

# PROSES PEMISAHAN ION NATRIUM (*Na*) DAN MAGNESIUM (*Mg*) DALAM BITTERN (BUANGAN) INDUSTRI GARAM DENGAN MEMBRAN ELEKTRODIALISIS

**Nur Hapsari**

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri UPN “Veteran” Jawa Timur  
Email : nurhapsari2000@yahoo.com

## *Abstrak*

*Pemisahan mineral yang terkandung dalam Bittern (mengandung kadar garam rendah) dapat menggunakan membran elektrodialisis. Dipilih membran elektrodialisis karena dalam beberapa literatur diperoleh data, bahwa untuk kandungan garam yang rendah elektrodialisis dapat menghasilkan produk yang cukup jernih. Sehingga mineral yang terkandung dalam Bittern dapat terpisah dan dimanfaatkan secara optimal. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil terbaik untuk ion Natrium (*Na*) diperoleh pada konsentrasi umpan sebesar 21.425,90 ppm, voltage kuat arus sebesar 2,8 Volt dengan waktu selama 30 menit dan % Rejeksi yang diperoleh sebesar 78,43% , sedang untuk ion Magnesium (*Mg*) diperoleh pada konsentrasi umpan sebesar 15.795,30 ppm, voltage kuat arus sebesar 2,5 Volt dengan waktu selama 150 menit dan % Rejeksi yang diperoleh sebesar 97,02.%.*

**Kata kunci** : membran, kation, anion, voltage, elektrodialisis

## *Abstract*

*Electrolyses membrane could be used as a separation material of minerals from Bittern (low salt content). According to the several literatures data's proved that the electrolyses membrane could be used as a separation material for low salt content liquid optimally. So that the minerals content on bittern could be separated and worthwhile optimally. According to the research indicate that the best result of sodium ion (*Na*) obtained 21,425.90 ppm feeder concentration, 2.8 volt current voltage and 30 minutes operational time and 78.43% rejection. Whereas the Magnesium (*Mg*) obtained 15,795.30 ppm feeder concentration, 2.5 volt current voltage and 150 minutes operational time and 97.02% rejection.*

**Key word** : membrane, cation, anion, voltage, electrolyses

## PENDAHULUAN

Perkembangan industri di Indonesia tiap tahun terus menerus mengalami peningkatan, sesuai dengan laju berkembangnya teknologi. Banyak industri di Indonesia yang mempergunakan senyawa Natrium dan Magnesium sebagai bahan baku utama didalam proses produksinya, misalnya :

Natrium dalam bentuk logamnya adalah komponen yang penting dalam pembentukan ester-ester dan dalam industri senyawa organik. Logam alkali ini juga merupakan komponen dari sodium klorida ( $\text{NaCl}$ ) yang penting bagi kehidupan. Kegunaan yang lain: Dalam sabun, sebagai campuran dengan asam lemak tertentu. Untuk descale logam (membuat permukaan logam lebih halus). Untuk memurnikan

lehan logam. Dalam lampu uap, sodium sebagai sumber cahaya dari listrik yang efisien. Sebagai fluida transfer panas bagi beberapa jenis reactor nuklir.

Natrium juga sangat diperlukan untuk regulasi darah dan cairan-cairan tubuh, transmisi impuls saraf, aktivitas jantung, dan beberapa fungsi metabolisme tertentu.

Magnesium digunakan pada industri bata tahan panas, semen oksidkhorid, dan logam magnesium. Disamping itu juga ada industri yang mempergunakan ion magnesium dalam bentuk senyawa sebagai bahan pengisi, seperti : industri karet, kertas, tekstil, minuman, tinta cetak, gelas keramik, kosmetika ,dan untuk industri farmasi, dapat juga digunakan untuk pertanian.

Bittern adalah cairan pekat yang diperoleh dari sisa kristalisasi proses pembuatan garam. Bittern mengandung berbagai mineral baik mineral makro maupun mineral mikro. Mineral ini terjadi karena tidak ikut mengkristal saat pembuatan garam. Beberapa mineral yang terkandung dalam bittern adalah magnesium (Mg), natrium (Na), kalium (K), kalsium (Ca), klorida (Cl), sulfur (S) dan mineral mikro lainnya. Unsur mikro (trace mineral) ini seperti seng, tembaga (Cu), timbal (Pb).

