

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prinsip dasar dari membran keramik adalah mengalirkan air limbah ke dalam membran keramik keramik melalui pipa dengan menggunakan bantuan pompa dengan $Q_{maks} = 900 \text{ L/jam}$, $A_c = 220 - 240 \text{ Volt/Hz}$, dan $W = 15 \text{ watt}$. Dimana akan terjadi proses filtrasi dan adsorpsi didalamnya yang pada akhirnya akan menghasilkan effluent melalui pori-pori pada dinding keramik, ukuran pori juga turut berperan sehingga dapat menurunkan konsentrasi *Amonium dan Sulfat* pada limbah domestik.

Berdasarkan penelitian sebelumnya (*Akbar.M, 2006*), membran keramik dengan konsentrasi serbuk gergaji 5 % tidak mampu mengolah air buangan, hal ini disebabkan karena porositas pada membran keramik sangat kecil sehingga air buangan tidak mampu melewati pori-pori pada membran keramik, sehingga pada penelitian ini konsentrasi serbuk gergaji yang digunakan adalah 7,5 % dan 10 %. Untuk mengetahui tingkat kejenuhan membran keramik digunakan variasi waktu 60, 120, 180, 240 dan 330 menit. hal ini dikarenakan waktu-waktu tersebut dianggap mampu untuk mewakili waktu pengolahan air limbah. Kapasitas membran keramik yang digunakan pada skala laboratorium yaitu 795 cm^3 . Dengan kapasitas tersebut pada membran keramik variasi serbuk gergaji 7,5% dan 10 % dapat menghasilkan air limbah 520 ml dan 1280 ml per 60 menit.

4.1 Data Hasil Uji Laboratorium

Untuk mengetahui diameter porositas membran keramik di lakukan uji porositas di laboratorium BATAN, sehingga diketahui:

Tabel 4.1. Porositas Membran Keramik Berdasarkan Variasi Serbuk Gergaji

Membran Keramik (%)	Porositas (Mikron)
7,5	$34,4026 \times 10^{-4}$
10	$33,8918 \times 10^{-4}$

Sumber : Data Primer, 2006

4.2 Amonium

Adapun data hasil uji Amonium dari air limbah laboratorium kualitas air berdasarkan variasi membran keramik yang digunakan yaitu :

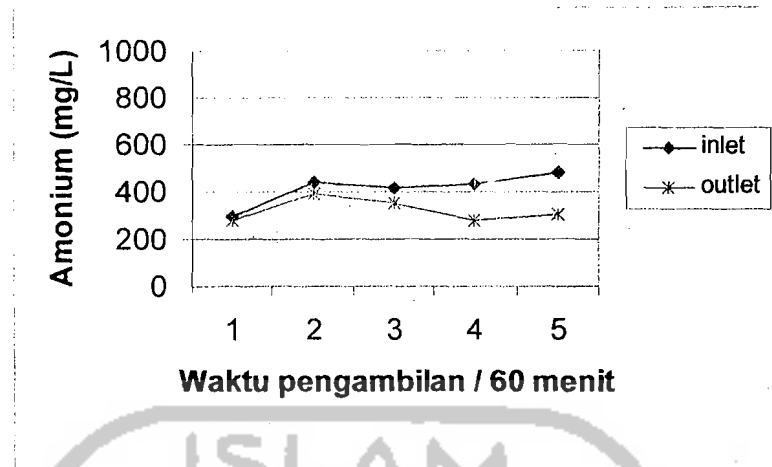
1. Membran keramik 7,5 %

Adapun data hasil uji laboratorium konsentrasi Amonium menggunakan membran keramik dengan konsentrasi serbuk gergaji sebanyak 7,5 % dari berat tanah, dapat dilihat pada Tabel 4.2, Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 dibawah ini :

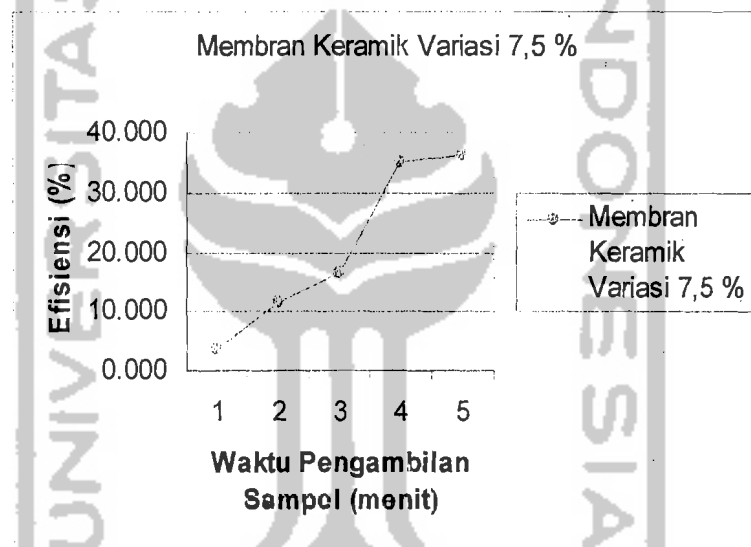
Tabel 4.2 . Penurunan Amonium dengan membran keramik 7,5 %

No	Menit ke	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	removal %
1	60	293.1	281.9	3.796
2	120	440.8	390.3	11.461
3	180	419.6	350.9	16.368
4	240	429.0	279.0	34.957
5	300	481.1	307.0	36.198

Sumber : Data Primer, 2006



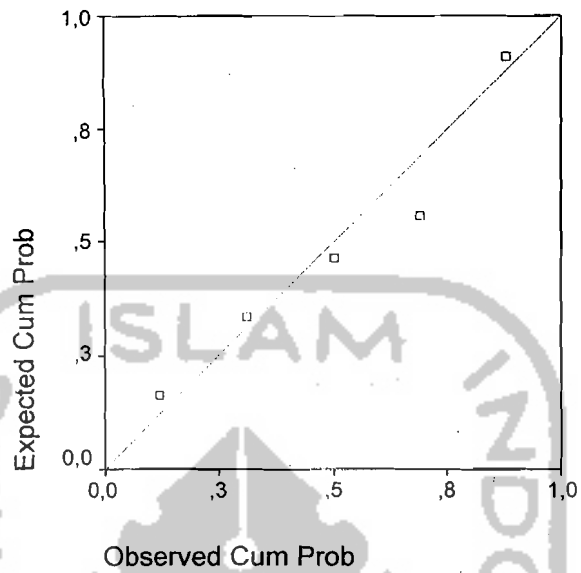
Gambar 4.1. Penurunan Amonium dengan membran keramik 7,5 %



Gambar 4.2. Efisiensi Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 7,5 % Dalam Penurunan Amonium

Normal P-P Plot of Regression ϵ

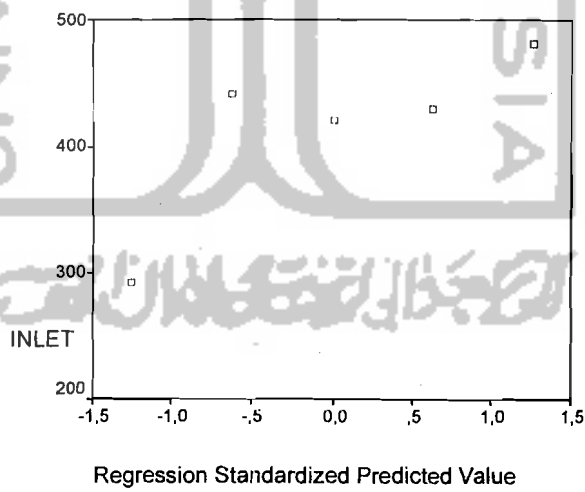
Dependent Variable: INLET



Gambar 4.3 Regresi Linier Inlet pada Membran Keramik 7,5 %

Scatterplot

Dependent Variable: INLET



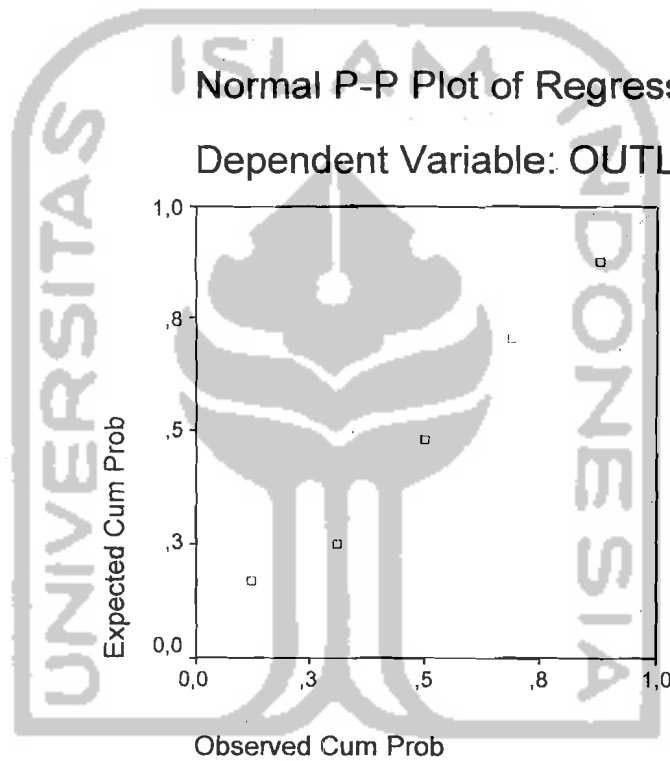
Gambar 4.4 Dependent Variable Inlet pada Membran Keramik 7,5 %

