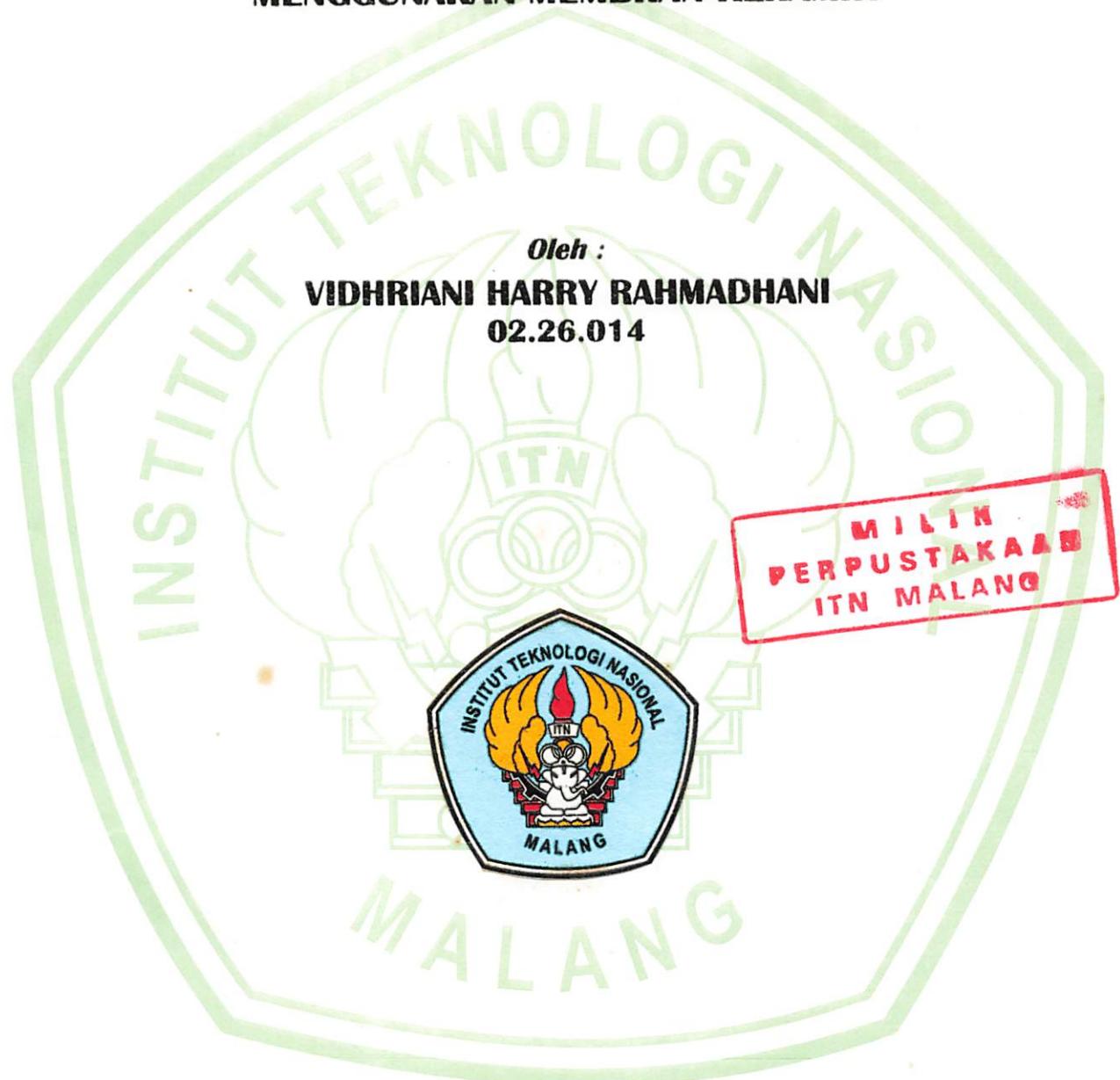


# **SKRIPSI**

**PENURUNAN *ESCHERICHIA COLI* DAN TOTAL SUSPENDED SOLID PADA LIMBAH DOMESTIK DENGAN MENGGUNAKAN MEMBRAN KERAMIK**



**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG  
2008**

БОДО

СИГНАЛ

ИМЕНИА ДЕЯТЕЛЕЙ НУЖНОСТИ

НОВЫХ И СТАРЫХ ВЫСШИХ ОБРАЗОВАНИЯ

ПРИЧЕМ ВСТАВКИ ПЛАСТИЧЕСКИ



БОДОВА

АВТОРАМ КНИГИ И ЧУВАШСКОГО

СИГНАЛ

ИЧЕСЛИЧНЫИ ИЧЕСИИ ИЧЕСИИ

ВОГИ ВЧИУ ГИЧИИ ОДИЧИИ ВЧИСИ

ИЧИКИИЧИ БОЛЖИИСИ СОЛ ВЧИЛ ГОЛУГ УЧЕЧИДЕ

ЭКИЧА

## LEMBAR PERSETUJUAN

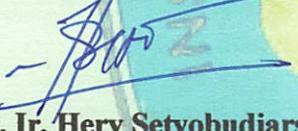
### SKRIPSI

#### PENURUNAN *ESCHERICHIA COLI* DAN TOTAL SUSPENDED SOLID PADA LIMBAH DOMESTIK DENGAN MENGGUNAKAN MEMBRAN KERAMIK

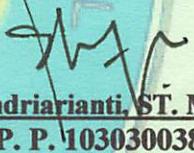
Oleh :  
Vidhriani Harry Rahmadhani  
02.26.014

Menyetujui :  
Tim Pembimbing

Dosen Pembimbing I

  
Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, Msi  
NIP. 131965844

Dosen Pembimbing II

  
Evy Hendriarianti, ST, MMT  
NIP. P. 1030300382

Mengetahui

Ketua Jurusan/Prodi Teknik Lingkungan

  
Sudiro, ST, MT  
NIP.Y. 1839900327



## LEMBAR PENGESAHAN

### SKRIPSI

#### PENURUNAN *ESCHERICHIA COLI* DAN TOTAL SUSPENDED SOLID PADA LIMBAH DOMESTIK DENGAN MENGGUNAKAN MEMBRAN KERAMIK

Oleh :

Vidhriani Harry Rahmadhani  
02.26.014

Telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji pada Ujian Komprehensip Skripsi Jurusan / Program Studi Teknik Lingkungan Jenjang Strata satu (S-1), dan diterima untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada tanggal 25 September 2008.



Dosen Penguji I

Candra Dwiratna, ST. MT  
NIP. Y. 1030000349

Dosen Penguji II

Hardianto, ST.MT  
NIP.P 1030000350

---

Harry Rahmadhani, Vidhriani 2008. Penurunan *Escherichia Coli* dan Total Suspended Solid Pada Limbah Domestik Dengan Menggunakan Membran Keramik. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang. Pembimbing: Hery Setyobudiarso; Evy Hendriarianti.

---

## ABSTRAKSI

Sejalan dengan kemajuan, tingginya aktifitas dan peningkatan taraf hidup manusia, maka dari waktu ke waktu jumlah kebutuhan air untuk keperluan rumah tangga dan sebagainya semakin meningkat, hal ini menyebabkan timbulnya air buangan atau limbah yang dapat menurunkan kualitas lingkungan. Penanganan limbah domestik kurang mendapat perhatian dan limbahnya langsung dibuang ke badan air sehingga mengakibatkan badan air tersebut tercemar, seperti yang terjadi di daerah Comboran Malang, limbah domestiknya mengandung 13000 MPN/100ml *E. Coli* dan 135,1 mg/l TSS. Salah satu alternatif yang dapat digunakan dalam pengolahan limbah domestik adalah teknologi membran keramik. Membran keramik adalah membran mikrofiltrasi yang terbuat dari bahan lempung dan serbuk gergaji dengan diameter pori 0,05 $\mu$ m. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar efisiensi membran keramik, waktu dan ketebalan yang paling efektif dalam menurunkan kandungan *E. Coli* dan TSS pada limbah domestik.

Metodologi penelitian yang digunakan dengan waktu operasi analisa dilakukan kontinyu tiap 15 menit selama waktu operasi maksimum 3 jam, sehingga diketahui optimumnya dan pada ketebalan membran keramik 0,5cm; 1cm; dan 1,5 cm. Melakukan uji porositas dan uji angka pori pada membran keramik

Hasil penelitian menunjukkan bahwa membran keramik mampu menurunkan kandungan *E.coli* dan TSS. Dengan persentase penurunan *E.coli* sebesar 99,96% yang didapat pada variasi waktu operasi 180 menit dengan ketebalan membran 1,5cm. Sedangkan untuk TSS, pada analisa tidak dapat terdeteksi. Waktu operasi yang semakin lama dan ketebalan membran yang semakin tebal pula akan meningkatkan persentase penurunan *E.coli* dan TSS. Dengan teknologi membran keramik akan menghasilkan kualitas *permeate* yang lebih baik, dimana *permeate* yang dihasilkan tersebut dapat digunakan sebagai air untuk pertanian.

---

**Kata kunci :** Limbah domestik, Membran keramik, *Escherichia Coli*, TSS, Mikrofiltrasi

---

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul ***“Penurunan Escherichia coli dan Total Suspended Solid Pada Limbah Domestik Dengan Menggunakan Membran Keramik”*** ini tepat pada waktunya.

Skripsi ini disusun setelah melalui penelitian, analisa data dan pembahasan dari data yang telah diperoleh dari penelitian. Skripsi ini dapat terselesaikan berkat bantuan, kerja sama dan bimbingan dari semua pihak. Dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Bapak Sudiro, ST. MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
2. Ibu Anis Artiyani, ST, selaku sekretaris Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang dan dosen wali atas kesabarannya menjadi wali dari angkatan '02.
3. Bapak Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, Msi, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
4. Ibu Evy Hendriarianti, ST. MMT., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, masukan, ketelitian dalam redaksional dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
5. Ibu Candra Dwiratna, ST. MT., selaku Kepala Laboratorium Teknik Lingkungan ITN Malang yang telah memberikan izin untuk melaksanakan penelitian di Laboratorium dan selaku dosen pembahas sekaligus penguji atas sarannya demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
6. Bapak Hardianto, ST. MT, selaku dosen pembahas sekaligus penguji atas saran redaksional demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
7. Dosen-dosen pengajar dan staf JurusanTeknik Lingkungan ITN Malang.

8. Bapak Soeharto, selaku pembimbing lapangan buat penyusun dan pengrajin keramik di Perusahaan Keramik Dinoyo yang telah banyak membantu dalam pembuatan cetakan membran dan teknik-teknik pembuatan keramik sehingga tersusunnya skripsi ini.
9. Teman-teman Teknik Lingkungan seperjuangan Angkatan '02 yang telah membantu dan memberi dukungan dalam penyusunan laporan skripsi ini.
10. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Lingkungan dan semua pihak yang telah ikut membantu dalam proses penyelesaian laporan skripsi ini.

Kesadaran akan masih banyaknya kekurangan atas laporan ini, membuat penyusun berharap akan adanya masukan dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan skripsi yang kami susun.

Akhirnya penyusun berharap Laporan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi almamater, khususnya rekan-rekan mahasiswa Teknik Lingkungan ITN Malang dan masyarakat luas pada umumnya.

Malang, September 2008

Penyusun

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vi</b>

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Permasalahan .....	2
1.3. Rumusan Masalah .....	3
1.4. Tujuan Penelitian .....	3
1.5. Ruang Lingkup .....	4

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1. Air limbah .....	5
2.2. Bakteri <i>Escherichia Coli</i> .....	8
2.3. <i>Total Suspended Solid</i> (TSS).....	8
2.4. Filtrasi .....	9
2.5. Definisi Membran.....	13
2.6. Membran Keramik .....	13
2.6.1. Komposisi Membran keramik.....	14
2.6.2. Pengeringan.....	19
2.6.3. Proses Pembakaran Membran Keramik .....	19
2.7. Metode Pengolahan Data.....	20
2.7.1. Statistika Deskriptif dan Inferensi.....	20
2.7.2. Analisa Data Statistik dalam Minitab.....	21
2.7.3. Analisa Korelasi .....	22

2.7.4. Analisa Regresi .....	23
2.7.5. Analisa ANOVA.....	23

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1. Jenis Penelitian .....	25
3.2. Tahapan Penelitian.....	25
3.3. Persiapan Bahan dan Alat .....	25
3.3.1. Persiapan Bahan .....	25
3.3.2. Peralatan Alat-alat Penelitian .....	26
3.4. Variabel Penelitian .....	26
3.5. Proses Pembuatan Benda Uji .....	27
3.6. Porositas.....	28
3.7. Angka Pori .....	28
3.8. Pembuatan Tabung Reaktor Membran Filter .....	29
3.9. Proses Filtrasi Membran .....	30
3.10. Analisa Parameter Uji .....	30
3.10.1. Analisa TSS .....	30
3.10.2. Analisa <i>E. coli</i> .....	30
3.11. Analisa Data .....	31
3.12. Kerangka Penelitian .....	32

### **BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN**

4.1. Hasil Analisa Awal .....	35
4.2. Analisa Deskriptif.....	36
4.2.1. Analisa Deskriptif <i>Escherichia Coli</i> .....	36
4.2.2. Analisa Deskriptif TSS .....	38
4.3. Analisis Data Statistik Menggunakan Program Minitab 14.....	39
4.3.1. Analisa ANOVA <i>E.coli</i> .....	40
4.3.2. Analisa Duncan <i>E.coli</i> .....	40
4.4. Analisa Korelasi <i>E. coli</i> .....	42
4.5. Analisa Regresi <i>E. coli</i> .....	43

4.6. Pembahasan Konsentrasi <i>E.coli</i> .....	46
4.7. Pembahasan Konsentrasi TSS.....	48

## **BAB V PENUTUP**

5.1. Kesimpulan .....	49
5.2. Saran .....	49

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1	Komposisi Air Buangan Domestik .....	7
Tabel 2.2	Kerapatan, Ukuran Sel dan Persentase Sel Kayu Jati.....	18
Tabel 4.1	Nilai Konsentrasi Awal Limbah Domestik .....	35
Tabel 4.2	Persentase Penurunan <i>E. coli</i> .....	36
Tabel 4.3	Hasil Uji ANOVA Persen Penurunan <i>E.coli</i> versus Waktu Operasi .....	39
Tabel 4.4	Hasil Uji ANOVA Persen Penurunan <i>E.coli</i> versus Ketebalan Membran.....	40
Tabel 4.5	Hasil Uji Duncan Penurunan <i>E.coli</i> versus Waktu Operasi.....	41
Tabel 4.6	Hasil Uji Duncan Penurunan <i>E.coli</i> versus Ketebalan Membran.....	41
Tabel 4.7	Analisa Korelasi Antara Persentase Penurunan <i>E.coli</i> Dengan Waktu Operasi dan Ketebalan Membran .....	42
Tabel 4.8	Koefisien Regresi Persentase Penurunan <i>E.coli</i> Dengan Waktu Operasi dan Ketebalan Membran .....	44
Tabel 4.9	Hasil Uji Untuk Analisa Regresi Persentase Penurunan <i>E.coli</i> Dengan Waktu Operasi dan Ketebalan Membran.....	44

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1	Proses Pada Membran (Mikro/Ultrafiltrasi dan Reverse Osmosis).....	10
Gambar 2.2	Perbandingan Aneka Teknologi Pemurnian Air Sekaitan Penghilangan Kotoran/Kontaminan .....	11
Gambar 2.3	Mekanisme Perpindahan Material Dalam Membran.....	13
Gambar 2.4	Permukaan Membran Keramik.....	14
Gambar 3.1	Membran Keramik di Dalam Tabung Reaktor.....	29
Gambar 3.2	Kriteria Desain Reaktor Membran Filter Keramik .....	34
Gambar 4.1	Grafik Hubungan Waktu Operasi dan Ketebalan Membran Terhadap Persentase Penurunan.....	38

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk dari waktu ke waktu berkembang semakin pesat, seiring dengan peningkatan taraf hidup, aktifitas dan kebutuhan masyarakat maka kebutuhan akan air bersih semakin meningkat, tetapi ada sebagian air dari sisa aktifitas tersebut yang tidak terpakai dan dibuang bersama dengan sisa aktifitas lainnya yang dapat menimbulkan gangguan pada lingkungan sekitarnya, sehingga terjadi akumulasi limbah yang menyebabkan menurunnya kualitas lingkungan yang disebut air buangan atau limbah. Adapun kegiatan manusia dan merupakan aktivitas sehari-hari seperti mandi, mencuci, memasak dan lainnya juga membutuhkan air bersih yang nantinya juga akan terbuang dan tidak terpakai atau biasa disebut limbah domestik. Sumber domestik terdiri dari air limbah yang berasal dari perumahan dan pusat perdagangan maupun perkantoran, hotel, rumah sakit, tempat rekreasi, dan lain-lain (Sugiharto, 1987).

*Total Suspended Solid* dan *Escherichia Coli* merupakan bagian parameter fisik dan biologi dalam tinjauan kualitas limbah domestik. Kehadiran bakteri *E. Coli* dalam air buangan merupakan indikator terjadinya pencemaran materi fecal. Kehadiran 500 bakteri *Coli* dalam 100 ml air memungkinkan terjadinya penyakit *gastroenteritis* yang segera diikuti oleh demam tifus. *Escherichia Coli* pada keadaan tertentu dapat mengalahkan mekanisme pertahanan tubuh manusia. (Suriawiria, 1977) Sedangkan *TSS* disebabkan karena adanya kandungan organik dan anorganik (Alaerts dan Santika, 1987).

*Total Suspended Solid* pada air buangan umumnya diturunkan dengan sedimentasi sedangkan *Escherichia Coli* pada umumnya diturunkan dengan menggunakan saringan membran yang berpori kecil (diameter pori 0,45 µm) (Alaerts dan Santika, 1987).

Saat ini penanganan limbah domestik pada dasarnya kurang mendapat perhatian dan tidak sedikit kiranya limbah ini langsung dibuang ke badan air yang mengakibatkan badan air tersebut tercemar karena sistem pengolahannya yang

membutuhkan biaya yang cukup tinggi, karena alasan inilah maka dikembangkan teknologi membran keramik yang digunakan untuk mengolah limbah domestik. Dalam prakteknya teknologi membran keramik ini digunakan dalam pengolahan air baik untuk air baku maupun untuk air limbah yang akan menghasilkan air bersih tanpa mengandung zat-zat berbahaya lagi (Hadi, 2000).

Membran keramik adalah suatu alat yang terbuat dari tanah liat dan serbuk gergaji yang dibakar pada suhu tertentu, pengoperasian dan komposisinya yang sederhana serta bahan baku terutama serbuk gergaji yang mudah didapatkan di lingkungan sekitar tentu akan menghemat biaya dan dapat digunakan atau dimanfaatkan oleh masyarakat luas sehingga menjadi teknologi yang inovatif di negara kita (Hadi, 2000).

Membran keramik yang digunakan untuk mengolah limbah domestik ini mengacu dari penelitian sebelumnya oleh (Hadi, 2006) mengenai penggunaan membran keramik untuk mengetahui efisiensi pemisahan optimum dalam memurnikan kadar garam didalam air pada daerah pesisir dan konsentrasi logam berat pada limbah *elektroplating* untuk penggunaan kembali bahan baku dengan tujuan untuk menyediakan air tawar di daerah pesisir yang airnya payau dan menyediakan konsentrasi logam berat dari suatu limbah pelapisan logam sejenisnya agar dapat diproses kembali untuk bahan baku.

Dengan penggunaan membran keramik ini diharapkan akan menghasilkan *effluent* limbah domestik yang berkualitas lebih baik yang sesuai dengan standart baku mutu yang ditetapkan oleh Pemerintah. Disamping itu, diharapkan penggunaan membran keramik ini dapat digunakan dan dimanfaatkan oleh masyarakat luas karena pengoperasiannya yang sederhana dan hemat biaya.

