

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Aktivasi Zeolit

Aktivasi zeolit dilakukan seperti pada prosedur kerja bab III (3.5.3). Perendaman zeolit dalam akuades selama 24 jam dilakukan untuk membersihkan kotoran pada zeolit. Sedangkan perendaman dengan asam florida (HF) dilakukan untuk melarutkan silikon bebas dan kation-kation yang ada pada struktur non krangka zeolit, sehingga zeolit yang telah direndam dalam larutan asam florida akan menjadi lebih bersih dan bebas dari silikon dan kation-kation yang sudah larut dalam larutan asam florida. Hal ini memudahkan terjadinya reaksi antar asam klorida (HCl) dengan alumunium (dealuminasi) dan kation-kation (dekationisasi) yang ada di krangka zeolit pada saat pemanasan zeolit dengan asam klorida. Dealuminasi dan dekationisasi dan berhubungan dengan proses selanjutnya yaitu pembuatan zeolit-H yang dilakukan merendam zeolit dalam larutan NH_4Cl . perendaman ini bertujuan untuk memasukkan gugus NH_4^+ dalam zeolit, kemudian setelah dipanaskan pada kalsinasi, zeolit- NH_4^+ diharapkan akan menjadi zeolit-H dengan melepaskan NH_3 . Ion H^+ pada zeolit-H akan dapat dipertukarkan dengan ion lain sesuai dengan penggunaan zeolit tersebut. Sehingga untuk membuat zeolit-P dapat dilakukan dengan proses diatas hanya membedakan dengan larutan $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ pada perendaman zeolit, zeolit PO_4 akan menjadi zeolit-P yang bermuatan positif dengan melepaskan 2O_2 (Budiasih, 2004).

4.2 Hasil Uji Pengukuran Kadar Krom Terjerap dengan Variasi Larutan Elektrolit dan Tegangan 0 Volt

Sampel air limbah diambil dari limbah Penyamakan kulit PT. ASA Yogyakarta dengan kadar limbah awal sebesar 95.23 mg/l. Penggunaan alat proses elektro membran zeolit dioperasikan dengan satu kali putaran dan dengan kecepatan alir 20 ml/ 8 menit. Pengolahan berlangsung secara batc selama 400 menit (volume 500 ml limbah + 500 ml aquades). pengambilan sampel dengan selang waktu 60 menit.

Hasil pengukuran kadar Cr total setelah melewati alat proses dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.1 Kadar Cr dengan Variasi Larutan Elektrolit 0.01 N dan Tegangan Listrik 0 Volt

No	Waktu	Selang Waktu	PH	Cr lolos (mg/l)	Cr terjerap (mg/l)	Effisiensi (%)
1	08,30	0	5.45			
2	09,30	60	5.84	0.4167	94.8133	99.5624278
3	10,30	120	5.53	4.645	90.585	95.1223354
4	11,30	160	5.52	6.359	88.871	93.3224824
5	12,30	240	5.57	13.76	81.47	85.5507718
6	13,30	300	5.55	17.24	77.99	81.8964612
7	14,30	360	5.53	21.83	73.4	77.0765515
8	15,30	400	5.55	28.71	66.52	69.8519374
Jumlah rata-rata						75.2978709

(Sumber : Data Primer, 2005)

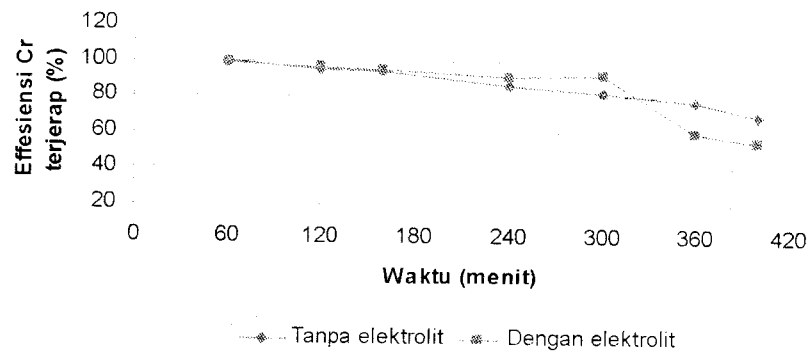
Tabel 4.2 Kadar Cr dengan Variasi tanpa Larutan Elektrolit dan Tegangan Listrik 0 Volt

No	Waktu	Selang Waktu	pH	Cr lolos (mg/l)	Cr terjerap (mg/l)	Effisiensi (%)
1	08,30	0	5.45			
2	09,30	60	4.32	0.983	94.247	98.9677623
3	10,30	120	4.39	3.752	91.478	96.0600651
4	11,30	160	4.29	5.156	90.074	94.5857398
5	12,30	240	4.28	8.261	86.969	91.3252126
6	13,30	300	4.41	7.877	87.353	91.7284469
7	14,30	360	4.67	38.33	56.9	59.7500788
8	15,30	400	4.65	43.28	51.95	54.5521369
Jumlah rata-rata						73.3711803

(Sumber : Data Primer, 2005)