Tabel 4.3 Data Koefisien Pada Inlet 7,5 %

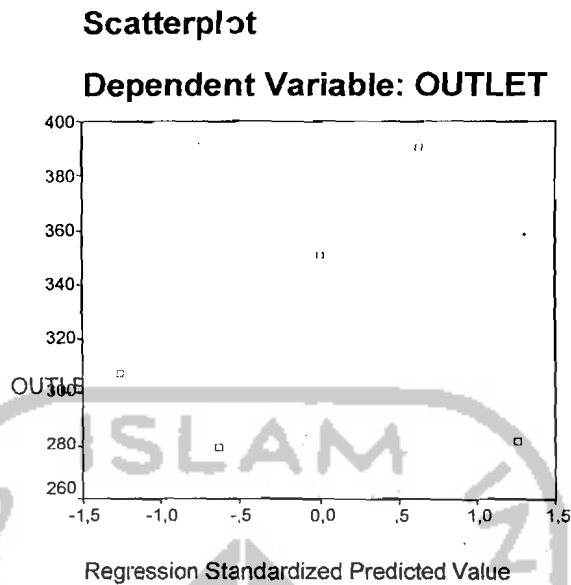
Coefficients

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	303,460	50,012		6,068	,009
	WAKTU	36,420	15,079	,813	2,415	,095

a. Dependent Variable: INLET



Gambar 4.5 Regresi Linier Outlet pada Membran Keramik 7,5 %



Gambar 4.6 Dependent Variable Outlet pada Membran Keramik 7,5 %

Tabel 4.4 Data Koefisien Pada Outlet 7,5 %

Coefficients

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	340,150	56,832		5,985	,009
	WAKTU	-6,110	17,135	-,202	-,357	,745

a. Dependent Variable: OUTLET

Adapun hasil pengujian konsentrasi Amonium dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan Gambar 4.2, efisiensi dari penggunaan membran keramik 7,5 % dalam menurunkan konsentrasi Amonium berturut-turut per 1 jam dalam waktu 5 jam yaitu 3,796 %, 11,461 %, 16,368 %, 34,957 % dan 36,198 %. Dari hasil yang didapatkan untuk penurunan konsentrasi Amonium dapat dikatakan bahwa efisiensinya mengalami kenaikan dimana efisiensi yang terbesar terjadi pada

waktu jam ke 5 yaitu sebesar 36,198 %. Pada uji regresi linier pada inlet dan outletnya berdasarkan Gambar 4.3 dan Gambar 4.5 hasilnya menunjukkan adanya kecenderungan untuk naik, dan didapatkan nilai persamaan pada inlet dan outletnya sebagai berikut :

- $Y = 303,460 + 36,420 X$
- $Y = 340,150 - 6,110 X$

Persamaan ini didapat dari nilai B pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4, sedangkan nilai X adalah variasi waktu untuk mendapatkan nilai dari titik jenuh pada membran keramik.

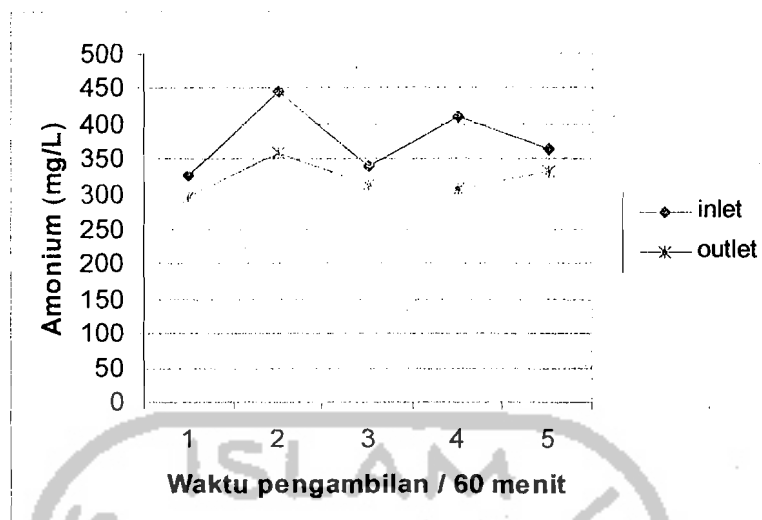
2. Membran keramik 10 %

Adapun data hasil uji laboratorium konsentrasi Amonium menggunakan membran keramik dengan konsentrasi serbuk gergaji sebanyak 10 % dari berat tanah, dapat dilihat pada Tabel 4.3, Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 dibawah ini :

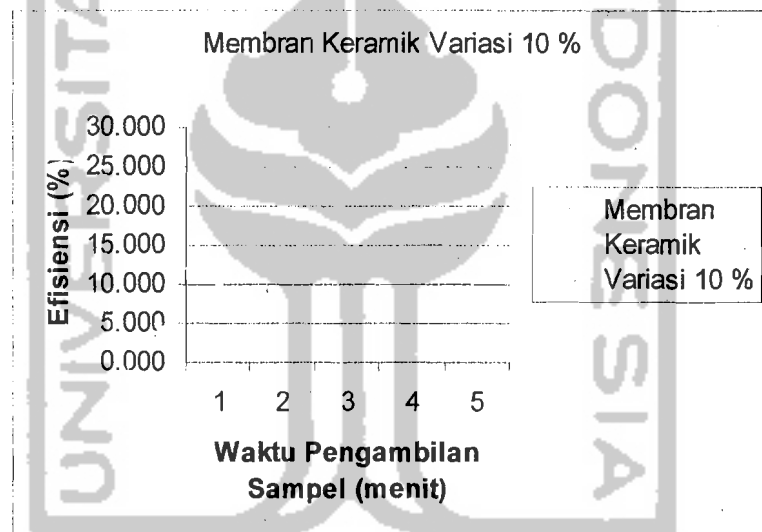
Tabel 4.5 . Penurunan Amonium dengan membran keramik 10 %

No	Menit ke	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	removal %
1	60	327.2	296.3	9.444
2	120	444.8	357.5	19.628
3	180	339.8	311.5	8.322
4	240	409.8	308.1	24.806
5	300	364.2	331.6	8.964

Sumber : Data Primer, 2006



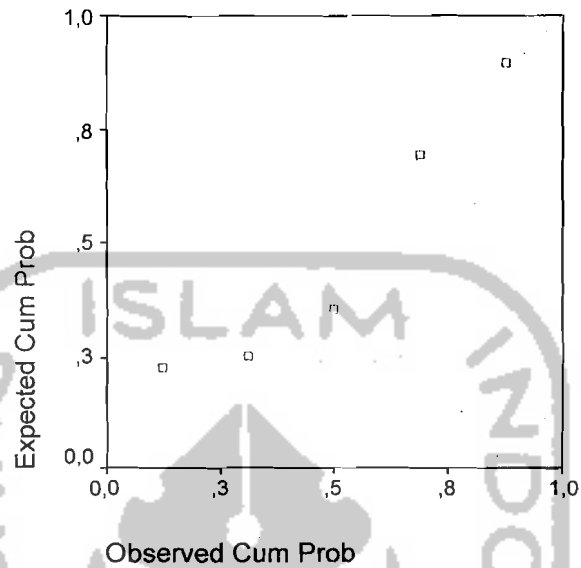
Gambar 4.7. Penurunan Amonium dengan membran keramik 10 %



Gambar 4.8. Efisiensi Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 10 % Dalam Penurunan Amonium