## 1.2. Permasalahan

Membran keramik merupakan salah satu media yang dapat digunakan untuk proses filtrasi TSS dan *E. coli* yang terdapat dalam limbah domestik. Hal ini dikarenakan membran keramik mempunyai pori-pori yang dapat digunakan untuk menyaring air limbah yang mempunyai beberapa parameter pencemar.

Faktor yang mempengaruhi kinerja proses filtrasi ini adalah komposisi membran keramik, komposisi membran keramik itu sendiri terdiri dari tanah liat dan serbuk gergaji. Waktu pengolahan dan ketebalan media filtrasi ini akan sangat berpengaruh terhadap tingkat kejemuhan pori-pori yang terdapat pada membran keramik

Atas dasar hal tersebut diatas maka perlu diketahui seberapa besar kemampuan membran keramik dalam proses penurunan TSS dan *E. coli* pada limbah cair domestik dengan menggunakan proses filtrasi.

### 1.3. Rumusan Masalah

Dari latar belakang masalah yang telah dikemukakan diatas maka dapat ditarik rumusan masalah yaitu :

- a. Apakah reaktor membran keramik dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi TSS dan *E. Coli* pada air limbah domestik, dan berapa besar efisiensinya.
- b. Berapa waktu yang efektif untuk dapat menurunkan konsentrasi TSS dan *E. Coli*
- c. Pada ketebalan berapakah media membran keramik yang paling efisien terhadap penurunan *E.coli* dan TSS

### 1.4. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui besarnya efisiensi penurunan konsentrasi TSS dan *E. Coli* pada air limbah domestik.
2. Mengetahui waktu efektif dalam menurunkan konsentrasi TSS dan *E. Coli* pada air limbah domestik, analisa dilakukan kontinyu tiap 15 menit selama waktu operasi maksimum 3 jam, sehingga diketahui optimumnya.
3. Mengetahui ketebalan media membran keramik 0,5cm; 1cm dan 1,5cm yang paling efisien terhadap penurunan *E.coli* dan TSS.

## 1.5. Ruang Lingkup

Dari rumusan masalah yang ditentukan dan agar penelitian berjalan sesuai dengan keinginan sehingga tidak terjadi penyimpangan maka batasan masalah pada penelitian ini adalah :

- a. Pelaksanaan penelitian dilaksanakan dalam skala laboratorium
- b. Metode yang digunakan adalah metode filtrasi dengan menggunakan reaktor membran keramik, dengan komposisi reaktor adalah tanah lempung dan serbuk gergaji.
- c. Air limbah yang digunakan dalam penelitian adalah air limbah domestik.
- d. Parameter yang diuji dalam penelitian adalah *E. Coli* dan *TSS*
- e. Analisa dilakukan kontinyu tiap 15 menit selama waktu operasi maksimum 3 jam, sehingga diketahui optimumnya.
- f. Variasi ketebalan media membran keramik pada ketebalan 0,5cm; 1cm dan 1,5cm.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Air Limbah**

Air limbah adalah kotoran dari masyarakat dan rumah tangga, juga berasal dari industri, air tanah, air permukaan serta buangan lainnya. Dengan demikian air buangan ini merupakan hal yang bersifat kotoran umum.

##### **► Sumber Asal Air Limbah**

Adapun sumber-sumber air limbah yaitu :

1. Air buangan domestik

Yaitu air buangan yang berasal dari buangan rumah tangga (termasuk dari septictank) fasilitas sosial dan fasilitas komersial.

2. Air buangan industri

Air buangan yang berasal dari aktifitas proses produksi.

3. Air irigasi

Yaitu air buangan yang berasal dari pengairan lahan produktif dimana kandungan nutrient mendominasi di dalam air buangan ini.

4. Air alami

Yaitu air buangan yang berasal dari air hujan.

##### **► Sifat-Sifat Air Limbah**

Sifat-sifat air limbah menurut sumbernya :

1. Sifat fisik berupa :

- Warna berasal dari air buangan rumah tangga dan industri serta bangkai benda organik.
- Bau berasal dari pembusukan air buangan dan air limbah industri.

- Endapan berasal dari erosi tanah, aliran air rembesan, air limbah rumah tangga dan industri, PAM
- Temperatur berasal dari air limbah rumah tangga dan industri.

## 2. Sifat kimiawi

Kandungan bahan kimiawi terdiri dari :

### a. Organik

- Karbohidrat berasal dari air limbah tangga (limbah domestik perdagangan serta limbah industri)
- Minyak, lemak, gemuk berasal dari air limbah rumah tangga, perdagangan serta limbah industri.
- Pestisida berasal dari air limbah pertanian
- Fenol berasal dari air limbah pertanian
- Deterjen berasal dari air limbah rumah tangga dan industri
- Protein berasal dari air limbah rumah tangga, perdagangan, dan

### b. Anorganik

- Kesadahan berasal dari air limbah dan air minum rumah tangga serta rembesan air tanah
- Klorida berasal dari air limbah dan air minum rumah tangga, rembesan air tanah dan pelunak air
- Logam berat berasal dari air limbah industri
- Nitrogen berasal dari limbah rumah tangga dan pertanian
- pH berasal dari limbah industri
- Belerang berasal dari limbah dan air minum rumah tangga serta air limbah industri
- Bahan-bahan beracun berasal dari air limbah industri

c. Gas-gas

- Metan berasal dari pembusukan limbah rumah tangga
- Hidrogen sulfida berasal dari pembusukan limbah rumah tangga

3. Sifat biologis

Kandungan biologisnya terdiri dari :

- binatang berasal dari saluran terbuka dan bangunan pengolah
- mikroorganisme yang berperan dalam proses pengurai bahan organik di dalam air buangan adalah jamur, bakteri, protozoa, dan algae.

**Tabel 2.1.**

**Komposisi Air Buangan Domestik**

Kontaminan	Satuan	Konsentrasi		
		Rendah	Sedang	Tinggi
Total Solid (TS)	mg/l	350	720	1200
Total Dissolved Solid (TDS)	mg/l	250	500	850
	Fixed	145	300	525
	Volatile	105	200	325
	mg/l	100	210	350
Total Suspended Solid (TSS)	mg/l	20	55	75
	Fixed	80	165	275
	Volatile	5	10	20
Settleable Solid	mg/l	110	220	400
BOD <sub>5</sub> 20°C	mg/l	80	140	290
Total Organik Karbon (TOC)	mg/l	250	500	1000
Nitrogen (total sebagai N)	mg/l	20	40	85
	Organik	8	15	35
	Amoniak bebas	12	25	50
	Nitrit	0	0	0
	Nitrat	0	0	0
	mg/l	4	8	15
Phosphor (total sebagai P)	Organik	1	3	5
	Inorganik	3	5	10
	Klorida	30	50	100
Sulfat	mg/l	20	30	50
Minyak dan lemak	mg/l	50	100	200
VOCs	mg/l	<100	100 – 400	>400
Total Coliform	no/100ml	10 <sup>6</sup> – 10 <sup>7</sup>	10 <sup>7</sup> – 10 <sup>8</sup>	10 <sup>7</sup> – 10 <sup>9</sup>
Fecal Coliform	no/100ml	10 <sup>3</sup> – 10 <sup>5</sup>	10 <sup>5</sup> – 10 <sup>6</sup>	10 <sup>6</sup> – 10 <sup>8</sup>

Sumber : Metcalf & Eddy, 1991

## 2.2. Bakteri *Escherichia Coli*

Bakteri *E. Coli* (coli tinja) merupakan mikroorganisme indikator yang paling efisien karena bakteri tersebut selalu terdapat dalam tinja. Sebagai mikroorganisme indikator bakteri ini mempunyai derajat resistensi yang lebih tinggi daripada bakteri pathogen yang berasal dari tinja.

Dengan demikian bila organisme indikator tersebut terdapat dalam sampel air, berarti air tersebut mengalami pencemaran dan kemungkinan besar bahwa air tersebut mengandung mikroorganisme pathogen. Sebaliknya jika bakteri indikator tidak ditemukan dalam sampel air, maka tidak ada pencemaran dan air tidak mengandung mikroorganisme pathogen.

Penentuan kualitas mikrobiologis air minum didasarkan terhadap kehadiran jasad indikator yang selalu ditemukan dalam tinja manusia maupun hewan berdarah panas baik yang sehat maupun yang tidak. Bakteri yang tinggal dalam usus tersebut biasa dikenal dengan nama *coliform*. Tes total *coliform* bakteri adalah suatu indikator utama terhadap sanitasi dan kesesuaian air minum untuk dikonsumsi (*Suriawiria, 1996*).

## 2.3. Total Suspended Solid (TSS)

*Total Suspended Solid* (TSS) mempunyai ukuran yang sangat kecil yaitu  $10^{-7}$  mm –  $10^{-1}$  mm (Alaerts dan Santika, 1987) adalah jumlah berat dalam mg/l kering lumpur yang ada dalam air limbah setelah mengalami penyaringan dengan membran berukuran  $\leq 0,45$  mikron (Sugiharto, 1987). TSS dapat diklasifikasikan menjadi zat padat terapung yang selalu bersifat organik dan zat padat terendap yang dapat bersifat organik dan inorganik (Alaerts dan Santika, 1987). Pada umumnya material yang terlingkup dalam TSS berupa tanah liat, kwarts, protein, sisa tanaman dan bakteri.

Menurut Murphy (2007), limbah yang mengandung TSS tinggi dapat merusak ekosistem perairan sebagai badan air penerima. Material TSS dapat menghalangi sinar matahari menembus lapisan perairan, sehingga proses fotosintesis menurun yang menyebabkan konsentrasi oksigen menurun pula. Konsentrasi oksigen yang

menurun mengakibatkan kematian pada makhluk hidup perairan tersebut dan hal ini akan meningkatkan proses eutrofikasi. Metode yang digunakan untuk mengukur konsentrasi TSS adalah metode gravimetri (Alaerts dan Santika, 1987).

#### 2.4. Filtrasi

Proses filtrasi merupakan bagian yang cukup penting untuk proses pengolahan air. Beberapa pengertian filtrasi antara lain:

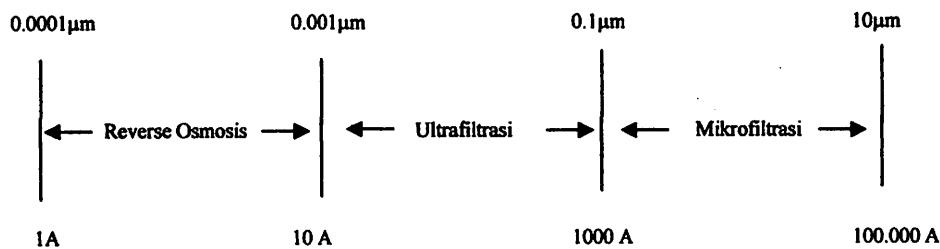
1. Filtrasi adalah suatu pemisahan padatan dan cairan dimana cairan ditempatkan melalui media berpori untuk memisahkan zat padat tersuspensi halus yang mungkin ada (*Reynold, 1981*).
2. Filtrasi adalah suatu proses dimana air diupayakan melewati suatu lapisan berpori atau kombinasi bahan berbutir untuk memisahkan zat-zat tersuspensi dan koloid yang ada dalam air (*Al-Layla, 1978*).

Filtrasi adalah proses penjernihan atau penyaringan air baku melalui media berbutir porous. Selama melalui media tersebut terjadi pemisahan atau reduksi kandungan material tersuspensi, koloid, bakteri dan organisme lainnya dan mengubah unsur-unsur kimiawi air baku melalui mekanisme filtrasi yang berlangsung di sepanjang *filter bed* (*Huisman, 1980 dalam Suantari, 2005*).

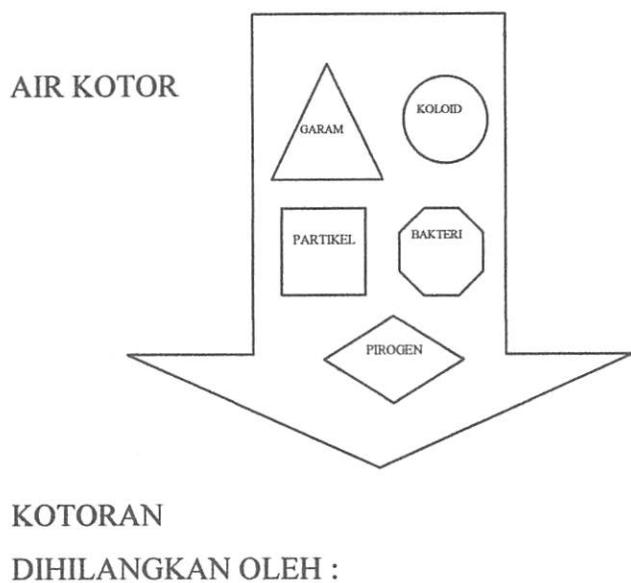
#### ► Mikrofiltrasi

Membran mikrofiltrasi (MF) mengalami perkembangan yang sangat cepat pada 50-40 tahun terakhir ini. Membran mikrofiltrasi dikomersialkan pertama kali pada tahun 1972 oleh Sartorius Werke di Jerman. Membran MF dibedakan dari membran reverse osmosis (RO) dan ultrafiltrasi (UF) berdasarkan ukuran partikel yang dapat dipisahkannya. Pada membran mikrofiltrasi, garam-garam tidak dapat direjeksi oleh membran. Membran mikrofiltrasi dapat dibuat dari berbagai macam material baik organik maupun anorganik. Membran anorganik banyak digunakan karena ketahanannya pada suhu tinggi dan zat kimia.

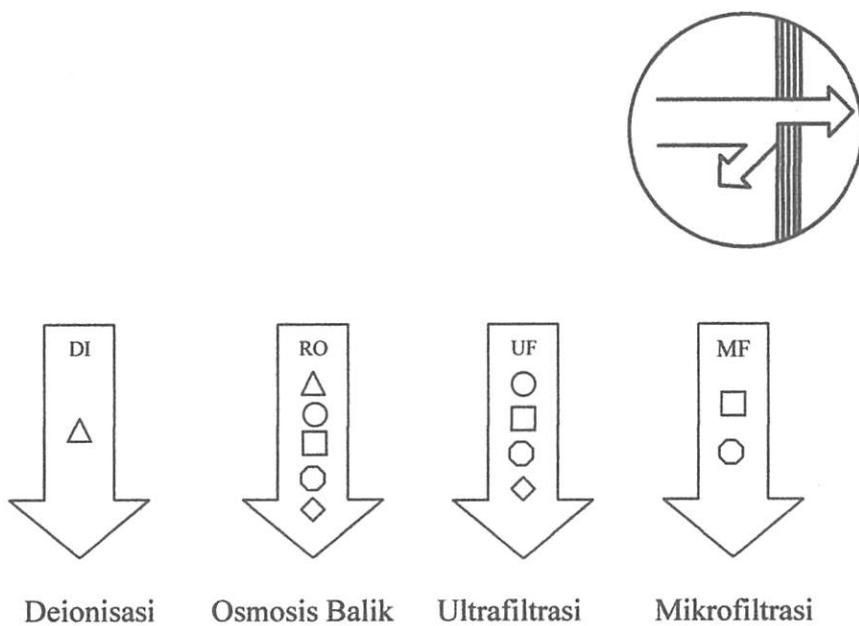
Membran mikrofiltrasi digunakan untuk memisahkan partikel, termasuk bakteri dan ragi dari larutan. Aplikasi proses ini dapat diterapkan pada sterilisasi minuman dan farmasi, pemanenan sel, klarifikasi juice, recovery logam dalam bentuk koloid, pengolahan limbah cair, fermentasi kontinu ataupun pemisahan emulsi minyak-air. Membran yang digunakan pada umumnya memiliki struktur simetrik (Wenten, 1999).



**Gambar 2.1.** Proses pada membran (mikro/ultrafiltrasi dan reverse osmosis)  
(Sumber : Wenten, 1999)



TEKNOLOGI MEMBRAN



**Gambar 2.2.** Perbandingan aneka teknologi pemurnian air sekaitan penghilangan kotoran/kontaminan (Sumber : Hartomo dan Widiatmoko, 1994).

Karakteristik dari membran mikrofiltrasi ini memiliki ukuran pori antara 0,05  $\mu\text{m}$  sampai 10  $\mu\text{m}$ . Mikrofiltrasi digunakan pada berbagai macam aplikasi di industri, terutama untuk pemisahan partikel berukuran  $> 0,1 \mu\text{m}$  dari larutannya (Wenten, 1999). Tekanan operasi pada membran mikrofiltrasi adalah 2 – 6 bar (Marsono, 2002).

Parameter dalam operasi membran adalah perselektivitas yaitu merupakan kemampuan suatu membran menahan suatu spesi atau melewatkannya tertentu, tergantung pada interaksi *interface* membran dengan spesi serta ukuran spesi dan ukuran pori. Parameter yang digunakan adalah efisiensi penurunan partikel, yaitu fraksi konsentrasi zat terlarut yang tidak menembus membran dan dirumuskan sebagai berikut (Mulder, 1996):

$$\% R = \frac{C_o - C_1}{C_o} = 1 - \left( \frac{C_p}{C_f} \right)$$

(persamaan 1)

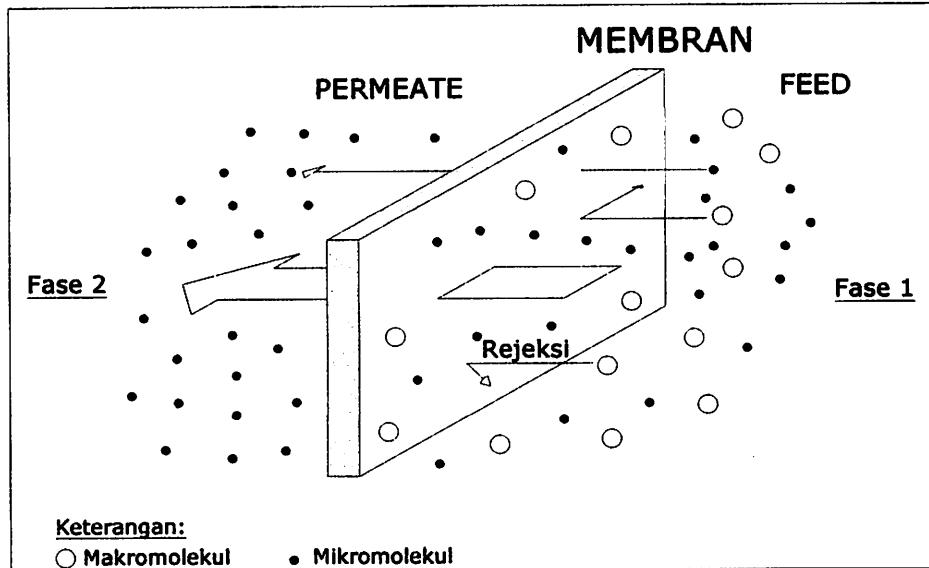
Dimana :

$\%R$  = persentase penurunan partikel

$C_o$  = konsentrasi sebelum melewati membran

$C_1$  = konsentrasi setelah melewati membran

Dalam operasi membran terjadi peristiwa perpindahan material dari fase 1 ke fase 2. Sejumlah material yang mempunyai ukuran lebih kecil dari pori membran mampu berpindah ke fase 2 melalui pori membran, sedangkan material yang lebih besar akan tertahan dipermukaan membran. Material yang tertahan dipermukaan membran secara langsung akan menjadi media filter tambahan bagi membran, dimana material yang tertahan akan membentuk lapisan (*cake*) untuk menahan sejumlah material yang melewatkannya. Namun pembentukan *cake* ini tentu akan mengurangi fluks membran. Lebih jelas mengenai peristiwa perpindahan material dapat dilihat pada gambar 2.3.



