

PERPUSTAKAAN  
BALAI PENELITIAN DAN  
PENGEMBANGAN IN  
SURABAYA

78, 100

NO: 90 / 3 / BALAI RISET  
DAN STANDARISASI INDUSTRI

NC A 78

A 78

**PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI  
SURABAYA**

**PEMBUATAN AIR TAWAR DARI AIR PAYAU**

DISPERPUSIP JATIM

---

DEPARTEMEN PERINDUSTRIAN  
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI

---

8

4

**BALAI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI  
SURABAYA**

**PEMBUATAN AIR TAWAR DARI AIR PAYAU**

DISPERPUSIP JATIM

---

**DEPARTEMEN PERINDUSTRIAN  
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI**

---

R I N G K A S A N.

Air tawar adalah merupakan kebutuhan utama untuk kehidupan sehari-hari, disamping digunakan untuk keperluan industri atau keperluan yang lain.

Dalam penelitian ini ditekankan bagaimana cara yang semudah dan semurah mungkin untuk mendapatkan air tawar dari air payau, sehingga bisa membantu penduduk yang kekurangan air tawar terutama -- penduduk yang hidupnya di daerah pantai.

Hasil perembesan memakai batu padas, mula-mula akan menurunkan kandungan  $Cl^-$ ,  $Ca^+$ ,  $Mg^+$ ,  $Na^+$ ,  $SO_4^-$  dan total alkali, tetapi makin lama hasilnya akan naik sehingga hampir sama dengan air payau mula-mula. Untuk pencucian batu padas harus digunakan air panas sehingga dengan adanya pencucian yang setiap kali dan pemakaian air tawar untuk pencucian tersebut adalah kurang effectif sehingga juga akan menyulitkan penduduk yang kekurangan air tawar.

---

PROYEK: Th.1980-1981: OLEH : Ir. D I N A R W I.

Putut Murdianto B.Sc.

Ken Dedes Yuniarsi.

DAFTAR ISI.

BAB :

Halaman:

- R I N G K A S A N	
- DAFTAR ISI	
I. P E N D A H U L U A N .....	1
II. T I N J A U A N P U S T A K A .....	2
III. P E R C O B A A N P E N E L I T I A N .....	11
IV. H A S I L D A N P E M B A H A S A N .....	13
V. K E S I M P U L A N .....	17
DAFTAR PUSTAKA .....	18

\*\*\*\*\*

B A B. I  
P E N D A H U L U A N

Air tawar dan bersih adalah merupakan kebutuhan penduduk yang sangat penting, disamping bisa digunakan untuk keperluan yang lain misalnya untuk keperluan industri.

Untuk penduduk yang hidupnya dikata bukan merupakan suatu masalah. Karena air tawar dan bersih tersebut mudah didapatkan, tetapi bagi penduduk yang bertempat tinggal didaerah pesisir atau didaerah - pantai umumnya sangat sulit untuk mendapatkan air tawar dan bersih tersebut, hal ini disebabkan karena air yang ada didaerah sekitarnya adalah air payau / air asin.

Adanya penjualan air tawar didaerah tersebut, baik musim hujan maupun musim kemarau adalah relatif mahal harganya. Hal ini sangatlah membebani bagi penduduk yang tingkat ekonominya lemah untuk membeli air tawar dan bersih dengan harga yang relatif mahal.

Sedang air payau yang ada disekitarnya hanya dipergunakan untuk mandi dan mencuci (meskipun kesudahannya tinggi), tetapi untuk keperluan minum dan memasak, terpaksa harus membeli dengan harga - relatif tinggi,

Berdasarkan kenyataan seperti yang diuraikan diatas, kami berusaha untuk mengadakan penelitian tentang bagaimana mendapatkan air tawar dari air payau, dengan harapan dapat mengurangi beban kesulitan penduduk dalam hal bagaimana memperoleh air tawar dan bersih dengan - cara yang semudah dan semurah mungkin disesuaikan dengan teknologi setempat ( teknologi yang masih lemah tingkat ekonominya).

## B A B. II

TINJAUAN PUSTAKA.II. A i r .