Berdasarkan hasil pengukuran diketahui tabel 4.1 dan tabel 4.2 tampak bahwa limbah percobaan dapat diturunkan kadar pencemarannya yakni pada tabel 4.2 variasi tanpa penggunaan larutan elektrolit terhadap kadar Cr yang terjerap pada membran sebesar 73.37 %. pada tabel 4.1 dengan penggunaan larutan elektrolit ternyata kemampuan efisiensi dalam menurunkan kadar Cr lebih baik dan lebih stabil yakni sebesar 75.29 %. Membran dalam percobaan diatas menunjukkan kemampuannya dalam menurunkan kadar Cr tanpa aliran arus listrik. Membran zeolit dikategorikan mampu mengolah limbah karena dapat menurunkan kadar Cr yang termasuk limbah logam berat. Zeolit dengan sifatnya sebagai penukar ion atau absorpsi sehingga mampu menjerap ion-ion dalam limbah, proses ini dimungkinkan melalui suatu fenomena antara permukaan media membran dengan molekul-molekul bersifat polar sehingga mudah terjadinya percepatan penukaran ion. . Dapat diketahui adanya penurunan pH setelah melewati alat proses membran zeolit setiap range waktu pengambilan sampel. dibandingkan dengan pH larutan awal sebelum melewati alat proses. Hal ini menunjukkan terjadinya pertukaran ion H^+ dalam zeolit dengan ion logam dalam air limbah. Hasil efisiensi uji alat proses elektro membran zeolit dengan variasi tanpa tegangan listrik dapat dilihat pada gambar grafik dibawah ini

Grafik Pengaruh Hubungan Variasi larutan Elektrolit dengan Tegangan 0 Volt



Gambar 4.1 Grafik pengaruh hubungan variasi larutan elektrolit dengan tegangan 0 Volt

Pada Gambar 4.1 menunjukkan adanya peningkatan sifat polarnya pada limbah yang disebabkan pengaruh variasi penambahan larutan elektrolit yang berupa asam nitrat (HNO_3) sebanyak 0,01 N sehingga mempercepat penukaran ion. akan tetapi pada saat 360 menit terjadi penurunan yang tinggi terhadap kemampuan membran yang kemungkinan terjadinya kejenuhan pada membran tersebut, hingga tidak mampu mengabsorpsi larutan diantara celah kolom membran dan hasil penambahan larutan elektrolit menyebabkan pH naik yakni limbah menunjukkan sifat keasaman, dikarenakan larutan elektrolit tersebut bersifat asam.

Zeolit yang telah teraktivasi dimanfaatkan sebagai penukaran ion ataupun penyaring. Penggunaan zeolit-H (kation) dan zeolit-P (anion) dalam proses berpengaruh pada limbah tersebut, limbah penyamakan kulit yang berupa $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ (krom sulfat) akan melepaskan ion Cr^{3+} dan tertarik pada membran

zeolit-H sebagai katoda, mengambil elektron dan mengalami reduksi. Sebaliknya SO_4^- akan bergerak menuju anoda, melepas elektron dan mengalami oksidasi yakni pada zeolit-P. Fenomena tersebut telah menyebabkan perpindahan gram ekuivalen dari substansi ke elektroda tanpa aliran tegangan listrik, menunjukkan membran zeolit yang telah teraktivasi mampu menukarkan ion pada substansi limbah tersebut.

4.3 Hasil Pengukuran Kadar Krom Terjerap dengan Variasi Larutan Elektrolit dan Tegangan 15 Volt

Tabel 4.3 Kadar Cr dengan Variasi Tanpa Larutan Elektrolit dan Tegangan Listrik 15 Volt

No	Waktu	Ampermeter (mA)	Selang Waktu	pH	Cr lolos (mg/l)	Cr terjerap (mg/l)	Effisiensi (%)
1	08,30	0.39	0	5.45	-	-	-
2	09,30	0.5	60	5.76	0.193	95.037	99.79733277
3	10,30	0.51	120	5.47	0.434	94.796	99.54426126
4	11,30	0.49	180	5.53	0.954	94.276	98.99821485
5	12,30	0.47	240	5.55	1.407	93.823	98.52252441
6	13,30	0.46	300	5.57	7.738	87.492	91.87440932
7	14,30	0.46	360	5.63	15.34	79.89	83.89163079
8	15,30	0.46	400	5.55	21.49	73.74	77.43358185
Jumlah rata-rata							81.25774441

(Sumber : Data Primer, 2005)

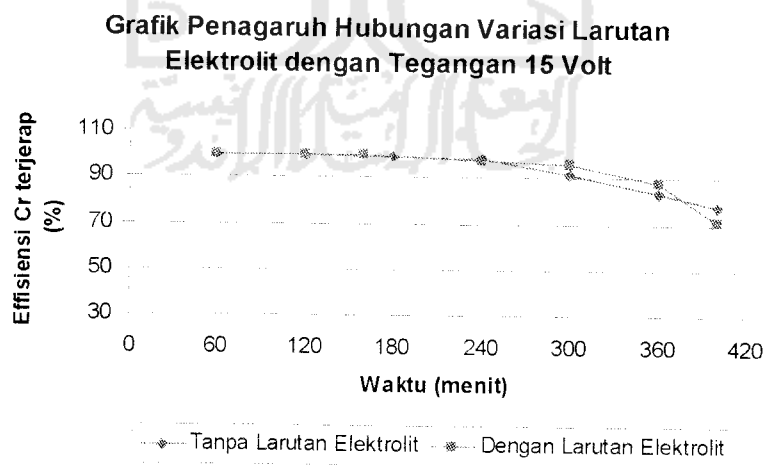
Tabel 4.4 Kadar Cr dengan Variasi Larutan Elektrolit 0,01 N dan Tegangan Listrik 15 Volt