**Gambar 2.3. Mekanisme Perpindahan Material Dalam Membran**  
(Sumber: Ujang, 2004 dalam Taufikurrahman, 2006)

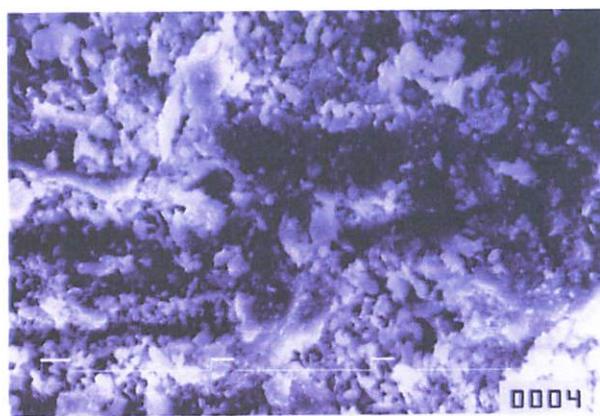
## 2.5. Definisi Membran

Kata membran berasal dari bahasa latin “*membrana*” yang berarti potongan kain. Saat ini istilah membran diidentifikasi sebagai lapisan tipis (film) yang fleksibel, pembatas antara dua fasa yang bersifat semipermeabel. Membran dapat berupa padatan dan cairan. Membran berfungsi sebagai media pemisahan yang selektif berdasarkan perbedaan koefisien difusi, perbedaan potensial listrik, perbedaan tekanan atau pemisahan konsentrasi (Wenten, 1999).

## 2.6. Membran keramik

Berdasarkan ukuran pori, membran keramik termasuk dalam membran mikrofiltrasi karena memiliki ukuran pori  $0,05 \mu\text{m}$ . Membran keramik merupakan suatu proses penyaringan air (dalam penelitian ini adalah air limbah) dimana air yang akan diolah dilewatkan pada suatu media proses yaitu reaktor membran keramik. Bahan keramik bersifat keras, ringan, tahan cuaca, tahan api dan tahan korosi. Kelemahan dari bahan ini adalah mudah pecah/getas, namun saat ini telah ditemukan

berbagai jenis keramik yang secara struktural dan fungsional memenuhi persyaratan konstruksi dan sebagai unit penyaring air baku. Dengan bantuan pompa, diberikan tekanan keatas sehingga diharapkan air dapat merembes melewati pori-pori dinding reaktor. Permukaan membran keramik dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.4. Permukaan Membran Keramik (*Scanning Electron Microscope*)  
(Sumber : UPT Mikroskopi Elektron UNAIR)

### 2.6.1. Komposisi membran keramik

#### ► Keramik

Kata Keramik itu berasal dari istilah Yunani *keramos* yang memiliki arti bahan yang dibakar (Hartomo dan Widiatmoko, 1994). Definisi lengkapnya, keramik adalah barang yang dibuat dari campuran mineral alami ataupun sintetis dengan melalui proses pembakaran. Menurut golongannya, keramik dapat dibagi dalam dua kelompok yaitu:

1. Keramik bakaran rendah (gerabah lunak)
2. Keramik bakaran tinggi (gerabah keras)

Bahan baku keramik ini adalah bahan-bahan baku yang berasal dari alam dan belum mengalami proses pengolahan oleh manusia. Dalam 1 kwintal bahan keramik mengandung mineral yaitu :

- *Clay (lempung) : 7 kg*

Lempung (bahasa Inggris : *clays*) adalah golongan partikel tanah yang berukuran < 0,002 mm. disini tanah diklasifikasikan sebagai lempung hanya berdasarkan ukurannya saja, tanpa segi mineralnya. Belum tentu tanah yang berukuran partikel lempung mengandung mineral lempung. Lempung adalah hasil dari penguraian dan perubahan batu-batuan bermineral dan terdiri dari campuran yang berbeda ukuran fisik,kimia dan kandungan mineralnya. Bagian terpenting dari lempung adalah silikat hiroksida dari aluminium, tetapi yang paling penting adalah kelompok kaolin  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , kelompok montmorillonite  $(\text{Mg,Ca})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{Si}_2\text{H}_2\text{O}$  dan kelompok illite. Jenis mineral lempung (kaolin, montmorillonite dan illite) mempunyai struktur mikroskopis lempengan yang dapat mengakibatkan daya plastis (dapat dibentuk) ketika dalam keadaan basah (Braja, Noor dan Indrasurya, 1985). Hal-hal lain yang penting adalah :

1. Pengerasan ketika kering dan permanen ketika dibakar
2. Penyusutan selama pengeringan dan pembakaran
3. Warna yang bervariasi ketika dibakar
4. Tahan terhadap temperatur tinggi
5. Kedap panas, suara dan aliran listrik

Lempung merupakan bahan baku utama yang plastis yang mempunyai sifat khusus yaitu :

- Memiliki daya ikat untuk mengikat bahan-bahan yang tidak plastis
- Dengan jumlah air tertentu menjadi plastis dan dapat dibentuk
- Setelah mengalami proses dengan temperatur tinggi tanpa berubah bentuk dan tidak lebih dahulu meleleh serta menjadi keras dan tahan air.

**Fungsi dari lempung :**

- Membuat massa lebih plastis
- Membuat bahan mentah agar tidak pecah
- Kaolin ( $2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) : 40 kg

Nama kaolin berasal dari dua kata China Kao-ling yang berarti dataran tinggi, dan secara lokal dipakai untuk menggambarkan daerah dimana dijumpai lempung. Kaolin aslinya dipakai di Amerika untuk menunjukkan sisa lempung tertentu yang mempunyai karakter menuju putih ketika dibakar.

Kaolin merupakan bahan baku utama yang plastis dan mempunyai sifat-sifat khusus seperti pada lempung. Adapun fungsinya dalam pembuatan keramik sebagai :

- Inti badan (memperkuat struktur)
- Menambah plastisitas pada pembentukan
- Memberi warna menjadi putih
- Feldspar : 43 kg

Feldspar adalah mineral yang sering dijumpai dalam batuan kristalin. Biasanya timbul sebagai jumlah yang kecil yang bergabung dengan mineral lain. Feldspar membentuk kelompok dimana macam jenisnya adalah potash spar (ortho clase, microcline), soda spar (albite), lime spar (anorthite), dan lime soda spar (oligoclase, andesine, labradorite dan bytownite). Kesemuanya itu adalah alumunium silikat dari potassium, sodium dan calcium.

Feldspar biasanya berwarna putih, krem dan pink, tetapi juga putih susu, bening, coklat, merah, abu-abu dan hijau. Tidak satupun mineral dari feldspar ditemukan dalam keadaan murni. Feldspar potassium

sering mengandung beberapa albite (soda spar) dan soda feldspar biasanya mengandung beberapa anorthite (lime spar).

Dalam keramik yang tidak terbakar, feldspar berlaku sebagai antiplastis seperti halnya pasir. Titik pecah dari feldspar tergantung pada kehadiran alkalinitas, dan menjadi lebih rendah karena kandungan soda meningkat dan potassium oksida menurun. Fungsi feldspar pada keramik antara lain :

- Menurunkan titik lebur
- Mengurangi susut kering
- Menambah kuat barang setelah dibakar

- Pasir kwarsa : 10 kg

Pasir sebagian besar terdiri dari mineral quartz (kwarsa) dan feldspar.

Pasir merupakan bahan baku non plastis yang berfungsi sebagai :

- Mengurangi penyusutan
- Sebagai kerangka atau penguat

- *Water glass* atau *sodium silikat* ( $\text{Na}_3\text{O} \cdot \text{xSiO}_2$ )

Water glass merupakan bahan pembantu dalam pembuatan keramik yang berfungsi sebagai :

- Bahan mencapai homogenasi
- Sebagai bahan perekat
- Mengurangi pemakaian air terhadap bahan sehingga memudahkan penguapan

► Serbuk gergaji

Serbuk gergaji adalah bahan sisa/potongan kayu yang berbentuk serbuk diperoleh dari industri penggergajian kayu. Serbuk gergaji merupakan bagian dari kayu dimana unsur-unsur penyusunannya terdiri atas selulose,

hemiselulose, dan lignin. Dalam penelitian ini serbuk gergaji yang dipakai adalah sisa potongan kayu yang berasal dari kayu jati. Jati (*Tectonias grandis, L.F*) merupakan salah satu jenis kayu komersial di Indonesia yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan mebel. Fengel dan Wegener mengatakan bahwa sifat-sifat fisik dari kayu jati tidak jauh berbeda dengan jenis kayu lainnya. Sifat fisik dari kayu jati dapat dilihat dalam tabel berikut ini :

Tabel 2.2. Kerapatan, Ukuran Sel dan Persentase Sel Kayu Jati

Ciri-ciri fisik	Satuan
Kerapatan	0,44 g/cm <sup>3</sup>
Ukuran sel	0,63 – 0,82 A°
Trakiet/serabut panjang	0,7 -1,4 mm
Pembuluh diameter	50 – 70 nm
Presentasi sel :	663 %
- trakiet	11,6 %
- pembuluh	11,6 %
- parenkim	15,5 %
- jari-jari	5,1 %
- pH	
berat jenis	0,62 – 0,75 kg/m <sup>3</sup>
kering tanur	2,8 – 5,2 %

Sumber : Fengel, Dietrich dan Wegener Gerd, 1995

Ditinjau dari sifat mekaniknya, kayu jati memiliki kekuatan lentur statik 718 (kg/cm<sup>2</sup>) dan sekitar 127, 7 (kg/cm<sup>2</sup>), sedangkan kekuatan tekan sejajar arah serat maksimum 550 (kg/cm<sup>2</sup>). Sifat kimia kayu jati memiliki kadar selulosa 47,5 %, lignin 29,9%, pentosan 14,4%, abu 1,4% dan silika 0,4% serta nilai kalor 5.081 kal/gram. Sifat fisik dan kimia kayu tanaman jati ditentukan oleh kondisi lahan, iklim, serta lingkungan tempat tumbuh (Sumarna, 2007).

Lignin merupakan bahan organik alami, biopolimer aromatik yang menyusun 20% sampai 30% biomassa dari tumbuhan berkayu dan merupakan biopolymer terbesar yang terdapat pada tumbuhan selulosa. Lignin telah dikenal memiliki sifat-sifat yang sangat baik sebagai binder/pengikat dan pendispersi sehingga lignin memiliki potensi yang

baik untuk penyisian logam berat di lingkungan (Sjostrom, 1995 dalam Prayatni Soewondo).

### **2.6.2. Pengeringan**

Proses pengeringan bertujuan untuk memperoleh kekuatan kering sehingga finishing dapat dilakukan. Disamping itu berfungsi mengurangi kadar air agar pada saat pembakaran tidak terjadi retak-retak.

Pengeringan dapat dilakukan dengan mesin pengering, namun bias juga secara alamiah yaitu di angin-anginkan saja. Dalam pengeringan sering terjadi retak-retak karena cara pengeringannya yang kurang diperhatikan. Bisa juga tergantung pada bentuk dan ukuran bendanya.

### **2.6.3. Proses Pembakaran Membran Keramik**

Tahapan proses yang terjadi pada pembakaran adalah :

a. Water Smoking ( $25-200^{\circ}\text{C}$ )

Pada periode ini terjadi penguapan dari sisa air yang tidak dapat dikeluarkan selama pengeringan dan adanya tambahan air dari glasir. Pada saat ini suhu tidak boleh naik terlalu cepat sebab tekanan uap dari dalam dan adanya hambatan penguapan karena pori-pori yang kecil.

b. Dekomposisi ( $200-800^{\circ}\text{C}$ )

Pada tahap ini banyak terjadi reaksi fisika dan kimia yang penting antara lain :

1. Dekomposisi kaolinit dengan melepaskan air hidrat
2. Dekomposisi bahan-bahan organik dan pembakaran. Pembakaran bahan organik sangat efektif dalam suasana oksida. Hasilnya adalah  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  yang keluar sehingga gas suhu oksidasi zat-zat organik tergantung pada bahannya.

c. Tahapan api penuh ( $900^{\circ}\text{C}$ )

Tahapan ini adalah tahapan dimana suhu dalam tungku dapat dinaikkan secepat mungkin tanpa resiko terhadap barang yang dibakar. Pada tahap ini terjadi reaksi antara bahan basa, asam dan silika.

d. Pendinginan

Pendinginan dapat dipercepat dengan menghembuskan udara ke dalam tungku. Tetapi hal ini dapat mengakibatkan retak-retak karena bahan keramik sangat peka terhadap suhu kejut.

## **2.7. Metode Pengolahan Data**

Pengolahan data dilakukan secara statistik. Sebagai alat yang berfungsi untuk mengolah suatu data, penjabaran metodologi statistik didasarkan pada tiga hal yakni proses analisis, asumsi bentuk distribusi, dan banyaknya variabel yang dilibatkan. Metodologi statistik berdasarkan proses analisisnya meliputi analisa deskriptif dan analisis konfirmatif (inferensi) (Soleh, 2005).

### **2.7.1. Statistika Deskriptif dan Inferensi**

Secara garis besar, statistik dibedakan menjadi 2, yaitu statistika deskriptif dan statistika inferensi. Metode statistika yang meringkas, menyajikan, dan mendeskripsikan data dalam bentuk yang mudah dibaca sehingga memberikan kemudahan dalam memberikan informasi disebutkan statistika deskriptif. Statistika deskriptif menyajikan data dalam tabel, grafik, ukuran pemusatan data, dan penyebaran data.

Agar mendapatkan informasi lebih terperinci, kita memerlukan analisis data dengan metode statistika tertentu. Hasil analisis data akan memberikan informasi lebih rinci sehingga kita memperoleh suatu kesimpulan mengenai suatu fenomena berdasarkan sampel yang diambil. Analisis tersebut dinamakan statistika inferensi. Statistika inferensi sering disebut statistika induktif. Statistika inferensi memerlukan pengetahuan lebih mengenai konsep probabilitas yang biasa dikenal sebagai ilmu

peluang. Ilmu peluang tidak lepas dari statistika karena membantu pengambilan keputusan statistik suatu data (Iriawan dan Astuti, 2006).

### **2.7.2. Analisis Data Statistik dalam Minitab**

Minitab merupakan salah satu program aplikasi statistika yang banyak digunakan untuk mempermudah pengolahan data statistik. Minitab menyediakan program-program untuk mengolah data statistik secara lengkap. Anda dapat mencari software-nya dalam website [www.minitab.com](http://www.minitab.com). Seperti yang telah dijelaskan, komputer berperan sebagai alat bantu untuk melakukan analisa data, sedangkan manusia berperan besar dalam mendesain dan menafsirkan output yang dihasilkan Minitab (Iriawan dan Astuti, 2006).

Keunggulan minitab adalah dapat digunakan dalam pengolahan data statistik untuk tujuan sosial maupun teknik. Minitab telah diakui sebagai program statistika yang sangat kuat dengan tingkat akurasi taksiran statistik yang tinggi.

Adapun keunggulan Minitab (terutama Minitab 14) dibandingkan program statistika lainnya (Iriawan dan Astuti, 2006 ) adalah :

- Pada Minitab 14, tampilan menu yang lebih lengkap dan disertai toolbar-toolbar akan memudahkan pengguna dalam menjalankan perintah.
- Minitab menyediakan StatGuide yang menjelaskan cara melakukan interpretasi tabel dan grafik statistika yang dihasilkan oleh Minitab dengan cara yang mudah dipahami.
- Ukuran worksheet dinamis dan memuat kolom sampai 4.000.
- Bahasa pemrograman makro lebih mudah. Minitab memiliki bahasa pemrograman makro yang sudah tersedia dalam Minitab versi sebelumnya. Bahasa pemrograman makro hampir mirip dengan bahasa pemrograman basic.
- Minitab 13 dan 14 mempunyai file Minitab Worksheet (MTW) dan Minitab Project (MPJ) yang digunakan untuk membedakan file worksheet dan file project. Minitab versi sebelumnya hanya memiliki file Minitab Worksheet

(WTW). File Minitab Project (MPJ) mempermudah penyimpanan semua pekerjaan dalam 1 project.

- Minitab 13 dan 14 menyediakan ReportPad agar mudah membuat laporan project yang telah dibuat.
- Dalam Minitab, pengguna bisa membuat nama yang panjang pada file tanpa harus menyingkat nama file.
- Minitab 14 memiliki beberapa tambahan, khususnya dalam melakukan analisis pengendalian kualitas statistik, desain eksperimen, analisis regresi, analisis reliabilitas, dan beberapa tambahan dalam analisis data kategori.
- Minitab 13 dan 14 menyediakan metode Taguchi untuk desain robust yang banyak digunakan dalam desain eksperimen.

### **2.7.3. Analisis Korelasi**

Koefisien korelasi Pearson berguna untuk mengukur tingkat keeratan hubungan linear antara 2 variabel. Nilai korelasi berkisaran antara -1 sampai +1. Nilai korelasi negatif berarti hubungan antara 2 variabel adalah negatif. Artinya, apabila salah satu variabel menurun, maka variabel lainnya akan meningkat. Sebaliknya, nilai korelasi positif berarti hubungan antara kedua variabel adalah positif. Artinya, apabila salah satu variabel meningkat, maka variabel dikatakan berkorelasi kuat apabila makin mendekati 1 atau -1. Sebaliknya, suatu hubungan antara 2 variabel dikatakan lemah apabila semakin mendekati 0 (nol).

Hipotesis untuk uji korelasi adalah :

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_1 : \rho \neq 0$$

Di mana  $\rho$  adalah korelasi antara 2 variabel.

Daerah Penolakan

P-Value <  $\alpha$ .

Untuk membuat interpretasi analisis korelasi, ada beberapa hal yang harus diingat, yaitu :

1. Koefisien korelasi hanya mengukur hubungan linear. Jika ada hubungan nonlinear, maka koefisien korelasi akan bernilai 0.
2. Koefisien korelasi sangat sensitif terhadap nilai ekstrem.
3. Kita bisa membuat korelasi hanya jika variabel memiliki hubungan sebab akibat.

#### **2.7.4. Analisis Regresi**

Analisis regresi sangat berguna dalam berbagai penelitian antara lain :

1. Model regresi dapat digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antara variabel respons dan variabel prediktor.
2. Model regresi dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh suatu atau beberapa variabel prediktor terhadap variabel respons.
3. Model regresi berguna untuk memprediksi pengaruh suatu variabel atau beberapa variabel prediktor terhadap variabel respons.

Model regresi memiliki variabel respons ( $y$ ) dan variabel prediktor ( $x$ ). Variabel respons adalah variabel yang di pengaruhi suatu variabel prediktor. Variabel respons sering dikenal variabel dependen karena peneliti tidak bias bebas mengendalikannya. Kemudian, variabel prediktor digunakan untuk memprediksi nilai variabel respons dan sering disebut variabel independent karena penelitian bebas mengendalikannya.

#### **2.7.5. Analisis ANOVA**

Output analisis dalam Sub-subbab ditampilkan dalam window Session. Output memiliki 2 bagian utama, yaitu ANOVA dan output hasil uji perbandingan berpasangan. Output bagian pertama adalah ANOVA. Adapun hipotesis masalah adalah :

Hipotesis untuk uji ANOVA :

$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5 = 0$  (rata –rata sample tiap perlakuan sama )

$H_1 : \tau_i \neq 0$  (ada perlakuan yang tidak rata –ratanya tidak sama )

Daerah penolakan

Hipotesis awal akan ditolak apabila nilai F melebihi  $F^{\alpha, V_1, (n-(k+1))}$  dimana  $\alpha$  adalah banyak replikasi ditiap level faktor dan N adalah banyaknya seluruh pengamatan. Untuk mendapatkan nilai  $F^{\alpha, V_1, (n-(k+1))}$ . Selain menggunakan nilai F, kita bisa pula menggunakan p – value. Hipotesis awal akan ditolak apabila p – value kurang dari  $\alpha$ .