Penggunaan air adalah sangat luas sekali dan memegang peranan penting didalam kehidupan sehari-hari baik sebagai air minum, pencuci, pelarut atau digunakan untuk keperluan suatu industri.

Air murni merupakan suatu cairan yang tidak mempunyai rasa, tidak berbau dan tidak berwarna.

Air menurut sumbernya ada 2 (dua) macam yaitu air segar dan air asin. Air segar adalah air yang terdapat dipermukaan.

Baik air permukaan maupun air tanah tidak terlepas dari kotoran-kotoran yang akan menyebabkan polusi. Jadi sebelum digunakan harus mengalami suatu proses pengolahan-pengolahan terlebih dahulu.

Sedang air asin terdiri dari air laut, dan air payau yang sering kita jumpai didaerah pesisir atau didaerah-daerah pantai.

Air laut mengandung kadar garam yang dangat tinggi 2,5 - 4 %  
Sedang air payau mengandung kadar garam 0,15 - 1 %.

Dengan kebutuhan air yang sangat banyak ini membuka kemungkinan untuk dapatnya mengubah air asin ini, baik air payau maupun air laut untuk dapatnya diubah jadi air tawar, sehingga akan membantu bagi penduduk yang hidupnya didaerah pesisir atau didaerah pantai yang sangat kekurangan air tawar.

Pemanfaatan air payau didaerah pesisir ini diarahkan kepada suatu cara yang sangat mudah, sederhana dan semurah mungkin untuk dapat mengubah air asin tersebut menjadi air tawar yang bisa memenuhi persyaratan.

Syarat mutu air adalah berbeda-beda tergantung untuk keperluan masing-masing. Syarat mutu air industri tidak sama dengan syarat mutu air minum.

Syarat air untuk suatu industri juga dibedakan untuk industri makanan, tekstil, kertas dan untuk industri lainnya.

## II.2. Desalinasi .

Suatu proses untuk mengubah air asin baik air payau maupun air laut menjadi air tawar kita sebut desalinasi.

Proses desalinasi ini dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain :

- a. Distilasi.
- b. Ion Exchange.
- c. Electrodialisa
- d. Reverse Osmose.

### ad.a. Distilasi.

Prinsip proses destilasi adalah air asin diuapkan, maka akan terbentuk uap air dimana dengan adanya pendingin uap air ini akan terkondensasi menjadi air tawar.

Sedangkan garamnya (NaCl) akan tetap tinggal sebagai zat yang tidak menguap.

### ad.b. Ion Exchange:

- Secara simple proses ion exchange adalah demineralisasi air asin dengan pertukaran ion  $\text{Na}^+$  diganti dengan  $\text{H}^+$ . Ini dapat dilakukan dengan melewati air asin kedalam kation exchange dari suatu bed dari syntetik ion exchange resin yang dibuat dari Sulfonated Cone atau Sulfonated resin.
- Larutan HCl encer dialirkan kedalam "anion exchanger dalam bed yang lain dan resin yang berbeda dari bahan amino resin terjadi pertukaran ion (OH).

- Dua bed ..

- Dua bed dari resin dihilangkan reaktivannya dengan melewati larutan  $H_2SO_4$  pada bed I untuk mengganti ion Na dengan ion hydrogen dan sodium sulfat keluar sebagai waste. Juga larutan alkali (NaOH) dilewatkan untuk mengganti ion  $Cl^-$  pada bed II dengan hydroxye ion dan larutan garam NaCl juga sebagai waste.

Untuk skala yang besar pada desalinasi air payau akan menunjukkan harga chemical yang cukup tinggi.

Juga kotoran pada resin bed dan penggantian dari resin bed secara periodik akan kelihatan menambah biaya produksi.

#### ad.c. Electrodialisa:

- Dyalisis adalah penembusan membrane oleh molekul atau ion.

Pada electrodyalisis diffusi dari ion dipermudah dengan melewati aliran listrik.

Electto dyalisis yang digunakan ada 2(dua) type. Tetapi yang special dikembangkan adalah membrane. Satu atau lebih dari membrane dapat ditembus oleh anion dan membrane yang lain ditembus oleh kation.