Normal P-P Plot of Regression

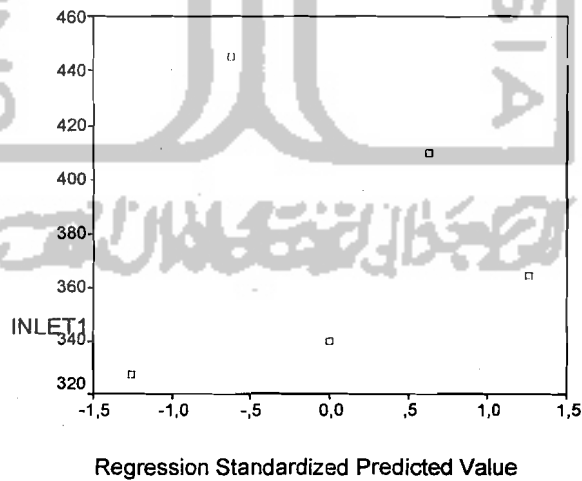
Dependent Variable: INLET1



Gambar 4.9 Regresi Linier Inlet pada Membran Keramik 10 %

Scatterplot

Dependent Variable: INLET1



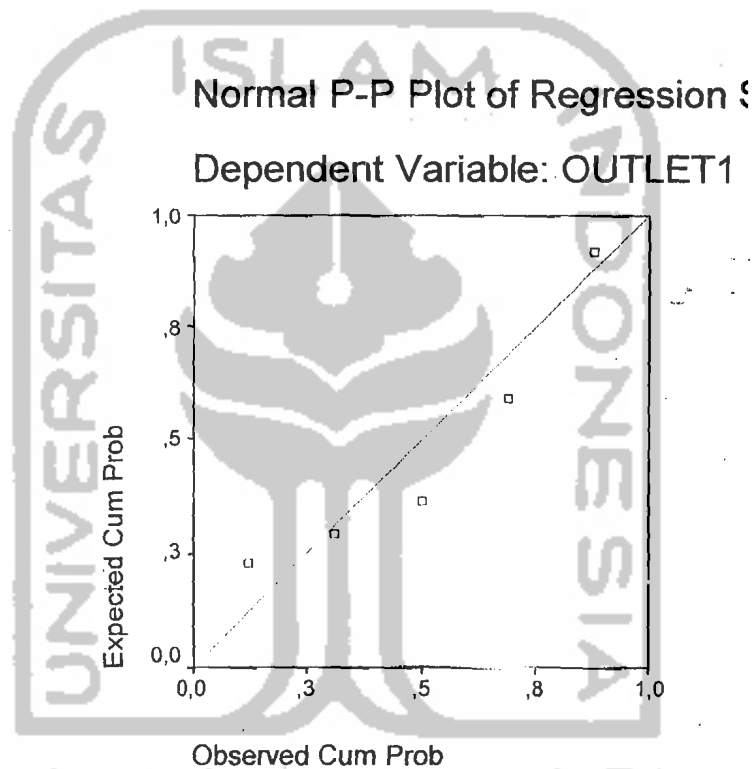
Gambar 4.10 Dependent Variable Inlet pada Membran Keramik 10 %

Tabel 4.6 Data Koefisien Pada Inlet 10 %

Coefficients

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	365,460	59,169		6,177	,009
	WAKTU	3,900	17,840	,125	,219	,841

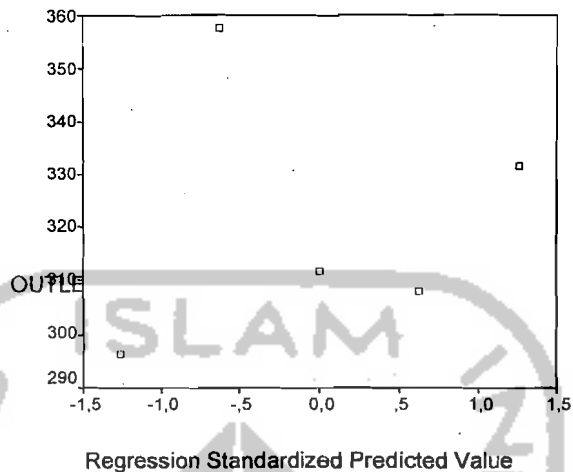
a. Dependent Variable: INLET1



Gambar 4.11 Regresi Linier Outlet pada Membran Keramik 10 %

Scatterplot

Dependent Variable: OUTLET1



Gambar 4.12 Dependent Variable Outlet pada Membran Keramik 10 %

Tabel 4.7 Data Koefisien Pada Outlet 10 %

Coefficients

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	314,640	28,827		10,915	,002
	WAKTU	2,120	8,692	,139	,244	,823

a. Dependent Variable: OUTLET1

Sedangkan untuk hasil pengujian untuk komposisi serbuk gergaji 10 % dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.8, efisiensi dari penggunaan membran keramik 10 % dalam menurunkan konsentrasi Amonium berturut-turut per 1 jam yaitu dalam waktu 5 jam yaitu 9,444 %, 19,628 %, 8,322 %, 24,806 % dan 8,964 %. Dari hasil yang didapatkan untuk penurunan konsentrasi Amonium dapat dikatakan bahwa efisiensinya mengalami

penurunan pada jam ke-3 dan kembali naik di jam berikutnya dimana efisiensi yang terbesar terjadi pada waktu jam ke-4 yaitu sebesar 24,806 %. Pada uji regresi linier pada inlet dan outletnya berdasarkan Gambar 4.9 dan Gambar 4.11 hasilnya menunjukkan adanya kecenderungan untuk naik, dan didapatkan nilai persamaan pada inlet dan outletnya sebagai berikut :

- $Y = 365,460 + 3,900 X$

- $Y = 314,640 + 2,120 X$

Persamaan ini didapat dari nilai B pada Tabel 4.6 dan Tabel 4.7, sedangkan nilai X adalah variasi waktu untuk mendapatkan nilai dari titik jenuh yang ingin diketahui pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 10 %.

4.2.1 Analisa Data dengan Menggunakan T-Test

4.2.1.1 T-Test Untuk Analisa Amonium Pada Komposisi Media 7,5 %

Dari hasil perhitungan menggunakan excel, diperoleh hasil sebagai berikut:

Rata-rata : $\bar{x}_1 = 412,71$

$\bar{x}_2 = 321,81$

Standar deviasi : $s_1 = 70,85901848$

$s_2 = 47,91511244$

Varians : $S_1 = 5021,0005$

$S_2 = 2295,858$

Korelasi : $r_1 = 0,931522751$

$t_{hitung} = 2,407356493$

Dengan $\alpha = 0.05$, $dk = n_1 + n_2 - 2 = 5 + 5 - 2 = 8$

Sehingga diperoleh t tabel = 1,860

Dengan membandingkan t tabel dengan t hitung, ternyata $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \leq + t \text{ tabel}$, atau $-1,860 < 2,407356493 > 1,860$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

Sehingga dapat disimpulkan, bahwa terjadi perbedaan konsentrasi Amonium yang signifikan antara inlet dan outlet pada limbah laboratorium, ini berdasarkan bahwa nilai t hitung lebih besar daripada nilai t tabel ($2,407356493 > 1,860$).

4.2.1.2 T-Test untuk Analisa Amonium pada Komposisi Serbuk Gergaji 10 %

Dari hasil perhitungan menggunakan excel, diperoleh hasil sebagai berikut:

Rata-rata	:	\bar{x}_1	=	377,16
		\bar{x}_2	=	321
Standar deviasi	:	s_1	=	49,24497944
		s_2	=	24,03830277
Varians	:	S_1	=	2425,068
		S_2	=	577,84

Korelasi : $r_1 = 0,981659057$

$t_{\text{hitung}} = 2,356227012$

Dengan $\alpha = 0.05$, $dk = n_1 + n_2 - 2 = 5 + 5 - 2 = 8$

Sehingga diperoleh t tabel = 1,860

Dengan membandingkan t tabel dengan t hitung, ternyata $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \leq + t \text{ tabel}$, atau $-1,860 < 2,356227012 > 1,860$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

Sehingga dapat disimpulkan, terjadi perbedaan yang cukup signifikan pada konsentrasi Amonium di antara inlet dan outlet pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 10 %, ini berdasarkan bahwa nilai t hitung lebih besar bila dibandingkan dengan nilai t tabel ($2,356227012 > 1,860$).

Hasil uji t-test yang terdapat diatas tadi akan dibandingkan dengan uji t-test dengan SPSS

Tabel 4.8 Uji Korelasi
Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 INLET & OUTLET	5	,382	,526
Pair 2 VAR00004 & VAR00005	5	,739	,154

Pada Tabel 4.8 didapatkan hasil bahwa pada pada komposisi serbuk gergaji 7,5 % didapatkan korelasi 0,382 dan pada 10 % didapatkan korelasi 0,739, data – data tersebut menunjukkan pada membran keramik 10 % terdapat hubungan antara inlet dan outlet yang bagus karena nilai korelasinya mendekati 1, sedangkan untuk membran keramik 7,5 % walaupun nilai untuk korelasinya masih berada dalam range antara 0 dan 1, tetapi nilainya lebih kecil dibandingkan dengan yang 10 %.