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Jenis Penelitian**

Jenis penelitian yang dilakukan adalah dengan menggunakan metode eksperimental dalam skala laboratorium

#### **3.2. Tahapan Penelitian**

Pada tahap awal penelitian dilakukan analisa awal untuk mengetahui kondisi awal limbah cair yang akan diolah. Parameter yang diukur adalah *TSS* dan *E. Coli*.

#### **3.3. Persiapan Bahan dan Alat**

##### **3.3.1. Persiapan Bahan**

- Sampel air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air buangan domestik yang diambil dari daerah Comboran Malang, pada tanggal 1 Agustus 2007 pukul 12:22 WIB dan diteliti oleh Laboratorium Kualitas Air Jasa Tirta I No. 258 S/LKA MLG/VIII/07 yang mengandung *E.coli* sebesar 13000 MPN/100 ml dan *TSS* sebesar 135,1 mg/L
- Tanah lempung seberat 10 kg
- Serbuk gergaji yang diambil dari sisa penggergajian dengan menggunakan mesin listrik dengan berat 2,5 kg. Ukuran dari serbuk gergaji yang akan digunakan adalah sekitar  $\pm$  50 mesh setelah mengalami pengayakan. Serbuk gergaji yang digunakan berasal dari kayu jati.

### **3.3.2. Persiapan alat-alat Penelitian**

- Alat cetak

Cetakan benda uji untuk filtrasi berbentuk kotak pejal dengan lubang didalamnya berbentuk tabung beralas setengah bola dengan tinggi 10cm; diameter 4,5 cm dan ketebalan 0,5 cm, 1 cm dan 1,5 cm yang berbeda.

- Tungku pembakar atau oven
- Peralatan dengan skala laboratorium
- Bak penampung
- Pipa PVC ukuran  $\frac{3}{4}$ ", 2" dan 4"
- Elbow  $90^0$
- Tee
- Pompa
- Valve
- Foot valve
- Sock derat luar ukuran  $\frac{3}{4}$ "
- Sock derat luar ukuran 4"
- Sock derat dalam ukuran 4"
- Pressure gauge

### **3.4. Variabel Penelitian**

#### **1. Variabel terikat**

- *Escherichia Coli*
- *Total Suspended Solid (TSS)*

#### **2. Variabel bebas**

- Analisis dilakukan kontinyu tiap 15 menit selama waktu operasi maksimum 3 jam, sehingga diketahui optimumnya.  
(berdasarkan penelitian pendahuluan didapatkan variasi waktu 1 jam efisiensi penurunan hanya 65-75%).

- Variasi ketebalan membran 0,5cm; 1cm dan 1,5cm.  
(berdasarkan uji porositas, semakin tebal membran mempengaruhi porositas membran).

### **3.5. Proses Pembuatan Benda Uji**

✓ **Pembuatan adonan/pasta**

Tanah lempung dan serbuk gergaji dicampur menjadi satu dengan perbandingan dari komposisi X, sedikit demi sedikit sambil diaduk. Bila dirasa perlu dilakukan penambahan air sampai semuanya tercampur merata berbentuk pasta.

✓ **Pencetakan dan Pembentukan**

Adonan dituangkan ke dalam cetakan, kemudian menunggu selama 1-2 menit agar adonan yang telah dituang sedikit mengering sehingga melapisi gisnya setebal 0,5 cm. Selanjutnya adonan yang ada di dalam cetakan tersebut dituangkan kembali (dikeluarkan) sehingga yang tersisa hanya lapisan adonan setebal 0,5 cm tersebut. Dengan cara yang sama dan cetakan yang berbeda untuk mendapatkan ketebalan 1cm dan 1,5cm.

✓ **Pengerigan**

Setelah dikeluarkan dari cetakan, maka benda uji tersebut dikeringkan dengan jalan diangin-anginkan kembali pada suhu kamar selama sekitar 4-5 hari.

✓ **Pembakaran**

Dengan menggunakan tungku digital, pembakaran dilakukan setelah benda uji benar-benar kering dengan suhu pembakaran sampai  $900^{\circ}\text{C}$  dan dipertahankan sampai 1 jam dengan kenaikan suhu secara bertahap dengan perkiraan setiap jamnya mengalami kenaikan  $100^{\circ}\text{C}$ .

Selanjutnya dilakukan pendinginan untuk menurunkan suhu secara perlahan-lahan setelah tungku dimatikan.

### 3.6. Porositas

Tujuan dari uji porositas ini adalah untuk mengetahui banyaknya rongga udara dalam benda uji (penyerapan air). Untuk menghitung porositas filter dilakukan percobaan sebagai berikut :

- Membran Filter keramik direndam dalam air sampai ruang porinya terisi semuanya (dalam penelitian ini perendaman dilakukan selama 1 hari)
- Setelah perendaman, benda uji (membran keramik) diangkat dan sisa air dibiarkan menetes  $\pm$  1 jam, kemudian benda uji disepra permukaannya dengan kain basah, ditimbang beratnya ( $W_{ssd}$ ).
- Kemudian membran filter keramik yang masih basah dikeringkan dengan cara dioven sampai hilang kandungan airnya
- Membran filter keramik setelah dioven kemudian ditimbang ( $W_o$ )

Secara umum untuk menghitung porositas digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{air void} = \frac{W_{ssd} - W_o}{V \times B_{ji \text{ air}}}$$

Dimana :

$W_{ssd}$  = berat benda uji pada keadaan jenuh permukaan kering (kg)

$W_o$  = berat benda uji setelah dioven (kg)

$V$  = volume benda uji ( $m^3$ )

$B_{ji \text{ air}}$  = berat jenis air rendaman ( $kg/m^3$ )

### 3.7. Angka Pori

Untuk mengetahui ukuran pori dari membran keramik dilakukan proses analisa dengan menggunakan alat *Scanning Electron Microscope (SEM)*.

- Bahan yang akan diamati (membran keramik sebesar 0,9 mm) dilekatkan pada holder (*stub*) dengan menggunakan lem khusus yang sudah diberi serbuk alumunium. Dibiarkan sampai kering kurang lebih 1 hari.

- Dilakukan pelapisan pada permukaan bahan yang akan diamati dengan menggunakan *vacuum evaporator* dan bahan pelapisnya adalah emas murni atau karbon. (proses pelapisan kurang lebih 1 jam).
- Pengamatan dan pemotretan dengan *Scanning Electron Microscope (SEM)*. Hasil perhitungan angka pori membran filter keramik menggunakan alat *Scanning Electron Microscope (SEM)* yaitu sebesar  $0,05\mu\text{m}$ . (Sumber : UPT Mikroskopi Elektron UNAIR)

### 3.8. Pembuatan Tabung Reaktor Membran Filter

Proses pembuatan tabung reaktor membran filter sebagai berikut :

1. Memotong pipa PVC yang berdiameter 4" sepanjang 15 cm 2 buah (untuk bagian atas dan bawah)
2. Menyambungkan pipa Ø 4" , sock drat luar Ø 4".....(a)
3. Kemudian (a) disambungan dengan sambungan pipa Ø 4" ke 2" , pipa Ø  $\frac{3}{4}"$  dan sock drat Ø  $\frac{3}{4}"$  (untuk bagian atas)
4. Sambungkan pipa Ø 4" , sock drat dalam Ø 4".....(b)
5. Kemudian (b) disambungan dengan sambungan pipa Ø 4" ke 2" (untuk bagian bawah sebagai saluran *effluent*)
6. Memasukkan membran kedalam pipa tersebut dan diberi seal diujung membran untuk mencegah kebocoran.



Gambar 3.1. Membran Keramik Di Dalam Tabung Reaktor

### **3.9. Proses Filtrasi Membran**

Uji filtrasi dilakukan dengan benda uji hasil proses pencetakan yang berbentuk tabung untuk mengetahui penurunan kandungan bakteri *Escherichia Coli* dan TSS di dalam sampel air buangan, dengan cara sebagai berikut:

- Memasukkan benda uji kedalam tabung reaktor filtrasi berbentuk silinder.
- Celah antara tabung dengan benda uji harus tertutup rapat, untuk menghindari terjadinya kebocoran.
- Melewatkkan air sampel melalui benda uji dengan analisa dilakukan kontinyu tiap 15 menit selama waktu operasi maksimum 3 jam, sehingga diketahui optimumnya dan ketebalan membran 0,5cm; 1cm dan 1,5cm
- Dilakukan perhitungan jumlah bakteri fecal coli dan TSS pada influent dan pada effluent hasil filtrasi.

## **3.10. Analisa Parameter Uji**

### **3.10.1. Analisa TSS**

Metode yang digunakan dalam menganalisa TSS adalah metode gravimetri. Prinsip metode gravimetri adalah bila zat padat dalam sampel dipisahkan dengan menggunakan filter kertas atau filter fiber glass (serabut kaca) dan kemudian zat padat yang tertahan pada filter dikeringkan pada suhu  $\pm 105^{\circ}\text{C}$ . Maka berat residu sesudah pengeringan adalah zat padat tersuspensi TSS (Alaerts dan Santika, 1987).

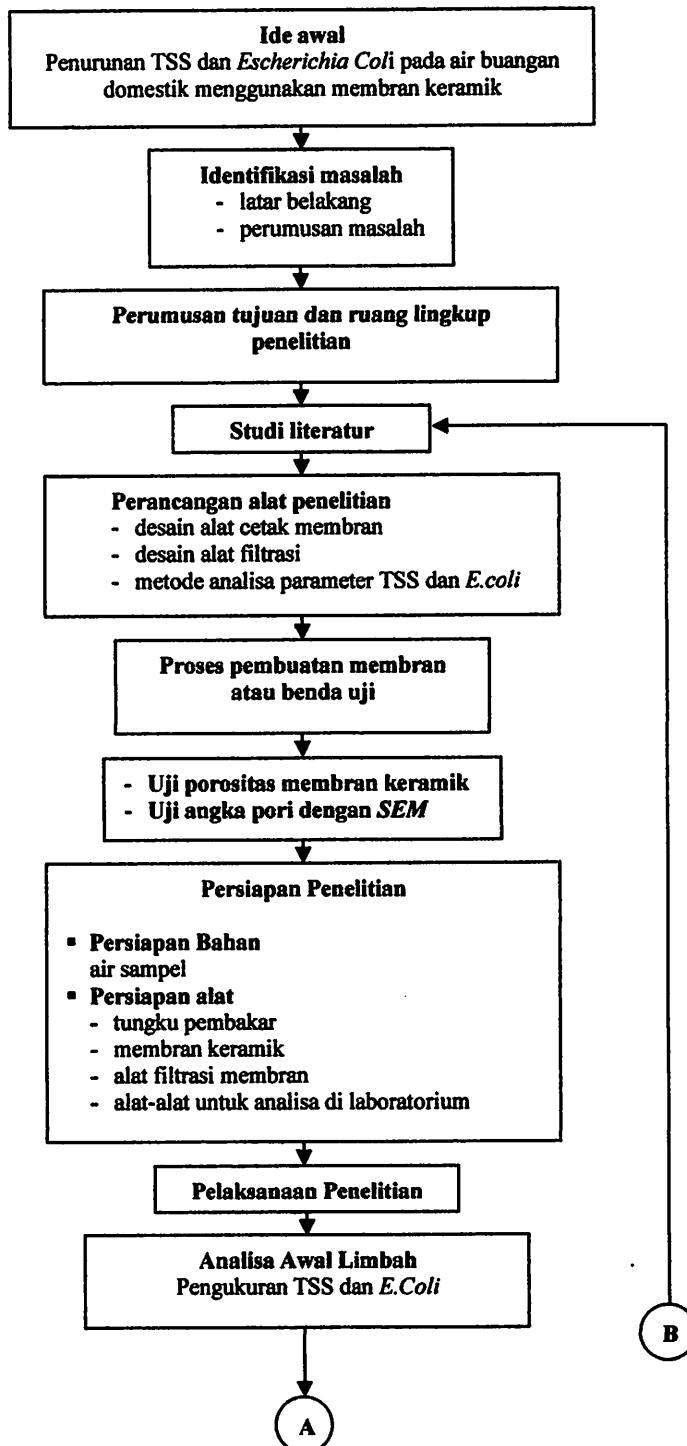
### **3.10.2. Analisa *E. Coli***

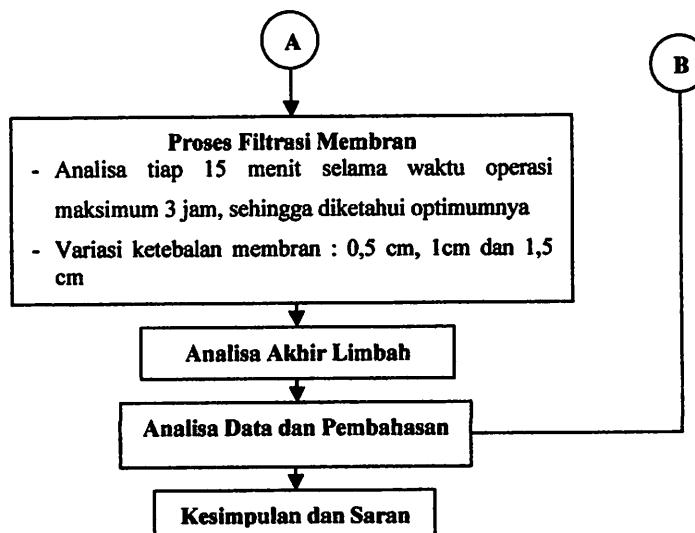
Untuk mengetahui besarnya efisiensi dari media filtrasi yang digunakan dengan jalan menghitung jumlah bakteri coli yang masuk ke filter dan jumlah media yang keluar dari filter. Metode perhitungan bakteri yang digunakan adalah metode MPN (*Most Probable Number*).

### **3.11. Analisa Data**

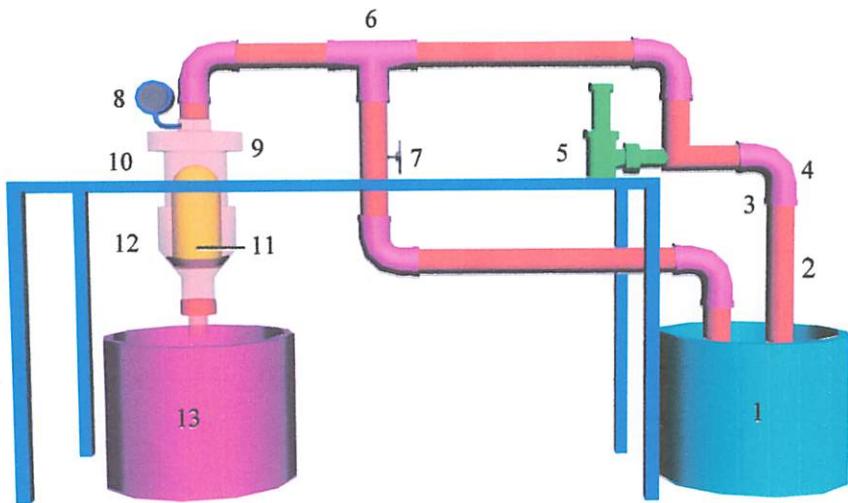
Analisa data statistik menggunakan ANOVA untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang nyata atau tidak (secara statistik) antara berbagai variasi percobaan (waktu operasi dan variasi tebal membran) terhadap penurunan *E.coli* dan TSS pada air buangan domestik. Kemudian dilanjutkan dengan analisa korelasi untuk mengetahui derajat hubungan kuat lemahnya antar variabel bebas (waktu operasi dan ketebalan membran) dengan variabel terikat (penurunan *E.coli* dan TSS) dan analisa regresi untuk menyatakan hubungan fungsional antara variabel bebas (waktu operasi dan ketebalan membran) dengan variabel terikat (penurunan *E.coli* dan TSS) ke dalam bentuk persamaan matematis.

### 3.12. Kerangka Penelitian





## KRITERIA DESAIN



### Keterangan :

1. Bak Influent 1 buah
2. Pipa ukuran  $\varnothing 2"$
3. Sock derat ukuran  $\varnothing \frac{3}{4}"$  (tiap sambungan pipa) sebanyak 12 buah
4. Elbow 90°  $\varnothing \frac{3}{4}"$  sebanyak 5 buah
5. Pompa dengan spesifikasi :
  - pompa air sumur dangkal dengan merk Big One, tipe AJ 250A
  - debit ( $Q$ ) maksimum 40 l/menit
  - daya hisap 11 m
  - daya dorong 35 m
  - daya listrik 250 watt
  - diameter pipa *in* dan *out* 1"
6. Tee ukuran  $\varnothing \frac{3}{4}"$  sebanyak 1 buah
7. Valve ukuran  $\varnothing \frac{3}{4}"$  sebanyak 1 buah
8. Pressure gauge
9. Sock derat dalam ukuran  $\varnothing 4"$
10. Pipa ukuran  $\varnothing 4"$
11. Membran keramik dengan spesifikasi :
  - tinggi = 10 cm
  - diameter = 4,5 cm
  - tebal = 0,5cm, 1cm dan 1,5cm
12. Sambungan pipa ukuran  $\varnothing 4"$  ke  $\varnothing 2"$
13. Bak effluent sebanyak 1 buah

Gambar 3.2. Kriteria Desain Reaktor Membran Filter Keramik

## BAB IV

### ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Analisa Awal

Dalam penelitian ini dilakukan analisa pendahuluan untuk memperoleh karakteristik air limbah yang akan digunakan sebagai sampel penelitian. Berdasarkan analisa Laboratorium Kualitas Air Jasa Tirta I yang dilakukan, diperoleh data konsentrasi limbah domestik sebagai berikut :

**Tabel 4.1 Nilai Konsentrasi Awal Limbah Domestik**

Parameter	Karakteristik awal	Baku mutu limbah cair SK Gubenur Jatim No. 45 Tahun 2002
pH	7.6	6 - 9
Suhu	24°C	°C
TSS	135.1 mg/l	100 mg/l
E. coli	13.000 MPN/100ml	-

*Sumber: Laboratorium Kualitas Air Jasa Tirta I*

*: SK Gubenur Jatim No. 45 Tahun 2002, Golongan III*

Berdasarkan Standar baku mutu air limbah untuk E.coli tidak terdapat pada air limbah, kadar maksimum yang diperbolehkan 50 MPN/100ml (standar baku mutu air bersih Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990). Berdasarkan baku mutu untuk air limbah SK Gubenur Jatim No. 45 Tahun 2002 karakteristik awal limbah domestik belum memenuhi standart, maka dilakukan penelitian untuk menurunkan TSS dan E.coli pada limbah domestik dengan proses filtrasi menggunakan membran keramik dengan variasi ketebalan membran dan analisa dilakukan kontinyu tiap 15 menit selama waktu operasi maksimum 3 jam, sehingga diketahui optimumnya.

## 4.2. Analisa Deskriptif

Analisa deskriptif dilakukan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan data yang telah terkumpul tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum. Dalam penelitian ini analisa deskriptif menggunakan rata-rata data atau mean sebagai ukuran pemusatan data.

