

# PROSES PEMISAHAN ION K (KALIUM) DAN Ca(CALSIUM) DALAM BITTERN DENGAN MEMBRAN ELEKTRODIALISIS

**Nur Hapsari**

Jurusan Teknik Kimia, UPN “Veteran” Jawa Timur

Email : nurhapsari2000@yahoo.com

## **ABSTRACT**

*Membrane defined as a thin layer semi permeable material which as filtering apparatus based on the physical characteristic. Whereas electro dialyses will be a filtration process electrochemically with ions move through selective cation-anion membrane, from the light solution to the heavy solution because of the existing the electrical co current.*

*The variable of the research done are intake concentration, electrical current voltage and time. The result of the research indicated that the best result for potassium ion (K) are 57.353,55 ppm concentration intake, 2,3 Volts current voltage and 150 minutes time and 98,18% rejection obtained. Whereas the calcium ion indicate at the 4.938 ppm, concentration intake 2,9 Volt current voltage and 30 minutes time, and 98,93% rejection obtained.*

**Keywords** : membrane, cation, anion, voltage, electro dialyses

## **ABSTRAK**

*Membran didefinisikan sebagai lapisan tipis semi permeabel yang berfungsi sebagai alat pemisah berdasarkan sifat fisiknya. Sedangkan elektrodialisis merupakan proses pemisahan secara elektrokimia dengan ion-ion yang berpindah melintasi membran selektif kation dan anion dari larutan encer ke larutan yang lebih pekat akibat adanya arus listrik searah.*

*Variabel penelitian yang dilakukan adalah variabel konsentrasi umpan , voltage arus listrik dan waktu . Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil terbaik untuk ion Kalium (K) diperoleh pada konsentrasi feed sebesar 57.353,55 ppm, voltage kuat arus sebesar 2,3 Volt dengan waktu selama 150 menit dan % Rejeksi yang diperoleh sebesar 98,18% , sedang untuk ion Calsium (Ca) diperoleh pada konsentrasi feed sebesar 4.938 ppm, voltage kuat arus sebesar 2,9 Volt dengan waktu selama 30 menit dan % Rejeksi yang diperoleh sebesar 98,93%.*

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

## **PENDAHULUAN**

Selain garam, produk sampingan dalam proses pembuatan garam adalah bittern. Bittern sendiri adalah cairan pekat yang diperoleh dari kristalisasi proses pembuatan garam. Bittern mengandung berbagai mineral baik mineral makro maupun mikro. Mineral ini terjadi karena tidak ikut mengkristal saat pembuatan garam.

Beberapa mineral yang terkandung dalam bittern adalah magnesium (Mg), natrium (Na), kalsium (Ca), kalium (K), klorida (Cl), sulfur (S), TSS, TDS dan mineral mikro lainnya. Unsur mikro (trace mineral) ini Seperti seng, tembaga (Cu), timbal (Pb), mangan (Mn), cadmium (Md), merkuri (Hg), nikel (NiO), perak (Ag), merupakan logam berat yang diintrodusir oleh manusia.

Upaya untuk memperoleh Kalium (K) dan Calsium (Ca) 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.

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur dan mengkaji selektivitas atau

kemampuan membran Elektrodialisis didalam proses pemisahan Kalium (K) dan Calsium (Ca) yang terkandung dalam Bittern. Lingkup penelitian ini akan dilakukan dengan variable konsentrasi Bittern, voltage kuat arus dan waktu operasi.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **- Bittern**

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.

#### 1. Sifat fisika dari Bittern :

- Berbentuk cair berwarna bening hingga keruh kekuningan
- Tidak berbau
- Specific gravity = 2,32
- Melting point = 708°C
- Boiling point = 1412°C.

