

TA/TL/2007/0202

PERPUSTAKAAN	12 - 12 - 2007
HARIAN/BSA	
TGL TERIMA	
NO. JUDEL	2766
NO. INV.	5120002766001
NO. INDUF	002766

**TUGAS AKHIR**

**EVALUASI SISTEM PENGELOLAAN AIR LIMBAH DOMESTIK  
TERDESENTRALISASI DENGAN IPAL KOMUNAL  
DI DAERAH JETIS PASIRAMAN YOGYAKARTA**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia  
Untuk Memenuhi Persyaratan Guna Memperoleh  
Gelar Sarjana Strata-1 Teknik Lingkungan**



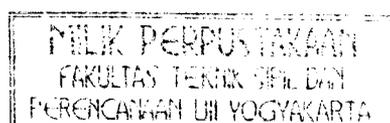
**Disusun Oleh :**

**Nama : RETNO BUDI MAHMUDAHANI**

**NIM : 02 513 045**

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2007**



**HALAMAN PENGESAHAN**

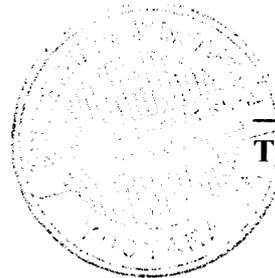
**TUGAS AKHIR**

**EVALUASI SISTEM PENGELOLAAN AIR LIMBAH DOMESTIK  
TERDESENTRALISASI DENGAN IPAL KOMUNAL  
DI DAERAH JETIS PASIRAMAN YOGYAKARTA**

**Nama : Retno Budi Mahmudahani**  
**No Mahasiswa : 02 513 045**

**Telah diperiksa dan disetujui oleh :**

**Ir Widodo B, Msc**  
**Dosen Pembimbing I**



**Tanggal :** 05/07/07

**Andik Yulianto, ST**  
**Dosen Pembimbing II**

**Tanggal :**

# **EVALUASI SISTEM PENGELOLAAN AIR LIMBAH DOMESTIK TERDESENTRALISASI DENGAN IPAL KOMUNAL DIDAERAH JETIS PASIRAMAN, YOGYAKARTA**

**Retno B. Mahmudahani, Widodo, Andik Yulianto**  
**Jurusan Teknik Lingkungan**

## **INTISARI**

*Masyarakat Kampung Jetis Pasiraman sebelum adanya IPAL komunal membuang limbah cair domestik langsung ke sungai dan dari kegiatan tersebut menyebabkan air sungai Code menjadi tercemar. Dampak negatif dari hal tersebut adalah menurunnya kualitas air Sungai Code. Untuk itu dibangunlah IPAL komunal di Kampung Jetis Pasiraman oleh KPDL (Kantor Pengendalian Dampak Lingkungan) kota Jogjakarta yang bekerjasama dengan LSM DEWATS, dimana terdapat reaktor biogas sebagai pemanfaatan dari gas metan sebagai sumber energi.*

*Tugas akhir ini membahas tentang efisiensi kinerja sistem pengolahan IPAL komunal dan juga pengelolaan sistem terdesentralisasi dalam menangani limbah domestik. Data primer (kuisisioner, observasi, sampel air limbah) dan data sekunder (peta wilayah, data teknis instalasi DEWATS, topografi).*

*Analisa yang digunakan adalah deskriptif dan juga uji t-Test. Analisa parameter mengacu pada SNI M-70-1990-03 untuk COD, dan SNI 06-6989.3-2004 untuk TSS. Pemakaian rata-rata air bersih 82 L/org/hr. Seluruh masyarakat setuju dengan dibangunnya IPAL komunal dan juga untuk melakukan pemeliharaan IPAL.*

*Hasil analisa menunjukkan IPAL mampu mereduksi COD sebesar 79,4%, TSS 23%. Hasil evaluasi menunjukkan kadar COD setelah diolah dan dibandingkan dengan standar baku mutu Keputusan KepMenLH 112/2003, hasilnya dibawah standar, akan tetapi untuk TSS walaupun terjadi penurunan konsentrasi, hasilnya masih diatas standar baku mutu. Hal tersebut dikarenakan kondisi IPAL dikampung Jetis Pasiraman tidak sesuai dengan kriteria desain awal oleh DEWATS.*

*Pemanfaatan biogas bagi warga Jetis Pasiraman adalah sebagai sumber energi yang digunakan untuk kebutuhan memasak sehari-hari. Dalam sehari biasanya gas bio dapat digunakan selama  $\pm$  2 jam dan telah digunakan oleh 2 kepala keluarga.*

*Kata kunci : COD, TSS, IPAL komunal, Biogas.*

# SYSTEM EVALUATION OF DECENTRALIZED DOMESTIC WASTEWATER TREATMENT INSTALATION IN JETIS PASIRAMAN YOGYAKARTA

**Retno B. Mahmudahani, Widodo, Andik Yulianto.**  
**Environmental Engineering Departement**

## *Abstrack*

*Jetis Pasiraman village communities, before existence of communal wastewater treatment installation, trew away domestic liquid waste directly to the river and it causal Code river become dirtied. For these reason, KPDL (office of Environment Impact Controled Jogjakarta) had cooperated with LSM DEWATS to build wastewater treatment installation in Jetis Pasiraman Village.*

*This final project discussed about domestic wastewater and management of decentralized system. Data consists of primary data (quizioner, observation, wastewater sample) and secondary data (regional map, technical data of DEWATS installation, topography). Data analyse used descriptive and T-Test parameter analysis refers to SNI M-70-1990-03 for COD, dan SNI 06-6989.3-2004 for TSS. Water consumption avarage is 82 L/peole/day. The entire Jetis Pasiraman communities had agreed with build of communal wastewater treatment instalation to take care of it.*

*Analys result show that wastewater treatment instalation was able to reduce COD with 79,4% and TSS with 23%. Evaluation result show that COD content of processed and Decision no 112/2003 is under quality standart. But for TSS content, although there is happened because of watewater treatment instalation condition in Jetis Pasiraman village unsitable with the first criteria design by DEWATS.*

*The use of biogas for Jetis Pasiraman Communities is as energy source for daily cooking requirement in a day,ussualy biogas can be used for  $\pm$  2 hours and it has been using by two family.*

*Key Word : COD, TSS, IPAL Communal, Biogas.*

## KATA PENGANTAR

Laporan tugas akhir ini bertujuan untuk menganalisa besarnya efisiensi pengolahan air limbah domestik secara terdesentralisasi dengan menggunakan IPAL komunal dengan parameter yang dianalisa berupa COD dan TSS serta manfaat penggunaan biogas dalam kehidupan sehari-hari. Dalam hal ini ketertarikan saya terhadap dunia pencemaran yang semena-mena terhadap ekosistem badan air penerima seperti sungai dan danau oleh manusia baik yang disengaja maupun yang direncanakan membuat saya tertarik untuk menggeluti dunia perlimbahan.

Laporan ini berawal dari keharusan saya sebagai seorang calon sarjana teknik lingkungan untuk membuat suatu karya ilmiah atau yang biasa disebut sebagai “Tugas Akhir” di UII untuk memperoleh gelar sarjana teknik. Dalam proses pengerjaannya laporan ini telah mengalami revisi dan tambahan dibawah pengawasan serta bimbingan Bapak Ir. Widodo, MSC dan Bapak Andik Yulianto, ST, oleh karena itu saya ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya atas waktu yang beliau berikan disela-sela kesibukan beliau sebagai salah seorang staf dosen teknik lingkungan UII. Semoga amal ibadah beliau diterima oleh yang maha pencipta.

Rasa syukur yang terutama kepada suatu Dzat pemilik alam semesta, pemilik segala ilmu yang atas rencana yang telah digariskannya, saya dapat menyelesaikan “Tugas Akhir” ini disaat yang tepat. Rasanya tidak berlebihan apabila saya mengucapkan terima kasih kepada keluarga besar Hamzah al Amin dan Anggoro Mulyo atas dukungan serta masukannya sehingga laporan ini menjadi lebih berwarna.

Terima kasih tak lupa pula saya ucapkan kepada segenap dosen di jurusan Teknik Lingkungan, Bapak Lukman Hakim, ST, Msi selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan, Bapak Ir. H. Kasam, MT, Bapak Hudori ST, Bapak Eko Siswoyo ST, Ibu Yureana Wijayanti, Msc, Ibu Ani Yulianti, ST, Msc yang telah dengan ikhlas dan sabar memberikan ilmunya kepada saya selama ini.

Makasih buat mas Agus Adi Prananto, SP yang banyak membantu dalam berbagai administrasi Tugas Akhir ini. Mas Iwan Ardiyanta, Amd selaku laboran di Laboratorium Kualitas Lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan, atas bimbingannya selama saya berada di Laboratorium Lingkungan.

Buat partner Ta ku, Yudi bule dan Arum.... Makasih banget atas kerja samanya selama ini. Maap ya kalo en0 sering marah-marah ga jelas. Jangan lupa sejarah perjuangan TA kita, mulai dari survey, di lapangan 24 jam (lebih malah!!), eksperimen di Lab, mondar-mandir bimbingan kesana-kemari, belajar bareng, pokoknya semua-mua yang udah kita lewatin bersama mau senang, sedih, kesel, kecewa, dongkol, tapi disitulah indahny persahabatan kita. Ayo, buruan nyusul jadi ST. SEMANGAT!!!

Teman-teman seperjuangan, bang Dudy, bang Fakri, bang Ponda and kak Adi..... akhirnya, ga sia-sia perjuangan kita. Hidup IPAL komunal!!!!

Rekan-rekan pendadaran, Ryan, bang Boby, bang Anto, Mangan , Santi, Bayu, mas Surya and mas Hamka, wisuda udah didepan mata euy..... ☺

Buat Diah dan maya pembimbing ketiga dan keempatku. Kalo ga ada kalian, gat tau deh apa jadinya....masukannya oke banget dah! Tengg banget pren!!

Temen-temen di Te-eL UII yang uda banyak bantuin...Dian makasih uda jadi notulen di seminar hasil en0. Pyan, tengs buat transletnya. Blewah, makasi ya uda nemenin di lapangan. Ga kapokkan??

Anak-anak kos Anggrek 166B, Mbak Rere, Reniez, Mebo Daniel, enni and lani.. ga terasa 3 tahun juga kita tinggal bareng, seneng dan sedih kita lewati bersama, mudah-mudahan kita bisa ketemu lagi, keep contact yak!!

Anak-anak kos Genada yang gila-gila....imunk soulmate dari SMU, Kuliah, ampe kos. Besok kalo kita kerja bareng lagi ga ya munk? mama meia yang ceriwis, Kiki mBem si muka bantal, nafsu belanjamu itu dikurangin dunk!! Mbak ade yang lagi nunggu sang buah hati lahir, and Tika. Kapan neh kita kawiiiiiiiiin???? haha

Anak-anak kos Mawar Sharoon..en0, Utya, Lora, mbak AAm, mbak Lia, mbak Risa, mbak Sandra and si kecil Eci. Sory kalo en0 sering ngerepotin.

Anak-anak Hockey UPN, Anggo, Ais, Andes, Ari, Yoga, Bobi, Dwi, Gigih, Rozi, Yanuar, Temon, Grahan, Ian, Retno, Maya, Gandes, Ika, Nia, yang dengan senang hati menerima dan ngajarin maen hoki. Coba dari dulu!!!! Hehe pokoknya “Satu nama untuk hoki UPN, Hoki UPN VE-TE-RAN!!!”

Terakhir makasi untuk AB 4842 PZ yang uda setia menemaniku kemana saja tanpa kenal lelah. Maaf ya, di bilan pertama memilikimu, aku uda bikin kamu lecet.

Akhirnya penyusun sangat berharap agar tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penyusun sendiri maupun bagi semua pihak yang menggunakan laporan ini.

Jogjakarta, 07 Juli 2007

Retno Budi Mahmudahani

# **HALAMAN PERSEMBAHAN**

**Karya kecil ini  
ku persembahkan untuk**

Ayahanda tercinta, yang selalu tersenyum dan bahagia  
untukku dari surga.

Ibunda tercinta, yang telah mendoakan, membesarkan  
mendidik dan mensupportku tanpa kenal lelah.

Kakakku tersayang, bang Ferry dan mas Pandu yang selalu  
memberi masukan dan menyemangatiku.

“Lulus di waktu yang tepat, jauh lebih baik dari pada lulus  
tepat waktu”

Adikku tersayang, Delima Suma bestari  
Melihat kesejukan di wajahmu, menjadi penyemangat  
tersendiri buatku.

Sapto Trianggo N, ST

Tempatku berbagi, yang selalu mensupport, mengingatkan,  
memberi solusi dan kepercayaan serta kasih sayangnya  
selama ini.

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	ii
<b>INTISARI</b>	iii
<b>ABSTRACT</b>	iv
<b>KATA PENGANTAR</b>	v
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN</b>	viii
<b>DAFTAR ISI</b>	ix
<b>DAFTAR TABEL</b>	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	xv
<b>DAFTAR DIAGRAM</b>	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Batasan Masalah .....	5
1.6 Lokasi Penelitian .....	6
<b>BAB II GAMBARAN UMUM DAERAH PENELITIAN</b>	
2.1 Umum .....	7
2.2. Geografis .....	10
2.3 Iklim dan Curah Hujan .....	11
2.4 Sarana dan Prasarana .....	11
2.5 Penduduk .....	11
2.6 Tata Guna Lahan .....	12
2.7 Gambaran Sistem .....	13

2.7.1 Jaringan Penyambungan .....	14
2.7.2 Operasional dan Pemeliharaan .....	15

### **BAB III TINJAUAN PUSTAKA**

3.1 Air Buangan .....	16
3.2 Sumber Air Buangan .....	17
3.3 Sifat Air Buangan .....	18
3.4 Jenis Pengolahan Air Buangan .....	23
3.4.1. Pengolahan Air Buangan Secara Biologi .....	24
3.5 Klasifikasi Sistem Sanitasi .....	36
3.5.1 Sanitasi Komunal .....	37
3.6 DEWATS ( <i>Desentralized Wastewater Treatment System</i> ) .....	38
3.7.1 Teknik Pengolahan Sistem DEWATS .....	40
3.7 <i>Septic Tank</i> (Bak Septik) .....	42
3.7.1 Karakteristik Bak Septik .....	42
3.8 <i>Anaerobic Baffled Reactor</i> (ABR) .....	44
3.8.1 Tipe <i>Anaerobic Baffled Reactor</i> (ABR) .....	45
3.8.2 Karakteristik <i>Baffled Reactor</i> .....	46
3.8.3 Kelebihan dan Batasan Penggunaan ABR .....	48
3.9 <i>Filter Anaerobic</i> .....	50
3.9.1 Karakteristik <i>Filter Anaerobic</i> .....	51
3.10 <i>Biogas</i> .....	54
3.10.1 Proses Penguraian .....	57
3.10.2 Tipe Reaktor Gas .....	61
3.10.3 Manfaat Biogas .....	66
3.11 Parameter yang Akan Diteliti .....	68
3.11.1 <i>Chemical Oxygen Demand</i> .....	68
3.11.2 <i>Total Suspended Solid</i> .....	70

### **BAB IV METODE PENELITIAN**

4.1 Langkah-langkah Penelitian .....	72
--------------------------------------	----

## DAFTAR DIAGRAM

Diagram 3.1	Pengolahan Air Limbah <i>DEWATS</i>	42
Diagram 3.2	Diagram Alir Penelitian	72

4.2	Lokasi Penelitian .....	73
4.3	Metode Sampling .....	74
	4.3.1 Sampel Berupa Air Limbah .....	74
	4.3.2 Sampel Kuisisioner .....	75
4.4	Variabel Penelitian .....	76
4.5	Metode Analisis .....	76
	4.5.1 Analisis Laboratorium .....	77
	4.5.2 Analisis Data Kuisisioner .....	77

## **BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

5.1.	Analisa Data .....	78
	5.1.1 Data Primer (Wawancara, Kuisisioner, Observasi) .....	78
	5.1.1.1 Data Penduduk .....	79
	5.1.1.2 Tingkat Sosial Ekonomi .....	80
	5.1.1.3 Tingkat Pendidikan Masyarakat .....	80
	5.1.1.4 Status Rumah dan Kepemilikan .....	81
	5.1.1.5 Fasilitas Umum .....	82
	5.1.1.6 Jenis, Bentuk, Sifat Limbah yang Dibuang Dari Rumah .....	82
	5.1.1.7 Tanggapan masyarakat tentang adanya sistem pengelolaan air limbah domestik secara komunal di Jetis Pasiraman, Jogjakarta .....	83
	5.1.2 Data Primer .....	87
	5.1.2.1 Analisa Kadar COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ) secara deskriptif .....	87
	5.1.2.2 Analisa Kadar COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ) Secara Uji t-Test .....	88
	5.1.2.3 Analisa Kadar <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) secara deskriptif .....	88
	5.1.2.4 Analisa Kadar <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) Secara Uji t-Test .....	89

5.2	Pembahasan Data Primer (Wawancara, Kuisisioner, Observasi) .....	89
5.2.1	Data Penduduk .....	89
5.2.2	Tingkat Sosial Ekonomi .....	89
5.2.3	Tingkat Pendidikan Warga .....	90
5.2.4	Status Rumah dan Kepemilikan .....	91
5.2.5	Jenis, Bentuk, Sifat Limbah yang Dibuang Dari Rumah .....	91
5.2.6	Tanggapan masyarakat tentang adanya sistem pengelolaan air limbah domestik secara komunal di Jetis Pasiraman, Jogjakarta .....	92
5.3	Pembahasan Data Primer (Data Sampel Air Limbah Domestik) .....	94
5.3.1	COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ).....	94
5.3.2	<i>Total Suspended Solid</i> (TSS) .....	97
5.4	Analisis Beberapa Parameter Penunjang pada IPAL Komunal .....	100
5.4.1	Volume Reaktor .....	100
5.4.2	Pengukuran Debit .....	100
5.4.3	Pengukuran <i>td</i> ( <i>Time Detention</i> ) .....	102
5.5	Perbandingan Konsentrasi COD dan TSS Dengan Standart Baku Mutu .....	103
5.5.1	Perbandingan Konsentrasi COD dengan Standar Baku Mutu ..	103
5.5.2	Perbandingan Konsentrasi TSS dengan Standar Baku Mutu ...	104
5.6	Produksi Gas Bio Pada Reaktor <i>Biogas</i> di kampung Jetis Pasiraman ...	105
5.6.1	Menghitung Masukan Tinja Total ke Reaktor <i>Biogas</i> .....	106
5.6.2	Menghitung Produksi Gas <i>Methan</i> dalam bio digester .....	107
5.6.3	Manfaat <i>biogas</i> .....	108

## **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

6.1	Kesimpulan .....	111
6.2	Saran .....	111

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Parameter Air Buangan	3
Tabel 2.1	Karakteristik Bangunan Pengolahan	14
Tabel 2.2	Efisiensi Penurunan Berdasarkan Kriteria Disain Awal oleh DEWATS	15
Tabel 3.1	Karakteristik Limbah Domestik	20
Tabel 3.2	Kandungan Biogas	55
Tabel 3.3	Jumlah Produksi Gas Bio	56
Tabel 3.4	Produksi gas bio dan <i>Retention Time</i> kotoran ternak dalam Reactor biogas	56
Tabel 3.5	Persentase Kandungan air dan Bahan Kering	57
Tabel 5.1	Pemakaian Air Bersih	91
Tabel 5.2	Penurunan Konsentrasi COD	95
Tabel 5.3	Penurunan Konsentrasi TSS	98
Tabel 5.4	Data Pengukuran Debit	101
Tabel 5.5	Perbandingan Konsentrasi rata-rata COD dengan Standart Baku Mutu	104
Tabel 5.6	Perbandingan konsentrasi rata-rata TSS dengan Strandart Baku Mutu	105
Tabel 5.7	Anggaran Biaya Warga Untuk Pemakaian jenis Bahan bakar	109

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Peta DIY	8
Gambar 2.2	Peta Lokasi Kampung Jetis Pasiraman	9
Gambar 2.3	Lokasi Penelitian	9
Gambar 2.4	Denah Jaringan Pipa Menuju IPAL	10
Gambar 3.1	Gambaran Ringkas Sistem Sanitasi Komunal	38
Gambar 3.2	<i>Septic Tank</i>	44
Gambar 3.3	<i>Anaerobic Baffled Reactor (Septic Tank Tersusun)</i>	45
Gambar 3.4	<i>Anaerobic Filter</i>	51
Gambar 3.5	Reaktor <i>Biogas</i> yang Sederhana	61
Gambar 3.6	Reaktor <i>fixed-dome</i>	63
Gambar 3.7	Reaktor <i>Floating-drum</i>	65
Gambar 4.1	Lokasi IPAL	73
Gambar 4.2	Inlet Tinja	74
Gambar 4.3	Reaktor Biogas	74
Gambar 4.5	Outlet	74
Gambar 4.6	Alat-alat yang Digunakan Dalam Pengambilan Sampel	75
Gambar 5.1	Status Kependudukan Warga Setempat	79
Gambar 5.2	Lama Menetap Warga di Kampung Jetis Pasiraman	79
Gambar 5.3	Tingkat Sosial Ekonomi Warga Jetis Pasiraman	80
Gambar 5.4	Tingkat Pendidikan Warga Jetis Pasiraman	80
Gambar 5.5	Pemakaian Air Bersih Warga Jetis Pasiraman	81
Gambar 5.6	Sumber Air Bersih Warga Jetis Pasiraman	81
Gambar 5.7	Jumlah MCK Tiap Rumah Warga Jetis Pasiraman	82
Gambar 5.8	Jenis, Bentuk, Sifat Limbah yang Dibuang Dari Rumah ke IPAL	82
Gambar 5.9	Pengetahuan Warga Tentang Keberadaan IPAL	83
Gambar 5.10	Tanggapan Warga Tentang Adanya IPAL	84
Gambar 5.11	Kesadaran Warga Tentang Biaya Perawatan IPAL	85
Gambar 5.12	Potensi Masalah yang Timbul Selama Adanya IPAL	85

Gambar 5.13	Keterlibatan Warga Terhadap IPAL	86
Gambar 5.14	Grafik Fluktuasi Kadar COD Air Limbah Domestik Pada Inlet Mandi Cuci, Inlet Tinja, dan Outlet Tiap Jam	88
Gambar 5.15	Grafik Fluktuasi Kadar TSS Air Limbah Domestik Pada Inlet Mandi Cuci, Inlet Tinja dan Outlet.	88
Gambar 5.16	Grafik Penurunan Konsentrasi COD	96
Gambar 5.17	Gambar Penurunan Konsentrasi TSS	100
Gambar 5.18	Gambar Fluktuasi Debit Air Buangan	102

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Pada saat ini, sistem pengelolaan limbah di Kota Yogyakarta dibagi menjadi dua sistem, yaitu : sistem pengolahan air limbah setempat dan sistem pengolahan air limbah terpusat. Prosentase penduduk yang dilayani oleh sistem terpusat baru mencapai 20% dan sisanya masih menggunakan fasilitas sanitasi setempat (tangki septik, cubluk) atau langsung ke badan air, baik berupa sungai maupun saluran irigasi.

Sistem pengolahan air limbah setempat adalah sistem yang bersifat dan dikelola secara individual dengan menggunakan pengolahan limbah yang berupa tangki septik, cubluk (*pit latrine*). Penggunaan sistem ini akan efektif apabila dilakukan diwilayah dengan wilayah kepadatan penduduk kurang dari 150 jiwa/ha. Jika kepadatan penduduk diatas angka tersebut maka pengolahan air limbah dengan sistem tersebut tidak akan efektif lagi digunakan. Tetapi yang menjadi permasalahan adaah lokasi perencanaan yang berada disekitar bantaran sungai Code mempunyai tingkat kepadatan penduduk yang cukup tinggi dengan luas lahan yang cukup sempit. Tingkat kepadatan penduduk yang cukup tinggi ini tentu saja tidak memungkinkan untuk membuat pengolahan air limbah dengan tangki septik.

Karena kalau hal ini tersebut tetap dilakukan maka akan menyebabkan kontaminasi terhadap air tanah dan berakibat pada penurunan tingkat kesehatan

masyarakat. Tetapi kalau limbah tersebut langsung dibuang ke sungai tanpa ada pengolahan terlebih dahulu juga akan mengakibatkan pencemaran air sungai. Yang pada akhirnya akan berpengaruh juga pada penurunan tingkat kesehatan masyarakat.

Sedangkan untuk sistem pembuangan limbah dengan sistem terpusat relatif sulit untuk diterapkan karena memerlukan biaya investasi yang cukup tinggi dan tidak semua lokasi dapat diterapkan dengan sistem ini. Sistem terpusat adalah sistem jaringan pipa air limbah sebagai pengumpul dan pembawa air limbah dan dilengkapi dengan menggunakan jaringan penggelontor serta Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang berupa kolam aerasi fakultatif (*Facultative Aerated Lagoon*) dan kolam maturasi (*maturation pond*). Sistem pengaliran yang dipakai adalah sistem gravitasi. Sehingga topografi suatu wilayah sangat menentukan bisa atau tidaknya menerapkan penggunaan sistem terpusat. Permasalahannya lokasi di bantaran sungai Code mempunyai topografi yang relatif curam. Sehingga pemerintah Kota Yogyakarta mengambil jalan tengah dengan membangun sistem pengolahan air limbah komunal skala kecil bagi penanganan air limbah domestik di wilayah dengan tingkat kepadatan penduduk yang cukup tinggi (>150 jiwa/ha).

Sistem ini dibuat untuk melayani 10-100 KK dengan luas lahan tidak lebih dari 5 ha, sehingga sistem ini sangat cocok digunakan untuk mengolah seluruh air limbah (wc, dapur, kamar mandi) yang dihasilkan oleh rumah tangga. Pengembangan sistem ini dapat mengatasi permasalahan topografi dan biaya investasi sekaligus membawa dampak positif pada tingkat kesehatan dan kelestarian lingkungan.

Kawasan sungai Code merupakan salah satu wilayah yang mempunyai tingkat kepadatan cukup tinggi. Pada saat ini, pembuangan air limbah rumah tangga (limbah domestik; WC, dapur, kamar mandi) di wilayah ini dilakukan melalui sistem setempat (tangki septik). Bahkan ada sebagian dari warga yang membuang limbah domestik langsung ke sungai tanpa ada pengolahan terlebih dahulu. Perilaku warga ini tentu saja akan berpengaruh terhadap peningkatan pencemaran air tanah, pencemaran air sungai serta peningkatan penyakit yang diakibatkan karena pencemaran air.

Untuk mengatasi permasalahan yang terjadi disekitar sungai Code, pemerintah kota Yogyakarta membangun sistem pengolahan limbah komunal dengan skala kecil.

Berikut ini adalah parameter-parameter didalam air buangan :

**Tabel 1.1** Parameter Air Buangan

<b>NO</b>	<b>Parameter</b>	<b>Satuan</b>
1	Ph	-
2	DO	Mg/L
3	BOD	Mg/L
4	COD	Mg/L
5	TSS	Mg/L
6	Sulfida (S)	Mg/L S
7	Nitrat	Mg/L NO <sub>3</sub>
8	NH <sub>3</sub> -N	Mg/L NH <sub>3</sub>
9	Detergen	Mg/L MBAS
10	Phenol	Mg/L
11	Minyak lemak	Mg/L
12	Bakteri Coli	Indek JPT/100ml
13	Pestisida	Mg/L

Sumber : Bapedalda DIY, Desember 2002.

Untuk itu dalam pembahasan tugas akhir kali ini akan dibahas mengenai evaluasi sistem penyaluran air buangan saluran desentralisasi daerah

Cokrodiningratan, Jogjakarta yang menggunakan IPAL komunal dilihat dari parameter COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*).

Parameter ini diambil karena nilai keluaran COD dan TSS air buangan pada IPAL ini cukup tinggi sehingga peneliti ingin mengetahui efektifitas dari bangunan IPAL komunal dalam menurunkan kandungan dalam air buangan sebelum menuju ke badan air.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang ada diatas maka diperoleh rumusan masalah :

1. Apakah effluent dari IPAL komunal dengan sistem terdesentralisasi yang diterapkan di daerah Jetis Pasiraman, Jogjakarta sudah memenuhi standart baku mutu air limbah sesuai dengan KepMen LH 112/2003 tentang baku mutu limbah domestik.
2. Mengetahui seberapa besar efisiensi kinerja Sistem Pengolahan Air Limbah di Jetis Pasiraman, Jogjakarta.
3. Bagaimana pemanfaatan air buangan bagi masyarakat Jetis Pasiraman.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Untuk mengetahui konsentrasi COD dan TSS dalam IPAL komunal di daerah Jetis Pasiraman, Jogjakarta.
2. Untuk menganalisa besarnya efisiensi Pengolahan Air Limbah di Jetis Pasiraman, Jogjakarta.

3. Untuk mengetahui pemanfaatan air buangan sebagai biogas bagi masyarakat Jetis Pasiraman, Jogjakarta.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

1. Memberikan pengetahuan tentang Sistem Pengolahan Air Buangan Terdesentralisasi dalam mengolah air buangan domestik di Jetis Pasiraman, Jogjakarta.
2. Memberikan informasi mengenai konsentrasi air buangan warga Jetis Pasiraman, Jogjakarta yang masuk ke dalam IPAL komunal khususnya untuk parameter COD dan TSS.
3. Untuk meningkatkan kinerja Sistem Pengolahan Air Buangan Terdesentralisasi pada air buangan domestik di Jetis Pasiraman, Jogjakarta

#### **1.5 Batasan Masalah**

1. Sampel Air diambil dari kolam fakultatif IPAL Jetis Pasiraman dari tiap zone
2. Parameter yang digunakan yaitu COD dan TSS.
3. Evaluasi desain mengacu pada desain awal.
4. Pengambilan sample air limbah IPAL komunal dilakukan dalam 1 hari sebanyak 24 kali selama 24 jam berturut-turut dengan range waktu 1 jam secara bersamaan antara inlet dan outlet.

5. Sumber air limbah berasal dari semua warga yang menggunakan fasilitas IPAL tersebut.
6. Aspek teknis dalam sistem desentralisasi ini menjadi titik tekan utama bukan aspek sosial dan kemasyarakatan.
7. Evaluasi IPAL menjadi titik tekan utama bukan reaktor biogas.

### **1.6 Lokasi Penelitian**

Instalasi Pengelolaan Air Limbah Domestik system komunal berada di Jetis Pasiraman RW 08 / RT 37 kelurahan Cokrodiningratan, kecamatan Jetis, Jogjakarta. Tepatnya disebelah selatan jalan Prof. Dr. Sardjito dan sebelah timur Sungai Code.

## BAB II

### GAMBARAN UMUM DAERAH PENELITIAN

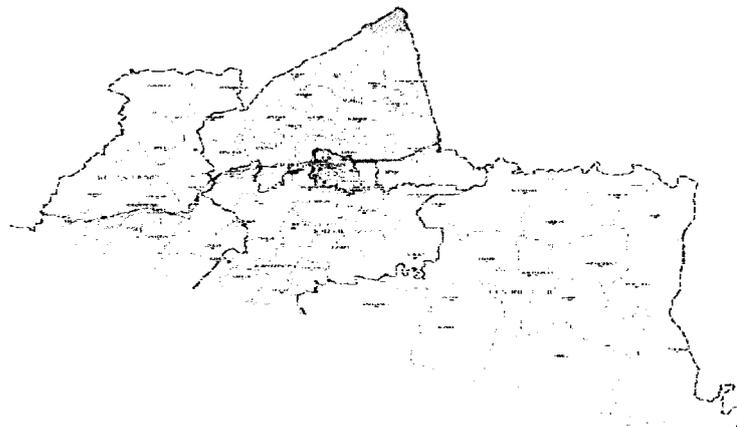
#### 2.1 Umum

Pada awalnya daerah ini adalah sebuah kampung yang sangat kecil yang berada di pinggir sungai Code, kelurahan Cokrodiningratan, kecamatan Jetis, Jogjakarta. Tetapi kemudian kampung Jetis Pasiraman mengalami perkembangan hingga menjadi kampung yang padat penduduknya seperti sekarang ini. Perkembangan kampung Jetis Pasiraman ini berawal dari bertambahnya jumlah penduduk yang ada di kota Jogjakarta yang terus mengalami peningkatan penduduk pendatang maupun angka kelahiran tiap tahunnya. Penduduk yang semakin hari semakin bertambah di kota Jogjakarta ini memerlukan tempat tinggal untuk kelangsungan hidupnya, karena lahan yang ada terbatas maka mereka terpaksa mencari lahan lain yang bisa dijadikan tempat tinggal dan akhirnya mereka memilih kampung Jetis Pasiraman untuk bertempat tinggal dan menjadikan kampung Jetis Pasiraman untuk bertempat tinggal dan menetap.

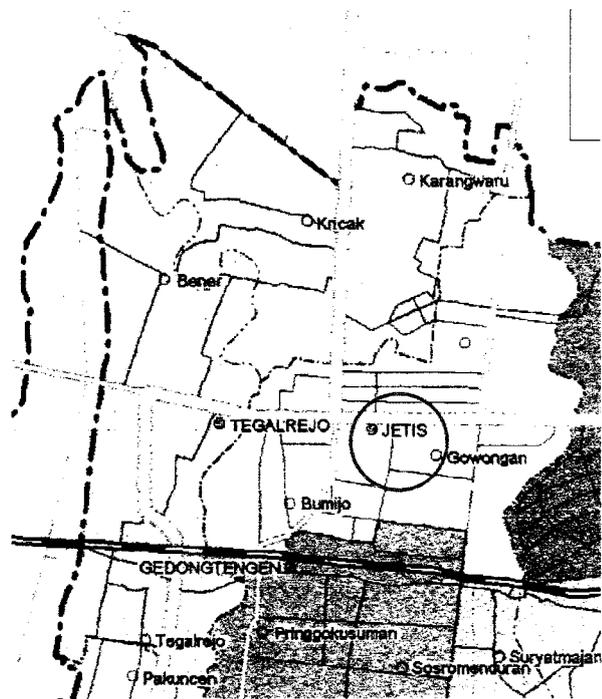
Dari hasil registrasi penduduk tahun 2002, jumlah penduduk diwilayah kecamatan Jetis yaitu 38.268 jiwa dengan tingkat kepadatan penduduk 22.511 jiwa/km<sup>2</sup> dan jumlah KK sebanyak 6.613 KK. Jogjakarta yang memiliki jaringan sistem air buangan sentralisasi (*Off site sewerage system*) saat ini telah melampaui beban maksimum, sehingga air buangan kota Jogjakarta banyak yang tidak mengalami pengolahan. Warga daerah Jetis Pasiraman membuang air limbah rumah tangga seperti air bekas mandi, cuci dan WC yang diperkirakan langsung

dimasukkan ke dalam saluran drainase yang dialirkan langsung ke sungai Code tanpa ada pengolahan terlebih dahulu. Untuk menangani masalah limbah cair domestik yang ada terutama untuk wilayah yang belum dapat terlayani oleh sistem terpusat (*off-site*), maka dikembangkanlah sistem desentralisasi (komunal).

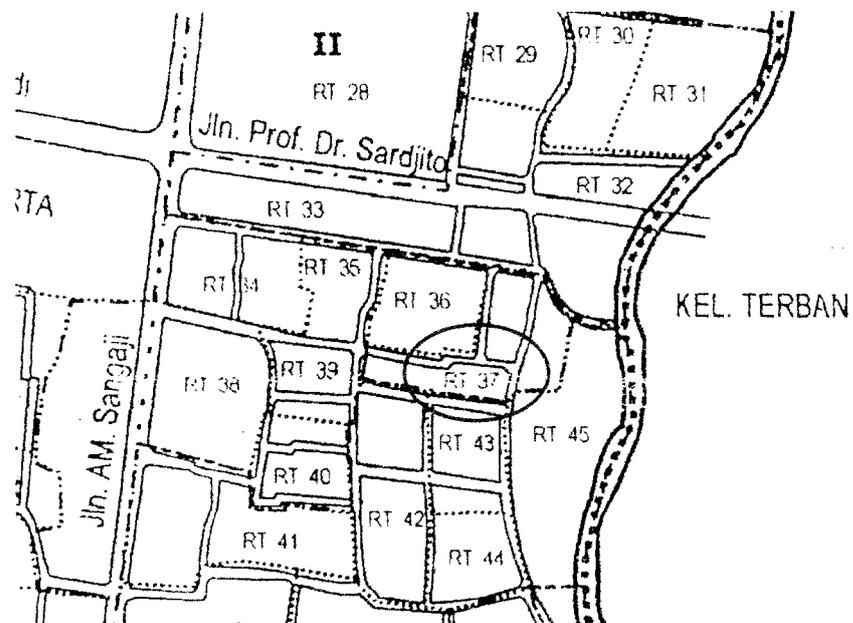
Adapun cakupan pelayanan IPAL di daerah Jetis Pasiraman yaitu sebanyak 30 KK atau sekitar  $\pm$  150 orang. Dimana rata-rata jumlah jiwa tiap KK 5 orang. Untuk lebih jelasnya mengenai gambaran riil daerah penelitian, maka dapat ditunjukkan pada gambar 2.1 dibawah ini :



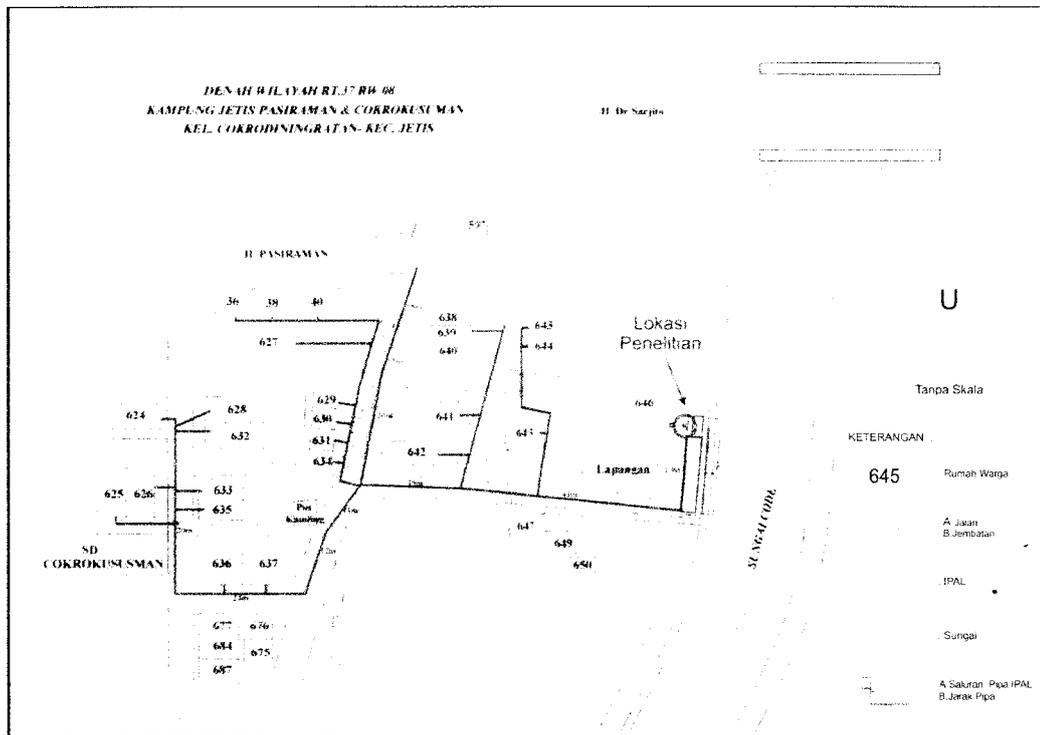
**Gambar 2.1** Peta DIY



Gambar 2.2 Peta Lokasi Kampung Jetis Pasiraman



Gambar 2.3 Lokasi Penelitian.



**Gambar 2.4** Denah Jaringan Pipa Menuju IPAL

## 2.2 Geografis

- a. Ketinggian tanah dari permukaan laut : 114 m
- b. Banyaknya curah hujan : 1500 – 2500 mm/tahun
- c. Topografi (dataran rendah, tinggi, pantai) : Dataran rendah
- d. Suhu udara rata-rata : 32 °C

Batas Wilayah :

- a. Sebelah Utara : Kelurahan Sinduadi
- b. Sebelah Selatan : Kelurahan Gowongan
- c. Sebelah Barat : Kelurahan Karangwaru
- d. Sebelah Timur : Kelurahan Terban

### **2.3 Iklim dan Curah Hujan**

Kampung Jetis Pasiraman, kelurahan Cokrodiningratan, kecamatan Jetis, Jogjakarta beriklim tropis dengan dua musim, yaitu musim kemarau dan musim penghujan dengan curah hujan antara 1500-2500 mm/tahun. Berdasarkan suhu monografi 2005, suhu udara rata-rata 32 °C

### **2.4 Sarana dan Prasarana**

#### **a. Sarana Drainase**

Pada umumnya, saluran air hujan berada di tepi-tepi gang di sekitar pemukiman ini. Jenis saluran air hujan adalah tertutup berada pada gang yang rumah-rumah penduduknya sangat padat, sedangkan saluran terbuka berada pada gang yang penduduknya kurang padat. Pembuangan air hujan ke saluran irigasi.

