

## MODEL ALAT PENAWAR AIR TANAH TERINTRUSI AIR LAUT (AIR PAYAU) DENGAN PROSES ELEKTROKOAGULASI

Danang Wijayanto\*, Sutanto\*\*

\*Jurusan T.Elektro-PNJ, Telp&Fax : (021)7863531, [dngwijayanto@gmail.com](mailto:dngwijayanto@gmail.com)

\*\*Jurusan T.Elektro-Politeknik Negeri Jakarta

### ABSTRACT

Brackish water or fresh water that tastes a bit salty due to seawater mixed is a frequent problem faced by people living close to the beach area. Ground water areas near shore are often caused by sea water intrusion inland. In general, brackish water can not be used as drinking water, and less feasible to be used for much else. To be used as drinking water and appropriate for use in domestic use brackish water needs special treatment to reduce the levels of minerals in it, primarily to reduce levels of salt in it. For this purpose an equipment model has been made. This model works based on the electrocoagulation process. This electrocoagulation equipment model consists of a rectangular bathtub equipped with stirrer, and square shaped settling tanks. The sizes of electrocoagulation process tank are 20 cm length, 20 cm width and 40 cm high. Motor with capacity of 0.5 hp used to stirred, equipped with 4 pieces blades. While the sizes of settling tank are 20 cm long, 20 cm wide and 40 cm high. Performance testing of this model implemented by filling 4.5 liters of brackish water into the electrocoagulation tank and each test processed using electric current of 1 ampere, 3 amperes and 5 amperes. Observation time for each test is 40, 80, 120, 160, 200, 240, 280, 320, 360, 400, 440 and 480 minutes. Concentration measurement of magnesium and sodium for each test performed by AAS. The final results of testing showed that the use of 3 amperes electric currents is able to reduce levels of magnesium from 100,000 mg/ltr to 81 mg/ltr and reduce sodium levels from 9600 mg/ltr to 185 mg/ltr with 400 minutes operating time.

**Key words:** Brackish Water, Minerals Content, Electrocoagulation Process, Minerals Reduction, Fresh Water

### ABSTRAK

Air payau atau air tawar yang rasanya agak asin karena tercampur air laut merupakan masalah yang sering dihadapi oleh masyarakat yang tinggal didaerah dekat dengan pantai. Air tanah daerah dekat pantai sering bersifat payau disebabkan adanya intrusi air laut ke daratan. Pada umumnya air payau tidak dapat digunakan sebagai air minum, dan kurang layak digunakan untuk keperluan yang lain. Agar dapat digunakan sebagai air minum dan layak digunakan untuk keperluan rumah tangga sehari-hari air payau perlu perlakuan khusus yang tujuannya mengurangi kadar mineral didalamnya terutama mengurangi kadar garam. Untuk keperluan ini telah dibuat model alat yang bekerja berdasarkan proses elektrokoagulasi. Model alat terdiri atas bak proses elektrokoagulasi berbentuk persegi yang dilengkapi pengaduk dan bak pengendap berbentuk persegi. Ukuran bak proses elektrokoagulasi panjang 20 cm, lebar 20 cm dan tinggi 40 cm. Ukuran motor pengaduk adalah 0,5 hp yang dilengkapi 4 buah sudu. Sedangkan bak pengendap berukuran panjang 20 cm, lebar 20 cm dan tinggi 40 cm. Pengujian kinerja alat dilakukan dengan mengisi 4,5 liter air payau ke dalam bak proses elektrokoagulasi dan untuk setiap pengujian digunakan arus listrik 1 ampere, 3 ampere dan 5 ampere. Waktu pengamatan untuk masing-masing pengujian adalah 40,80,120,160,200,240,280,320,360,400,440 dan 480 menit. Pengukuran konsentrasi magnesium dan natrium untuk setiap pengujian dilakukan dengan AAS. Hasil akhir pengujian menunjukkan bahwa pada penggunaan arus listrik 3 ampere mampu menurunkan kadar magnesium dari 100.000 mg/l menjadi 81 mg/l untuk dan kadar natrium dari 9.600 mg/l menjadi 185 mg/l dengan waktu operasi 400 menit.