No	Waktu	Ampermeter (mA)	Selang Waktu	pH	Cr lolos (mg/l)	Cr terjerap (mg/l)	Effisiensi (%)
1	08,30	0.4	0	5.45			
2	09,30	0.47	60	4.46	0.26	94.97	99.72697679
3	10,30	0.48	120	4.44	0.383	94.847	99.59781581
4	11,30	0.49	160	4.61	0.437	94.793	99.54111099
5	12,30	0.48	240	4.53	2.475	92.755	97.40102909
6	13,30	0.46	300	4.56	3.444	91.786	96.3834926
7	14,30	0.48	360	4.64	11.67	83.56	87.74545836
8	15,30	0.48	400	4.7	27.79	67.44	70.81801953
Jumlah rata-rata							81.4017379

(Sumber : Data Primer, 2005)

Dari data menunjukkan bahwa hasil pengukuran limbah awal dengan konsentrasi sebesar 95.23 mg/l dapat diturunkan setelah melewati alat proses elektro membran zeolit. dari table 4.3 dan table 4.4 diatas konsentrasi Cr yang lolos (mg/) melewati membran diatas menunjukkan terjadi penurunan konsentrasi kadar Cr yang efektif sebelum melewati alat proses dan setelah melewati alat proses. Pada variasi tanpa penambahan larutan elektrolit sebesar 81.26 %, sedangkan pada variasi penambahan larutan elektrolit sebesar 81.40 %, keduanya tidak mengalami perbedaan yang terlalu tinggi.

Data tersebut menunjukkan adanya proses elektrokimia yaitu proses perpindahan ion-ion melintasi membran selektif anion dan kation menuju elektroda akibat pengaruh tegangan listrik. Dan hasil pengukuran perubahan konsentrasi Cr yang terjerap dengan variasi larutan elektrolit yang termuat pada tabel 4.3 dan tabel 4.4 diatas. dari kedua table tersebut dapat dibuat grafik hubungan antara variasi larutan elektrolit dengan tegangan 15 volt. dapat dilihat pada gambar grafik dibawah ini.



Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Hubungan antara Larutan Elektrolit dengan Tegangan 15 Volt

Berdasarkan gambar 4.2 diatas pengaruh hubungan variasi tersebut tidak mengalami perbedaan perubahan konsentrasi yang terlalu tinggi. Pada proses elektrodialisis penurunan Cr terjerap tidak banyak berubah yang ditunjukkan oleh grafik yang hampir mendatar. walaupun ada sedikit perubahan yaitu semakin lamanya proses elektrodialisis berjalan. hasil konsentersasi Cr terjerap semakin kecil. Sehingga dapat dikatakan bahwa membran dapat menyerap konsentrasi Cr dengan stabil. Pada variasi penambahan larutan elektrolit terjadi perubahan kadar konsentrasi Cr terjerap saat pengukuran range lebih dari 300 menit. Fenomena tersebut kemungkinan dipengaruhi oleh aliran arus listrik searah pada kedua elektroda dan adanya larutan elektrolit yang menyebabkan meningkatnya polaritas sehingga terjadi percepatan penukaran ion pada subtansi air limbah. range 300 menit mengalami pelebaran porositas pada membran yang menyebabkan lemahnya proses pengikatan ion terhadap fungsi membran.

4.4 Hasil Pengukuran Kadar Krom dengan Variasi Larutan Elektrolit dan Tegangan 25 Volt

Tabel 4.5 Kadar Cr dengan Variasi Tanpa Larutan Elektrolit dan Tegangan Listrik 25 Volt

No	Waktu	Ampermeter (mA)	Selang Waktu	pH	Cr lolos (mg/l)	Cr terjerap (mg/l)	Effisiensi (%)
1	08,30	0.89	0	5.45			
2	09,30	0.98	60	6.33	0.367	94.863	99.6146172
3	10,30	0.97	120	5.98	0.77	94.46	99.1914313
4	11,30	0.93	160	5.43	10.213	85.017	89.2754384
5	12,30	0.97	240	5.51	23.37	71.86	75.4594141
6	13,30	0.98	300	5.55	49.58	45.65	47.9365746
7	14,30	0.99	360	5.54	48.69	46.54	48.871154
8	15,30	0.99	400	5.55	57.83	37.4	39.2733382
Jumlah rata-rata							62.452746

(Sumber : Data Primer, 2005)