Tabel 4.9 Uji Detail

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 INLET - OUTLET	90,9000	68,72434	30,73446	5,5675	176,2325	2,958	4	,042
Pair 2 VAR00004 - VAR00005	56,1600	35,40096	15,83179	12,2039	100,1161	3,547	4	,024

Pada Tabel 4.9 dilakukan uji detail dengan keakuratan 95 %, dimana bila nilai signifikansi kurang dari 0,05 Ho ditolak atau berdasarkan hasil perhitungan didapat pada 7,5 % nilainya 0,042 dan pada 10 % di dapat 0,024 dari kedua nilai signifikansi tersebut kurang dari 0,05, hal ini berarti bahwa untuk kedua variabel yang dibandingkan terdapat perbedaan.

Tabel 4.10 Uji Tukey

Multiple Comparisons

Dependent Variable: SELISIH
Tukey HSD

(I) WAKTU	(J) WAKTU	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1,00	2,00	-47,9000	50,72828	,869	-251,3967	155,5967
	3,00	-27,5000	50,72828	,978	-230,9967	175,9967
	4,00	-104,8500	50,72828	,355	-308,3467	98,6467
	5,00	-82,4500	50,72828	,541	-285,9467	121,0467
2,00	1,00	47,9000	50,72828	,869	-155,5967	251,3967
	3,00	20,4000	50,72828	,993	-183,0967	223,8967
	4,00	-56,9500	50,72828	,791	-260,4467	146,5467
	5,00	-34,5500	50,72828	,952	-238,0467	168,9467
3,00	1,00	27,5000	50,72828	,978	-175,9967	230,9967
	2,00	-20,4000	50,72828	,993	-223,8967	183,0967
	4,00	-77,3500	50,72828	,590	-280,8467	126,1467
	5,00	-54,9500	50,72828	,809	-258,4467	148,5467
4,00	1,00	104,8500	50,72828	,355	-98,6467	308,3467
	2,00	56,9500	50,72828	,791	-146,5467	260,4467
	3,00	77,3500	50,72828	,590	-126,1467	280,8467
	5,00	22,4000	50,72828	,990	-181,0967	225,8967
5,00	1,00	82,4500	50,72828	,541	-121,0467	285,9467
	2,00	34,5500	50,72828	,952	-168,9467	238,0467
	3,00	54,9500	50,72828	,809	-148,5467	258,4467
	4,00	-22,4000	50,72828	,990	-225,8967	181,0967

Pada Tabel 4.10 dilakukan perhitungan dengan uji Tukey atau uji perbandingan ganda untuk mengetahui pada komposisi dan pada waktu beberapa

yang paling optimum untuk menurunkan konsentrasi Amonium pada limbah cair laboratorium. Perhitungan secara umum dilakukan dengan menyatukan data pada membran keramik 7,5 % dengan membran keramik 10 %. Dari Tabel 4.10 diperoleh kesimpulan bahwa, jam ke-1 < jam ke-3 < jam ke-2 < jam ke-5 < jam ke-4, sehingga didapat waktu yang paling optimum untuk menurunkan konsentrasi Amonium pada jam ke-4 pada komposisi serbuk gergaji 7,5 % dan 10 %.

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.8 dan Tabel 4.9 bahwa bila dibandingkan dengan uji t-test pada program excel menunjukkan kesimpulan yang sama.

4.2.2 Penurunan Konsentrasi Amonium

Penelitian yang dilakukan berasal dari limbah Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan UII, Jogjakarta, dengan menggunakan *membran keramik* sebagai media pengolahan air limbah yang terdiri dari 2 variasi membran keramik yaitu 7,5 % dan 10 % konsentrasi serbuk gergaji.

Amonium adalah suatu zat kimia yang tidak menunjukkan adanya warna, bersifat basa karena dapat membiarkan lakmus merah. Amonium apabila dilarutkan dalam air akan membentuk Amonium hidroksida pada derajat asam ± 7 , merupakan gas yang mudah menguap, berbau busuk (menyengat) dan tidak berwarna, mudah dicairkan dan sangat mudah larut dalam air, kira-kira 700 liter gas ini melarut dalam 1 liter zat pada tekanan kamar. Kelarutan dalam air menghasilkan alkali lemah, titik leleh $77,8^{\circ}\text{C}$ dan titik didih $33,4^{\circ}\text{C}$. Amonium dalam keadaan basa

apabila ditambah reagen Nessler (suatu larutan K_2HgI_4 yang alkalis) akan terbentuk warna coklat + kuning, kalau terdapat banyak amonium akan terjadi endapan coklat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % dan 10 % di inlet menurut Gambar 4.1 dan 4.7 terjadi kenaikan dan penurunan konsentrasi Amonium. Pada inlet membran keramik komposisi serbuk gergaji 7,5 % terjadi kenaikan yang cukup signifikan dari jam ke-1 sampai pada jam ke-2 kemudian terjadi penurunan pada jam ke-3 dan terjadi kenaikan lagi pada jam ke-4 dan ke-5 yaitu 293,1 mg/L, 440,8 mg/L, 419,6 mg/L, 429,0 mg/L, dan 481,1 mg/L, sedangkan pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 10 % kenaikan pada jam ke-2 dan penurunan pada jam ke-3 kemudian terjadi kenaikan pada jam ke-4 dan penurunan kembali pada jam ke-5 pada outletnya yaitu 327,2 mg/L, 444,8 mg/L, 339,8 mg/L, 409,8 mg/L, dan 364,2 mg/L, hal ini terjadi karena sifat dari Amonium yang mudah menguap, mudah dicairkan dan sangat mudah larut dalam air, kira-kira 700 liter gas ini melarut dalam 1 liter zat pada tekanan kamar (Keenan, 1992) juga dapat disebabkan oleh karena limbah laboratorium bersifat homogen yang terdiri dari berbagai macam bahan sehingga Amonium dapat berinteraksi dengan bahan lain membentuk suatu reaksi kimia yang dapat menghasilkan senyawa Amonium baru sehingga konsentrasi Amonium pada limbah laboratorium menjadi meningkat.

Outlet yang dihasilkan oleh membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % dan 10 % menunjukkan terjadinya penurunan dan kenaikan konsentrasi Amonium, pada komposisi 7,5 % terjadi penurunan konsentrasi Amonium dari 481,1 mg/L menjadi 307,0 mg/L. Sedangkan pada komposisi 10 % konsentrasi Amonium

turun dari 409,8 mg/L menjadi 331,6 mg/L. Hal ini dapat terjadi karena membran memiliki kemampuan untuk menyaring (filtrasi) dan menyerap (adsorpsi) terhadap Amonium dan bahan organik yang terdapat pada air buangan. Membran keramik yang digunakan adalah dengan suhu bakar rendah yaitu antara 900°C sampai 1050°C, dimana keramik bakaran rendah pada umumnya berpori selain itu digunakan campuran serbuk gergaji dengan ukuran lolos dari saringan 50 mesh, sehingga penyaringan dilakukan dengan perembesan air melalui pori-pori yang terbentuk. Sedangkan fungsi membran keramik sebagai penyerap (adsorpsi) dapat terjadi karena pada membran keramik terdapat mineral lempung yang dapat dengan mudah menyerap beberapa molekul organik yang terdapat di dalam air buangan. Pada beberapa kejadian, terutama untuk molekul organik tak ber kutub, kekuatan interaksi antara mineral lempung dengan bahan organik relatif lemah, hanya dengan penyerapan secara fisik. Ikatan antara mineral lempung dan bahan organik yang terjadi pada membran keramik antara lain melalui :

1. Ikatan hidrogen

Ikatan hidrogen adalah ikatan antara atom-atom yang terdapat pada air (H_2O) yang membentuk kutub-kutub (polar).

2. Kekuatan ion dwi-kutub

Kekuatan ion dwi-kutub adalah molekul-molekul air yang berkelakuan seperti batang-batang kecil yang mempunyai muatan positif di satu sisi dan bermuatan negatif di sisi lain.

3. Pertukaran ion

Pertukaran ion adalah pertukaran elektrik pada partikel-partikel dengan mineral lempung akan menarik kation dan anion melalui cara penukaran atau menetralkan, artinya dengan mudah digantikan oleh anion dan kation lain saat kontak dengan ion pada larutan yang encer (*Van Olphen, dalam Akbar. M, 2006*).