**Kata kunci:** Air Payau, Kandungan Mineral, Proses Elektrokoagulasi, Reduksi Mineral, Air Tawar

### PENDAHULUAN

Air memegang peranan yang sangat penting dalam mengatur kehidupan di dunia

ini. Hampir semua makhluk hidup yang ada di

permukaan bumi baik tumbuhan, hewan maupun manusia selalu membutuhkan air untuk mempertahankan kehidupannya. Sumber air dapat diperoleh dari sungai, air tanah, air hujan, danau atau laut yang telah dinetralkan. Pada umumnya masyarakat yang tinggal disekitar pantai menggunakan air tanah sebagai bahan baku untuk air tawar. Tetapi pada saat ini kebanyakan air tanah disekitar pantai telah mengalami intrusi (perembesan) air laut, sehingga air menjadi payau dan terasa asin. Akibatnya sumber bahan baku air tersebut tidak bisa dimanfaatkan secara langsung oleh masyarakat untuk memenuhi keperluan rumah tangga, misalnya: untuk memasak, mandi, mencuci dan sebagainya. Disekitar Jakarta terjadinya intrusi air laut bisa ditemukan didaerah Monas, Kemayoran, Kalideres dan Cilincing. Rasa asin dalam air tanah yang telah terintrusi air laut adalah sebagai akibat adanya kandungan garam dan berbagai mineral lain yang relatif tinggi dalam air laut. Berdasarkan hasil analisis terhadap kandungan garam dan mineral yang terdapat dalam air laut, ternyata air tersebut mengandung senyawa Klorida 55%, senyawa Sulfat 7,7%, Natrium 30,6%, Kalsium 1,2%, Kalium 1,1%, Magnesium 3,7% , lain - lain 0,7%.

Terjadinya intrusi air laut kedalam air tanah juga dapat menimbulkan korosi dan menyebabkan kerusakan infrastruktur seperti jembatan, bangunan dan sebagainya yang bisa membahayakan keselamatan manusia dan lingkungan sekitarnya. Kejadian ini bisa dibuktikan dengan runtuhnya jembatan di Jalan R.E Martadinata, Jakarta Utara yang diperkirakan salah satu penyebabnya adalah terjadinya intrusi air laut kedalam air tanah. Supaya air payau atau air tanah yang telah terintrusi oleh air laut dapat dimanfaatkan kembali sebagai air tawar yang memenuhi sebagai air bersih, maka kandungan garam dan mineral yang terkandung harus diturunkan sampai memenuhi persyaratan ambang batas aman. Berdasarkan Peraturan Menteri

Kesehatan RI No.907/Menkes/SK/VII/2002 disebutkan bahwa kandungan mineral maksimum yang diijinkan dalam air minum (air tawar) masing-masing adalah: 0,2 mg/l untuk aluminium (Al), 0,3 mg/l untuk besi (Fe), 0,1 mg/l untuk mangan (Mn), 0-200 mg/l untuk kalsium (Ca), 0-150 mg/l untuk magnesium (Mg), 200 mg/l untuk natrium (Na), 0,5 mg/l untuk kalium (K), 250 mg/l untuk klorida, 44 mg/l untuk nitrat, 3,3 mg/l untuk nitrit, 400 mg/l untuk sulfat, 5 NTU untuk kekeruhan dan 10 mg/l untuk bahan organik.

Untuk menghilangkan atau menurunkan kandungan garam dan mineral dalam air tanah yang telah terintrusi oleh air laut dapat dilakukan dengan proses elektrokoagulasi. Proses elektrokoagulasi bertujuan untuk menghilangkan atau menurunkan kandungan senyawa garam (senyawa sulfat, senyawa klorida dan lain-lain) dan mineral (natrium, magnesium, kalsium, kalium dan lain-lain) yang terdapat dalam air tanah yang telah terintrusi air laut dengan prinsip membentuk gumpalan atau flok alumium hidroksid atau  $Al(OH)_3$  yang akan mengikat semua senyawa garam dan mineral, sehingga mudah diendapkan secara elektrolisis. Pada penelitian ini dirancang model alat untuk proses elektrokoagulasi berupa peralatan proses yang bekerja secara "batch". Model alat terdiri atas bak proses, sumber DC, anoda dan katoda dari bahan aluminium. Metode lain yang dapat dilakukan untuk menurunkan kandungan senyawa garam dan mineral dalam air payau adalah menggunakan proses penyulingan (distilasi), osmisis balik (reverse osmisis) dan proses evaporasi (penguapan). Tetapi metoda ini membutuhkan peralatan yang cukup rumit dan biaya operasional sangat mahal, sehingga cukup sulit dan memberatkan untuk diaplikasikan pada masyarakat. Beberapa kelebihan proses elektrokoagulasi dibandingkan dengan metoda yang pernah dilakukan tersebut antara lain:

- a) Tidak perlu ada penambahan bahan kimia untuk mengikat senyawa garam dan mineral sehingga tidak memberikan dampak negatif atau efek samping terhadap lingkungan
- b) Alat cukup sederhana sehingga mudah dioperasikan
- c) Biaya pembuatan alat dan biaya operasi lebih murah
- d) Belum banyak dikembangkan oleh para peneliti untuk memproses air payau (air tanah yang terintrusi air laut) menjadi air tawar
- e) Belum banyak dimanfaatkan oleh masyarakat umum, industri kecil atau industri besar dalam pengadaan air tawar dengan bahan baku dari air payau (air tanah yang terintrusi air laut).