Energy listrik yang dibutuhkan seimbang dengan konsentrasi garam yang dikandung oleh air.

Dalam suatu bejana yang kedua sisinya ditempatkan suatu electroda. Dimana electroda yang satu diberi muatan positif dan yang lain diberi muatan negatif.

Jika diantara electroda ditempatkan 2 membrane yang permeable.

Dimana satu sisi mengikat satu type membrane dan sisi yang lain dengan type membrane yang berbeda.

Secara langsung aliran listrik menembus melewati semua system. Dan apabila bejana diisi dengan larutan garam NaCl maka kation ( $Na^+$ ) cenderung mengalir (berpindah tempat) menembus membrane permeable menuju ion positif secara langsung pada arah aliran, dan anion ( $Cl^-$ ) cenderung berpindah tempat menuju membrane permeable ke ion

negatif secara langsung pada arah aliran yang sebaliknya.

Jika diantara elektroda ditempatkan b membrane maka didapat 7 sel electrolisa. Membrane ini akan berselang-selang sebagai membrane cation permeable dan anion permeable.

Air tawar akan terbentuk dengan adanya pergerakan diatas yang letaknya berganti ganti dari larutan garam dan air tawar, larutan garam yang pekat dibuang sebagai sisa.

Pemakaian system 3 sel kurang efisien bila dibandingkan dengan 7 sel dalam alat elektroda.

#### ad.d. - Reverse Osmose.

Reverse Osmose (R.O). adalah merupakan unit pengambilan air bersih sebagai hasil dengan melewati air payau/air laut melalui semi permeable membrane.

Reverse Osmose sebagai teknik water treatment yang relatif baru.

Semi permeable membrane bekerja sebagai molekular filter, dimana membrane yang dipakai mempunyai lubang  $0,45 \mu\text{m}$

Recovery dari pemurnian air dari system Reverse Osmose ini sering kali dinyatakan dalam % age.

Sebagai contoh pada 75 % recovery berarti setiap 100 gallon RO system 75 % dapat di recovery sebagai air bersih dan 25 % keluar sebagai -- concentrarte.

#### - Prinsip dari Reverse Osmose:

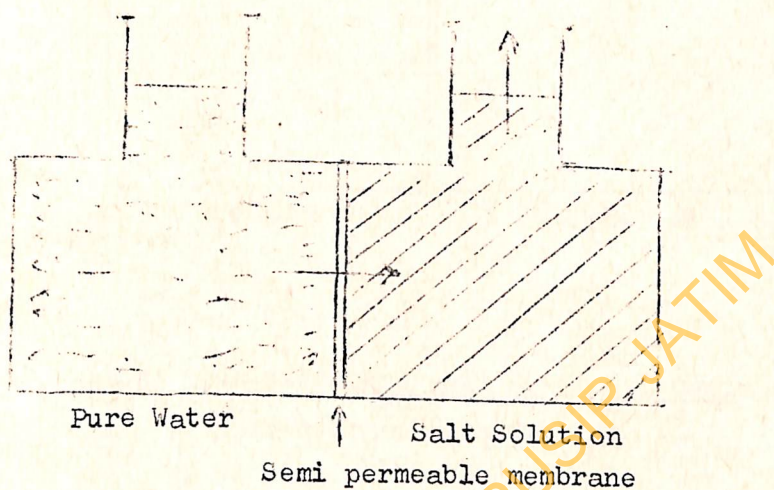
Untuk memberi pengertian tentang bagaimana bekerjanya Reverse Osmose, yaitu tentang natural osmosis seperti terlihat pada gambar II.1. Air bersih dipisahkan dari larutan garam dengan semi permeable membrane. Proses osmose secara alam dimana air bersih mengalir menembus membrane dari larutan encer menuju larutan yang lebih pekat untuk mengencerkan larutan akhir.

Air mengalir secara kontinu sehingga tekanan yang dihasilkan dengan osmotie head adalah tekanan osmotic dari larutan garam.