#### 2. Sifat kimia dari Bittern :

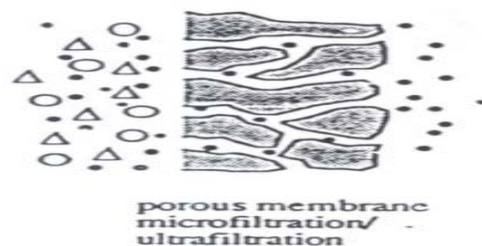
- Larut dalam air dan alcohol
- Sukar terbakar
- Tidak berbahaya

### - Pemisahan Dengan Membrane

Membran dapat didefinisikan sebagai lapisan tipis yang digunakan untuk memisahkan dua fasa dan berfungsi sebagai penahan selektif terhadap perpindahan suatu bahan. Meskipun karakteristik membran didasarkan pada strukturnya, untuk kerja pada flux dan selektifitasnya tergantung dari elemennya yang terdapat pada dua fase tersebut serta tenaga penggerak (driving force) yang digunakan. Oleh karena itu membrane diklasifikasikan berdasarkan tipe pemisahannya, dan kemudian dipilih struktur yang lebih baik untuk mengembangkan unjuk kerja proses pemisahan tersebut.

Ada tiga mekanisme pemisahan yang tergantung pada satu sifat spesifik komponen untuk dihilangkan secara selektif oleh membrane, yaitu : (Wenten, 2000)

- Pemisahan berdasarkan perbedaan ukuran. Operasi utamanya antara lain Microfiltrasi, Ultrafiltrasi, dan dialysis.
- Pemisahan berdasarkan perbedaan kelarutan dan diffusivitas bahan. Operasi yang dilakukan biasanya permeasi gas, pervaporasi dan Reverse Osmosis.
- Pemisahan berdasarkan perbedaan elektrokimia, dipisahkan dengan elektrodialisis dan dialysis Donnan.



Gambar 1 Skema Pemisahan Membran

### - Mekanisme Membran Elektrodialisis

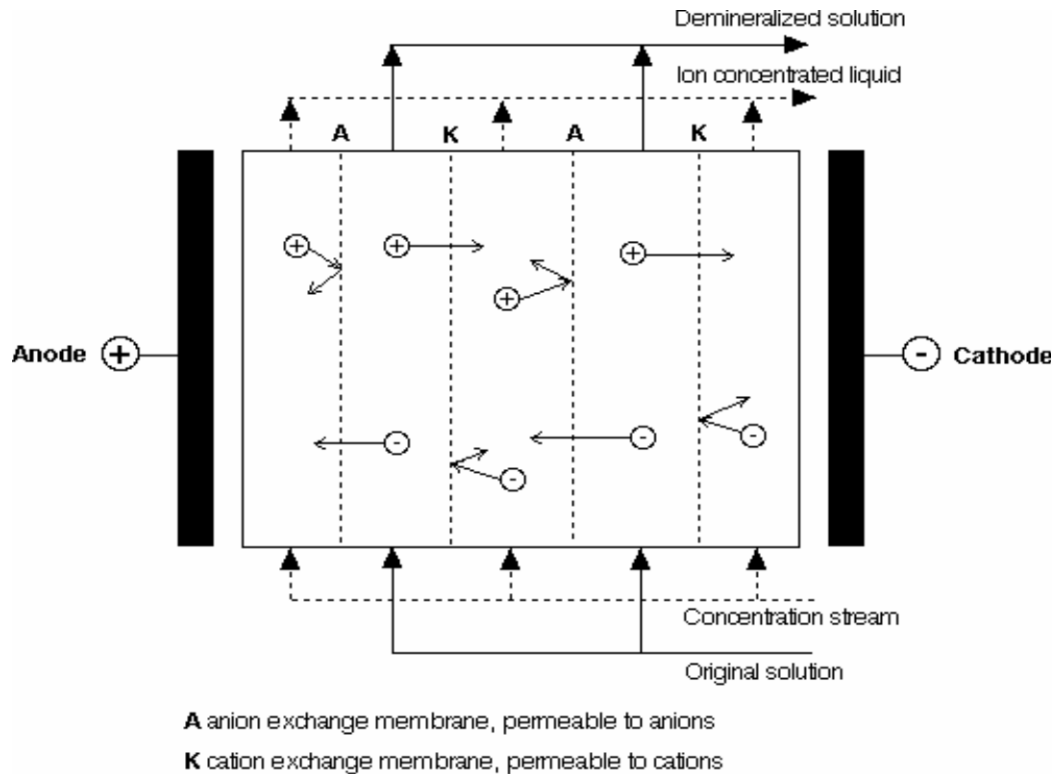
Elektrodialisis merupakan salah satu proses pemisahan ion-ion dari suatu larutan dengan mempergunakan arus listrik melalui membrane semipermeabel yang bersifat permeable terhadap ion tertentu.