Bagi masyarakat umum sumber air tawar dengan mudah bisa diperoleh dari air tanah, air danau, air sungai, air hujan dan sebagainya. Tetapi bagi masyarakat yang tinggal disekitar pantai kebutuhan air tawar cukup sulit didapatkan walaupun disekitar pantai tersedia air laut yang cukup melimpah. Jika air tawar diambil dari air tanah ternyata sebagian besar air tersebut juga telah mengalami intrusi (penyusupan) air laut. Oleh karena itu kedua sumber air tersebut rasanya asin sehingga tidak bisa dipakai langsung untuk keperluan sehari-hari, seperti mencuci, memasak, minum, mandi dan sebagainya. Timbulnya rasa asin pada air laut dan air tanah yang telah terintrusi air laut karena terkandung garam-garam dan mineral yang relatif tinggi. Berdasarkan hasil analisis terhadap air laut ternyata terkandung senyawa Klorida 55%, senyawa Sulfat 7,7%, Natrium 30,6%, Kalsium 1,2%, Kalium 1,1%, Magnesium 3,7%, lain - lain 0,7% (Osella,1999)<sup>[1]</sup>.

Untuk mengubah air tanah yang telah terintrusi air laut menjadi air tawar yang dapat memenuhi kebutuhan sehari-hari rumah tangga, maka kandungan garam dan mineral yang terdapat dalam air tersebut harus diturunkan sampai memenuhi persyaratan air bersih (air minum).

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No.907/Menkes/SK/VII/2002 disebutkan bahwa kandungan mineral maksimum yang diijinkan dalam air minum masing-masing adalah: 0,2 mg/l untuk aluminium (Al), 0,3 mg/l untuk besi (Fe), 0,1 mg/l untuk mangan (Mn), 0-200 mg/l untuk kalsium (Ca), 0-150 mg/l untuk magnesium (Mg), 200 mg/l untuk natrium (Na), 0,5 mg/l untuk kalium (K), 250 mg/l untuk khlorida, 44 mg/l untuk nitrat, 3,3 mg/l untuk nitrit, 400 mg/l untuk sulfat dan 10 mg/l untuk bahan organik dan kekeruhan 5 NTU.

Beberapa metode yang pernah dilakukan untuk mengolah air laut menjadi air tawar antara lain dengan proses distilasi, reverse osmosis atau osmosis terbalik dan evaporasi. Distilasi (penyulingan) adalah proses untuk memisahkan garam dan air laut meniru cara alam, yaitu menguapkan air laut kemudian mengembunkan kembali uap tersebut. Ketika air laut dipanaskan, hanya air yang menguap, garam-garam yang terlarut tetap tinggal dalam larutan (air laut). Penyulingan atau distilasi dilakukan dengan menggunakan alat suling, dimana pada bagian dalam wadah perebus air laut dilengkapi dengan pipa-pipa tegak untuk memperluas permukaan air yang dipanaskan. Dengan memperluas permukaan dapat diperoleh banyak uap air dalam waktu yang relatif singkat. Osmosis balik (reverse osmosis atau RO) dilakukan dengan memberikan tekanan terhadap air laut, sehingga memaksa molekul-molekul air murni menembus suatu membran semipermeable. Sedangkan sisanya berupa garam larut, bahan-bahan organik, bakteri akan ditolak (rejeksi). Osmosis balik biasanya dilakukan secara kontinyu. Kemurnian air yang diperoleh dapat mencapai hingga 99% dan tingkat produksi relatif tinggi. Reverse osmosis (RO) merupakan cara paling murah untuk menawarkan pemurnian air laut. Keuntungan metode ini adalah kemurnian air yang dihasilkan bagus, menghemat tempat dan menghemat energi. Evaporasi (penguapan) yaitu menguapkan air laut dalam suatu evaporator, kemudian uap dikumpulkan dan didinginkan sehingga

terbentuk titik-titik embun yang makin lama semakin banyak sehingga menghasilkan air tawar.

Untuk keperluan perancangan yang berhubungan dengan pembentukan ion logam  $Al^{+3}$  dalam proses elektrokoagulasi menurut Chen dkk (2000)<sup>[2]</sup> dibutuhkan persamaan-persamaan perancangan. Bila proses dilakukan secara kontinyu, maka persamaan waktu tinggal air dalam bejana adalah:

$$t = (s)(A)/Q \quad (1)$$

dengan:

- t : waktu tinggal air limbah dalam bejana (det)
- A : luas penampang bejana ( $cm^2$ )
- Q : debit air limbah ( $cm^3/det$ )
- S : tinggi bejana (cm)