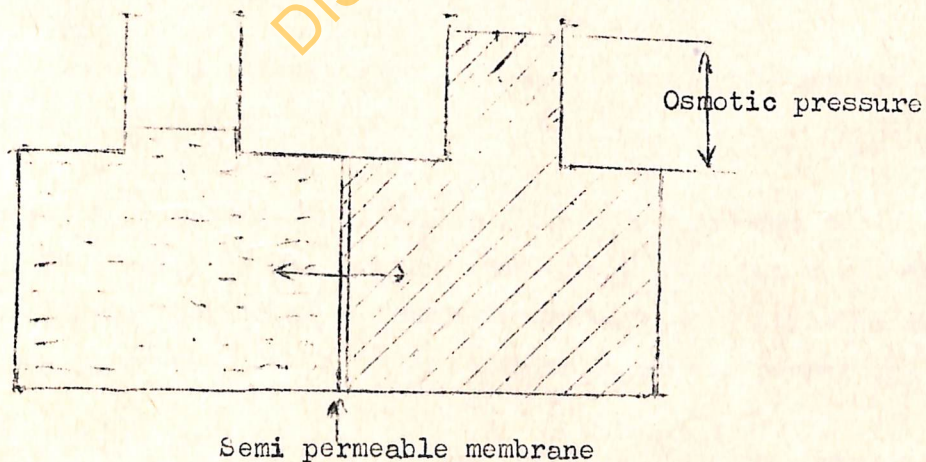
Osmotic equilibraun dapat dilihat pada gambar II.2.

Tckanan osmose dapat diatasi seperti gambar II.3. dengan tekanan lu ar maka tekanan akan berbalik dari larutan yang lebih pekat menuju kelarutan yang lebih encer.

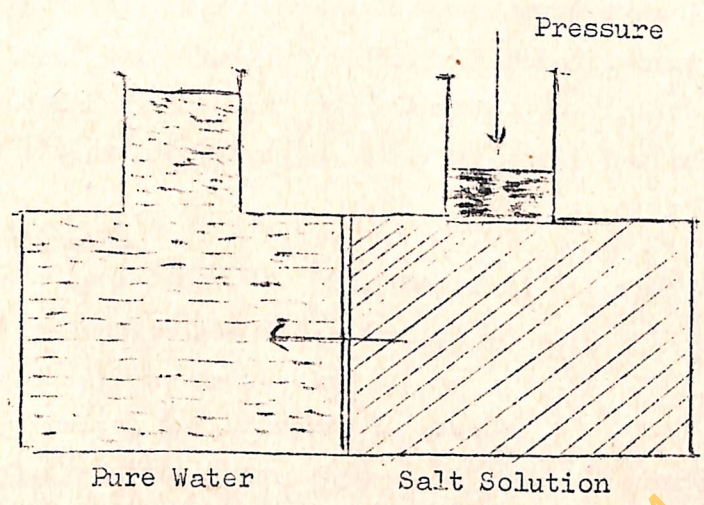
Gambar: II.1.



Gambar: II.2.



Gambar : II.3.



Peralatan yang digunakan pada Reverse Osmose.

- a. permeator /membrane.
- b. catridge filter.
- c. Instrumentasi.
- d. Pompa tekanan tinggi.

a. Permeator:

Ada 2 type dari permeator yang digunakan untuk pembersihan dari air yaitu : - Hallon fine fibre.

- Spiral wound type.

Seluruh bundle dari fine, Hollon fibre dipak didalam versel bertekanan. Feed water dengan tekanan yang tinggi (400 psi untuk system air payau) masuk permeator menembus distributor yang terletak ditengah/ tengah permeator. Distributor berjalan sepanjang permeator.

b. Catridge filter.

b. Catridge filter:

Catridge filter dipasang untuk menghilangkan suspended material dari 5 micron dan di atasnya untuk melindungi permeator karena coloidal material tidak dapat dipindahkan atau dihilangkan yang akhirnya berada di atas permeator dan akan mengotori system.

c. Instrumentasi :

Umumnya 4 type dasar dari instrumentasi dipasang pada R.O plant. Yaitu Flow controller dan Indicator.

pH controller dan Indicator.