Proses ini menghasilkan satu bagian yang pekat yang disebut "*Konsentrat*" dan bagian lain yang encer disebut "*Diluat*". (Wenten, 2000)

Penggunaan utama proses Elektrodialisis adalah pada proses desalting larutan ionic, pemisahan asam amino, proses klor-alkali, proses produksi NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Mekanisme pemisahan ion berdasarkan teknologi membrane elektrodialisis seperti berikut :

PROSES PEMISAHAN ION K DAN Ca DALAM BITTERN DALAM MEMBRAN ELEKRODIALISI  
Nur Hapsari



from Kessler, H. G. Food Engineering and Dairy Technology

Gambar 2 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.

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 :  $E = E^{\circ}$ , Jadi potensial electrode menjadi sama dengan potensial standar itu sendiri. Sebagai contoh untuk penaksiran/mengukur potensial standar dari electrode Natrium didasarkan pada persamaan :

$$E_o = - 2,714 + 0,0591 \log [ Na^+ ] \dots\dots(1)$$

dimana :  $E_o$  : 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)

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

.....(2)

Dengan,

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

**METODE PENELITIAN**

Bittern, diperoleh dari PT GARAM di Madura, Jawa Timur.

Tabel 1 Hasil Analisa Komposisi Bittern

PARAMETER	KADAR (mg/lt)		
	Bittern 1	Bittern 2	Bittern 3
Kalium (K)	28.426,8	57.353,55	86.280,30
Calsium (Ca)	4.938,0	10.106,5	15.275,0

**Peralatan yang dipergunakan**

- 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.

Tabel 2 Spesifikasi Membran Penukar Ion Yang Digunakan

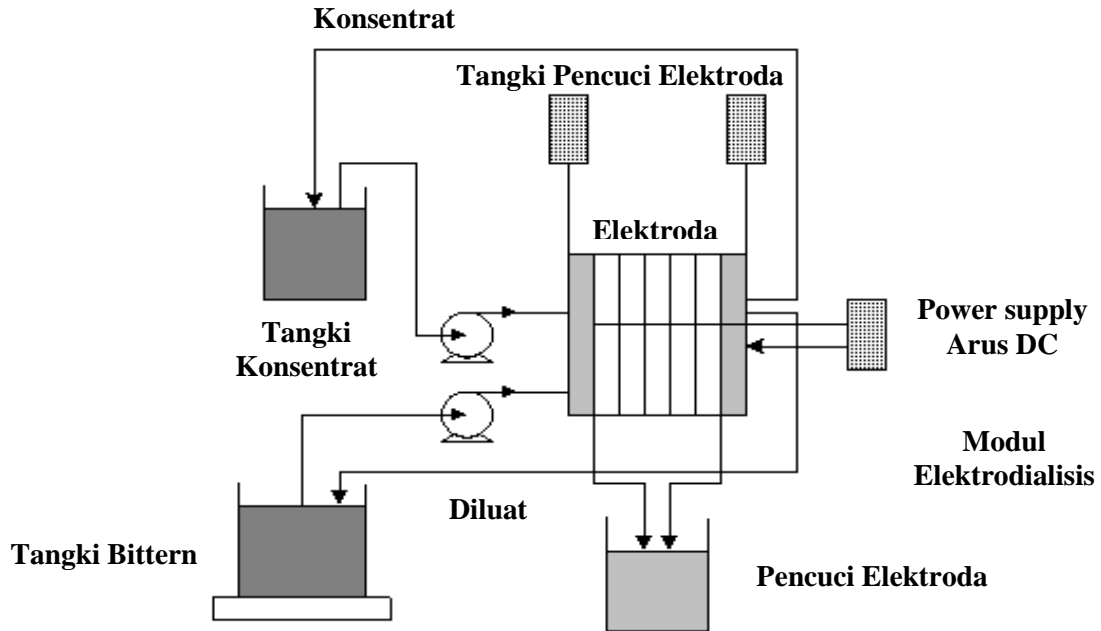
JENIS MEMBRAN	KATION (MC-3470)	ANION (MA-3475)
Ketebalan (µm)	343	368
Luas hambatan (ohm/cm <sup>2</sup> )	25	50
Total exchange capacity (meq/g)	1,4	1,0
Stabilitas tempe- ratur maks. 0C	60	60

