

# Efisiensi Penurunan Kadar Natrium ( $\text{Na}^+$ ) dan Klorida ( $\text{Cl}^-$ ) Pada Air Laut Menggunakan Tanah Lempung Dengan Metode Penukar Ion

Utami Khairunnisa<sup>1)</sup>, Shinta Elystia<sup>2)</sup>, Zultiniar<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Prodi Teknik Lingkungan, <sup>2)</sup>Dosen Teknik Lingkungan dan Teknik Kimia  
Laboratorium Pengendalian dan Pencegahan Pencemaran Lingkungan  
Program Studi Teknik Lingkungan S1, Fakultas Teknik Universitas Riau  
Kampus Binawidya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 Pekanbaru Kode Pos 28293  
E-mail : Utaminisa25@yahoo.com

## ABSTRACT

*Research efficiency decreased levels of chloride ion in sea water by ion exchange method which utilizes clay to do. The results of the initial analysis on the sea of chloride parameter indicates the concentration parameter exceeds the quality standards PERMENKES 416/MENKES/PER/IX/1990. The research uses an ion exchange column with a diameter of 2 inches and a height of 1,2 meters. Media used is sea water of Bengkalis and clay activated with KOH 2 M. Variation used is the flow rate and time of observation. The flow rate used are 140 ml/mnt, 160 ml/mnt, 180 ml/mnt and 200 ml/mnt and time of observation used are 1; 1,5; 2 hours. Concentration of chloride before research is 15.423 mg/L and after processing occurs at decreasing concentrations in each variation of chloride are 278 mg/L - 667 mg/L. This result shows that the ion exchange methode using activated clays are capable of removing of chloride concentration in sea water. Over all, the variation used in this research give effect to decreased of chloride in sea water. This is also evidenced in the removal efficiency of ion is 98,2 % - 95,7 %.*

**Keyword :** *Flow rate and time of observation, Ion Exchange, Sea water, The activated clays.*

## 1. PENDAHULUAN

Kabupaten Bengkalis merupakan salah satu Kabupaten yang terdapat di Provinsi Riau, Indonesia. Luas wilayah Kabupaten Bengkalis yaitu 11.481,77 km<sup>2</sup>, yang terdiri dari pulau-pulau dan lautan. Tercatat sebanyak 26 pulau utama disamping pulau-pulau kecil lainnya yang berada di wilayah Kabupaten Bengkalis dengan jumlah penduduk pada tahun 2007 sejumlah 658.034 jiwa. Pada saat ini masyarakat Kabupaten Bengkalis mempunyai permasalahan dengan sanitasi air bersih. Perkembangan dan peningkatan kualitas kehidupan masyarakat Kabupaten Bengkalis menuntut adanya perbaikan dan penyediaan sarana dan prasarana yang memadai, termasuk ketersediaan air bersih.

Ketersediaan sumber air laut yang terdapat di Kabupaten Bengkalis ini belum bisa dimanfaatkan dengan baik oleh masyarakat Kabupaten Bengkalis. Seperti yang kita ketahui bahwa air laut merupakan air yang mengandung salinitas tinggi. Salinitas adalah tingkat keasinan atau kadar garam terlarut dalam air. Air laut merupakan campuran dari 96,5% air murni dan 3,5% material lainnya seperti garam-garaman, gas-gas terlarut, bahan-bahan organik dan partikel-partikel tak terlarut. Penelitian tentang destilasi air laut tenaga surya menggunakan penyerap radiasi surya tipe bergelombang telah dilakukan oleh Astawa dkk (2011). Alat destilasi ini menggunakan variasi plat penyerap tipe datar, plat

penyerap tipe bergelombang dan plat penyerap tipe bergelombang yang dilapisi batu kerikil. Pada sistem ini sinar radiasi matahari diserap oleh plat penyerap dan dikonversikan menjadi energi panas yang akan memanaskan air laut yang ada di atasnya. Hasil pengujian menunjukkan penyerap radiasi tipe bergelombang yang dilapisi batu kerikil lebih banyak menghasilkan kondensat yaitu sebesar 1.295 gram dengan efisiensi rata-rata mencapai 12,33%. Masalah yang biasa timbul pada semua jenis sistem destilasi adalah kerak dan karat pada peralatan. Apabila terjadi kerak pada tube penukar panas evaporator maka efisiensi panas dan produksi air tawar akan berkurang. Pengolahan desalinasi harus dihentikan untuk pembersihan tube dengan asam, sehingga penerapan pengolahan yang efektif sangat diperlukan (Said, 2003).