Pressure switch dan Pressure Indicator.

Ini adalah penting untuk mengontrol pH untuk menjamin pH dari feed water berkurang dalam range pH yang diijinkan/diperbolehkan.

Untuk cellulose acetate Spairal wonded type range pH yang diijinkan 4 - 7,5 dan 4 - 11 untuk Hollow fine fibre type.

II.3. Pretreatment.

Berhasil atau tidaknya dari R.O. plant tergantung pada beratnya type dan air yang masuk R.O plant.

Demikianlah sesungguhnya system pretreatment.

Adalah layak untuk menghasilkan type dari air pada down stream R.O. plant. Asas keperluan dari pada suatu system pretreatment adalah :

1. Untuk mencegah colloidal fouling.

Colloidal yang mengotori dapat ditangkap pada permukaan membrane. Type colloidal yang ada pada feed water biasanya termasuk class aluminlum silicate.

Tetapi jika carbon stell dipakai untuk pipa, pompa dan saringan, maka akan terkorosi berupa iron colloids (korosi akan tiada berupa colloid besi ).

Dari pengalaman yang praktis dan pengawasan akan digunakan "in line coagulation dengan polyalunminium chloride sebagai

coagulant dan anionic atau catronic polyelectrolyse sebagai flocc aid akan mengurangi konsentrasi dari colloid.

Untuk membantu menghilangkan colloids, antra cile, pasir atau filter AG (aluminum silicate) sebagai filter media akan dibuktikan effective.

Apalagi type filter media yang sebenarnya dan ukuran yang benar dari poly electrolyte, juga rate dari filtron adalah merupakan factor yang penting.

Rate filtron harus diperhatikan dan salah satu garis penuntun didalam design.

Beberapa kejadian dari rate filtrasi  $2,50 \text{ pm /st.}^2$  dari pengalaman.

2. Untuk mencegah membrane sealing :

Skala yang banyak terjadi pada Reverse Osmose adalah calcium - carbonate dan atau calcium sulfate.

Contoh pencegahan adanya scale pada membrane adalah, pelunakan untuk mengurangi hardners dari raw water.

Chemical yang digunakan adalah sodium hexametapulus pat untuk menghalang -halangi pengendapan dari garam calcium dan untuk mengurangi pH.

3. Untuk mencegah biological fouling.

Biological fouling disebabkan karena tumbuhnya microorganisme pada R.O. (Reverse Osmose).

Pada semua system dipakai gellulose acetat permeator, sodium hypochloride akan di injeksikan pada feed water untuk menjaga supaya steril.

4. Untuk mencegah metal-oxide fouling.

Satu atau paling banyak dijumpai metal oxide fouling sebagai deposit dari besi oksida didalam Reverse Osmose yang direndakan.

Kandungan besi didalam feed water akan cepat dikurangi endeka<sup>m</sup> ti batas yang diijinkan yaitu 0,05 ppm atau 4 ppm, tergantung p pada kandungan oxygen didalam feed water, dengan oxidasi atau aerasi diikuti dengan filtrasi.

5. Untuk mencegah Device Pengging :

Dapat dicapai dengan pemasangan ini 5 atau 10 micron pre fietra tion.

System Reserve Osmose dipakai untuk :

- a. Desalinasi air payau untuk melengkapi air industri atau air yang dapat diminum.
- b. Disalinasi air laut untuk melengkapi air minum
- c. Pengambilan tanah dari waste water untuk melengkapi air industri.

Demikian untuk mengurangi biaya waste water treatment.

- d. Sebagai pre areatment untuk menghasilkan air yang sangat bersih untuk industri electronic, kesehatan, industri - pharmasi dan boiler tekanan tinggi yang mau menghendaki sangat sedikit kandungan colloidal dan dissalved silica.

## B A B. III.

PERCOBAAN PENELITIAN.III.1. Bahan yang digunakan :A. Bahan dasar.

Air payau diambil dari daerah Tandes dan Kenjeran.