### 4.2.1. Analisa Deskriptif *Escherichia coli*

Dari hasil analisa dapat diketahui bahwa semakin tebal membran dan lamanya waktu filtrasi maka % penurunan *E.coli* semakin meningkat. Untuk mengetahui persentase penurunan *E.coli* digunakan rumus :

$$\%R = \frac{C_o - C_1}{C_o}$$

Dimana :

%R = persentase penurunan partikel

C<sub>o</sub> = konsentrasi *E.coli* sebelum melewati membran

C<sub>1</sub> = konsentrasi *E.coli* setelah melewati membran

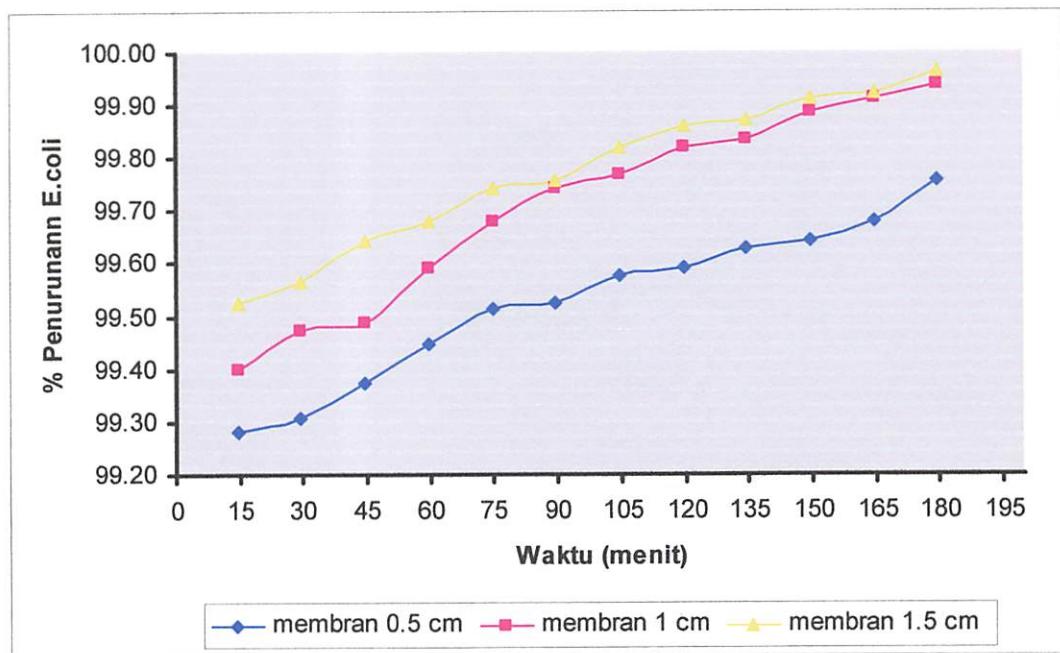
Tabel 4.2. Persentase Penurunan *E. coli*

No	Ketebalan membran (cm)	Waktu Pengambilan sampel (menit)	Sisa <i>E. coli</i> (MPN/100 ml)				% Penurunan <i>E.coli</i>
			I	II	III	Rata-rata	
1	0.5	15	95	90	95	93.33	99.28
2		30	90	90	90	90.00	99.31
3		45	80	85	80	81.67	99.37
4		60	70	70	75	71.67	99.45
5		75	65	60	65	63.33	99.51
6		90	60	60	65	61.67	99.53
7		105	55	55	55	55.00	99.58
8		120	55	50	55	53.33	99.59
9		135	50	45	50	48.33	99.63
10		150	50	45	45	46.67	99.64
11		165	40	45	40	41.67	99.68
12		180	30	30	35	31.67	99.76

13	1	15	80	80	75	78.33	99.40
14		30	70	65	70	68.33	99.47
15		45	70	65	65	66.67	99.49
16		60	55	50	55	53.33	99.59
17		75	40	40	45	41.67	99.68
18		90	35	30	35	33.33	99.74
19		105	30	30	30	30.00	99.77
20		120	25	20	25	23.33	99.82
21		135	20	20	25	21.67	99.83
22		150	15	15	15	15.00	99.88
23		165	15	10	10	11.67	99.91
24		180	10	10	5	8.33	99.94
25		15	60	60	65	61.67	99.53
26		30	60	55	55	56.67	99.56
27	1.5	45	50	45	45	46.67	99.64
28		60	40	40	45	41.67	99.68
29		75	35	30	35	33.33	99.74
30		90	35	30	30	31.67	99.76
31		105	25	20	25	23.33	99.82
32		120	20	15	20	18.33	99.86
33		135	20	15	15	16.67	99.87
34		150	10	15	10	11.67	99.91
35		165	10	10	10	10.00	99.92
36		180	5	5	5	5.00	99.96

Sumber: Laboratorium Kualitas Air Jasa Tirta I

Berdasarkan Tabel 4.2. dapat diketahui bahwa persentase penurunan E.coli terendah terjadi pada ketebalan membran 0,5 cm dengan waktu operasi 15 menit sebesar 99.28% dan persentase penurunan E.coli tertinggi pada ketebalan membran 1,5 cm dengan waktu operasi 180 menit sebesar 99,96%. Selanjutnya persentase penurunan E.coli pada Tabel 4.2. diplotkan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1. Grafik Hubungan Waktu Operasi Dan Ketebalan Membran Terhadap Persentase Penurunan E.coli

#### 4.2.2. Analisa Deskriptif TSS

Konsentrasi awal TSS pada sampel sebesar 135,1 mg/l. Ukuran pori membran mikrofiltrasi (MF) yang digunakan pada penelitian ini sebesar 0,05  $\mu\text{m}$ . Sesuai dengan prosedur penelitian laboratorium untuk analisa TSS dengan metode gravimetri. Pada proses penyaringan tidak ada konsentrasi TSS, tidak adanya konsentrasi TSS bukan berarti konsentrasi TSS tidak terdapat pada sampel tetapi menunjukkan bahwa konsentrasi TSS lebih rendah ( $< 0,01\text{gr}$ ) karena kemampuan dari timbangan analitis merk OHAUSS adalah (0,01-200gr) sehingga tidak dapat terdeteksi.

### **4.3. Analisis Data Statistik Menggunakan Program Minitab 14**

#### **4.3.1. Analisa ANOVA E.coli**

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh perbedaan waktu operasi dan ketebalan membran terhadap persentase penurunan E.coli, maka dilakukan analisa dengan menggunakan uji ANOVA.

##### **Hipotesis**

$H_0$  = Ke-36 rata-rata perlakuan adalah identik

$H_1$  = Ke-36 rata-rata perlakuan adalah tidak identik

Dasar pengambilan keputusan :

- Jika probabilitas  $> 0,05$ ,  $H_0$  diterima
- Jika probabilitas  $< 0,05$ ,  $H_0$  ditolak

Untuk nilai F, berdasarkan pada perbandingan F hitung dengan F tabel

- Jika statistik hitung (angka F *output*)  $>$  statistik tabel (tabel F),  $H_0$  ditolak.
- Jika statistik hitung (angka F *output*)  $<$  statistik tabel (tabel F),  $H_0$  diterima.

Hasil uji ANOVA persentase penurunan E.coli dapat dilihat pada Tabel 4.3. dan Tabel 4.4.

**Tabel 4.3. Hasil Uji ANOVA Persen Penurunan E.coli versus Waktu Operasi**

<b>One-way ANOVA: % penurunan versus waktu operasi</b>					
Source	DF	SS	MS	F	P
waktu operasi	11	0.8281	0.0753	4.51	0.001
Error	24	0.4003	0.0167		
Total	35	1.2284			

S = 0.1291    R-Sq = 67.42%    R-Sq(adj) = 52.48%

Tabel 4.4. Hasil Uji ANOVA Persen Penurunan E.coli versus Ketebalan Membran

One-way ANOVA: % penurunan versus ketebalan membran					
Source	DF	SS	MS	F	P
ketebalan membran	2	0.3849	0.1924	7.53	0.002
Error	33	0.8435	0.0256		
Total	35	1.2284			
$S = 0.1599 \quad R-Sq = 31.33\% \quad R-Sq(adj) = 27.17\%$					

**Keputusan :**

1. Nilai Probabilitas

Berdasarkan Tabel 4.3. dan Tabel 4.4. nilai probabilitas (P) dari variasi waktu operasi dan ketebalan membran adalah 0,001 dan 0,002. karena nilai probabilitas  $< 0,05$  maka  $H_0$  ditolak. Artinya rata-rata persentase penurunan E.coli dalam 36 perlakuan tersebut memang tidak identik.

2. Nilai F

Berdasarkan Tabel 4.3. dan Tabel 4.4. nilai F hitung output dari variasi waktu operasi dan ketebalan membran adalah sebesar 4,51 dan 7,53. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah 3,28. Karena nilai F hitung output  $>$  dari F tabel maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal ( $H_0$ ) dan menerima hipotesis alternative ( $H_1$ ). Artinya ada perbedaan yang signifikan antara variasi waktu operasi, ketebalan membran terhadap penurunan E.coli.

**4.3.2. Analisa Duncan E.coli**

Untuk melihat penurunan E.coli yang paling besar dan perbedaannya untuk setiap perlakuan dilakukan uji Duncan. Hasil uji Duncan penurunan E.coli dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.5. Hasil uji Duncan Penurunan E.coli versus Waktu Operasi

Duncan<sup>a</sup>

waktu operasi	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
15 menit	3	99.40				
30 menit	3	99.45	99.45			
45 menit	3	99.50	99.50	99.50		
60 menit	3	99.57	99.57	99.57	99.57	
75 menit	3	99.64	99.64	99.64	99.64	99.64
90 menit	3		99.68	99.68	99.68	99.68
105 menit	3			99.72	99.72	99.72
120 menit	3				99.76	99.76
135 menit	3					99.78
150 menit	3					99.81
165 menit	3					99.84
180 menit	3					99.89
Sig.		.051	.060	.068	.060	.056
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.						
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.						

Tabel 4.6. Hasil uji Duncan Penurunan E.coli versus Ketebalan Membran

Duncan<sup>a</sup>

Membran	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
0.5	12	99.5275	
1.0	12		99.71
1.5	12		99.77083333
Sig.		1	.358092996
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.			
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12.000.			

Berdasarkan Tabel 4.5. dan Tabel 4.6. menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata pada %penurunan E.coli sebagai berikut :

- Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa untuk %penurunan terendah terlihat pada waktu perlakuan 15 menit sebesar 99,40% sedangkan untuk %penurunan tertinggi pada waktu perlakuan 180 menit sebesar 99,89%.

- Untuk %penurunan E.coli terendah terlihat pada ketebalan membran 0,5 cm sebesar 99,52% sedangkan untuk %penurunan tertinggi pada ketebalan membran 1,5cm sebesar 99,77%.

#### **4.4. Analisa Korelasi E.coli**

Untuk mengetahui ada tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara variabel terikat (persentase penurunan E.coli) dengan variabel bebas (waktu operasi dan ketebalan membran), maka digunakan analisa korelasi.

##### Hipotesis

$H_0$  = tidak ada korelasi antara dua variabel

$H_1$  = ada korelasi antara dua variabel

##### Dasar pengambilan keputusan :

- Jika probabilitas  $> 0,05$ ,  $H_0$  diterima
- Jika probabilitas  $< 0,05$ ,  $H_0$  ditolak

Hasil uji korelasi persentase penurunan E.coli dapat dilihat pada Tabel 4.5:

**Tabel 4.7. Analisa Korelasi Antara Persentase Penurunan E.coli dengan Waktu Operasi dan Ketebalan Membran**

Correlations: % penurunan, waktu operasi, ketebalan membran		
waktu operas	% penurunan	waktu operas
	0.810	0.000
Cell Contents: Pearson correlation P-Value		
ketebalan me	0.538	0.000
	0.001	1.000

**Keputusan :**

Berdasarkan Tabel 4.7. menunjukkan bahwa :

1. Korelasi antara persentase penurunan E.coli dengan waktu operasi adalah 0,810, hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat karena berada di interval 0,7 – 0,9 (Soleh, 2005). Hubungan kedua variabel searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasi maka persentase penurunan E.coli semakin meningkat. Tingkat signifikan persentase penurunan E.coli dan waktu operasi yang ditunjukkan dengan nilai probabilitasnya  $0,000 < 0,05$  maka korelasinya signifikan.
2. Korelasi antara persen penurunan E.coli dengan ketebalan membran adalah 0,538, hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel sedang karena berada di interval 0,4 – 0,7 (Soleh, 2005). Hubungan kedua variabel searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin tebal membran maka persentase penurunan E.coli semakin meningkat. Tingkat signifikan persentase penurunan E.coli dan ketebalan membran yang ditunjukkan dengan nilai probabilitasnya  $0,001 < 0,05$  maka korelasinya signifikan.

**4.5. Analisa Regresi E.coli**

Untuk mengetahui besarnya hubungan antara variabel bebas (waktu operasi dan ketebalan membran) dan variabel terikat (persentase penurunan E.coli) digunakan uji regresi, sehingga diketahui ketepatan dan atau signifikasi prediksi dari hubungan/korelasi data.

**Hipotesis**

$H_0$  = Konstanta X,  $X_1$  dan  $X_2$  bernilai 0 (nol)

$H_1$  = Konstanta X,  $X_1$  dan  $X_2$  tidak bernilai 0 (nol)

Dasar pengambilan keputusan :

- Jika probabilitas  $> 0,05$ ,  $H_0$  diterima
- Jika probabilitas  $< 0,05$ ,  $H_0$  ditolak

Hasil uji koefisien regresi persentase penurunan E.coli dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8. Koefisien Regresi Persentase Penurunan E.coli dengan Waktu Operasi dan Ketebalan Membran

Regression Analysis: % penurunan versus waktu operasi, ketebalan membran						
The regression equation is % penurunan = 99.1 + 0.00289 waktu operasi + 0.243 ketebalan membran						
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF	
Constant	99.1443	0.0243	4074.90	0.000		
waktu operasi	0.0028904	0.0001447	19.98	0.000	1.0	
ketebalan membran	0.24333	0.01835	13.26	0.000	1.0	
 $S = 0.0449541 \quad R-Sq = 94.6\% \quad R-Sq(adj) = 94.2\%$						

Tabel 4.9. Hasil Uji untuk Analisa Regresi Persentase Penurunan E.coli dengan Waktu Operasi dan Ketebalan Membran

Analysis of Variance						
Source	DF	SS	MS	F	P	
Regression	2	1.16170	0.58085	287.43	0.000	
Residual Error	33	0.06669	0.00202			
Total	35	1.22839				

Pada tabel 4.8. dan 4.9. dapat kita ketahui :

A. Dari analisa regresi yang dilakukan, model regresi yang didapat yaitu :

$$Y = 99,14 + 0,00289X_1 + 0,243X_2$$

Dimana :

$Y$  = % penurunan E.coli

$X_1$  = Waktu operasi

$X_2$  = Ketebalan Membran

Berdasarkan Tabel 4.8. dapat disimpulkan bahwa :

- Konstanta sebesar 99,14 menyatakan bahwa jika salah satu variabel tidak ada yaitu  $X_1$  (waktu operasi),  $X_2$  (ketebalan membran) tidak ada, maka variabel Y (persentase penurunan E.coli) sebesar 99,14%
  - Koefisien regresi untuk variabel  $X_1$  (waktu detensi) sebesar 0,00289 menyatakan bahwa setiap penambahan waktu operasi akan meningkatkan persentase penurunan E.coli sebesar 0,00289%
  - Koefisien regresi untuk variabel  $X_2$  (ketebalan membran) sebesar 0,243 menyatakan bahwa setiap penambahan ketebalan membran akan meningkatkan persentase penurunan E.coli sebesar 0,243%
- B. Dari hasil analisa regresi juga didapatkan koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 94,6%. Hal ini berarti persentase penurunan konsentrasi E.coli dipengaruhi oleh variasi waktu operasi dan ketebalan membran sedangkan sisanya 5,4% persentase penurunan E.coli dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak masuk dalam model.
- C. Uji t untuk menguji signifikansi konstanta dan variabel bebas

Hipotesis

$H_0$  = koefisien regresi tidak signifikan

$H_1$  = koefisien regresi signifikan

Dasar pengambilan keputusan :

- Jika nilai t hitung  $<$  nilai t tabel, maka  $H_0$  diterima
- Jika nilai t hitung  $>$  nilai t tabel, maka  $H_0$  ditolak

Keputusan :

- Berdasarkan Tabel 4.8. statistik t hitung untuk variasi waktu operasi 19,98; ketebalan membran 13,26 sedangkan t tabel 2,035. Variasi waktu operasi dan ketebalan membran statistik t hitung  $>$  statistik t tabel maka  $H_1$  diterima dan  $H_0$  ditolak yang berarti koefisien regresi signifikan.

- Berdasarkan probabilitas.

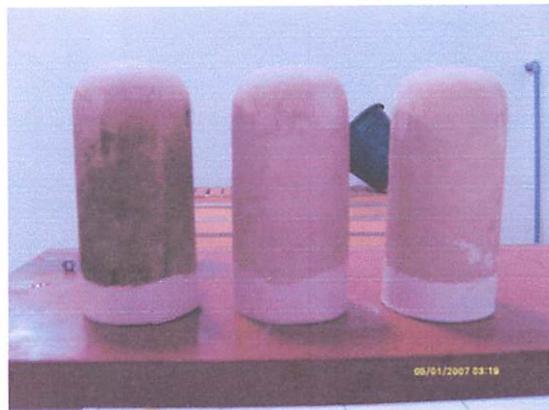
Berdasarkan Tabel 4.9. memperlihatkan bahwa nilai P regresi adalah 0,000. karena nilai P lebih kecil dari  $\alpha$  ( $\alpha = 0,05$ ) maka  $(H_0)$  ditolak dan  $(H_1)$  diterima atau koefisien regresi signifikan. Kesimpulannya adalah bahwa waktu operasi dan ketebalan membran berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penurunan *E.coli*

#### **4.6. Pembahasan Konsentrasi *Escherichia Coli***

Pada tabel 4.2. dan gambar 4.1 terlihat bahwa waktu operasi yang semakin lama dan semakin tebalnya membran membuat persentase penurunan *E. Coli* semakin meningkat pula. Hal ini ditunjukkan dengan persentase penurunan tertinggi terjadi waktu 180 menit dengan ketebalan 1,5 cm yaitu 99,96% dan persentase penurunan terendah terjadi pada waktu 15 menit dengan ketebalan 0,5 cm yaitu 99,28%.

Ada perbedaan yang signifikan antara variasi waktu operasi terhadap penurunan *E.coli*. Waktu operasi yang semakin lama mempengaruhi persentase penurunan *E.coli*. Pengaruh waktu operasi membran terhadap persentase penurunan *E. Coli* dapat dilihat pada nilai koefisien korelasi antara waktu dengan persentase penurunan *E. Coli*. Pada Tabel 4.7. terlihat nilai koefisien korelasi yang diperoleh sebesar 0,810. Nilai koefiesien berada diantara 0,7 – 0,9 yang artinya hubungan kedua variabel kuat (Soleh, 2005). Waktu operasi membran yang lama justru akan membuat *cake layer* bertambah tebal dan pori-pori membran semakin kecil (Mulder, 1996). *Solute* (partikel atau material yang terkandung dalam air) banyak tertahan di *cake layer* yang tebal dan pori-pori membran, sehingga *E. Coli* yang keluar dari membran kecil atau persentase penurunan yang diperoleh besar. Hal inilah yang menyebabkan persentase penurunan meningkat selama waktu operasi. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lamanya waktu operasi maka *cake layer* pada permukaan membran semakin tebal sehingga meningkatkan efisiensi penurunan *E.coli*. Sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Vina C, 2004, menunjukkan bahwa seiring dengan bertambahnya waktu operasi maka *cake layer* dapat terus bertambah dan memadat

serta dapat berfungsi sebagai membran kedua sehingga meningkatkan efisiensi penurunan *E. Coli*. Seperti pada gambar 4.2.



Gambar 4.2. Membran Keramik sesudah digunakan  
(terbentuknya cake layer)

Selain pengaruh waktu operasi, ketebalan membran juga mempunyai pengaruh terhadap persentase penurunan *E. Coli*. Persentase penurunan meningkat dengan bertambahnya ketebalan membran. Pada Tabel 4.7 terlihat nilai koefisien korelasi yang diperoleh sebesar 0,538. Nilai koefisien berada diantara 0,4 – 0,7 yang artinya hubungan kedua variabel sedang (Soleh, 2005). Pada penelitian yang telah dilakukan, perbedaan penurunan bakteri *E. Coli* pada ketebalan 0,5 cm dengan ketebalan 1,5 cm disebabkan semakin tebal membran maka mempengaruhi porositas membran. Didapat bahwa semakin tebal membran maka porositasnya semakin banyak. Dengan porositas pada tiap membran yaitu membran 0,5cm sebesar 106,38; membran 1cm sebesar 164,7 dan membran 1,5cm sebesar 198,27 (contoh perhitungan dapat dilihat dilampiran 2). Seperti yang dilaporkan oleh (Santoso, 2001) menyatakan bahwa ketebalan membran akan meningkatkan perselektivitas (efisiensi penurunan) dari membran.