Sebagai bahan baku yang mengandung Natrium (Na) dan Magnesium (Mg) tinggi, Bittern dapat diolah dan diformulasikan untuk diambil Natrium (Na) dan Magnesium (Mg)nya. Upaya untuk memperoleh Natrium (Na) dan Magnesium (Mg) yang terdapat pada limbah garam (Bittern) diperlukan suatu metode yang dapat memisahkan mineral secara optimal dengan alat yang digunakan sederhana tidak membutuhkan lahan yang besar serta menggunakan energi yang rendah mengingat harga bahan bakar yang tinggi saat ini. Dan yang paling penting lagi tidak menggunakan bahan kimia sehingga tidak mencemari lingkungan.

Teknologi dengan cara distilasi biasanya memerlukan energi yang sangat besar untuk perubahan fase. Harga energi yang terus meningkat menyebabkan proses tersebut menjadi tidak kompetitif. Sehingga dari uraian diatas, metode yang sesuai untuk proses pemisahan Bittern ini adalah

menggunakan membran yaitu membran Elektrodialisis.

Pada kesempatan kali ini, peneliti ingin mengkaji pengaruh kuat arus listrik didalam pemisahan Natrium (Na) dan Magnesium (Mg) dengan membran elektrodialisis. Dipilih membran elektrodialisis yang dapat menghasilkan produk cukup jernih dan efisien. Hal ini dikarenakan membran ini menggunakan proses pemisahan secara elektrokimia dan dialysis dengan ion-ion berpindah melintasi membran selektif anion dan kation dari larutan encer ke larutan yang lebih pekat akibat arus listrik searah.

Dibandingkan dengan teknologi lain, membran menawarkan keunggulan seperti pemakaian energi yang rendah, sederhana dan ramah lingkungan karena tanpa menggunakan bahan kimia. (Hartomo,1994)

## TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur dan mengkaji selektivitas atau kemampuan membran Elektrodialisis didalam proses pemisahan Natrium (Na) dan Magnesium (Mg) yang terkandung dalam Bittern. Lingkup penelitian ini akan dilakukan dengan variable konsentrasi Bittern, voltage kuat arus dan waktu operasi.

Variabel-variabel ini akan dipelajari kemudian dianalisis untuk menentukan selektivitasnya, karena dari selektivitas akan diketahui kemampuan dari membran elektrodialisis ini untuk memisahkan Natrium (Na) dan Magnesium (Mg) yang terkandung dalam Bittern.

## TEORI

Bittern adalah cairan pekat yang diperoleh dari sisa kristalisasi proses pembuatan garam. Bittern mengandung berbagai mineral baik mineral makro maupun mineral mikro. Mineral ini terjadi karena tidak ikut mengkristal saat pembuatan garam. Beberapa mineral yang terkandung dalam Bittern adalah Magnesium, Natrium, Kalium, Calsium, Klorida, Sulfur, dan mineral mikro lainnya.

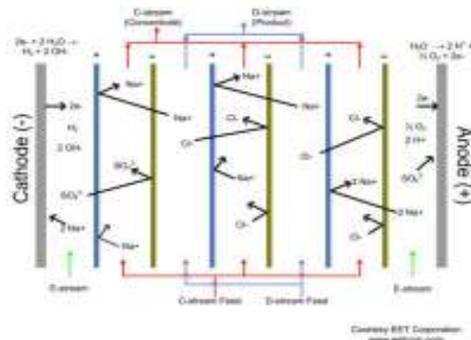
Secara sederhana membran didefinisikan sebagai lapisan penghalang semi permeabel yang membiarkan spesi-

spesi tertentu dari larutan atau suspensi menembusnya atau bisa juga dikatakan bahwa proses pemisahan berbasis membran merupakan proses pemisahan dengan jalan menahan salah satu komponen dan melewatkan komponen lainnya.