#### **b. Air Bersih dan Sistem Perpipaan**

Sekitar 80% penduduk Kampung Jetis Pasiraman menggunakan air dari PDAM, sisanya menggunakan sumur.

#### **c. Persampahan**

Pengumpulan sampah di sekitar pemukiman dilakukan atau dikelola oleh masyarakat masing-masing rukun tetangga sendiri

### **2.5 Penduduk**

Penduduk di kampung Jetis Pasiraman 100 % adalah dari suku Jawa, baik masyarakat asli maupun pendatang. Mata pencaharian di kampung ini beraneka

ragam, mulai dari pegawai pemerintah, pegawai swasta, pedagang kecil, tukang cukur, pengemudi becak, tambal ban, sampai buruh. Masyarakat disini memiliki variasi penghasilan rata-rata sebesar Rp.500.000,00 per bulan. Umumnya masyarakat kampung Jetis Pasiraman tinggal berdekatan, antara satu tempat tinggal dengan tempat tinggal yang lainnya dikarenakan terbatasnya lahan yang ada. Bahkan tak sedikit dalam 1 rumah terdiri dari beberapa keluarga. Dengan jenis pekerjaan dan penghasilan seperti tersebut di atas maka masyarakat di kampung Jetis Pasiraman dapat digolongkan kedalam masyarakat prasejahtera. Hal ini dikarenakan tidak semua masyarakat mempunyai penghasilan yang bisa dijadikan sebagai jaminan standar hidup. Dimana dengan penghasilan sebesar Rp. 500.000,00 per bulan seseorang harus bisa mencukupi kebutuhan anggota keluarganya yang rata-rata 5 orang tiap keluarga.

## **2.6 Tata Guna Lahan**

Pada peta tata guna lahan dan pengamatan di lapangan dapat diketahui bahwa penggunaan lahan kecamatan jetis adalah sebagai berikut :

- a) Perumahan
- b) Perdagangan dan jasa
- c) Perkantoran
- d) Sekolah
- e) Fasilitas umum dan fasilitas sosial :
  - a. Tempat ibadah
  - b. Rumah sakit

### c. Pasar

#### 2.7 Gambaran Sistem

Untuk masyarakat yang menggunakan sistem pengolahan melalui IPLC di kampung Jetis Pasiraman biasanya limbah cair rumah tangga yang berasal dari WC, kamar mandi, tempat cuci, dan dapur tercampur menjadi satu melalui pipa HHC (House Hold Connection) yang berdiameter 1,5 inchi dan masuk ke pipa utama yang berdiameter 5 inchi dan kemudian dikumpulkan di bangunan manhole, baru ke bangunan pengolahan air buangan atau IPLC yang berada diatas jalan kampung Jetis Pasiraman. Satu manhole bisa digunakan untuk limbah dari 5-8 rumah. Fungsi manhole yaitu untuk menampung air limbah dari rumah-rumah penduduk yang berdekatan untuk kemudian dibawa ke bangunan pengolahan limbah dan bisa digunakan sebagai bak kontrol dan memperbaiki kemampuan pada saluran.

Berdasar studi kelayakan dan peta lokasi yang telah dibuat bersama oleh perwakilan warga Jetis Pasiraman dan perwakilan LPTP – DEWATS, maka lokasi IPAL yang disepakati adalah di wilayah RT 37, yaitu pada tanah warga dengan lebar 3 m dan panjang 19 m. IPAL ini dibangun untuk 30 KK. LPTP – DEWATS memberikan kontribusi dalam bentuk studi kelayakan, proses survei untuk mengetahui apakah IPAL layak dibangun di wilayah tersebut. Dalam studi kelayakan ini dapat diketahui beberapa informasi seperti jumlah KK, aliran air limbah per hari, luas lahan tersedia dan ketinggian muka air banjir. Bentuk kontribusi yang lain adalah bentuk desain IPAL yang telah menyesuaikan

kapasitas dan luasan lahan yang tersedia. Karakteristik bangunan pengolahan dapat dilihat pada tabel 2.1

**Tabel 2.1** Karakteristik Bangunan Pengolahan

<b>Tipe</b>	<b>Jenis Pengolahan</b>	<b>Jenis Air Limbah</b>	<b>Kelebihan</b>	<b>kekurangan</b>
Bak Septik	Sedimentasi, stabilisasi lumpur	Air Limbah Domestik	simpel,tahan lama, konstruksi bawah tanah	Efisiensi rendah,effluen berbau.
Bak Anaerobik Baffle Reactor	Pengolahan zat padat terurai dan tersuspensi.	Air limbah domestic dan industri dengan Ratio BOD/COD Rendah	Simpel,tahan lama, efisiensi tinggi, konstruksi bawah tanah, tidak mudah mampat.	Butuh luasan lebar,tidak efisien untuk air limbah Lemak,proses mulai lebih lama.
Bak Anaerobik Filter Reactor	Pengolahan zat padat terurai dan tersuspensi.	Air limbah domestic dan industri dengan Ratio BOD/COD Rendah	Simpel dan tahan lama jika dikonstruksi dengan benar dan air limbah telah mengalami pengolahan, efisiensi tinggi, knstruksi bawah tanah.	Mahal,kemungkinan mampat pada filter,effluent berbau.

Sumber : DEWATS

### 2.7.1. Jaringan Penyambungan

Penyambungan pipa memiliki dua komponen yaitu pipa utama dan pipa holds conection. Pipa utama disediakan oleh ProLH GTZ dan masyarakat pun berkontribusi dengan menyambung sendiri pipa HHC ke pipa utama.

### 2.7.2. Operasional dan Pemeliharaan

IPAL DEWATS dikonstruksi pada tanggal 25 Desember 2003 dan selesai pembangunannya pada bulan April 2004. Pada kriteria desain awal oleh DEWATS, IPAL ini dapat mereduksi parameter-parameter sebagai berikut :

**Tabel. 2.2** Efisiensi Penurunan Berdasarkan Kriteria Disain Awal oleh DEWATS

No	Parameter	Satuan	Reduksi
1	Suhu	C	-
2	BOD	mg/l	77.06%
3	COD	mg/l	77.29%
4	TSS	mg/l	85.83%
5	NH <sub>3</sub> bebas	mg/l	62.35%
6	PO <sub>4</sub>	mg/l	78.86%
7	pH	mg/l	-

Sumber : DEWATS

## BAB III

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 3.1 Air Buangan

Setiap komunitas masyarakat akan menghasilkan limbah cair atau padat. Air sisa pakai yang bisa mencapai 80% dari total air minum yang dikonsumsi suatu komunitas (Metcalf & Eddy, 1991), akhirnya dibuang, sebagian besar akan kembali mencapai badan air penerima seperti sungai atau saluran dan badan air lainnya.

Menurut *Duncan Mara* (1975) dalam “*Sewage Treatment in Hot Climate*” mendefinisikan air buangan adalah air buangan dari kegiatan pembersihan rumah tangga (air buangan domestik). Air buangan kemudian disebut sebagai air buangan tercemar secara fisik, kimia, biologis bahkan mungkin radioaktif. Air buangan yang masuk ke tempat pengumpulan disebut *influent*, sedang air buangan yang keluar dari sumber air buangan disebut *effluent*.

Setiap komunitas menghasilkan limbah, baik limbah cair maupun limbah padat. Porsi cairan air limbah, sebelumnya merupakan air esensial yang kemudian melewati berbagai penggunaan. Air limbah dapat dipastikan mengandung komponen-komponen yang tidak diinginkan sebelum melalui proses pengolahan. Pembuangan air limbah ke lingkungan akan memunculkan beberapa masalah, diantaranya masalah kekurangan oksigen, merangsang pertumbuhan mikroorganisme tertentu seperti alga. Komponen-komponen tersebut terdiri dari bahan organik maupun anorganik, baik bahan terlarut maupun tidak terlarut.

Dengan demikian karakteristik air limbah merupakan pertimbangan yang penting sebelum memulai proses evaluasi kinerja suatu sistem pengolahan air limbah.

Air limbah yang berasal dari daerah permukiman dan perkantoran dikumpulkan dan dikelola secara terpusat dalam suatu instalasi pengolahan air limbah. Sistem terpadu dan terpusat tersebut lebih efisien dibandingkan penanganan individual dan peluang bisnis. Sistem pengolahan air limbah domestik di kota besar secara terpadu menangani air limbah yang berasal dari permukiman, kantor dan daerah komersial. Pengumpulan air limbah dilakukan dengan sistem pengaliran yang menggunakan berbagai macam saluran terbuka atau perpipaan. Cara ini disebut sistem *sewerage*. Dimana sistem plambing air limbah pelanggan dihubungkan langsung ke sistem *sewerage* yang akan mengalirkan ke instalasi pengolahan.

### **3.2 Sumber Air Buangan**

Sumber air buangan di daerah Jetis Pasiraman Jogjakarta pada umumnya berasal dari perumahan penduduk. Tetapi ada juga yang berasal dari industri rumah tangga seperti warung makan. Air buangan ini berasal dari kegiatan rumah tangga seperti limbah cair domestik yang berasal dari air cucian seperti sabun, detergen, minyak dan pestisida. Dan limbah cair yang berasal dari kakus seperti sabun, sampo, tinja, air seni.

### 3.3 Sifat-sifat Air Buangan

Sifat-sifat yang dimiliki oleh air buangan domestik adalah sifat fisik, kimia dan biologis.

#### a. Sifat Fisik

Sebagian besar air buangan domestik tersusun atas bahan-bahan organik. Pendegradasian bahan-bahan organik pada air buangan akan menyebabkan kekeruhan. Selain itu kekeruhan yang terjadi akibat lumpur, tanah liat, zat koloid dan benda-benda terapung yang tidak segera mengendap. Pendegradasian bahan-bahan organik juga menimbulkan terbentuknya warna. Parameter ini dapat menunjukkan kekuatan pencemaran.

Komponen bahan-bahan organik tersusun atas protein, lemak, minyak dan sabun. Penyusun bahan-bahan organik tersebut cenderung mempunyai sifat berubah-ubah (tidak tetap) dan mudah menjadi busuk. Keadaan ini menyebabkan air buangan domestik menjadi berbau.

Limbah cair domestik menghasilkan senyawa organik berupa protein, karbohidrat, lemak dan asam nukleat. Jika limbah cair domestik ini dibuang ke sungai pada musim kemarau yang debit airnya turun, maka masukan bahan organik kedalam badan air akan mengakibatkan penurunan kualitas air. Badan air memerlukan oksigen ekstra guna mengurai ikatan dalam senyawa organik (dekomposisi), akibatnya akan membuat sungai miskin oksigen, membuat jatah oksigen bagi biota air lainnya berkurang jumlahnya. Pengurangan kadar oksigen dalam air ini sering mengakibatkan peristiwa ikan munggut (ikan mati masal akibat kekurangan oksigen).

Limbah organik mengandung padatan terlarut yang tinggi, sehingga menimbulkan kekeruhan dan mengurangi penetrasi cahaya matahari bagi biota fotosintetik. Puluhan ton padatan terlarut yang dibuang akan mengendap dan merubah karakteristik dasar sungai, akibatnya beberapa biota yang menetap di dasar sungai akan tereliminasi atau bahkan punah.

Dampak limbah organik ini umumnya disebabkan oleh dua jenis limbah cair yaitu detergen dan tinja. Detergen sangat berbahaya bagi lingkungan karena dari beberapa kajian menyebutkan bahwa detergen mempunyai kemampuan untuk melarutkan bahan bersifat karsinogen, misalnya 3,4 Benzopyrene, selain gangguan terhadap masalah kesehatan, kandungan detergen dalam air minum akan menimbulkan bau dan rasa tidak enak. Sedangkan tinja merupakan jenis vektor pembawa berbagai macam penyakit bagi manusia.

Detergen umumnya tersusun atas lima jenis bahan penyusun. Pertama, surfaktan yang merupakan senyawa Alkyl Benzene Sulfonat (ABS) yang berfungsi untuk mengangkat kotoran pada pakaian. ABS memiliki sifat tahan terhadap penguraian oleh mikroorganisme (*nonbiodegradable*). Kedua, senyawa fosfat, (bahan pengisi) yang mencegah menempelnya kembali kotoran pada bahan yang sedang dicuci. Senyawa fosfat digunakan oleh semua merk detergen, memberikan andil yang cukup besar terhadap terjadinya proses eutrofikasi yang menyebabkan Booming Algae (meledaknya populasi tanaman air). Ketiga, Pemutih, pewangi, (bahan pembantu) zat pemutih umumnya terdiri dari zat natrium karbonat.

Secara fisik sifat-sifat air buangan domestik dapat dilihat pada tabel berikut ini :

**Tabel 3.1.** Karakteristik limbah domestik

No	Sifat-sifat	Penyebab	Pengaruh
1.	Suhu	Kondisi udara sekitar	Mempengaruhi kehidupan biologis, kelarutan oksigen atau gas lain. Juga kerapatan air, daya viskositas dan tekanan permukaan.
2.	Kekeruhan	Benda-benda tercampur seperti limbah padat, garam, tanah, bahan organik yang halus, algae, organisme kecil.	Mengalangi sinar, jadi mengurangi produksi oksigen yang dihasilkan.
3.	Warna	Sisa bahan organik dari daun dan tanaman.	Umumnya tidak berbahaya, tetapi berpengaruh terhadap kualitas air.
4.	Bau	Bahan volatil, gas terlarut, hasil pembusukan bahan organik.	Mengurangi estetika.
5.	Rasa	Bahan penghasil bau, benda terlarut dan beberapa ion.	Mengurangi estetika.
6.	Benda Padat	Benda organik dan anorganik yang terlarut atau tercampur.	Mempengaruhi jumlah organik padat.

(Sumber : Sugiharto, 1987)

#### b.Sifat Kimia

Pengaruh kandungan bahan kimia yang ada di dalam air buangan domestik dapat merugikan lingkungan melalui beberapa cara. Bahan-bahan terlarut dapat menghasilkan DO atau oksigen terlarut dan dapat juga

menyebabkan timbulnya bau (Odor). Protein merupakan penyebab utama terjadinya bau ini, sebabnya ialah struktur protein sangat kompleks dan tidak stabil serta mudah terurai menjadi bahan kimia lain oleh proses dekomposisi (Sugiharto, 1987).

Didalam air buangan domestik dijumpai karbohidrat dalam jumlah yang cukup banyak, baik dalam bentuk gula, kanji dan selulosa. Gula cenderung mudah terurai, sedangkan kanji dan selulosa lebih bersifat stabil dan tahan terhadap pembusukan (Sugiharto, 1987 ).

Lemak dan minyak merupakan komponen bahan makanan dan pembersih yang banyak terdapat didalam air buangan domestik. Kedua bahan tersebut berbahaya bagi kehidupan biota air dan keberadaanya tidak diinginkan secara estetika selain dari itu lemak merupakan sumber masalah utama dalam pemeliharaan saluran air buangan. Dampak negatif yang ditimbulkan oleh kedua bahan ini adalah terbentuknya lapisan tipis yang menghalangi ikatan antara udara dan air, sehingga menyebabkan berkurangnya konsentrasi DO. Kedua senyawa tersebut juga menyebabkan meningkatnya kebutuhan oksigen untuk oksidasi sempurna.

Selain lemak bahan pembersih lainnya adalah senyawa fosfor. Senyawa ini juga terdapat pada urin. Di dalam air buangan domestik fosfor berada dalam kombinasi organik, yaitu kombinasi fosfat ( $PO_4$ ) yang bersifat mudah terurai.

Senyawa lain yang ada dalam air buangan domestik adalah Nitrogen organik dan senyawa Amonium. Oksidasi Nitrogen dan Amonium menghasilkan nitrit dan nitrat.

Dan biasanya kualitas atau sifat kimiawi dari air buangan domestik dinyatakan dalam bentuk organik dan anorganik, dan biasanya dengan perbandingan 50% zat organik dan 50% zat anorganik.

### c. Sifat Biologis

Keterangan tentang sifat biologis air buangan domestik diperlukan untuk mengukur tingkat pencemaran sebelum dibuang ke badan air penerima.

Mikroorganisme-mikroorganisme yang berperan dalam proses penguraian bahan-bahan organik di dalam air buangan domestik adalah bakteri, jamur, protozoa dan algae.

Bakteri adalah mikroorganisme bersel satu yang menggunakan bahan organik dan anorganik sebagai makanannya. Berdasarkan penggunaan makanannya, bakteri dibedakan menjadi bakteri autotrof dan heterotrof. Bakteri autotrof menggunakan karbondioksida sebagai sumber zat karbon, sedangkan bakteri heterotrof menggunakan bahan organik sebagai sumber zat karbonnya. Bakteri yang memerlukan oksigen untuk mengoksidasi bahan organik disebut bakteri aerob, sedangkan yang tidak memerlukan oksigen disebut bakteri anaerob.

Selain bakteri, jamur juga termasuk dekomposer pada air buangan domestik. Jamur adalah mikroorganisme nonfotosintesis, bersel banyak, bersifat aerob dan bercabang atau berfilamen yang berfungsi untuk

memetabolisme makanan. Bakteri dan jamur dapat memetabolisme bahan organik dari jenis yang sama.

Protozoa adalah kelompok mikroorganisme yang umumnya bersel tunggal dan tidak ber dinding sel. Kebanyakan protozoa merupakan predator yang sering kali memangsa bakteri. Peranan protozoa penting bagi penanganan limbah organik karena protozoa dapat menekan jumlah bakteri yang berlebihan. Selain itu protozoa dapat mengurangi bahan organik yang tidak dapat di metabolisme oleh bakteri ataupun jamur dan membantu menghasilkan *effluent* yang lebih baik.

### **3.4 Jenis Pengolahan Air Buangan**

Menurut Kristanto, (2002) berdasarkan karakteristik limbah, proses pengolahan dapat digolongkan menjadi tiga bagian, yaitu fisika, kimia dan biologi.

#### **a) Proses fisika**

Perlakuan terhadap air limbah dengan cara fisika, yaitu proses pengolahan secara mekanis dengan atau tanpa penambahan kimia. Proses-proses tersebut diantaranya adalah penyaringan, penghancuran, perataan air, penggumpalan, sedimentasi, pengapungan dan filtrasi.

#### **b) Proses Kimia**

Proses pengolahan secara kimia menggunakan bahan kimia untuk mengurangi konsentrasi zat pencemaran di dalam limbah. Dengan adanya bahan kimia berarti akan terbentuk unsur baru dalam air limbah, yang

mungkin diantaranya adalah pengendapan, klorinasi, oksidasi dan reduksi, netralisasi, ion *exchange* dan desinfektan.

c) Proses biologi

Proses pengolahan limbah secara biologis adalah memanfaatkan *mikroorganisme* (ganggang, bakteri, protozoa) untuk menguraikan senyawa organik dalam air limbah menjadi senyawa yang sederhana dan dengan demikian mudah mengambilnya. Pengolahan ini terutama digunakan untuk menghilangkan bahan organik yang *biodegradable* dalam air buangan. Pengolahan biologis dapat dibedakan menurut pemakaian oksigennya, menjadi aeobik, anaerobik dan fakultatif.

### 3.4.1 Pengolahan Air Buangan Secara Biologi

Pengolahan limbah cair secara biologis memegang peranan yang sangat penting dalam penanganan limbah yang akan merombak bahan-bahan yang terkandung dalam limbah, mikrobial mempunyai penanganan yang tinggi dalam mendegradasi bahan organik, sehingga peranannya dalam limbah cair cukup besar. (Sugiharto, 1987).

Prinsip pengolahan air buangan secara biologis dipusatkan pada mikroorganisme yang menggunakan material limbah organik sebagai bahan makanannya untuk mendukung perkembangbiakan bakteri, pembentukan energi-energi esensial. Pertumbuhan bakteri sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor yang ada di lingkungan perairan, seperti : jumlah oksigen terlarut, pH, suhu, adanya bahan-bahan toksik, jumlah dan material limbah, dan cahaya matahari.

Pengolahan limbah cair secara biologis merupakan pengolahan dengan memanfaatkan kegiatan mikroba untuk melakukan degradasi ataupun transformasi. Pengolahan air buangan secara biologi terjadi dalam tiga keadaan, yaitu ; aerobik, anaerobik dan fakultatif.

Pengolahan air limbah secara biologi adalah suatu cara pengolahan yang bertujuan untuk menurunkan atau menyisihkan substrat tertentu yang terkandung dalam air limbah dengan memanfaatkan aktifitas mikroorganisme melalui proses biodegradasi.

Proses pengolahan secara biologi ini dibagi menjadi tiga berdasarkan pendekatan :

#### 1. Berdasarkan Lingkungan Proses Biologi

Proses pengolahan secara biologi merupakan sebuah proses biokimia yang berlangsung pada dua kondisi lingkungan utama, yaitu lingkungan aerob dan lingkungan anaerob.

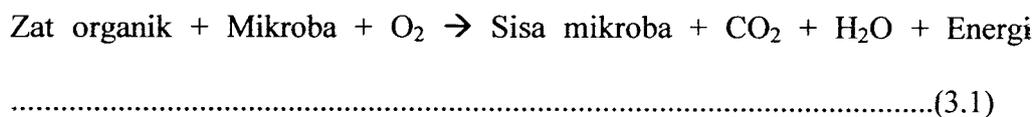
##### a) Lingkungan aerob

Merupakan lingkungan dimana oksigen terlarut dalam air terdapat cukup tersedia oksigen bukan merupakan faktor pembatas. Pada lingkungan ini oksigen bertindak sebagai elektron.

Proses biologis secara aerobik berarti proses dimana terdapat oksigen terlarut. Oksidasi bahan organik menggunakan molekul oksigen sebagai aseptor akhir adalah proses utama yang menghasilkan energi kimia untuk mikroorganisme dalam proses ini. Mikroba yang menggunakan oksigen sebagai aseptor elektron akhir adalah mikroorganisme aerobik. Beberapa

pengolahan limbah cair secara aerobik adalah lumpur aktif, trickling filter, kolam oksidasi, lagoon aerasi dan parit oksidasi (Jenie, B.S.L, 1993 dalam Yulia, Neva 2006).

Senyawa-senyawa organik yang terdapat dalam limbah cair dapat dipecahkan oleh mikroorganisme aerobik menjadi senyawa-senyawa yang tidak mencemari, dimana pemecahan ini berlangsung dalam susana aerobik atau ada oksigen. Reaksi yang terjadi pada pross aerob sebagai berikut :



Pada tempertur 37°C proses berjalan baik dan kenaikan 10°C kecepatan bereaksi akan berlipat. pH antara 6,5 – 8,5. (Mahida, 1993).

#### b) Lingkungan anaerob

Merupakan kebalikan dari lingkungan aerob, yaitu tidak terdapat oksigen terlarut atau ada tetapi dengan konsentrasi yang sangat rendah, sehingga menjadi faktor pembatas berlangsungnya proses aerob.

Pengolahan air buangan secara anaerobik yaitu proses penguraian air buangan dilakukan oleh mikroorganisme anaerobik, dalam kondisi tanpa oksigen. Bahkan mikroba yang bersifat obligat anaerobik tidak dapat hidup bila ada oksigen terlarut. Bakteri tersebut antara lain bakteri methan yang umumnya terdapat pada digester anaerobik dan *lagoon anaerobik*. Anaerob memperoleh energinya dari oksidasi bahan organik kompleks tanpa menggunakan oksigen terlarut tetapi menggunakan senyawa-senyawa lain

sebagai pengoksidasi. Senyawa pengoksidasi selain oksigen yang dapat digunakan oleh mikroorganisme contohnya adalah karbon dioksida, sulfat, dan nitrat. Proses dimana bahan organik dipecah (diurai) tanpa adanya oksigen sering disebut fermentasi. (Jenie B.S.L, 1993 dalam Yulia, Neva 2006).

Pengubahan asam organik menjadi gas metan menghasilkan sedikit energi, sehingga laju pertumbuhan lambat. Laju pengurangan buangan organik pada proses anaerobik dan lumpur yang dihasilkan menjadi lebih sedikit dibandingkan dengan proses pengolahan secara aerobik. Pada proses anaerobik sintesa sel lebih kecil sehingga nutrisi yang dibutuhkan lebih sedikit bila dibandingkan dengan proses aerobik. Pada proses anaerobik ini keseluruhan dari prosesnya terdiri dari bakteri, sehingga stabilitas prosesnya mudah terganggu, karena itu perlu pengawasan yang ketat.

Menurut Ibnu, 2002, faktor-faktor yang harus diperhatikan pada proses anaerobik ini antara lain adalah keasaman, suhu, waktu retensi, toksisitas dan bahan-bahan nutrisi yang diperlukan untuk proses.

- Keasaman

Keasaman (pH) berpengaruh jika terjadi perubahan besar, oleh sebab itu perubahan pH yang terjadi perlu dimonitor. Hal ini disebabkan karena antara lain pada sistem anaerobik, asam organik sudah akan terbentuk pada tahap pertama fermentasi. Bila proses oksidasi asam organik tersebut lebih lambat dari proses pembentukannya maka dapat dimengerti, bila konsentrasi asam organik dalam sistem akan meningkat dan

mempengaruhi besarnya pH. Pengaturan pH biasanya dilakukan dengan penambahan basa atau kapur, hingga pH mencapai 6,5 – 7,5.

- Suhu

Penurunan suhu akan mengakibatkan gagalnya proses fermentasi, bakteri-bakteri anaerobik yang bersifat *mesofilik* biasanya dapat tumbuh pada suhu 20–45 °C. Suhu yang optimal untuk proses fermentasi metana adalah sekitar 37–40 °C. Sedangkan bakteri yang bersifat *termofilik* yaitu yang hidup pada kisaran suhu 50–66 °C suhu optimumnya adalah 55°C. Hasil penelitian Hills dan kawan-kawan, 1969 menunjukkan bahwa pada suhu di atas 40°C maka produksi metana akan menurun dengan tajam.

- Waktu retensi

Waktu regenerasi bakteri metana umumnya mencapai 12 jam, sedangkan untuk bakteri yang bersifat fakultatif, waktu regenerasi hanya 0,3 jam atau kurang. Waktu retensi minimum untuk proses anaerobik ini umumnya berkisar antara 2–6 hari.

- Bahan-bahan nutrisi

Bahan-bahan organik biasanya mengandung nutrisi yang cukup baik untuk pertumbuhan mikroba. Pada proses anaerobik ini, media yang mempunyai kandungan nutrisi tertentu yang optimum akan sangat mempengaruhi proses. Perbandingan unsur nitrogen, karbon dan fosfat layak diperhatikan yaitu biasanya 150:55:1 bagian. Kekurangan nitrogen atau unsur fosfat dapat ditambah dari luar yaitu dengan penambahan amonium fosfat atau amonium klorida.

Proses pengolahan biologis adalah proses pengolahan yang melibatkan mikroorganisme sebagai alat untuk menurunkan kadar air buangan. Untuk proses pengolahan biologis dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu :

a) Proses pengolahan biologis secara aerobik

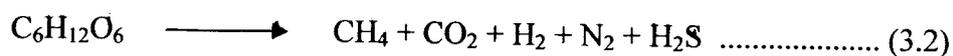
Proses pengolahan biologis secara aerobik berarti proses pengolahan biologis yang melibatkan oksigen didalamnya.

b) Proses pengolahan biologis secara anaerobik

Proses anaerobik pada hakekatnya adalah proses perubahan bahan buangan menjadi metana dan karbondioksida dalam keadaan hampa udara oleh aktivitas mikrobiologi. Konversi asam organik menjadi gas metana menghasilkan sedikit energi, sehingga laju pertumbuhan organisme lambat (Ibnu).

Proses biologis yang tanpa melibatkan oksigen didalamnya. Pada dekomposisi anaerobik hasil proses penguraian bahan organik memproduksi biogas yang mengandung metana (CH<sub>4</sub>) sekitar (50 – 70 %), CO<sub>2</sub> sekitar (25 – 45 %) dan sejumlah kecil unsur H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S (Ye-Shi Cao, 1994 dalam Prabowo).

Reaksinya dapat dijelaskan sebagai berikut :



*Mikroorganisme*

Proses penguraian bahan organik dengan sistem anaerobik berlangsung terus-menerus karena adanya proses pemutusan rantai-rantai polimer

komplek menjadi rantai-rantai sederhana yang dipengaruhi oleh kerja bakteri anaerob dan enzim-enzim, serta tanpa memerlukan oksigen. Penguraian bahan-bahan organik sering disebut fermentasi metan, karena proses penguraian bahan-bahan organik dengan produk akhirnya menghasilkan gas metan (Ibnu, 2002).

Proses anaerobik pada dasarnya merupakan proses yang terjadi karena aktivitas mikroba dilakukan pada saat tidak terdapat oksigen bebas (Jennie 1993 dalam Yulia).

Sebagian besar mikroorganisme dapat hidup baik dengan atau tanpa oksigen, hanya beberapa saja organisme adalah obligat anaerob atau aerob. Organisme yang hidup pada kondisi baik anaerobik maupun aerobik adalah organisme fakultatif. Apabila tidak ada oksigen dalam lingkungannya, mereka mampu memperoleh energi dari degradasi bahan organik dengan anaerobik, tetapi bila terdapat oksigen terlarut, mereka akan memecah bahan organik lebih sempurna. (Ibnu, 2002).

Fermentasi yang berlangsung secara anaerobik akan menghasilkan produk akhir pada kondisi pH netral. Contoh dari produk akhir tersebut adalah asam-asam volatil dengan berat molekul rendah seperti asam asetat dan laktat. Asam volatil dan alkohol tersebut dapat digunakan sebagai sumber energi atau sumber karbon oleh beberapa bakteri yang bersifat obligat anaerobik seperti halnya bakteri metana. Bakteri-bakteri ini dalam proses metabolisme menghasilkan produk akhir berupa gas metan ( $\text{CH}_4$ ).

Proses pengolahan anaerobik dalam pengolahan biologis terjadi dalam tiap tahap pemecahan bahan organik yang menghasilkan gas metana ( $\text{CH}_4$ ) yaitu :

a) Hidrolisis

Disebut juga dengan proses pencairan. Bahan-bahan organik pertama-tama harus diuraikan terlebih dahulu menjadi molekul yang lebih kecil yang dapat larut dan dapat diasimilasi oleh sel bakteri. Proses ini merupakan proses yang paling lambat dari ketiga proses lainnya, terutama jika berada pada suhu rendah dan pH lebih kecil dari 6. Proses degradasi hidrolisis ini merupakan proses yang paling menentukan dalam menghasilkan substrat-substrat untuk berhasilnya tahap-tahap degradasi berikutnya.

b) Pembentukan asam

Selain menjadi bentuk molekul yang lebih sederhana, terjadi proses pembentukan senyawa-senyawa asam melalui proses fermentasi dahulu. Proses fermentasi ini berlangsung cepat, menguraikan hasil hidrolisis menjadi senyawa hidrogen (format), bikarbonat piruvat, alkohol dan asam lemak yang lebih sederhana. Proses ini tidak mempengaruhi laju proses keseluruhan dan akibat proses ini tidak seberapa berarti. pH pada proses ini cenderung netral.

c) Proses pembentukan asam (*fermentasi metana* ( $\text{CH}_4$ ))

Proses ini sebagai fase pembentukan gas metana baik dari senyawa asetat maupun dari  $\text{H}$  dan  $\text{CO}_2$ . Proses ini menggunakan bakteri

methanogen. Bakteri ini sangat sensitif terhadap pH, bila pH di bawah 6 maka pembentukan metana akan terhenti, selain itu bakteri ini sangat lambat tetapi mempunyai kemampuan untuk mempertahankan diri dalam waktu lama asalkan suhu tetap stabil di bawah 15 ° C.

(Anant Wanasen, 2003).

Berdasarkan substrat, bakteri yang aktif berperan dalam proses anaerobik ada 4 jenis, yaitu :

1. Bakteri Hidrolitik

Berperan dalam menguraikan bahan organik dalam air buangan menjadi asam-asam organik, penguraian bakteri organik tersebut akan menghasilkan H<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>.

2. bakteri Acidogen (Penghasil asam)

Mengubah asam-asam organik yang ada menjadi asam-asam volatil (asam-asam selain asetat) yaitu asam format.

3. Bakteri Acitogen (Pembentuk asam asetat)

Bakteri ini membentuk asetat tapi tidak membentuk metan dan karbondioksida.

4. Bakteri Methanogenik (Pembentuk metan)

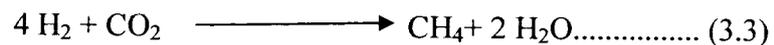
Yakni hasil-hasil pada tahap acitogenesis dimanfaatkan untuk menghasilkan gas metan. Bakteri pada tahap ini sangat sensitif dibandingkan dengan bakteri lainnya dalam sistem operasi anaerobik.

Bakteri metana yang telah berhasil diidentifikasi terdiri dari empat genus yaitu :

1. Methanobacterium, bakteri bentuk batang dan tidak membentuk spora
2. Methanobacillus, bakteri bentuk batang dan membentuk spora
3. Methanococcus, bakteri bentuk sarcinae
4. Methanosarcina, bakteri bentuk sarcinae

(Ibnu, 2002).

Keempat jenis bakteri tersebut mampu mengoksidasi hidrogen dengan menggunakan  $CO_2$  sebagai aseptor elektron. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut



(Ibnu, 2002)

Reaksi di atas akan menghasilkan energi sedangkan unsur karbon yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tidak dihasilkan, Kebutuhan karbon dan  $CO_2$  tersebut diperoleh dari substrat atau hasil produksi dari proses oksidasi bahan organik.

Keempat jenis bakteri tersebut mampu mengoksidasi hidrogen dengan menggunakan  $CO_2$  sebagai aseptor elektron. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut

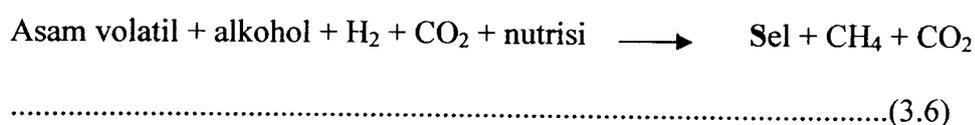
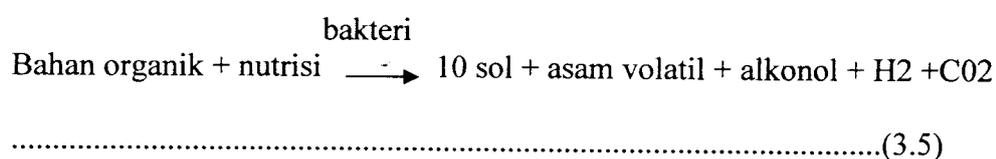


(Ibnu, 2002)

Reaksi di atas akan menghasilkan energi sedangkan unsur karbon yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tidak dihasilkan, Kebutuhan karbon dan

$CO_2$  tersebut diperoleh dari substrat atau hasil produksi dari proses oksidasi bahan organik. Proses fermentasi metana pada air limbah dapat menghasilkan komponen organik yang sangat beragam yang dapat dioksidasi oleh bakteri, karena bakteri metana yang aktif juga sangat beragam dan saling berinteraksi. Asam volatil akan diolah menjadi asam lainnya dengan berat molekul yang lebih kecil dan asam tersebut bertindak sebagai mediator-penyebab pembentukan metana.

Tahapan reaksi yang penting dalam fermentasi adalah reaksi asam setat yang juga dapat digunakan oleh bakteri metana. Selama proses fermentasi oleh aktivitas bakteri metana juga terjadi proses pembentukan sel karena karbon yang memasuki sistem tidak semuanya berfungsi hanya sebagai substrat saja tetapi juga sebagai bahan pembentuk sel. Reaksi selengkapnya adalah sebagai berikut :



(Ibnu, 2002).

## 2. Berdasarkan Biotransformasi

- a) Penyisihan bahan organik. Pada proses biodegradasi, bahan organik terlarut merupakan sumber makanan konsentrasinya telah berkurang.
- b) Stabilisasi organik yang tidak terlarut. Pada proses ini akan dihasilkan padatan anorganik dan residu organik yang tidak terlarut yang relatif

resistan terhadap aktifitas biologi selanjtnya serta memiliki karakteristik yang serupa humus. Pada proses anaerob dihasilkan gas metan.

- c) Konversi bahan anorganik terlarut. Konversi bahan anorganik satu menjadi kedua seperti pada proses nitrifikasi dan denitrifikasi. Pada proses nitrifikasi, nitrogen ammonium dikonversi menjadi nitrit dan nitrat dalam lingkungan aerob. Proses denitrifikasi, nitrat sebagai aseptor elektron dikonversi menjadi  $N_2$ .

### 3. Berdasarkan Konfigurasi Reaktor

Berdasarkan kondisi pertumbuhan mikroorganisme, terdiri dari :

- a) Reaktor pertumbuhan tersuspensi ( *Suspended Growth Reactor*).

Dalam reaktor pertumbuhan tersuspensi, mikroorganisme tumbuh dan berkembang dalam keadaan tersuspensi dalam fase cair. Umumnya reaktor pertumbuhan tersuspensi digunakan untuk pengolahan sekunder (*Secondary Treatment*) seperti Lumpur Aktif, Lagon Aerasi, dan kolam Stabilisasi (Qasim, 1985).

Menurut Jennie dalam Yulia, Neva 2006, pertumbuhan tersuspensi merupakan istilah campuran antara organisme dengan limbah organik. Pertumbuhan tersuspensi dapat terjadi pada reaktor aerob maupun anaerob. Mikroorganisme mampu membentuk gumpalan menjadi masa flokulan dan mampu bergerak dalam aliran cairan. Contoh dari pertumbuhan tersuspensi yaitu unit lumpur aktif, lagoon aerasi, parit oksidasi dan digester anaerobik yang tercampur baik.

Didalam reaktor pertumbuhan tersuspensi, mikroorganisme tumbuh dan berkembang dalam keadaan tersuspensi, proses lumpur aktif yang banyak dikenal langsung dalam reaktor jenis ini. Proses lumpur aktif dengan berbagai modifikasi ini mampu memurnikan BOD dan COD dengan efisiensi 75-95%. (Sugiharto, 1987).

b) Reaktor Pertumbuhan Melekat (*Attached Growth Reactor*)

Dalam reaktor pertumbuhan terlekat, mikroorganisme tumbuh dan berkembang dalam keadaan terlekat pada suatu media dengan membentuk lapisan biofilm. Dalam reaktor pertumbuhan melekat (*Attached Growth Reactor*), populasi dari mikroorganisme yang aktif berkembang disekeliling media padat (seperti batu dan plastik). Mikroorganisme yang tumbuh melekat ini akan menstabilisasikan bahan organik pada air buangan yang lewat disekitar mereka. Contoh reaktor ini yaitu *Trickling Filter* dan *Rotating Biological Contactors* (RBC). (Qasim, 1985).

### 3.5 Klasifikasi Sistem Sanitasi

Sistem sanitasi ditentukan oleh skalanya. Dalam (Rencana Pengembangan Sistem Penyaluran Air Buangan Kota Jogjakarta, 2004) ada tiga tingkatan dalam sistem sanitasi yaitu antara lain :

- a) Sanitasi *on-site*
- b) Sanitasi *off-site*
- c) Sanitasi komunal

### 3.5.1 Sanitasi Komunal

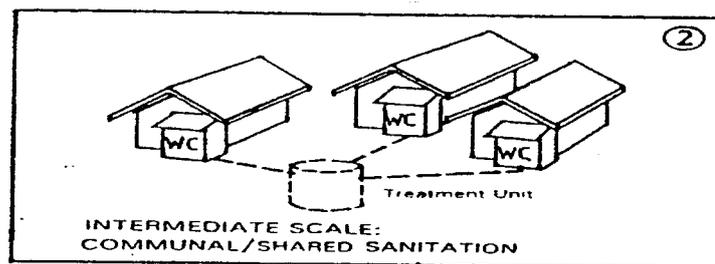
Di Kota Jogjakarta ada beberapa inisiatif masyarakat untuk pengelolaan limbah manusia, khususnya di wilayah yang tidak bisa dijangkau oleh jaringan air limbah. Kadang-kadang, masyarakat membangun satu pipa utama di sekitar daerah permukiman yang biasanya menuju sungai atau saluran irigasi. Kemudian warganya membangun sambungan rumah tangga masing-masing ke pipa utama tersebut. Beberapa fasilitas masyarakat, seperti MCK, merupakan bentuk lain dari sistem sanitasi komunal yang ditemukan di beberapa wilayah di Kota Jogjakarta.

Dari tahun 1996 sampai 2005, telah ada beberapa fasilitas sanitasi komunal yang dibangun di kota Jogjakarta, di bawah pengawasan dan pendanaan YUDP. Berdasarkan upaya percontohan tersebut, Kantor Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Jogjakarta, kemudian bekerjasama dengan proyek *Decentralized Wastewater Treatment System* (DEWATS), melaksanakan lagi fasilitas sanitasi komunal di daerah Jetis Pasiraman kecamatan Cokrodiningratan, Kelurahan Jetis, Jogjakarta.