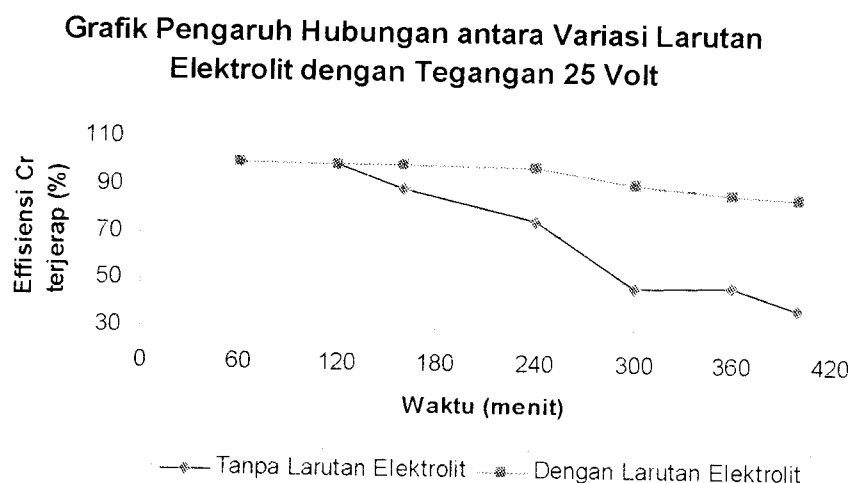
Tabel 4.6 kadar Cr dengan Variasi Larutan Elektrolit 0,01 N dan Tegangan Listrik 25 Volt

No	Waktu	Ampermeter (mA)	Selang Waktu	pH	Cr (Lolos)	Cr (Terjerap)	Effisiensi (%)
1	08,30	0.87	0	5.45			
2	09,30	0.98	60	4.46	0.339	94.891	99.6440197
3	10,30	0.97	120	4.44	0.498	94.732	99.4770555
4	11,30	0.95	160	4.51	0.786	94.444	99.1746298
5	12,30	0.98	240	4.53	1.475	93.755	98.4511183
6	13,30	0.97	300	4.56	8.248	86.982	91.3388638
7	14,30	1.01	360	4.64	12.113	83.117	87.2802688
8	15,30	1.02	400	4.7	13.482	81.748	85.8426966
Jumlah rata-rata							82.6510816

(Sumber : Data Primer, 2005)

Berdasarkan tabel 4.5 dan tabel 4.6 terlihat perbedaan nilai efisiensi yang cukup tinggi terhadap variasi larutan elektrolit dan variasi tegangan 25 volt, dari konsentrasi limbah awal 95.35 mg/l. Hasil variasi tanpa elektrolit tingkat efisiensi sebesar 62.45 % dan pada variasi penambahan larutan elektrolit sebesar 82.65 %.

Data pada tabel 4.5 dan tabel 4.6 tersebut menunjukkan perubahan efisiensi penggunaan variasi larutan elektrolit, perbandingan diantara keduanya di pengaruhi oleh kenaikan energi potensial pada larutan limbah yang memiliki perbedaan nilai kepolaran dan di pengaruhi oleh reaksi elektrolisis yang berlangsung karena pengaruh energi listrik. Pada variasi penambahan larutan elektrolit memiliki tingkat efisiensi yang bagus disebabkan adanya penambahan larutan elektrolit HNO₃ dibandingkan dengan variasi tanpa larutan elektrolit. Perbedaan pengaruh variasi larutan elektrolit dengan tegangan arus listrik sebesar 25 volt dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Hubungan antar Variasi Larutan Elektrolit dengan Tegangan 25 Volt

Bahwa gambar 4.3 tampak jelas penggunaan alat proses yang memanfaatkan elektrodialisis air limbah penyamakan kulit dengan menggunakan membran zeolit memberikan hasil yang berbeda untuk kedua variasi tersebut. Perbedaan pada variasi penambahan larutan elektrolit mempunyai nilai efisiensi yang bagus yakni terlihat grafiknya yang hampir mendatar, bahwa larutan elektrolit HNO_3 sebagai jembatan antar membran zeolit sehingga kepolaran pada larutan dalam elektrolisis lebih tinggi, mengakibatkan mudahnya proses ionisasi. hal ini dimungkinkan karena jumlah mol zeolit yang mempunyai gugus H^+ dalam pertukaran dengan ion pada elektrolit dan limbah seimbang sehingga daya serap zeolit terhadap ion Cr^{6+} stabil.

Secara sederhana reaksi pengikatan dipol-dipol pada larutan elektrolit terjadi diantara molekul yang hidrogennya (H^+) terikat secara kovalen dengan unsur elektronegatif pada muatan membran. Jika pada suatu larutan elektrolit

diberi arus listrik searah melalui elektroda-elektrodanya maka akan terjadi elektrolisa dimana katoda akan berfungsi sebagai kutub negatif sedang anoda sebagai kutub positif (*Michael Faaraday*, 1792-1867). Semakin tinggi arus listrik yang dialirkan pada proses elektro membran zeolit, maka semakin banyak terjadi proses ionisasi, kation dan anion akan bergerak pada kutub elektroda dan ion yang terlarut dalam air limbah akan terperap dan melewati membran semipermeabel dengan lebih cepat.

4.5 Hasil Pengukuran Kadar Krom dengan Variasi Elektrolit dan Tegangan arus listrik 35 Volt

Tabel 4.7 Kadar Cr dengan Tanpa Variasi Elektrolit dan Tegangan Listrik 35 Volt

No	Waktu	Ampermeter (mA)	Selang Waktu	pH	Cr (Lolos)	Cr (Terjerap)	Effisiensi (%)
1	08,30		0	5.45			
2	09,30	1.61	60	5.62	0.625	94.605	99.3436942
3	10,30	1.72	120	5.57	0.848	94.382	99.1095243
4	11,30	1.81	160	5.52	2.928	92.302	96.9253387
5	12,30	1.82	240	5.53	9.526	85.704	89.9968497
6	13,30	1.83	300	5.56	25.328	69.902	73.4033393
7	14,30	1.85	360	5.58	32.728	62.502	65.6326788
8	15,30	1.85	400	5.59	38.62	56.61	59.4455529
Jumlah rata-rata							72.9821222