Proses perpindahan didalam membran akan berlangsung akibat adanya suatu gaya dorong (beda potensial kimia atau beda potensial listrik) yang bekerja pada komponen didalam system. Beda potensial terjadi akibat adanya perbedaan tekanan, konsentrasi, temperatur, atau potensial listrik. Proses berbasis membran yang terjadi akibat adanya beda potensial listrik, misalnya : elektrodialisis, dan proses lain yang berhubungan.

Elektrodialisis merupakan salah satu proses pemisahan ion-ion dari suatu larutan dengan mempergunakan arus listrik melalui membrane semipermeabel yang bersifat permeable terhadap ion tertentu. Proses ini menghasilkan satu bagian yang pekat yang disebut "**Konsentrat**" dan bagian lain yang encer disebut "**Diluat**". (Wenten, 2000).

Mekanisme pemisahan ion berdasarkan teknologi membrane elektrodialisis seperti berikut :



**Gambar 1.** Mekanisme proses pada Elektrodialisis (Mulder, 1991)

Prinsip dasar proses pemisahan ion dari larutan induk dan pengurangan ion-ion lainnya adalah penggunaan membran bermuatan dan arus listrik yang diperlukan sebagai gaya pendorong. Penentuan kuat arus yang diperlukan untuk penarikan ion-ion dari suatu larutan didasarkan atas

besarnya Potensial Standar dari setiap ion. (Vogel, 1979)

Dari persamaan Nerst tampak bahwa potensial electrode suatu electrode logam yang dibenamkan dalam larutan ionnya bergantung pada konsentrasi ion-ion tersebut. Jika aktivitas ion dalam larutan itu 1 (satu) mol/liter maka rumusnya menjadi :  $E = E^0$ , Jadi potensial electrode menjadi sama dengan potensial standar itu sendiri. Sebagai contoh untuk penaksiran/mengukur potensial standar dari electrode Natrium didasarkan pada persamaan :

$$E_0 = -2,714 + 0,0591 \log [Na^+]$$

dimana :  $E_0$  : Potensial electrode Na  
 $[Na^+]$  : Konsentrasi Na dalam larutan

### Selektivitas.

Selektivitas membran adalah ukuran kemampuan membran menahan atau melewatkan suatu spesi tertentu. Parameter yang digunakan untuk menyatakan selektivitas adalah koefisien rejeksi yang didefinisikan sebagai ratio antara beda konsentrasi melalui membran dengan konsentrasi feed (fraksi konsentrasi zat terlarut yang tertahan oleh membran).

Koefisien rejeksi dinyatakan dalam persamaan : (Cheryan.M,1986)

$$\tau = \frac{C_f - C_p}{C_f} = 1 - C_p / C_f$$

dimana :  $\tau$  : koefisien rejeksi  
 $C_p$  : konsentrasi zat terlarut dalam permeat ( mgr/lt )  
 $C_f$  : konsentrasi zat terlarut dalam feed ( mgr/lt )

### METODE PENELITIAN

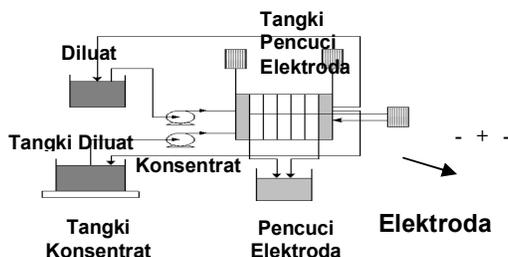
Bahan yang digunakan adalah Bittern, diperoleh dari PT GARAM di Madura, Jawa Timur.

Peralatan yang dipergunakan adalah membran penukar kation yang terbuat dari crosslink kopolimer divinylbenzene (DVB) dan polystyrene dengan gugus sulfonat untuk penukar ion, dan gugus ammonium

kwartener untuk penukar anion. Membran yang dipergunakan berbentuk plat.