Sistem ini dilakukan untuk menangani limbah domestik pada wilayah yang tidak memungkinkan untuk dilayani oleh sistem terpusat ataupun secara individual. Penanganan dilakukan pada sebagian wilayah dari suatu kota, dimana setiap rumah tangga yang mempunyai fasilitas MCK pribadi menghubungkan saluran pembuangan ke dalam sistem perpipaan air limbah untuk dialirkan menuju instalasi pengolahan limbah komunal. Untuk sistem yang lebih kecil dapat melayani 2 – 5 rumah tangga, sedangkan untuk sistem komunal dapat melayani 10 – 100 rumah tangga atau bahkan dapat lebih. *Effluent* dari instalasi pengolahan

dapat disalurkan menuju sumur resapan atau juga dapat langsung dibuang ke badan air (sungai).

Fasilitas sistem komunal dibangun untuk melayani kelompok rumah tangga atau MCK umum. Bangunan pengolah air limbah diterapkan di perkampungan dimana tidak ada lahan lagi untuk membangun sanitasi secara individu, lebih jelasnya lihat pada gambar 3.1 :



Sumber : Ibnu

**Gambar 3.1** Gambaran Ringkas Sistem Sanitasi Komunal

### 3.6 DEWATS (*Desentralized Wastewater Treatment System*)

Aplikasi DEWATS (sistem pengolahan air limbah terdesentralisasi) didasarkan pada prinsip pemeliharaan sederhana berbiaya rendah/murah karena bagian paling penting dari sistem ini beroperasi tanpa memerlukan *input* energi, serta tidak dapat dimatikan dan dihidupkan dengan sengaja.

DEWATS menyediakan teknologi dengan biaya terjangkau, karena sebagian besar bahan *input* tersedia di lokasi setempat.

- 1 DEWATS menyediakan pengolahan limbah industri maupun domestik
- 2 DEWATS mengolah limbah dengan kapasitas aliran 1-1000 m<sup>3</sup> per hari
- 3 DEWATS dapat diandalkan, tahan lama dan toleran terhadap fluktuasi masukan limbah

#### 4 DEWATS tidak memerlukan pemeliharaan yang rumit.

Penerapan DEWATS didesain sedemikian rupa sehingga lahan yang tersedia terpakai dengan efisien. Akan lebih baik jika DEWATS sebisa mungkin dibangun di lahan yang berposisi paling rendah, karena limbah cair bisa dialirkan dari sumbernya ke lokasi pengolahan dengan hanya mengikuti gaya gravitasi.

Tempat pengolahan awal dan sekunder DEWATS terletak di bawah tanah dan ditutup dengan cor beton. Oleh karena itu, sistem ini tidak mengganggu pemandangan dan tidak berbau. Pengolahan awal dan sekunder bisa dibangun dibawah lahan parkir dan bisa disesuaikan dengan lingkungan sekitarnya. Total lahan yang diperlukan untuk pengolahan DEWATS tergantung pada total volume air limbah, kadar polusi, puncak aliran maksimal dan faktor lain.

Berdasarkan pada desain yang ada, lahan rata-rata yang diperlukan DEWATS berkisar antara 1.5 - 3 m<sup>2</sup> per m<sup>3</sup> aliran air limbah setiap hari.

Sistem kerja DEWATS tanpa menggunakan kemampuan secara teknis

#### Kebutuhan pada DEWATS :

1. kemampuan pengaturan secara umum (skala)
2. operasi dan pemeliharaan sederhana (*O & M*)
3. proses secara nyata, stabil dan terang-terangan
4. sedikit atau tidak memakai bahan kimia
5. sedikit atau tidak memakai penyediaan energi eksternal.
6. tersedianya tempat perbaikan lokal.

Sistem pengolahan Dewats didasarkan pada 4 sistem pengolahan:

1. pengolahan awal dan sedimentasi

2. pengolahan sekunder anaerobik dengan reaktor *fixed bed* atau reaktor *baffle*.
3. pengolahan tersier aerobik / anaerobik pada sistem *filter* aliran bawah tanah
4. pengolahan tersier aerobik / anaerobik di dalam kolam.

### 3.6.1 Teknik Pengolahan Sistem DEWATS

Pengolahan pada dasarnya merupakan proses stabilisasi polutan melalui proses oksidasi, pemisahan bahan padatan (*solid*), serta penghilangan zat-zat beracun atau berbahaya.

Penerapan rancang bangun DEWATS didasarkan pada prinsip perawatan yang sederhana dan berbiaya rendah/murah, karena bagian paling penting dari sistem ini beroperasi tanpa memerlukan input energi serta tidak dapat dimatikan dan dihidupkan dengan tiba-tiba.

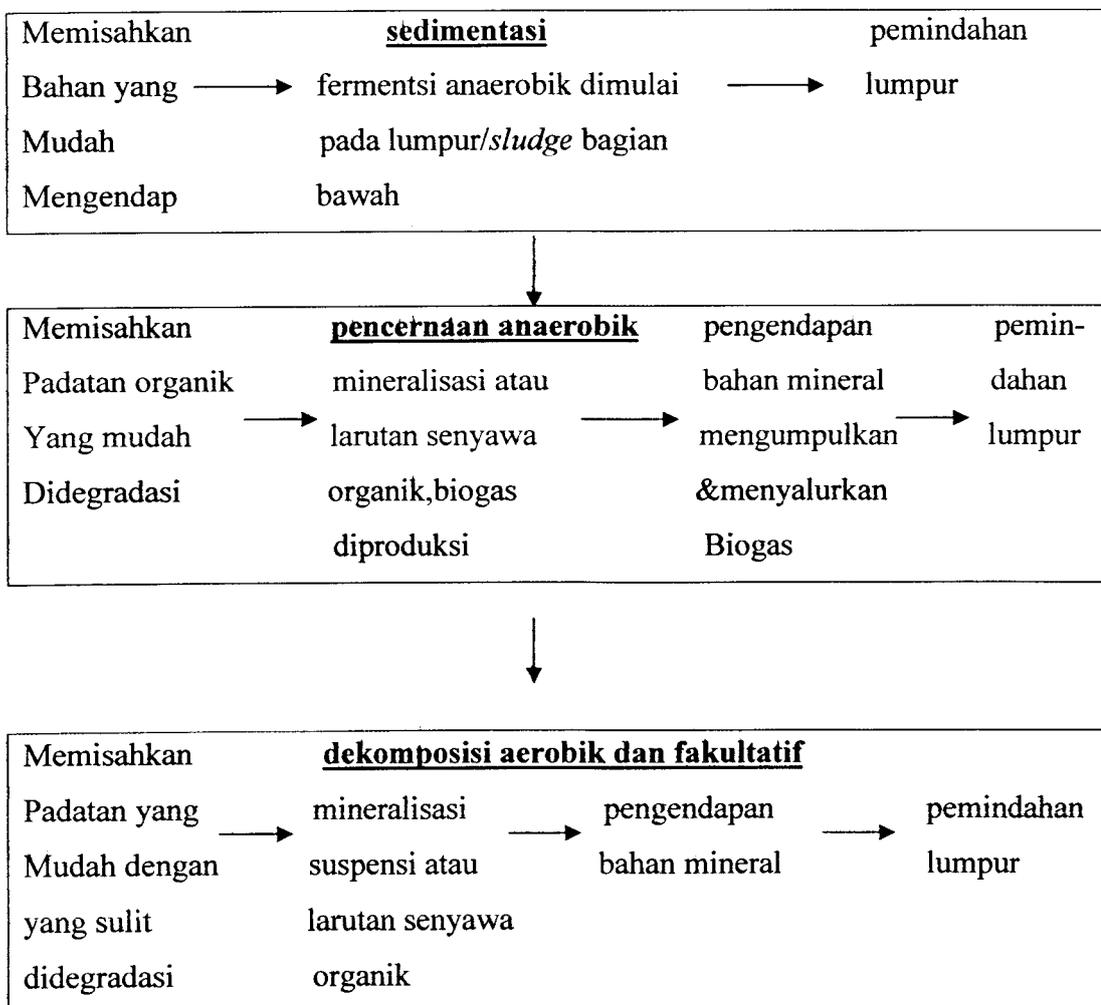
DEWATS menyediakan teknologi dengan biaya terjangkau/murah, karena sebagian besar bahan/input tersedia di lokasi setempat.

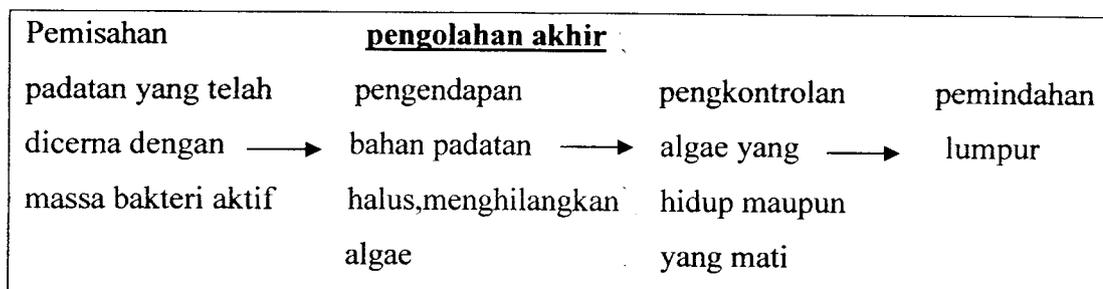
- 1 DEWATS menyediakan pengolahan limbah industri maupun domestik.
- 2 DEWATS mengolah limbah dengan kapasitas aliran 1-500 m<sup>3</sup> per hari.
- 3 DEWATS dapat diandalkan bangunannya tahan lama, dan toleran terhadap fluktuasi masukan limbah.
- 4 DEWATS tidak memerlukan pemeliharaan yang rumit.

Aplikasi DEWATS berdasarkan pada empat sistem pengolahan sebagai berikut :

1. Pengolahan primer dan sedimentasi dengan sistem *septic tank*
2. Pengolahan sekunder, anaerob dengan *fixed bed reaktor* atau *baffle reaktor*.
3. Pengolahan tersier, aerob/anaerob pada sistem *filter* aliran bawah tanah.
4. Pengolahan tersier, aerob/anaerob dengan sistem kolam.

DEWATS didesain sedemikian rupa sehingga air yang diolah memenuhi baku mutu sesuai yang dipersyaratkan oleh pemerintah. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.3.





Sumber : Ibnu

**Diagram 3.1** Pengolahan Air Limbah DEWATS

### 3.7 *Septik Tank* (Bak Septik)

Bak septik adalah sistem pengolahan limbah setempat dalam skala kecil yang amat lazim digunakan didunia. Pada dasarnya proses yang terjadi pada bak septik adalah sedimentasi (pengendapan) dan dilanjutkan dengan stabilisasi dari bahan-bahan yang diendapkan tersebut lewat proses anaerobik.

Kelebihan bak septik adalah murah, konstruksinya mudah, sederhana dan dengan pengoperasian yang baik, umur teknisnya bisa amat panjang. Demikian juga tempat yang dibutuhkan relatif kecil dan biasanya bawah permukaan tanah (*underground*). Sedangkan kelemahan *septik tank* adalah efisiensi pengolahannya relatif rendah dan keluaran yang dihasilkannya masih berbau, karena masih mengandung bahan yang belum terdekomposisi secara sempurna.

#### 3.7.1 Karakteristik Bak Septik

- Jenis pengolahan : sedimentasi, stabilisasi lumpur, penurunan COD 20 – 50%
- Macam air limbah : domestik dan lainnya yang disertai pengendapan padatan
- Kelebihan : sederhana, tahan lama, underground, kebutuhan lahan 0,5 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> air limbah harian

kelemahan : hanya untuk pengolahan awal, keluaran masih berbau

Bak septik umumnya terdiri dari 2 ruang (*chamber*). Pada ruang pertama (*treatment chamber 1*) berkisar antara 50% - 70% dari total volume desain, karena sebagian besar dari lumpur/*sludge* dan scum akan terjadi di ruang ini.

Di dalam ruang pertama ini air limbah yang masuk akan menjadi 3 bagian, yaitu :

- 1 Lumpur/*sludge* yang mengendap pada bagian bawah, untuk selanjutnya lumpur ini akan terurai lewat proses anaerobik
- 2 Supernatan adalah cairan yang telah berkurang unsur padatnya, untuk selanjutnya akan mengalir menuju ke ruang/*chamber 2*
- 3 Scum merupakan bahan yang lebih ringan daripada minyak, lemak dan bahan ikutan lainnya. Scum ini bertambah lama bertambah tebal. Karena itu perlu dihilangkan secara periodik (biasanya sekali dalam 3 tahun). Scum ini sebenarnya tidak mengganggu reaksi yang terjadi selama proses pengolahan, tetapi apabila terlalu tebal akan memerlukan tempat hingga kapasitas *treatment* berkurang.

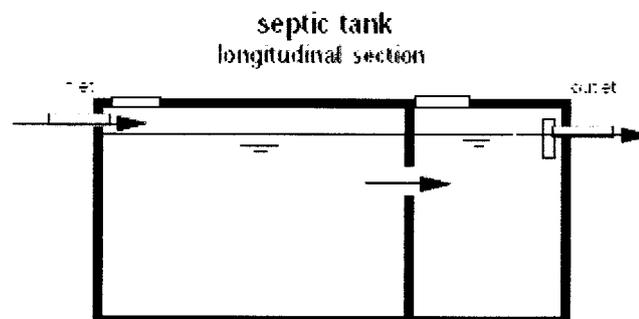
Sedangkan pada ruang kedua (dan seterusnya) yang terjadi adalah :

- 1 Endapan lumpur/*sludge*, khususnya partikel yang tidak terendapkan pada ruang pertama.
- 2 Supernatan yang selanjutnya menjadi *inflow* bagi konstruksi selanjutnya (*baffle reaktor* atau *anaerobik filter*).

Prinsip dua pengolahan tersebut (sedimentasi dan stabilisasi) adalah pengolahan mekanik dengan pengendapan dan pengolahan biologi dengan kontak antara limbah baru dan lumpur aktif di dalam bak septik. Pengendapan optimal

terjadi ketika aliran tenang dan tidak terganggu. Pengolahan biologi dioptimalkan oleh percepatan dan kontak intensif antara aliran baru dan lumpur lama, apalagi bila aliran mengalami turbulen.

Dengan aliran yang tenang dan tidak terganggu, supernatan (cairan yang telah berkurang unsur padatnya) yang tertinggal di bak septik lebih segar dan baunya tidak terlalu menyengat, yang menunjukkan bahwa penguraian belum berlangsung. Dengan aliran turbulen, penguraian larutan dan penghancuran pada zat padat berlangsung cepat dikarenakan adanya kontak intensif antara limbah segar dan yang sudah aktif. Meski demikian, ketenangan untuk pengendapan tidak mencukupi, sehingga padatan terlarut yang berlebih akan keluar oleh aliran turbulen. Buangan tersebut berbau karena padatan aktif dalam bak belum terfermentasi secara sempurna. Gambaran mengenai bangunan dapat dilihat pada gambar 3.2.



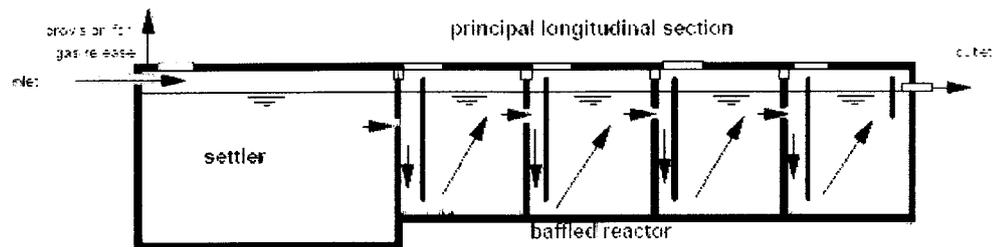
Sumber : Ludwing Sasse, 1998.

**Gambar 3.2** *Septic Tank*

### **3.8 Anaerobic Baffled Reactor (Septic Tank Susun)**

Salah satu cara untuk memodifikasi *septic tank* adalah dengan memasang sekat-sekat (*Baffles*), tiruan sebuah *anaerobic baffled reactor* (ABR). Biasanya, sebuah ABR terdiri dari ruangan-ruangan dengan susunan seri, dalam setiap

ruangan memiliki sebuah sekat vertikal untuk membuat limbah cair mengalir dibawah dan diatasnya. Seperti yang terlihat pada gambar 3.3 berikut ini:



Sumber : Ludwing Sasse, 1998.

**Gambar 3.3** *Anaerobic Baffled Reactor (Septic Tank Tersusun)*

*Septic tank* susun (yang juga dikenal dengan *baffle septic tank* atau *baffle reactor*) bukan sekedar *septic tank* yang ditambah kotak *chamber*nya. Karena proses yang terjadi di dalam *septic tank* susun adalah berbagai ragam kombinasi proses anaerobik hingga hasil akhirnya lebih baik, proses-proses tersebut adalah :

- 1 Sedimentasi padatan
- 2 Pencernaan anaerobik larutan padatan melalui kontak dengan lumpur/*sludge*
- 3 Pencernaan anaerobik (fermentasi) lumpur/*sludge* bagian bawah
- 4 Sedimentasi bahan mineral (stabilisasi)

### 3.9.1 Tipe *Anaerobic Baffled Reactor*

Terdapat 3 tipe umum dari ABR, yaitu :

- a) ABR tanpa anaerobik *filter* media
- b) ABR dengan media, yang mana diketahui sebagai *anaerobic filter* (AN/F)



c) ABR dengan media pada bagian atas atau bawah setiap ruangan, atau hanya pada ruangan terakhir, yang mana diketahui sebagai *hybridized anaerobic baffled reactor* (HABR).

(Kemmadarong, 1992 dalam Sasse, 1998).

Boopathy et al, 1998 dalam Sasse (1998) menemukan bahwa ABR memperlihatkan kelebihan akan stabilitas dengan volume kekosongan yang besar, dan juga mengurangi resiko tersumbat, dan perluasan lapisan Lumpur dengan hasil kehilangan mikroba. *Removal* COD dengan pencapaian 90% sedang ditinjau, dan kecepatan produksi gas metan melebihi 4 volume/ hari/ unit volume reaktor.

### 3.8.2 Karakteristik *Baffle Reactor* :

Jenis pengolahan : degradasi anaerobik, penurunan COD 60-90%

Macam air limbah : air limbah domestik dan air limbah industri dengan ratio COD/BOD kecil.

Kelebihan : sederhana, handal, tahan lama, efisiensi tinggi, di bawah Permukaan bawah tanah

Kelemahan : butuh ruangan yang besar selama konstruksi, kurang efisien untuk limbah yang ringan, butuh waktu yang Panjang untuk pemasakan/pencernaan.

(Ibnu, 2002)

Pada ruang pertama *baffle* reaktor, proses yang terjadi adalah proses *settling*/pengendapan (sama yang terjadi pada *septic tank*). Pada ruang selanjutnya

proses penguraian karena kontak antara limbah dengan akumulasi mikroorganisme. *Baffle* reaktor yang baik mempunyai minimum 4 *chamber*.

Faktor penting yang benar-benar diperhatikan dalam desain adalah waktu kontak yang ditunjukkan dengan kecepatan aliran ke atas (*uplift* atau *upstream velocity*) di dalam *chamber* no 2 sampai dengan no 5. Bila terlampau cepat maka proses penguraian tidak terjadi dengan semestinya dan malah bangunan yang kita buat percuma saja. Kecepatan aliran *uplift* jangan lebih dari 2 m/jam.

Untuk keperluan desain *HRT* tertentu *uplift velocity* ini tergantung dari luas penampang (panjang dan lebar). Dalam hal ini faktor tinggi (kedalaman *chamber*) tidak berpengaruh atau tidak berfungsi sebagai variabel dalam desain. Konsekuensinya model bak yang dibutuhkan adalah yang penampangnya luas tapi dangkal. Karena itu sistem ini relatif membutuhkan lahan yang luas hingga kurang ekonomis untuk unit besar. Tetapi untuk unit kecil dan menengah *baffle septic tank* cukup ideal. Lebih-lebih fluktuasi/goncangan hidrolis dan organik *load* tidak begitu mempengaruhi untuk kerja sistem ini.

Variable desain berikutnya adalah hubungan antara panjang (L) dengan tinggi (h). Agar limbah yang masuk terdistribusi secara merata maka dianjurkan L antara 0,5 – 0,6 dari h. Dengan demikian meskipun h tidak ada pengaruhnya terhadap *uplift velocity*, tetapi rasio antara h dan L perlu diperhatikan agar distribusi limbah bisa merata dan kontak dengan mikroorganisme bisa efisien. Variabel desain yang lain adalah *HRT* (*hydraulic retention time*) pada bagian cair (di atas lumpur) pada *baffle* reaktor minimum harus 8 jam.

Lumpur harus dikuras secara rutin seperti halnya pada *septic tank*. Sebaiknya sebagian lumpur selalu harus disisakan untuk kesinambungan efisiensinya. Sebagai catatan bahwa jumlah lumpur di bagian depan *digester* lebih banyak daripada di bagian belakang.

Hal yang perlu diperhatikan pada tahap permulaan penetapan *baffle* reaktor bahwa, efisiensi pengolahan tergantung pada perkembangbiakan bakteri aktif. Pencampuran limbah baru dengan lumpur lama dari *septic tank* mempercepat pencapaian kinerja pengolahan yang optimal. Pada prinsipnya lebih baik mulai mengisi limbah dengan seperempat aliran harian dan bila memungkinkan dengan limbah cair yang sedikit lebih keras. Selanjutnya pengisian dinaikkan secara perlahan setelah 3 bulan. Hal tersebut akan memberi kesempatan yang cukup bagi bakteri untuk berkembang biak sebelum padatan tersuspensi keluar. Berawal dengan beban hidraulik penuh akan menunda proses pembusukan.

Meskipun interval pengurasan secara reguler diperlukan, hal penting yang perlu dijaga bahwa sebagian lumpur aktif harus disisakan dalam ruangan untuk menjaga proses pengolahan secara stabil.

### **3.8.3 Kelebihan dan Batasan Penggunaan *Anaerobic Baffled Reactor***

Barber dan Stuckey (1999) dalam Sasse (2002) meringkas keuntungan utama ABR dibanding sistem pengolahan limbah cair lainnya, berikut ini :

Konstruksi :

- a) Rancangannya sederhana
- b) Pemanen

- c) Tidak ada perpaduan mesin
- d) Tidak mahal untuk membangun
- e) Volume kekosongan tinggi
- f) Mengurangi resiko tersumbat
- g) Mengurangi perluasan lapisan lumpur
- h) Biaya modal dan pengoperasian rendah

Biomass :

- a) Perubahan menjadi biomass dengan sifat pengendapan yang tidak biasa
- b) Generasi lumpur yang rendah
- c) Waktu retensi padatan tinggi
- d) Retensi biomass tanpa *fixed* media atau tambahan ruang pengendapan padatan

Pengoperasian :

- a) Memungkinkan HRT rendah
- b) Memungkinkan pengoperasian yang sebentar-sebentar
- c) Sangat stabil untuk beban hidroulik dan organik yang berlebih
- d) Perlindungan dari bahan beracun dalam *influent*
- e) Waktu pengoperasian panjang tanpa pembuangan lumpur

*Anaerobic Baffled Reactor* sangat mudah untuk dibangun dan mengoperasikannya. Beban hidraulik dan organik yang berlebih memiliki sedikit pengaruh pada efisiensi pengolahan (Sasse, 1998). Reaktor ABR juga mempunyai retensi padatan yang baik, *bypass bed* rendah ; membutuhkan pemeliharaan dan pemerhatian pengoperasian yang sedikit. Proses ABR menghindari batasan sistem

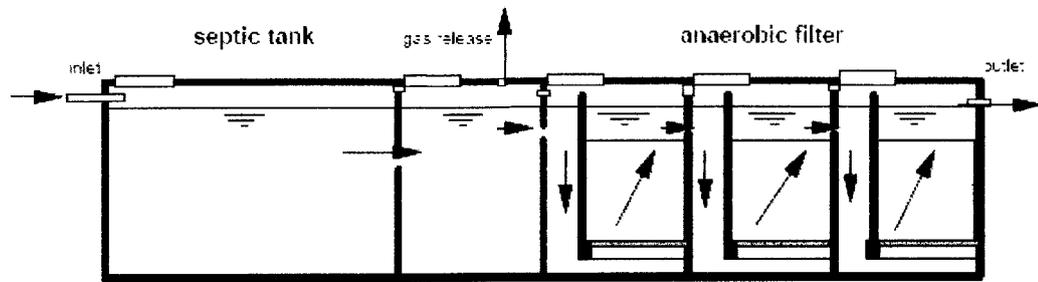
seperti *anaerobik filter* dan UASB (Khususnya, resiko tersumbat dan perluasan lapisan lumpur diminimalkan) dan memelihara volume kekosongan dan tinggi (tanpa kebutuhan akan media *filter*), (Manariotis et all dalam Sasse, 2002).

Walaupun dengan keuntungan potensial yang banyak itu, *anaerobik buffled reactor* seharusnya tidak terlalu dalam (dangkal) agar memelihara cairan yang masuk dan *velocity* aliran gas. (Tilche dan Vieira, 1991 dalam Sasse, 2002).

### 3.9 Filter Anaerobic

Pada pengolahan sistem *septic tank* bahwa proses yang terjadi adalah sedimentasi (pengendapan) dari bahan-bahan yang dapat terendapkan dan selanjutnya terjadi proses penguraian atau *digestion* dari bahan-bahan yang terendapkan tersebut. Sedangkan kandungan bahan yang masih terikut (tidak terendapkan) praktis tidak mengalami proses apapun.

*Filter anaerobik (fixed bed atau fixed film rektor)* menggunakan prinsip yang berbeda dengan *septic tank*, karena sistem ini justru diharapkan untuk memproses bahan-bahan yang tidak terendapkan dan bahan padat terlarut (*dissolved solid*) dengan cara mengontakkan dengan surplus bakteri yang aktif. Bakteri tersebut bersama bakteri lapar akan menguraikan bahan organik terlarut (*dissolved organic*) dan bahan organik yang terdispersi (*dispersed organic*) yang ada dalam limbah. Sebagian besar bakteri tersebut tidak bergerak. Bakteri cenderung diam dan menempel pada partikel padat seperti pada dinding reaktor atau tempat lain yang permukaanya bisa digunakan sebagai tempat tempelan. Gambaran mengenai bangunan dapat dilihat pada gambar 3.4 dibawah ini :



Sumber Ludwig Sasse. 1998.  
**Gambar 3.4 : Anaerobic Filter**

### 3.9.1 Karakteristik *Filter Anaerobic*

Jenis pengolahan : Degradasi anaerobik bahan padatan terlarut dan tersuspensi  
 penurunan COD 65% - 85%.

Macam air limbah : Air limbah domestik dan air limbah industri dengan resiko  
 COD/BOD kecil.

Kelebihan : Sederhana dan tahan lama, efisiensi pengolahan tinggi,  
 Underground, kebutuhan lahan :  $1 \text{ m}^2/\text{m}^3$  limbah harian.

Kelemahan : Ada kemungkinan tersumbat, clogging possible, keluaran atau  
*effluent* sedikit berbau.

(Ibnu, 2002)

Bahan *filter* yang dimaksud adalah media dimana bakteri dapat menempel dan air limbah dapat mengalir diantaranya. Selama aliran ini kandungan organik akan diuraikan oleh berbagai bakteri dan hasilnya adalah pengurangan kandungan organik pada *effluent*.

Penggunaan media bisa bermacam-macam tetapi pada prinsipnya lebih luas permukaan akan lebih baik fungsinya. Materi *filter* seperti kerikil, batu, batu bara, atau kepingan plastik yang berbentuk khusus menyediakan area permukaan

tambahan untuk tempat tinggal bakteri. Jadi limbah cair yang baru dipaksa untuk bersinggungan dengan bakteri aktif secara intensif. Semakin luas permukaan untuk perkembangbiakan bakteri, semakin cepat penguraiannya. Media yang baik luas permukaannya (*surface area*) kira-kira  $90 - 300 \text{ m}^2$  per  $\text{m}^3$  volume yang ditempatinya.

Permukaan media yang kasar (seperti pada batuan *vulkanik basalt*) pada tahap permulaan setidaknya biasa menyediakan area yang lebih besar. Selanjutnya selaput atau film bakteri yang tumbuh pada media *filter* tersebut dengan cepat menutup lubang-lubang yang lebih kecil pada permukaan media (batu) yang kasar tadi. Total permukaan *filter* sepertinya menjadi kurang penting untuk pengolahan daripada kemampuan fisiknya untuk menahan partikel padat bakteri tersebut.

Selaput bakteri harus diambil bila sudah terlalu tebal. Pengambilan bisa dilakukan dengan mengguyur balik air limbah atau dengan mengangkat massa *filter* yang dibersihkan di luar reaktor. Namun *filter* anaerob sangat dapat diandalkan dan kuat. Penurunan efisiensi pengolahan merupakan indikator penyumbatan pada beberapa bagian. Penyumbatan terjadi ketika limbah cair mengalir hanya melalui beberapa pori yang terbuka, akibatnya aliran kecepatan tinggi akan menghanyutkan bakteri. Hasil akhir adalah penurunan waktu pembusukan dengan sedikit rongga yang terbuka.

Pengolahan dengan menggunakan anaerobik *filter* yang dioperasikan dengan baik bisa menurunkan nilai BOD antara 70% - 90%. Kualitas ini sesuai untuk limbah cair domestik dan semua limbah cair industri yang memiliki kandungan padatan tersuspensi (TSS) yang rendah.

*Filter* anaerob bisa dioperasikan sebagai sistem aliran kebawah ataupun aliran keatas. Sistem aliran keatas biasanya lebih disukai karena resiko bakteri yang masih aktif hanyut lebih sedikit. Disisi lain, pembilasan *filter* untuk membersihkannya lebih mudah dengan sistem aliran kebawah. Kombinasi ruang aliran keatas dan aliran kebawah juga dimungkinkan. Kriteria penting dalam desain adalah distribusi limbah cair pada area *filter*.

Lubang aliran kebawah dengan lebar penuh lebih disukai daripada pipa aliran kebawah. Ruang *filter* sebaiknya tidak lebih panjang daripada kedalaman air. Untuk struktur yang lebih kecil dan sederhana, massa *filter* terdiri atas batu *volkanik basalt* (diameter 5 sampai 15 cm) atau batu kali (diameter 5 sampai 10 cm) yang diletakkan pada pelat beton berlubang. *Filter* dimulai dengan lapisan batuan besar pada bagian bawah. Pelat tersebut bertumpu pada balok kurang lebih 50 – 60 cm diatas dasar bak yang paralel dengan arah aliran. Pipa berdiameter setidaknya 15 cm atau lebih besar dari lubang kebawah memungkinkan pengambilan lumpur pada bagian dasar dengan bantuan pompa dari atas. Bila bak pengurasan lumpur ditempatkan disamping *filter*, mungkin lumpur bisa diambil dengan pipa tekanan hidrolik.

HRT (*hydraulic retention time*) pada anaerobik *filter* berkisar antara 1 – 2 hari (24 – 18 jam). Angka ini merupakan patokan umum mengingat proses degradasi pada proses anaerobik lebih lambat dibanding proses aerobik. Pada tahap permulaan penerapan anaerobik *filter*. Karena proses pengolahan tergantung dari surplus massa bakteri aktif, lumpur aktif (misalnya dari *septic tank*) sebaiknya disemprotkan pada bahan *filter* sebelum penerapan anaerobik *filter*

dimulai. Bila memungkinkan, pelaksanaan dimulai dengan seperempat aliran harian, baru kemudian batas aliran ditingkatkan secara perlahan selama tiga bulan. Dalam prakteknya, kemungkinan besar sistem tersebut baru berfungsi secara optimal antara enam sampai sembilan bulan kemudian.

### **3.10 Biogas**

*Biogas* adalah suatu yang agak lebih ringan daripada udara dan memiliki temperatur pembakaran kira-kira 700 °C yang dihasilkan dari fermentasi kotoran. *Biogas* terdiri dari gas metana (CH<sub>4</sub>) 60%, gas asam arang (CO<sub>2</sub>) 40%, dan juga mengandung sebagian kecil zat lainnya seperti amoniak (NH<sub>3</sub>), belerang dioksida (SO<sub>2</sub>) dan Hidrogen (H<sub>2</sub>) yang mencapai 1%. (Sasse, 1988). Dapat dilihat pada tabel 3.3.

*Biogas* diproduksi ketika bakteri tertentu menguraikan zat (substrat) organik dalam suatu proses anaerob (proses penguraian zat organik yang tidak memerlukan oksigen). Proses ini lebih dikenal dengan proses penguraian anaerobik. Proses penguraian anaerobik sangat efektif untuk menguraikan bahan organik.

*Biogas* sangat bermanfaat dalam pengelolaan limbah domestik, rumah tangga maupun limbah padat dari kotoran hewan suatu peternakan dan juga menghasilkan suatu sumber energi yang dapat diperbaharui, yaitu gas metana (CH<sub>4</sub>). (Sasse, 1988).

Air dan bahan organik yang terkandung dalam tinja akan mempengaruhi jumlah produksi gas. Semakin banyak bahan organiknya maka semakin banyak

pula gas yang akan dihasilkan karena bakteri akan banyak mengubah bahan organik menjadi *biogas*.

Menurut Hadi dan Kadarwati dalam Junus, M, gas bio mempunyai nilai kalori antara 5500-6000 kcal/m<sup>3</sup>. selanjutnya bahwa dijelaskan setiap 1 m<sup>3</sup> gas bio equivalent dengan lampu 60 Watt yang menyala 6-7 jam. Jadi gas bio mempunyai potensi yang besar untuk menggantikan energi lain. Sifat penyusun *biogas* tidak sama, sehingga pada saat mengalami pembakaran akan menampilkan beberapa karakteristik tertentu.

**Tabel 3.2** Kandungan Biogas

No	Jenis gas	Rumus Kimia	Presentase		
			Hadi (1981)	Uli et al (1989)	Widarto (1997)
1	Methana	(CH <sub>4</sub> )	54% - 70%	40% - 70%	54% - 70%
2	Karbon dioksida	(CO <sub>2</sub> )	27% - 35%	30% - 60%	27% - 45%
3	Nitrogen	(N <sub>2</sub> )	0,5% - 2%		3% - 5%
4	Karbon monoksida	(CO)	0,10%		0.1%
5	Oksigen	(O <sub>2</sub> )	0,10%		0.1%
6	Hidrogen sulfide	(H <sub>2</sub> S)	Kecil	0% - 3%	sedikit
7	Hidrogen	(H <sub>2</sub> )	Kecil	0% - 1%	
8	Gas lain		Kecil	1% - 5%	

Sumber : Junus M.

Kandungan gas metan tergantung pada temperatur penguraian. Temperatur penguraian yang rendah memberikan kandungan gas metan yang tinggi, tapi sedikit gas yang dihasilkan kemudian. Kandungan gas metan tergantung pada bahan makanannya. Beberapa nilai khusus adalah sebagai berikut :

Pupuk hewan ternak	65%
Pupuk kotoran unggas	60%
Pupuk kotoran babi	67%
Pupuk dari sampah pekarangan pertanian	55%

Jerami	59%
Rumput	70%
Daun-daunan	58%
Sampah dapur	50%
Alga	63%
Kiapu ( <i>water hyacinths</i> ) (Sasse, 2002)	52%

**Tabel 3.3** Jumlah Produksi Gas Bio

Jenis ternak dan manusia	Produksi	
	Kotoran (Kg)	Gas bio (lt/kg)
Sapi	15	40
Kerbau	20	40
Babi	2	70
Ayam	0,15	60
Kambing	5	50
Itik	0,15	50
Merpati	0,05	50
Kuda	15	40
Unta	20	30
Gajah	40	20
Manusia	0,4	70

Sumber : Junus M

**Tabel 3.5** Produksi gas bio dan *retention time* (lama cerna) kotoran ternak dalam reaktor biogas

Jenis kotoran ternak	Lama cerna (hari)	Produksi gas bio (%)
Sapi	60 - 80	100
Babi	40 - 60	200
Ayam	80	200
Kambing/ domba	80 - 100	80
Manusia	25 - 30	

Sumber : Junus M.

Air dan bahan organik yang terkandung dalam tinja akan mempengaruhi jumlah produksi gas, semakin banyak bahan organiknya maka semakin banyak pula gas yang bisa dihasilkan karena bakteri akan banyak mengubah bahan

organik menjadi biogas, pada tabel 3.5 berikut dapat dilihat persentase kandungan air dan bahan kering dari berbagai kotoran ternak.

**Tabel 3.5** Persentase kandungan air dan bahan kering

No	Penghasil Tinja	Kandungan	
		Bahan Kering (%)	Air (%)
1	Sapi	80	20
2	Kerbau	83	17
3	Kambing/ Domba	74	26
4	Babi	62	38
5	Ayam	72	28
6	Manusia	80	20

Sumber : Junus M.

### 3.10.1 Proses Penguraian

*Biogas* dihasilkan oleh bakteri *putrefaktive*, yang memecahkan bahan organik dibawah kondisi yang membutuhkan sedikit oksigen. Proses tersebut dinamakan “penguraian anaerobik”. Proses penguraian terdiri dari dua fase utama:

- Pembentukan asam
- Pembentukan gas metan

Dalam fase pertama, proteih, karbohidrat dan lemak berubah menjadi asam lemak, asam amino dan lemak. Bentuk gas metan, karbondioksida dan amoniak, dalam fase kedua. *Slury* menjadi sesuatu yang lebih encer selama proses penguraian. Berikut tipe dari penguraian yang berbeda-beda sesuai dengan temperatur dalam digester didalam Sasse, 2002:

- Penguraian *psycrophilic* (10-20°C, waktu retensi lebih dari 100 hari)
- Penguraian *mesophilic* (20-35 °C, waktu retensi lebih dari 20 hari)
- Penguraian *termophilic* (50-60 °C, waktu retensi lebih dari 8 hari)

Penguraian *termophilic* bukan merupakan pilihan yang baik untuk reaktor yang sederhana. pH dari fermentasi *slury* mengindikasikan apakah proses penguraian bekerja tanpa adanya gangguan. pH nya haruslah sekitar 7. ini berarti bahwa *slury* tidak basa maupun asam. *Biogas* pada dasarnya dapat dihasilkan dari bahan organik apapun. Pupuk hewan dapat digunakan sebagai sebuah “permulaan” atau *starter*. Bahan makanan yang mengandung lignin seperti jerami haruslah di pre-kompos dan lebih disukai dicacah sebelum diuraikan. Lebih dari 10 hari pembusukan awal merupakan waktu yang paling baik untuk kiapu (*water hyacinths*). Produksi gas yang terpenting dapat diperbaiki jika waktu pembusukan awal adalah 20 hari.

Ada tiga kelompok mikroba (umumnya bakteri) yang berperan di dalam proses degradasi karbohidrat secara anaerobik sehingga akhirnya menghasilkan metan, yang ketiga-tiganya berlaku secara simbiosis, yaitu :

- a) Kelompok bakteri fermentatif : *Streptococci*, *Bacteroides* dan beberapa jenis *Enterobacteriaaceae*.
- b) Kelompok bakteri asetogenik : *Methanobacillus*, *Desulfobrio* dan sebagainya.
- c) Kelompok bakteri metan : *Methanobacterium*, *Methanobacillus*, *Methanosarcina*, dan *Methanococcus*.

(Suriawiria, 2003)

Walaupun dominasi penuh selama proses fermentasi metan dilakukan oleh *Methanobacterium*, tetapi diantara ke-3 kelompok bakteri tersebut terjadi simbiosis proses yang paling menunjang. Tanpa adanya simbiosis kemungkinan

besar bahwa efektifitas dan efisiensi dengan hasil *biogas* tidak akan terjadi secara baik, walaupun berjalan, persyaratan *biogas* tidak akan dicapai sehubungan dengan bandingan  $\text{CH}_4$  :  $\text{CO}_2$  dalam satu volume harus 65:35. (Suriawiria, 2003).

Untuk memelihara suatu sistem penguraian anaerobik maka kondisi lingkungan bagi bakteri harus stabil dan efisien. Faktor yang mempengaruhi pembentukan *biogas* adalah :

1. Adanya oksigen dan senyawa inhibitor bagi bakteri.

Untuk mempertahankan dan memelihara kondisi demikian reaktor harus tertutup tidak boleh ada oksigen yang masuk. Karena oksigen sebagai inhibitor bagi bakteri anaerobik. Kehadiran logam berat dan sulfida juga akan menghambat pembentukan gas.

2. Kondisi pH

Kondisi pH dalam reaktor *biogas* antara 6,5 - 7,5. bakteri penghasil gas metana tidak bisa bekerja dengan baik dibawah *range* pH tersebut.

3. Kandungan bahan organik.

4. Temperatur

Temperatur adalah parameter yang paling penting, dengan temperatur jumlah maksimum *mesophilik* 39 ke 38 °C (85 ke 100 °F) dan *termophilik* 55 ke 60 °C (131 ke 140°F).

5. Iklim

Reaktor *biogas* paling efektif pada iklim yang hangat yaitu berkisar antara 15-36 °C.

6. Jumlah limbah organik.

Semakin banyak limbah yang dimasukkan maka akan semakin banyak pula *biogas* yang dihasilkan.

(Sasse, 1988).