(Sumber : Data Primer, 2005)

Tabel 4.8 Kadar Cr dengan Variasi Larutan Elektrolit 0,01 N dan Tegangan Listrik 35 Volt

No	Waktu	Ampermeter (mA)	Selang Waktu	pH	Cr (Lolos)	Cr (Terjerap)	Effisiensi (%)
1	08,30	1.81	0	5.45			
2	09,30	1.96	60	4.46	0.335	94.895	99.6482201
3	10,30	1.98	120	4.52	0.476	94.754	99.5001575
4	11,30	1.95	160	4.53	1.823	93.407	98.0856873
5	12,30	1.97	240	4.55	8.536	86.694	91.0364381
6	13,30	1.98	300	4.62	36.328	58.902	61.8523575
7	14,30	1.98	360	4.74	41.753	53.477	56.1556232
8	15,30	1.98	400	4.81	45.652	49.578	52.0613252
Jumlah rata-rata							69.7924761

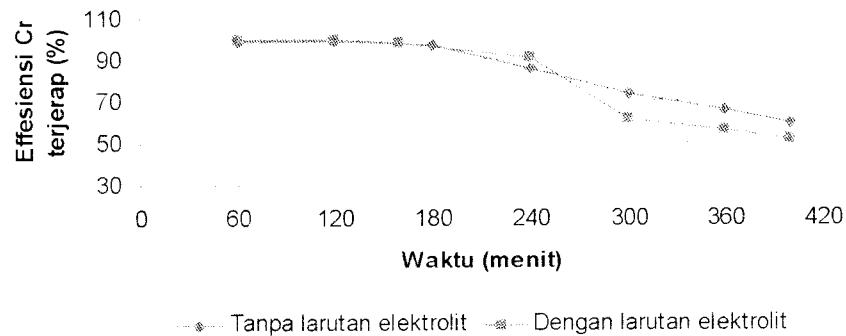
(Sumber : Data Primer, 2005)

Dari hasil uji penggunaan alat proses elektro membran zeolit diatas yakni tabel 4.7 dan tabel 4.8 menunjukkan adanya penurunan efisiensi pada variasi tegangan arus listrik 35 volt dengan konsentrasi limbah awal 95,35 mg/l. Pada tabel 4.7 kadar Cr dengan tanpa larutan elektrolit tingkat efisiensinya sebesar 72,98 %. sedangkan Variasi penambahan larutan elektrolit tingkat efisiensinya sebesar 69,79 %. Penurunan konsentarsi serapan (*absorpsi*) pada struktur media membran zeolit dipengaruhi oleh perbedaan muatan antara permukaan media membran dengan molekul-molekul yang bersifat polar. sehingga terjadi penyerapan yang tidak optimum. dibuktikan adanya kebocoran/rusak pada media membran kondisi tegangan arus listrik 35 Volt.

Pada tabel 4.7 dilakukan dengan variasi tanpa penambahan larutan elektrolit dan tegangan 35 volt dan perlakuan selama 400 menit. menunjukkan penurunan konsentrasi Cr lebih baik dibanding dengan penggunaan variasi penambahan elektrolit dapat dilihat pada tabel 4.8 diatas. Bahwa penambahan HNO₃ (asam nitrat) berfungsi sebagai pemercepat proses ionisasi atau sebagai jembatan antar membran zeolit. dengan penambahan elektrolit mempengaruhi

pada nilai pH yang menunjukkan sifat keasaman. Elektrolit HNO_3 akan melepaskan H^+ dan terjadi pertukaran dengan membran zeolit-H. begitupun molekul-molekul yang terdapat pada limbah akan terjadi pertukaran ion membran zeolit. Pengaruh lain pada proses elektrolisis yakni tegangan arus listrik. hukum *Faraday* menyatakan bahwa semakin tinggi arus listrik yang diberikan pada proses elektrolisis, maka semakin banyak massa yang dihasilkan, atau dengan kata lain banyaknya zat yang dihasilkan dari reaksi elektrolisis sebanding dengan banyaknya arus listrik yang dialirkan kedalam larutan. Dibuktikan dengan terus menaiknya ampermeter(I) yang menunjukkan terjadinya proses elektrolisis yang meningkat. Adanya tegangan lebih tinggi maka seharusnya proses ionisasi dalam larutan tersebut semakin banyak dan mengakibatkan banyaknya jumlah ion yang tertangkap pada membran zeolit-H. Pada variasi ini dimungkinkan adanya penurunan dalam mengadsorpsi konsentrasi Cr^{6+} terjadi saat pertukaran ion yang terlalu cepat dan mengakibatkan pecahnya porositas pada membran. Perbedaan pengaruh variasi larutan elektrolit dan tegangan arus listrik 35 volt uji alat proses elektro membran zeolit dapat dilihat pada grafik dibawah ini.

