya.



Gambar 1. Proses pemisahan air murni dari larutan garamnya

Jika pada proses osmosis yang terjadi adalah perpindahan pelarut dari larutan yang encer (potensial kimia rendah) ke larutan yang lebih pekat (potensial kimia tinggi), sebaliknya pada proses reverse osmosis yang terjadi adalah sebaliknya, pelarut dipaksa berpindah dari larutan pekat ke larutan yang lebih encer dengan bantuan tekanan kerja. Umumnya besar tekanan kerja yang diterapkan minimal 3 kali lipat tekanan osmosis larutan. Karena pori membran yang digunakan sangat kecil, mendekati dense, maka mekanisme pemisahan yang terjadi tidak berdasarkan ukuran molekul tetapi lebih berdasarkan mekanisme *solution – diffusion*. Membran yang digunakan umumnya bersifat asimetrik.

Salah satu pengembangan dari proses reverse osmosis adalah *pressure retarded osmosis*. Proses ini digunakan untuk menghasilkan energi dengan cara mengalirkan pelarut dari larutan encer (air murni) ke pelarut pekat.

Untuk melewati air melalui membran, tekanan yang diberikan harus lebih besar dari tekanan osmotik. Aliran air sebagai permeat dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$J_w = A (\Delta P - \Delta \pi)$$

Dimana :

- A : koefisien permeabilitas
- π : tekanan osmotik larutan
- J_w : fluks air murni
- P : tekanan operasi

Pada dasarnya, membran mungkin akan sedikit permeable terhadap zat terlarut yang mempunyai berat molekul rendah sehingga beda tekanan osmotik nyata bukan $\Delta \pi$ tapi $\sigma \cdot \Delta \pi$, dimana σ merupakan koefisien refleksi. Jika rejeksi lebih kecil dari 100 % maka σ akan lebih kecil dari 1. persamaan di atas menjadi :

$$J_w = A (\Delta P - \sigma \cdot \Delta \pi)$$

Tekanan yang diberikan pada proses reverse osmosis berkisar antara 20 – 100 bar, jauh lebih tinggi dibandingkan tekanan operasi pada proses mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi. Material membran sangat berpengaruh pada efisiensi pemisahan. Material yang digunakan pada proses ini diusahakan memiliki afinitas yang besar terhadap pelarut (air) dan afinitas yang rendah terhadap terhadap zat terlarut. Pemilihan material menjadi sangat penting karena langsung akan menentukan sifat intrinsic membran.

Fluks permeat dan selektifitas merupakan faktor penting pada membran reverse osmosis. Fluks permeat dapat ditingkatkan dengan cara mengurangi ketebalan membran. Untuk itu pada umumnya, membran RO mempunyai struktur yang asimetrik dengan lapisan atas yang tipis dan dense serta matrik penyokong dengan tebal 50 – 150 μm . Tahanan ditentukan oleh lapisan atas yang dense.

Membran RO banyak digunakan pada proses desalinasi air laut dan air payau/gambut. Material yang digunakan umumnya bersifat hidrofilik, mempunyai

permeabilitas yang tinggi terhadap air dan kelarutan yang sangat rendah terhadap zat terlarut. Material yang digunakan antara lain dari golongan ester selulosa seperti selulosa diasetat dan selulosa triasetat tetapi material ini tidak akan tahan terhadap zat kimia, bakteri, dan suhu yang ekstrim. Material lainnya adalah poliamid yang memiliki selektifitas tinggi terhadap garam tetapi material ini kurang tahan terhadap klorin.

Membran RO yang banyak digunakan berasal dari jenis membran komposit. Pada membran ini, lapisan atas berfungsi sebagai *active layer* dan lapisan bawah sebagai matrik penyokong terbuat dari material yang berbeda. Tahap pertama pembuatan membran komposit adalah preparasi *sub layer* yang *porous*. Kriteria penting untuk sub layer antara lain porositas permukaan, distribusi ukuran pori, dan struktur asimetrik.

Pada proses RO, ion multi/bivalen direjeksi lebih banyak dibandingkan ion monovalen. Namun demikian efisiensi penyisihan masih berada pada angka yang sangat tinggi yaitu 98 – 99 %. Ion – ion monovalen seperti Na^+ , K^+ , Cl^- , dan NO_3^- mampu disisihkan oleh RO hingga >98 %, sementara ion – ion bivalen seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , dan CO_3^{2-} disisihkan hingga >99 %. Dibandingkan proses konvensional lain seperti filtrasi karbon dan UV kinerja RO dalam penyisihan ion – ion jauh lebih superior. Proses konvensional yang memiliki kemampuan yang bersaing dengan RO adalah proses deionisasi (DI), namun kelemahan proses DI adalah penggunaan resin yang membutuhkan penggunaan bahan – bahan kimia.