Ada beberapa variable yang akan dilakukan pada penelitian ini, antara lain :

- Konsentrasi Bittern.
- Voltage kuat arus.
- Waktu operasi



Gambar 2. Rangkaian peralatan membran elektrodialisis

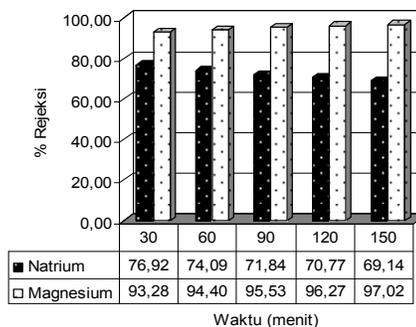
#### Prosedur percobaan

- Bittern dengan konsentrasi tertentu sesuai perlakuan diletakkan pada tangki Bittern.
- Kemudian larutan Bittern dialirkan ke modul membran Elektrodialisis, dengan menggunakan pompa dan diatur sesuai variable yang diinginkan. Dengan adanya pengaliran arus listrik searah, ion positif dapat ditarik lewat membran kation ke electrode negatif dan ion negatif bergerak ke arah berlawanan melewati membran anion. Sehingga kadar mineralnya, sedang konsentrat akan keluar pada sisi yang lain menuju tangki konsentrat. Dilakukan balikan kutub dan pencucian electrode pada waktu tertentu.
- Hasil yang diperoleh konsentrat Natrium (Na) dan Magnesium (Mg) ditampung dan dianalisis dengan AAS.

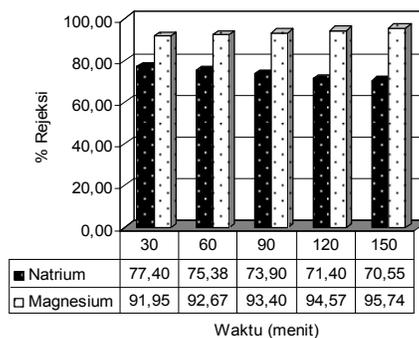
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil analisa komposisi bittern

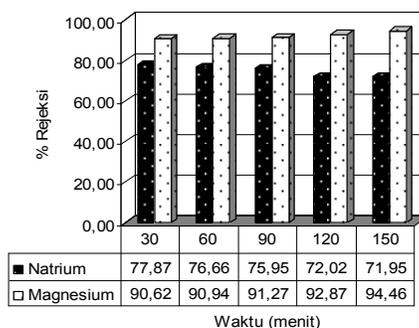
PARAMETER	KADAR (mg/l)		
	Bittern 1	Bittern 2	Bittern 3
Natrium (Na)	21425,90	43354,65	65283,40
Magnesium (Mg)	15795,30	31505,15	47215,00



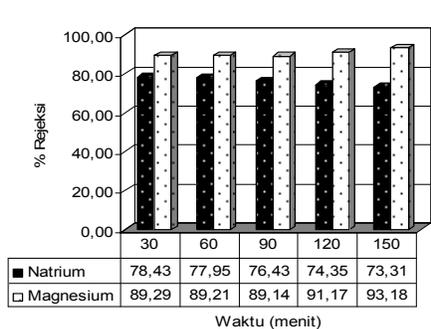
Gambar 3 Pengaruh Waktu operasi (menit) terhadap % Rejeksi untuk Konsentrasi Bittern 1 pada Voltage operasi 2,5 Volt



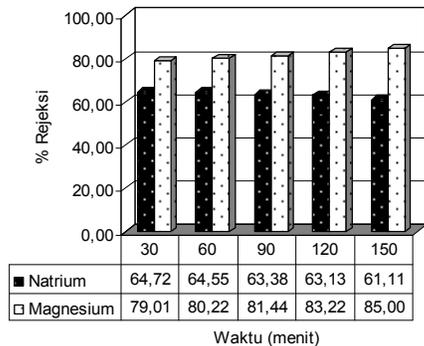
Gambar 4 Pengaruh Waktu operasi (menit) terhadap % Rejeksi untuk Konsentrasi Bittern 1 pada Voltage operasi 2,6 Volt