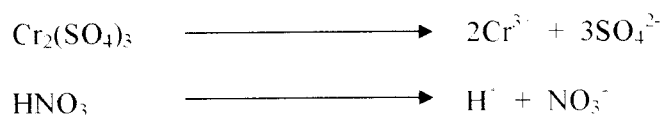
Grafik Pengaruh Hubungan antara Variasi Larutan Elektrolit dengan Tegangan 35 Volt

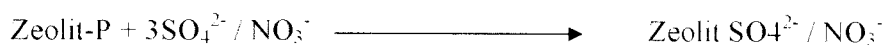


Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Hubungan antar Variasi Larutan Elektrolit dengan Tegangan 35 Volt

Pada gambar grafik 4.4 terlihat penurunan efisiensi serapan pada variasi tanpa larutan elektrolit yang berlanjut pada range waktu lebih dari 160 menit. Tingkat efisiensi serapan pada variasi tambahan larutan elektrolit lebih baik yakni pada range waktu lebih dari 240 menit, akan tetapi mengalami penurunan lebih besar pada saat range 300 menit. Hal ini disebabkan pengaruh penambahan larutan elektrolit. Pada variasi tegangan 35 volt ini terjadi melebarnya porositas membran yang menyebabkan penurunan efisiensi serapan pada fungsi membran zeolit sebagai adsorptor dan penukar ion.

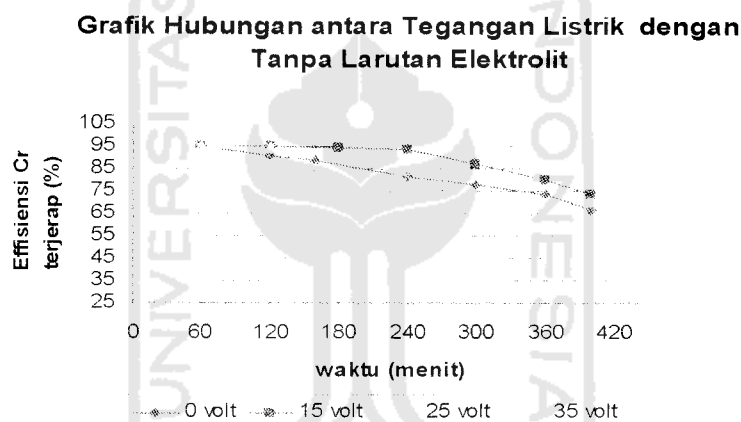
Penurunan konsentrasi Cr sesudah dilewatkan pada membran zeolit teraktivasi dikarenakan adanya peristiwa pertukaran ion, secara sederhana dapat ditunjukkan pada reaksi sebagai berikut :





Proses penyerapan tersebut akan terus berlangsung sampai membran zeolit jenuh. Pada penelitian ini membran zeolit mampu melakukan penyerapan secara optimum pada range waktu 60 menit pertama pengaliran, setelah itu akan mengalami penurunan penyerapan sampai mengalami titik kejenuhan.

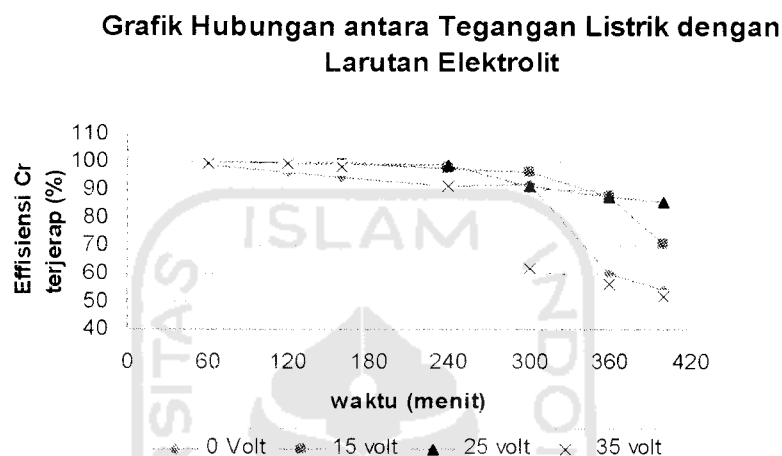
Sesuai dengan variasi penelitian dapat dilihat dari pengaruh hubungan antara tegangan listrik dengan variasi tanpa larutan elektrolit (dapat dilihat pada Gambar 4.5) dan variasi tambahan larutan elektrolit (Gambar 4.6), sebagai berikut



Gambar 4.5 Rangkuman Grafik Hasil Analisa Variasi Tegangan Listrik Tanpa Larutan Elektrolit

Gambar 4.5 menunjukkan kemampuan membran zeolit untuk menyerap ion khrom persatuan waktu (menit). Terlihat perbedaan waktu penurunan efisiensi (%) penyerapan konsentrasi khrom terhadap masing-masing variasi tegangan listrik, pada tegangan 15 volt merupakan efisiensi yang terbaik dengan terlihat garis yang hampir mendatar.

Adapun efisiensi yang terburuk yakni pada tegangan 25 vol variasi tanpa larutan elektrolit, terlihat hubungan garis tiap range waktu pengambilan sampel yang terus menurun secara drastis. Sedangkan pada variasi tegangan dengan penambahan larutan elektrolit dapat dilihat perbedaannya pada gamabar grafik sebagai berikut :



Gambar 4.6 Rangkuman Grafik Hasil Analisa Variasi Tegangan Listrik dengan Penambahan Larutan Elektrolit

Dari Gambar 4.6 terlihat pada tegangan 25 volt menunjukkan nilai efisiensi yang lebih baik terhadap konsentrasi Cr. Dikarnakan pada tegangan 25 volt, range waktu pengambilan sampel dari 60 menit pertama sampai range waktu 400 menit tingkat efisiensiya masih mencapai 85 %. Hal tersebut menunjukkan adanya variasi penambahan larutan elektrolit HNO_3 yang berpengaruh pada terjadinya pertukaran ion dalam proses elektrolisis.