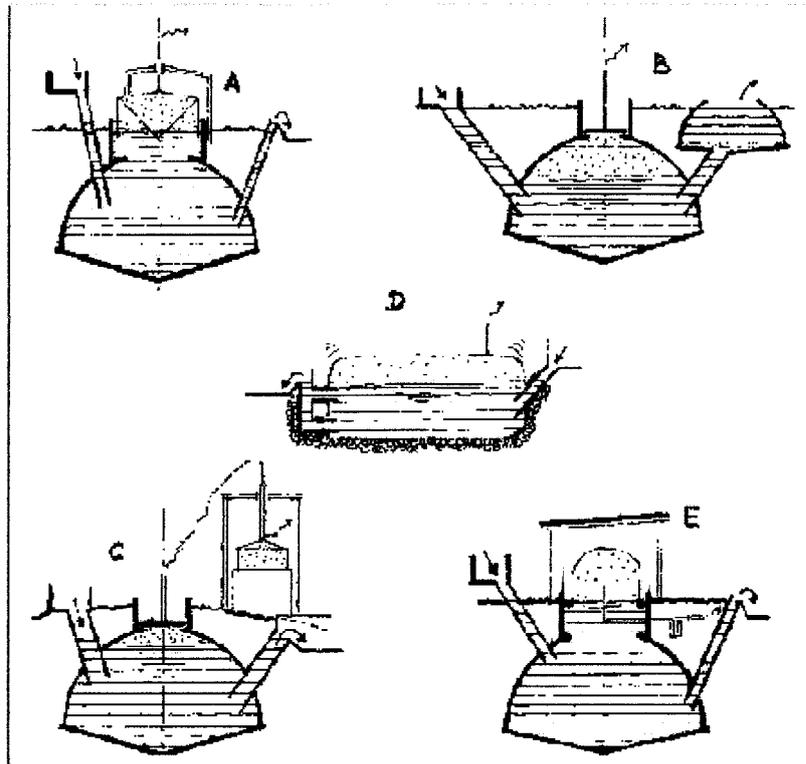
Proses kerja dari Biogas sangatlah sederhana. Pada pengisian bahan baku awal ke dalam tangki pencerna memang membutuhkan tinja yang cukup banyak, pengisian awal tangki pencerna kira-kira membutuhkan tinja sebanyak 40% dari volume total. Untuk itu perlu mengumpulkan tinja terlebih dahulu.

Sebelum digunakan sebaiknya kran gas tidak ditutup, melainkan dihubungkan dengan Manometer air, jika posisi air dalam pipa manometer tidak seimbang berarti gas bio sudah dihasilkan. Substrat yang digunakan sebagai bahan isian pada mulanya mempunyai pH rendah, secara perlahan akan naik setelah gas bio terbentuk.

### **3.10.2 Tipe Reaktor *Biogas***

Tiga tipe utama dari reaktor *biogas* yang sederhana dapat dikemukakan sebagai berikut :

- Reaktor *ballon*
- Reaktor kubah-tertentu (*fixed-dome*)
- Reaktor drum-terapung (*floating-drum*)



**Gambar 3.5:** Reaktor *Biogas* yang Sederhana A. Reaktor *Floating-drum*, B. Reaktor *Fixed-dome*, C. Reaktor *Fixed-dome* dengan tempat penampung gas terpisah (*gas holder*). Tekanan gas dijaga tetap konstan oleh *floating gas folder*. Reaktor (unit) dapat beroperasi sebagai sebuah reaktor tipe aliran *kontinu* dengan tidak ada tangki pengganti. Penggunaan sebuah agitator dianjurkan. D. Reaktor *ballon*, E. *Digester tipe-chanel* dengan folia dan pelindung matahari.

a) Reaktor *Ballon*

Reaktor *ballon* terdiri dari sebuah kantung digester terbuat dari plastik atau karet, dalam bagian atasnya, yang mana tempat gas disimpan. *Inlet* dan *outlet* melekat langsung pada permukaan *ballon*. Ketika ruangan gas penuh, reaktor bekerja seperti reaktor *fixed dome*, yaitu *ballonnya* tidak mengembang; *ballon* tersebut tidak begitu elastis.

Fermentasi *slury* sedikit diaduk oleh pergerakan permukaan *ballon*. Hal ini sangat menguntungkan proses penguraian. Bahkan bahan makanan yang

sulit seperti kiapu, dapat digunakan dalam reaktor *ballon*. Bahan yang telah terbukti sukses digunakan termasuk RMP (*Red Mud Plastic*), *Trevira* dan *Butyl*.

Keuntungan :

- Biaya murah
- Mengurangi transportasi
- Sedikit konstruksi (penting jika tabel air adalah tinggi)
- Temperatur digester yang tinggi
- Tidak perlu pembersihan, pengosongan dan pemeliharaan secara keseluruhan

Kekurangan :

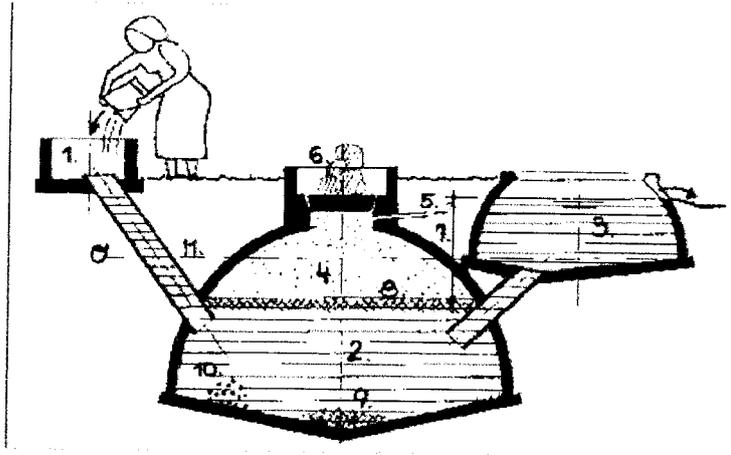
- Masa hidup pendek (sekitar 5 tahun)
- Cepat rusak
- Tidak menciptakan lapangan pekerjaan lokal

Reaktor *ballon* dapat dianjurkan kemanapun permukaan *ballon* tidak seperti akan rusak dan ketika temperatur bahkan tinggi. Salah satu variasi reaktor *ballon* adalah *digester-chanel* dengan folia dan pelindung matahari.

b) *Fixed dome*

Reaktor *fixed-dome* (Gambar 3.7) terdiri dari digester tertutup dengan sebuah ruangan gas yang tidak dapat dipindahkan (digerakkan) tertentu. Gas disimpan dalam bagian atas dari digester. Ketika permukaan produksi gas, *slury* digantikan kedalam tangki pengganti (*compensating tank*). Tekanan gas meningkat dengan volume penyimpanan gas, untuk itu volume digester tidak

boleh melebihi 20 m<sup>3</sup>. jika terdapat sedikit gas dalam penampung, maka tekanan gas rendah.



**Gambar 3.6** : Reaktor *fixed-dome*, 1. Tangki campur dengan pipa inlet, 2. Digester, 3. Tangki pengganti dan removal, 4. Penampung gas, 5. Pipa gas, 6. Lubang palka tempat masuk, dengan lampu gas pelindung dan pemberat, 7. Perbedaan level = tekanan gas dalam cm WC, 8. Buih supernatan : memisahkan dengan bermacam-macam tingkatan, 9. Akumulasi dari lumpur yang tipis, 10. Akumulasi dari pasir halus dan bebatuan, 11. *Zero line* : ketinggian pengisian tanpa tekanan gas.

Dibutuhkan adanya sebuah alat pengatur tekanan atau tempat penampung gas terapung, jika dibutuhkan gas pada tekanan yang konstan (seperti untuk mesin-mesin). Mesin-mesin butuh banyak gas dan untuk itu dibutuhkan tempat penampung gas yang besar. Tekanan gas kemudian menjadi lebih tinggi jika tidak terdapat tempat penampung gas terapung (*Floating-Gasholder*).

Keuntungan :

- Biaya konstruksi murah
- Permanen
- Tidak ada bagian besi yang berkarat, sehingga masa hidup panjang (20 tahun atau lebih)

- Konstruksi dibawah tanah
- Memberikan perlindungan dari musim dingin dan hemat tempat
- Menciptakan lapangan kerja setenpat

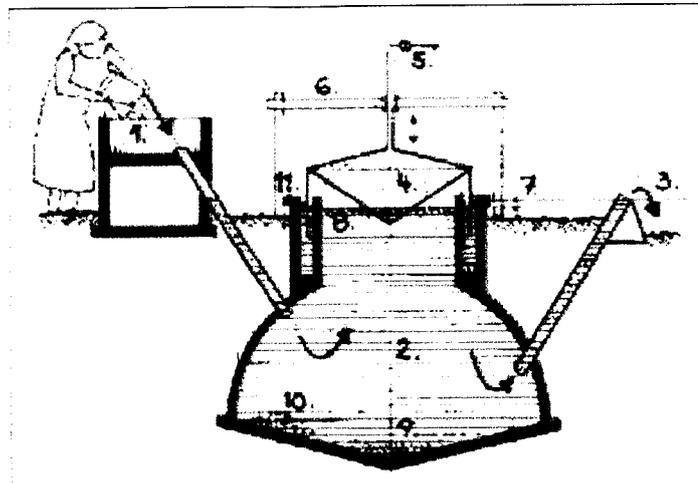
Kekurangan :

- Reaktor sering kali tidak ada lampu gas (merembes dan retak)
- Tekanan gas berubah-ubah, dan seringkali sangat tinggi
- Temperatur digester rendah

Reaktor *Fixed-dome* dapat dianjurkan hanya ketika konstruksinya diawasi oleh teknisi *biogas* yang berpengalaman.

c) Reaktor *Floating-drum*

Reaktor *Floating-drum* (gambar 3.8) terdiri dari sebuah digester dan tempat penampungan gas yang dapat berpindah. Tempat penampung gas terapung baik langsung pada fermentasi *slurry* atau dalam selubung air dari reaktor. Gas terkumpul dalam drum gas, yang dengan demikian timbul. Jika gasnya dikeluarkan, drum gas akan terjatuh kembali. Drum gas mencegah dari kemiringan oleh *guide frame*.



**Gambar 3.7 :** Reaktor *Floating-drum*, 1. Tangki pencampur dengan pipa inlet, 2. Digester, 3. Limbah pada pipa outlet, 4. Tempat penampung gas dengan alat penguat untuk memisahkan buih permukaan, 5. outlet gas dengan keran utama, 6. Buangan *guide drum gas*, 7. Perbedaan level = tekanan gas dalam cm WC, 8. Buih terapung dalam keadaan bahan makanan berserat, 9. Akumulasi dari lapisan lumpur yang tipis, 10. Akumulasi dari pasir dan bebatuan, 11. Selubung air dengan lapisan minyak.

Keuntungan :

- Sederhana
- Pengoperasian mudah dimengerti
- Tekanan gas konstan
- Volume dari penyimpanan gas dapat dilihat secara langsung
- Sedikit sekali terjadi kesalahan dalam konstruksinya.

Kekurangan :

- Biaya konstruksi yang tinggi dari *Floating-drum*
- Banyak bagian berbahan besi, sehingga dapat menjadi korosif
- Masa hidup pendek, sekitar 5 tahun untuk drum
- Biaya pemeliharaan *reguler* untuk pengecatan

Walaupun dengan adanya kekurangan ini, reaktor *Floating-drum* selalu dianjurkan dalam keadaan ragu-ragu (sangsai). Reaktor selubung air (*water-jacket*) dapat dipakai diseluruh dunia dan khususnya mudah untuk pemeliharannya. Drum tidak akan melekat, bahkan jika substrat memiliki kandungan padatan yang tinggi. (Sasse, 1988).

### 3.10.3 Manfaat Biogas

Manfaat biogas :

1. Menciptakan suatu pengelolaan sanitasi yang cukup baik.
2. Menghasilkan suatu produk energi alternatif yang dapat digunakan untuk memasak.
3. Menghasilkan lumpur untuk pemupukan, untuk digunakan pada pertanian.

Berikut ini merupakan uraian penjelasan lebih lanjut mengenai manfaat dari biogas.

1. Manfaat pada sistem sanitasi.
  - Berhubungan dengan kesehatan, dapat mengurangi penyakit menular yang berasal dari tinja manusia, seperti kolera, diare dan penyakit lain akibat dari pencemaran tanah.
  - 99% dari bakteri berbahaya (*phatogens*) terhadap manusia akan mati dalam proses pembentukan *biogas*.
  - Secara umum kualitas lingkungan pada daerah peternakan dapat ditingkatkan, karena kotoran hewan secara sistematis dikumpulkan dan diproses.

## 2. Manfaat sebagai energi alternatif

- Menyediakan gas secara gratis yang dapat digunakan untuk memasak.
- Kondisi-kondisi sosial masyarakat pada negara berkembang dapat ditingkatkan dalam wujud pemanfaatan waktu yang lebih efisien dalam mencari kebutuhan energi untuk memasak seperti mengumpulkan kayu bakar yang lebih banyak memakan waktu.

## 3. Manfaat sebagai bahan bakar

- *Biogas* menghasilkan asap yang cukup bersih. Ketika *biogas* terbakar, tidak menimbulkan asap dan jelaga sehingga dinding dapur tetap bersih dan panci mudah dibersihkan karena tidak terlalu kotor. Kesehatan bagi orang memasak juga lebih terjamin karena tidak adanya asap dan jelaga.
- *Biogas* menghasilkan panas yang efektif. Dalam sebulan, *biogas* yang dihasilkan sebanyak 2m<sup>3</sup> sebanding dengan 26 kg LPG, 37 liter paraffin, 88 kg batubara dan 210 kg arang kayu.
- Biogas lebih murah dari LPG dan penggunaannya sangat efektif untuk daerah pedesaan pada suatu negara.

## 4. Manfaat lumpur dari reaktor *biogas* untuk bahan *fertilizer*.

- Lumpur *fertilizer* yang dihasilkan sangat mudah diserap oleh tanah.
- Lumpur yang dikeringkan dapat dijadikan pupuk untuk perkebunan dan pertanian.

### **3.11 Parameter Yang Akan di Teliti**

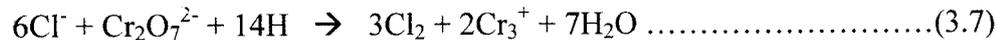
#### **3.11.1 *Chemical Oxygen Demand (COD)***

*Chemical Oxygen Demand (COD)* atau kebutuhan oksigen kimiawi yaitu jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang ada didalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia, atau banyaknya oksigen-oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O. pada reaksi oksigen ini hampir semua zat yaitu sekitar 85% dapat teroksidasi menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O dalam suasana asam, sedangkan penguraian secara biologi (BOD) tidak semua zat organik dapat terurai oleh bakteri (Srikandi Fardiaz, 1976).

COD ini secara khusus bernilai apabila BOD tidak dapat ditentukan karena terdapat bahan-bahan beracun. Waktu pengukurannya juga relatif lebih singkat dibandingkan pengukuran BOD. Namun demikian bahwa BOD dan COD tidak menentukan hal yang sama dan karena itu nilai-nilai secara langsung COD tidak dapat dikaitkan dengan BOD. Hasil pengukuran COD tidak dapat membedakan antara zat organik yang stabil dan yang tidak stabil. COD tidak dapat menjadi petunjuk tentang dimana bahan-bahan secara biologis dapat diseimbangkan. Namun untuk semua tujuan yang praktis COD dapat dengan cepat sekali memberikan perkiraan yang teliti tentang zat-zat yang dapat dioksidasi dengan sempurna secara kimia (Mahida, 1984).

Angka COD merupakan ukuran bagi pencemar air oleh zat-zat organis yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air. (G. Alerts, 1984).

*Chemical Oxygen Demand* atau kebutuhan oksigen kimia adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang di dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia. Dalam hal ini bahan buangan organik akan dioksidasi oleh *kalium bicrhomat* menjadi gas CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O serta sejumlah ion *Crhom*. *Kalium Bicrhomat* atau K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> digunakan sebagai sumber oksigen (*oxidizing agent*). Reaksi tersebut perlu pemanasan dan juga penambahan katalisator perak sulfat (Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) untuk mempercepat reaksi. Apabila dalam bahan buangan organik diperkirakan ada unsur *Chlorida* yang dapat mengganggu reaksi maka perlu ditambahkan merkuri sulfat untuk menghilangkan gangguan tersebut. *Chlorida* dapat mengganggu karena dapat ikut teroksidasi oleh *kalium bikromat* sesuai dengan reaksi berikut ini :



Apabila dalam larutan air lingkungan terdapat *Chlorida*, maka oksigen yang diperlukan pada reaksi tersebut tidak menggambarkan reaksi sebenarnya. Seberapa jauh tingkat pencemaran oleh bahan buangan organik tidak dapat diketahui secara benar. Warna larutan air lingkungan yang mengandung bahan buangan organik sebelum reaksi oksidasi adalah kuning. Setelah reaksi oksidasi selesai maka akan berubah menjadi hijau. Jumlah oksigen yang diperlukan untuk reaksi terhadap bahan buangan organik sama dengan jumlah *kalium bicrhomat* yang dipakai pada reaksi tersebut diatas. Makin banyak *kalium bicrhomat* yang dipakai pada reaksi oksidasi, berarti makin banyak oksigen yang diperlukan. Ini berarti bahwa air lingkungan makin banyak tercemar oleh bahan buangan organik,

dengan demikian maka seberapa jauh tingkat pencemaran air lingkungan dapat diketahui.

Keuntungan tes COD dibandingkan tes BOD :

1. Analisa COD hanya memerlukan waktu 3 jam, sedangkan analisa BOD memerlukan waktu 5 hari.
2. Gangguan dari zat yang bersifat racun terhadap mikroorganisme (seperti Cr, Hg, CN<sup>-</sup>) pada tes BOD tidak menjadi soal pada tes COD.
3. Tes COD lebih teliti dari pada tes BOD

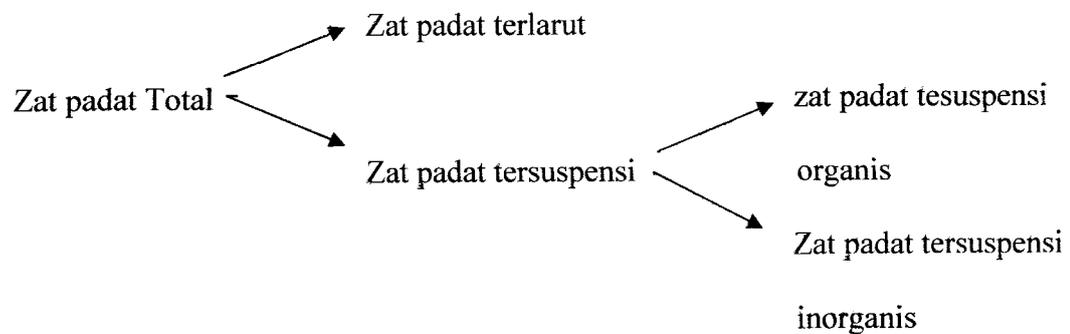
### **3.11.2 Total Suspended Solid (TSS)**

TSS (*Total Suspended Solid*) adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat langsung mengendap, terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen, misalnya tanah liat, bahan-bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme, dan sebagainya. Misalnya, air permukaan mengandung tanah liat dalam bentuk suspensi yang dapat bertahan sampai berbulan-bulan, kecuali jika keseimbangannya terganggu oleh zat-zat lain, sehingga mengakibatkan terjadinya penggumpalan yang kemudian diikuti dengan pengendapan. (Srikandi Fardiaz, 1992).

Kekeruhan air disebabkan oleh zat padat yang tersuspensi, baik yang bersifat anorganik maupun yang organik. Zat anorganik, biasanya berasal dari lapukan batuan dan logam, sedangkan yang organik dapat berasal dari lapukan tanaman atau hewan. Zat organik dapat menjadi makanan bakteri, sehingga mendukung perkembangbiakannya. Jumlah padatan tersuspensi dalam air dapat diukur dengan

Turbidimeter. Seperti halnya padatan terendap, padatan tersuspensi akan mengurangi penetrasi sinar matahari ke dalam air sehingga akan mempengaruhi regenerasi oksigen serta fotosintesis. (Slamet, 2002).

Dalam metode analisa zat padat, pengertian zat padat total adalah semua zat-zat yang tersisa sebagai residu dalam suatu bejana, bila sampel air dalam bejana tersebut dikeringkan pada suhu tertentu. Zat padat total terdiri dari zat padat terlarut dan zat padat tersuspensi yang dapat bersifat organis dan inorganis seperti dijelaskan pada skema di bawah ini :



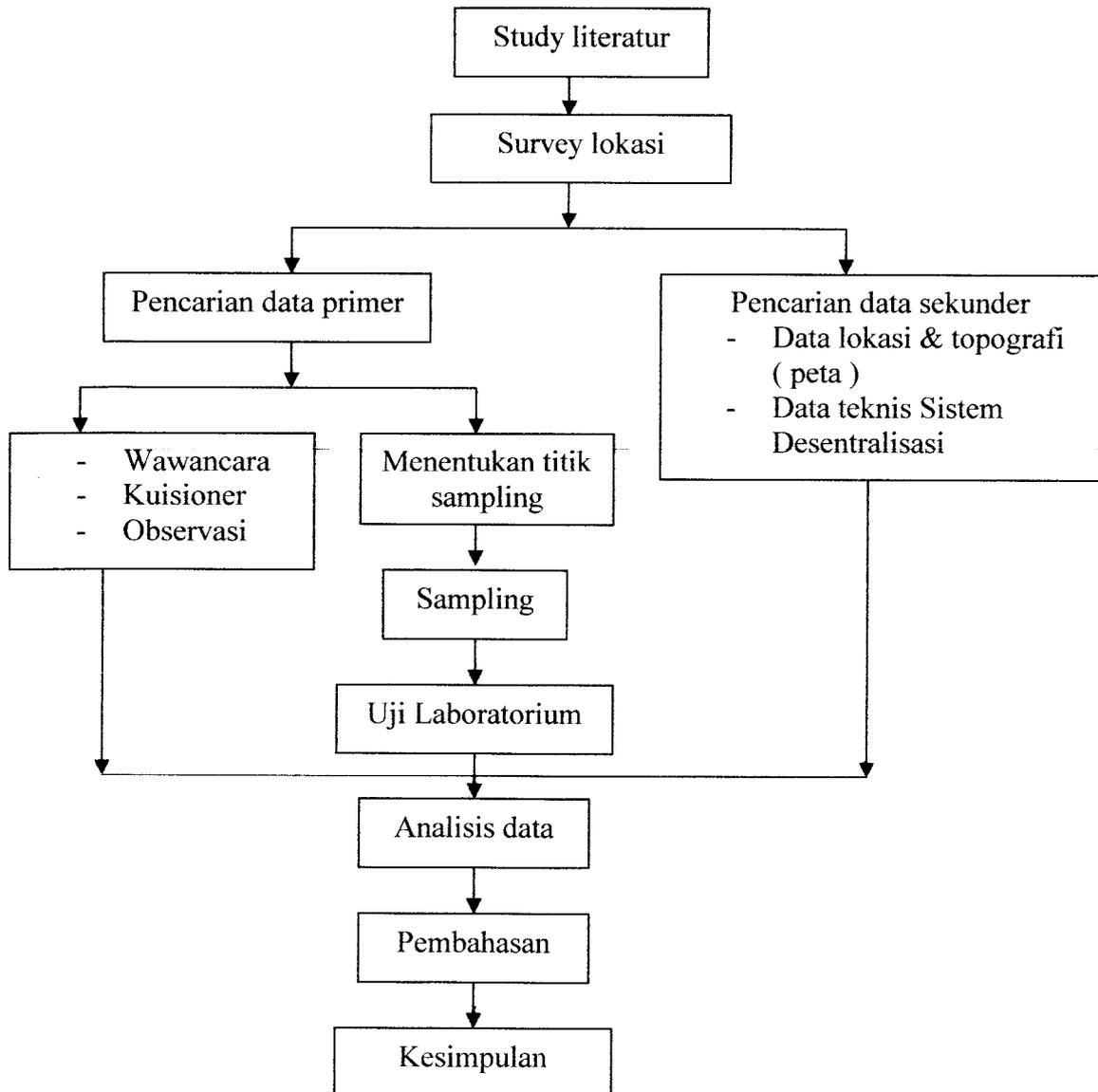
*Sumber : Metode Penelitian Air*

Zat padat tersuspensi sendiri dapat diklasifikasikan sekali lagi menjadi antara lain zat padat terapung yang selalu bersifat organis dan zat padat terendap yang dapat bersifat organis dan inorganis. Zat padat terendap adalah zat padat dalam suspensi yang dalam keadaan tenang dapat mengendap setelah waktu tertentu karena pengaruh gaya beratnya. (Alaerts, 1984).

**BAB IV**  
**METODOLOGI PENELITIAN**

**4.1 Langkah-langkah Penelitian**

Dalam penelitian ini memiliki beberapa tahapan-tahapan penelitian seperti dijelaskan dalam alur penelitian dibawah ini :



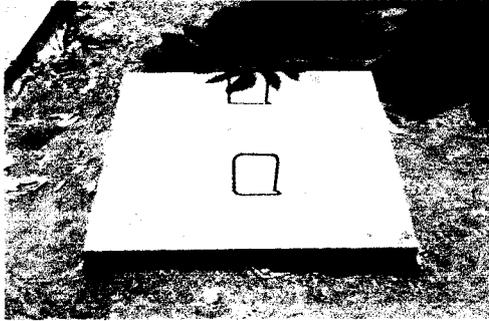
**Diagram 4.1** Diagram Alir Penelitian

## 4.2 Lokasi Penelitian

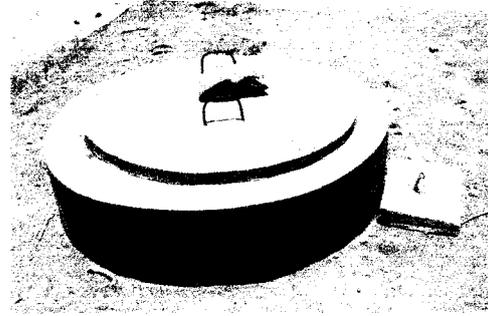
Lokasi pengambilan sampel IPAL komunal terletak di daerah Jetis Pasiraman JT II RW 08/RT 37, Kelurahan Cokrodiningratan, Kecamatan Jetis, Yogyakarta. Jenis sampel terdiri dari sampel limbah dan sampel kuisisioner. Untuk pengambilan sampel air limbah pada IPAL Komunal berbentuk empat persegi panjang dengan ukuran panjang total 19 m, lebar bak 3 m dan tinggi 3 m. Untuk penelitian sampel air limbah direncanakan dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.



**Gambar 4.1 lokasi IPAL**



**Gambar 4.2** Inlet Tinja



**Gambar 4.3** Reaktor Biogas



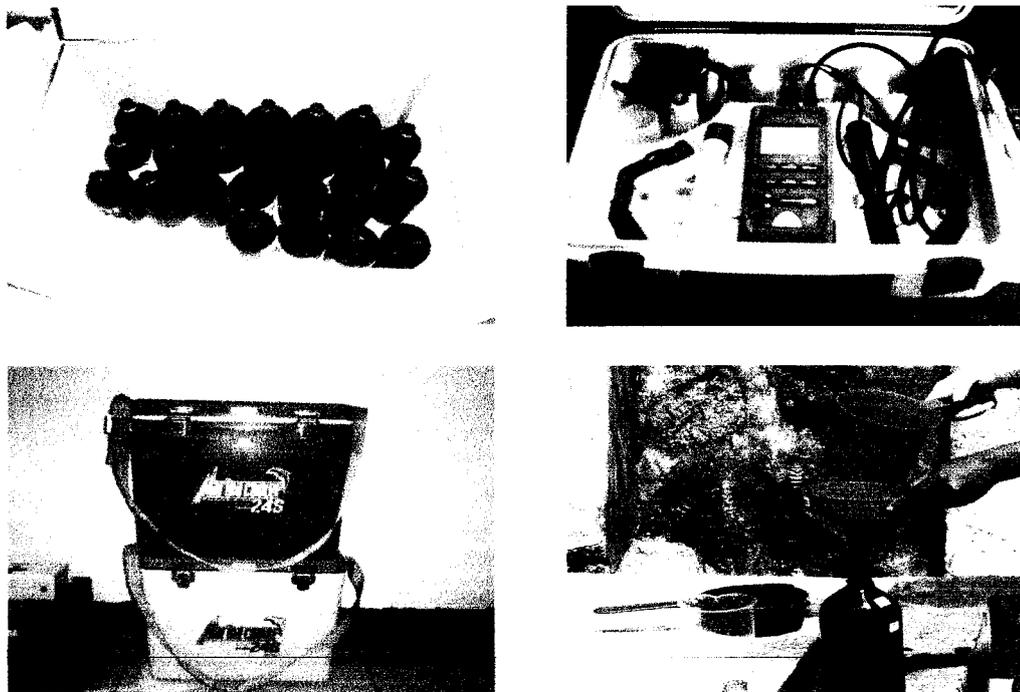
**Gambar 4.5** Outlet

### **4.3 Metode Sampling**

#### **4.3.1 Sampel berupa air limbah**

Pengambilan sampel berupa studi lapangan dilakukan pada hari jumat tanggal 16 februari 2007 pukul 07.00 sampai hari sabtu, 17 februari 2007 pukul 06.00 WIB. Dimulai dari inlet sampai outlet sebanyak 24 kali selama 24 jam berturut-turut dengan *range* waktu 1 jam secara bersamaan antara inlet dan outlet. Mengenai gambaran titik inlet dan outlet dapat dilihat pada gambar 4.2. Pengambilan menggunakan botol berwarna coklat gelap dengan volume 100 ml, *bekker glass* 500 ml untuk analisis parameter kimia air buangan domestik. Untuk lebih jelasnya mengenai alat-alat untuk

pengambilan sampel dapat dilihat pada gambar 4.3. Untuk analisis sampel direncanakan dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan, Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.



**Gambar 4.6** Alat-alat yang Digunakan Dalam Pengambilan Sampel

#### **4.3.2 Sampel Kuisioner**

Teknik pengambilan sample kuisioner yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengambilan sample dengan metode sensus, yaitu teknik pengambilan sample yang dilakukan dengan terjun langsung mewawancarai sambil mengisi kuisioner kepada setiap kepala keluarga yang menggunakan fsilitas IPAL Komunal di Jetis Pasiraman JT II RW 07/RT 37, Kelurahan Cokrodingratan, Kecamatan Jetis, Yogyakarta.

#### 4.4 Variabel Penelitian

Variabel air limbah domestik seperti COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) dalam septik tank, Debit air limbah dalam *sewer*, temperatur, pH serta variabel dari data kuisioner.

#### 4.5 Metode Analisis

Prosedur Pengerjaan mengacu pada *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, edisi 20. Untuk pemeriksaan COD menggunakan *Closed reflux secara spectrofotometric Method* dan pemeriksaan TSS menggunakan *Gravimetric Method*.

Untuk pemeriksaan COD diperoleh melalui proses analisa laboratorium dengan metode titimetri, yaitu dengan titrasi menggunakan larutan FAS yang diencerkan 250 ml dengan aquadest. Sebelum dititrasi sampel diencerkan 5 x, dimasukkan dalam tabung reaksi, kemudian di tambah 1,5 ml larutan pencerna  $K_2Cr_2O_7$  dan 3,5 ml larutan  $AgSO_4$ , setelah itu dimasukkan termoreaksi dengan suhu  $148\text{ }^{\circ}C$  selama 2 jam. Setelah 2 jam kemudian didinginkan, setelah dingin baru dititrasi.

Sedangkan untuk menganalisa kadar TSS pada air limbah domestik dengan metode gravimetri, maka dilakukan penyaringan air limbah dengan menggunakan kertas saring (*filter paper*) *whatman* dengan diameter 125 mm nomor 1. Sebelum disaring dengan kertas saring, air limbah disaring dahulu pakai kain saring, setelah itu diambil 50ml dengan menggunakan gelas ukur. Setelah disaring kertas saring

dioven dengan suhu 115 °C selama 4 jam kemudian dimasukkan desikator, setelah dingin lalu ditimbang.

#### **4.5.1. Analisis Laboratorium**

1. COD : SK SNI M-70-1990-03
2. TSS : SNI 06 - 6989.3 – 2004

#### **4.5.2. Analisis Data Kuisisioner**

Analisis ini bersifat uraian atau penjelasan dengan membuat tabel-tabel, mengelompokan, menganalisis data berdasarkan pada hasil jawaban kuisisioner yang diperoleh dari tanggapan responden dengan menggunakan tabulasi data.

## **BAB V**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 Analisis Data**

##### **5.1.1 Data Primer (wawancara, kuisisioner, observasi)**

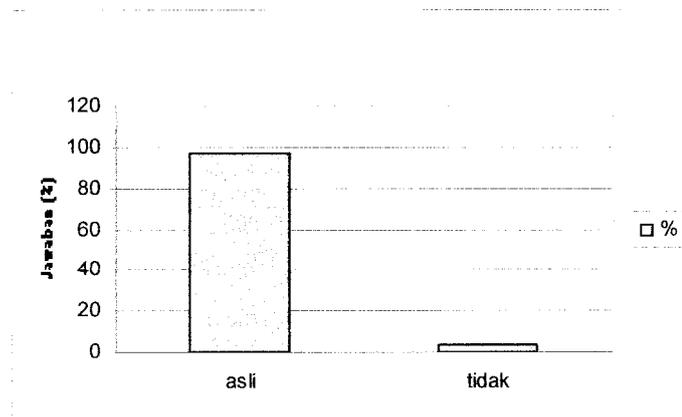
Berdasarkan langkah penelitian yang telah disusun pada BAB IV di atas, dimana pada tahap *survey* lokasi yang meliputi pencarian data primer dan data sekunder, telah didapatkan suatu hasil yang berupa jawaban kuisisioner dari masyarakat. Jawaban meliputi kategori berupa biodata penduduk, tingkat sosial ekonomi, pendidikan terakhir, status rumah dan fasilitasnya, fasilitas umum yang ada, jenis, bentuk, sifat limbah yang dibuang dari rumah, persepsi/tanggapan masyarakat tentang adanya IPAL komunal di daerah tersebut, tanggapan masyarakat tentang pemeliharaan dari sistem pengelolaan air limbah komunal tersebut, kemudian yang terakhir adalah harapan masyarakat kedepannya tentang adanya penerapan sistem pengelolaan air limbah di daerah tersebut.

Data yang telah dikumpulkan, untuk keperluan laporan dan atau analisis selanjutnya, perlu diatur, disusun, dan disajikan dalam bentuk deskriptif atau gambaran yang jelas dan baik. Dalam analisis data kali ini yang akan digunakan adalah analisa deskriptif yang mana secara garis besarnya penyajian data dengan menggunakan tabel dan gambar.

### 5.1.1.1 Data penduduk

#### 1. Status kependudukan

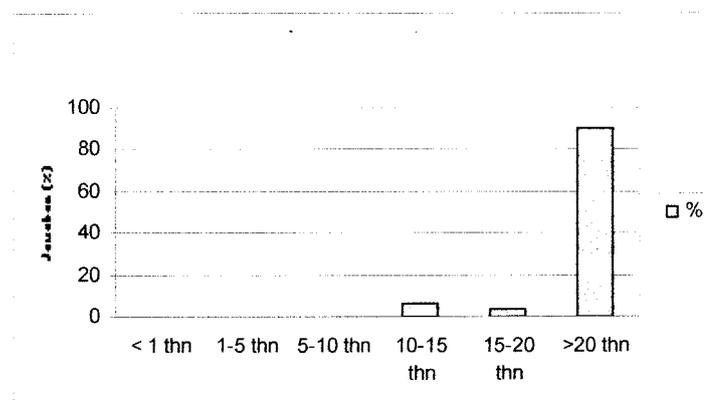
Status kependudukan disini menggambarkan mengenai penduduk asli atau dari luar daerah yang menempati area tersebut. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 5.1, dan tabel 5.1 pada lampiran.



**Gambar 5.1** Status Kependudukan Warga Setempat

#### 2. Lama menetap

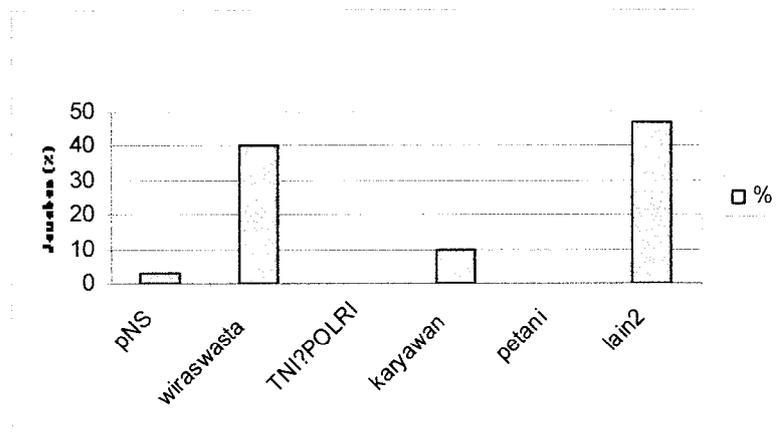
Disini akan digambarkan mengenai rata-rata lama tinggal masyarakat di daerah tersebut. Untuk lebih jelasnya terdapat pada gambar 5.2, dan untuk tabel 5.2 pada lampiran



**Gambar 5.2** Lama Menetap Warga di Kampung Jetis Pasiraman

### 5.1.1.2 Tingkat Sosial Ekonomi

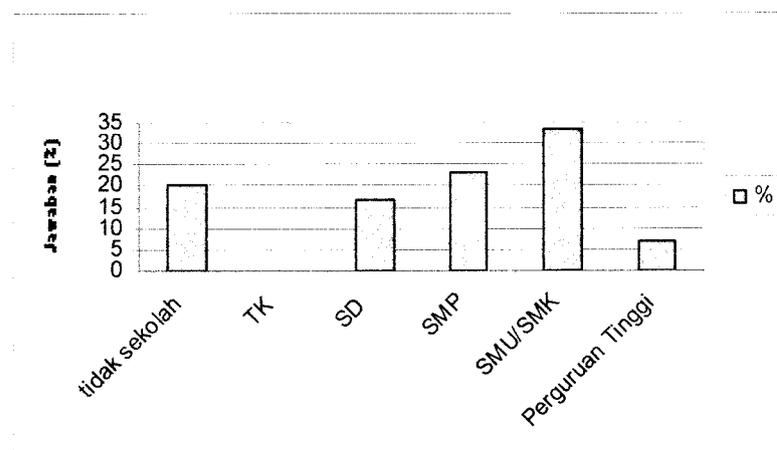
Pada sub bab ini akan digambarkan tentang tingkat pekerjaan masyarakat setiap harinya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.3 di lampiran dan gambar 5.3 dibawah ini.



**Gambar 5.3** Tingkat Sosial Ekonomi Warga Jetis Pasiraman

### 5.1.1.3 Tingkat pendidikan masyarakat

Berikut akan digambarkan mengenai rata-rata tingkat pendidikan yang telah dikenyam oleh masyarakat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.4 di lampiran dan gambar 5.4 dibawah ini.

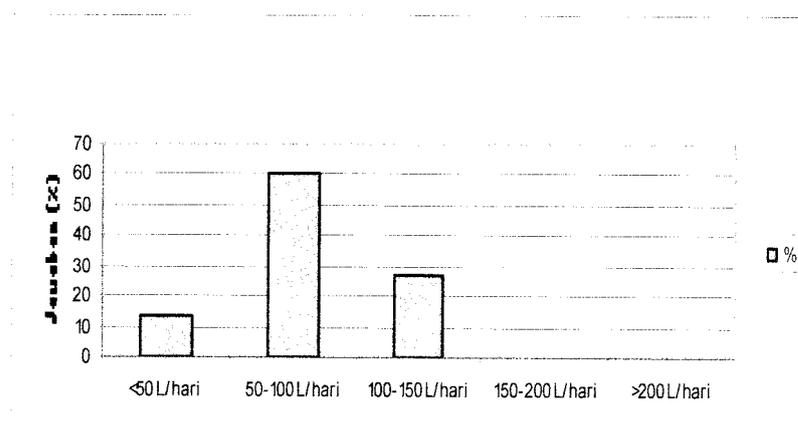


**Gambar 5.4** Tingkat Pendidikan Warga Jetis Pasiraman

#### 5.1.1.4 Status rumah dan kepemilikannya

##### 1. Pemakaian air minum/ air bersih

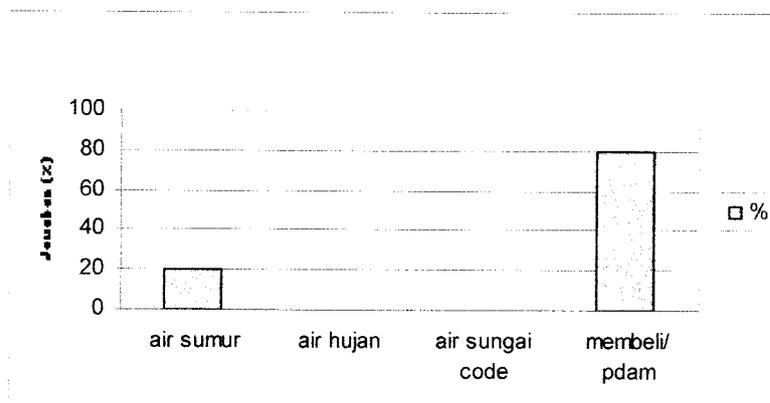
Menggambarkan tentang pemakaian air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.5 di lampiran dan gambar 5.5 dibawah ini



**Gambar 5.5** Pemakaian Air Bersih Warga Jetis Pasiraman

##### 2. Sumber air minum/air bersih

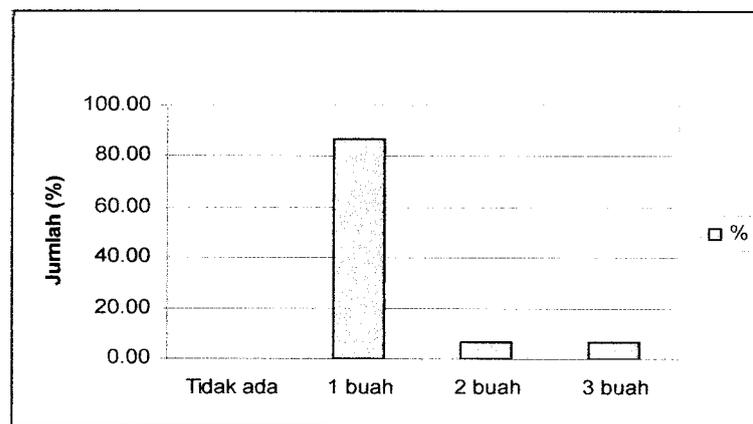
Gambaran tentang rata-rata air yang digunakan oleh masyarakat berasal dari mana. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.6 di lampiran dan gambar 5.6 dibawah ini.