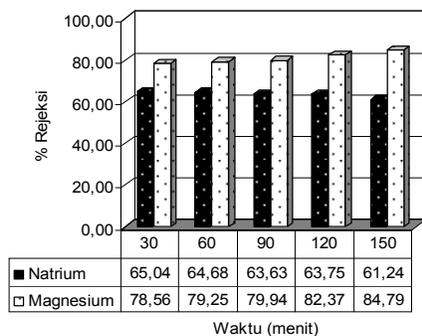
Gambar 5 Pengaruh Waktu operasi (menit) terhadap % Rejeksi untuk Konsentrasi Bittern 1 pada Voltage operasi 2,7 Volt



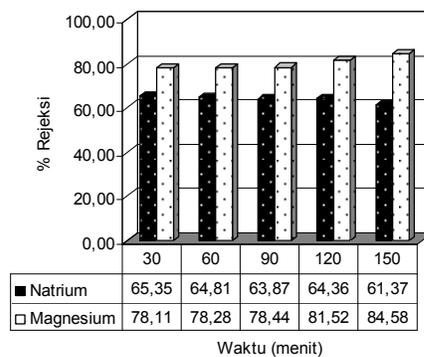
Gambar 6 Pengaruh Waktu operasi (menit) terhadap % Rejeksi untuk Konsentrasi Bittern 1 pada Voltage operasi 2,8 Volt



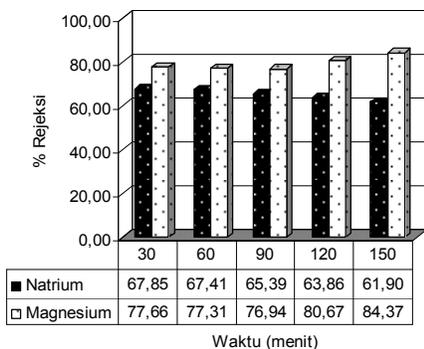
Gambar 7 Pengaruh Waktu operasi (menit) terhadap % Rejeksi untuk Konsentrasi Bittern 2 pada Voltage operasi 2,5 Volt



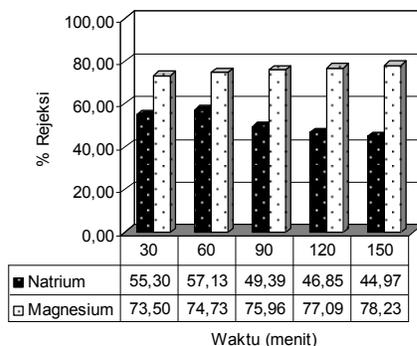
Gambar 8 Pengaruh Waktu operasi (menit) terhadap % Rejeksi untuk Konsentrasi Bittern 2 pada Voltage operasi 2,6 Volt



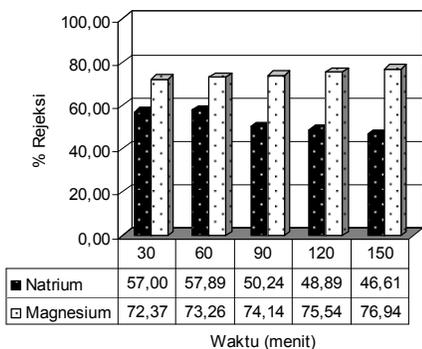
Gambar 9 Pengaruh Waktu operasi (menit) terhadap % Rejeksi untuk Konsentrasi Bittern 2 pada Voltage operasi 2,7 Volt

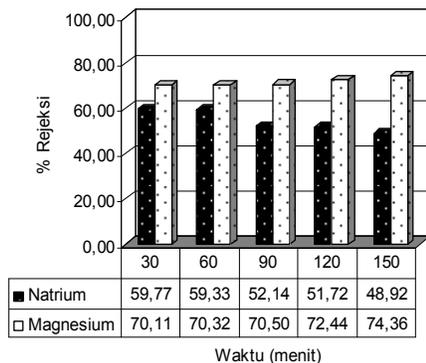


Gambar 12 Pengaruh Waktu operasi (menit) terhadap % Rejeksi untuk Konsentrasi Bittern 3 pada Voltage operasi 2,6 Volt



Gambar 13 Pengaruh Waktu operasi (menit) terhadap % Rejeksi untuk Konsentrasi Bittern 3 pada Voltage operasi 2,7 Volt





Gambar 14 Pengaruh Waktu operasi (menit) terhadap % Rejeksi untuk Konsentrasi Bittem 3 pada Voltage operasi 2,8 Volt

Dari Gambar 3 s/d 14 terlihat bahwa pada proses pemisahan dengan membran elektrodialisis, hasil yang diperoleh menunjukkan ion Magnesium (Mg) lebih selektif dibanding dengan proses pemisahan pada ion Natrium (Na). Pada proses pemisahan dengan membran elektrodialisis sangat dipengaruhi oleh berbagai hal, antara lain : konsentrasi feed, voltage yang digunakan dan waktu operasi.