4.6 Pengaruh Membran Zeolit dalam Menurunkan Kadar Krom

Membran zeolit merupakan suatu bahan padatan yang mempunyai sifat mengikat molekul pada permukaannya. Bahan zeolit mempunyai sifat sangat menonjol pada padatan berpori, semakin halus serbuk-serbuk penyerap semakin luas permukaannya dan daya serapnya makin besar (Ronodirjdo, 1982). Absorpsi merupakan suatu proses dimana suatu partikel terperangkap kedalam struktur suatu media dan seolah-olah menjadi bagian dari keseluruhan media tersebut, sedangkan jerapan adalah suatu proses dimana suatu partikel "menempel" pada suatu permukaan akibat dari adanya "perbedaan" muatan lemah diantara kedua benda (*gaya Van der Waals*), sehingga akhirnya akan terbentuk suatu lapisan tipis partikel-partikel halus pada permukaan tersebut (Renold, 1982) dikutip oleh Fitria Yulisa, 2004.

Selain itu membran dimanfaatkan sebagai penukar ion, pertukaran ion merupakan suatu proses dimana ion-ion yang terjerap pada suatu permukaan media ditukar dengan ion-ion lain yang berada dalam air. Proses ini dimungkinkan melalui suatu fenomena tarik menarik antara permukaan media bermuatan dengan molekul-molekul bersifat polar. Apabila suatu molekul bermuatan menyentuh suatu permukaan yang memiliki muatan berlawanan maka molekul tersebut akan terikat secara kimiawi pada permukaan tersebut. Pada kondisi tertentu molekul-molekul ini dapat ditukar posisinya dengan molekul lain yang berada dalam air yang memiliki kecenderungan lebih tinggi untuk diikat. Proses pertukaran yang berlangsung secara umum mengikuti kaidah-kaidah tertentu, yaitu:

- Pertama kation-kation dengan valensi lebih besar akan dipertukarkan terlebih dahulu sebelum kation-kation dengan valensi lebih kecil. Sebagai contoh apabila didalam akuarium kita terdapat besi (ber-valensi 3), kalsium (ber- valensi 2) dan amonium (ber- valensi 1) dalam jumlah yang sama. maka besi akan terlebih dahulu dijerap oleh zeolite. menyusul kalsium dan terakhir amonium.
- Kedua. kation yang konsentrasinya paling tinggi didalam akuarium akan dijerap terlebih dahulu walaupun valensi lebihkecil. Sebagai contoh dalam kasus diatas. apabila konsentrasi (jumlah) amonium jauh lebih banyak dibandingkan dengan besi dan kalsium. maka sesuai dengan aturan 2. amonium akan cenderung di jerap terlebih dahulu (www.google.com)

Penggunaanya membran zeolit pada proses elektrodialisis ini yakni Zeolit-H (katoda) dan zeolit-P (anoda). Dengan padatan yang berpori pada membran zeolit dapat dilihat pada gambar dibawah sebagai berikut :



Membran zeolit-H

Membran zeolit-P

Gambar 4.7 Padatan berpori pada membran zeolit pembesaran 500 X. Sebelum Dipakai Dalam Alat Proses

Dari gambar 4.7 membran zeolit dengan berat 10 gr dan ketebalan 1 mm sebelum digunakan dalam alat proses elektro membran zeolit. Pada membran

zeolit terjadi gaya tarik atom atau molekul pada permukaan padatan membran zeolit yang mengakibatkan terjadinya proses adsorpsi. Peristiwa ini cenderung menarik molekul-molekul yang bersentuhan dengan permukaan padatan, baik fasa gas maupun fasa larutan kedalam permukaan padatan. Sebagai efeknya, konsentrasi molekul pada permukaan menjadi lebih besar dibanding dalam fase gas atau zat terlarut.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi (Reonolds, 1982) dikutip oleh Fitria Yulisa, 2004 sebagai berikut :

1. Karakteristik fisik dan kimia zat penyerap termasuk didalamnya adalah luas permukaan, ukuran pori dan komposisi kimia
2. Karakteristik fisik dan kimia zat terserap yang meliputi komposisi kimia, ukuran molekul, polaritas molekul, pH dan temperatur
3. Konsentrasi zat terserap, semakin tinggi konsentrasi kontaminan semakin mudah untuk diserap karena semakin banyak molekul yang terserap
4. Kecepatan aliran dan waktu kontak, semakin kecil kecepatan aliran larutan dengan kandungan zat terserap maka waktu tinggal semakin lama sehingga semakin tinggi tingkat effisiensinya
5. Diameter dan tinggi kolom, semakin kecil dan tinggi diameter kolom semakin besar tingkat effisiensinya.