**Gambar 5.6** Sumber Air Bersih Warga Jetis Pasiraman

### 5.1.1.5 Fasilitas umum

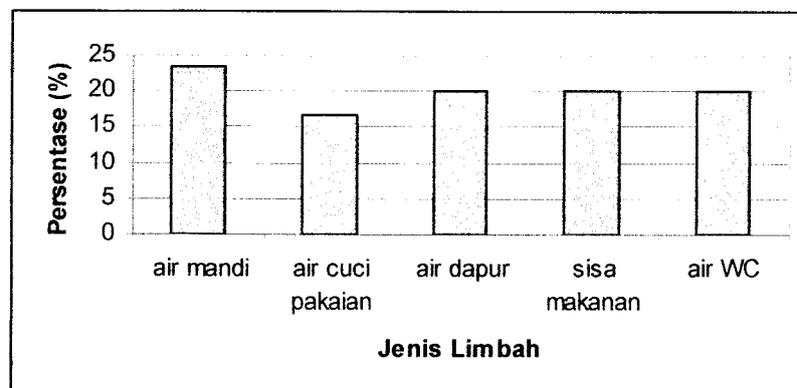
Menerangkan tentang gambaran jumlah MCK umum yang digunakan oleh warga khususnya bagi warga yang tidak mempunyai kamar mandi sendiri setiap harinya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.7 di lampiran dan gambar 5.7 dibawah ini.



**Gambar 5.7** Jumlah MCK Tiap Rumah Warga Jetis Pasiraman

### 5.1.1.6 Jenis, bentuk, sifat limbah yang dibuang dari rumah

Dalam hal ini akan digambarkan mengenai jenis air limbah yang sering dihasilkan oleh warga. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.8 di lampiran dan gambar 5.8 dibawah ini.



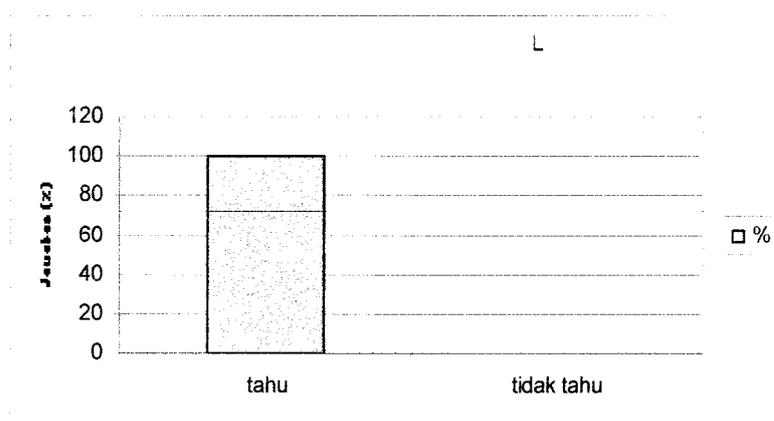
**Gambar 5.8** Jenis, Bentuk, Sifat Limbah yang Dibuang Dari Rumah ke IPAL

### 5.1.1.7 Tanggapan masyarakat tentang adanya sistem pengelolaan air limbah domestik secara komunal di Jetis Pasiraman, Jogjakarta.

Mengenai tanggapan warga tentang adanya sistem pengelolaan air limbah domestik secara terdesentralisasi (*on site/komunal*) dengan menggunakan IPAL komunal di daerah Jetis Pasiraman dikategorikan kedalam hal-hal sebagai berikut:

1. Besarnya pengetahuan warga tentang keberadaan IPAL komunal tersebut.

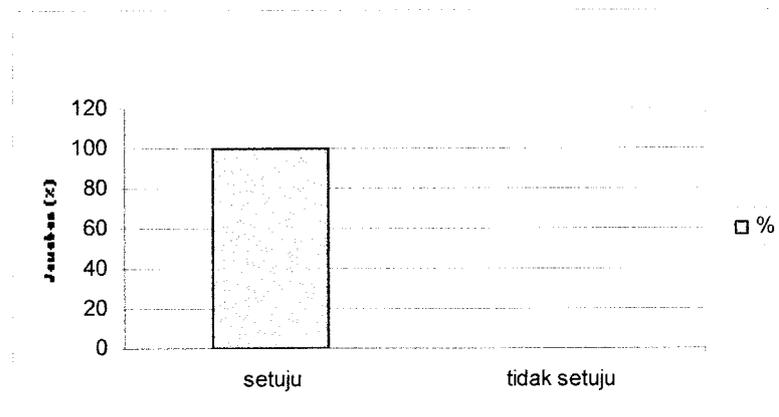
Dalam hal ini akan digambarkan mengenai jumlah masyarakat yang menjawab Ya dan Tidak mengenai seberapa besar pengetahuan warga tentang adanya IPAL komunal. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.9 di lampiran dan gambar 5.9 dibawah ini :



**Gambar 5.9** Pengetahuan Warga Tentang Keberadaan IPAL

2. Besarnya tanggapan warga tentang adanya IPAL komunal :

Dalam sub bab ini menggambarkan besarnya jawaban setuju dan tidak setuju mengenai tanggapan warga dengan dibangunnya IPAL komunal. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.10 di lampiran dan gambar 5.10 dibawah ini.

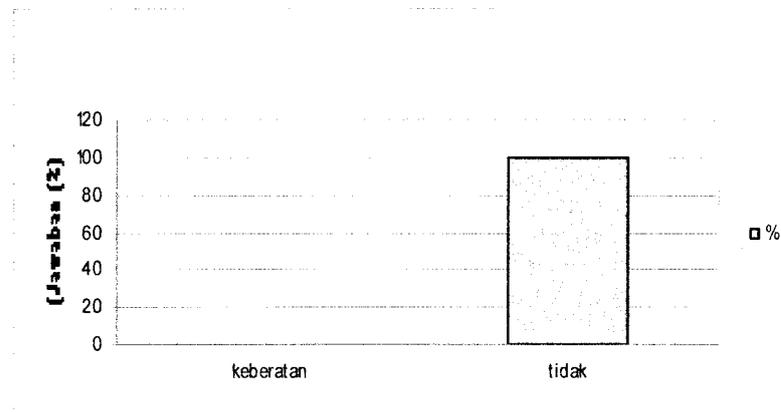


**Gambar 5.10** Tanggapan Warga Tentang Adanya IPAL

3. Kesadaran warga tentang biaya yang dikeluarkan per bulan

Sehubungan dengan dibangunnya IPAL Komunal di daerah Jetis Pasiraman RW 08/RT 37 Cokrodiningratan kecamatan Jetis, Jogjakarta guna mengatasi masalah pencemaran sungai Code oleh KPDL dan LPTP DEWATS, maka untuk kelanjutan pemeliharannya diserahkan pada masyarakat Jetis Pasiraman. Untuk merealisasikan hal tersebut masyarakat membentuk sebuah panitia kepengurusan dan juga memerlukan dana untuk pemeliharaan.

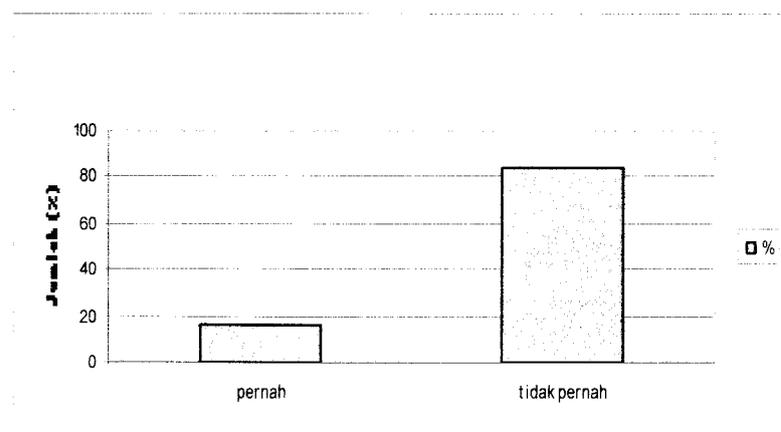
Berdasarkan hal diatas, maka masyarakat setelah melakukan musyawarah warga, ditetapkan setiap bulan warga akan ditarik dana pemeliharaan sebesar Rp.1000,- /bulan tiap kk. Berikut ini adalah gambaran tentang seberapa besar tingkat kesadaran warga sehubungan dengan iuran tersebut. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.11 di lampiran dan gambar 5.11 dibawah ini.



**Gambar 5.11** Kesadaran Warga Tentang Biaya Perawatan IPAL

4. Potensi masalah yang timbul selama adanya IPAL komunal :

Menurut pendapat dan pengamatan warga sebagai pengguna IPAL Komunal, bahwasannya pernah terjadi masalah yang mengganggu kenyamanan warga sehubungan dengan sistem pengolahan IPAL tersebut. Dalam hal ini akan digambarkan seberapa besar pernah atau tidak pernah terjadi masalah yang timbul dari sistem pengolahan IPAL. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.12 di lampiran dan gambar 5.12 dibawah ini.



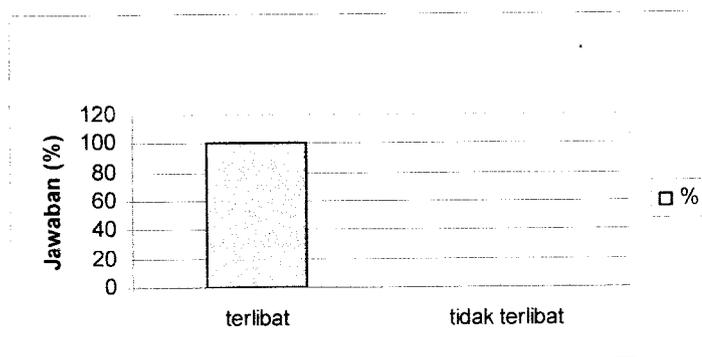
**Gambar 5.12** Potensi Masalah yang Timbul Selama Adanya IPAL

Berdasarkan gambaran dari diagram di atas, 16.7 % warga berpendapat pernah terjadi masalah yang timbul, dan 83.3 % warga menjawab tidak pernah terjadi masalah dari sistem pengolahan IPAL tersebut. Warga yang menjawab pernah, rata-rata tempat tinggalnya dekat dengan IPAL dan yang menjawab tidak pernah, rata-rata tempat tinggalnya jauh dari IPAL.

Berdasarkan keterangan dari warga yang tempat tinggalnya dekat dengan IPAL, rata-rata masalahnya adalah terjadi pada waktu awal penggunaan IPAL yaitu timbulnya bau yang sangat menyengat. Namun pada saat ini masalah itu sudah tidak ada lagi.

#### 5. Keterlibatan warga terhadap adanya pengolaan air limbah domestic

Sehubungan dengan berbagai banyak hal yang telah digambarkan di atas, maka, seberapa besar tingkat keterlibatan warga dalam sistem pengelolaan air limbah domestik secara terdesentralisasi (komunal). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.13 di lampiran dan gambar 5.13 dibawah ini.



**Gambar 5.13** Keterlibatan Warga Terhadap IPAL

Gambar di atas menunjukkan 100 % warga berpendapat bahwa warga ikut terlibat dalam sistem pengelolaan air limbah secara terdesentralisasi

(komunal). Warga yang berpendapat ikut serta dalam pengelolaan rata-rata menjawab dengan alasan sebagai berikut :

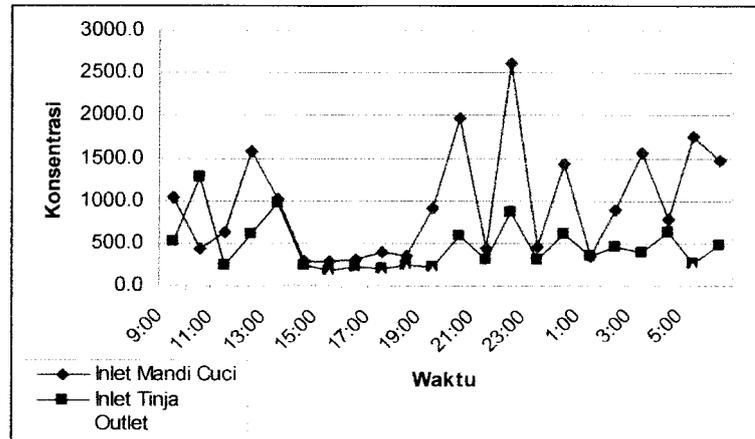
- 1 Warga ikut berpartisipasi dalam pembuatan IPAL komunal itu sendiri.
- 2 Warga ikut berkontribusi dengan menyambung sendiri pipa HHC (*house hold conection*) ke pipa utama.
- 3 Warga ikut berpartisipasi dengan iuran untuk pemeliharaan sebesar Rp.1000,-/bulan tiap kk.
- 4 Ikut bergotong royong pada waktu IPAL di kuras dengan membuka tutup manholenya.

### **5.1.2 Data Primer (data sampel air limbah domestik)**

#### **5.1.2.1 Analisa kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) secara deskriptif.**

Berdasarkan tujuan penelitian yaitu mengetahui konsentrasi COD yang terkandung dalam air limbah domestik, maka dilakukan uji laboratorium untuk menganalisa kadar COD di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII. Data yang terkumpul setelah diproses kemudian ditabelkan dan diperjelas dengan grafik. Karena faktor teknis yaitu tidak keluarnya air buangan pada inlet tinja sebelum reaktor biogas (pengambilan sampel ke 3), maka peneliti memutuskan mengambil sampel sesudah reaktor biogas. Dan data yang didapatkan sebanyak 22 data. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 5.14 di bawah ini.

Berikut ini adalah grafik hubungan antara waktu pengambilan sampel dengan konsentrasi COD pada inlet dan outlet :



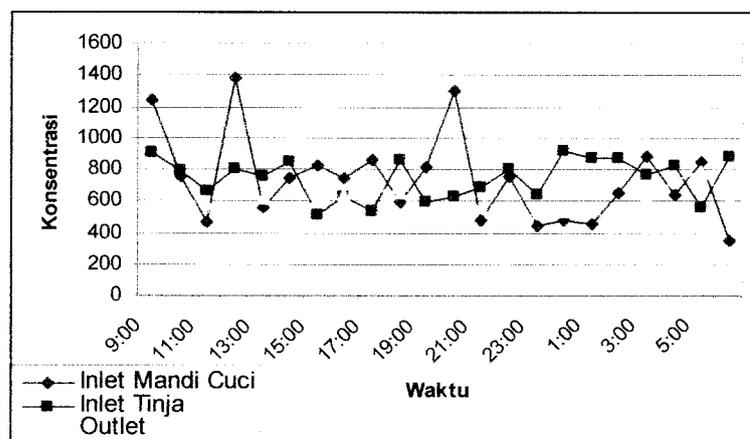
**Gambar 5.14** Grafik Fluktuasi Kadar COD Air Limbah Domestik Inlet mandi cuci, inlet tinja dan Outlet Tiap Jam

#### 5.1.2.2 Analisa kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) secara uji t-Test.

berdasarkan uji t-Test menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi COD inlet dan outlet. Untuk lebih jelasnya mengenai analisis kadar COD dengan uji statistik t-Test, dapat dilihat pada lampiran 1.

#### 5.1.2.3 Analisa kadar TSS (*Total Suspended Solid*) secara deskriptif.

Untuk lebih jelasnya mengenai hasil analisa TSS di laboratorium dapat dilihat gambar 5.15 dibawah ini.



**Gambar 5.15** Grafik Fluktuasi Kadar TSS Air Limbah Domestik Pada Inlet mandi cuci, inlet tinja dan Outlet.

### **5.1.2.3 Analisa kadar TSS (*Total Suspended Solid*) secara uji t-Test.**

berdasarkan uji t-Test yang dilakukan menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS inlet dan outlet. Untuk lebih jelasnya mengenai analisis kadar TSS dengan uji statistik t-Test, dapat dilihat pada lampiran 1.

## **5.2 Pembahasan data Primer ( wawancara, kuisisioner, observasi )**

### **5.2.1 Data Penduduk**

Bila dilihat dari hasil analisa data kuisisioner secara deskriptif, masyarakat yang tinggal didaerah Jetis Pasiraman yang menggunakan fasilitas IPAL ini telah menetap rata-rata selama lebih dari 20 tahun, yaitu sekitar 90 %. Dimana latar belakang warga tersebut rata-rata merupakan warisan turun temurun dari orang tua atau nenek moyang mereka dari sejak zaman dahulu, sebelum adanya perubahan jumlah penduduk, tuntutan sosial ekonomi dan banyaknya para pendatang ke Jogjakarta.

Hali ini mengakibatkan pengaruh yang cukup besar bagi kualitas air sungai Code. Dimana limbah yang dihasilkan setiap harinya langsung dibuang ke badan air tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu.

### **5.2.2 Tingkat Sosial Ekonomi**

Tingkat sosial ekonomi yang dimaksudkan disini adalah tentang tingkat pekerjaan warga yang dipandang dari setiap kepala keluarga. Berdasarkan dari analisa data kuisisioner secara deskriptif, telah diketahui bahwasannya 40 % adalah

Wiraswasta atau pedagang kecil-kecilan dan pedagang makanan. 3 % untuk Pegawai Negeri Sipil, karyawan swasta sebesar 10 %, dan lain-lain seperti buruh, tukang becak, ojek sebesar 47 %. Bila dilihat dari persentasi tingkat sosial diatas maka warga yang bermata pencaharian buruh dan wiraswasta mendominasi, ini menandakan masih rendahnya tingkat sosial ekonomi didaerah pinggiran Sungai Code.

### **5.2.3 Tingkat Pendidikan Warga**

Yang dimaksud dengan tingkat pendidikan warga adalah banyak atau sedikitnya warga yang telah mendapatkan pendidikan ditinjau dari setiap kepala keluarga. Dilihat dari hasil analisa kuisioner diatas, diketahui bahwa dominasi atau rata-rata tamatan sekolah para kepala keluarga adalah 33 % warga tamat SMU/SMK; 23 % warga tamat SMP; 17 % warga tamat SD; 7 warga yang pendidikannya sampai S1; dan 20 % warga yang tidak pernah bersekolah.

Dari data kuisioner tingkat pendidikan warga tamat SMU/SMK yang paling tinggi. Disusul oleh warga yang tidak pernah sekolah yang disebabkan karena faktor ekonomi masyarakat setempat yang relatif rendah, para kepala keluarga tersebut memilih menyelesaikan sekolahnya sampai tingkat SMU/SMK saja. Mereka cenderung langsung bekerja mencari nafkah untuk menghidupi keluarganya sampai akhirnya mereka mempunyai anak dan istri atau suami.

IPAL komunal adalah hasil dari proyek pemerintah daerah atau KPDL yang bekerjasama dengan LSM DEWATS yang diperuntukkan bagi daerah yang berpenduduk padat dan tingkat ekonomi lemah. Dengan kata lain, kondisi

pendidikan warga yang seperti itu menyambut baik atas keberadaan IPAL komunal tersebut dengan alasan mereka tidak usah repot- repot lagi untuk membuat saluran pembuangan sendiri.

#### 5.2.4 Status Rumah dan Fasilitasnya

##### 1. Pemakaian air bersih

Warga didalam menggunakan air bersih atau air minum setiap harinya rata-rata 81,66 L/org/hr, yaitu mencapai sekitar 60 % dari jumlah keseluruhan kepala keluarga.dapat juga dilihat pada analisa pemakaian air bersih di kampung Jetis Pasiraman pada tabel 5.1 :

**Tabel 5.1** Pemakaian Air Bersih

<b>Pemakaian Air (L/org/hari)</b>	<b>Frekuensi ( f ) ( org )</b>	<b>Titik Tengah Kelas ( m )</b>	<b>f x m (L/hari)</b>
< 50	20	25	500
50 – 100	90	75	6750
100 – 150	40	125	5000
150 – 200	0	175	0
> 200	0	225	0
	$N = \sum f = 150$		$\sum f.m = 12250$

Sumber : Data primer

$$\mu = \frac{\sum f.m}{\sum f} = \frac{12250}{150} = 82L / org / hari$$

Setiap kepala keluarga cenderung mengirit dalam penggunaan air bersih walaupun jumlah anggota keluarganya lebih dari 5 orang. Hal ini disebabkan karena hanya sedikit dari warga yang memiliki sumur sendiri, dimana mengharuskan mereka untuk membeli air dalam pemenuhan kebutuhannya. Konsumsi air bersih ini berpengaruh juga pada IPAL terutama pada jam-jam tertentu, sehingga fluktuasi debit air tidak konstan.

## 2. Sumber air bersih

Dari jumlah kepala keluarga secara keseluruhan dan berdasarkan hasil dari analisa data kuisisioner, diketahui bahwa 80 % masyarakat rata-rata menggunakan air PDAM untuk kebutuhan sehari-harinya. Ini disebabkan lahan yang terbatas bagi masyarakat untuk membuat sumur sendiri. Dan juga tidak terdapat fasilitas MCK umum.

### **5.2.5 Jenis, bentuk dan sifat limbah yang dibuang dari rumah.**

Masyarakat yang kebanyakan bermata pencaharian sebagai pedagang, cenderung akan banyak menggunakan air untuk mencuci dan memasak, misalnya mencuci piring dan gelas yang kotor bagi para pedagang makanan dan memasak dalam jumlah besar bagi pedagang yang menyediakan sarapan pada waktu pagi hari.

Kondisi tersebut menjadi semakin jelas bila dibandingkan dengan hasil analisa data kuisisioner yang menggambarkan tiap kepala keluarga menghasilkan limbah cair sebesar 23 % untuk kegiatan mandi, 20% untuk kegiatan dapur, sisa makanan dan WC.

### **5.2.6 Tanggapan masyarakat tentang adanya sistem pengelolaan air limbah**

#### 1. Besarnya tanggapan warga tentang adanya IPAL komunal :

Pada pembahasan diatas telah dijelaskan bahwa warga menyambut baik terhadap proyek pengadaan IPAL komunal di daerah tersebut, hal

tersebut telah dibuktikan dari hasil analisa data kuisioner yaitu 100 % dari kepala keluarga setuju dengan adanya IPAL komunal.

Pembangunan IPAL yang ditempatkan disalah satu tanah milik warga kampung sepanjang 30 m, sangat didukung oleh warga dikarenakan dengan adanya IPAL kampung warga menjadi terkenal karena menjadi lokasi percontohan proyek penanggulangan dampak pencemaran terhadap sungai Code.

2. Kesadaran warga tentang biaya yang dikeluarkan per bulan :

Seratus persen (100%) kepala keluarga setuju dengan diberlakukannya biaya untuk perawatan IPAL sebesar Rp. 1000,- setiap bulan. Banyak proyek-proyek IPAL pemerintah daerah yang akhirnya gagal oleh karena tidak adanya perawatan yang berkelanjutan.

Masyarakat sadar bahwa IPAL tersebut adalah harta mereka yang telah diberikan oleh pemerintah kepada mereka untuk kebaikan mereka juga. Sebelum adanya IPAL, masyarakat banyak yang terjangkit penyakit akibat masalah kebersihan dan sanitasi lingkungan yang buruk (misalnya muntah berak, TBC, malaria, cacingan). Biaya yang dikeluarkan setiap bulannya sebesar Rp. 1000,- tidak sebanding dengan biaya perawatan rumah sakit apabila mereka terjangkit penyakit akibat sanitasi lingkungan yang buruk.

3. Potensi masalah yang timbul selama adanya IPAL komunal :

Hasil analisa telah menunjukkan bahwa 16,7 % kepala keluarga berpendapat pernah terjadi masalah dari operasional IPAL. Hal ini dialami ketika IPAL baru saja dijalankan dan hanya dirasakan oleh warga yang

tinggalnya berdekatan dengan lokasi IPAL. Dimana terjadi penyumbatan saluran air limbah yang menyebabkan meluap permukaan pada bak- bak kontrol dan menimbulkan bau di waktu hujan deras tiba. Penyumbatan tersebut karena masyarakat sering membuang benda padat yang sukar hancur ke saluran air limbah. Sedangkan yang memberi jawaban tidak pernah terjadi masalah pada IPAL yaitu 83,3 % karena warga jauh dari lokasi IPAL

Hal ini dapat diatasi dengan menggunakan Alat atau bambu, dilakukan pengecekan pada bak-bak control apabila terjadi penyumbatan pada pipa. Untuk masalah bau, saat ini sudah tidak tercium lagi bau yang tidak sedap.

#### 4. Keterlibatan warga dalam pembangunan IPAL

Seluruh warga menjawab terlibat dalam pembuatan IPAL ini. Hal ini sesuai dengan rencana awal pembuatan IPAL dimana IPAL dibuat oleh warga, digunakan oleh warga dan dipelihara oleh warga sendiri.

### **5.3 Pembahasan Data Primer (data sampel air limbah domestik)**

#### **5.3.1 COD (*Chemical Oxygen Demand*)**

Konsentrasi COD pada sampel air limbah domestik yang diambil, berasal dari tiga titik lokasi yaitu 2 titik inlet Mandi cuci dan inlet tinja serta 1 titik outlet pada bangunan pengolahan.

Berdasarkan hasil analisa diketahui secara jelas kenaikan dan penurunan konsentrasi COD pada tabel 5.2 dibawah ini :

**Tabel 5.2** Penurunan Konsentrasi COD

<b>Waktu</b>	<b>Penurunan</b>
09:00	696.6
10:00	589.6
11:00	388.5
12:00	968.9
13:00	860.1
14:00	165.3
15:00	142.1
16:00	159.6
17:00	210.3
18:00	125.1
19:00	530.2
20:00	1235.8
21:00	280.3
22:00	1769.3
23:00	232.3
00:00	1019.1
01:00	166.8
02:00	620.3
03:00	913.8
04:00	595.0
05:00	1045.7
06:00	985.0

Keterangan : + Terjadi penurunan  
- Terjadi kenaikan

Konsentrasi COD pada inlet berkisar antara 240–1500 mg/L. Akan lain halnya apabila dibandingkan dengan konsentrasi COD pada outlet, rata-rata berkisar antara 95 – 285 mg/L.

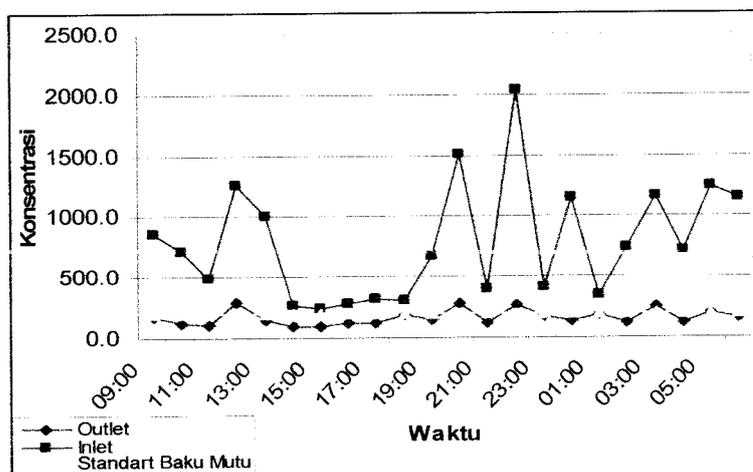
Berdasarkan data analisa diatas pada inlet dengan outlet terjadi penurunan konsentrasi yang signifikan yaitu pada pukul 09.00, 10.00, 12.00, 19.00, 20.00, 22.00, 24.00 02.00–06.00 WIB. Dimana, rata-rata konsentrasi dari 670–2000 mg/L turun menjadi 100–280 mg/L.

Nilai rata-rata konsentrasi COD pada inlet sebesar 784,2 mg/l sedangkan nilai rata-rata konsentrasi COD outlet sebesar 161,5 mg/l. sehingga dapat

dihitung nilai rata-rata efisiensi penurunan COD yaitu sebesar 82,9 % dengan hitungan :

$$\text{Efisiensi (\%)} = \frac{784,2 - 161,5}{784,2} \times 100 \% = 79,4 \%$$

Konsentrasi COD diuji dengan tes uji statistik T-test yang tujuannya adalah untuk membandingkan apakah terdapat perbedaan yang signifikan atau tidak antara kedua variabel yaitu inlet dan outlet, maka berdasarkan uji t-test yang dilakukan diatas menunjukkan ada perbedaan yang signifikan antara konsentrasi COD inlet dan outlet. Hal tersebut akan lebih jelas dilihat pada grafik pada gambar 5.16 dibawah ini.



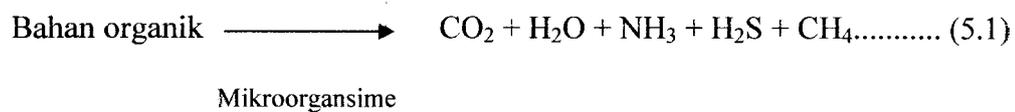
**Gambar 5.16** Grafik Penurunan Konsentrasi COD

IPAL telah dapat mendegradasi secara anaerobik sehingga terjadi penurunan konsentrasi COD. Air buangan yang berasal dari mandi cuci, kakus dan dapur masing-masing tertampung kedalam bak pengumpul. Kemudian kotoran berupa tinja masuk kedalam reaktor biogas dan air buangan mandi cuci langsung masuk

kedalam IPAL. Proses dalam IPAL merupakan berbagai ragam kombinasi proses anaerobik sehingga hasil akhirnya menjadi lebih baik.

Air buangan masuk kedalam inlet *septic tank*, menuju ruang pertama. Proses yang terjadi adalah proses *settling*/pengendapan. Kemudian air buangan masuk ke ruang selanjutnya (*baffle reactor*), dimana terjadi proses penguraian karena kontak antara limbah dengan akumulasi mikroorganismenya.

Penguraian bahan organik secara anaerob :



Proses selanjutnya adalah *filter anaerobik*, dimana terdapat media filter yang terdiri atas batuan besar pada bagian bawah kemudian di atasnya batu kali (diameter 5 – 10 cm) yang diletakkan pada pelat beton berlubang. Batu adalah media dimana bakteri dapat menempel dan air limbah dapat mengalir diantaranya. Selama aliran ini kandungan organik akan diuraikan oleh berbagai bakteri anaerob dan hasilnya adalah pengurangan kandungan organik pada *effluent*.

### 5.3.2 TSS (*Total Suspended Solid*).

Berdasarkan hasil analisa diketahui secara jelas fluktuasi kenaikan dan penurunan konsentrasi TSS pada tabel 5.3 dibawah ini :

**Tabel 5.3** Penurunan Konsentrasi TSS

<b>Waktu</b>	<b>Penurunan</b>
09:00	576
10:00	150
11:00	-48
12:00	711
13:00	2
14:00	237
15:00	130
16:00	61
17:00	74
18:00	36
19:00	229
20:00	581
21:00	-6
22:00	596
23:00	-39
00:00	80
01:00	38
02:00	277
03:00	218
04:00	-36
05:00	-38
06:00	-60

Keterangan : + Terjadi penurunan  
- Terjadi kenaikan

Berdasarkan tabel diatas, terlihat jelas konsentrasi zat padat tersuspensi terjadi perbedaan yang signifikan tiap jamnya. Kenaikan konsentrasi TSS terbesar terjadi pada jam 06.00 WIB dengan kenaikan sebesar 60 mg/L, Sedangkan penurunan konsentrasi TSS terbesar terjadi pada jam 12.00 WIB sebesar 711 mg/L. Konsentrasi yang mengalami Kenaikan konsentrasi TSS pada jam 06.00 terjadi karena banyaknya kegiatan rumah tangga oleh penduduk setempat.

Hasil analisa secara deskriptif telah menggambarkan konsentrasi TSS atau besarnya zat padat tersuspensi yang terkandung dalam air limbah domestik sebelum melalui pengolahan yaitu pada inlet berkisar antara 520 – 1180 mg/L, pada outlet konsentrasi TSS nya berkisar antara 170–760 mg/L.

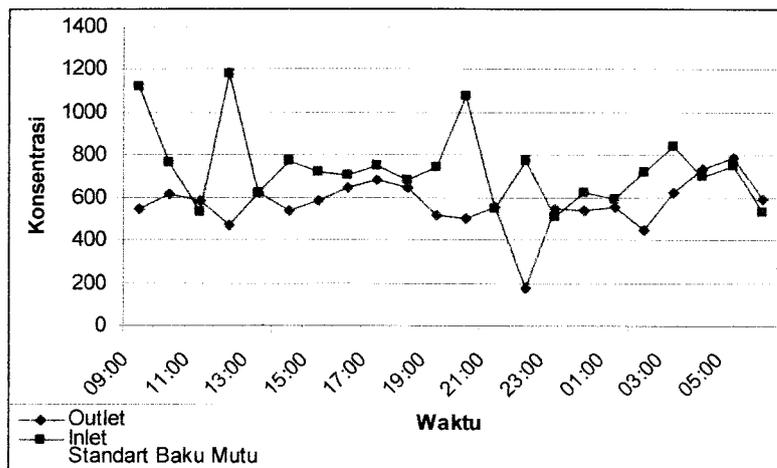
Penurunan konsentrasi TSS dapat terjadi karena mengendapnya partikel yang disebabkan oleh adanya pengaruh gaya berat. Selain itu, di dalam reaktor IPAL terjadi mekanisme fisik yaitu proses *screening* (penyaringan) dengan memasang batu-batuan dengan permukaan yang kasar. Ketika air limbah yang mengandung TSS ini melewati media batu, maka TSS akan tertahan pada media batu. TSS yang tertahan ini akan mengalami proses biologi yaitu TSS didegradasi oleh bakteri. Hal ini terjadi karena TSS atau zat padat tersuspensi terdiri dari zat padat tersuspensi organik dan zat padat tersuspensi anorganik. Dimana zat padat tersuspensi organik ini dan juga bahan-bahan organik lainnya diperlukan bakteri untuk pertumbuhan selnya, bahan-bahan tersebut juga akan dirombak menjadi asam volatile, alkohol, H<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>. (Ibnu).

Nilai rata-rata konsentrasi pada inlet mandi cuci sebesar 737 mg/l sedangkan nilai rata-rata konsentrasi TSS outlet sebesar 566,7 mg/l.

$$\text{Efisiensi (\%)} = \frac{737 - 566,7}{737} \times 100 \% = 23 \%$$

Dapat dilihat disini bahwa efisiensi penurunan konsentrasi TSS hanya sebesar 23 %. Bila dibandingkan dengan disain awal oleh DEWATS, IPAL ini mampu mereduksi hingga 85,83 %. Hal ini dipengaruhi karena pada disain awal oleh DEWATS terdapat 4 kompartemen filter anaerobik, sedangkan dalam kenyataan dilapangan hanya terdapat 2 buah kompartemen saja, karena keterbatasan lahan. Efisiensi penurunan TSS menjadi kurang sempurna karena kurangnya waktu untuk mengendap. Selain itu, karena IPAL merupakan reaktor dengan aliran yang kontinu, maka TSS tidak dapat mengendap dengan sempurna.

Sedangkan TSS membutuhkan waktu yang lama dan keadaan yang tenang untuk mengendap. (Alaerts, 1984).



**Gambar 5.17** Grafik Penurunan Konsentrasi TSS

## 5.4 Analisis Beberapa Parameter Penunjang pada IPAL Komunal

### 5.4.1 Volume Reaktor

Pengukuran volume reaktor IPAL (*septic tank, anaerobic baffle reactor dan anaerobic filter*) komunal dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume reaktor} &= P \times b \times h_{\text{air}} \\
 &= 19 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} \\
 &= 142,5 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

### 5.4.2 Pengukuran Debit

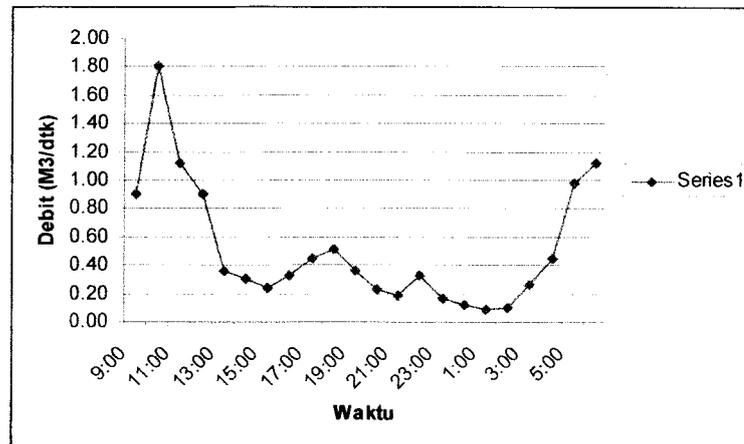
Pengukuran debit menggunakan metode manual dengan alat berupa gelas ukur 1000 ml dengan dilengkapi *stopwatch* kemudian diukur secara berulang selama dua kali. Untuk rata-rata fluktuatif debit dapat dilihat pada tabel 5.4 dan gambar 5.18 berikut ini :

**Tabel 5.4** Data Pengukuran Debit

No	Jam	waktu (dtk)	M <sup>3</sup> /jam	L/hari
3	9:00	4	0.90	21600
4	10:00	2	1.80	43200
5	11:00	3.2	1.13	27000
6	12:00	4	0.90	21600
7	13:00	10	0.36	8640
8	14:00	12	0.30	7200
9	15:00	15	0.24	5760
10	16:00	11.2	0.32	7714.3
11	17:00	8.1	0.44	10666.7
12	18:00	7	0.51	12342.9
13	19:00	10	0.36	8640
14	20:00	16	0.23	5400
15	21:00	19	0.19	4547.4
16	22:00	11	0.33	7854.5
17	23:00	22	0.16	3927.3
18	0:00	30	0.12	2880
19	1:00	44	0.08	1963.6
20	2:00	37	0.10	2335.1
21	3:00	14	0.26	6171.4
22	4:00	8	0.45	10800
23	5:00	3.7	0.97	23351.4
24	6:00	3.2	1.13	27000
<b>Rata-rata</b>			<b>0.51</b>	<b>12299.8</b>

Sumber : Data Primer

$$\text{Debit air buangan} = \frac{12299,8L/hari}{150org} = 82L/org/hari$$



**Gambar 5.18** Gambar Fluktuasi Debit Air Buangan Domestik

Dilihat pada gambar 5.18 fluktuatif penurunan dan kenaikan debit diatas debit puncak ( $Q$  maksimum) terdapat pada jam 10.00 WIB sebesar  $1,80 \text{ m}^3/\text{jam}$ . Debit minimum terdapat pada jam 01.00 sebesar  $0,08 \text{ m}^3/\text{jam}$ . Rata-rata debit air buangan sebesar  $82 \text{ L/org/hari}$ . Bila dibandingkan dengan debit air bersih, maka dapat dilihat bahwa debit air buangan = debit air bersih.

#### 5.4.3 Pengukuran $T_d$ (*Detention Time*)

Setelah volume reaktor didapat maka dapat mencari nilai  $t_d$ . Dimana rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$T_d = \frac{\text{Volume total (m}^3\text{)}}{Q(\text{m}^3/\text{jam})}$$

Contoh perhitungan  $t_d$  :

$$\text{Volume reaktor} = 142,5 \text{ m}^3$$

$$Q \text{ maksimum} = 1,8 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{maka nilai } T_d = \frac{142,5 \text{ m}^3}{1,80 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

= 79,16 jam.

= 3 hari 2 jam.

## **5.5 Perbandingan Konsentrasi COD dan TSS dengan Standar Baku Mutu**

Berdasarkan Keputusan KepMenLH 112/2003 tentang pedoman penetapan Baku Mutu Limbah Domestik, baku mutu air limbah domestik dalam keputusan ini hanya berlaku untuk perumahan yang diolah secara individu. Untuk parameter COD batas maksimum yang diperbolehkan tidak boleh lebih dari 200 mg/l ( $BOD/COD = 0,5$ ) dan batas maksimum pH yang diperbolehkan berkisar antara 6-9, untuk parameter TSS batas maksimum yang diperbolehkan tidak boleh lebih dari 100 mg/L.