PROSES PEMISAHAN ION K DAN Ca DALAM BITTERN DALAM MEMBRAN ELEKRODIALISIS  
Nur Hapsari

Individual membrane area sq meter	0,0154	0,0154
--------------------------------------	--------	--------

- Stopwatch.

- Elektroda yang digunakan adalah dari stainless steel (SS-304), jumlah 2 buah.
- Spacer dari hard nylon.
- Kompartment berjumlah 4.



Gambar 3 Rangkaian peralatan membran elektrodialisis

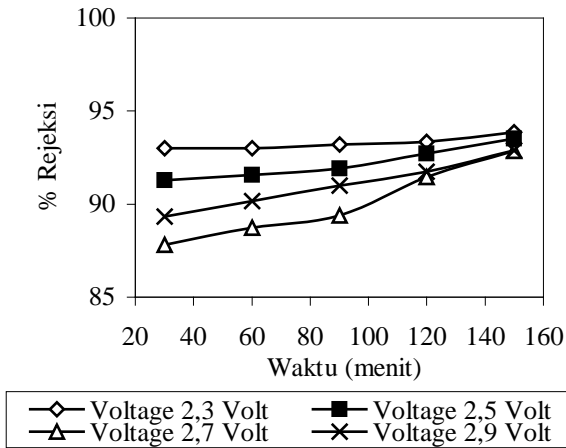
### Prosedur percobaan

- 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

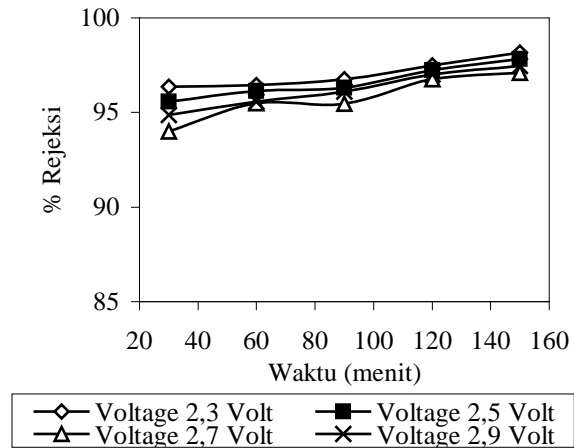
ion negatif bergerak kearah berlawanan melewati membran anion. Sehingga cairan ditengah (diluut) berkurang kadar mineralnya, sedang konsentrat akan keluar pada sisi yang lain menuju tangki konsentrat.