Persamaan untuk waktu proses elektrolisis menurut hukum Faraday pertama adalah:

$$t = [(96.500)(m)(n)]/[(ar)(I)] \quad (2)$$

dengan:

- t : waktu proses (det)
- m : massa  $Al^{+3}$  yang dilepaskan oleh anoda (gram)
- n : perubahan bilangan oksidasi
- ar : massa atom relatif
- I : arus listrik (amper)

Jika Persamaan.1 dimasukkan ke Persamaan.2, maka didapat persamaan:

$$(s)(A)/Q = (96.500)(m)(n)/[ar)(I)] \quad (3)$$

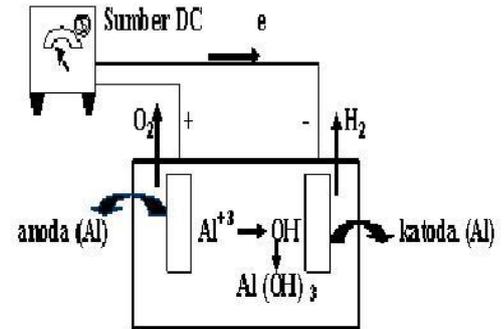
Sehingga persamaan untuk massa ion logam  $Al^{+3}$  yang dihasilkan selama proses elektrokoagulasi adalah:

$$m = (s)(A)(ar)(I)/[(Q)(96.500)(n)] \quad (4)$$

Harga n (perubahan bilangan oksidasi Al) dan ar (massa atom relatif Al), dalam hal ini  $n = 3$  dan  $ar = 27$ . Berdasarkan Persamaan.4 dapat dijelaskan jika arus yang digunakan pada proses elektrokoagulasi semakin besar, maka terbentuknya  $Al(O)_3$  semakin banyak. Akibatnya persediaan bahan koagulan  $Al(OH)_3$  menjadi semakin meningkat, sehingga kecepatan dan

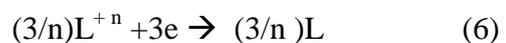
kesempatan untuk mengendapkan polutan dalam air limbah menjadi semakin meningkat pula.

Prinsip kerja proses elektrokoagulasi dapat dijelaskan seperti pada Gambar 1.

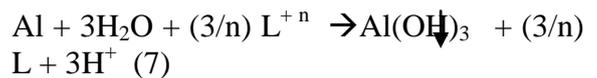


Gambar 1. Prinsip proses elektrokoagulasi

Pada saat sumber DC dihidupkan terjadi medan listrik dan perpindahan elektron e dari anoda menuju katoda. Dalam waktu yang bersamaan logam L dalam limbah cair terurai membentuk kation  $L^{+n}$  dan karena pengaruh medan listrik kation  $L^{+n}$  bergerak menuju katoda dan dinetralkan oleh elektron e membentuk logam netral L disekitar permukaan katoda. Mekanisme pengendapan ion logam  $L^{+n}$  (kation) dalam limbah cair dapat dijelaskan sebagai berikut :



Memberikan reaksi total:

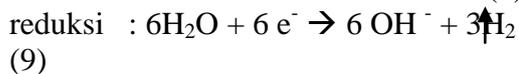


Terbentuk flok  $Al(OH)_3$  berfungsi sebagai pengikat logam L

Kelebihan metode elektrokoagulasi dibandingkan dengan metode lain yang pernah dilakukan adalah tidak perlu ada penambahan bahan kimia untuk mengikat

logam dan bahan organik dalam limbah cair, sehingga tidak memberikan dampak negatif atau efek samping terhadap lingkungan. Untuk keperluan proses elektrokoagulasi digunakan elektroda dari bahan aluminium dan sumber DC. Selama proses berlangsung terjadi oksidasi aluminium, sehingga berubah menjadi  $Al^{+3}$  dan akan membentuk flok  $Al(OH)_3$  yang akan mengikat semua polutan baik logam, bahan organik maupun butir padatan lain yang ada dalam limbah cair.

Pada proses elektrokoagulasi untuk penanggulangan pencemaran air dapat dilakukan dengan menggunakan elektroda aluminium baik untuk anoda maupun untuk katoda. Prinsip ini sebenarnya mirip seperti koagulasi yang dilakukan pada pengolahan air yang menggunakan tawas sebagai bahan koagulan. Persamaan reaksi yang terjadi pada proses elektrokoagulasi dengan elektroda aluminium adalah sebagai berikut (Kobyta dkk, 2003)<sup>[3]</sup>:



Reaksi total :