### **5.5.1 Perbandingan Konsentrasi COD dengan Standar Baku Mutu**

Hasil pengukuran rata-rata konsentrasi COD sebesar 158.436 mg/L sudah dapat memenuhi Standart Baku Mutu untuk dapat dibuang ke sungai. Hasil pengukuran rata-rata COD dalam air limbah domestik dapat dilihat pada gambar 5.16 dan tabel 5.5 dibawah ini :

**Tabel 5.5** Perbandingan Konsentrasi outlet COD dengan Standart Baku Mutu

<b>Waktu</b>	<b>Konsentrasi Outlet</b>	<b>Standart Baku Mutu</b>
9:00	168	200
10:00	122	200
11:00	104	200
12:00	285	200
13:00	140	200
14:00	95	200
15:00	98	200
16:00	114	200
17:00	113	200
18:00	179	200
19:00	143	200
20:00	273	200
22:00	266	200
23:00	173	200
0:00	130	200
1:00	183	200
2:00	119	200
3:00	249	200
4:00	124	200
5:00	200	200
6:00	160	200

Sumber : data primer

### 5.5.2 Perbandingan Konsentrasi TSS dengan Standar Baku Mutu

Hasil pengukuran rata-rata TSS dalam air limbah domestik sebesar 562,79 mg/L, maka konsentrasi TSS yang dihasilkan masih melebihi baku mutu sehingga belum layak untuk dibuang langsung ke sungai. Hal ini dipengaruhi oleh keterbatasan lahan sehingga desain lapangan tidak sesuai dengan desain sebenarnya oleh DEWATS. Dimana pada desain awal terdapat 4 kompartemen filter anaerobik, sedangkan dilapangan hanya terdapat 2 buah kompartemen saja.

Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk mengendap menjadi berkurang. Hasil pengukuran rata-rata TSS dalam air limbah domestik dapat dilihat pada gambar 5.17 dan tabel 5.6 dibawah ini :

**Tabel 5.6** Perbandingan konsentrasi rata-rata TSS dengan Standart Baku Mutu

<b>Waktu</b>	<b>Konsentrasi Outlet</b>	<b>Standart Baku Mutu</b>
9:00	547	100
10:00	613	100
11:00	580	100
12:00	471	100
13:00	619	100
14:00	537	100
15:00	586	100
16:00	642	100
17:00	678	100
18:00	645	100
19:00	514	100
20:00	496	100
21:00	554	100
22:00	175	100
23:00	545	100
0:00	537	100
1:00	550	100
2:00	445	100
3:00	623	100
4:00	734	100
5:00	789	100
6:00	587	100

Sumber : data primer

### **5.6 Produksi Gas Bio Pada Reaktor *Biogas* di kampung Jetis Pasiraman**

Data yang dianalisa dari hasil Observasi, wawancara dan kuisioner diperoleh jumlah KK (kepala keluarga) yang membuang tinja dari toilet masing-

masing rumah kemudian dialirkan ke Bio-digester sebagai penampung bahan organik dan air dari bak pemasukan sekaligus untuk menampung gas yang dihasilkan.

Bio digester adalah tabung (ruang) yang tertutup rapat dan hampa udara. diantara beberapa model bio-digester yang dikenal diantaranya seperti yang telah dioperasikan oleh LSM yaitu LPTP – *DEWATS* di kampung Jetis Pasiraman adalah model *fixed dome digester* (digester permanen) yang berbentuk setengah bola, digester ini ruangan untuk gasnya sudah tetap sehingga jika produksi gasnya berlebihan akan keluar sendiri melalui lubang pengeluaran.

Hasil rata-rata jumlah jiwa per KK di kampung Jetis Pasiraman yaitu berjumlah 5 jiwa. Pada RT 37 jumlah kepala keluarga yang menggunakan IPAL komunal sebanyak 30 KK.

### **5.6.1 Menghitung Masukan tinja total ke reaktor *Biogas*.**

Data hasil dari Observasi, wawancara dan kuisisioner di lokasi penelitian di dapat :

- Jumlah pemakai IPAL = 30 KK
- Jumlah jiwa tiap KK = 5 orang
- Berat tinja per orang = 0.50 kg/orang. (*sumber : Dewats Handbook, 1998*)

Jadi jumlah masukan tinja total yang masuk ke reaktor *biogas* adalah :

- 30 kk x 5 orang = 150 orang
- 150 orang x 0.50 kg /orang/hari = 75 kg/hari

- Dengan persentase kandungan bahan kering tinja adalah 20% dan 80% adalah kandungan air. Sehingga didapat jumlah tinja kering total yang masuk ke reaktor Biogas adalah  $75 \text{ kg/hari} \times 20\% = 15 \text{ kg/hari}$ .

### 5.6.2 Menghitung Produksi Gas *Methan* dalam bio digester

Untuk menghitung produksi gas methan dalam sehari, nilai asumsi (*Sumber : Dewats Handbook*) yang digunakan adalah sebagai berikut :

- *Hydraulic retention time* (HRT) atau lama cerna = 27 hari
- Temperatur dalam tangki pencerna = 30 °C
- Methan content = 70 %

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh produksi gas methan dalam sehari sebesar  $3,95 \text{ m}^3/\text{hari}$ , dapat dilihat pada lampiran 4. Angka tersebut merupakan hasil produksi gas dengan asumsi gas methan 70%. Dan diketahui bahwa  $1 \text{ m}^3$  gas *Methan* setara dengan bahan bakar minyak tanah yaitu sebesar 0,85 liter (*Sumber : Sasse*).

Dari hasil Observasi dengan warga diperoleh data real di lokasi penelitian bahwa Produksi gas total hanya mampu digunakan untuk 2 rumah dengan radius  $\pm$  100 sampai 150 meter dari reaktor biogas ke rumah warga.

Sedang rumah warga yang berjarak lebih 150 meter dari reaktor *biogas* tidak dapat menggunakan bahan bakar gas dari bio digester di kampungnya. Hal ini disebabkan karena kurangnya sumber masukan tinja pada IPAL.

### 5.6.3 Manfaat *biogas*

Warga kampung Jetis Pasiraman yang menggunakan bahan bakar gas hasil dari reaktor *biogas* untuk saat ini ada 2 rumah. Untuk memasak sehari-hari warga dapat menggunakan bahan bakar gas bio selama  $\pm$  2 jam.

Berikut manfaat dari *biogas* :

1. Manfaat pada sistem sanitasi.
  - Berhubungan dengan kesehatan, dapat mengurangi penyakit menular yang berasal dari tinja manusia, seperti kolera, diare dan penyakit lain akibat dari pencemaran tanah.
  - 99% dari bakteri berbahaya (*phatogens*) terhadap manusia akan mati dalam proses pembentukan *biogas*.
  - Secara umum kualitas lingkungan pada daerah peternakan dapat ditingkatkan, karena kotoran hewan secara sistematis dikumpulkan dan diproses.
2. Manfaat sebagai energi alternatif
  - Menyediakan gas secara gratis yang dapat digunakan untuk memasak.
  - Kondisi-kondisi sosial masyarakat pada negara berkembang dapat ditingkatkan dalam wujud pemanfaatan waktu yang lebih efisien dalam mencari kebutuhan energi untuk memasak seperti mengumpulkan kayu bakar yang lebih banyak memakan waktu.
3. Manfaat sebagai bahan bakar
  - *Biogas* menghasilkan asap yang cukup bersih. Ketika *biogas* terbakar, tidak menimbulkan asap dan jelaga sehingga dinding dapur tetap

bersih dan panci mudah dibersihkan karena tidak terlalu kotor. Kesehatan bagi orang memasak juga lebih terjamin karena tidak adanya asap dan jelaga.

- *Biogas* menghasilkan panas yang efektif. Dalam sebulan, *biogas* yang dihasilkan sebanyak 2m<sup>3</sup> sebanding dengan 26 kg LPG, 37 liter paraffin, 88 kg batubara dan 210 kg arang kayu.
  - Biogas lebih murah dari LPG dan penggunaannya sangat efektif untuk daerah pedesaan pada suatu negara.
4. Manfaat lumpur dari reaktor *biogas* untuk bahan *fertilizer*.
- Lumpur *fertilizer* yang dihasilkan sangat mudah diserap oleh tanah.
  - Lumpur yang dikeringkan dapat dijadikan pupuk untuk perkebunan dan pertanian.

**Tabel 5.7** Anggaran Biaya Warga Untuk Pemakaian jenis Bahan bakar.

Sumber Energi	Biaya Perhari	Biaya Perbulan
Minyak Tanah	1 Liter Rp.2500,00	Rp.75.000,00
LPG	-	Rp.58.000,00
Gas Bio	-	Rp.1.000,00

(Sumber: Hasil observasi,2007)

Warga yang sebelumnya tidak menggunakan bahan bakar dari hasil reaktor Biogas dalam satu hari dapat menghabiskan bahan bakar LPG seharga RP.58.000,00 pertabungnya dan minyak tanah sebanyak 2 *lt/hr* dengan harga Rp.2500,00 perliternya, sehingga dalam satu bulan akan menghabiskan biaya sebesar Rp.150.000,00. Sedangkan jika menggunakan biogas, perbulan-nya warga hanya wajib membayar iuran Rp.1.000,00, yang disimpan untuk pemeliharaan

IPAL di kampung Jetis Pasiraman. Jadi dapat dikatakan lebih ekonomis apabila menggunakan gas dari hasil reaktor Biogas daripada menggunakan kompor biasa dengan bahan bakar minyak tanah.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan tujuan penelitian pada Bab I, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil analisa laboratorium menunjukkan besarnya konsentrasi COD dan TSS dalam IPAL ABR di Kampung Jetis Pasiraman :

Besarnya konsentrasi rata-rata COD inlet = 784,2 mg/L ; outlet = 161,5 mg/L ;

Efisiensi penurunan konsentrasi = 79,4 %.

Besarnya konsentrasi rata-rata TSS inlet = 737,9 mg/L ; outlet = 566,7 mg/L ;

Efisiensi penurunan konsentrasi = 23%.

2. Gas bio yang dihasilkan dari proses fermentasi air buangan di kampung Jetis Pasiraman telah dapat dimanfaatkan oleh 2 keluarga untuk kebutuhan energi memasak sehari-hari.
3. Secara umum IPAL komunal sudah bermanfaat bagi warga Jetis Pasiraman dan pengelolannya berjalan baik, karena sudah terbentuknya pengurusan oleh warga.

#### **6.2 Saran**

1. Dalam pembangunan IPAL selanjutnya hendaknya memperhatikan ketersediaan lahan yang ada.
2. Masyarakat hendaknya tidak membuang sampah kedalam IPAL agar tidak terjadinya penyumbatan saluran yang membuat meluapnya air dalam IPAL.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts G, dan SS Santika. 1984, Metode Penelitian Air, Usaha Nasional, Surabaya.
- Anant, Wanasen. 2003, Upgrading Conventional Septic Tanks By Integrating in – Tank Baffles
- Bapedalda DIY, Desember 2003, Parameter Air Buangan.
- Dinas Keindahan Kebersihan dan Pemakaman. 2004, Rencana Pengembangan Sistem Penyaluran Air Buangan Kota Jogjakarta, Dinas Keindahan Kebersihan dan Pemakaman.
- Fardias Srikandi. 1992, Polusi Air dan Udara, Kanisius, Jogjakarta.
- Ibnu, S. Pranoto. 2002, Proses Biokimia DEWATS, DEWATS LPTP BORDA, Jogjakarta.
- Junus, M, 1995, Teknik membuat dan Memanfaatkan Unit Gas Bio, Universitas Gajah Mada Press, Jogjakarta.
- Mahida U.N. 1984, Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri, Rajawali, Jakarta.
- Mara, Duncan. 1976 Sewage Treatment in Hot Climates, John Wiley & Sons Chichester.
- Metcalf and Eddy, 1991, Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse, McGraw-Hill, New York
- Prabowo, Bayu E. 2006, Evaluasi Pengelolaan Air Limbah Domestik Terdesentralisasi dengan IPAL komunal ABR, di Kampung Serangan Jogjakarta, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
- Qasim, S.R. 1985, Wastewater Treatment Plants amd Operation Planning, Design, Holt, Rinehart and Winston, USA.
- Sasse, Ludwing. 2002, DEWATS “Desentralized Wastewater Treatment in Developing Countries”.
- Slamet Soemirat, J. 1994, Kesehatan Lingkungan, Gajah Mada University Press, Jogjakarta.

- Sugiharto. 1987, Dasar-dasara Pengolahan Air Limbah, Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Suriawiria, Unus. 1993, Mikrobiologi Air dan Dasar-dasar Pengolahan Buangan Secara Biologis, Alumni, Bandung.
- Triyono, Agung. 2006, Evaluasi Pengelolaan Air Limbah Domestik Terdesentralisasi dengan IPAL komunal ABR, di Kampung Serangan Jogjakarta, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
- Yulia, Neva. 2006, Penurunan kadar COD dan Jumlah E.Coli Pada Air Limbah Domestik dengan Menggunakan Reaktor Fluized Bed media Styrofoam saat Start up. Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

# LAMPIRAN

# **LAMPIRAN 1**

Hasil Analisa Statistik Uji t (t- Test)

# 1. Analisa data perbandingan dua variable bebas (Uji t / t-Test)

## 1.1 t-Test Analisa COD

	<i>Inlet Q3</i>	<i>Outlet</i>
Mean	784.1939394	161.4797727
Variance	230902.9731	3503.294464
Observations	22	22
Pooled Variance	117203.1338	
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	42	
t Stat	6.032752059	
P(T<=t) one-tail	1.78179E-07	
t Critical one-tail	1.681952358	
P(T<=t) two-tail	3.56358E-07	
t Critical two-tail	2.018081679	

### Langkah-langkah pengerjaan t-Test analisa COD

**Langkah 1 :** membuat Ha dan Ho dalam bentuk kalimat

Ha : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi COD pada inlet dan outlet

Ho : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi COD pada inlet dan outlet

**Langkah 2 :** Membuat Ha dan Ho model statistik

Ha :  $\mu 1 \neq \mu 2$

Ho :  $\mu 1 = \mu 2$

**Langkah 3 :** Mencari t hitung

$$t_{hitung} = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\frac{S_1}{n_1} + \frac{S_2}{n_2} - 2r\left(\frac{s_1}{\sqrt{n_1}}\right) + \left(\frac{s_2}{\sqrt{n_2}}\right)}}$$
$$= \frac{784,2 - 161,5}{\sqrt{\frac{230903}{11} + \frac{3503}{11} - 2 \times (1,1) \left(\frac{480,5}{\sqrt{11}}\right) + \left(\frac{59,2}{\sqrt{11}}\right)}}$$
$$= 4,23$$

**Langkah 4 :** Menentukan kaidah pengujian

1. Taraf signifikansinya ( $\alpha = 0,025$ )

2.  $dk = n_1 + n_2 - 2 = 22 + 22 - 2 = 42$   
sehingga diperoleh  $t_{table} = 2,000$
3. Kriteria pengujian dua pihak  
Jika :  $- t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq t_{tabel}$  , maka  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak  
Jika :  $-t_{tabel} \leq t_{hitung} \geq t_{tabel}$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima

**Langkah 5 :** Membandingkan t-tabel dengan t-hitung

Ternyata :  $t_{tabel} \leq t_{hitung} \geq t_{tabel}$

Atau  $2,000 \leq 4,23 \geq 2,000$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima

**Langkah 6 :** Hipotesis

$H_a$  : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi COD terhadap konsentrasi inlet dan konsentrasi outlet DITOLAK

$H_0$  : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi COD terhadap konsentrasi inlet dan konsentrasi outlet DITERIMA

**Langkah 7 :** Kesimpulan

1. berdasarkan perbandingan t-hitung dengan t-tabel
  - Jika  $t_{hitung} > t_{tabel}$ , maka  $H_0$  ditolak
  - Jika  $t_{hitung} < t_{tabel}$ , maka  $H_0$  diterima

Oleh karena  $t_{hitung} > t_{tabel}$  sehingga  $H_0$  ditolak, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi inlet mandi cuci dan konsentrasi outlet.

2. Berdasarkan nilai probabilitas
  - Jika probabilitas  $> 0,05$ , maka  $H_0$  diterima
  - Jika probabilitas  $< 0,05$ , maka  $H_0$  ditolak

Diketahui bahwa t-hitung adalah 4,23 dengan probabilitas 0,0000001. oleh karena probabilitas  $< 0,05$ , maka  $H_0$  ditolak. Dapat disimpulkan bahwa konsentrasi COD pada inlet mandi cuci dan outlet terjadi perbedaan yang signifikan. Berarti reactor *Anaerobic baffle reactor (ABR)* yang digunakan untuk pengolahan limbah komunal tersebut efektif dalam menurunkan konsentrasi COD.

## 1.2 t-Test Analisa TSS

	<i>Inlet Q3</i>	<i>Outlet</i>
Mean	737.9090909	566.6818182
Variance	33774.09716	14230.60823
Observations	22	22
Pooled Variance	24002.35269	
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	42	
t Stat	3.665577241	
P(T<=t) one-tail	0.000343682	
t Critical one-tail	1.681952358	
P(T<=t) two-tail	0.000687364	
t Critical two-tail	2.018081679	

### Langkah-langkah pengerjaan t-test analisa TSS

**Langkah 1 :** Membuat Ha dan Ho dalam bentuk kalimat

Ha : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outlet

Ho : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outlet

**Langkah 2 :** Membuat Ha dan Ho model statistik

Ha :  $\mu 1 \neq \mu 2$

Ho :  $\mu 1 = \mu 2$

**Langkah 3 :** Mencari t-hitung

$$t_{hitung} = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\frac{S_1}{n_1} + \frac{S_2}{n_2} - 2r\left(\frac{s_1}{\sqrt{n_1}}\right) + \left(\frac{s_2}{\sqrt{n_2}}\right)}}$$

$$= \frac{737,9 - 566,7}{\sqrt{\frac{33774,1}{11} + \frac{14230}{11} - 2 \times (1,1)\left(\frac{183,8}{\sqrt{11}}\right) + \left(\frac{119,3}{\sqrt{11}}\right)}}$$

$$= 2,54$$

**Langkah 4 :** Menentukan kaidah pengujian

1. Taraf signifikansinya ( $\alpha = 0,025$ )
2.  $dk = n1 + n2 - 2 = 22 + 22 - 2 = 42$   
sehingga diperoleh t table = 2,000

3. Kriteria pengujian dua pihak

Jika :  $-t\text{-tabel} \leq t\text{-hitung} \leq t\text{-tabel}$  , maka  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak

Jika :  $-t\text{-tabel} \leq t\text{-hitung} \geq t\text{-tabel}$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima

**Langkah 5 :** Membandingkan t-tabel dengan t-hitung

Ternyata :  $t\text{-tabel} \leq t\text{-hitung} \leq t\text{-tabel}$

Atau  $-2,000 \leq 2,54 \leq 2,000$ , maka  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak

**Langkah 6 :** Hipotesis

$H_a$  : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS terhadap konsentrasi inlet dan konsentrasi outlet DITOLAK

$H_0$  : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS terhadap konsentrasi inlet dan konsentrasi outlet DITERIMA

**Langkah 8 :** Kesimpulan

1. berdasarkan perbandingan t-hitung dengan t-tabel

- Jika  $t\text{-hitung} > t\text{-tabel}$ , maka  $H_0$  ditolak

- Jika  $t\text{-hitung} < t\text{-tabel}$ , maka  $H_0$  diterima

Oleh karena  $t\text{-hitung} < t\text{-tabel}$  sehingga  $H_0$  diterima, maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi inlet mandi cuci dan konsentrasi outlet.

2. Berdasarkan nilai probabilitas

- Jika probabilitas  $> 0,05$ , maka  $H_0$  diterima

- Jika probabilitas  $< 0,05$ , maka  $H_0$  ditolak

Diketahui bahwa t-hitung adalah 2,54 dengan probabilitas 0,00034. oleh karena probabilitas  $> 0,05$ , maka  $H_0$  diterima. Dapat disimpulkan bahwa konsentrasi TSS pada inlet mandi cuci dan outlet terjadi perbedaan yang signifikan. Berarti reactor *Anaerobic baffle reactor (ABR)* yang digunakan untuk pengolahan limbah komunal tersebut sudah efektif dalam menurunkan konsentrasi TSS.

# **LAMPIRAN 2**

Hasil Analisa COD dan TSS

Tabel Konsentrasi COD

No	Waktu	Debit (Q1) 3	Inlet MC (C1) 4	Debit (Q2) 5	Inlet Tinja (C2) 6	Debit (Q3) 7	Inlet Gabungan (C3) $((3*4)+(5*6))/7$
1	09:00	0.25	1035.00	0.13	524.30	0.38	864.77
2	10:00	0.50	428.10	0.25	1278.20	0.75	711.47
3	11:00	0.31	625.50	0.16	226.70	0.47	492.57
4	12:00	0.25	1583.40	0.13	594.00	0.38	1253.60
5	13:00	0.10	1010.10	0.05	980.60	0.15	1000.27
6	14:00	0.08	275.00	0.04	232.30	0.13	260.77
7	15:00	0.07	271.50	0.03	177.30	0.10	240.10
8	16:00	0.09	306.10	0.04	209.40	0.13	273.87
9	17:00	0.12	388.50	0.06	193.10	0.19	323.37
10	18:00	0.14	335.00	0.07	242.00	0.21	304.00
11	19:00	0.10	897.70	0.05	223.60	0.15	673.00
12	20:00	0.06	1974.60	0.03	577.20	0.09	1508.80
13	21:00	0.05	437.80	0.03	311.10	0.08	395.57
14	22:00	0.09	2618.60	0.05	869.70	0.14	2035.63
15	23:00	0.05	453.10	0.02	309.10	0.07	405.10
16	00:00	0.03	1425.70	0.02	594.50	0.05	1148.63
17	01:00	0.02	351.30	0.01	346.70	0.03	349.77
18	02:00	0.03	878.30	0.01	460.70	0.04	739.10
19	03:00	0.07	1545.80	0.04	395.60	0.11	1162.40
20	04:00	0.13	771.00	0.06	616.40	0.19	719.47
21	05:00	0.27	1740.10	0.14	256.20	0.41	1245.47
22	06:00	0.31	1478.10	0.16	477.50	0.47	1144.57
<b>Rata-rata</b>							<b>784.19</b>
							<b>458.92</b>

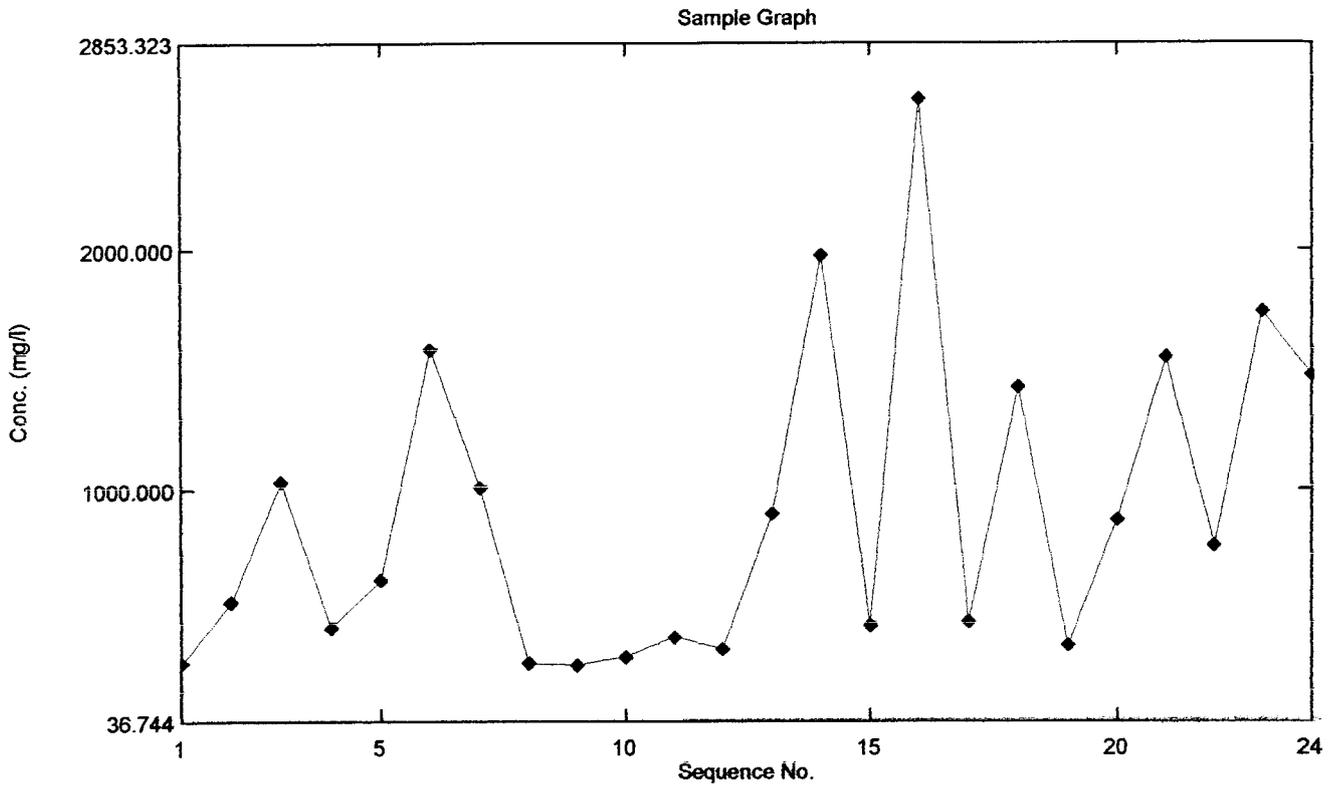
Tabel Konsentrasi TSS

No	Waktu	Debit (Q1) 3	Inlet MC (C1) 4	Debit (Q2) 5	Inlet Tinja (C2) 6	Debit (Q3) 7	Inlet Gabungan (C3) $((3*4)+(5*6))/7$
1	09:00	0.25	1235.00	0.13	899.00	0.38	1123.00
2	10:00	0.50	750.00	0.25	790.00	0.75	763.33
3	11:00	0.31	469.00	0.16	657.00	0.47	531.67
4	12:00	0.25	1374.00	0.13	799.00	0.38	1182.33
5	13:00	0.10	555.00	0.05	753.00	0.15	621.00
6	14:00	0.08	738.00	0.04	845.00	0.13	773.67
7	15:00	0.07	821.00	0.03	505.00	0.10	715.67
8	16:00	0.09	741.00	0.04	627.00	0.13	703.00
9	17:00	0.12	861.00	0.06	533.00	0.19	751.67
10	18:00	0.14	594.00	0.07	855.00	0.21	681.00
11	19:00	0.10	817.00	0.05	594.00	0.15	742.67
12	20:00	0.06	1304.00	0.03	623.00	0.09	1077.00
13	21:00	0.05	481.00	0.03	681.00	0.08	547.67
14	22:00	0.09	756.00	0.05	801.00	0.14	771.00
15	23:00	0.05	440.00	0.02	639.00	0.07	506.33
16	00:00	0.03	470.00	0.02	911.00	0.05	617.00
17	01:00	0.02	449.00	0.01	865.00	0.03	587.67
18	02:00	0.03	649.00	0.01	869.00	0.04	722.33
19	03:00	0.07	877.00	0.04	768.00	0.11	840.67
20	04:00	0.13	636.00	0.06	821.00	0.19	697.67
21	05:00	0.27	847.00	0.14	558.00	0.41	750.67
22	06:00	0.31	351.00	0.16	879.00	0.47	527.00
<b>Rata-rata</b>							<b>737.91</b>
<b>Rata-rata</b>							<b>739.64</b>

# Sample Table Report

03/09/2007 03:47:52 PM

File Name: D:\Hasil analisis Spektro\EN0\Inlet COD Mandi + Cuci.pho



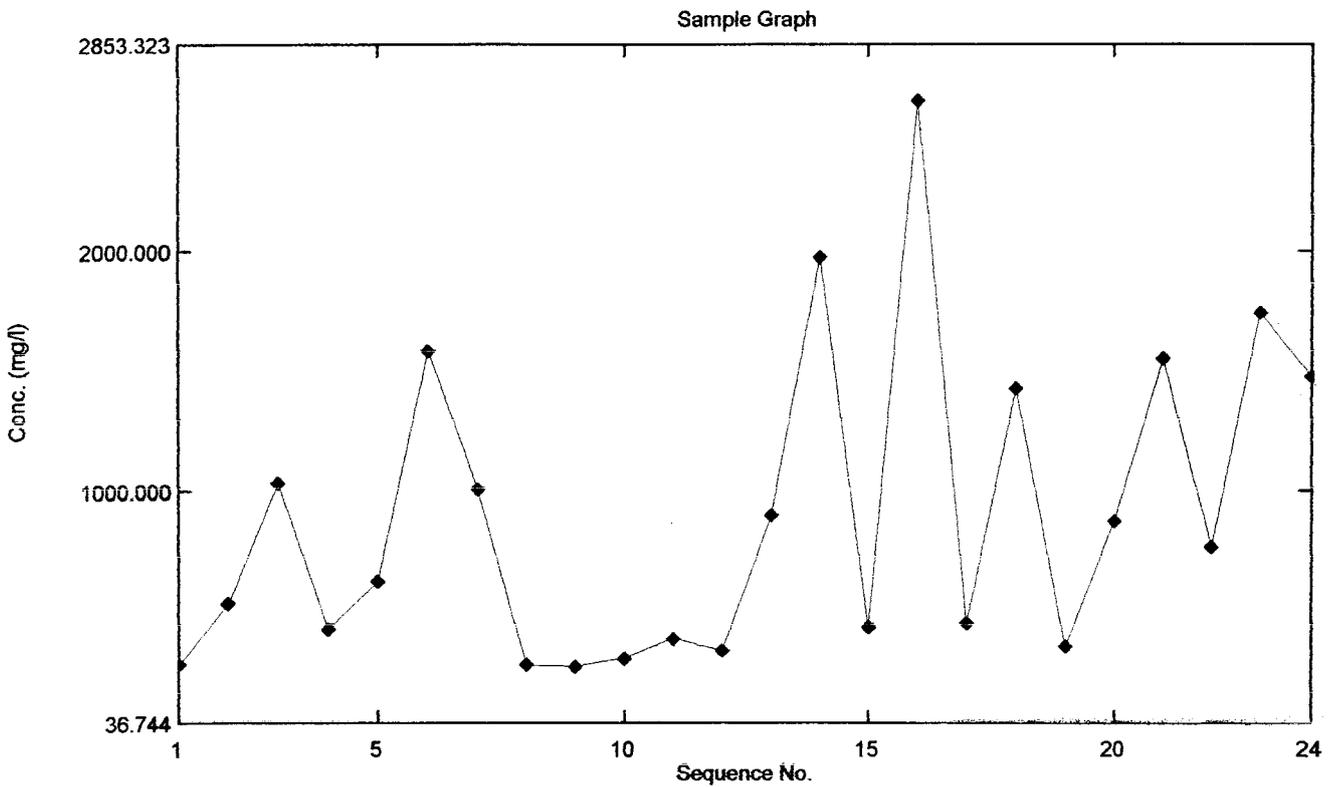
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
19	in 19	Unknown		351.325	0.081	
20	in 20	Unknown		878.340	0.208	
21	in 21	Unknown		1545.756	0.368	
22	in 22	Unknown		771.004	0.182	
23	in 23	Unknown		1740.080	0.415	
24	in 24	Unknown		1478.099	0.352	
25						

# Sample Table Report

03/09/2007 03:47:52 PM

File Name: D:\Hasil analisis Spektro\ENOM\Inlet COD Mandi + Cuci.pho



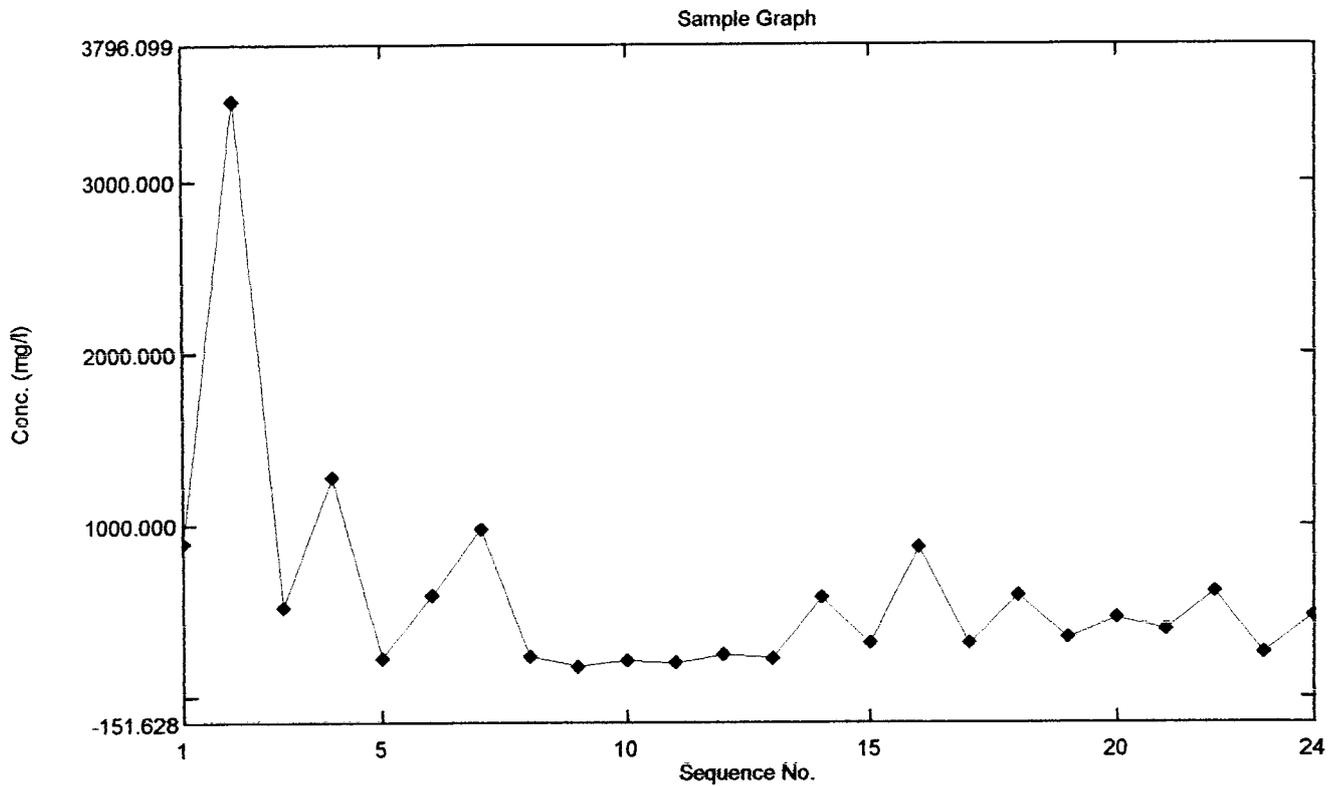
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
1	in 1	Unknown		278.581	0.064	
2	in 2	Unknown		532.423	0.125	
3	in 3	Unknown		1035.020	0.245	
4	in 4	Unknown		428.139	0.100	
5	in 5	Unknown		625.515	0.147	
6	in 6	Unknown		1583.400	0.377	
7	in 7	Unknown		1010.094	0.239	
8	in 8	Unknown		275.020	0.063	
9	in 9	Unknown		271.459	0.062	
10	in 10	Unknown		306.051	0.070	
11	in 11	Unknown		388.461	0.090	
12	in 12	Unknown		335.047	0.077	
13	in 13	Unknown		897.671	0.212	
14	in 14	Unknown		1974.592	0.471	
15	in 15	Unknown		437.805	0.102	
16	in 16	Unknown		2618.608	0.625	
17	in 17	Unknown		453.066	0.106	
18	in 18	Unknown		1425.703	0.339	

# Sample Table Report

03/09/2007 03:46:41 PM

File Name: D:\Hasil analisis Spektro\EN0\Inlet COD Biogas.pho



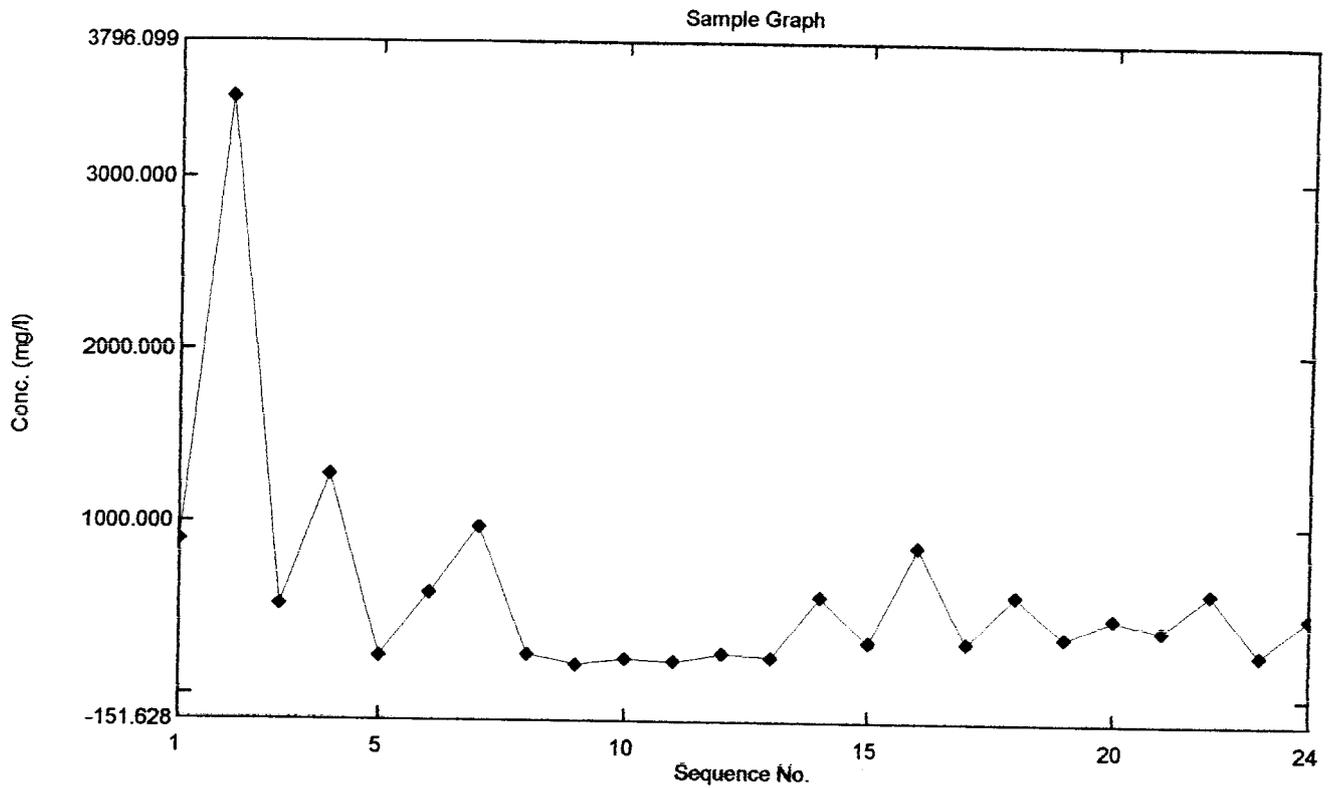
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
1	in 1	Unknown		902.249	0.214	
2	in 2	Unknown		3467.122	0.829	
3	in 3	Unknown		524.284	0.123	
4	in 4	Unknown		1278.179	0.304	
5	in 5	Unknown		226.693	0.051	
6	in 6	Unknown		593.976	0.140	
7	in 7	Unknown		980.589	0.232	
8	in 8	Unknown		232.289	0.053	
9	in 9	Unknown		177.349	0.040	
10	in 10	Unknown		209.398	0.047	
11	in 11	Unknown		193.119	0.043	
12	in 12	Unknown		241.954	0.055	
13	in 13	Unknown		223.641	0.051	
14	in 14	Unknown		577.189	0.135	
15	in 15	Unknown		311.138	0.072	
16	in 16	Unknown		869.692	0.206	
17	in 17	Unknown		309.103	0.071	
18	in 18	Unknown		594.485	0.140	