4.7 Pengaruh Tegangan Listrik Terhadap Penurunan Kadar Krom

Penggunaan variasi tegangan listrik pada alat proses elektro membran zeolit yang mempengaruhi pada cairan didalam tabung elektrodialisis. Melihat data hasil analisis membuktikan adanya penurunan terhadap konsentrasi krom pada cairan dalam tabung elektrodialisis. Bahwa ketika arus mengalir lewat cairan limbah dalam tabung uji elektro membran zeolit, maka senyawa dalam limbah cair $[\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3]$ yang terkandung didalamnya menjadi terpisah pengaruh adanya proses elektrolisis.



Gambar 4.8 Pengaruh Tegangan Listrik pada Proses Elektrolisis Dalam Penurunan Konsentrasi Krom (Cr)

Dari gambar 4.8 membuktikan adanya suatu molekul bermuatan yang memiliki muatan berlawanan maka molekul tersebut akan mengikat secara kimiawi pada permukaan tersebut oleh adanya aliran listrik. Pada kondisi tersebut molekul-molekul pada senyawa limbah cair dapat ditukar posisinya dengan molekul lain yang berada dalam air yang memiliki kecenderungan lebih tinggi diikat. Media pada membran zeolit melakukan proses pertukaran pada kation yang bervalensi baik besar atau valensi kecil. Hukum *Faraday I* mengungkapkan

semakin tinggi tegangan yang diberikan pada proses elektrolisis, maka semakin banyak massa yang dihasilkan. Atau dengan kata lain, banyaknya zat yang dihasilkan dari reaksi elektrolisis sebanding dengan banyaknya arus listrik yang dialirkan dalam larutan. Pada tabel 4.7 menunjukkan adanya ukuran arus listrik pada ampermeter yang lebih besar selaras penambahan interval waktu. Pada gambar 4.5 menunjukkan penurunan pada konsentrasi krom yang terbaik yakni tegangan 15 volt, dibandingkan dengan tegangan listrik yang lebih tinggi.

Bahwa pertukaran ion merupakan suatu proses dimana ion-ion yang terjerap pada permukaan membran zeolit ditukar dengan ion-ion lain yang berada dalam senyawa limbah cair, proses ini dimungkinkan melalui fenomena tarik menarik antar media membran yang bermuatan dengan molekul yang bersifat lebih polar, dapat ditunjukkan pada gambar 4.6 memberikan penjelasan efisiensi terbaik pada penurunan konsentrasi dengan adanya penambahan larutan elektrolit sehingga larutan bersifat lebih polar.

Dari gambar 4.5 dan gambar 4.6 menunjukkan bahwa pada tegangan yang lebih tinggi terjadi penurunan efisiensi terhadap konsentrasi krom, sehingga dari data tersebut berlawanan dengan hukum *Faraday I*. Membran pada alat tabung elektrodialisis pada saat tegangan tinggi terjadi pelebaran pada porositas membran dikarenakan terjadi pemanasan pada tabung elektrodialisis. Dari fakta bahwa membran mampu menjerap konsentrasi krom sebagaimana sifatnya membran yaitu adsorpsi dan penukar ion, dibuktikan pada variasi tanpa tegangan yang mampu menurunkan konsentrasi krom.

Dengan penambahan variasi tegangan listrik diharapkan dapat mengetahui efisiensi penurunan konsentrasi krom yang terbaik. Secara teori tegangan lebih tinggi maka jumlah massa yang tereduksi lebih banyak dikarenakan aliran listrik. Dengan penambahan media membran pada alat proses yang terbuat dari mineral zeolit diharapkan juga mampu menurunkan konsentrasi lebih efektif. Secara fisik pada tegangan 35 volt terlihat tidak terjadinya proses penyerapan oleh membran secara optimum dikarenakan membran yang dengan berat dan tebal 1 mm dalam tabung mudah runtuh/pecah. Pada tabung alat elektro membran zeolit pada variasi tegangan mengalami terjadinya suhu panas dimulai pada tegangan 25 volt dan 35 volt, sehingga suhu panas pada tabung alat proses menyebabkan fungsi membran tidak optimum.

4.8 Aplikasi Alat Proses Elektro Membran Zeolit

Aplikasi alat proses elektro membran zeolit merupakan salah satu alternatif dalam menurunkan konsentrasi krom pada limbah penyamakan kulit. Jika mengacu pada data hasil penelitian di atas memungkinkan pemakaian elektro membran zeolit untuk pengolahan limbah penyamakan kulit. Dalam penggunaan alat proses ini memang belum diterapkan pada pengolahan limbah penyamakan kulit, karena masih perlu adanya penelitian dan pengembangan kembali agar mendapat nilai yang optimum.

Dari interval pengambilan sampel pada variasi tegangan listrik dan larutan elektrolit memberikan hasil penurunan konsentrasi krom setelah melewati elektro membran zeolit. Penurunan konsentrasi krom dapat dipengaruhi oleh tebal tipisnya

membran yang digunakan, memungkinkan perubahan efisiensi dalam mereduksi krom dan dipengaruhi oleh konsentrasi limbah tersebut. maka dalam penerapan alat proses elektro membran zeolit masih diperlukan penelitian lebih lanjut dengan variasi yang secara langsung/tidak langsung berpengaruh pada proses elektro membran zeolit.

Pembuatan alat proses elektro membran zeolit mengacu pada kegiatan sebagai berikut :

1. Aktivasi zeolit
2. Pembuatan tabung elektrodialisis
3. Bentuk cetakan membran zeolit
4. Pembuatan elektroda
5. Tenaga listrik