Hala dkk (2003) juga telah melakukan penelitian upaya deklorinasi air laut menggunakan Resin Amberlite IRA-400 pada berbagai diameter kolom. Metode ini cukup efektif karena pengoperasiannya yang cukup mudah, tetapi juga memiliki kekurangan yaitu sulitnya mendapatkan resin sintetik dan juga biaya yang cukup mahal.

Oleh karena itu akan dilakukan penelitian metode penukar ion menggunakan resin alami yaitu tanah lempung. Penukar ion adalah bahan padat, yang mengandung bagian aktif dengan ion-ion yang dapat dipertukarkan. Pertukaran ion dengan menggunakan tanah lempung sangat efisien dalam menurunkan kadar logam berat didalam air laut dan juga dinilai ekonomis karena tanah lempung merupakan resin alami yang mudah didapat dan banyak tersedia di alam (Sunardi dkk, 2012).

Lempung adalah mineral lokal yang secara ekonomis dapat digunakan sebagai penukar ion logam dalam air laut. Salah satu faktor penting berkaitan dengan penggunaan mineral lokal lempung untuk penyerap zat

berbahaya dalam air laut adalah kemampuan lempung dalam hal pertukaran ionnya. Lempung diduga juga mengandung monmorilonit cukup besar, sehingga diperkirakan dapat digunakan sebagai penukar ion yang efisien, terlebih setelah dilakukan pengaktifan fisika maupun pengaktifan kimia. Karakter mineral lokal pada umumnya terjadi karena adanya pembentukan kerangka struktur molekuler dari penggabungan molekul-molekul tetrahedral membentuk celah dan saluran yang teratur sehingga menyebabkan adanya struktur berpori. Celah dan saluran dalam struktur yang terjadi memungkinkan suatu molekul yang mungkin melewatinya dapat terperangkap di dalamnya. Sifat-sifat ini yang menjadikan mineral lokal lempung dapat dimanfaatkan sebagai bahan penyerap logam berbahaya, penyaring molekul dan sebagai penukar ion (Sunardi dkk, 2012).

Penelitian yang dilakukan oleh Apriani (2010) adalah menurunkan salinitas air payau menggunakan resin. Resin yang digunakan adalah Amberjet 1200 H<sup>+</sup> dan Amberjet 4400 OH<sup>-</sup>. Percobaan dilakukan dengan memvariasikan laju aliran pada kisaran 100-140 ml/menit dan rentang waktu pengamatan pada kisaran 1,5 – 7,5 jam. Hasil dari percobaan didapat efisiensi penyisihan Na<sup>+</sup> dan Cl<sup>-</sup> terbaik terjadi pada aliran 100 ml/menit, untuk Na<sup>+</sup> yaitu 91,35% dan Cl<sup>-</sup> sebesar 97,35%.

Penelitian menggunakan tanah lempung untuk menyisihkan parameter Ca dan Pb pada air laut dengan kolom penukar ion telah dilakukan oleh Kurniati (2014). Variasi yang digunakan yaitu ukuran tanah lempung -3+5, -5+10, dan -10+15 mesh serta waktu detensi 60 menit, 120 menit, dan 180 menit. Hasil yang didapat yaitu Efisiensi penurunan kadar logam paling tinggi yaitu pada variasi waktu detensi 180 menit dan ukuran tanah lempung -10+15 mesh dengan penurunan Pb 93,52% dan Ca 93,12%.

Penelitian selanjutnya akan mencoba melakukan pengolahan air laut untuk menyisihkan ion Klorida ( $\text{Cl}^-$ ) menggunakan tanah lempung yang teraktivasi. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah variasi laju alir 140 ml/menit, 160 ml/menit, 180 ml/menit, 200 ml/menit, dan waktu pengamatan 1 jam; 1,5 jam; 2 jam. Dengan variasi laju alir, diharapkan mendapatkan hasil efisiensi penyisihan yang optimum karena semakin kecil laju alir maka kontak air laut dengan tanah lempung akan semakin lama sehingga proses pertukaran ion yang terjadi didalam kolom penukar ion akan lebih maksimal. Begitu juga dengan waktu pengamatan, akan diketahui waktu/lamanya tanah lempung mencapai titik jenuh dalam mempertukarkan ion, sehingga dapat diperkirakan saat untuk melakukan pencucian dan regenerasi.