Amonium mempunyai muatan ion positif, sehingga terjadi gaya tarik – menarik dengan bahan dasar keramik yaitu mineral lempung, senyawa aluminium silikat yang terdiri dari satu atau dua unit dasar yaitu tetrahedral dan aluminium oktahendra yang bermuatan negatif. Lapisan lempung yang bermuatan negatif menyebabkan penarikan kation dan penolakan anion, sehingga dapat terserap pada dinding keramik, namun ikatan yang terjadi antara Amonium dan mineral lempung tidak dapat berlangsung dalam waktu yang lama hal ini dikarenakan sifat dari amonium antara lain mudah terikat dengan senyawa apapun, mudah menguap dan merupakan elektrolit kuat. Selain itu interaksi persaingan antara adsorbate yang berbeda – beda (COD, warna, logam berat, campuran organik, dll) akan mengurangi kapasitas penyerapan dari adsorben. Ukuran molekulnya juga berbeda – beda. Pada situasi ini akan memperburuk penyaringan molekul karena molekul yang lebih besar akan menutup pori sehingga mencegah jalannya masuknya molekul yang lebih kecil. Karena proses yang terjadi pada membran keramik hanyalah proses filtrasi dan proses adsorpsi tidak berjalan dengan baik maka konsentrasi Amonium tetap tinggi dan persen removalnya rendah. Selain itu kenaikan konsentrasi Amonium di inlet juga berpengaruh terhadap peningkatan Amonium di outlet.

Hasil keluaran outlet yang belum terremoval semuanya, apabila dibuang ke badan air maupun lingkungan akan tetap berbahaya, hal ini dikarenakan air limbah setelah dilakukan pengolahan dengan membran keramik konsentrasi Amonium masih melebihi ambang batas yang diperbolehkan. Jika dibandingkan dengan baku mutu untuk badan air kelas I menurut Peraturan Pemerintah No. 82 Th. 2001, konsentrasi maximum Amonium yang diperbolehkan adalah 0,5 mg/L, sementara hasil keluaran outlet untuk konsentrasi serbuk gergaji 7,5 dan 10 % adalah 307,0 mg/L dan 308,1 mg/L.

4.3 Sulfat

Adapun data hasil uji Sulfat dari air limbah laboratorium kualitas air berdasarkan variasi membran keramik yang digunakan yaitu :

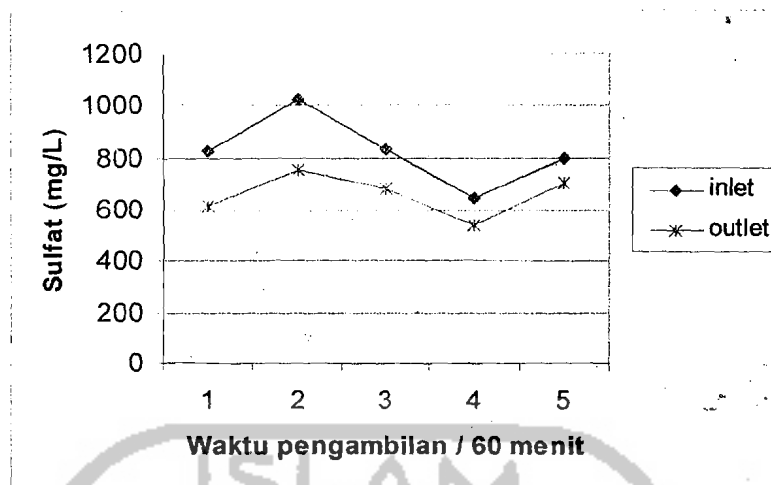
1. Membran keramik 7,5 %

Adapun data hasil uji laboratorium konsentrasi Sulfat menggunakan membran keramik dengan konsentrasi serbuk gergaji sebanyak 7,5 % dari berat tanah, dapat dilihat pada tabel 4.11, Gambar 4.13 dan Gambar 4.14 dibawah ini :

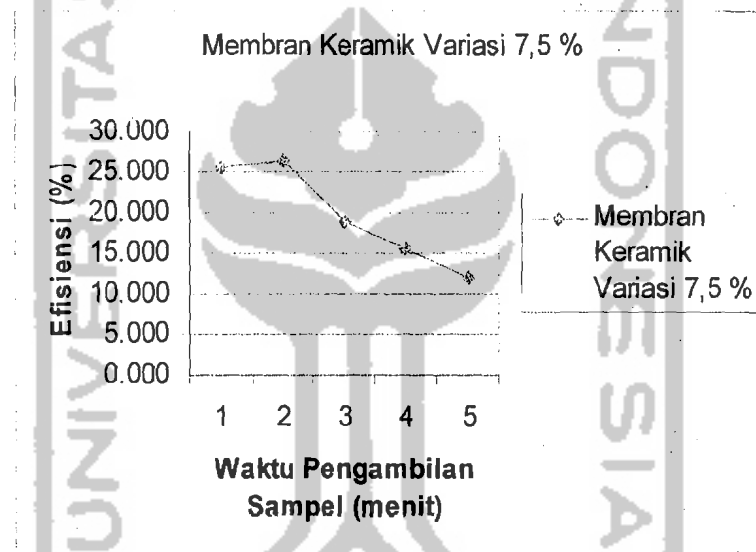
Tabel 4.11. Penurunan Sulfat dengan membran keramik 7,5 %

No	Menit ke	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	removal %
1	60	828	617	25.483
2	120	1025	754	26.439
3	180	837	678	18.996
4	240	645	545	15.504
5	300	795	699	12.075

Sumber : Data Primer, 2006



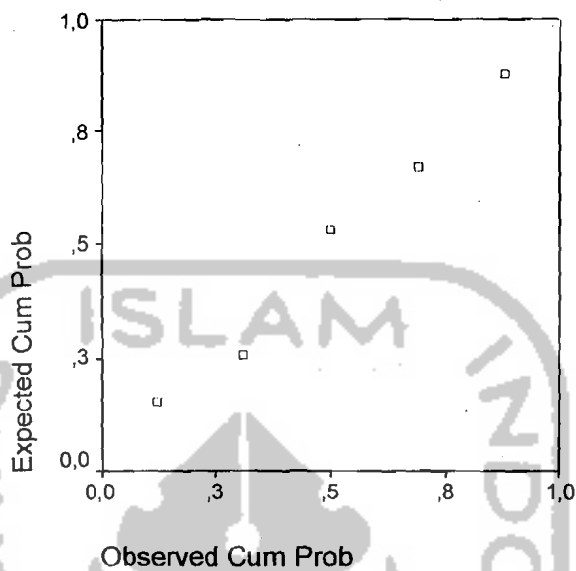
Gambar 4.13. Penurunan Sulfat dengan membran keramik 7,5 %



Gambar 4.14. Efisiensi Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 7,5 % Dalam Penurunan Sulfat

Normal P-P Plot of Regression :

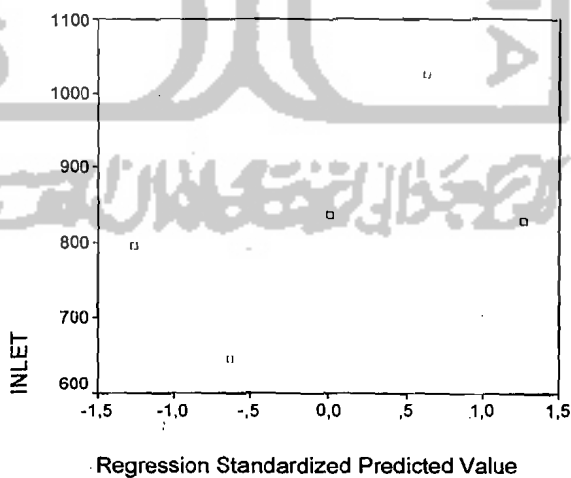
Dependent Variable: INLET



Gambar 4.15 Regresi Linier Inlet pada Membran Keramik 7,5 %

Scatterplot

Dependent Variable: INLET



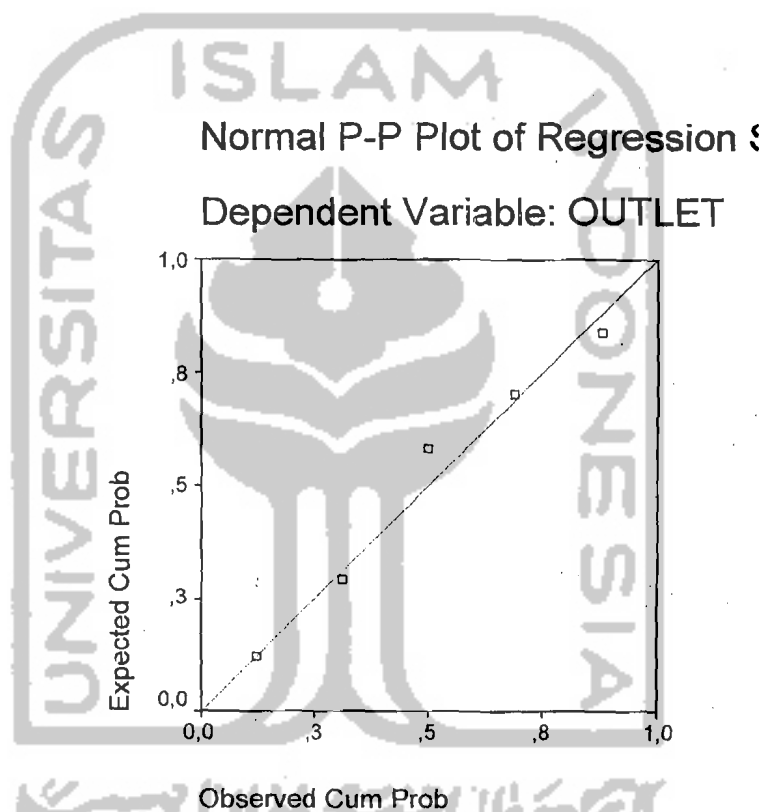
Gambar 4.16 Dependent Variable Inlet pada Membran Keramik 7,5 %