- Dilakukan balikan kutub dan pencucian electrode pada waktu tertentu.
- Hasil yang diperoleh konsentrat Kalium (K) dan Calsium (Ca) ditampung dan dianalisis dengan AAS.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

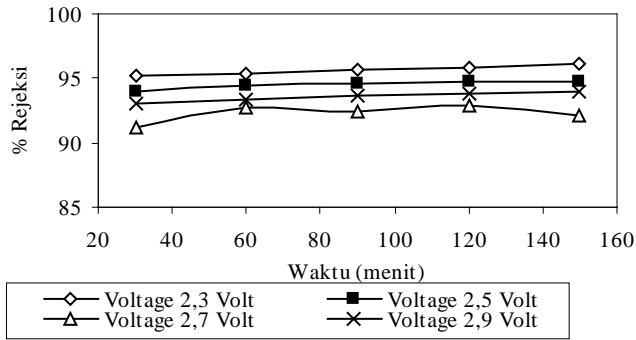


Gambar 4 Pengaruh Voltage (Volt) terhadap % Rejeksi untuk Konsentrasi Bittern 1 pada Proses Pemisahan Kalium (K)

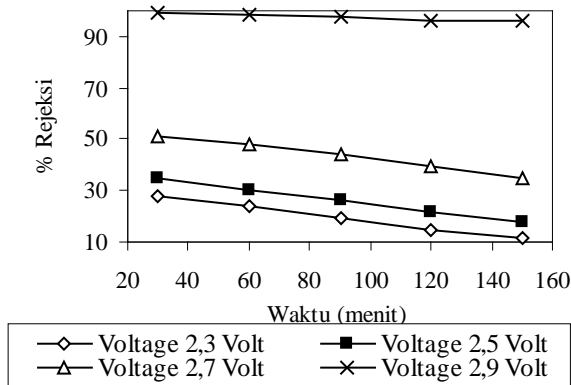


Gambar 5 Pengaruh Voltage (Volt) terhadap % Rejeksi untuk Konsentrasi Bittern 2 pada Proses Pemisahan Kalium (K)

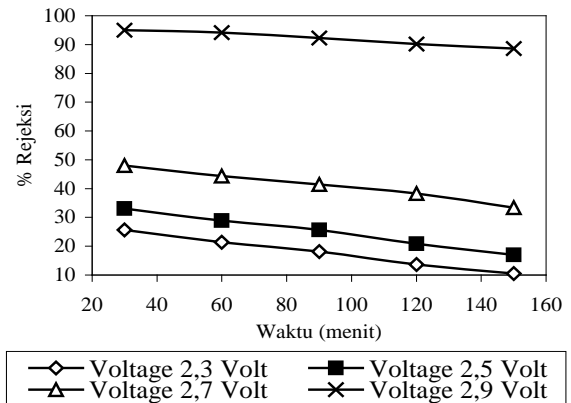
PROSES PEMISAHAN ION K DAN Ca DALAM BITTERN DALAM MEMBRAN ELEKRODIALISI  
 Nur Hapsari



Gambar 6 Pengaruh Voltage (Volt) terhadap % Rejeksi untuk Konsentrasi Bittern 3 pada Proses Pemisahan Kalium (K)



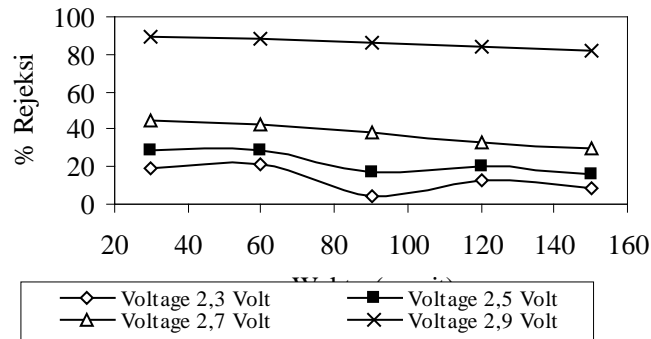
Gambar 7 Pengaruh Voltage (Volt) terhadap % Rejeksi untuk Konsentrasi Bittern 1 pada Proses Pemisahan Calsium (Ca)



Gambar 8 Pengaruh Voltage (Volt) terhadap % Rejeksi untuk Konsentrasi Bittern 2 pada Proses Pemisahan Calsium (Ca)







Gambar 9 Pengaruh Voltage (Volt) terhadap % Rejeksi untuk Konsentrasi Bittern 3 pada Proses Pemisahan Calsium (Ca)

Pada proses pemisahan ion Kalium (K), waktu yang diperlukan untuk memperoleh % Rejeksi terbesar adalah pada  $t = 150$  menit, sedangkan pada ion Calsium (Ca) membutuhkan waktu selama 30 menit. Hal ini dikarenakan konsentrasi ion Kalium (K) dalam Bittern jauh lebih besar dibanding konsentrasi ion Calsium (Ca) dalam Bittern sehingga ion Kalium (K) membutuhkan waktu lebih lama untuk proses pemisahannya.