# Sample Table Report

03/09/2007 03:46:41 PM

File Name: D:\Hasil analisis Spektro\ENO\Inlet COD Biogas.pho



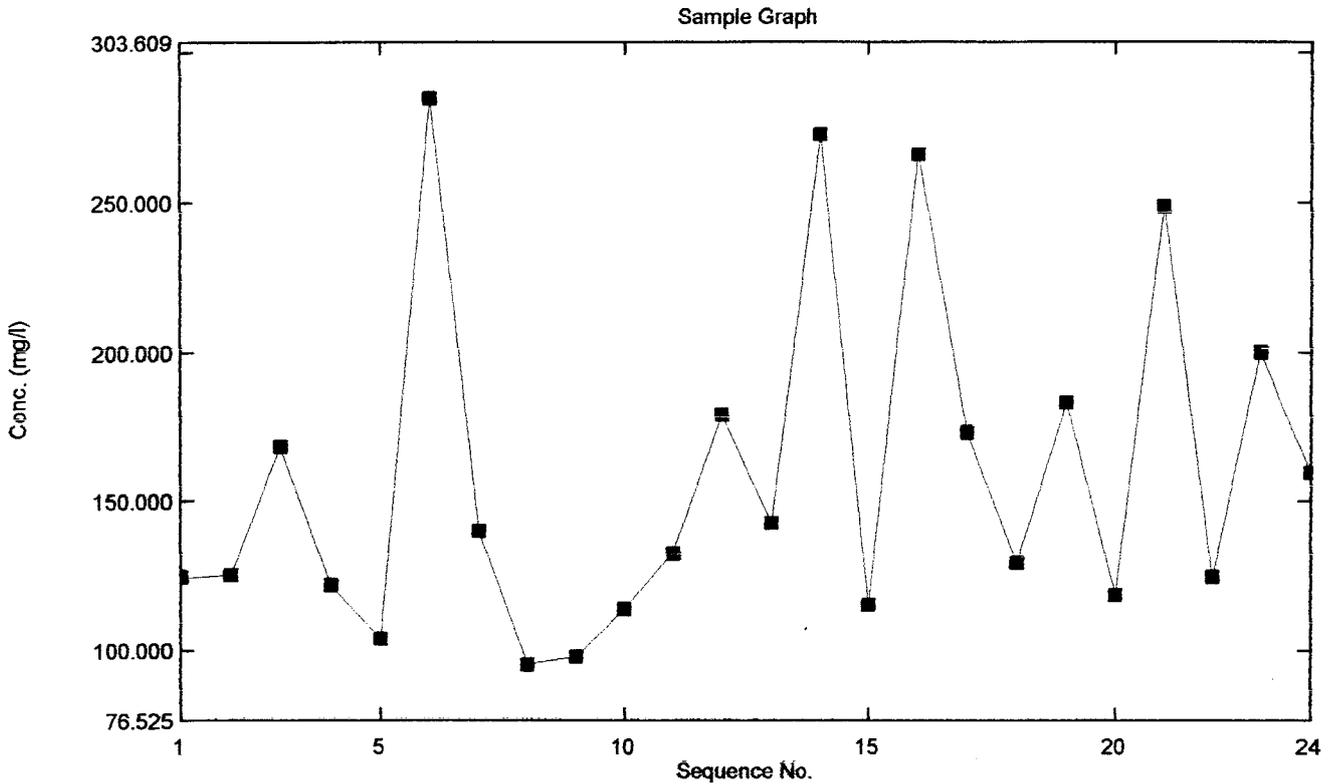
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
19	in 19	Unknown		346.747	0.080	
20	in 20	Unknown		460.696	0.108	
21	in 21	Unknown		395.582	0.092	
22	in 22	Unknown		616.359	0.145	✓
23	in 23	Unknown		256.198	0.058	
24	in 24	Unknown		477.483	0.112	✓
25						

# Sample Table Report

03/09/2007 03:47:20 PM

File Name: D:\Hasil analisis Spektro\ENO\Outlet COD.pho



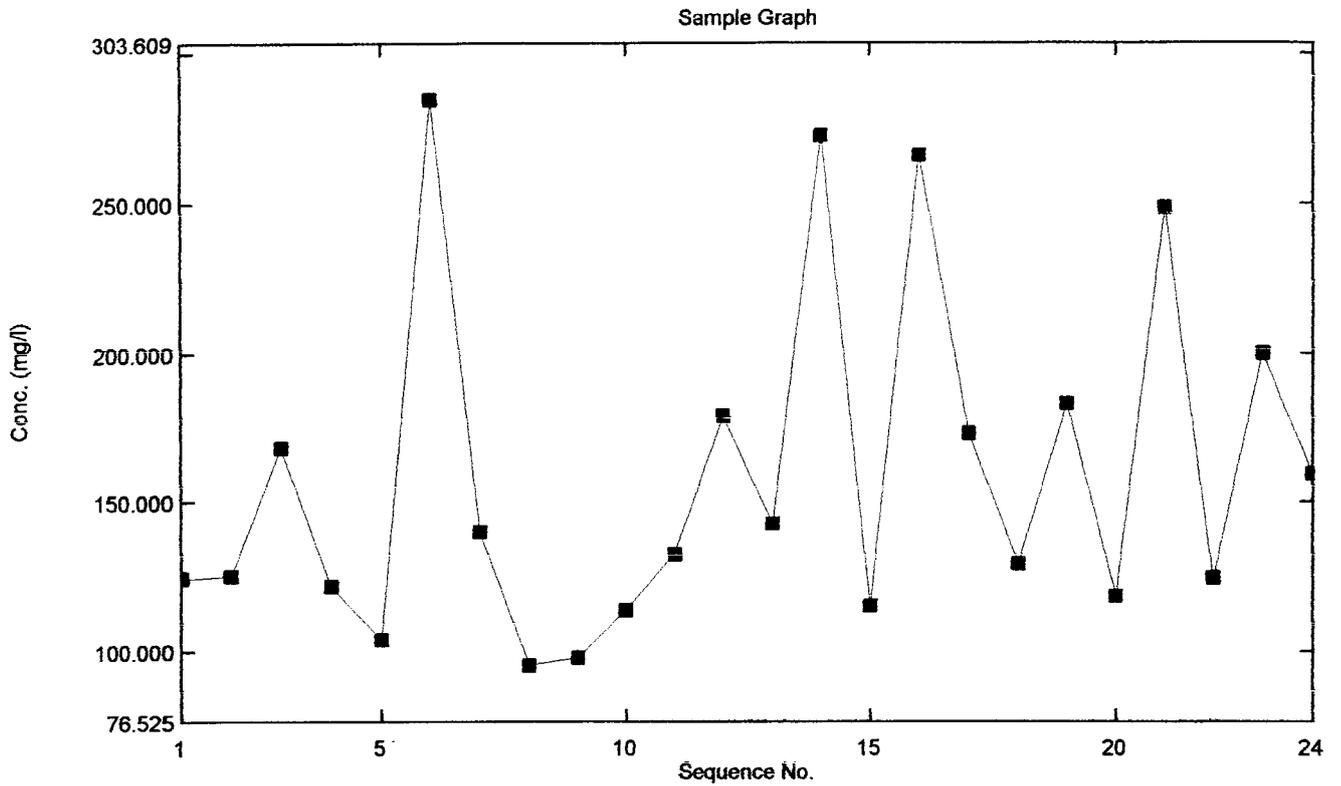
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
1	out 1	Unknown		124.444	0.027	
2	out 2	Unknown		125.462	0.027	
3	out 3	Unknown		168.193	0.037	
4	out 4	Unknown		121.901	0.026	
5	out 5	Unknown		104.096	0.022	
6	out 6	Unknown		284.685	0.065	
7	out 7	Unknown		140.214	0.031	
8	out 8	Unknown		95.448	0.020	
9	out 9	Unknown		97.992	0.021	
10	out 10	Unknown		114.270	0.024	
11	out 11	Unknown		133.092	0.029	
12	out 12	Unknown		178.876	0.040	
13	out 13	Unknown		142.758	0.031	
14	out 14	Unknown		272.985	0.063	
15	out 15	Unknown		115.288	0.025	
16	out 16	Unknown		266.372	0.061	
17	out 17	Unknown		172.771	0.038	
18	out 18	Unknown		129.531	0.028	

# Sample Table Report

03/09/2007 03:47:20 PM

File Name: D:\Hasil analisis Spektro\ENO\Outlet COD.pho



Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
19	out 19	Unknown	✓	182.945	0.041	
20	out 20	Unknown		118.849	0.026	
21	out 21	Unknown		248.568	0.057	
22	out 22	Unknown		124.444	0.027	✓
23	out 23	Unknown		199.732	0.045	
24	out 24	Unknown		159.545	0.035	✓
25						

TABEL TSS INLET MANDI CUCI

No	berat kosong (gr)			berat isi (gr)			berat isi-berat kosong (gr)			TSS (gr)			TSS (gr) rata-rata
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
IN 1	1.0515	1.0343	1.0382	1.1275	1.1095	1.0723	0.0760	0.0752	0.0341	1520	1504	682	1235
IN 2	1.0368	1.0477	1.0393	1.1074	1.0755	1.0534	0.0706	0.0278	0.0141	1412	556	282	750
IN 3	1.0330	1.0269	1.0329	1.0933	1.0345	1.0353	0.0603	0.0076	0.0024	1206	152	48	469
IN 4	1.0459	1.0463	1.0444	1.1507	1.1009	1.0911	0.1048	0.0546	0.0467	2096	1092	934	1374
IN 5	1.0527	1.0510	1.0455	1.1180	1.0565	1.0580	0.0653	0.0055	0.0125	1306	110	250	555
IN 6	1.0399	1.0513	1.0405	1.1006	1.0763	1.0655	0.0607	0.0250	0.0250	1214	500	500	738
IN 7	1.0678	1.0534	1.0658	1.1212	1.1103	1.0787	0.0534	0.0569	0.0129	1068	1138	258	821
IN 8	1.0393	1.0646	1.0575	1.1092	1.0894	1.0739	0.0699	0.0248	0.0164	1398	496	328	741
IN 9	1.0544	1.0439	1.0545	1.1107	1.0991	1.0721	0.0563	0.0552	0.0176	1126	1104	352	861
IN 10	1.0586	1.0388	1.0350	1.0956	1.0774	1.0485	0.0370	0.0386	0.0135	740	772	270	594
IN 11	1.0375	1.0330	1.0379	1.0902	1.0750	1.0658	0.0527	0.0420	0.0279	1054	840	558	817
IN 12	1.0402	1.0253	1.0248	1.1218	1.0891	1.0750	0.0816	0.0638	0.0502	1632	1276	1004	1304
IN 13	1.0230	1.0406	1.0281	1.0813	1.0533	1.0293	0.0583	0.0127	0.0012	1166	254	24	481
IN 14	1.0493	1.0608	1.0563	1.1250	1.0690	1.0858	0.0757	0.0082	0.0295	1514	164	590	756
IN 15	1.0171	1.0915	1.0649	1.0593	1.1053	1.0749	0.0422	0.0138	0.0100	844	276	200	440
IN 16	1.0447	1.0298	1.0406	1.0957	1.0420	1.0479	0.0510	0.0122	0.0073	1020	244	146	470
IN 17	1.0591	1.0460	1.0426	1.1130	1.0521	1.0500	0.0539	0.0061	0.0074	1078	122	148	449
IN 18	1.0638	1.0746	1.0681	1.1221	1.1002	1.0770	0.0583	0.0256	0.0089	1166	512	178	619
IN 19	1.0608	1.0441	1.0510	1.1141	1.0909	1.0824	0.0533	0.0468	0.0314	1066	936	628	877
IN 20	1.0436	1.0361	1.0433	1.1060	1.0474	1.0650	0.0624	0.0113	0.0217	1248	226	434	636
IN 21	1.0583	1.0356	1.0428	1.1196	1.0908	1.0534	0.0613	0.0552	0.0106	1226	1104	212	847
IN 22	1.0390	1.0217	1.0309	1.0695	1.0403	1.0345	0.0305	0.0186	0.0036	610	372	72	351

TABEL TSS INLET TINJA

No	berat kosong (gr)			berat isi (gr)			berat isi-berat kosong (gr)			TSS (gr)			TSS (gr) rata-rata
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
IN 1	1.0274	1.0468	1.0376	1.0971	1.0787	1.0708	0.0697	0.0319	0.0332	1394	638	664	899
IN 2	1.0387	1.0585	1.0625	1.1190	1.0799	1.0793	0.0803	0.0214	0.0168	1606	428	336	790
IN 3	1.0664	1.0350	1.0538	1.1063	1.0793	1.0681	0.0399	0.0443	0.0143	798	886	286	657
IN 4	1.0149	1.0211	1.0205	1.0727	1.0529	1.0508	0.0578	0.0318	0.0303	1156	636	606	799
IN 5	1.0417	1.0505	1.0504	1.1122	1.0640	1.0794	0.0705	0.0135	0.0290	1410	270	580	753
IN 6	1.0275	1.0166	1.0311	1.0830	1.0684	1.0505	0.0555	0.0518	0.0194	1110	1036	388	845
IN 7	1.0366	1.0365	1.0289	1.0918	1.0528	1.0331	0.0552	0.0163	0.0042	1104	326	84	505
IN 8	0.9895	0.9908	0.9898	1.0459	1.0210	0.9973	0.0564	0.0302	0.0075	1128	604	150	627
IN 9	1.0413	1.0520	1.0261	1.0976	1.0599	1.0419	0.0563	0.0079	0.0158	1126	158	316	533
IN 10	1.0261	1.0229	1.0345	1.0969	1.0501	1.0648	0.0708	0.0272	0.0303	1416	544	606	855
IN 11	1.0311	1.0195	1.0289	1.0730	1.0525	1.0431	0.0419	0.0330	0.0142	838	660	284	594
IN 12	1.0286	1.0145	1.0261	1.0764	1.0396	1.0466	0.0478	0.0251	0.0205	956	502	410	623
IN 13	1.0014	1.0077	1.0081	1.0540	1.0328	1.0326	0.0526	0.0251	0.0245	1052	502	490	681
IN 14	1.0211	1.0155	1.0282	1.0783	1.0527	1.0539	0.0572	0.0372	0.0257	1144	744	514	801
IN 15	1.0486	1.0535	1.0663	1.1132	1.0582	1.0929	0.0646	0.0047	0.0266	1292	94	532	639
IN 16	1.0240	1.0460	1.0349	1.0991	1.0740	1.0684	0.0751	0.0280	0.0335	1502	560	670	911
IN 17	0.9907	1.0151	1.0064	1.0586	1.0472	1.0361	0.0679	0.0321	0.0297	1358	642	594	865
IN 18	0.9983	0.9948	1.0056	1.0927	1.0154	1.0210	0.0944	0.0206	0.0154	1888	412	308	869
IN 19	1.0087	1.0053	1.0268	1.0740	1.0358	1.0462	0.0653	0.0305	0.0194	1306	610	388	768
IN 20	1.0256	1.0368	1.0342	1.0855	1.0730	1.0613	0.0599	0.0362	0.0271	1198	724	542	821
IN 21	1.0501	1.0207	1.0248	1.0795	1.0410	1.0588	0.0294	0.0203	0.0340	588	406	680	558
IN 22	1.0082	1.0148	1.0065	1.0665	1.0492	1.0456	0.0583	0.0344	0.0391	1166	688	782	879

Tabel TSS OUTLET

No	berat kosong (gr)			berat isi (gr)			berat isi-berat kosong (gr)			TSS (gr)			TSS (gr) rata-rata
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
OUT 1	1.0233	1.0311	1.0412	1.0871	1.0452	1.0454	0.0638	0.0141	0.0042	1276	282	84	547
OUT 2	1.0162	1.0159	1.0212	1.0739	1.0225	1.0488	0.0577	0.0066	0.0276	1154	132	552	613
OUT 3	1.0373	1.0439	1.0342	1.0918	1.0722	1.0384	0.0545	0.0283	0.0042	1090	566	84	580
OUT 4	1.0134	1.0297	1.0209	1.0771	1.0353	1.0222	0.0637	0.0056	0.0013	1274	112	26	471
OUT 5	1.0673	1.0462	1.0598	1.1103	1.0773	1.0786	0.0430	0.0311	0.0188	860	622	376	619
OUT 6	1.0267	1.0356	1.0404	1.0966	1.0365	1.0502	0.0699	0.0009	0.0098	1398	18	196	537
OUT 7	1.0299	1.0411	1.0495	1.0964	1.0610	1.0510	0.0665	0.0199	0.0015	1330	398	30	586
OUT 8	1.0507	1.0550	1.0556	1.1142	1.0734	1.0700	0.0635	0.0184	0.0144	1270	368	288	642
OUT 9	1.0293	1.0494	1.0445	1.0953	1.0656	1.0640	0.0660	0.0162	0.0195	1320	324	390	678
OUT 10	1.0458	1.0289	1.0306	1.0970	1.0517	1.0534	0.0512	0.0228	0.0228	1024	456	456	645
OUT 11	1.0646	1.0565	1.0457	1.1083	1.0791	1.0565	0.0437	0.0226	0.0108	874	452	216	514
OUT 12	1.0645	1.0530	1.0489	1.1022	1.0795	1.0591	0.0377	0.0265	0.0102	754	530	204	496
OUT 13	1.0475	1.0615	1.0527	1.1060	1.0779	1.0609	0.0585	0.0164	0.0082	1170	328	164	554
OUT 14	1.0460	1.0567	1.0552	1.0544	1.0617	1.0680	0.0084	0.0050	0.0128	168	100	256	175
OUT 15	1.0458	1.0265	1.0223	1.0866	1.0559	1.0338	0.0408	0.0294	0.0115	816	588	230	545
OUT 16	1.0384	1.0409	1.0515	1.1035	1.0552	1.0526	0.0651	0.0143	0.0011	1302	286	22	537
OUT 17	1.0320	1.0459	1.0297	1.0888	1.0610	1.0403	0.0568	0.0151	0.0106	1136	302	212	550
OUT 18	1.0664	1.0420	1.0506	1.1003	1.0639	1.0611	0.0339	0.0219	0.0105	678	438	210	442
OUT 19	1.0402	1.0434	1.0310	1.0868	1.0715	1.0497	0.0466	0.0281	0.0187	932	562	374	623
OUT 20	1.0295	1.0412	1.0527	1.0947	1.0659	1.0729	0.0652	0.0247	0.0202	1304	494	404	734
OUT 21	1.0295	1.0570	1.0421	1.0921	1.0830	1.0718	0.0626	0.0260	0.0297	1252	520	594	789
OUT 22	1.0475	1.0480	1.0388	1.0985	1.0764	1.0475	0.0510	0.0284	0.0087	1020	568	174	587

# **LAMPIRAN 3**

Hasil Analisa Fisik

## INLET MANDI CUCI

Tanggal Pengambilan Jum'at 16 February 2007

Jam	TDS	pH	Salinitas	Konduktivitas	$\rho$
09.00	1329	8.0	0.6	1321	0.845
10.00	436	6.16	0.1	405	2.33
11.00	581	6.59	0.2	568	1.839
12.00	421	6.36	0.1	449	2.410
13.00	730	6.34	0.2	525	1.905
14.00	691	6.31	0.3	647	1.480
15.00	696	5.79	0.3	657	1.441
16.00	442	5.68	0.1	446	2.24
17.00	570	5.90	0.2	563	1.752
18.00	329	5.97	0.1	308	3.04
19.00	596	6.06	0.2	564	1.688
20.00	656	6.36	0.3	695	1.610
21.00	683	6.28	0.3	689	1.458
22.00	708	6.27	0.3	707	1.412
23.00	705	6.21	0.3	705	1.419
24.00	697	6.04	0.3	657	1.435
01.00	663	6.01	0.3	664	1.435
02.00	661	6.32	0.3	702	1.420
03.00	707	6.18	0.3	666	1.503
04.00	710	6.11	0.3	708	1.413
05.00	708	6.02	0.3	665	1.413
06.00	708	6.22	0.3	711	1.504

## INLET TINJA

Tanggal Pengambilan Jum'at 16 February 2007

Jam	TDS	pH	Salinitas	Konduktivitas	$\rho$
09.00	641	7.29	0.3	657	1.717
10.00	1354	6.51	0.6	1339	0.739
11.00	1175	6.55	0.6	1252	0.796
12.00	833	6.59	0.4	778	1.281
13.00	1159	6.72	0.5	1161	0.919
14.00	1294	6.58	0.6	1300	0.724
15.00	1308	6.46	0.6	1227	0.770
16.00	1184	6.61	0.6	1260	0.791
17.00	1299	6.58	0.6	1299	0.770
18.00	1321	6.43	0.6	1333	0.751
19.00	1203	6.39	0.6	1280	0.780
20.00	1204	6.55	0.6	1383	0.778
21.00	1197	6.61	0.6	1180	0.839
22.00	1252	6.33	0.6	1265	0.790
23.00	973	6.33	0.6	967	1.172
24.00	1369	6.33	0.6	1281	0.779
01.00	1309	6.51	0.6	1314	0.716
02.00	1320	6.39	0.6	1387	0.714
03.00	1438	6.54	0.7	1438	0.696
04.00	1444	6.52	0.7	1447	0.736
05.00	1465	6.51	0.7	1379	0.680
06.00	1296	6.43	0.6	1368	0.733

## OUTLET

Tanggal Pengambilan Jum'at 16 February 2007

Jam	TDS	pH	Salinitas	Konduktivitas	$\rho$
09.00	696	6.65	0.3	750	1.330
10.00	409	6.55	0.1	384	2.45
11.00	416	6.42	0.1	446	2.25
12.00	713	6.59	0.3	750	1.311
13.00	756	6.58	0.3	708	1.406
14.00	710	6.64	0.3	758	1.355
15.00	754	6.47	0.3	760	1.313
16.00	713	6.52	0.3	756	1.405
17.00	715	6.39	0.3	762	1.403
18.00	764	6.54	0.3	764	1.307
19.00	760	6.55	0.3	766	1.313
20.00	755	6.45	0.3	760	1.316
21.00	757	6.64	0.3	734	1.319
22.00	758	6.40	0.3	721	1.387
23.00	775	6.28	0.3	772	1.290
24.00	777	6.43	0.3	768	1.300
01.00	721	6.53	0.3	764	1.386
02.00	770	6.47	0.3	227	1.297
03.00	719	6.60	0.3	765	1.333
04.00	730	6.51	0.3	774	1.322
05.00	754	6.61	0.3	771	1.294
06.00	732	6.52	0.3	774	1.317

# **LAMPIRAN 4**

Hasil Produksi Gas Methan

- Jumlah pemakai IPAL = 30 KK
- Jumlah jiwa tiap KK = 5 orang
- Berat tinja per orang = 0.50 kg/orang.

Jadi jumlah masukan tinja total yang masuk ke reaktor *biogas* adalah :

- $30 \text{ kk} \times 5 \text{ orang} = 150 \text{ orang}$
- Dengan persentase kandungan bahan kering tinja adalah 20% dan 80% adalah kandungan air.
- $150 \text{ orang} \times 0.50 \text{ kg/orang/hari} = 75 \text{ kg/hari}$   
 $= 75 \times 20\%$   
 $= 15 \text{ kg/hari}$
- *Hydraulic retention time* (HRT) atau lama cerna = 27 hari
- Temperatur dalam tangki pencerna = 30 °C
- Methan content = 70 %
- Konsentrasi (TS) = 6%

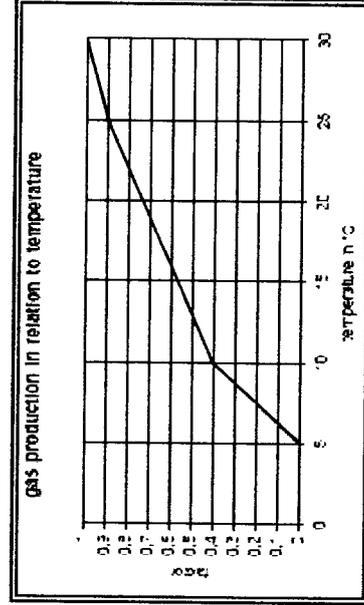
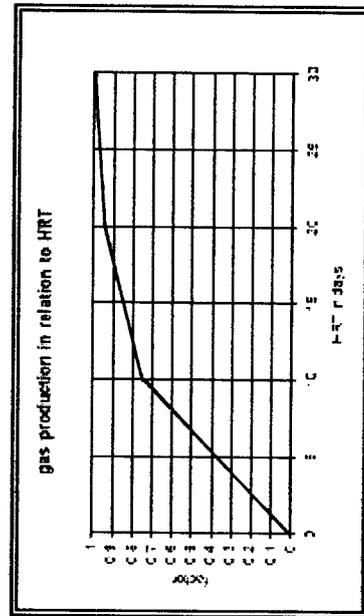
Maka :

- 6 kg padatan = 100 kg influent
- 1 kg padatan = 100 / 6 kg influent
- 15 kg/hari padatan = 100 x (15 / 6)  
 $= 250 \text{ kg/hari}$   
 $= 0.25 \text{ L/hari.}$

**General spread sheet for biogas plants, input and gas production data**

Daily flow	TS (DM) content		org. DM/ total DM		solids settleable within one day		HRT		Lowest digester temp.		Ideal biogas product at 30°C		Gas productions factors		Total gas product		Methan content	
	Total	%	assumed	ratio	calculated	%	tested	m/l/	chosen	given	°C	given	l/ kg org. DM	calculated	acc. to graphs	calculated	m <sup>3</sup> /d	assumed
0.25	6.00%	67%	67%	4%	57.5	27	30	400	0.982	1	3.94764	70%						

200-450



example from slaughter houses may have again different properties. It is therefore difficult to find dimensions for all kind of „strong“ wastewater for which a biogas plant could be suitable. The following spread sheet should be used with certain reservation and formulas may need to be adapted locally.

The spread sheet, however, reveals the influencing factors. The formulas are based on the following assumptions:

- ❑ Solids which settle within one day of bench scale testing represent 95% of all settleable solids.
- ❑ There is a mixing effect inside the digester due to relatively high gas production which does not allow additional sludge to settle. Any additional sludge will only make good for the loss in volume by compression. Thus, the accumulating sludge volume is the same vol-

ume which is calculated from the one day of bench scale testing.

- ❑ All settleable and non-settleable solids will digest within hydraulic retention times typical for sludge reactors
- ❑ 95% of their BOD is removed after 25 days and 30°C, this is equivalent to 400 l of biogas produced from 1 kg of organic dry matter

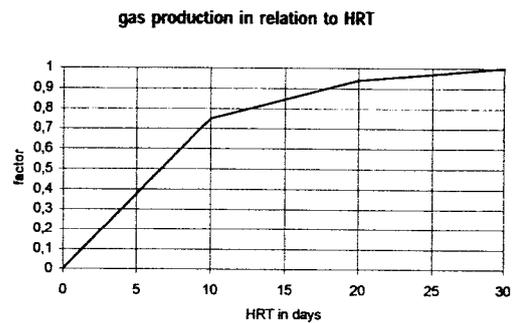


Fig. 80. Gas production of fixed dome biogas plants in relation to HRT

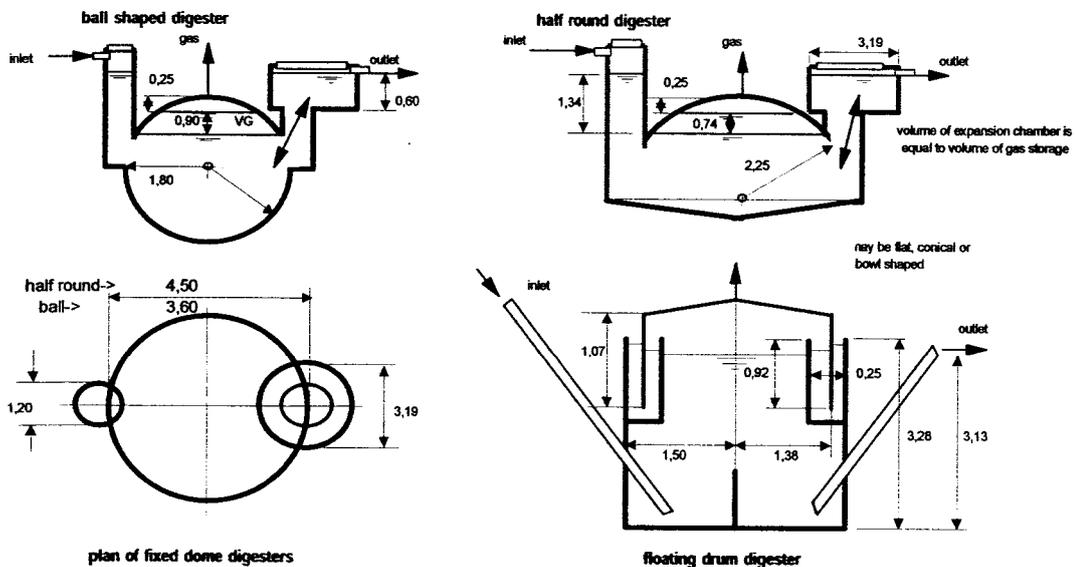
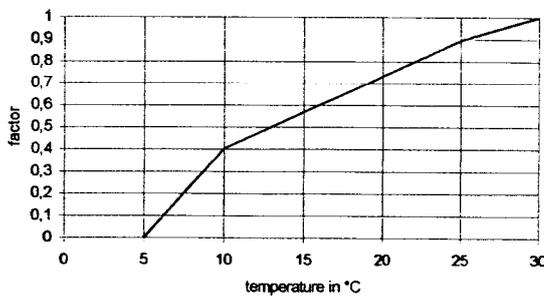


Fig. 82. Illustration to spread sheet for calculation of biogas plant dimensions

**Tab. 27.**  
Spread sheet for calculation of biogas plant dimensions

General spread sheet for biogas plants, input and gas production data												
daily flow	TS (DM) content	org. DM / total DM	org. DM content	solids settleable within one day	HRT	lowest digester temper.	ideal biogas product. at 30°C	gas production factors		total gas product.	methan content	
given	given	assumed	calcul.	tested	chosen	given	given	calcul. acc. to graphs		calcul.	assumed	
m <sup>3</sup> /d	%	ratio	%	ml/l	d	°C	l/kg org DM	f-HRT	f-temp	m <sup>3</sup> /d	ratio	
0,60	6,0%	67%	4,0%	20	25	25	400	0,97	0,90	8,42	70%	
200-450												
values for all digester shapes						for all fixed dome plants						
non-dissolv. methan prod.	approx. effluent COD	de-sludging interval	sludge volume	liquid volume	total digester volume	gas storage capacity	gas holder volume VG	free distance above slurry zero line	outlet above zero	diameter of left shaft	diameter of expans. chamber	
assumed	calcul.	chosen	calcul.	calcul.	calcul.	given	calcul.	chosen	chosen	chosen	calcul.	
ratio	mg/l	months	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	ratio	m <sup>3</sup>	m	m	m	m	
80%	7.943	12	4,32	15,0	19,3	65%	5,5	0,25	0,60	1,20	3,19	
cylindrical floating drum plant										ball shaped digester		
radius of digester	width of water ring	wall thickness of water ring	radius of gas holder	theor. height of gas holder	theor. depths of digester	actual height of gas holder	actual depth of digester	volume of empty space above zero line	radius ball shape	actual digester radius (ball)	actual net volume of digester	
chosen	chosen	chosen	calcul.	calcul.	calcul.	calcul.	calcul.	calcul.	requir.	chosen	check	
m	m	m	m	m	m	m	m	m <sup>3</sup>	m	m	m <sup>3</sup>	
1,50	0,25	0,12	1,38	0,92	3,13	1,07	3,28	0,34	1,77	1,80	20,56	
ball shaped digester						half-ball shaped digester						
lowest slurry level below zero line (fill in trial until "calcul." match "target")			gas pressure ball shaped	volume of empty space above zero line	radius half round shape	actual digester radius (half round)	actual net volume of digester	lowest slurry level below zero line (fill in trial until "calcul." match "target")			gas pressure half-ball	
trial !!	calcul.	target	calc.	calcul.	requir.	chosen	check	trial !!	calcul.	target	calc.	
m	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m w.c.	m <sup>3</sup>	m	m	m <sup>3</sup>	m	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m w.c.	
0,90	5,89	5,81	1,50	0,43	2,23	2,25	20,01	0,74	5,91	5,90	1,34	
1,50 max.						1,50 max.						

gas production in relation to temperature



**Fig. 81.**  
Gas production of fixed dome biogas plants in relation to temperature

**Formulas of spread sheet „biogas plants“**

$D5=B5 \cdot C5$

$I5=IF(F5<10;F5 \cdot 0,75/10;IF(F5<20;(F5-10) \cdot 0,19/10+0,75;(F5-20) \cdot 0,06/10+0,94))$

The formula relates to Fig. 80

$J5=IF(G5<5;0;IF(G5<10;(G5-5) \cdot 0,4/5;IF(G5<25;(G5-10) \cdot 0,5/15+0,4;(G5-25) \cdot 0,1/5+0,9)))$

The formula relates to Fig. 81

$$K5=H5 \cdot I5 \cdot J5 \cdot A5 \cdot D5$$

$$B11=1,1 \cdot \left( \frac{1000 \cdot K5 \cdot L5}{A11 \cdot 0,35} / (0,95 \cdot I5 \cdot J5) \right) \cdot (1 - 0,95 \cdot I5 \cdot J5) / A5$$

The formula finds the influent COD and calculates the COD removal by assuming 350 l methane per kg COD removed; the additional 10% stand for the anorganic COD which is not removed.

$$D11=30 \cdot C11 \cdot A5 \cdot E5 / 1000$$

$$E11=F5 \cdot A5$$

$$F11=D11+E11$$

$$H11=K5 \cdot G11$$

$$L11=2 \cdot \sqrt{\pi} \cdot \left( \frac{H11}{J11} - \left( \frac{K11}{2} \right)^2 \times \pi \right) / \pi$$

The mathematical expression is:

$$2 \times \sqrt{\frac{\left( \frac{H11}{J11} - \left( \frac{K11}{2} \right)^2 \times \pi \right)}{\pi}}$$

$$D17=A17-B17/2$$

$$E17=H11 / (D17 \cdot D17 \cdot \pi)$$

The mathematical expression is:

$$H11 / (D17^2 \times \pi)$$

$$F17=(F11 - \text{POWER}(A17-B17-C17;2) \cdot \pi \cdot E17) / (A17 \cdot A17 \cdot \pi) + E17$$

The mathematical expression is:

$$F11 - \frac{(A17 - B17 - C17)^2 \times \pi \times E17}{A17^2 \times \pi} + E17$$

$$G17=E17+0,15$$

$$H17=F17+0,15$$

$$I17=3,14 \cdot I11 \cdot I11 \cdot (K17-I11/3)$$

$$J17=0,02 + \text{POWER}((F11+H11/2+I17)/4,19;1/3)$$

The theoretical digester volume is taken as the volume below the zero line plus half the gas storage; 0,02 m are added for plaster. The mathematical expression is:

$$0,02 + \sqrt[3]{\frac{(F11+H11/2+I17)}{4,19}} ; 4,19 \text{ is } 4/3\pi$$

$$L17=4,19 \cdot (K17-0,02) \cdot (K17-0,02) \cdot (K17-0,02) - I17 - H11/2$$

$$B23=\pi \cdot (I11+A23) \cdot (I11+A23) \cdot (K17-(I11+A23)/3)$$

The volume above the lowest slurry level is found by trial and error;  $\pi$  is expressed as  $\pi()$ .

$$C23=I17+H11$$

$$D23=A23+J11$$

$$E23=3,14 \cdot I11 \cdot I11 \cdot (G23-I11/3)$$

$$F23=0,02 + \text{POWER}((F11+H11/2+E23)/2,09;1/3)$$

The mathematical expression is:

$$0,02 + \sqrt[3]{\frac{(F11+H11/2+E23)}{2,09}} ; 2,09 \text{ is } 2/3\pi$$

$$H23=2,09 \cdot (G23-0,02) \cdot (G23-0,02) \cdot (G23-0,02) - E23 - H11/2$$

$$J23=\pi \cdot (I23+I11) \cdot (I23+I11) \cdot (G23-(I23+I11)/3)$$

The volume above the lowest slurry level is found by trial and error;  $\pi$  is expressed as  $\pi()$ .

$$K23=E23+H11$$

$$L23=I23+J11$$

### 13.1.11 Gravel Filter

Volume, number of flow and pollution load are the basic entries. Starting from these data, the „entrance parameter“ is the desired effluent quality ( $BOD_{out}$ , cell E5). The hydraulic retention time and temperature have the greatest influence on treatment performance. The HRT depends on desired BOD removal rate (Fig. 84.). The curve is based on 25°C and 35% pore space. The pore space inside the filter defines the „real“ HRT, and the type of plantation plays also a certain role. However, more influencing factors may be near to 1.0 and, more importantly, the information needed to define these factors in any case, are most probably not available at site.

# **LAMPIRAN 5**

Draft Kuisisioner

**KUISIONER  
PENGELOLAAN AIR BUANGAN  
DI DAERAH JETIS PASIRAMAN  
JOGJAKARTA**

**Mohon diisi dengan jelas dan sejujur-jujurnya.**

**A. Biodata Penduduk**

1. Nama : .....
2. Alamat : .....  
.....  
RT : ..... RW : .....
3. Apakah anda penduduk asli daerah?
  - a. Ya
  - b. Tidak, asal daerah dari .....
4. Berapakah jumlah anggota keluarga anda?
  - a. 2 orang
  - b. 3 orang
  - c. 4 orang
  - d. 5 orang
  - e. > 5 orang
5. Sudah berapa lama anda tinggal di wilayah ini?
  - a. < 1 tahun
  - b. 1 - 5 tahun
  - c. 5 - 10 tahun
  - d. 10 - 15 tahun
  - e. 15 - 20 tahun
  - f. > 20 tahun

**B. Tingkat Sosial Ekonomi**

1. Pekerjaan
  - a. Pegawai Negri Sipil
  - b. Wiraswasta
  - c. TNI/POLRI
  - d. Karyawan Perusahaan
  - e. Petani
  - f. ....
2. Pendapatan per bulan
  - a. < Rp 100.000,00
  - b. Rp100.000,00 - Rp300.000,00
  - c. Rp300.000,00 - Rp500.000,00
  - d. Rp500.000,00 - Rp1.000.000,00
  - e. > Rp1.000.000,00

**C. Pendidikan terakhir**

- a. Tidak sekolah
- b. TK
- c. SD
- d. SMP
- e. SMA/SMU/SMK
- f. Perguruan Tinggi

**D. Status Rumah dan Fasilitasnya**

1. Jumlah Kamar Mandi : ..... buah
2. Jumlah Dapur : ..... buah

3. Berapakah pemakaian rata - rata air minum / air bersih dirumah anda setiap hari?

- < 50 L/hari                       50 - 100 L/hari       100 - 150 L/hari  
 150 - 200 L/hari               > 200 L/hari

4. Apakah anda memiliki sambungan air minum/PDAM ?

- a. Ya                      b. Tidak

Jika tidak

- Dari mana sumber air minum / air bersih yang anda gunakan?

- Air sumur       Air hujan       Air sungai Code       Membeli

#### **E. Fasilitas Umum**

1. Apakah disekitar tempat tinggal anda terdapat fasilitas tempat ibadah ?

- a. Masjid/Mushola      b. Gereja              c. ....

..... buah                      ..... buah                      ..... buah

2. Apakah disekitar tempat tinggal anda terdapat sekolah?

- a. SLB                      b. TK              c. SD              d. SMP

d. SMA/SMU/SMK      e. Perguruan Tinggi

3. Apakah disekitar tempat tinggal anda terdapat pabrik/industri?

a. Jika ada, Industri apa yang ada?

- Industri makanan dan minuman       Industri .....

b. Tidak

4. Apakah disekitar tempat tinggal anda terdapat MCK umum?

a. Jika ada, ada.....buah

b. Tidak

6. Apakah disekitar tempat anda terdapat fasilitas kesehatan?

- a. ya    b. tidak

jumlah.....buah

7. Penyakit yang sering/pernah diderita : .....

#### **F. Jenis, bentuk, sifat limbah yang dibuang dari rumah tangga**

##### **1. Padat**

a. Jenis sampah apa yang paling sering dihasilkan dari rumah anda?

- Kertas                       Plastik               Daun-daunan

Sisa makanan       .....

- b. Bila membuang sampah, wadah apa yang biasa digunakan?
- Tas plastik       Keranjang sampah       Karung
- Tong sampah       Sisa makanan       .....
- c. Berapa banyak jumlah sampah yang dibuang dari rumah anda dalam satu hari?
- Jawab :.....

**2. Cair**

- a. Jenis limbah cair apa yang dihasilkan dari rumah anda ?
- Air mandi       Air cuci pakaian       Air dapur
- Sisa minuman       Air WC       .....
- b. Air buangan dari mana saja yang masuk ke dalam saluran air buangan ?
- Kamar mandi       WC       Dapur
- Tempat cuci      .....

**G. Persepsi/tanggapan masyarakat tentang adanya sistem pengelolaan air buangan secara komunal (on site) di daerah tersebut :**

1. Apakah anda mengetahui adanya IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) komunal di kampung anda ?
- Ya       Tidak
2. Apakah anda setuju dengan adanya IPAL komunal di daerah anda ?
- Setuju       Tidak setuju

Alasan:

.....

.....

**3. Aspek pembiayaan**

- a. Berapakah iuran yang anda keluarkan untuk usaha perawatan IPAL komunal di kampung anda ?
- Jawab :.....

- b. Apakah anda merasa keberatan dengan adanya iuran tersebut ?
- Ya       Tidak

Jika anda keberatan, berapakah menurut anda iuran yang pantas untuk perawatan IPAL komunal tersebut ?

Jawab :.....

4. Apakah pernah ada masalah dengan adanya IPAL komunal di daerah anda ?

- Ya             Tidak

Jika ya, masalah apa yang pernah ada ?

Jawab: .....

Bagaimana cara warga untuk mengatasi masalah tersebut ?