Dari hasil penelitian diperoleh semakin kecil konsentrasi feed yang dipergunakan didapat hasil yang maksimal, karena dengan konsentrasi feed yang kecil maka jumlah ion dalam larutan juga sedikit sehingga perpindahan massa ion-nya akan terjadi secara cepat dan maksimal.

Pada proses pemisahan ion Natrium (Na), waktu yang diperlukan untuk memperoleh % Rejeksi terbesar adalah pada  $t = 30$  menit, sedangkan pada ion Magnesium (Mg) membutuhkan waktu selama 150 menit. Ini menunjukkan bahwa ion Natrium (Na) lebih mudah melewati pori membran elektrodialisis dibanding ion Magnesium (Mg).

Secara perhitungan teori diperoleh besarnya voltage untuk ion Magnesium (Mg) sebesar 2,37 volt dan dari hasil penelitian diperoleh 2,5 Volt. Sementara untuk ion Natrium (Na) secara teori diperoleh voltage sebesar 2,71 Volt dan dari hasil penelitian diperoleh 2,8 Volt. Dalam hal ini besarnya hasil voltage dalam penelitian tidak jauh berbeda dari hasil

perhitungan voltage secara teori, sehingga dapat dikatakan bahwa voltage yang dipergunakan untuk penelitian sudah tepat.

Sementara itu dari keseluruhan variable operasi yang dijalankan (yaitu konsentrasi feed, voltage kuat arus dan waktu operasi), dari hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil terbaik untuk ion Natrium (Na) diperoleh pada konsentrasi feed sebesar 21.425,90 ppm, voltage kuat arus sebesar 2,8 Volt dengan waktu selama 30 menit dan % Rejeksi yang diperoleh sebesar 78,43% , sedang untuk ion Magnesium (Mg) diperoleh pada konsentrasi feed sebesar 15.795,30 ppm, voltage kuat arus sebesar 2,5 Volt dengan waktu selama 150 menit dan % Rejeksi yang diperoleh sebesar 97,02%.

## KESIMPULAN

1. Membran elektrodialisis pada penelitian ini dapat dipergunakan untuk memisahkan ion Natrium (Na) dan ion Magnesium (Mg).
2. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa ion Magnesium (Mg) lebih selektif dibanding dengan ion Natrium (Na).
3. Perpindahan ion terbaik berlangsung pada kondisi : untuk ion Natrium (Na) diperoleh pada konsentrasi feed sebesar 21.425,90 ppm, voltage kuat arus sebesar 2,8 Volt dengan waktu selama 30 menit dan % Rejeksi yang diperoleh sebesar 78,43% , sedang untuk ion Magnesium (Mg) diperoleh pada konsentrasi feed sebesar 15.795,30 ppm, voltage kuat arus sebesar 2,5 Volt dengan waktu selama 150 menit dan % Rejeksi yang diperoleh sebesar 97,02%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Cheryan . M, (1986) “ *Ultrafiltration Hand book* “, Technomic Publishing Company. Inc 851, New Holland Avenue
- Hartomo, A . J dan Widiatmoko, M.C, (1994) “ *Teknologi Membran Untuk Pemurnian Air*”, Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- Mulder , M , (1991) “ *Basic Principles of Membrane Technology* ”, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.

- Vogel, (1979) "Textbook of Macro and Semimicro Qualitative Inorganic Analysis", ed. V, Longman Group Limited, London.
- Wenten, I. G. Wiguna, (2000) "*Teknologi Membran Industri* ", ITB-Bandung.