Tabel 4.12 Data Koefisien Pada Inlet 7,5 %

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	959,800	140,133		6,849	,006
	WAKTU	-44,600	42,252	-,520	-1,056	,369

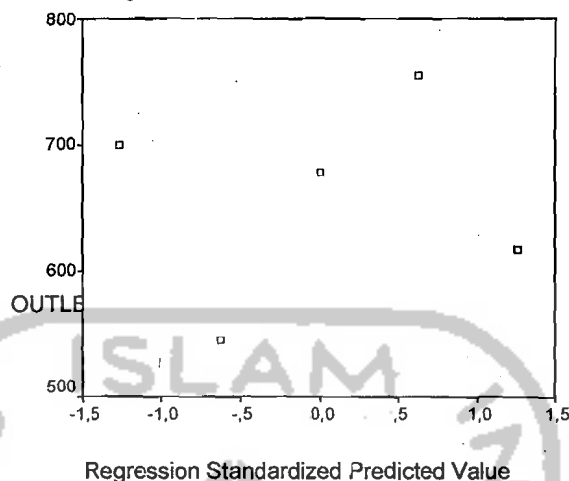
a. Dependent Variable: INLET



Gambar 4.17 Regresi Linier Outlet pada Membran Keramik 7,5 %

Scatterplot

Dependent Variable: OUTLET



Gambar 4.18 Dependent Variable Outlet pada Membran Keramik 7,5 %

Tabel 4.13 Data Koefisien Pada Outlet 7,5 %

Coefficients

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	672,100	93,776		6,945	,006
	WAKTU	-4,500	29,179	-,089	-,154	,887

a. Dependent Variable: OUTLET

Adapun hasil pengujian konsentrasi Sulfat dapat dilihat. Pada Tabel 4.11 dan Gambar 4.14 efisiensi dari penggunaan membran keramik 7,5 % dalam menurunkan konsentrasi Sulfat berturut-turut per 1 jam dalam waktu 5 jam yaitu 25,483 %, 26,439 %, 18,996 %, 15,504 %, 12,075 %. Dari hasil yang didapatkan untuk penurunan konsentrasi Sulfat dapat dikatakan bahwa efisiensinya mengalami penurunan dimana efisiensi yang terbesar terjadi pada waktu jam ke 2 yaitu sebesar

26,439 %. Pada uji regresi linier pada inlet dan outletnya berdasarkan Gambar 4.15 dan Gambar 4.17 hasilnya menunjukkan adanya kecenderungan untuk naik, dan didapatkan nilai persamaan pada inlet dan outletnya sebagai berikut :

- $Y = 959,500 - 44,600 X$
- $Y = 672,100 - 4,500 X$

Persamaan ini didapat dari nilai B pada Tabel 4.12 dan Tabel 4.13, sedangkan nilai X adalah variasi waktu untuk mendapatkan nilai dari titik jenuh pada membran keramik.

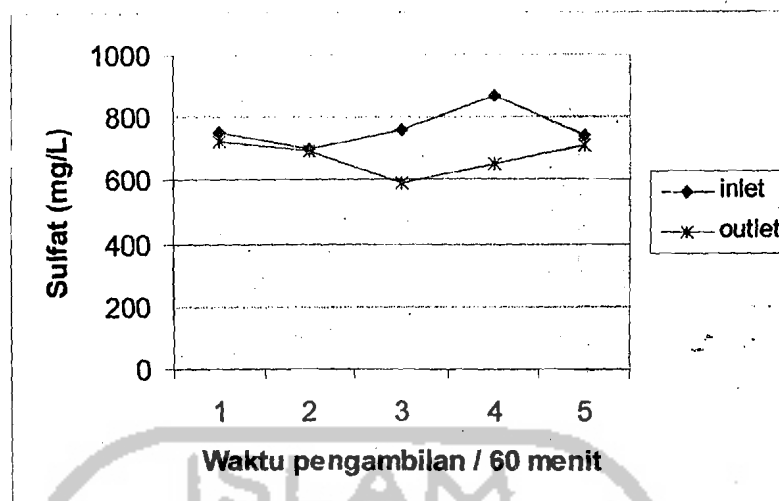
2. Membran keramik 10 %

Adapun data hasil uji laboratorium konsentrasi Sulfat menggunakan membran keramik dengan konsentrasi serbuk gergaji sebanyak 10 % dari berat tanah, dapat dilihat pada Tabel 4.14, Gambar 4.19 dan Gambar 4.20 dibawah ini :

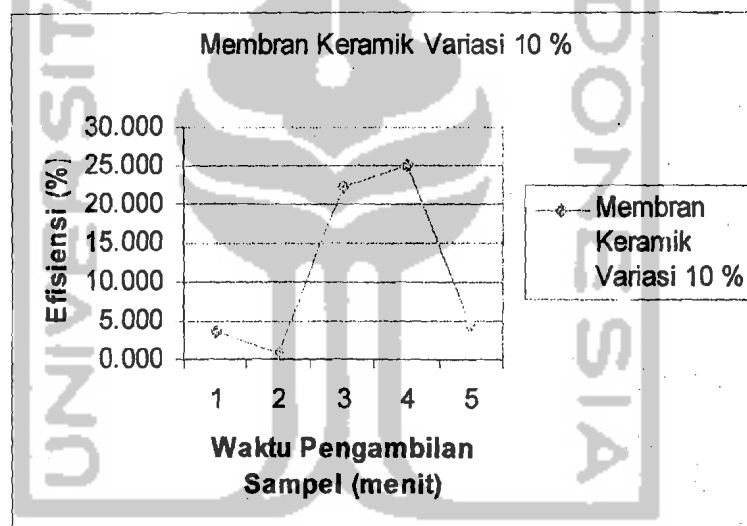
Tabel 4.14 . Penurunan Sulfat dengan membran keramik 10 %

No	Menit ke	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	removal %
1	60	751	723	3.728
2	120	696	691	0.718
3	180	762	592	22.310
4	240	865	648	25.087
5	300	743	709	4.576

Sumber : Data Primer, 2006



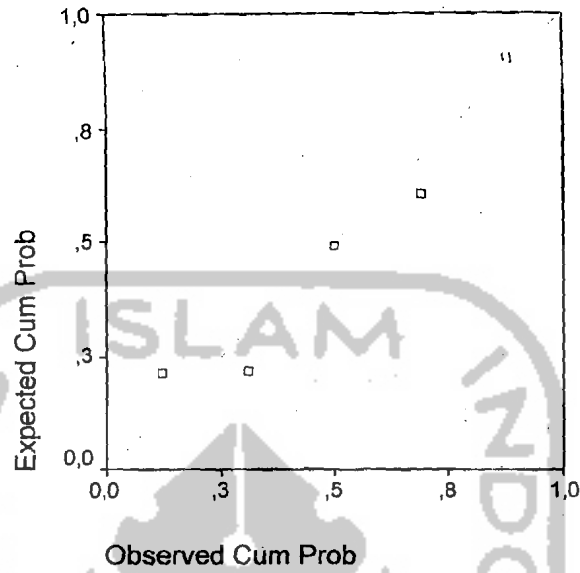
Gambar 4.19 Penurunan Sulfat dengan membran keramik 10 %



Gambar 4.20 Efisiensi Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 7,5 % Dalam Penurunan Amonium

Normal P-P Plot of Regression :