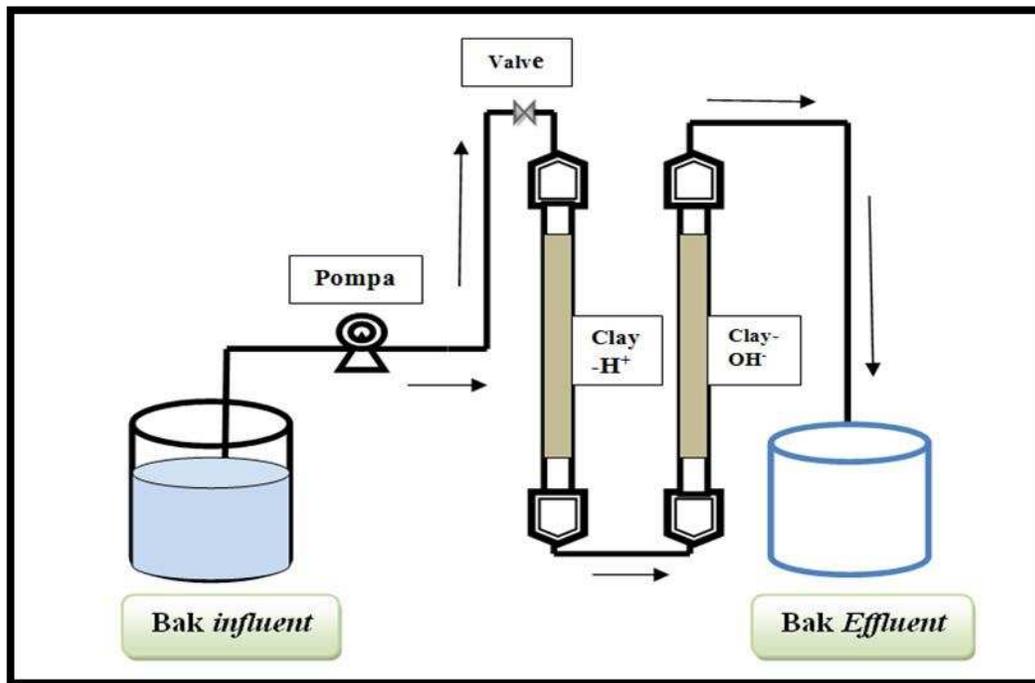
Tujuan dari penelitian ini adalah Menghitung efisiensi penurunan Klorida ( $\text{Cl}^-$ ) dengan metode penukar ion menggunakan

media tanah lempung, mempelajari pengaruh variasi laju alir dan waktu pengamatan yang digunakan dalam penyisihan parameter Klorida ( $\text{Cl}^-$ ), membandingkan hasil penurunan kadar  $\text{Cl}^-$  setelah pengolahan dengan tanah lempung pada kolom penukar ion dengan PERMENKES RI No. 416.MENKES/PER/IX/1990.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi : air laut Pulau Bengkalis Kecamatan Bantan Desa Selat Baru, tanah lempung kulim, *aquadest*, KOH 2M, bahan kimia yang digunakan untuk analisa klorida yaitu  $\text{AgNO}_3$  0,1 N dan  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  10%.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kolom penukar ion yang terbuat dari PVC berdiameter 2 *inchi* dengan tinggi kolom 1,2 m, derigen 20liter sebagai wadah sampel air laut, pompa air, pH meter, *Stopwatch*, labu ukur, gelas ukur pipet tetes, buret, Erlenmeyer dan statip untuk titrasi air laut.



Gambar 1. Rangkaian Alat Proses Pertukaran Ion

## 2.1 TANAH LEMPUNG

Tanah lempung kulim diambil dengan cara digerus, selanjutnya tanah lempung dicuci dengan *aquadest* dan dijemur sampai kering, setelah itu tanah lempung di rendam dengan larutan aktivasi KOH 2 M kemudian di refluks pada suhu 60°C selama 4 jam, tahap selanjutnya tanah lempung dibilas dengan *aquadest* kemudian di oven pada suhu 105°C selama 2 jam, setelah kering di ayak hingga mendapatkan ukuran -10+15 mesh.

## 2.2 PERCOBAAN UTAMA

Air laut dialirkan kedalam kolom dengan membuka katup pada *influent* dan *effluent* (sistem kontinu).