Sumber utama bakteri *Coli* berasal dari kotoran manusia maupun kotoran hewan yang dibuang melalui air limbah rumah tangga atau peternakan (*Sutrisno dan Suciastuti, 1987*). *E.coli* dapat berbentuk bulat, lonjong ataupun berbentuk spiral

dengan diameter sel antara 0,5 – 3 mikron dengan panjang sampai 15 mikron (Sugiharto, 1987). Jumlah *E. Coli* yang terdapat pada tabel 4.2. menunjukkan bahwa sejumlah *E. Coli* dapat lolos dari filtrasi membran. Bakteri yang lolos tersebut tentunya memiliki diameter yang lebih kecil dari 0,05  $\mu\text{m}$  (Mulder, 1996). Namun tidak seluruhnya *E. Coli* dapat lolos dari pori-pori membran, karena sebagian dimungkinkan tertahan pada *cake layer* dan pori-pori membran.

#### **4.7. Pembahasan Konsentrasi TSS**

Konsentrasi awal TSS pada sampel sebesar 135,1 mg/l, konsentrasi TSS termasuk konsentrasi yang sedang. Ukuran pori membran mikrofiltrasi (MF) yang digunakan pada penelitian ini sebesar 0,05  $\mu\text{m}$ . Sesuai dengan prosedur penelitian laboratorium untuk analisa TSS dengan metode gravimetri. Pada proses penyaringan tidak ada konsentrasi TSS, tidak adanya konsentrasi TSS bukan berarti konsentrasi TSS tidak terdapat pada sampel tetapi menunjukkan bahwa konsentrasi TSS lebih rendah ( $< 0,01\text{gr}$ ) karena kemampuan dari timbangan analitis merk OHAUSS adalah (0,01-200gr) sehingga tidak dapat terdeteksi.

Membran keramik dapat di aplikasikan langsung ke lapangan dengan kondisi yang sama dengan uji skala laboratorium ataupun dengan kondisi yang berbeda. Dengan kualitas filtratnya dapat diandalkan, bahan baku yang murah dan mudah di dapat dan sistem pencucian filternya dapat dioperasikan dengan mudah, maka teknologi tepat guna yang mudah dan murah ini dapat digunakan sebagai alternatif pengolahan skala rumah tangga hingga komunitas atau perkotaan (Hadi, 2000). Dengan mempertimbangkan hal tersebut diatas, yaitu kualitas effluent yang memenuhi baku mutu air bersih, bahan baku yang murah dan sistem pencucian filter yang dapat diandalkan yang meliputi pencucian yang relatif lama dan faktor kemudahan metode pencucian, maka biaya pengolahan air bersih menjadi jauh lebih murah bila dibandingkan dengan metode konvensional.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Teknologi membran keramik dari bahan lempung dan serbuk gergaji mampu menurunkan kandungan *E. coli* dengan %penurunan sebesar 99,28% – 99,96% (95-5 coli/100ml) dari limbah domestik dengan proses filtrasi.
2. Konsentrasi TSS lebih rendah (< 0,01gr) sehingga tidak dapat terdeteksi.
3. Persentase penurunan *E.coli* terbesar yang terjadi pada waktu operasi 180 menit dengan ketebalan membran 1,5 cm.

#### **5.2. Saran**

Untuk lebih menyempurnakan penelitian ini masih perlu dilakukan mengenai:

1. Penelitian lebih lanjut mengenai pemanfaatan membran keramik sebagai filter untuk mengolah air limbah, air sungai, air tanah, dll, dengan parameter-parameter lain agar bisa diaplikasikan lebih luas.
2. Sebaiknya dilakukan pengukuran suhu dan pH.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts G, Santika Sumestri Sri. 1987. *Metoda Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Al-Layla, M.A., Ahmad, S. and Middlebrooks, E.J. 1980. *Water Supply Engineering Design*. Ann Arbor Science. Michigan.
- A.P.Septin, Iriawan. Nur. 2006. *Mengolah Data Statistik Dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*. Yogyakarta: Andi.
- C.S.Vina. 2004. *Penurunan Warna Reaktif Dengan Pengolahan Kombinasi PAC dan Membran Mikrofiltrasi*. Laporan Tugas Akhir. Teknik Lingkungan ITS. Surabaya.
- Das, Braja M, Noor Endah Mochtar, Indrasurya B. Mochtar. 1985. *Mekanika Tanah (prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Marsono, Bowo. 2002. *Unit Operasi*. Media Informasi Alumni teknik Lingkungan (MINAT) Institut Teknologi Surabaya. Surabaya.
- Dietrich, Fengel, and Wegener. 1995. *Kayu (kimia, ultrastruktur, reaksi-reaksi)*, terjemahan Hardjono Sastrohamidjoyo. Gajahmada UI Press. Yogyakarta.
- Hadi, Wahyono. 2000. *Perencanaan Bangunan Pengolahan Air Minum*. Green Mercy.
- Hadi, Wahyono. 2006. *Ceramic Filter for Purifying Saline Water and Concentrating Heavy Metals In The Electroplating Wastewater for Material Reuse*. (<http://www.google.com/zetapotensial>, diakses 19 Juli 2006).
- Hartomo A.J, M.C. Widiatmoko. 1994. *Teknologi Membran : Pemurnian Air*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Metcalf dan Eddy. 1991. *Wastewater Engineering Treatment, Disposal, And Reuse Third Edition*. McGraw-Hill, Inc. California.
- Mulder, M. 1996. *Basic Principle of Membrane Technology*. 2<sup>nd</sup> edition. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.
- Murphy S. 2007. *General Information on Solids*. (<http://www.kanern.org/stream/index.cfm>, diakses 23 April 2007).

- Reynold, Tom D, 1981. *Unit Operations And Processes In Environmental Engineering*. Monterey, California.
- Santoso, Gangsar. 2001. *Studi Material Polimer Poli (2,6 – Dimetil – 1,4 – Fenilena Oksida) Tersulfonasi (PPO-SO<sub>3</sub>H) Untuk Membran Osmosis Balik(online)*. (<http://matsc.fisika.ui.ac.id/abstrak/abstrak/gangsarsantoso.htm>, diakses tanggal 10 Agustus 2006
- Soewondo, Prayatni. Jurnal : *Kinetika Penyisian Kromium Menggunakan Lignin Sebagai Bahan Adsorben (Studi Kasus Limbah Cair Penyamakan Kulit)*. Teknik Lingkungan ITB. Bandung.
- Soleh, Zanbar Achmad. 2005. *Ilmu Statistika: Pendekatan Teoritis dan Aplikasi Disertai Contoh Penggunaan SPSS*. Rekayasa Teknik. Bandung.
- Suantari, Ni Made. 2005. *Uji Kemampuan Roughing Filter Aliran Horizontal Terhadap Penurunan Kadar Sulfur (S), Besi (Fe), dan Kekeruhan Pada Air Panas*. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang. Malang.
- Sugiharto. 1987. *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Sumarna, Yana. 2007. *Budi Daya Jati*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Suriawira, Unus. 1996. *Mikrobiologi Air Dan Dasar-Dasar Pengolahan Buangan Secara Biologis*. Bandung: Alumni.
- Taufikurrahman. 2006. *Penurunan TSS, Warna dan COD Pada Limbah Laundry Menggunakan Membran Mikrofiltrasi (MF) Dengan Preatreatment koagulasi-Flokulasi-Sedimentasi*. Skripsi jurusan teknik Lingkungan ITN Malang. Malang
- UPT Mikroskopi Elektron. Universitas Airlangga, Surabaya.
- Wenten, I. G. 1999. *Teknologi Membran Industrial*. Bandung.

LAMPIRAN I

DATA HASIL PARAMETER UJI

**HASIL UJI TSS PADA PROSES FILTRASI DENGAN MENGGUNAKAN MEMBRAN KERAMIK**

no	Ketebalan membran (cm)	Waktu (menit)	Volume sampel (ml)	Kertas saring yang telah dipanaskan pada suhu 105°C (gr)			Kertas saring + residu yang telah dipanaskan pada suhu 105°C (gr)			Konsentrasi (mg/l)			Rata-rata
				I	II	III	I	II	III	I	II	III	
1	0.5	15	100	27.34	27.57	27.34	27.34	27.57	27.34	0	0	0	0
2		30	100	32.86	32.86	32.65	32.86	32.65	32.65	0	0	0	0
3		45	100	28.72	28.98	28.72	28.72	28.98	28.72	0	0	0	0
4		60	100	27.45	27.63	27.45	27.45	27.63	27.45	0	0	0	0
5		75	100	28.12	28.21	28.12	28.12	28.21	28.12	0	0	0	0
6		90	100	34.16	34.16	34.16	34.16	34.16	34.16	0	0	0	0
7		105	100	26.94	26.88	26.88	26.94	26.88	26.88	0	0	0	0
8		120	100	28.50	28.61	28.50	28.50	28.61	28.50	0	0	0	0
9		135	100	27.39	27.34	27.34	27.39	27.34	27.34	0	0	0	0
10		150	100	28.54	28.54	28.61	28.54	28.61	28.61	0	0	0	0
11		165	100	32.70	32.65	32.65	32.70	32.65	32.65	0	0	0	0
12		180	100	27.74	27.74	27.74	27.74	27.74	27.74	0	0	0	0
13	1	15	100	29.75	29.75	29.83	29.75	29.75	29.83	0	0	0	0
14		30	100	27.57	27.67	27.57	27.67	27.57	27.57	0	0	0	0
15		45	100	31.35	31.35	31.35	31.35	31.35	31.35	0	0	0	0
16		60	100	29.47	29.26	29.47	29.26	29.47	29.47	0	0	0	0
17		75	100	27.18	27.33	27.18	27.33	27.33	27.33	0	0	0	0
18		90	100	33.37	33.55	33.37	33.55	33.55	33.55	0	0	0	0
19		105	100	29.90	29.77	29.77	29.90	29.77	29.77	0	0	0	0
20		120	100	28.14	28.31	28.14	28.31	28.14	28.14	0	0	0	0
21		135	100	33.52	33.52	33.52	33.52	33.52	33.52	0	0	0	0
22		150	100	28.91	28.91	28.91	28.91	28.91	28.91	0	0	0	0
23		165	100	27.43	27.59	27.43	27.43	27.59	27.43	0	0	0	0
24		180	100	27.33	27.51	27.33	27.51	27.33	27.51	0	0	0	0

### Keterangan :

Nilai nol bukan berarti tidak ada konsentrasi TSS pada sampel, tetapi menunjukkan bahwa konsentrasi TSS lebih rendah ( $< 0,01$  gr) karena kemampuan dari timbangan analitis merk OHAUSS adalah (0,01-200gr) sehingga TSS tidak dapat terdeteksi.



JASA TIRTA I

# LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976  
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134  
E-mail : [laboratorium@jasatirta1.go.id](mailto:laboratorium@jasatirta1.go.id)

Nomor : 258 S/LKA MLG/VIII/07

Kode Contoh Uji Ext. 03/PC/VIII/2007/05

*Sample Code*

Metode Pengambilan Contoh Uji : -

*Sampling Method*

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

*Place of Analysis*

Tanggal Analisa : 02 Agustus 2007

*Testing Date(s)*

## HASIL ANALISA

*Result of Analysis*

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
<b>Air Limbah Domestik Comboran Malang</b>					
1	TSS	mg/L	135,1	APHA. Ed. 20. 2540 D, 1998	-
2	Coli tinja	MPN/100 ml	13000	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-



Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari  
Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuh cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or publicated without any approval from  
Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation



**JASA TIRTA I**

# LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976  
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134

E-mail : laboratorium@jasatirta1.go.id

Nomor : 179 S/LKA MLG/VIII/08

Halaman 2 dari 10  
Page 2 of 10

Kode Contoh Uji : Ext. 07-43/PC/VIII/08/08-44  
*Sample Code*

Metode Pengambilan Contoh Uji : -  
*Sampling Method*

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang  
*Place of Analysis*

Tanggal Analisa : 05 – 11 Agustus 2008  
*Testing Date(s)*

## HASIL ANALISA *Result of Analysis*

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
	Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-1 (0,5 cm) I				
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	95	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
	Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-2 (0,5 cm) I				
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	90	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
	Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-3 (0,5 cm) I				
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	80	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
	Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-4 (0,5 cm) I				
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	70	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
	Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-5 (0,5 cm) I				
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	65	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
	Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-6 (0,5 cm) I				
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	60	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
	Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-7 (0,5 cm) I				
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	55	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
	Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-8 (0,5 cm) I				
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	55	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
	Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-9 (0,5 cm) I				
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	50	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
	Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-10 (0,5 cm) I				
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	50	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
	Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-11 (0,5 cm) I				
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	40	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
	Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-12 (0,5 cm) I				
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	30	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	



Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuh cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or publicated without any approval from Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory Of Jasa Tirta I Public Corporation



**JASA TIRTA I**

# **LABORATORIUM KUALITAS AIR**

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976  
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134

E-mail : [laboratorium@jasatirta1.go.id](mailto:laboratorium@jasatirta1.go.id)

**Nomor : 179 S/LKA MLG/VIII/08**

**Halaman 3 dari 10**  
**Page 3 of 10**

**Kode Contoh Uji** : Ext. 07-43/PC/VIII/08/08-44  
*Sample Code*

**Metode Pengambilan Contoh Uji** : -  
*Sampling Method*

**Tempat Analisa** : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang  
*Place of Analysis*

**Tanggal Analisa** : 05 – 11 Agustus 2008  
*Testing Date(s)*

## **HASIL ANALISA** *Result of Analysis*

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-1 (1 cm) I</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	80	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-2 (1 cm) I</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	70	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-3 (1cm) I</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	70	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-4 (1cm) I</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	55	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-5 (1cm) I</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	40	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-6 (1cm) I</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	35	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-7 (1cm) I</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	30	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-8 (1cm) I</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	25	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-9 (1cm) I</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	20	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-10 (1cm) I</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	15	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-11 (1cm) I</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	15	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-12 (1cm) I</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	10	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-



*Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I*

*Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuh cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I*

*This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or publicized without any approval from Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation*

*This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory Of Jasa Tirta I Public Corporation*



**JASA TIRTA I**

# LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976  
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134

E-mail : [laboratorium@jasatirta1.go.id](mailto:laboratorium@jasatirta1.go.id)

Nomor : 179 S/LKA MLG/VIII/08

Halaman 4 dari 10  
Page 4 of 10

Kode Contoh Uji : Ext. 07-43/PC/VIII/08/08-44  
*Sample Code*

Metode Pengambilan Contoh Uji : -  
*Sampling Method*

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang  
*Place of Analysis*

Tanggal Analisa : 05 – 11 Agustus 2008  
*Testing Date(s)*

## HASIL ANALISA *Result of Analysis*

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-1 (1,5 cm) I</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	60	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-2 (1,5 cm) I</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	60	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-3 (1,5 cm) I</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	50	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-4 (1,5 cm) I</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	40	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-5 (1,5 cm) I</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	35	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-6 (1,5 cm) I</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	35	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-7 (1,5 cm) I</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	25	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-8 (1,5 cm) I</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	20	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-9 (1,5 cm) I</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	20	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-10 (1,5 cm) I</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	10	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-11 (1,5 cm) I</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	10	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-12 (1,5 cm) I</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	5	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-



Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuh cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I  
This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory Of Jasa Tirta I Public Corporation



**JASA TIRTA I**

# LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976  
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134

E-mail : [laboratorium@jasatirta1.go.id](mailto:laboratorium@jasatirta1.go.id)

**Nomor : 179 S/LKA MLG/VIII/08**

**Halaman 5 dari 10**  
**Page 5 of 10**

**Kode Contoh Uji** : Ext. 07-43/PC/VIII/08/08-44  
*Sample Code*

**Metode Pengambilan Contoh Uji** : -  
*Sampling Method*

**Tempat Analisa** : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang  
*Place of Analysis*

**Tanggal Analisa** : 05 – 11 Agustus 2008  
*Testing Date(s)*

## HASIL ANALISA

*Result of Analysis*

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-1 (0,5 cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	90	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-2 (0,5 cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	90	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-3 (0,5 cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	85	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-4 (0,5 cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	70	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-5 (0,5 cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	60	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-6 (0,5 cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	60	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-7 (0,5 cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	55	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-8 (0,5 cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	50	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-9 (0,5 cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	45	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-10 (0,5 cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	45	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-11 (0,5 cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	45	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-12 (0,5 cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	30	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-



Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbarui dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuh cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or publicated without any approval from Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory Of Jasa Tirta I Public Corporation



**JASA TIRTA I**

# LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976  
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134

E-mail : [laboratorium@jasatirta1.go.id](mailto:laboratorium@jasatirta1.go.id)

Nomor : **179 S/LKA MLG/VIII/08**

**Halaman 6 dari 10**  
**Page 6 of 10**

Kode Contoh Uji : Ext. 07-43/PC/VIII/08/08-44  
*Sample Code*

Metode Pengambilan Contoh Uji : -  
*Sampling Method*

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang  
*Place of Analysis*

Tanggal Analisa : 05 – 11 Agustus 2008  
*Testing Date(s)*

## HASIL ANALISA

*Result of Analysis*

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-1 (1 cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	80	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-2 (1 cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	65	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-3 (1cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	65	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-4 (1cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	50	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-5 (1cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	40	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-6 (1cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	30	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-7 (1cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	30	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-8 (1cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	20	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-9 (1cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	20	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-10 (1cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	15	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-11 (1cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	10	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-12 (1cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	10	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-



Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari

Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuh cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or publicated without any approval from Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory Of Jasa Tirta I Public Corporation



**JASA TIRTA I**

# LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976  
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134

E-mail : [laboratorium@jasatirta1.go.id](mailto:laboratorium@jasatirta1.go.id)

Nomor : 179 S/LKA MLG/VIII/08

Halaman 7 dari 10  
Page 7 of 10

Kode Contoh Uji : Ext. 07-43/PC/VIII/08/08-44  
*Sample Code*

Metode Pengambilan Contoh Uji : -  
*Sampling Method*

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang  
*Place of Analysis*

Tanggal Analisa : 05 – 11 Agustus 2008  
*Testing Date(s)*

## HASIL ANALISA *Result of Analysis*

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-1 (1,5 cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	60	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-2 (1,5 cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	55	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-3 (1,5 cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	45	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-4 (1,5 cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	40	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-5 (1,5 cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	30	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-6 (1,5 cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	30	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-7 (1,5 cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	20	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-8 (1,5 cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	15	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-9 (1,5 cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	15	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-10 (1,5 cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	15	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-11 (1,5 cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	10	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-12 (1,5 cm) II</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	5	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-



Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuh cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I  
This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or publicated without any approval from Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory Of Jasa Tirta I Public Corporation



**JASA TIRTA I**

# LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976  
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134

E-mail : [laboratorium@jasatirta1.go.id](mailto:laboratorium@jasatirta1.go.id)

Nomor : 179 S/LKA MLG/VIII/08

Halaman 8 dari 10  
Page 8 of 10

Kode Contoh Uji : Ext. 07-43/PC/VIII/08/08-44  
*Sample Code*

Metode Pengambilan Contoh Uji : -  
*Sampling Method*

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang  
*Place of Analysis*

Tanggal Analisa : 05 – 11 Agustus 2008  
*Testing Date(s)*

## HASIL ANALISA *Result of Analysis*

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-1 (0,5 cm) III</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	95	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-2 (0,5 cm) III</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	90	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-3 (0,5 cm) III</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	80	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-4 (0,5 cm) III</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	75	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-5 (0,5 cm) III</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	65	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-6 (0,5 cm) III</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	65	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-7 (0,5 cm) III</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	55	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-8 (0,5 cm) III</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	55	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-9 (0,5 cm) III</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	50	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-10 (0,5 cm) III</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	45	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-11 (0,5 cm) III</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	40	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-12 (0,5 cm) III</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	35	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-



Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuh cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or publicated without any approval from Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory Of Jasa Tirta I Public Corporation



**JASA TIRTA I**

# LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976  
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134

E-mail : laboratorium@jasatirta1.go.id

Nomor : 179 S/LKA MLG/VIII/08

Halaman 9 dari 10  
Page 9 of 10

Kode Contoh Uji : Ext. 07-43/PC/VIII/08/08-44  
*Sample Code*

Metode Pengambilan Contoh Uji : -  
*Sampling Method*

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang  
*Place of Analysis*

Tanggal Analisa : 05 – 11 Agustus 2008  
*Testing Date(s)*

## HASIL ANALISA *Result of Analysis*

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
	Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-1 (1 cm) III				
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	75	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
	Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-2 (1 cm) III				
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	70	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
	Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-3 (1cm) III				
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	65	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
	Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-4 (1cm) III				
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	55	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
	Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-5 (1cm) III				
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	45	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
	Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-6 (1cm) III				
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	35	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
	Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-7 (1cm) III				
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	30	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
	Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-8 (1cm) III				
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	25	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
	Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-9 (1cm) III				
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	25	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
	Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-10 (1cm) III				
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	15	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
	Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-11 (1cm) III				
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	10	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
	Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-12 (1cm) III				
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	5	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-



Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuh cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or publicated without any approval from Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory Of Jasa Tirta I Public Corporation



**JASA TIRTA I**

# LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976  
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134

E-mail : [laboratorium@jasatirta1.go.id](mailto:laboratorium@jasatirta1.go.id)

Nomor : **179 S/LKA MLG/VIII/08**

Halaman 10 dari 10  
Page 10 of 10

Kode Contoh Uji : Ext. 07-43/PC/VIII/08/08-44  
*Sample Code*

Metode Pengambilan Contoh Uji : -  
*Sampling Method*

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang  
*Place of Analysis*

Tanggal Analisa : 05 – 11 Agustus 2008  
*Testing Date(s)*

## HASIL ANALISA *Result of Analysis*

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-1 (1,5 cm) III</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	65	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-2 (1,5 cm) III</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	55	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-3 (1,5 cm) III</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	45	QI/I.KA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-4 (1,5 cm) III</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	45	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-5 (1,5 cm) III</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	35	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-6 (1,5 cm) III</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	30	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-7 (1,5 cm) III</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	25	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-8 (1,5 cm) III</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	20	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-9 (1,5 cm) III</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	15	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-10 (1,5 cm) III</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	10	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-11 (1,5 cm) III</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	10	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-
<b>Air Limbah Domestik Kode Sampel - 15-12 (1,5 cm) III</b>					
1	Coli tinja *)	MPN/100ml	5	QI/LKA/18 (Tabung Ganda)	-



Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuh cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory Of Jasa Tirta I Public Corporation

**STANDART BAKU MUTU LIMBAH CAIR**  
**SK GUBENUR JAWA TIMUR No. 45 TAHUN 2002**

<b>Baku Mutu Limbah Cair</b> <b>SK Gubenur Jawa Timur No. 45 Tahun 2002</b> <b>(GOLONGAN III)</b>		
No.	Parameter	Kadar Maksimum (mg/l)
1	BOD <sub>5</sub>	100
2	COD	250
3	DO	90
4	TSS	100
5	Cr Total	0,5
6	Minyak dan Lemak	5
7	NH <sub>3</sub> (Amonia total)	10
8	Sulfida (sebagai H <sub>2</sub> S)	0,8
9	pH	6-9

**DAFTAR PERSYARATAN KUALITAS AIR BERSIH**

No.	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan	(16)	Sulfat Timbal	mg/L mg/l	400 0,05
1	A. FISIKA				(17)	b. Kimia Organik		
2	Bau		--	Tidak berbau.	1.	Aldrin dan Dieldrin	mg/l	0,0007
3	Jumlah zat padat terlarut (TDS)	mg/L	1.500		2.	Benzene	mg/l	0,01
4	Kekeruhan	Skala NTU	25		3.	Benzo (a) pyrene	mg/L	0,00001
5	Rasa	--	--		4.	Chlordane (total isomer)	mg/L	0,007
6	Suhu	0-C	Suhu udara ± 3°C	Tidak berasa	5.	Chloroform	mg/l	0,03
7	Warna	Skala TCU	50		6.	2,4 - D	mg/L	0,10
8	B. KIMIAS				7.	DDT	mg/L	0,03
9	a. Kimia Anorganik				8.	Detergen	mg/L	0,5
10	Air Raksa	mg/L	0,001		9.	1,2 Dichloroethane	mg/L	0,01
11	Arsen	mg/l	0,05		10.	1,1 Dichloroethene	mg/L	0,0003
12	Besi	mg/L	1,0		11.	Heptachlor dan heptachlor epoxide	mg/L	0,003
13	Flourida	mg/L	1,5		12.	Hexachlorbenzene	mg/L	0,00001
14	Kadmium	mg/L	0,005		13.	Gammah-HCH (Lindane)	mg/L	0,004
15	Kesadahan Ca CO3	mg/L	500		14.	Methoxychlor	mg/L	0,10
16	Klorida	mg/L	600		15.	Pentachlorophenol	mg/L	0,01
17	Kromium, valens - 6	mg/L	0,05		16.	Pestisida Total	mg/L	0,10
18	Mangan	mg/L	0,5		17.	3,4,6-Trichlore phenol	mg/L	0,01
19	Natrat, sebagai N	mg/L	10		18.	Zat Organik (KMnO4)	mg/L	10
20	Nitrit, sebagai N	mg/L	1,0		d. Mikrobiologika	Jumlah per	50	Bukan air
21	pH	--	6,5 -- 9,0	merupakan batas minimum dan maksimum, khusus air hujan pH minimum 5,5	Total Kaliform (MPN)	100 ml.	100 ml.	perpipaan
						Jumlah per	10	Air perpipaan

Tabel F ( $\alpha$  5%)

df	Df 1	Df 2	Df 3	Df 4	Df 5
1	161.45	199.50	215.71	224.58	230.16
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53
31	4.16	3.30	2.91	2.68	2.52
32	4.15	3.29	2.90	2.67	2.51
33	4.14	3.28	2.89	2.66	2.50
34	4.13	3.28	2.88	2.65	2.49
35	4.12	3.27	2.87	2.64	2.49
36	4.11	3.26	2.87	2.63	2.48
37	4.11	3.25	2.86	2.63	2.47
38	4.10	3.24	2.85	2.62	2.46
39	4.09	3.24	2.85	2.61	2.46
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45
41	4.08	3.23	2.83	2.60	2.44
42	4.07	3.22	2.83	2.59	2.44
43	4.07	3.21	2.82	2.59	2.43
44	4.06	3.21	2.82	2.58	2.43
45	4.06	3.20	2.81	2.58	2.42
46	4.05	3.20	2.81	2.57	2.42
47	4.05	3.20	2.80	2.57	2.41
48	4.04	3.19	2.80	2.57	2.41
49	4.04	3.19	2.79	2.56	2.40
50	4.03	3.18	2.79	2.56	2.40
51	4.03	3.18	2.79	2.55	2.40
52	4.03	3.18	2.78	2.55	2.39
53	4.02	3.17	2.78	2.55	2.39

54	4.02	3.17	2.78	2.54	2.39
55	4.02	3.16	2.77	2.54	2.38
56	4.01	3.16	2.77	2.54	2.38
57	4.01	3.16	2.77	2.53	2.38
58	4.01	3.16	2.76	2.53	2.37
59	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37
61	4.00	3.15	2.76	2.52	2.37
62	4.00	3.15	2.75	2.52	2.36
63	3.99	3.14	2.75	2.52	2.36
64	3.99	3.14	2.75	2.52	2.36
65	3.99	3.14	2.75	2.51	2.36
66	3.99	3.14	2.74	2.51	2.35
67	3.98	3.13	2.74	2.51	2.35
68	3.98	3.13	2.74	2.51	2.35
69	3.98	3.13	2.74	2.50	2.35
70	3.98	3.13	2.74	2.50	2.35
71	3.98	3.13	2.73	2.50	2.34
72	3.97	3.12	2.73	2.50	2.34
73	3.97	3.12	2.73	2.50	2.34
74	3.97	3.12	2.73	2.50	2.34
75	3.97	3.12	2.73	2.49	2.34
76	3.97	3.12	2.72	2.49	2.33
77	3.97	3.12	2.72	2.49	2.33
78	3.96	3.11	2.72	2.49	2.33
79	3.96	3.11	2.72	2.49	2.33
80	3.96	3.11	2.72	2.49	2.33
81	3.96	3.11	2.72	2.48	2.33
82	3.96	3.11	2.72	2.48	2.33
83	3.96	3.11	2.71	2.48	2.32
84	3.95	3.11	2.71	2.48	2.32
85	3.95	3.10	2.71	2.48	2.32
86	3.95	3.10	2.71	2.48	2.32
87	3.95	3.10	2.71	2.48	2.32
88	3.95	3.10	2.71	2.48	2.32
89	3.95	3.10	2.71	2.47	2.32
90	3.95	3.10	2.71	2.47	2.32
91	3.95	3.10	2.70	2.47	2.31
92	3.94	3.10	2.70	2.47	2.31
93	3.94	3.09	2.70	2.47	2.31
94	3.94	3.09	2.70	2.47	2.31
95	3.94	3.09	2.70	2.47	2.31
96	3.94	3.09	2.70	2.47	2.31
97	3.94	3.09	2.70	2.47	2.31
98	3.94	3.09	2.70	2.46	2.31
99	3.94	3.09	2.70	2.46	2.31
100	3.94	3.09	2.70	2.46	2.31
101	3.94	3.09	2.69	2.46	2.30
102	3.93	3.09	2.69	2.46	2.30
103	3.93	3.08	2.69	2.46	2.30
104	3.93	3.08	2.69	2.46	2.30
105	3.93	3.08	2.69	2.46	2.30
106	3.93	3.08	2.69	2.46	2.30
107	3.93	3.08	2.69	2.46	2.30
108	3.93	3.08	2.69	2.46	2.30

109	3.93	3.08	2.69	2.45	2.30
110	3.93	3.08	2.69	2.45	2.30
111	3.93	3.08	2.69	2.45	2.30
112	3.93	3.08	2.69	2.45	2.30
113	3.93	3.08	2.68	2.45	2.29
114	3.92	3.08	2.68	2.45	2.29
115	3.92	3.08	2.68	2.45	2.29
116	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29
117	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29
118	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29
119	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29
121	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29
122	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29
123	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29
124	3.92	3.07	2.68	2.44	2.29
125	3.92	3.07	2.68	2.44	2.29
126	3.92	3.07	2.68	2.44	2.29
127	3.92	3.07	2.68	2.44	2.29
128	3.92	3.07	2.68	2.44	2.29
129	3.91	3.07	2.67	2.44	2.28
130	3.91	3.07	2.67	2.44	2.28
131	3.91	3.07	2.67	2.44	2.28
132	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28
133	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28
134	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28
135	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28
136	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28
137	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28
138	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28
139	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28
140	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28
141	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28
142	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28
143	3.91	3.06	2.67	2.43	2.28
144	3.91	3.06	2.67	2.43	2.28
145	3.91	3.06	2.67	2.43	2.28
146	3.91	3.06	2.67	2.43	2.28
147	3.91	3.06	2.67	2.43	2.28
148	3.91	3.06	2.67	2.43	2.28
149	3.90	3.06	2.67	2.43	2.27
150	3.90	3.06	2.66	2.43	2.27
151	3.90	3.06	2.66	2.43	2.27
152	3.90	3.06	2.66	2.43	2.27
153	3.90	3.06	2.66	2.43	2.27
154	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
155	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
156	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
157	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
158	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
159	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
160	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
161	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
162	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
163	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27

164	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
165	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
166	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
167	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
168	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
169	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
170	3.90	3.05	2.66	2.42	2.27
171	3.90	3.05	2.66	2.42	2.27
172	3.90	3.05	2.66	2.42	2.27
173	3.90	3.05	2.66	2.42	2.27
174	3.90	3.05	2.66	2.42	2.27
175	3.90	3.05	2.66	2.42	2.27
176	3.89	3.05	2.66	2.42	2.27
177	3.89	3.05	2.66	2.42	2.27
178	3.89	3.05	2.66	2.42	2.26
179	3.89	3.05	2.66	2.42	2.26
180	3.89	3.05	2.65	2.42	2.26
181	3.89	3.05	2.65	2.42	2.26
182	3.89	3.05	2.65	2.42	2.26
183	3.89	3.05	2.65	2.42	2.26
184	3.89	3.05	2.65	2.42	2.26
185	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
186	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
187	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
188	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
189	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
190	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
191	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
192	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
193	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
194	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
195	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
196	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
197	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
198	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
199	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
200	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26

Tabel T

df	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,025$	df	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,025$
1	6.314	12.706	101	1.660	1.984
2	2.920	4.303	102	1.660	1.983
3	2.353	3.182	103	1.660	1.983
4	2.132	2.776	104	1.660	1.983
5	2.015	2.571	105	1.659	1.983
6	1.943	2.447	106	1.659	1.983
7	1.895	2.365	107	1.659	1.982
8	1.860	2.306	108	1.659	1.982
9	1.833	2.262	109	1.659	1.982
10	1.812	2.228	110	1.659	1.982
11	1.796	2.201	111	1.659	1.982
12	1.782	2.179	112	1.659	1.981
13	1.771	2.160	113	1.658	1.981
14	1.761	2.145	114	1.658	1.981
15	1.753	2.131	115	1.658	1.981
16	1.746	2.120	116	1.658	1.981
17	1.740	2.110	117	1.658	1.980
18	1.734	2.101	118	1.658	1.980
19	1.729	2.093	119	1.658	1.980
20	1.725	2.086	120	1.658	1.980
21	1.721	2.080	121	1.658	1.980
22	1.717	2.074	122	1.657	1.980
23	1.714	2.069	123	1.657	1.979
24	1.711	2.064	124	1.657	1.979
25	1.708	2.060	125	1.657	1.979
26	1.706	2.056	126	1.657	1.979
27	1.703	2.052	127	1.657	1.979
28	1.701	2.048	128	1.657	1.979
29	1.699	2.045	129	1.657	1.979
30	1.697	2.042	130	1.657	1.978
31	1.696	2.040	131	1.657	1.978
32	1.694	2.037	132	1.656	1.978
33	1.692	2.035	133	1.656	1.978
34	1.691	2.032	134	1.656	1.978
35	1.690	2.030	135	1.656	1.978
36	1.688	2.028	136	1.656	1.978
37	1.687	2.026	137	1.656	1.977
38	1.686	2.024	138	1.656	1.977
39	1.685	2.023	139	1.656	1.977
40	1.684	2.021	140	1.656	1.977
41	1.683	2.020	141	1.656	1.977
42	1.682	2.018	142	1.656	1.977
43	1.681	2.017	143	1.656	1.977
44	1.680	2.015	144	1.656	1.977
45	1.679	2.014	145	1.655	1.976
46	1.679	2.013	146	1.655	1.976
47	1.678	2.012	147	1.655	1.976
48	1.677	2.011	148	1.655	1.976
49	1.677	2.010	149	1.655	1.976
50	1.676	2.009	150	1.655	1.976
51	1.675	2.008	151	1.655	1.976
52	1.675	2.007	152	1.655	1.976
53	1.674	2.006	153	1.655	1.976

54	1.674	2.005	154	1.655	1.975
55	1.673	2.004	155	1.655	1.975
56	1.673	2.003	156	1.655	1.975
57	1.672	2.002	157	1.655	1.975
58	1.672	2.002	158	1.655	1.975
59	1.671	2.001	159	1.654	1.975
60	1.671	2.000	160	1.654	1.975
61	1.670	2.000	161	1.654	1.975
62	1.670	1.999	162	1.654	1.975
63	1.669	1.998	163	1.654	1.975
64	1.669	1.998	164	1.654	1.975
65	1.669	1.997	165	1.654	1.974
66	1.668	1.997	166	1.654	1.974
67	1.668	1.996	167	1.654	1.974
68	1.668	1.995	168	1.654	1.974
69	1.667	1.995	169	1.654	1.974
70	1.667	1.994	170	1.654	1.974
71	1.667	1.994	171	1.654	1.974
72	1.666	1.993	172	1.654	1.974
73	1.666	1.993	173	1.654	1.974
74	1.666	1.993	174	1.654	1.974
75	1.665	1.992	175	1.654	1.974
76	1.665	1.992	176	1.654	1.974
77	1.665	1.991	177	1.654	1.973
78	1.665	1.991	178	1.653	1.973
79	1.664	1.990	179	1.653	1.973
80	1.664	1.990	180	1.653	1.973
81	1.664	1.990	181	1.653	1.973
82	1.664	1.989	182	1.653	1.973
83	1.663	1.989	183	1.653	1.973
84	1.663	1.989	184	1.653	1.973
85	1.663	1.988	185	1.653	1.973
86	1.663	1.988	186	1.653	1.973
87	1.663	1.988	187	1.653	1.973
88	1.662	1.987	188	1.653	1.973
89	1.662	1.987	189	1.653	1.973
90	1.662	1.987	190	1.653	1.973
91	1.662	1.986	191	1.653	1.972
92	1.662	1.986	192	1.653	1.972
93	1.661	1.986	193	1.653	1.972
94	1.661	1.986	194	1.653	1.972
95	1.661	1.985	195	1.653	1.972
96	1.661	1.985	196	1.653	1.972
97	1.661	1.985	197	1.653	1.972
98	1.661	1.984	198	1.653	1.972
99	1.660	1.984	199	1.653	1.972
100	1.660	1.984	200	1.653	1.972

LAMPIRAN 2

CARA KERJA ANALISA  
PARAMETER UJI

## **POROSITAS MEMBRAN**

Secara umum untuk menghitung porositas digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{air void} = \frac{W_{\text{ssd}} - W_o}{V \times B_{\text{ji air}}}$$

Dimana :

$W_{\text{ssd}}$  = berat benda uji pada keadaan jenuh permukaan kering (kg)

$W_o$  = berat benda uji setelah dioven (kg)

$V$  = volume benda uji ( $\text{m}^3$ )

$B_{\text{ji air}}$  = berat jenis air rendaman ( $\text{kg/m}^3$ )

- **Volume Benda Uji**

$$= \text{Volume Tabung} + \text{Volume } \frac{1}{2} \text{ bola}$$

$$= (\pi \cdot r^2 t) + \left( \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot r^3 \right)$$

- **Membran 0,5cm**

Diketahui :

- tinggi benda uji : 10 cm

- diameter benda uji : 4,5 cm

- ketebalan : 0,5 cm

$$= \text{Volume Tabung} + \text{Volume } \frac{1}{2} \text{ bola}$$

$$= (\pi \cdot r^2 t) + \left( \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot r^3 \right)$$

$$= \left[ (\pi \cdot (2,25)^2 \cdot 10) + \left( \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot (2,25)^3 \right) \right] - \left[ (\pi \cdot (2)^2 \cdot 9,5) + \left( \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot (2)^3 \right) \right]$$

$$= [158,96 \text{ cm}^3 + 23,78 \text{ cm}^3] - [119,32 \text{ cm}^3 + 16,7 \text{ cm}^3]$$

$$= 182,75 \text{ cm}^3 - 136,02 \text{ cm}^3$$

$$= 46,73 \text{ cm}^3$$

### Porositas

- berat awal : 128,6 gr
- berat sesudah perendaman : 132,5 gr = 0,132 kg
- berat sesudah di oven : 127,4 gr = 0,217 kg

$$\begin{aligned} \text{air void} &= \frac{W_{ssd} - W_o}{V \times B_{ji \text{ air}}} \\ &= \frac{0,132 \text{ kg} - 0,127 \text{ kg}}{4,7 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \times 1 \text{ kg/m}^3} \\ &= 106,38 \end{aligned}$$