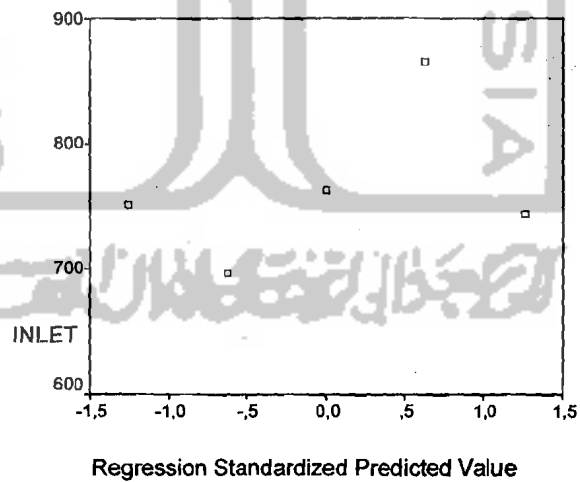
Dependent Variable: INLET



Gambar 4.21 Regresi Linier Inlet pada Membran Keramik 10 %

Scatterplot

Dependent Variable: INLET



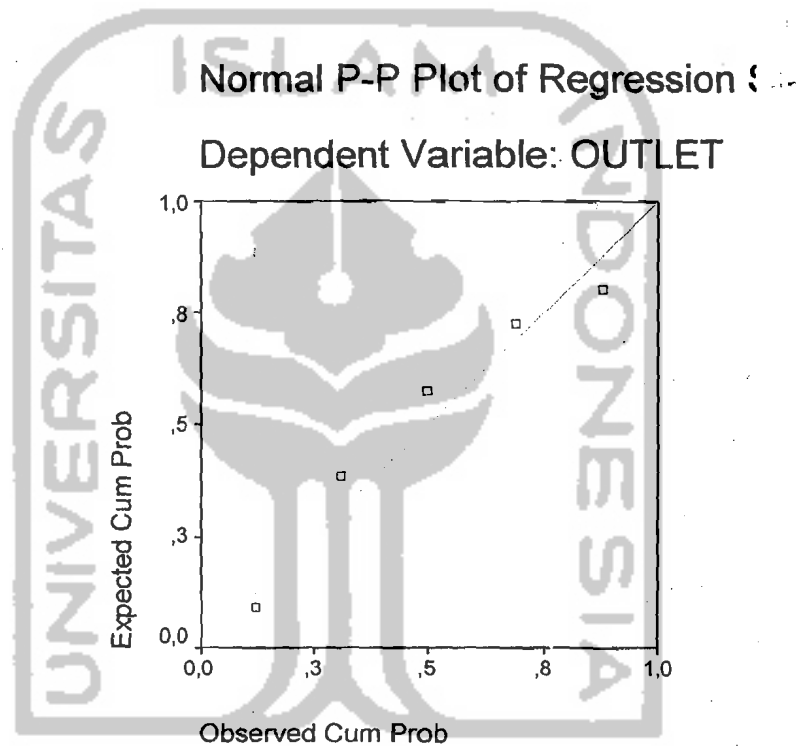
Gambar 4.22 Dependent Variable Inlet pada Membran Keramik 10 %

Tabel 4.15 Data Koefisien Pada Inlet 10 %

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	717,500	69,296		10,354	,002
	WAKTU	15,300	20,894	,389	,732	,517

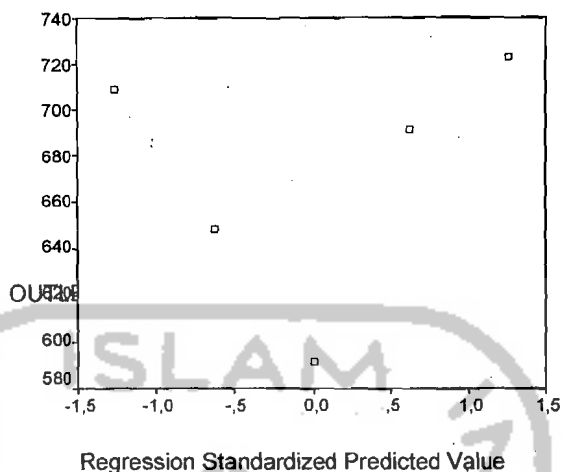
a. Dependent Variable: INLET



Gambar 4.23 Regresi Linier Outlet pada Membran Keramik 10 %

Scatterplot

Dependent Variable: OUTLET



Gambar 4.24 Dependent Variable Outlet pada Membran Keramik 10 %

Tabel 4.16 Data Koefisien Pada Outlet 10 %

Coefficients

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	693,900	62,932		11,026	,002
	WAKTU	-7,100	18,975	-,211	-,374	,733

a. Dependent Variable: OUTLET

Sedangkan untuk hasil pengujian untuk komposisi serbuk gergaji 10 % dapat dilihat pada Tabel 4.14 dan Gambar 4.20, efisiensi dari penggunaan membran keramik 10 % dalam menurunkan konsentrasi Sulfat berturut-turut per 1 jam yaitu dalam waktu 5 jam yaitu 3,728 %, 0,718 %, 22,310 %, 25,087 %, 4,576 %. Dari hasil yang didapatkan untuk penurunan konsentrasi Sulfat dapat dikatakan bahwa efisiensinya mengalami penurunan pada jam ke-2 dan kembali naik di jam

berikutnya dimana efisiensi yang terbesar terjadi pada waktu jam ke 4 yaitu sebesar 25,087 %. Pada uji regresi linier pada inlet dan outletnya berdasarkan Gambar 4.21 dan Gambar 4.23 hasilnya menunjukkan adanya kecenderungan untuk naik, dan didapatkan nilai persamaan pada inlet dan outletnya sebagai berikut :

- $Y = 715,500 + 15,300 X$
- $Y = 693,900 - 7,100 X$

Persamaan ini didapat dari nilai B pada Tabel 4.15 dan Tabel 4.16, sedangkan nilai X adalah variasi waktu untuk mendapatkan nilai dari titik jenuh pada membran keramik.

4.3.1 Analisa Data Sulfat

4.3.1.1 T-Test untuk Analisa Sulfat pada Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 %

Dari hasil perhitungan menggunakan excel, diperoleh hasil sebagai berikut:

Rata-rata	: \bar{x}_1	= 826
	: \bar{x}_2	= 658,6
Standar deviasi	: s_1	= 135,5064574
	: s_2	= 80,22655421
Varians	: S_1	= 18362
	: S_2	= 6436,3
Korelasi	: r_1	= 0,986303651

$$t_{\text{hitung}} = 2,39737286$$

$$\text{Dengan } \alpha = 0,05, dk = n_1 + n_2 - 2 = 5 + 5 - 2 = 8$$

Sehingga diperoleh t tabel = 1,860

Dengan membandingkan t tabel dengan t hitung, ternyata $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \geq + t$ tabel, atau $-1,860 < 2,39737286 > 1,860$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima

Sehingga dapat disimpulkan, bahwa terjadi perbedaan konsentrasi Sulfat yang signifikan antara inlet dan outlet pada limbah laboratorium, ini berdasarkan bahwa nilai t hitung, lebih besar daripada nilai t tabel ($2,39737286 > 1,860$).

4.3.1.2 T-Test untuk Analisa Sulfat pada Komposisi Serbuk Gergaji 10 %

Dari hasil perhitungan menggunakan excel, diperoleh hasil sebagai berikut:

Rata-rata	: \bar{x}_1	= 763,4
	: \bar{x}_2	= 672,6
Standar deviasi	: s_1	= 62,12326456
	: s_2	= 53,16295703
Varians	: S_1	= 3859,3
	: S_2	= 2826,3
Korelasi	: r_1	= 0,958716415

$$t_{\text{hitung}} = 2,510986312$$

$$\text{Dengan } \alpha = 0.05, dk = n_1 + n_2 - 2 = 5 + 5 - 2 = 8$$

$$\text{Sehingga diperoleh } t \text{ tabel} = 1,860$$

Dengan membandingkan t tabel dengan t hitung, ternyata $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \geq + t$ tabel, atau $-1,860 < 2,510986312 > 1,860$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

Sehingga dapat disimpulkan, terjadi perbedaan yang cukup signifikan pada konsentrasi Sulfat di antara inlet dan outlet pada membran keramik dengan komposisi

serbuk gergaji 10 %, ini berdasarkan bahwa nilai t hitung lebih besar bila dibandingkan dengan nilai t tabel $2,510986312 > 1,860$).

Hasil uji t-test yang terdapat diatas tadi akan dibandingkan dengan uji t-test dengan SPSS

Tabel 4.17 Uji Korelasi

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 INLET & OUTLET	5	,884	,047
Pair 2 VAR00004 & VAR00005	5	-,378	,530

Pada Tabel 4.17 didapatkan hasil bahwa pada pada komposisi serbuk gergaji 10 % didapatkan korelasi 0,887 dan pada 10 % didapatkan korelasi -0,378, data – data tersebut menunjukkan pada membran keramik 7,5 % terdapat hubungan antara inlet dan outlet yang bagus karena nilai korelasinya mendekati 1, sedangkan untuk membran keramik 10 % walaupun nilai untuk korelasinya sudah tidak berada dalam range antara 0 dan 1, yaitu nilai negatif, ini menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antar inlet dan outletnya.