- Kemudian air masuk kedalam kolom kation dan dialirkan kekolom anion dengan variabel bebas laju alir 140 ml/menit, 160 ml/menit, 180 ml/menit dan 200 ml/menit dengan waktu pengamatan 1 jam; 1,5 jam; 2 jam.
- Tampung air *effluent* yang keluar setiap 1 jam, 1,5 jam dan 2 jam.
- Kemudian air laut diuji kadar Cl dengan menggunakan metode yang mengacu pada Standar Nasional Indonesia.
- Hasil analisa akhir untuk menentukan efisiensi penyisihan parameter yang meliputi Klorida (Cl). Perhitungan persentase dapat diukur dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi (\%)} = \frac{C_{in} - C_{ef}}{C_{in}} \times 100\%$$

Keterangan :

$C_{in}$ = Konsentrasi *Influent* Klorida (Cl) (mg/l).

$C_{ef}$ = Konsentrasi *Effluent* Klorida (Cl) (mg/l).

Data yang telah diolah kemudian dianalisa dan dibandingkan dengan

Permenkes No.416/Menkes/PER/IX/1990 tentang persyaratan air bersih. Kemudian dibahas secara detail kinerja kolom penukar ion akibat variasi laju aliran, sehingga dapat diketahui faktor pengaruhnya serta efisiensi penyisihan parameter dalam kolom penukar ion dengan menggunakan media penukar ion tanah lempung.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian pendahuluan dilakukan sebelum dilaksanakannya penelitian utama. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan data mengenai karakteristik air laut yang akan diolah. Data hasil analisa awal dapat dilihat pada Tabel 1.

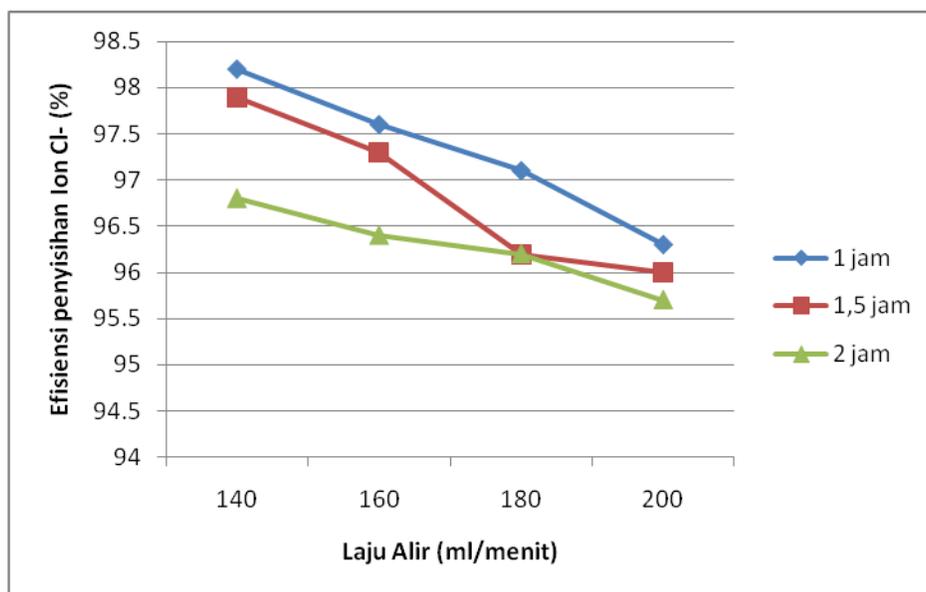
Tabel 1. Hasil Uji Influen Air Laut Pulau Bengkalis

Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Baku Mutu	Keterangan
Klorida (Cl <sup>-</sup> )	mg/L	15.423	600	Melewati baku mutu

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa hasil uji ion Cl<sup>-</sup> pada air laut Pulau Bengkalis telah melewati baku mutu air bersih berdasarkan PERMENKES 416/MENKES/PER/IX/1990. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan pengolahan air laut menjadi air bersih menggunakan metode pertukaran ion dengan memanfaatkan tanah lempung yang telah teraktivasi sebagai media penukar ion.

### 3.1 EFISIENSI PENYISIHAN Cl<sup>-</sup>

Pada penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa adanya pengaruh variasi laju alir dan waktu pengamatan untuk penyisihan kandungan ion Cl<sup>-</sup> pada air laut dengan metode pertukaran ion. Hasil analisa penyisihan ion Cl<sup>-</sup> yang dilakukan pada berbagai variasi dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Laju Alir dan Persentase Penyisihan  $\text{Cl}^-$  Pada Berbagai Waktu Pengamatan.