Jawab: .....

5. Adakah pengelolaan IPAL komunal di daerah anda ?

Jawab .....

6. Apakah masyarakat terlibat dengan pengelolaan IPAL komunal yang ada di daerah anda ?

- Ya             Tidak

Jika ya berupa apa .....

7. Apakah anda mengetahui letak saluran air buangan di dekat rumah anda ?

- Ya             Tidak

Jika ya, dimanakah letak saluran tersebut ?

- Di tengah jalan             Di pinggir jalan            .....

8. Adakah bak kontrol pada saluran air buangan di dekat rumah anda ?

- Ada             Tidak

berapa jumlahnya ?.....buah

**H. Tanggapan masyarakat tentang pemeliharaan dari sistem pengelolaan air buangan komunal tersebut :**

.....  
.....

**I. Harapan masyarakat kedepannya tentang adanya penerapan sistem pengelolaan air limbah komunal di daerah tersebut :**

.....  
.....

# **LAMPIRAN 6**

SNI 06-6989.2-2004

Dan

KepMent LH No 112 tahun 2003

## Air dan air limbah – Bagian 2: Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (KOK) dengan refluks tertutup secara spektrofotometri

### 1 Ruang lingkup

Metode ini digunakan untuk pengujian kebutuhan oksigen kimiawi (KOK) dalam air dan air limbah dengan reduksi  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  secara spektrofotometri pada kisaran nilai KOK 100 mg/L sampai dengan 900 mg/L pada panjang gelombang 600 nm dan nilai KOK lebih kecil 100 mg/L pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 420 nm.

Metode ini digunakan untuk contoh uji air dan air limbah dan tidak berlaku bagi air limbah yang mengandung ion klorida lebih besar dari 2000 mg/L.

### 2 Istilah dan definisi

#### 2.1

##### **larutan induk**

larutan baku kimia yang dibuat dengan kadar tinggi dan akan digunakan untuk membuat larutan baku dengan kadar yang lebih rendah

#### 2.2

##### **larutan baku**

larutan induk yang diencerkan dengan air suling bebas organik, dan mempunyai nilai KOK 500 mg/L

#### 2.3

##### **larutan kerja**

larutan baku yang diencerkan dengan air suling bebas organik, digunakan untuk membuat kurva kalibrasi dan mempunyai kisaran nilai KOK: 0,0 mg/L; 100 mg/L, 200 mg/L; 300mg/L; 400mg/L

#### 2.4

##### **larutan blanko atau air suling bebas organik**

adalah air suling yang tidak mengandung organik atau mengandung organik dengan kadar lebih rendah dari batas deteksi

#### 2.5

##### **kurva kalibrasi**

grafik yang menyatakan hubungan kadar larutan kerja dengan hasil pembacaan absorbansi yang merupakan garis lurus

#### 2.6

##### **blind sample**

larutan baku dengan kadar tertentu

#### 2.7

##### **spike matrix**

contoh uji yang diperkaya dengan larutan baku dengan kadar tertentu

#### 2.8

##### **SRM (Standard Reference Material)**

bahan standar yang tertelusur ke sistem nasional

## 2.9

### CRM (Certified Reference Material)

bahan standar bersertifikat yang tertelusur ke sistem nasional atau internasional

## 3 Cara uji

### 3.1 Prinsip

KOK (Chemical Oxygen Demand = COD) adalah jumlah oksidan  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  yang bereaksi dengan contoh uji dan dinyatakan sebagai  $\text{mg O}_2$  untuk tiap 1000 mL contoh uji.

Senyawa organik dan anorganik, terutama organik dalam contoh uji dioksidasi oleh  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  dalam refluks tertutup menghasilkan  $\text{Cr}^{3+}$ . Jumlah oksidan yang dibutuhkan dinyatakan dalam ekuivalen oksigen ( $\text{O}_2$  mg/L) diukur secara spektrofotometri sinar tampak.  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  kuat mengabsorpsi pada panjang gelombang 400 nm dan  $\text{Cr}^{3+}$  kuat mengabsorpsi pada panjang gelombang 600 nm.

Untuk nilai KOK 100 mg/L sampai dengan 900 mg/L ditentukan kenaikan  $\text{Cr}^{3+}$  pada panjang gelombang 600 nm. Pada contoh uji dengan nilai KOK yang lebih tinggi, dilakukan pengenceran terlebih dahulu sebelum pengujian. Untuk nilai KOK lebih kecil atau sama dengan 90 mg/L ditentukan pengurangan konsentrasi  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  pada panjang gelombang 420 nm.

### 3.2 Bahan

- a) Air suling bebas klorida dan bebas organik.
- b) Larutan pencerna (*digestion solution*) pada kisaran konsentrasi tinggi.  
Tambahkan 10,216 g  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  yang telah dikeringkan pada suhu  $150^\circ\text{C}$  selama 2 jam ke dalam 500 ml air suling. Tambahkan 167 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat dan 33,3 g  $\text{HgSO}_4$ . Larutkan, dan dinginkan pada suhu ruang dan encerkan sampai 1000 mL.
- c) Larutan pencerna (*digestion solution*) pada kisaran konsentrasi rendah.  
Tambahkan 1,022 g  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  yang telah dikeringkan pada suhu  $150^\circ\text{C}$  selama 2 jam ke dalam 500 mL air suling. Tambahkan 167 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat dan 33,3 g  $\text{HgSO}_4$ . Larutkan, dan dinginkan pada suhu ruang dan encerkan sampai 1000 mL.
- d) Larutan pereaksi asam sulfat  
Tambahkan serbuk atau kristal  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  teknis ke dalam  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat dengan perbandingan 5,5 g  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  untuk tiap satu kg  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat atau 10,12 g  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  untuk tiap 1000 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat. Biarkan 1 jam sampai dengan 2 jam sampai larut, aduk.
- e) Asam sulfamat ( $\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$ ).  
Digunakan jika gangguan nitrit akan dihilangkan. Tambahkan 10 mg asam sulfamat untuk setiap mg  $\text{NO}_2^-$ -N yang ada dalam contoh uji.
- f) Larutan standar kalium hidrogen phtalat,  $\text{HOOC}_6\text{H}_4\text{COOK}$  (KHP).  
Gerus perlahan KHP lalu keringkan sampai berat konstan pada suhu  $110^\circ\text{C}$ . Larutkan 425 mg KHP ke dalam air suling, encerkan sampai 1000 mL. Secara teori, KHP mempunyai nilai KOK 1,176 mg  $\text{O}_2/\text{mg}$  KHP dan larutan ini secara teori mempunyai nilai KOK 500  $\mu\text{g O}_2/\text{mL}$ . Larutan ini stabil bila disimpan dalam kondisi dingin. Hati-hati terhadap pertumbuhan biologi. Siapkan dan pindahkan larutan dalam kondisi steril. Sebaiknya larutan ini dipersiapkan setiap 1 minggu.

### 3.3 Peralatan

- spektrofotometer sinar tampak;
- kuvet;
- tabung pencerna, lebih baik gunakan kultur tabung borosilikat dengan ukuran 16 mm x 100 mm; 20 mm x 150 mm atau 25 mm x 150 mm bertutup ulir. Atau alternatif lain, gunakan ampul borosilikat dengan kapasitas 10 mL (diameter 19 mm sampai dengan 20 mm);
- pemanas dengan lubang-lubang penyangga tabung;
- mikroburet;
- labu ukur 50 mL, 100 mL, 250 mL, 500 mL dan 1000 mL;
- pipet volum 5 mL, 10 mL, 15 mL, 20 mL dan 25 mL;
- gelas piala; dan
- timbangan analitik.

### 3.4 Keselamatan kerja

**Perhatian** Selalu gunakan pelindung wajah dan sarung tangan untuk melindungi dari panas dan kemungkinan ledakan tinggi pada suhu 150°C.

### 3.5 Persiapan dan pengawetan contoh uji

#### 3.5.1 Persiapan contoh uji

- Homogenkan contoh uji.
- Cuci tabung refluks dan tutupnya dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 20% sebelum digunakan.
- Pipet volume contoh uji dan tambahkan larutan pencerna dan tambahkan larutan pereaksi asam sulfat yang memadai ke dalam tabung atau ampul, seperti yang dinyatakan dalam tabel berikut:

Tabel 1 Contoh uji dan larutan pereaksi untuk bermacam-macam tabung pencerna

Tabung pencerna	Contoh uji (mL)	Larutan pencerna (mL)	Larutan pereaksi asam sulfat (mL)	Total volume (mL)
Tabung kultur				
16 x 100 mm	2,50	1,50	3,5	7,5
20 x 150 mm	5,00	3,00	7,0	15,0
25 x 150 mm	10,00	6,00	14,0	30,0
Standar Ampul : 10 ml	2,50	1,50	3,5	7,5

- Tutup tabung dan kocok perlahan sampai homogen.
- Letakkan tabung pada pemanas yang telah dipanaskan pada suhu 150°C, lakukan refluks selama 2 jam.

#### 3.5.2 Pengawetan contoh uji

Contoh uji diawetkan dengan menambahkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sampai pH lebih kecil dari 2,0 dan contoh uji disimpan pada pendingin 4°C dengan waktu simpan 7-hari.

### 3.6 Persiapan pengujian

#### Pembuatan kurva kalibrasi

- a) Optimalikan alat uji spektrofotometer sesuai petunjuk penggunaan alat untuk pengujian KOK.
- b) Siapkan setidaknya 5 larutan standar KHP ekuivalen dengan KOK untuk mewakili kisaran konsentrasi.
- c) Gunakan volume pereaksi yang sama antara contoh dan larutan standar KHP.
- d) Baca absorbansinya pada panjang gelombang 600 nm atau panjang gelombang 420 nm.
- e) Buat kurva kalibrasi.

### 3.7 Prosedur

- a) Dinginkan perlahan-lahan contoh yang sudah direfluks sampai suhu ruang untuk mencegah terbentuknya endapan. Jika perlu, saat pendinginan sesekali tutup contoh dibuka untuk mencegah adanya tekanan gas.
- b) Biarkan suspensi mengendap dan pastikan bagian yang akan diukur benar-benar jernih.
- c) Ukur contoh dan larutan standar pada panjang gelombang yang telah ditentukan (420 nm atau 600 nm).
- d) Pada panjang gelombang 600 nm, gunakan blanko yang tidak direfluks sebagai larutan referensi.
- e) Jika konsentrasi KOK lebih kecil atau sama dengan 90 mg/L, lakukan pengukuran pada panjang gelombang 420 nm, gunakan pereaksi air sebagai larutan referensi.
- f) Ukur absorpsi blanko yang tidak direfluks yang mengandung dikromat, dengan pereaksi air sebagai pengganti contoh uji, akan memberikan absorpsi dikromat awal.
- g) Perbedaan absorbansi antara contoh yang direfluks dan yang tidak direfluks adalah pengukuran KOK contoh uji.
- h) Plot perbedaan absorbansi antara blanko yang direfluks dan absorbansi larutan standar yang direfluks terhadap nilai KOK untuk masing-masing standar.
- i) Lakukan analisa duplo.

### 3.8 Perhitungan

Nilai KOK : sebagai mg /L O<sub>2</sub>

- a) Masukkan hasil pembacaan absorbansi contoh uji ke dalam kurva kalibrasi
- b) Nilai KOK adalah hasil pembacaan konsentrasi contoh uji dari kurva kalibrasi.

## 4 Jaminan mutu dan pengendalian mutu

### 4.1 Jaminan mutu

- a) Gunakan bahan kimia pro analisa (pa).
- b) Gunakan alat gelas bebas kontaminasi.
- c) Gunakan alat ukur yang terkalibrasi.
- d) Gunakan air suling bebas organik untuk pembuatan blanko dan larutan kerja.
- e) Dikerjakan oleh analis yang kompeten.
- f) Lakukan analisis dalam jangka waktu yang tidak melampaui waktu simpan maksimum 7 hari.

#### 4.2 Pengendalian mutu

- a) Linieritas kurva kalibrasi ( $r$ ) harus lebih besar atau sama dengan 0,995.
- b) Lakukan analisis blanko untuk kontrol kontaminasi. Kandungan organik (nilai KOK) dalam larutan blanko harus lebih kecil dari batas deteksi.
- c) Lakukan analisis duplo untuk kontrol ketelitian analisis. Perbedaan persen relatif (*Relative Percent Different, RPD*) terhadap dua penentuan (replikasi) adalah lebih kecil atau sama dengan 5%, dengan menggunakan persamaan berikut :

$$RPD = \frac{(X_1 - X_2)}{(X_1 + X_2) / 2} \times 100\%$$

dengan pengertian:

- $X_1$  adalah konsentrasi KOK pada penentuan pertama,  
 $X_2$  adalah konsentrasi KOK pada penentuan ke dua.

Bila nilai RPD lebih besar dari 5%, pengujian harus diulang.

#### 5 Rekomendasi

Kontrol akurasi dapat dilakukan dengan salah satu dari berikut ini:

- a) Analisis SRM.
- b) Lakukan analisis SRM (*Standard Reference Material*) untuk kontrol akurasi.
- c) Analisis blind sample.
- d) Kisaran persen temu balik adalah 85% sampai dengan 115% atau sesuai dengan kriteria dalam sertifikat CRM.
- e) Buat kartu kendali (*control chart*) untuk akurasi analisis.

## Air dan air limbah- Bagian 3: Cara uji padatan tersuspensi total (*Total Suspended Solid, TSS*) secara gravimetri

### 1 Ruang lingkup

Metode ini digunakan untuk menentukan residu tersuspensi yang terdapat dalam contoh uji air dan air limbah secara gravimetri. Metode ini tidak termasuk penentuan bahan yang mengapung, padatan yang mudah menguap dan dekomposisi garam mineral.

### 2 Istilah dan definisi

#### 2.1

#### padatan tersuspensi total (TSS)

residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal 2 $\mu$ m atau lebih besar dari ukuran partikel koloid

### 3 Cara uji

#### 3.1 Prinsip

Contoh uji yang telah homogen disaring dengan kertas saring yang telah ditimbang. Residu yang tertahan pada saringan dikeringkan sampai mencapai berat konstan pada suhu 103°C. Kenaikan berat saringan mewakili padatan tersuspensi total (TSS). Jika padatan tersuspensi menghambat saringan dan memperlama penyaringan, diameter pori-pori saringan perlu diperbesar atau mengurangi volume contoh uji. Untuk memperoleh estimasi TSS, dihitung perbedaan antara padatan terlarut total dan padatan total.

#### 3.2 Bahan

a) Kertas saring (*glass-fiber filter*) dengan beberapa jenis:

- 1) Whatman Grade 934 AH, dengan ukuran pori (*Particle Retention*) 1,5  $\mu$ m ( *Standar for TSS in water analysis*).
- 2) Gelman type A/E, dengan ukuran pori (*Particle Retention*) 1,0  $\mu$ m ( *Standar filter for TSS/TDS testing in sanitary water analysis procedures*).
- 3) E-D Scientific Specialities grade 161 (VWR brand grade 161) dengan ukuran pori (*Particle Retention*) 1,1  $\mu$ m ( *Recommended for use in TSS/TDS testing in water and wastewater*).
- 4) Saringan dengan ukuran pori 0,45  $\mu$ m.

b) Air suling.

#### 3.3 Peralatan

- a) desikator yang berisi silika gel;
- b) oven, untuk pengoperasian pada suhu 103°C sampai dengan 105°C;
- c) timbangan analitik dengan ketelitian 0,1 mg;
- d) pengaduk magnetik;
- e) pipet volumi;

- f) gelas ukur;
- g) cawan aluminium;
- h) cawan porselen/cawan *Gooch*;
- i) penjepit;
- j) kaca arloji; dan
- k) pompa vacuum.

### **3.4 Persiapan dan pengawetan contoh uji**

#### **3.4.1 Persiapan contoh uji**

Gunakan wadah gelas atau botol plastik polietilen atau yang setara.

#### **3.4.2 Pengawetan contoh**

Awetkan contoh uji pada suhu 4°C, untuk meminimalkan dekomposisi mikrobiologikal terhadap padatan. Contoh uji sebaiknya disimpan tidak lebih dari 24 jam.

#### **3.4.3 Pengurangan gangguan**

- a) Pisahkan partikel besar yang mengapung.
- b) Residu yang berlebihan dalam saringan dapat mengering membentuk kerak dan menjebak air, untuk itu batasi contoh uji agar tidak menghasilkan residu lebih dari 200 mg.
- c) Untuk contoh uji yang mengandung padatan terlarut tinggi, bilas residu yang menempel dalam kertas saring untuk memastikan zat yang terlarut telah benar-benar dihilangkan.
- d) Hindari melakukan penyaringan yang lebih lama, sebab untuk mencegah penyumbatan oleh zat koloidal yang terperangkap pada saringan.

### **3.5 Persiapan pengujian**

#### **3.5.1 Persiapan kertas saring atau cawan *Gooch***

- a) Letakkan kertas saring pada peralatan filtrasi. Pasang vakum dan wadah pencuci dengan air suling berlebih 20 mL. Lanjutkan penyedotan untuk menghilangkan semua sisa air, matikan vakum, dan hentikan pencucian.
- b) Pindahkan kertas saring dari peralatan filtrasi ke wadah timbang aluminium. Jika digunakan cawan *Gooch* dapat langsung dikeringkan.
- c) Keringkan dalam oven pada suhu 103°C sampai dengan 105°C selama 1 jam, dinginkan dalam desikator kemudian timbang.
- d) Ulangi langkah pada butir c) sampai diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg.

### **3.6 Prosedur**

- a) Lakukan penyaringan dengan peralatan vakum. Basahi saringan dengan sedikit air suling.
- b) Aduk contoh uji dengan pengaduk magnetik untuk memperoleh contoh uji yang lebih homogen.
- c) Pipet contoh uji dengan volume tertentu, pada waktu contoh diaduk dengan pengaduk magnetik

- d) Cuci kertas saring atau saringan dengan 3 x 10 mL air suling, biarkan kering sempurna, dan lanjutkan penyaringan dengan vakum selama 3 menit agar diperoleh penyaringan sempurna. Contoh uji dengan padatan terlarut yang tinggi memerlukan pencucian tambahan
- e) Pindahkan kertas saring secara hati-hati dari peralatan penyaring dan pindahkan ke wadah timbang aluminium sebagai penyangga. Jika digunakan cawan Gooch pindahkan cawan dan rangkaian alatnya.
- f) Keringkan dalam oven setidaknya selama 1 jam pada suhu 103°C sampai dengan 105°C, dinginkan dalam desikator untuk menyeimbangkan suhu dan timbang.
- g) Ulangi tahapan pengeringan, pendinginan dalam desikator, dan lakukan penimbangan sampai diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg.

CATATAN 1 Jika filtrasi sempurna membutuhkan waktu lebih dari 10 menit, perbesar diameter kertas saring atau kurangi volume contoh uji.

CATATAN 2 Ukur volume contoh uji yang menghasilkan berat kering residu 2,5 mg sampai dengan 200 mg. Jika volume yang disaring tidak memenuhi hasil minimum, perbesar volume contoh uji sampai 1000 mL.

### 3.7 Perhitungan

$$\text{mg TSS per liter} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji mL}}$$

dengan pengertian:

- A adalah berat kertas saring + residu kering, mg;  
 B adalah berat kertas saring, mg.

## 4 Jaminan mutu dan pengendalian mutu

### 4.1 Jaminan mutu

- a) Gunakan alat gelas bebas kontaminasi.
- a) Gunakan alat ukur yang terkalibrasi.
- o) Dikerjakan oleh analis yang kompeten.
- c) Lakukan analisis dalam jangka waktu yang tidak melampaui waktu simpan maksimum 24 jam

### 4.2 Pengendalian mutu

- a) Lakukan analisis blanko untuk kontrol kontaminasi
- b) Lakukan analisis duplo untuk kontrol ketelitian analisis. Perbedaan persen relatif (*Relative Percent Different* atau RPD) terhadap dua penentuan (replikasi) adalah di bawah 5%, dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{RPD} = \frac{(X_1 - X_2)}{(X_1 + X_2)/2} \times 100 \%$$

dengan pengertian:

- X<sub>1</sub> adalah kandungan padatan tersuspensi pada penentuan pertama;

$X_2$  adalah kandungan padatan tersuspensi pada penentuan ke dua.

Bila nilai RPD lebih besar 5%, penentuan ini harus diulang

## 5 Rekomendasi

Cantumkan jenis atau ukuran saringan/pori kertas saring yang digunakan.



DEPARTEMEN LINGKUNGAN HIDUP  
REPUBLIK INDONESIA

KEPUTUSAN  
MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP  
NOMOR 112 TAHUN 2003  
TENTANG  
BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK

MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP,

- Menimbang : bahwa untuk melaksanakan ketentuan Pasal 21 ayat (1) Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, maka dipandang perlu menetapkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik;
- Mengingat : 1. Undang-undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Tahun 1997 Nomor 65, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3699);
2. Undang-undang Nomor 22 Tahun 1999 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Tahun 1999 Nomor 60, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3839);
3. Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 1999 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Tahun 1999 Nomor 59, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3838);
4. Peraturan Pemerintah Nomor 25 Tahun 2000 tentang Kewenangan Pemerintah dan Kewenangan Provinsi Sebagai Daerah Otonom (Lembaran Negara Tahun 2000 Nomor 54, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3952);
5. Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Lembaran Negara Tahun 2001 Nomor 153, Tambahan Lembaran Negara Nomor 4161);

6. Keputusan Presiden Nomor 2 Tahun 2002 tentang Perubahan Atas Keputusan Presiden Nomor 101 Tahun 2001 tentang Kedudukan, Tugas, Fungsi, Kewenangan, Susunan Organisasi, Dan Tata Kerja Menteri Negara;

#### MEMUTUSKAN:

Menetapkan: KEPUTUSAN MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP TENTANG BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK.

#### Pasal 1

Dalam Keputusan ini yang dimaksud dengan :

1. Air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (*restauran*), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama;
2. Baku mutu air limbah domestik adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah domestik yang akan dibuang atau dilepas ke air permukaan;
3. Pengolahan air limbah domestik terpadu adalah sistem pengolahan air limbah yang dilakukan secara bersama-sama (kolektif) sebelum dibuang ke air permukaan;
4. Menteri adalah Menteri yang ditugasi untuk mengelola lingkungan hidup dan pengendalian dampak lingkungan.

#### Pasal 2

- (1) Baku mutu air limbah domestik berlaku bagi usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (*restauran*), perkantoran, perniagaan, apartemen, dan asrama.
- (2) Baku mutu air limbah domestik sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) berlaku untuk pengolahan air limbah domestik terpadu.

#### Pasal 3

Baku mutu air limbah domestik adalah sebagaimana tercantum dalam lampiran Keputusan ini.

Pasal 4

Baku mutu air limbah domestik dalam keputusan ini berlaku bagi :

- a. semua kawasan permukiman (*real estate*), kawasan perkantoran, kawasan perniagaan, dan apartemen;
- b. rumah makan (*restauran*) yang luas bangunannya lebih dari 1000 meter persegi; dan
- c. asrama yang berpenghuni 100 (*seratus*) orang atau lebih.

Pasal 5

Baku mutu air limbah domestik untuk perumahan yang diolah secara individu akan ditentukan kemudian.

Pasal 6

(1) Baku mutu air limbah domestik daerah ditetapkan dengan Peraturan Daerah Provinsi dengan ketentuan sama atau lebih ketat dari ketentuan sebagaimana tersebut dalam Lampiran Keputusan ini.

(2) Apabila baku mutu air limbah domestik daerah sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) belum ditetapkan, maka berlaku baku mutu air limbah domestik sebagaimana tersebut dalam Lampiran Keputusan ini.

Pasal 7

Apabila hasil kajian Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup atau hasil kajian Upaya Pengelolaan Lingkungan dan Upaya Pemantauan Lingkungan dari usaha dan atau kegiatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 mensyaratkan baku mutu air limbah domestik lebih ketat, maka diberlakukan baku mutu air limbah domestik sebagaimana yang dipersyaratkan oleh Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup atau Upaya Pengelolaan Lingkungan dan Upaya Pemantauan Lingkungan .

Pasal 8

Setiap penanggung jawab usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (*restauran*), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama wajib :

- a. melakukan pengolahan air limbah domestik sehingga mutu air limbah domestik yang dibuang ke lingkungan tidak melampaui baku mutu air limbah domestik yang telah ditetapkan;
- b. membuat saluran pembuangan air limbah domestik tertutup dan kedap air sehingga tidak terjadi perembesan air limbah ke lingkungan.
- c. membuat sarana pengambilan sample pada *outlet* unit pengolahan air limbah.

#### Pasal 9

- (1) Pengolahan air limbah domestik sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 dapat dilakukan secara bersama-sama (kolektif) melalui pengolahan limbah domestik terpadu.
- (2) Pengolahan air limbah domestik terpadu harus memenuhi baku mutu limbah domestik yang berlaku.

#### Pasal 10

- (1) Pengolahan air limbah domestik terpadu sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 menjadi tanggung jawab pengelola.
- (2) Apabila pengolahan air limbah domestik sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) tidak menunjuk pengelola tertentu, maka tanggung jawab pengolahannya berada pada masing-masing penanggung jawab kegiatan.

#### Pasal 11

Bupati/Walikota wajib mencantumkan persyaratan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 6 dalam izin pembuangan air limbah domestik bagi usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (restauran), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama.

#### Pasal 12

Menteri menunjuk kembali baku mutu air limbah domestik sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 secara berkala sekurang-kurangnya sekali dalam 5 (lima) tahun.

#### Pasal 13

Apabila baku mutu air limbah domestik daerah telah ditetapkan sebelum keputusan ini:

- a. lebih ketat atau sama dengan baku mutu air limbah sebagaimana dimaksud dalam Lampiran Keputusan ini, maka baku mutu air limbah domestik tersebut tetap berlaku;
- b. lebih longgar dari baku mutu air limbah sebagaimana dimaksud dalam Lampiran Keputusan ini, maka baku mutu air limbah domestik tersebut wajib disesuaikan dengan Keputusan ini selambat-lambatnya 1 (satu) tahun setelah ditetapkannya Keputusan ini.

#### Pasal 14

Pada saat berlakunya Keputusan ini semua peraturan perundang-undangan yang berkaitan dengan baku mutu air limbah domestik bagi usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (restauran), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama yang telah ada, tetap berlaku sepanjang tidak bertentangan dengan Keputusan ini.

Pasal 15

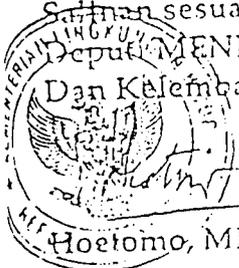
Keputusan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di: Jakarta  
pada tanggal: 10 Juli 2003

Menteri Negara  
Lingkungan Hidup,

td

Nabiel Makarim, MPA, MSM

Sesuai dengan aslinya  
Deputi Menteri  
Dan Kelembagaan Lingkungan Hidup,  
  
Hoetomo, MPA.

Lampiran  
Keputusan Menteri Negara  
Lingkungan Hidup,  
Nomor : 112 Tahun 2003  
Tanggal : 10 Juli 2003

BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6 - 9
BOD	mg/l	100
TSS	mg/l	100
Minyak dan Lemak	mg/l	10

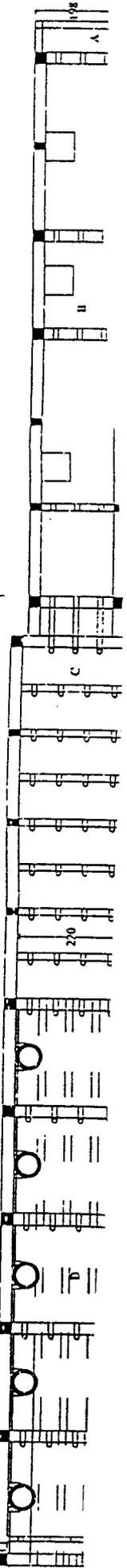
Menteri Negara  
Lingkungan Hidup,

tttd

Nabiel Makarim, MPA, MSM.

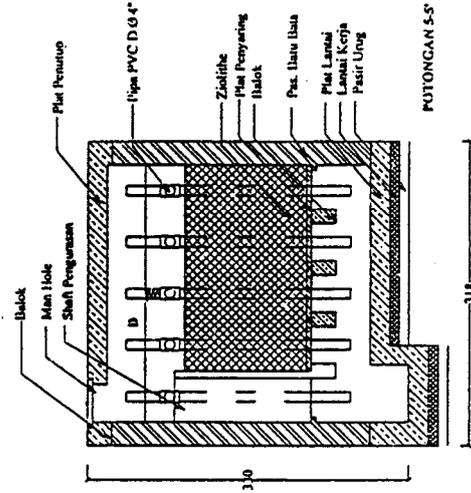
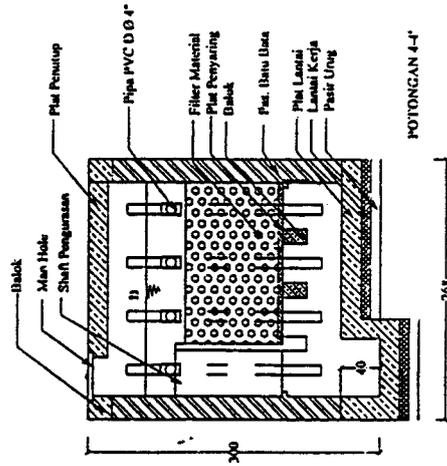
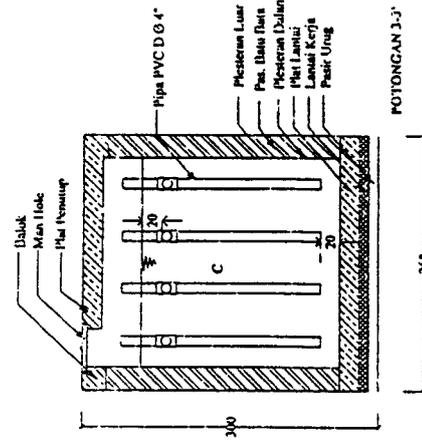
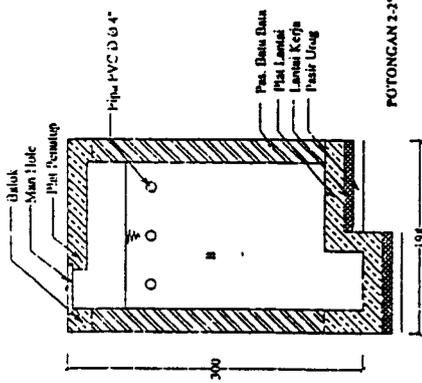
Salinan sesuai dengan aslinya  
Kepala MENLH Bidang Kebijakan  
dan Kelembagaan Lingkungan Hidup,





# LAMPIRAN 7

Detail Design ABR



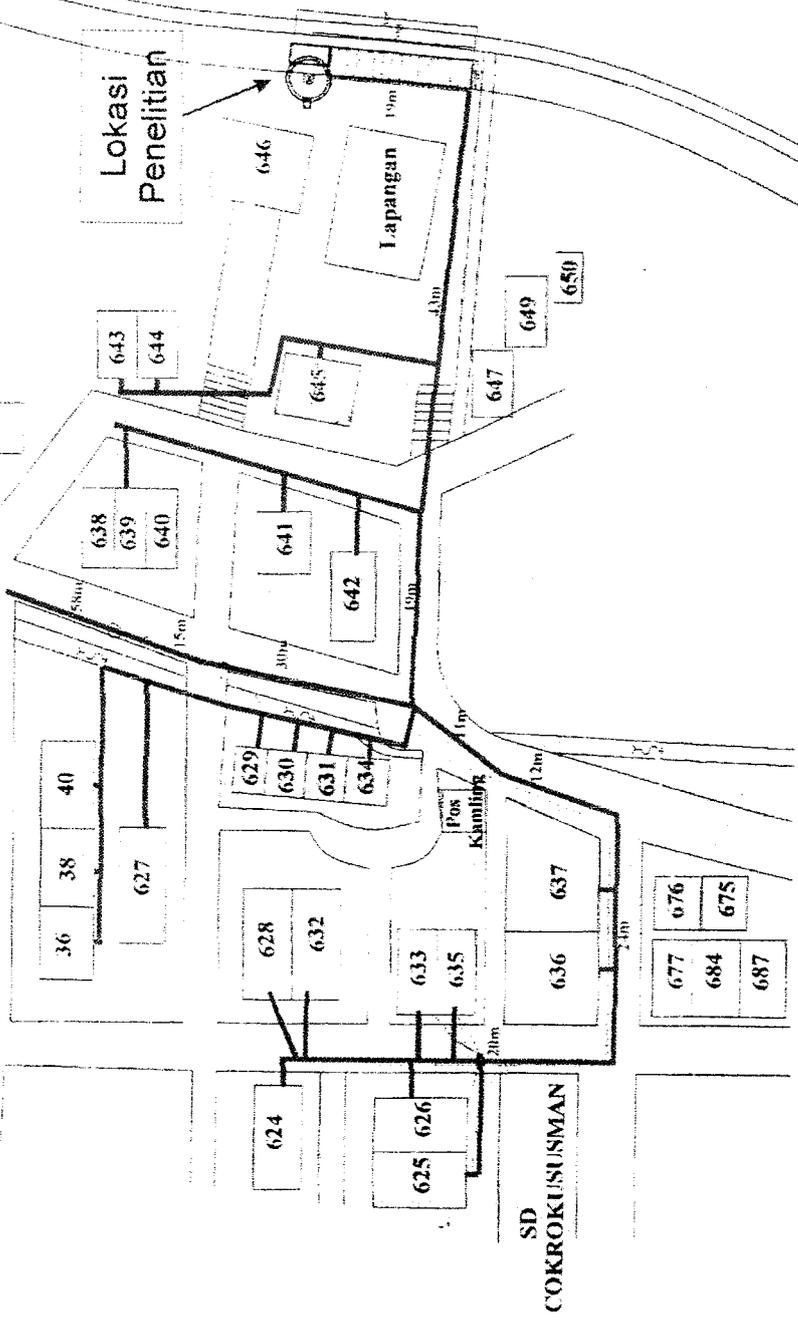
- KETERANGAN :**
- A. BAK INLET
  - B. BAK SEDIMENTASI
  - C. BAFFLE REAKTOR
  - D. ANAEROBIK FILTER

DENAH WILAYAH RT.37 RW 08  
 KAMPUNG JETIS PASIRAMAN & COKROKUSUMAN  
 KEL. COKRODININGRATAN-KEC. JETIS

JL Dr Sarjito

597

JL PASIRAMAN



Tanpa Skala

KETERANGAN :

645		: Rumah Warga
	A. Jalan B. Jembatan	
	IPAL	
	Sungai	
	A. Saluran Pipa IPAL B. Jarak Pipa	



**PEMERINTAH PROPINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA  
BADAN PERENCANAAN DAERAH  
( B A P E D A )**

Kepatihan, Danurejan, Yogyakarta - 55213  
Telepon : (0274) 589583, 562811 (Psw. : 209-219, 243-247) Fax. : (0274) 586712  
Website <http://www.bapeda@pemda-diy.go.id>  
E-mail : [bapeda@bapeda.pemda-diy.go.id](mailto:bapeda@bapeda.pemda-diy.go.id)

**SURAT KETERANGAN / IJIN**

Nomor : 070 / 199

Membaca Surat : FTS & Perencanaan - UII Nomor : 175/Kajur.TL/20/TL/X/2006  
Tanggal : 8 Januari 2007 Perihal : Ijin Penelitian

Mengingat : 1. Keputusan Menteri Dalam Negeri No. 61 Tahun 1983 tentang Pedoman Penyelenggaraan Pelaksanaan Penelitian dan Pengembangan di Lingkungan Departemen Dalam Negeri.  
2. Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No. 38 / 1 2 /2004 tentang Pemberian Izin Penelitian di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

Dijijinkan kepada :

Nama : RETNO BUDI MAHMUDAHANI No.Mhs./NIM : 02 513 045  
Alamat Instansi : Jl. Kaliurang Km. 14,4 Yogyakarta  
Judul : EVALUASI SISTEM PENGELOLAAN LIMBAH DOMESTIK TERDESENTRALISASI DENGAN IPAL KOMUNAL "ABR" DAERAH COKRODININGRATAN RT 07/RW 37, YOGYAKARTA DENGAN PARAMETER UJI COD DAN TSS

Lokasi : Kota Yogyakarta

Waktunya : Mulai tanggal 12 - 01 - 2007 s/d 12 - 04 - 2007

1. Terlebih dahulu menemui / melaporkan diri Kepada Pejabat Pemerintah setempat ( Bupati / Walikota ) untuk mendapat petunjuk seperlunya;
2. Wajib menjaga tata tertib dan mentaati ketentuan-ketentuan yang berlaku setempat;
3. Wajib memberi laporan hasil penelitiannya kepada Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta ( Cq. Kepala Badan Perencanaan Daerah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta );
4. Ijin ini tidak disalahgunakan untuk tujuan tertentu yang dapat mengganggu kestabilan Pemerintah dan hanya diperlukan untuk keperluan ilmiah;
5. Surat ijin ini dapat diajukan lagi untuk mendapat perpanjangan bila diperlukan;
6. Surat ijin ini dapat dibatalkan sewaktu-waktu apabila tidak dipenuhi ketentuan - ketentuan tersebut di atas.

Tembusan Kepada Yth. :

1. Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta  
( Sebagai Laporan )
2. Walikota Yogyakarta c.q. Ka. Dinas perijinan;
3. Ka. BAPEDALDA Prop. DIY;
4. Ka. Dinas KIMPRASWIL Prop. DIY;
5. Kajur Teknik Lingkungan - FT UII;
6. Yang bersangkutan.

Dikeluarkan di : Yogyakarta

Pada tanggal : 12 - 01 - 2007

A.n. GUBERNUR  
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA  
KERALA BAPEDA PROPINSI DIY  
KERALA BIDANG PENGENDALIAN



Ir. H. NAWANG SUWANDI, MMA

490 022 448



PEMERINTAH KOTA YOGYAKARTA

DINAS PERIZINAN

Jl. Kenari No. 56 Yogyakarta 55165 Telepon 514448, 515885, 515886, 562682

EMAIL : perizinan@jogja.go.id EMAIL INTRANET : perizinan@intra.jogja.go.id

SURAT IZIN

NOMOR : 070/109  
1081/34

- Dasar : Surat izin / Rekomendasi dari Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta  
Nomor : 070/199 Tanggal : 12/01/2007
- Mengingat : 1. Keputusan Walikotamadya Kepala Daerah Tingkat II Yogyakarta  
Nomor 072/KD/1986 tanggal 6 Mei 1986 tentang Petunjuk Pelaksanaan  
Keputusan Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta, Nomor : 33/KPT/1986  
tentang : Tatalaksana Pemberian izin bagi setiap Instansi Pemerintah  
maupun non Pemerintah yang melakukan Pendataan / Penelitian  
2. Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor : 38/1.2/2004  
tentang : Pemberian izin / Rekomendasi Penelitian/Pendataan/Survei/KKN/  
PKL di Daerah Istimewa Yogyakarta
- Dijijinkan Kepada : Nama : RETNO BUDI MAHMUDAHANI NO MHS / NIM : 02513045  
Pekerjaan : Mahasiswa Fak. TSP - UII Yogyakarta  
Alamat : Jl. Kaliurang Km, 14,4 Yogyakarta  
Penanggungjawab : Luqman Hakim, ST, Msi  
Keperluan : Melakukan Penelitian dengan judul Proposal: EVALUASI SISTEM  
PENGELOLAAN AIR LIMBAH DOMESTIK TERDESENTRALISASI  
DENGAN IPAL KOMUNAL "ABR" DI DAERAH COKRODININGRATAN  
RT 07/RW 37 KECAMATAN JETIS, YOGYAKARTA DENGAN  
PARAMETER UJI COD DAN TSS
- Lokasi/Responden : Kota Yogyakarta  
Waktu : 12/01/2007 Sampai 12/04/2007  
Lampiran : Proposal dan Daftar Pertanyaan  
Dengan Ketentuan : 1. Wajib Memberi Laporan hasil Penelitian kepada Walikota Yogyakarta  
(Cq. Dinas Perizinan Kota Yogyakarta)  
2. Wajib Menjaga Tata tertib dan mentaati ketentuan-ketentuan yang berlaku setempat  
3. Izin ini tidak disalahgunakan untuk tujuan tertentu yang dapat mengganggu kestabilan  
Pemerintah dan hanya diperlukan untuk keperluan ilmiah  
4. Surat izin ini sewaktu-waktu dapat dibatalkan apabila tidak dipenuhinya  
ketentuan -ketentuan tersebut diatas
- Kemudian diharap para Pejabat Pemerintah setempat dapat memberi  
bantuan seperlunya

Tanda tangan  
Pemegang Izin

RETNO BUDI MAHMUDAHANI

Tembusan Kepada :

- Yth. 1. Walikota Yogyakarta (sebagai laporan)  
2. Ka. BAPEDA Prop. DIY  
3. Ka. Dinas KIMPRASWIL Kota Yogyakarta  
4. Ka. Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta  
5. Camat Jetis Kota Yogyakarta  
6. Lurah Cokrodiningratan Kota Yogyakarta  
7. Ketua RW 37 Kota Yogyakarta  
8. Yang bersangkutan