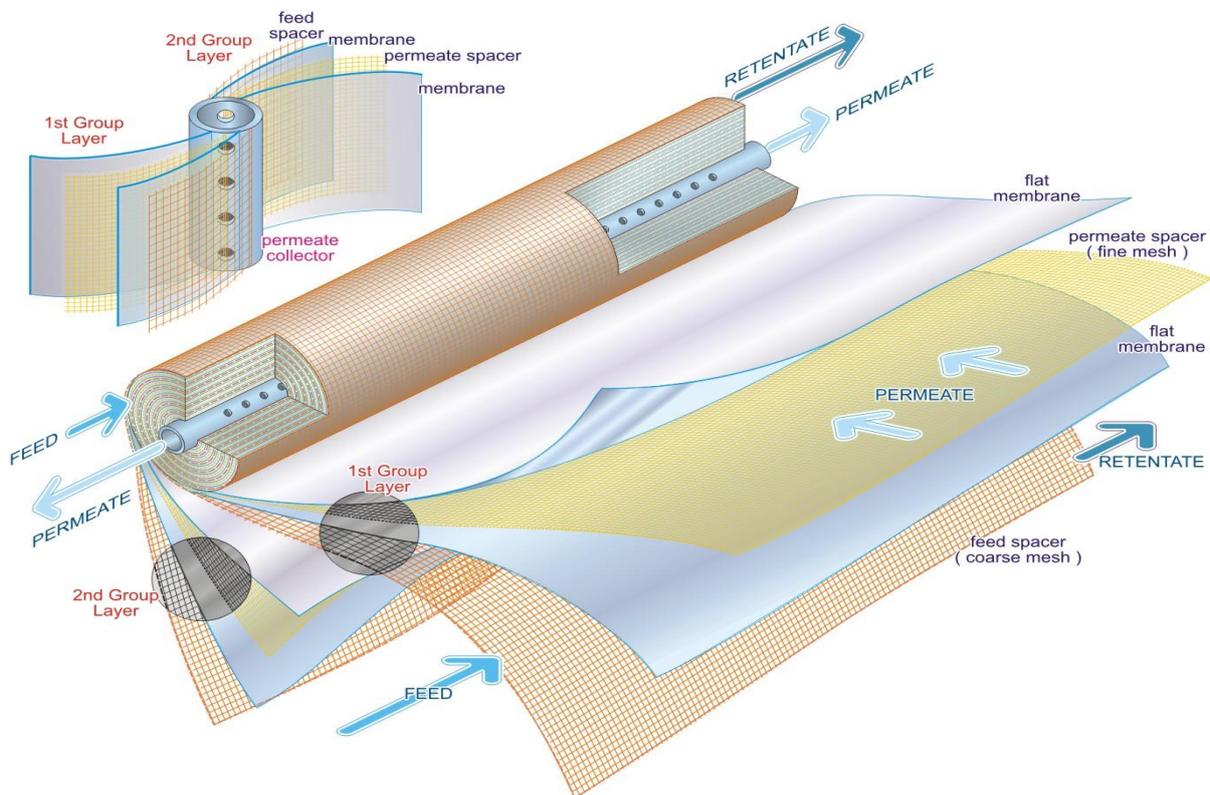
Konfigurasi modul untuk proses RO umumnya adalah *spiral wound*. Beberapa aspek yang menjadi pertimbangan pemakaian konfigurasi modul ini antara lain tekanan operasi, kemudahan pencucian, kemudahan pemeliharaan, kemudahan pengoperasian, kekompakan sistem, skala, dan kemungkinan penggantian membran.

Modul spiral terdiri dari beberapa membran datar, *spacer*, dan material berpori yang dililitkan mengelilingi suatu saluran pengumpul permeat. Larutan umpan mengalir aksial sepanjang modul dalam celah yang terbentuk antara *spacer* dan membran

atau masuk pada permukaan silindris dari elemen dan keluar secara aksial.