B. Bahan kimia:

- $\text{AgNO}_3$	0,1 N
- $\text{K}_2\text{CrO}_4$	5 %
- $\text{KMnO}_4$	0,1 N
- Ammonium oxalat	10 %
- $\text{H}_2\text{SO}_4$	25 %
- HCl	4 N.
- Amonium hydrogen phosphat	10 %
- $\text{NH}_4\text{OH}$ pk	2 %
- p.p. ( phenol phtalin )	
- M.O. ( Methyl orange )	
- HCl	0,1 N
- M.M. ( Methyl merah ).	

III.2. Peralatan yang digunakan :

- |                           |                                 |
|---------------------------|---------------------------------|
| - Flame photometer        | - Exicator                      |
| - Buret                   | - Labu takar                    |
| - Statif dan klem holder, | - Kaki tiga.                    |
| - Erlenmeyer.             | - Segitiga porsellain           |
| - Pipet ukur              | - Bunsen                        |
| - Beaker glass.           | - Kompor listrik.               |
| - Drying oven.            | - Neraca Analisis.              |
| - Krus.                   | - Batu padas dan ember plastik. |

### III.3. Polaksanaan Percobaan Penelitian :

#### A. Tahap pertama :

Analisa air payau terhadap :

- Kadar  $\text{Cl}^-$
- "  $\text{Ca}^{++}$
- "  $\text{Mg}^{++}$
- "  $\text{Na}^+$
- "  $\text{SO}_4^-$
- Total alkali.

#### B. Tahap Kedua :

Merupakan proses perembesan air payau kedalam batu padas. Air payau dimasukkan dalam ember plastik besar  $\pm$  8 liter, kemudian didalam ember plastik itu juga dimasukkan batu padas. Maka air payau akan merembes masuk kedalam batu padas. Jadi air yang berada didalam batu padas tersebut adalah sebagai hasil. Hasil yang kita peroleh kita ambil setiap hari ( $\pm$  1 liter). Untuk pencucian batu padas digunakan air panas, pencucian dilakukan apabila hasil yang diperoleh kandungan  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{SO}_4^-$  dan total alkalinya tinggi (hampir sama dengan kandungan air payau mula-mula).

#### C. Tahap Ketiga:

Setiap hasil yang kita peroleh, kita analisa terhadap :

- Kadar  $\text{Cl}^-$
- Kadar  $\text{Ca}^{++}$
- "  $\text{Na}^+$
- "  $\text{SO}_4^-$
- Total alkali.

## B. B. IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1. Hasil analisa air payau dari daerah Tandes I :

$Cl^-$	=	2435 ppm
$Ca^{++}$	=	588 ppm
$Mg^{++}$	=	189 ppm.
$Na^+$	=	175. ppm.
$SO_4 =$	=	1156 ppm.
Total alkali	=	514 ppm.

Air yang kita peroleh setelah melalui perembesan batu padas dapat dilihat pada tabel IV.1.

Tabel: IV.1.

Hari	$Cl^-$ (ppm)	$Ca^{++}$ (ppm)	$Mg^{++}$ (ppm)	$Na^+$ (ppm)	$SO_4 =$ (ppm)	Total alkali (ppm)
1	95	227	6,95	57,5	93	314,4
2	611	483	58,60	280,6	302	167,68
3	1043	538	104,34	644	501	230,50
4	1605	616	124,78	690	980	26,2
5	1758	556	153,91	874	790	335,36
6	1816	500	165,21	1150	1115	440

IV.2. Hasil Analisa.....

IV.2. Hasil Analisa air payau dari daerah Tandes II.

$\text{Cl}^-$	= 1644 ppm
$\text{Ca}^{++}$	= 282 ppm
$\text{Mg}^{++}$	= 78,69 ppm
$\text{Na}^+$	= 3956 ppm
$\text{SO}_4^-$	= 444 ppm.
Total alkali	= 324,88 ppm.

Air yang kita peroleh setelah melalui perembesan batu padas dapat dilihat pada tabel IV.B.

Tabel IV.B.