- **Membran 1cm**

Diketahui :

- tinggi benda uji : 10 cm
- diameter benda uji : 4,5 cm
- ketebalan : 1 cm

$$\begin{aligned} &= \text{Volume Tabung} + \text{Volume } \frac{1}{2} \text{ bola} \\ &= (\pi \cdot r^2 t) + \left( \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot r^3 \right) \\ &= \left[ (\pi \cdot (2,25)^2 \cdot 10) + \left( \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot (2,25)^3 \right) \right] - \left[ (\pi \cdot (1,75)^2 \cdot 9) + \left( \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot (1,75)^3 \right) \right] \\ &= [158,96 \text{ cm}^3 + 23,78 \text{ cm}^3] - [86,54 \text{ cm}^3 + 11,19 \text{ cm}^3] \\ &= 182,75 \text{ cm}^3 - 97,73 \text{ cm}^3 \\ &= 85,02 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

### Porositas

- berat awal : 139,4 gr
- berat sesudah perendaman : 152,8 gr = 0,153 kg
- berat sesudah di oven : 139 gr = 0,139 kg

$$\begin{aligned}
 air\ void &= \frac{W_{ssd} - W_o}{V \times B_{ji\ air}} \\
 &= \frac{0,153\ kg - 0,139\ kg}{8,5 \times 10^{-5}\ m^3 \times 1\ kg/m^3} \\
 &= 164,7
 \end{aligned}$$

- **Membran 1,5cm**

Diketahui :

- tinggi benda uji : 10 cm
- diameter benda uji : 4,5 cm
- ketebalan : 1,5 cm

$$\begin{aligned}
 &= Volume\ Tabung + Volume\ \frac{1}{2}\ bola \\
 &= (\pi \cdot r^2 t) + \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot r^3\right) \\
 &= \left[ (\pi \cdot (2,25)^2 \cdot 10) + \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot (2,25)^3\right) \right] - \left[ (\pi \cdot (1,5)^2 \cdot 8,5) + \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot (1,5)^3\right) \right] \\
 &= [158,96\ cm^3 + 23,78\ cm^3] - [60,05\ cm^3 + 7,05\ cm^3] \\
 &= 182,75\ cm^3 - 67,1\ cm^3 \\
 &= 115,65\ cm^3
 \end{aligned}$$

### Porositas

- berat awal : 150,8 gr
- berat sesudah perendaman : 172,2 gr = 0,172 kg
- berat sesudah di oven : 149,6 gr = 0,149 kg

$$\begin{aligned}
 air\ void &= \frac{W_{ssd} - W_o}{V \times B_{ji\ air}} \\
 &= \frac{0,172\ kg - 0,149\ kg}{1,16 \times 10^{-4}\ m^3 \times 1\ kg/m^3} \\
 &= 198,27
 \end{aligned}$$

## **CARA KERJA ANALISA TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS)**

### **METODE GRAVIMETRI**

#### **❖ Prinsip Analisa**

Bila zat padat dalam sampel dipisahkan dengan menggunakan filter kertas atau fiber glass (serabut kaca) dan kemudian zat padat yang tertahan pada filter dikeringkan pada suhu  $\pm 105^{\circ}\text{C}$ . Maka berat residu sesudah pengeringan adalah Zat Padat Tersuspensi.

#### **❖ Alat-alat**

- a. Cawan penguapan, diameter 90 mm, kapasitas 100ml, terbuat dari porcelin
- b. Oven untuk pemanasan  $105^{\circ}\text{C}$
- c. Desikator
- d. Timbangan analitis merk OHAUSS kapasitas 0,01-200gram
- e. Filter kertas biasa atau filter fiber glass

#### **❖ Cara kerja**

1. Cuci cawan dengan air keran kemudian bilas dengan aquadest
2. Panaskan filter+cawan di dalam oven pada suhu  $\pm 105^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam.  
Dinginkan dalam desikator selama 15 menit dan kemudian timbang dengan cepat
3. Pemanasan biasanya cukup 1 jam. Namun pemanasan perlu diulang sampai didapatkan berat yang konstan atau kehilangan berat sesudah pemanasan ulang kurang dari 0,5 mg.
4. Sampel yang sudah ada dikocok merata, sebanyak 100 ml dipindahkan dengan menggunakan pipet ke dalam alat penyaringan yang sudah ada filter kertasnya.
5. filter kertas diambil dari alat penyaringan denganhati-hati dan kemudian ditempatkan pada yang digunakan. Masukkan filter kertas+cawan+residu

tersebut kedalam oven untuk dipanaskan pada suhu  $\pm 105^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam. Dinginkan dalam desikator hingga suhu ruang kemudian timbang dengan cepat

6. Ulangi pemanasan dan penimbangan sampai berat konstan atau berkurangnya berat sesudah pemanasan ulang kurang dari 0,5 mg. Biasanya pemanasan 1 sampai 2 jam sudah cukup.
7. Agar supaya hasil lebih teliti, harap dibuat duplikat.
8. Formula perhitungan yang digunakan :

$$\text{mg/l Zat Tersuspensi} = \frac{(a - b) \times 1000}{c}$$

Dimana :

a = berat filter+cawan+residu sesudah pemanasan  $\pm 105^{\circ}\text{C}$  (mg)

b = berat filter+cawan sesudah pemanasan  $\pm 105^{\circ}\text{C}$  (mg)

c = ml sampel

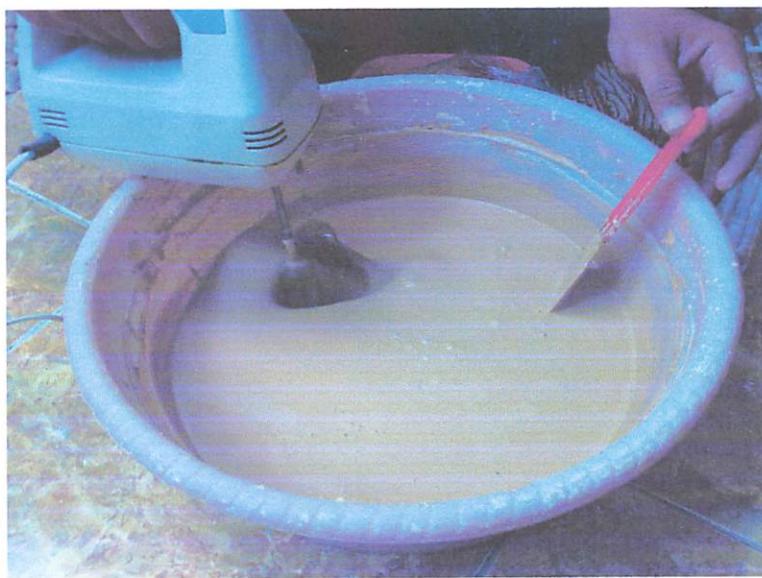
(Sumber : Alaerts dan Santika, 1987)

**LAMPIRAN 3**

**DOKUMENTASI PENELITIAN**



Bahan dasar keramik



Adonan bahan membran keramik



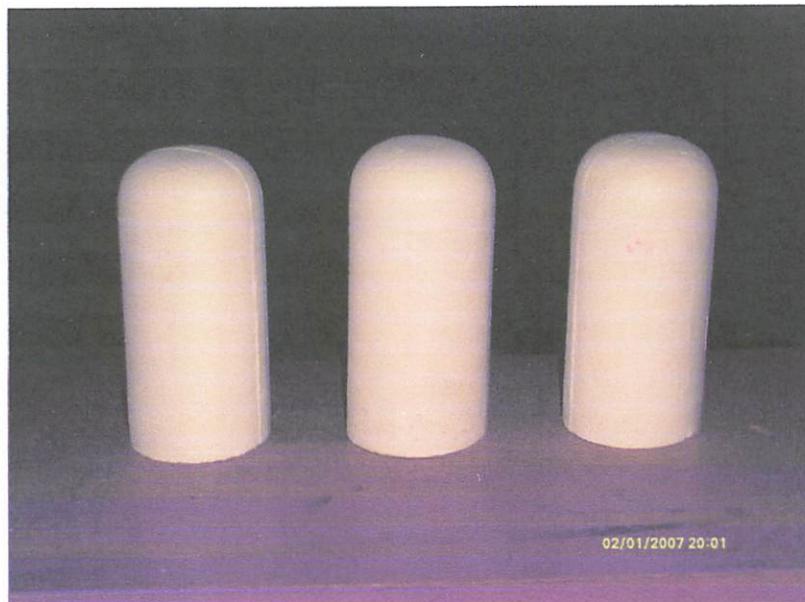
Cetakan membran keramik



Ayakan 50 mesh



Serbuk gergaji



02/01/2007 20:01

Membran Keramik



05/01/2007 03:19

Membran Keramik sesudah digunakan  
(terbentuknya cake layer)



Membran dalam tabung reaktor

01/01/2007 20:58



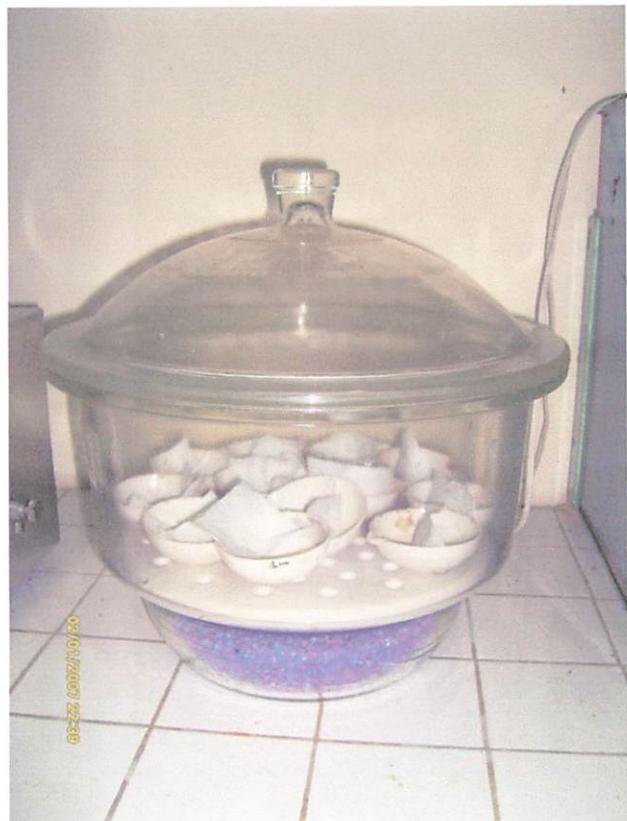
REAKTOR MEMBRAN KERAMIK



Hasil effluent



Analisa TSS  
(metode Gravimetri)



Desikator



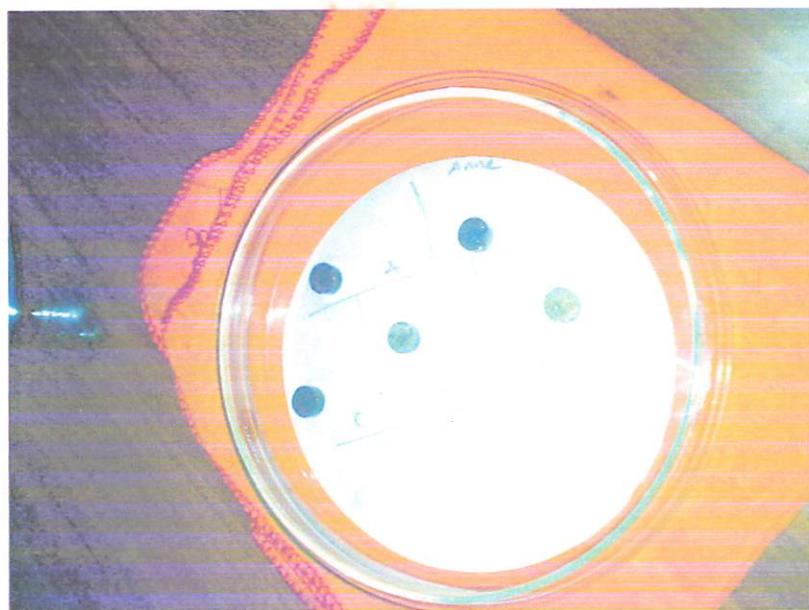
Neraca analitis



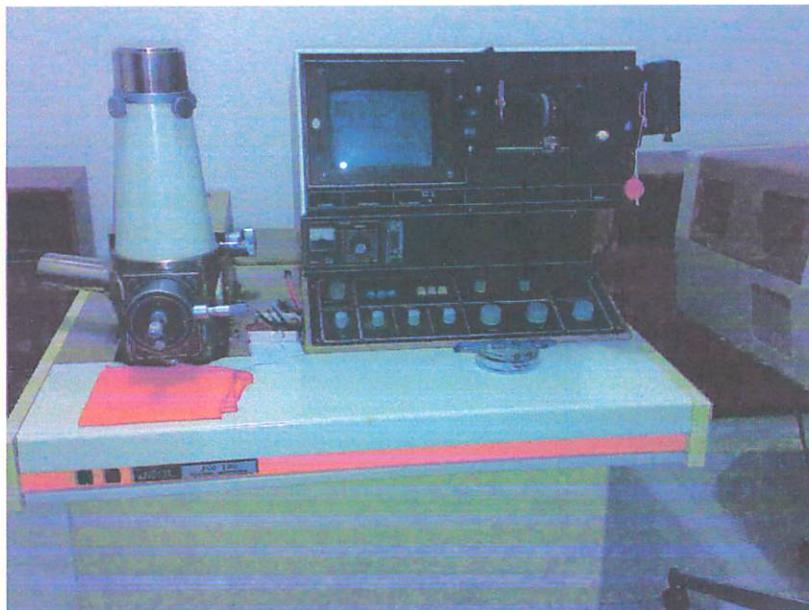
Oven



Vacuum Evaporator



Holder (stub)



Scanning Electron Microscope

## LEMBAR PERSEMBAHAN

*Alhamdulillah....Allahu....Akbar...., Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, karena semua karunia-Nya tatkala bisa selesaiin skripsi ini. Dengan kesempatan ini tatkala mw ucapin banyak2 tx ke semua orang yang pertama :*

- ✓ *Alm. Papa-Q "pa akhirnya tatkala bisa kasih kado terindah bwt papa yang paling papa tunggu selama ini, papa selalu cemas n takut apakah tatkala mampu, papa sekarang bisa bangga ma tatkala walaupun tatkala ga' bs liat papa tapi tatkala tw skrg papa sdg tersenyum bahagia disana. Tatkala ga akan pernah lupa selalu kirim doa bwt papa disana".*
- ✓ *Bwt mamskey tatkala makasih banyak ya mam's atas doa2 nya dan tenaga mam's. Mam's begitu tegar, kuat dan sabar menghadapi cobaan. Semua dukungan baik moril maupun materiil yang mam's berikan sama tatkala agar tatkala bisa tetap kuliah sampai jadi Sarjana.*
- ✓ *My sweet sister 'n husband , hai bu'.....selamat menempuh hidup baru ya...,tx 4 all coz selama ini kalian dah bantu ngelanjutin papa-mamskey biayain kul tatkala makasih juga doa2na n dukunganna jangan kapok ya aku mintain dwt teruzz, setelah lulus masih dijatah kan bulananQ ampe' dapet kerja???????*
- ✓ *My Bro 'n M'put...tx's dah pinjemin laptopna bwt tatkala kerjain skripsi, presentasi, sukses abiz dech, kapan2 jangan pelit ya.....oh ya kapan kawin???*
- ✓ *aBabykey akhirnya kita lulus ya tay.... tx ya tay dah sabar dengerin semua masalah tatkala, setia ma tatkala yang cerebet, bawel, lemot lagi. Tayank adalah sumber inspirasiku 'n kekuatanQ, karena dukungan, kasih sayang 'n doa dari tay juga bikin tatkala bisa seperti ini. Btw muka marahna diilangin ya temen tatkala jadi takut semua. Cepet kerja, tatkala tunggu lamaranna ☺.*
- ✓ *Group Thomas, maaf ya tatkala musti dulu an lu2s na, kalian HARUS secepatnya nyusul....
  1. Beruang lucu tx ya bu' kamu dah bantuin Q kerja mulai dari penelitian (begadang di lab), dengerin keluhanQ, tangisanQ semua te2' benge' tentang TA-Q ampe kamu tw kaya' apa TA-Q. Pesen Q tetep awet ma ifana 'n cepet pulih ya dari lupa n lemotna biar ifana ga' marah terus. Ayo donk bu' te2p semangat jgn pesimis gitu, kan kamu selalu bilang semua ada jalan n rezeki masing2.
  2. Filo....pasti marah ya dipanggil gitu, cantik kok bu'...,sama kaya' ina tx 4 all (maaf ya gara2 bantuin aku penelitian di lab. ampe malem kamu berantem ma cow-m),te2p awet ma Mr. Right-m. Jangan putus asa ya ma TA'm begitulah dosen, sabar ya bu'. Pesen aku Inget jaga sikap ya.. itu penting banget lo, OK!.
  3. Little Ghost, tx juga bwt kamu ya...SEMANGAT! "hadapi dengan senyuman...."sembilanmu. ALLAH selalu berpihak pada yang benar OK! sehat selalu ya, "butuh bantuan telp. Q".*
- ✓ *Tiga Bersaudara (ifan, mail n Om), hai bro...tx yo dah setia bantuin AYOE penelitian, musti bangun pagi2 ambil simbah pulsa, duh...sayang dech ma kalian. Cepet nyusul ya...jangan bola aja kerjaanna, o iya selalu pesan kian pi di AYOE ya....(om...tetap panggil AYOE).*
- ✓ *Sigit Setiawan, tx bro dah bikinin alat penelitianQ ampe tangan keiris....tanpa bantu-m Q ma Apay ga bisa skripsi dech, akhirnya datang juga hari kelulusan. Congratulation 4 Graduation 2u.*

- ✓ Semua temen2 seperjuangan TL'02, Reni yang selalu sendiri2, Agung dabrauz eh corry badruz, Teguh duro yang ga jelas kalo' ngomong 'n sering cengingisan, Roffie yang lemah gemulia 'n sering panik, Chia yang manja coz ga' berani kemana2 sendiri, Juna yang suka dandan 'n jalanan teruzz, kita wisuda bareng oyi.....
- ✓ Prana.....tx ya tink 'n apay dah dibantuin bikin gambaran ampe' malem2 kadang ganggu kamu, jangan kapok ya tink repotin yang sering numpang dibikinin macem2.
- ✓ Semua temen2 seperjuangan TL'02, TL'01 'n ex TL'01 yang ga' bisa disebutin satu/satu yang udah kasih tink dukungan 'n motivasi dalam penyusunan laporan skripsi ini, pembimbing lapanganQ mbk Ikong dah sempetin liat aku seminar meski ijin bentar kerja, makasih banyak ya atas bimbingannya..., mbak evel (bu dosen statistik) dah banyak ngajarin minitabna. waun, pablo, iwek dll akhirnya Q menyusul lho...
- ✓ Cheer's.....tink akhirnya lulus juga doain cepet dapet kerja juga ya kaya' kalian, cned tx doa na cepet cari cow tp jd yg ga' bener ya..., tuch temen2 pada nikah lho, kita terakhir aja ya bu'.
- ✓ Haris tx yo aku dah ditelpon cuma buat kasih tw literatur yang aku cari di kampusm. Semua rekan2 yang dah banyak bantuin tink selama ini, tink cuma bisa bilang tx uaaakeeh poooolllll, aku ta' akan melupakan kebaikanmu.

*Tx 4 all, Oktober 2008*

*Tinkerbell*