Dari Persamaan.10 nampak terbentuk  $Al(OH)_3$  yang berbentuk gumpalan atau flok, sehingga akan memudahkan polutan dalam air terperangkap dan terendapkan. Contoh proses elektrokoagulasi dengan elektroda aluminium pada penanganan limbah cair yang mengandung polutan timbal (Pb) pernah dilakukan oleh Retno dkk (2008). Pada proses ini dihasilkan lumpur yang mengandung Pb bersama-sama dengan  $Al(OH)_3$  dan dikeluarkan lewat bagian dasar bak proses, sedangkan cairan bening dikeluarkan lewat bagian atas bak proses. Pada percobaan yang dilakukan tersebut digunakan limbah cair dengan kadar awal kontaminan Pb 10,00 ppm dan zat padat terlarut (TSS) sebesar 200 ppm. Percobaan dilakukan secara aliran kontinu dengan debit sebesar 1,5 liter /menit, kuat arus bervariasi dari 1,0 sampai 5,0 ampere dan waktu operasi dari 60 sampai 120

menit. Analisis Pb dalam filtrat hasil akhir dilakukan dengan menggunakan perangkat AAS, dan analisis TSS menggunakan metode gravimetri. Dari percobaan diperoleh nilai efisiensi elektrokoagulasi kontaminan Pb sebesar 99,16 % dan TSS sebesar 80,24 % pada kuat arus 5,0 ampere dan waktu operasi 120 menit.

Pada proses elektrokoagulasi dapat pula ditambahkan NaCl untuk memperbesar penguraian Al terlarut. Pada penelitian dengan penambahan konsentrasi NaCl 0,5 gr/L, kecepatan pengadukan 180 rpm dan waktu tinggal 55 detik, dapat menghilangkan TSS 98,98%, Detergen 90,08%, minyak dan lemak 84,10 %, total fosfat 62,88% dan kekeruhan 96,30%. Sedangkan jika tidak menggunakan NaCl, maka pengurangan TSS 98,94%, Detergen 86,92%, minyak dan lemak 31,80%, total fosfat 25,34% dan kekeruhan 98,70% (Agustin dkk, 2008)<sup>[4]</sup>

Dari hasil penelitian dapat pula dibuktikan bahwa metode elektrokoagulasi cukup efektif dalam menurunkan kekeruhan, COD dan  $Cl^-$  ( proses dilakukan secara kontinu). Hasil penelitian menggunakan elektroda Fe/C dengan waktu kontak 5 jam dapat menurunkan kekeruhan mencapai 71,41%, COD 86,67% dan penurunan  $Cl^-$  21,9% (Slamet, 2009)<sup>[5]</sup>.

Sutanto dkk (2010)<sup>[6]</sup> telah berhasil menurunkan kandungan mineral Natrium (Na) dari 325 mg/l menjadi 130 mg/l dan Magnesium (Mg) dari 16,7 m/l menjadi 9,4 mg/l dalam air limbah industri komponen elektronika secara elektrokoagulasi.

## METODOLOGI

### Penelitian

dilakukan dengan merancang model alat penawar air payau dan selanjutnya menguji hasilnya. Berikut ini adalah rancangan model alat tersebut

### Bahan

Plat baja tahan karat, bahan perekat, pipa PVC, pengaduk, pemecah aliran air, kran air, elektroda aluminium.

### Alat pendukung

pompa air, pengaduk, pemecah aliran air, kran air, flow meter, sumber DC, AVO meter

**Tempat pelaksanaan**

Lab. Kimia dan Fisika, FMIPA, UI  
 Lab. Elektronika, Teknik Elektronika PNJ  
 Lab. Kimia, Jurusan Teknik Mesin, PNJ

**Air payau**

Air payau (air tanah terintrusi air laut) diambil dari daerah sekitar Subang. Hasil analisis kandungan kimia dalam air ditunjukkan pada tabel 1.

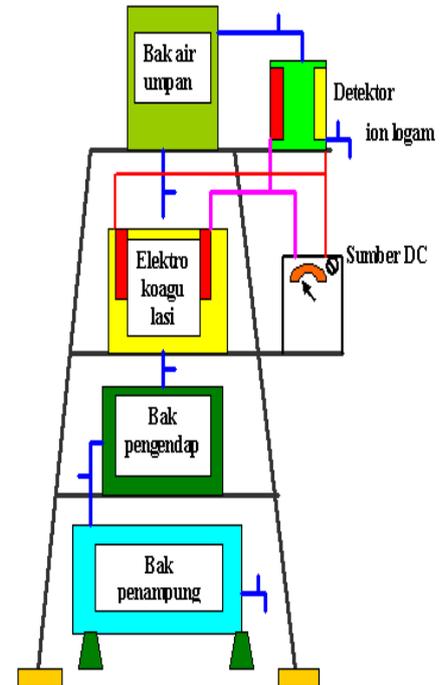
Tabel 1. Kandungan kimia air payau

No	Parameter	Hasil pengukuran
1	Natrium (Na)	9.600 mg/l
2	Magnesium (Mg)	100.000 mg/l
3	Kalium (K)	247 mg/l
4	Kalsium (Ca)	623 mg/l
5	Khlor (Cl)	17,22 mg/l
6	Sulfat (SO <sub>4</sub> )	1200 mg/l