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa efisiensi penyisihan tertinggi didapat pada laju alir 140 ml/menit dengan waktu pengamatan 1 jam. Hasil efisiensi yang didapat yaitu 98,2%. Sedangkan efisiensi terendah terdapat pada laju alir 200 mL/menit dengan waktu pengamatan 2 jam yaitu 95,7%.

Tanah lempung memiliki pori-pori yang dapat dilewati oleh air, ketika air laut yang mengandung ion  $\text{Cl}^-$  ( $\text{Cl}^-$ -Air Laut) dilewatkan pada tanah lempung teraktivasi (Tanah Lempung- $\text{OH}^-$ ), maka ion  $\text{Cl}^-$  di dalam air laut akan menggantikan ion  $\text{OH}^-$  dari tanah lempung sehingga ion  $\text{Cl}^-$  akan berikatan pada tanah lempung ( $\text{Cl}^-$ -Tanah Lempung) dan ion  $\text{OH}^-$  akan berikatan pada air laut ( $\text{OH}^-$ -Air Laut). Hal ini disebabkan ion  $\text{OH}^-$  berikatan lebih lemah dengan tanah lempung dibandingkan ion  $\text{Cl}^-$ . Kemampuan tanah lempung untuk dapat mempertukarkan dan mengikat anion, seperti halnya kation tergantung pada hidrasi dan valensi ion-ion yang ada (Sutanto, 2005). Adapun reaksi

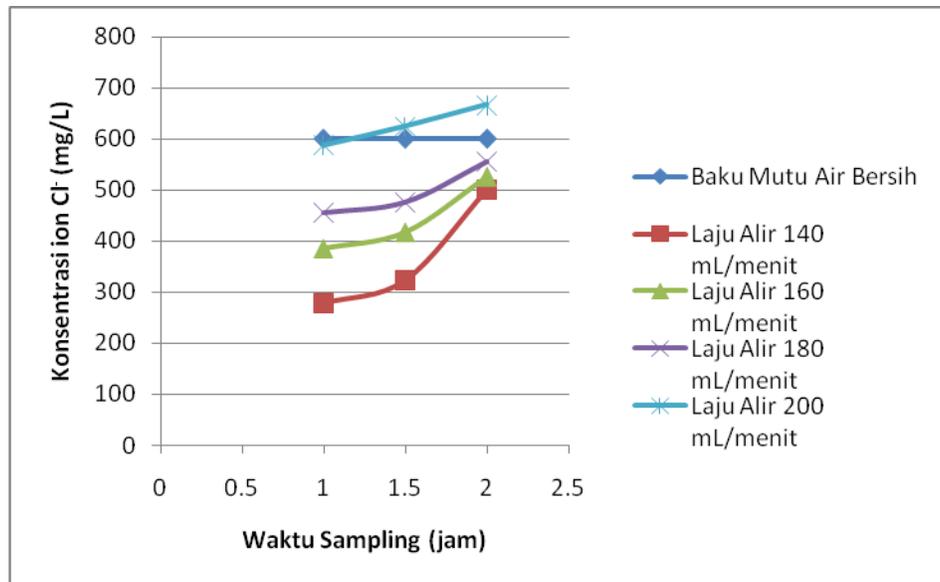
pertukaran ion tersebut dapat kita lihat sebagai berikut:



Melalui penelitian ini juga dapat diketahui semakin lama waktu operasi, efisiensi semakin menurun hal ini disebabkan karena tanah lempung mencapai titik jenuh dalam menukarkan ion  $\text{Cl}^-$  dengan  $\text{OH}^-$  yang terkandung dalam tanah lempung, sehingga dapat diperkirakan saat untuk melakukan regenerasi tanah lempung.