Pada penelitian ini, voltage yang diperlukan pada pemisahan ion Kalium (K) untuk menghasilkan hasil yang optimal sebesar 2,3 Volt sedang untuk pemisahan ion Calsium (Ca) sebesar 2,9 Volt.

Perolehan besarnya voltage untuk pemisahan ion Calsium (Ca) pada penelitian ini sebesar 2,9 Volt sesuai dengan perhitungan yang ada dalam teori (Vogel), sementara itu untuk ion Kalium (K) sedikit berbeda dari perhitungan secara teori.

Secara perhitungan diperoleh besarnya voltage untuk ion Kalium (K) sebesar 2,92 volt dan dari hasil penelitian diperoleh 2,3 Volt, perbedaan ini disebabkan karena permeabilitas (kemampuan memisahkan) membrane elektrodialisis ini terhadap ion Kalium (K) sangat tinggi sehingga ion Kalium (K) mudah menembus membran dalam voltage yang rendah.

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 Kalium (K) diperoleh pada konsentrasi feed sebesar 57.353,55 ppm, voltage kuat arus sebesar 2,3 Volt dengan waktu selama 150 menit dan % Rejeksi yang diperoleh sebesar 98,18% , sedang untuk ion Calsium (Ca) diperoleh pada konsentrasi feed sebesar 4.938 ppm, voltage kuat arus sebesar 2,9 Volt dengan waktu selama 30 menit dan % Rejeksi yang diperoleh sebesar 98,93%.

#### SIMPULAN

1. Membran elektrodialisis yang digunakan pada penelitian ini selektif terhadap ion Kalium (K) dan Calsium (Ca).
2. Perpindahan ion terbaik berlangsung pada kondisi : untuk ion Kalium (K) diperoleh pada konsentrasi feed sebesar 57.353,55 ppm, voltage kuat arus sebesar 2,3 Volt dengan waktu selama 150 menit dan % Rejeksi yang diperoleh sebesar 98,18% , sedang untuk ion Calsium (Ca) diperoleh pada konsentrasi feed sebesar 4.938 ppm, voltage kuat arus sebesar 2,9 Volt dengan waktu selama 30 menit dan % Rejeksi yang diperoleh sebesar 98,93%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Cheryan . M, Ultrafiltration Hand book, Technomic Publishing Company. Inc 851, New Holland Avenue, 1986
- Fane.A.G, Pressure - Driven Membrane Processes Microfiltration , Ultrafiltration , and Reverse Osmosis , Proceedings of the 1<sup>st</sup> Indonesian-Australian Workshop on Membranes, ITB, Bandung. 2000
- Hartomo, A . J dan Widiatmoko, M.C, Teknologi Membran Untuk Pemurnian Air, Penerbit Andi Offset, Yogyakarta, 1994
- Mulder , M , Basic Principles of Membrane Technology , Kluwer Academic Publishers, Netherlands 1991
- Rautenbach, R. Albrecht, R, Membrane Processes, John Wiley & Sons, Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore. 1989
- Redjeki, Sri,, Desalinasi Air Payau Dengan Proses Elektrodialisis, Disertasi, Program Pasca Sarjana UNAIR Surabaya. 2005
- Vogel, Texbook of Macro and Semimicro Qualitative Inorganic Analysis, ed. V, Longman Group Limited, London. 1979
- Wenten, I . G . Wiguna, Teknologi Membran Industri ITB-Bandung. 2000