**Rangkaian alat penelitian**

Rangkaian sket alat penelitian dapat dilihat pada Gambar 2. Alat proses terdiri atas sumber DC, Avometer, bak pengumpan, bak proses adsorpsi, bak proses elektrokoagulasi, bak pengendap kotoran dan bak penampung air olahan. Sumber DC memiliki kemampuan tegangan antara 0 sampai 30 volt dan arus listrik antara 0 sampai 10 amper. Avometer digunakan untuk mengukur arus listrik dan tegangan. Bak pengumpan berukuran panjang 40 cm, lebar 40 cm dan tinggi 40 cm. Bak proses elektrokoagulasi berbentuk persegi tersusun atas tiga sel. Masing-masing sel berukuran lebar 5 cm, panjang 20 cm dan tinggi 25 cm yang dilengkapi anoda dan katoda dari bahan aluminium masing-masing berukuran lebar 7 cm dan panjang 10 cm. Jarak antara anoda dan katoda 5 cm. Bak proses adsorpsi berukuran panjang 20 cm, lebar 20 cm dan

tinggi 40 cm. Bak pengendap kotoran berbentuk persegi dengan ukuran tinggi 50 cm, panjang 50 cm dan lebar 50 cm. Bak penampung air olahan berbentuk kubus dengan panjang sisi 50 cm.



Gambar 2. Rangkaian alat penelitian

**Pelaksanaan penelitian**

- a) Air payau dialirkan dari bak penampung/pengumpan ke detektor ion logam dengan bantuan pompa
- b) Aliran air yang menuju ke detektor ion logam dihentikan setelah mencapai volume 800 cc dan hidupkan sumber DC pada arus 1 amper selama 1-2 menit untuk mengetahui jenis logam dalam air limbah
- c) Air payau sebanyak 4,5 liter dialirkan dari bak penampung ke sel bak elektrokoagulasi
- d) Aliran air dihentikan setelah volume air mencapai 1500 cc untuk setiap sel elektrokoagulasi
- e) Dilakukan pemeriksaan jenis kandungan logam dalam air yang tetampung dalam

- detektor berdasarkan perubahan warna endapan yang dihasilkan
- f) Sumber DC dihidupkan pada arus 1 amper untuk mengoperasikan proses elektrokoagulasi dengan membaca ampermeter yang terpasang
  - g) Sumber DC dimatikan setelah proses berjalan 40 menit
  - h) Semua air dari bak elektrokoagulasi dialirkan ke bak pengendap untuk memisahkan kotoran
  - i) Dilakukan analisis kandungan logam yang ada dalam air hasil olahan dengan AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer) dan titrimetri untuk kandungan klorida
  - j) Pengujian langkah a sampai dengan k diulang kembali dengan waktu pengamatan 80, 120, 160 dan 200 menit dan seterusnya

Untuk penelitian berikutnya digunakan arus listrik 3 dan 5 amper dengan variasi waktu pengamatan 40,80,120,160,200,240,280,320 360,400,440 dan 480 menit.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Mengingat parameter dalam air payau cukup banyak, maka analisis hanya dibatasi pada data yang berkaitan dengan kandungan bahan kimia yang paling dominan saja. Dalam hal ini kandungan yang paling dominan adalah magnesium dan natrium. Dengan mempertimbangkan jika terjadi penurunan kandungan magnesium dan natrium, maka kandungan bahan kimia yang lain yang terdapat dalam air juga ikut berkurang. Hasil analisis kandungan magnesium dengan AAS dapat dilihat pada Tabel.2 dan Gambar.3.

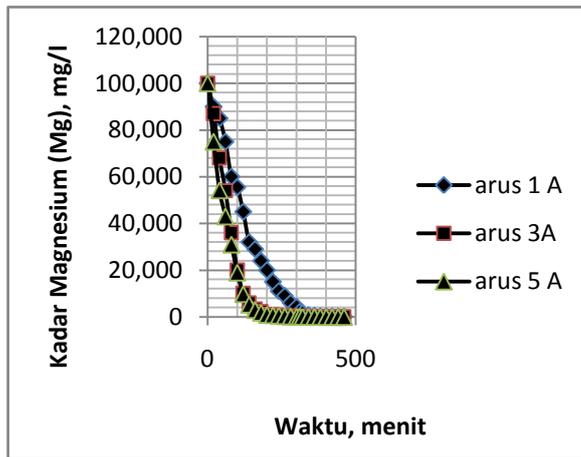
Tabel.2. Hasil pengukuran kandungan Mg (magnesium) dalam air payau setelah proses elektrokoagulasi