Hari	$\text{Cl}^-$ (ppm)	$\text{Ca}^{++}$ (ppm)	$\text{Mg}^{++}$ (ppm)	$\text{Na}^+$ (ppm)	$\text{SO}_4^-$ (ppm)	Total alkali
1	73	289	17,82	276	92	146
2	420	344	45,67	276	231	157,2
3	841	695	65,64	372,6	361	188
4	1147	700	90,43	395,6	405	209
5	1299	711	76,51	372	509	220.

IV.3. Hasil Analisa air payau dari Kenjeran I.

$\text{Cl}^-$	= 876 ppm.
$\text{Ca}^{++}$	= 511 ppm
$\text{Mg}^{++}$	= 1940 ppm.
$\text{Na}^+$	= 1426 ppm.
$\text{SO}_4^-$	= 16797 ppm
Total alkali	= 596,36 ppm.

Air yang kita peroleh setelah melalui perembesan batu padas dapat dilihat pada tabel IV.C.

Tabel: IV.C....

Tabel: IV.C.

Hari	Cl <sup>-</sup> (ppm)	Ca <sup>+</sup> (ppm)	Mg <sup>++</sup> (ppm)	Na <sup>+</sup> (ppm)	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> (ppm)	Total alkali (ppm)
1	95	138	3,47	34,5	116	146,72
2	324	300	20,43	115	152	167,68
3	899	577	78,25	326	414	262
4	1299	650	92,60	897	1078	318

## IV.4. Hasil Analisa air payau dari Kenjeran II.

Cl <sup>-</sup>	= 2064 ppm.
Ca <sup>+</sup>	= 2055 ppm
Mg <sup>++</sup>	= 80,64 ppm.
Na <sup>+</sup>	= 1587 ppm
SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	= 527 ppm.
Total alkali	= 560 ppm.

Air yang kita peroleh setelah melalui perembesan batu padas dapat dilihat pada tabel IV.D.

Tabel : IV.D.

Hari	Cl <sup>-</sup> (ppm)	Ca <sup>+</sup> (ppm)	Mg <sup>++</sup> (ppm)	Na <sup>+</sup> (ppm)	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	Total alkali (ppm)
					92	46
1	76	289	17,82	2176	231	157.2
2	420	344	45,64	276	361	188
3	841	695	65,64	372,6	405	209
4	1147	700	90,43	395,6	509	220
5	1299	711	76,51	372		

\* P E M B A H A S A N:

- Didalam penelitian ini digunakan batu padas, cara yang sederhana dan mudah dikerjakan. Oleh teknologi yang masih lemah.
- Kandungan  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{SO}_4^-$ , total alkali mula-mula dapat dikurangi (diturunkan).  
Tetapi setelah itu akan naik lagi sehingga hampir sama/sama dengan air payau mula-mula.
- Untuk pencucian batu padas digunakan air bersih supaya batu padas bisa digunakan kembali.

DISPERPUSIP JATIM

B A B. V  
K E S I M P U L A N

- Pemakaian batu padas untuk memperoleh air tawar dari air payau kurang sesuai karena masih memerlukan air bersih untuk pencuciannya disebabkan karena batu padas tersebut sudah tidak bisa digunakan lagi, terlihat dari kandungan  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^+$ ,  $\text{Mg}^{\#}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{SO}_4^-$  total alkali yang makin lama makin naik.
- Sedangkan pemakaian air bersih untuk pencucian ini akan menjadi masalah lagi bagi penduduk didaerah pantai /pesisir yang sangat kekurangan air bersih.

DISPERPUSIP JATIM

DAFTAR PUSTAKA.

- Anang Lukmana, Ir,  
Study tentang air industri, dan proses desalinasi
- Albert Hii Pek Nang,  
Water Treatment by Reverse Osmosis Technology.  
Proceeding of the Industrial Water Treatment Technology  
Seminar.  
Palembang-Indonesia, Pusri-ITB. 1980.
- Dunlop / I.B.C.  
Improving Nature's Wonder Water  
IBC Products for the Areatment of Water  
A Division of Dunlop Australia Limited (Inc in Vic).
- Kirk, Raymond E,  
Encyclopedia of Chemical Technology Vol.13.  
Head Department of Chemistry Polytechnic Institute  
of Brooklyn.

@@@@