Modul lilitan spiral ini terdiri dari susunan dua membran lembaran datar yang dipisahkan oleh plat penyangga berpori, yaitu suatu *mesh permeable*. Membran ditutup pada ketiga tepinya untuk membentuk suatu *pocket* menggunakan epoksi atau *polyurethane*. Pada tepi satunya lagi ditempelkan pada suatu *tube central* yang berlubang yang digunakan untuk menampung permeat. Beberapa *pocket* dililitkan mengelilingi *collecting tube* tersebut dengan *mesh* sisi umpan sebagai *spacer* diantara

pocket – pocket tersebut. *Spacer – spacer* ini biasanya terbuat dari polipropilen. Desain modul spiral dapat dilihat pada Gambar 2.1. Penggunaan beberapa *pocket* dapat mengurangi biaya produksi secara keseluruhan. Seluruh spiral biasanya dibungkus lagi oleh *fiberglass* untuk menambah kekuatan mekanik dari membran. Dalam skala industrial, kinerja RO sangat ditentukan oleh proses pretreatment sebelum RO. Konfigurasi uniunit pretreatment yang tepat diharapkan dapat menghasilkan kualitas air yang memenuhi spesifikasi sebagai air umpan unit reverse osmosis sehingga kinerja sistem secara keseluruhan menjadi optimum.

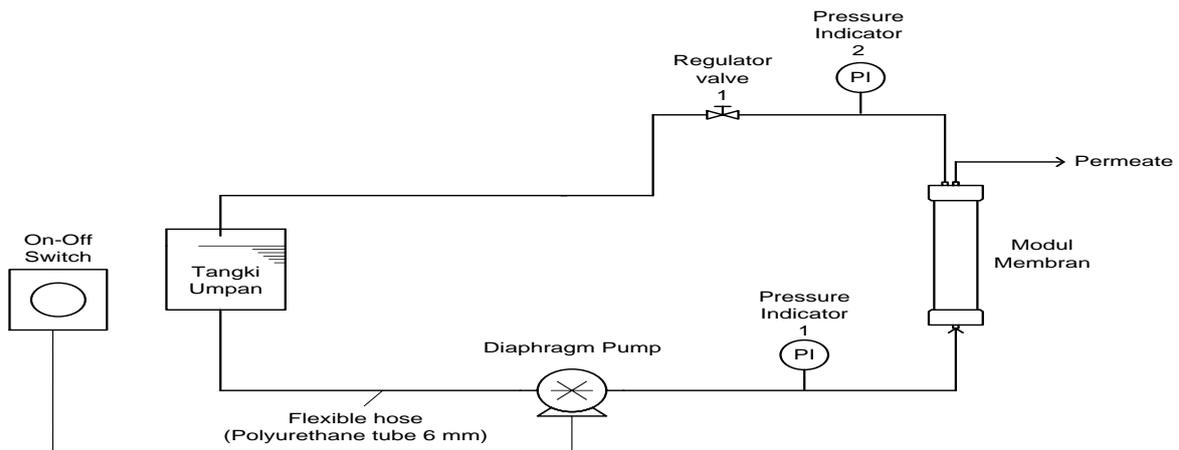


Gambar 2. Desain Modul Spiral Wound Untuk Membran Reverse Osmosis (RO)

3. Metode Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan adalah:

Pemisahan bahan padat yang terkandung dalam air gambut, air gambut yang telah disaring dipompakan kedalam membran RO dengan memvariasikan waktupengambilan sample dan variasi tekanan pada laju alir , kemudian dilakukan analisa terhadap kualitas air yang dihasilkan (uji: pH, E-Coli, TDS, kesadahan, sulfat, klorida dan jumlah zat yang terlarut).

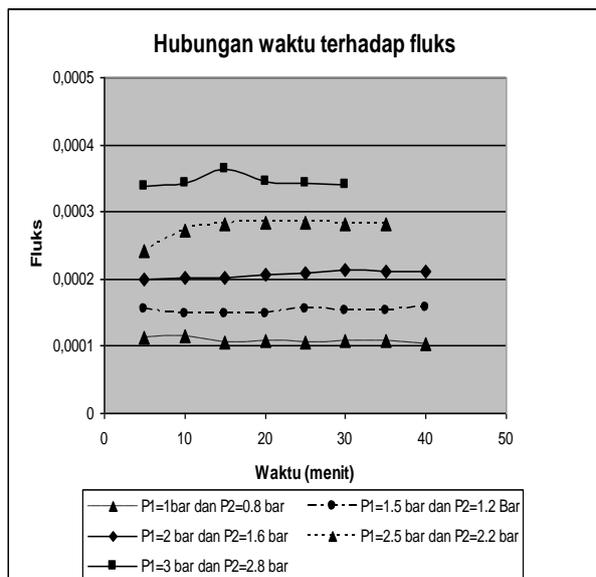


Gambar 3. Diagram Alir Proses Filtrasi Dengan Membran Reverse Osmosis

4. Hasil dan Pembahasan

a. Kinerja membran RO

Kinerja membran dapat dilakukan dengan melihat pengaruh waktu terhadap fluks yang dihasilkan berdasarkan perbedaan tekanan.