### 3.2 KARAKTERISTIK EFFLUEN $\text{Cl}^-$

Perbandingan konsentrasi ion  $\text{Cl}^-$  pada effluen air laut dengan baku mutu air bersih PERMENKES 416/MENKES/PER/IX/1990 dapat dilihat pada gambar 3 dibawah ini :



Gambar 3. Perbandingan konsentrasi ion  $\text{Cl}^-$  yang terserap oleh tanah lempung dengan baku mutu air bersih (konsentrasi  $\text{Cl}^-$  mula-mula 15.423 mg/L)

Berdasarkan Gambar 3 hasil effluen yang didapatkan terjadi penurunan pada semua variasi, dimana hasil uji influen awal yaitu 15.423 mg/L mengalami penurunan pada effluen dengan rentang konsentrasi 277 mg/L - 670 mg/L. Hasil konsentrasi effluen yang didapat sudah memenuhi baku mutu air bersih

PERMENKES 416/MENKES/PER/IX/1990, kecuali pada laju alir 200 ml/menit dengan waktu pengamatan 1,5 dan 2 jam, hasil effluen yang didapat masih berada diatas baku mutu yang telah ditetapkan.

Masduqi (2011) menyebutkan bahwa prinsip pertukaran ion adalah selektifitas, artinya ion yang mempunyai koefisien selektifitas besar mampu menggantikan ion lain di resin yang koefisien selektifitasnya lebih kecil. ion  $\text{OH}^-$  yang ada didalam tanah lempung memiliki selektifitas yang lebih kecil dari pada ion  $\text{Cl}^-$ , hal inilah yang menyebabkan ion  $\text{Cl}^-$  dapat menggantikan ion  $\text{OH}^-$  yang ada didalam tanah lempung. Selektifitas ion pada anion adalah sebagai berikut  $\text{SO}_4^{2-} > \text{I}^- > \text{NO}_3^- > \text{CrO}_4^{2-} > \text{Br}^- > \text{Cl}^- > \text{OH}^-$

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 KESIMPULAN

1. Dari hasil penelitian didapatkan efisiensi penyisihan ion  $\text{Cl}^-$  berkisar antara 98,2% – 95,7%.
2. Variasi laju alir yang digunakan memberikan pengaruh terhadap penurunan kandungan ion  $\text{Cl}^-$ . Semakin kecil laju alir yang digunakan akan semakin banyak ion yang dapat dipertukarkan, didapatkan pada laju alir 140 ml/menit. Waktu pengamatan juga memberikan pengaruh terhadap penurunan ion  $\text{Cl}^-$ . Semakin lama proses pertukaran ion, efisiensi penyisihan akan semakin menurun.
3. Hasil pengolahan air laut dengan metode pertukaran ion menggunakan tanah lempung teraktivasi sebagian besar sudah memenuhi baku mutu PERMENKES416/MENKES/PER/IX/1990.

##### 4.2 SARAN

1. Mengingat banyaknya faktor yang mempengaruhi proses pertukaran ion,

maka perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan berbagai variasi sehingga diperoleh gambaran yang lengkap untuk merumuskan suatu model pengolahan air laut menjadi air bersih.

2. Perlu digunakan rentang waktu pengamatan yang lebih lama untuk melihat titik jenuh sehingga dapat diketahui waktu untuk pencucian dan regenerasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Astawa, Ketut Dkk. 2011. *Analisa Performansi Destilasi ArLaut Tenaga Surya Menggunakan penyerap Radiasi Surya Tipe Bergelombang Berbahan Dasar Beton*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik. Universitas Udayana.
- Hala, Yusafir Dkk. 2003. *Upaya Deklorinasi Air Laut Menggunakan Resin Amberlite IRA-400 Pada Berbagai Diameter Kolom*. Jurusan Kimia FMIPA. Universitas Hasanudin.
- Said, Nusa Idaman. 2003. *Teknologi Reverse Osmosis*. BAB 10. Pdf.
- Sunardi Dkk. 2012. *Adsorpsi Limbah Uranium Menggunakan Lempung Hargo Mulyo*. Pusat Teknologi Akselerator dan Prosen Bahan-BATAN. Yogyakarta.
- Apriani, Ratih Suci Dan Putu Wesen. 2010. *Penurunan Salinitas Air Payau Dengan Menggunakan Resin Penukar Ion*. Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" JawaTimur.
- Kurniati, Roselin Indah. 2014. *Efisiensi Penurunan Kadar Timbal dan Kalsium Pada Air Laut dengan Metoda Penukar Ion yang Memanfaatkan Tanah Lempung*. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik. Universitas Riau.
- Sutanto, Rachman. 2005. *Dasar-dasar Ilmu Tanah Konsep dan Kenyataan*. Kanisius: Yogyakarta.
- Masduqi, Ali 2011. *Pengolahan Fisik Kimiawi*. Pdf