Tabel 4.18 Uji Detail

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 INLET - OUTLET	167,4000	74,74155	33,42544	74,5961	260,2039	5,008	4	,007
Pair 2 VAR00004 - VAR00005	90,8000	95,82641	42,85487	-28,1842	209,7842	2,119	4	,101

Pada Tabel 4.18 dilakukan uji detail dengan keakuratan 95 %, dimana bila nilai signifikansi kurang dari 0,05 Ho ditolak atau berdasarkan hasil perhitungan didapat

pada 7,5 % nilainya 0,007 dan pada 10 % didapat 0,101 dari kedua nilai signifikansi tersebut yang kurang dari 0.05 adalah 7,5 %, hal ini berarti bahwa variabel yang dibandingkan terdapat perbedaan untuk 7,5 % sedangkan untuk 10 % tidak terdapat perbedaan..

Tabel 4.19 Uji Tukey

Multiple Comparisons

Dependent Variable: SELISIH1

Tukey HSD

(I) WAKTU	(J) WAKTU	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1,00	2,00	-18,5000	10,40788	1,000	-461,4017	424,4017
	3,00	-45,0000	10,40788	,992	-487,9017	397,9017
	4,00	-39,0000	10,40788	,996	-481,9017	473,9017
	5,00	54,5000	10,40788	,985	-388,4017	497,4017
2,00	1,00	18,5000	10,40788	1,000	-424,4017	461,4017
	3,00	-26,5000	10,40788	,999	-469,4017	416,4017
	4,00	-20,5000	10,40788	1,000	-463,4017	422,4017
	5,00	73,0000	10,40788	,957	-369,9017	515,9017
3,00	1,00	45,0000	10,40788	,992	-397,9017	487,9017
	2,00	26,5000	10,40788	,999	-416,4017	469,4017
	4,00	6,0000	10,40788	1,000	-436,9017	448,9017
	5,00	99,5000	10,40788	,885	-343,4017	542,4017
4,00	1,00	39,0000	10,40788	,996	-403,9017	481,9017
	2,00	20,5000	10,40788	1,000	-422,4017	463,4017
	3,00	-6,0000	10,40788	1,000	-448,9017	436,9017
	5,00	93,5000	10,40788	,905	-349,4017	536,4017
5,00	1,00	-54,5000	10,40788	,985	-497,4017	388,4017
	2,00	-73,0000	10,40788	,957	-515,9017	369,9017
	3,00	-99,5000	10,40788	,885	-542,4017	343,4017
	4,00	-93,5000	10,40788	,905	-536,4017	349,4017

Pada Tabel 4.19 dilakukan perhitungan dengan uji Tukey atau uji perbandingan ganda untuk mengetahui pada komposisi dan pada waktu keberapa yang paling optimum untuk menurunkan konsentrasi Sulfat pada limbah cair

laboratorium, perhitungan secara umum dilakukan dengan menyatukan data pada membran keramik 7,5 % dengan membran keramik 10 %. Dari Tabel 4.19 diperoleh kesimpulan bahwa, jam ke-5 < jam ke-1 < jam ke-2 < jam ke-4 < jam ke-3, sehingga didapat waktu yang paling optimum untuk menurunkan konsentrasi Sulfat pada jam ke-3 pada komposisi serbuk gergaji 7,5 % dan 10 %.

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.17 dan Tabel 4.18 bahwa bila dibandingkan dengan uji t-test pada program excel menunjukkan kesimpulan yang sama.

4.3.2 Penurunan Konsentrasi Sulfat

Ion Sulfat adalah salah satu anion yang banyak terjadi pada air alam. Apabila dalam air terdapat kandungan sulfat (SO_4) tinggi maka akan menimbulkan masalah bau dan masalah korosi pada perpipaan yang diakibatkan dari reduksi sulfat menjadi hidrogen sulfide dalam kondisi anaerobik yang disebabkan oleh H_2SO_4 .

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % dan 10 % di inlet menurut Gambar 4.13 dan 4.19 terjadi kenaikan dan penurunan konsentrasi Sulfat. Pada inlet membran keramik komposisi serbuk gergaji 7,5 % terjadi kenaikan yang cukup signifikan dari jam ke-1 sampai pada jam ke-2 kemudian terjadi penurunan dari jam ke-3 sampai ke-4 dan terjadi kenaikan lagi pada ke-5 yaitu 828 mg/L, 1025 mg/L, 837 mg/L, 645 mg/L, dan 795 mg/L, sedangkan pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 10 % terjadi penurunan dari jam ke-2 sampai ke-3 dan kenaikan kembali dari jam ke-4 sampai ke-5 yaitu 723 mg/L, 691 mg/L, 592 mg/L, 648 mg/L, dan 709 mg/L.

Penurunan konsentrasi Sulfat (SO_4) karena adanya proses penyaringan (filtrasi) pada limbah laboratorium dapat terjadi karena pada membran terjadi 3 proses yang mempengaruhi efektifitas kerja membran. Proses tersebut antara lain :

1. Osmosis terbalik

Osmosis balik merupakan suatu proses yang terjadi karena adanya tekanan pompa sehingga membran mampu menahan ion dan melepaskan air yang terdapat di dalam membran.

2. Elektrodialisis

Elektrodialisis adalah proses perpindahan ion melalui membran yang terjadi karena adanya aliran searah, artinya bahwa aliran air menyusuri membran sedangkan ionnya tegak lurus membran (menembus).

3. Ultrafiltrasi

Ultrafiltrasi juga merupakan proses bertekanan untuk memisahkan larutan yang mengandung koloid, padatan terlarut, dan bahan-bahan yang memiliki berat molekul tinggi.

Proses penyerapan (adsorpsi) terhadap bahan organik pada membran keramik dimana tanah lempung mempunyai sifat kimiawi yaitu interaksi dengan bahan organik, dimana molekul organik dapat diserap oleh lempung sehingga bahan-bahan organik yang terdapat pada air limbah disaring dan diserap oleh membran keramik. Proses filtrasi pada membran keramik berfungsi untuk menangkap bahan organik, bahan-bahan padat, bahan-bahan terlarut dan bahan-bahan tersuspensi yang terdapat pada air limbah.

Sulfat mempunyai muatan ion negatif, sehingga terjadi gaya tolak-menolak dengan bahan dasar keramik yaitu mineral lempung, senyawa aluminium silikat yang terdiri dari satu atau dua unit dasar yaitu tetrahedral dan aluminium oktahendra yang bermuatan negatif. Lapisan lempung yang bermuatan negatif menyebabkan penarikan kation dan penolakan anion, sehingga sulfat tidak dapat terserap pada dinding keramik apabila bereaksi dengan mineral lempung yang juga bermuatan negatif. Sama halnya dengan Amonium, Sulfat juga mempunyai sifat mudah terikat dengan senyawa apapun, mudah menguap dan merupakan elektrolit kuat. Selain itu interaksi persaingan antara adsorbate yang berbeda – beda (COD, warna, logam berat, campuran organik, dll) akan mengurangi kapasitas penyerapan dari adsorben. Ukuran molekulnya juga berbeda – beda. Pada situasi ini akan memperburuk penyaringan molekul karena molekul yang lebih besar akan menutup pori sehingga mencegah jalannya masuknya molekul yang lebih kecil. Sehingga proses adsorpsi tidak berjalan dengan baik sehingga konsentrasi Sulfat di inlet maupun outlet terjadi naik turun. Karena proses yang terjadi pada membran keramik hanyalah proses filtrasi dan proses adsorpsi tidak berjalan dengan baik maka konsentrasi Sulfat tetap tinggi dan persen removalnya rendah.

Hasil keluaran outlet yang belum teremoval semuanya, apabila dibuang ke badan air maupun lingkungan akan tetap berbahaya, hal ini dikarenakan air limbah setelah dilakukan pengolahan dengan membran keramik konsentrasi Sulfat masih melebihi ambang batas yang diperbolehkan. Jika dibandingkan dengan baku mutu untuk badan air kelas I menurut Peraturan Pemerintah No. 82 Th. 2001, konsentrasi maximum Amonium yang diperbolehkan adalah 400 mg/L, sementara

hasil keluaran outlet untuk konsentrasi serbuk gergaji 7,5 dan 10 % adalah 754 mg/L dan 648 mg/L.