Waktu, menit	Kadar Magnesium (Mg), mg/l			
	arus 1 amper	arus 3 amper	arus 5 amper	
0	100.000	100.000	100.000	
40	85.000	68.000	54.200	

80	60.000	36.000	31.000
120	45.000	10.000	9.800
160	29.000	3.400	3.000
200	20.000	1.000	960
240	11.000	640	600
280	6.000	317	225
320	2.100	175	130
360	750	100	91
400	310	81	75
440	180	59	45
480	87	25	21

Berdasarkan tabel 2 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu proses mengakibatkan terjadinya penurunan kadar magnesium. Demikian pula pada peningkatan penggunaan arus listrik untuk waktu proses tetap akan berakibat pada penurunan kadar magnesium. Hal ini disebabkan semakin banyaknya pembentukan senyawa koagulan  $Al(OH)_3$  pada saat arus ditingkatkan atau waktu proses yang semakin lama. Dengan semakin bertambahnya pembentukan  $Al(OH)_3$  membawa dampak semakin banyak magnesium (Mg) yang dapat diikat oleh  $Al(OH)_3$  dan membentuk senyawa yang lebih berat, sehingga mudah diendapkan. Berdasarkan peraturan Menteri Kesehatan RI No.907/Menkes/SK/VII/2002 disebutkan bahwa kandungan maksimum magnesium (Mg) dalam air tawar yang digunakan untuk air minum adalah 150 mg/l.

Dari tabel 2 dapat dianalisis bahwa untuk mencapai kadar magnesium 150 mg/l atau dibawahnya, maka proses elektrokoagulasi dengan arus 1 amper harus dijalankan dengan waktu 480 menit. Untuk arus 3 amper dijalankan dengan waktu 360 menit. Sedangkan untuk arus 5 amper dijalankan dengan waktu 320 menit. Mengingat penghematan biaya operasional dan waktu proses, maka sebaiknya dipilih arus operasional 3 amper dan waktu antara 320 dan 360 menit.



Gambar 3. Kurva hubungan antara kadar magnesium terhadap waktu

Dari Gambar.3, nampak bahwa proses penurunan kadar magnesium pada awal proses berjalan lambat kemudian cepat dan akhirnya melambat mendekati konstan. Hal ini diperkirakan pada saat awal proses belum banyak terbentuk  $Al(OH)_3$ , sehingga kemampuan mengendapkan magnesium masih terbatas. Semakin lama proses dijalankan mengakibatkan jumlah  $Al(OH)_3$  yang terbentuk juga semakin bertambah banyak, sehingga proses pengendapan magnesium juga semakin bertambah cepat. Tetapi dengan semakin berkurangnya kadar magnesium dalam air juga berakibat pada kecepatan penurunan pengendapan magnesium, sehingga kecenderungan kurva mengarah konstan.

Hasil analisis kandungan natrium (Na) dengan AAS dapat dilihat pada tabel 3 dan Gambar 4. Berdasarkan tabel 3 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu proses mengakibatkan terjadinya penurunan kadar natrium. Demikian pula pada peningkatan penggunaan arus listrik untuk waktu proses tetap akan berakibat pada penurunan kadar natrium. Hal ini disebabkan semakin banyaknya pembentukan senyawa koagulan  $Al(OH)_3$  pada saat arus ditingkatkan atau waktu proses yang semakin lama. Dengan semakin bertambahnya pembentukan  $Al(OH)_3$  membawa dampak semakin banyak natrium (Na) yang dapat diikat oleh  $Al(OH)_3$  dan membentuk senyawa yang lebih berat, sehingga mudah diendapkan.

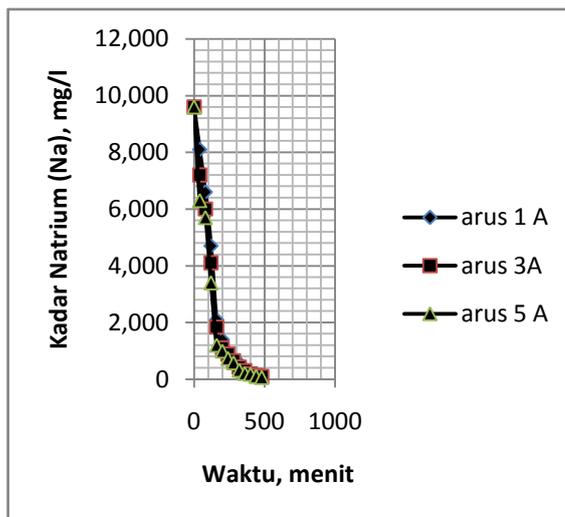
Tabel 3. Hasil pengukuran kandungan Na (natrium) dalam air payau setelah proses elektrokoagulasi