Gambar 4. Hubungan waktu terhadap fluks yang dihasilkan

Pada gambar 4 terlihat hubungan waktu terhadap fluks yang dihasilkan. Grafik pada kurva P1=1 bar dan P2=0,8 bar dan kurva P1-1,5 bar dan P2=1,2 bar terlihat kurvanya turun naik. Hal ini disebabkan pada kondisi tersebut tekanan operasinya masih kecil. Akibatnya terdapat rongga rongga udara disepanjang pipa aliran, sehingga tekanan laju air melewati membran tidak stabil.

Pada kurva P1=2 bar dan P2= 1,6 bar terlihat kurva mula mula naik kemudian mengalami penurunan. Kejadian ini disebabkan pada lapisan membran belum ada bahan yang tertahan jadi didapat fluks yang besar, tetapi dengan lamanya waktu operasi menyebabkan mulai terjadi penyumbatan pada pori pori membran sehingga semakin kecil fluks dan volume permeat menembus membran sedikit. Kejadian serupa juga terjadi pada kurva yang duanya lagi. Sebelum terjadi penyumbatan pada pori pori membran fluks yang dihasilkan besar dan setelah penyumbatan terlihat fluksnya juga kecil. Kecilnya fluks berarti volume cairan yang melewati membran juga kecil.

b. Analisa air setelah melewati membran

Tabel 2. Analisa air setelah melewati membrane

No	Kriteria Uji	Hasil Analisa		
		Air gambut	RO1	RO2
1.	Turbidity, NTU	92,7	0,33	0,42
2	Kesadahan, mg/l	113,75	9,95	4,74
3	TDS, mg/l	354	109	64
4	Klorine, mg/l	3,45	TTD	TTD
5	SO ₄ , mg/l	119-220	5,89	1,118
6	pH	4,5	6,5	6
7	E-coli Jmg/100ml	1,8x10 ³ - <1,8x10 ⁴	-	-

No	Kriteria Uji	Hasil Analisa		
		RO3	RO4	RO5
1.	Turbidity, NTU	0,32	0,28	0,43
2	Kesadahan, mg/l	4,27	4,74	5,69
3	TDS, mg/l	81	66	92
4	Klorine, mg/l	TTD	TTD	TTD
5	SO ₄ , mg/l	0,888	0,181	0,796
6	pH	6	5,5	5,5
7	E-coli Jmg/100ml	-	-	-

Keterangan:

RO1: Permeate P1=1bar dan P2=0,8 bar
RO1: Permeate P1,5=1bar dan P2=1,2 bar
RO1: Permeate P1=2 bar dan P2=1,6 bar
RO1: Permeate P1=2,5bar dan P2=2,2 bar
RO1: Permeate P1=3bar dan P2=2,8 bar
TTD: Tidak terdeteksi
TDS: Total Dissolved Solid

Berdasarkan tabel 2; pH yang semula 4,5 naik menjadi 5,5 – 6,5 karena membrane RO dapat menahan larutan asam sehingga pH menjadi naik. RO1=6,5, RO2 dan 3=6. RO 4 dan 5 turun menjadi 5 disebabkan adanya penyumbatan pada membrane sehingga kemampuannya memisahkan larutan berkurang

E-Coli yang semula $1,8 \times 10^3 < 1,8 \times 10^4$ setelah melewati membrane dapat dihilangkan, karena RO terdapat lapisan lapisan yang dapat menahan E-Coli.

TDS, chlorida, dan SO_4 dapat dikurangi setelah melewati membrane RO. Berdasarkan analisa yang dilakukan produk yang dihasilkan memenuhi syarat air yang dapat langsung dikonsumsi oleh manusia.

5. Kesimpulan.

Membrane RO yang bekerja pada tekanan tinggi (3 bar) memberikan hasil yang lebih baik. Hasil analisa yang dilakukan pengolahan air gambut menggunakan teknologi proses reverse osmosis dapat menghasilkan air yang memenuhi syarat air yang langsung dikonsumsi.

6. Daftar Pustaka

- Barley, J. E and Alls, D. F, *Biochemical Engineering Fundamental*, MC.Grow Hill, Chapter Three, 1987, Tokyo.
- Smith, J. M, *Chemical Engineering*, Knot 2nd edition MC.Grow Hill, 1981
- Micheal. L. Suller, *Bioproses Engineering*, Second Edition, Prientice Hall HTR, 1960, New York
- Kusnaedi, *Pengolahan Air Kotor Menjadi Air minum*, Penebar Swadaya, 2002 Jakarta