Waktu, menit	Kadar Natrium (Na), mg/l			
	arus 1 amper	1 arus 3 amper	3 arus 5 amper	5
0	9.600	9.600	9.600	
40	8.100	7.200	6.300	
80	6.600	6.000	5.700	
120	4.700	4.100	3.400	
160	2.100	1.830	1.200	
200	1.400	1.100	992	
240	970	880	730	
280	710	650	580	
320	580	420	320	
360	360	297	203	
400	220	185	176	
440	175	123	98	
480	110	89	62	

Berdasarkan peraturan Menteri Kesehatan RI No.907/Menkes/SK/VII/2002 disebutkan bahwa kandungan maksimum natrium (Na) dalam air tawar yang digunakan untuk air minum adalah 200 mg/l. Dari tabel 3 dapat dianalisis bahwa untuk mencapai kadar magnesium 200 mg/l atau dibawahnya, maka proses elektrokoagulasi dengan arus 1 amper harus dijalankan dengan waktu 440 menit. Untuk arus 3 amper dijalankan dengan waktu 400 menit. Sedangkan untuk arus 5 amper dijalankan dengan waktu 400 menit. Mengingat penghematan biaya operasional dan waktu proses, maka sebaiknya dipilih arus operasional 3 amper dan waktu 400 menit. Secara keseluruhan bila proses dijalankan dengan arus 3 amper dan waktu antara 400 menit, maka kandungan magnesium dan (Bagustin M.B., 2008) natrium dalam air sudah memenuhi syarat sebagai air minum. Dalam hal ini kandungan magnesium antara 81 mg/l, sedangkan kandungan natrium 185 mg/l.

Dari Gambar 4, nampak bahwa proses penurunan kadar natrium pada awal proses berjalan lambat kemudian cepat dan akhirnya melambat mendekati konstan. Hal ini diperkirakan pada saat awal proses

belum banyak terbentuk  $\text{Al(OH)}_3$ , sehingga kemampuan mengendapkan natrium masih terbatas (relatif kecil). Semakin lama proses dijalankan mengakibatkan jumlah  $\text{Al(OH)}_3$  yang terbentuk juga semakin bertambah banyak, sehingga proses pengendapan natrium juga semakin bertambah cepat. Tetapi dengan semakin berkurangnya kadar natrium dalam air juga berakibat pada kecepatan penurunan pengendapan natrium, sehingga kecenderungan kurva mengarah konstan.



Gambar 4. Kurva hubungan antara kadar natrium terhadap waktu

## KESIMPULAN

Proses elektrokoagulasi dapat menurunkan kadar magnesium dan natrium dalam air payau, semakin lama waktu proses dijalankan semakin turun kadar magnesium dan natrium dalam air payau. Semakin besar arus listrik yang digunakan semakin turun kadar magnesium dan natriumnya. Kondisi proses terbaik dari pengujian alat adalah arus listrik 3 amper dan waktu proses 400 menit, pada kondisi tersebut kandungan magnesium dalam air limbah adalah 81 mg/l (maksimum yang diijinkan 150 mg/l sebagai air minum) dan kandungan natrium 185 mg/l (maksimum yang diijinkan 200 mg/l sebagai air minum)

## DAFTAR ACUAN

- [1.] Osella, A., Favetto, A., Martinelli, P., Cernadas, D 1999., "Electrical imaging of an alluvial aquifer at the Antinaco-Los Colorados tectonic valley in the Sierras Pampeanas, Argentina", J. Applied Geophysics, 41: 359-368
- [2.] Chen, X., Chen, G., Yue, P.L 2000., "Separation of Pollutants from Restaurant Wastewater by Electrocoagulation". Sep. Purif. Technol 19, 65-76.
- [3.] Kobya, M., Can, O.T., and Bayramoglu, M. 2003, "Treatment of Textile Wastewaters by Electrocoagulation using Iron and Aluminum Electrodes". Journal of Hazardous Materials, B100: 163 - 178.
- [4.] Agustin, M.B., Sengpracha, W.P. 2008,, Phutdhawong, W., "Electrocoagulation of Palm Oil Mill Effluent", Int. J. Environ. Res. Public Health 5(3): 179
- [5.] Slamet A. 2009, "Studi Aplikasi Teknik Elektrokoagulasi dengan Aliran Kontinyu untuk Pengolahan Lindi TPA Benowo Menggunakan Aluminium dan Besi sebagai Anoda". Perpustakaan ITS, <http://digilib.its.ac.id>
- [6.] Sutanto, Hidjan, Wijayanto D. 2010, "Pembuatan Air Bersih dari Air Limbah Menggunakan Proses Elektrokoagulasi dan Fotokatalitik Secara Simultan dengan Pengaktif Tenaga Surya", Laporan Penelitian Strategis Nasional, DP3M-DIKTI, Jakarta.

