

|               |                |
|---------------|----------------|
| PERPUSTAKAAN  |                |
| HADIRAH       |                |
| TGL. TERIMA : | 5 Juli 2006    |
| NO. JUDUL :   | 00 2003        |
| NO. INV. :    | 51200002003001 |
| NO. INDUK :   |                |

TL/2006/0063

## TUGAS AKHIR

### EVALUASI SISTEM PENGELOLAAN AIR BUANGAN TERDESENTRALISASI DI WILAYAH PURWOKINANTI JOGJAKARTA

*Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia*

*untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat Sarjana S-1 Teknik Lingkungan*



*Disusun oleh :*

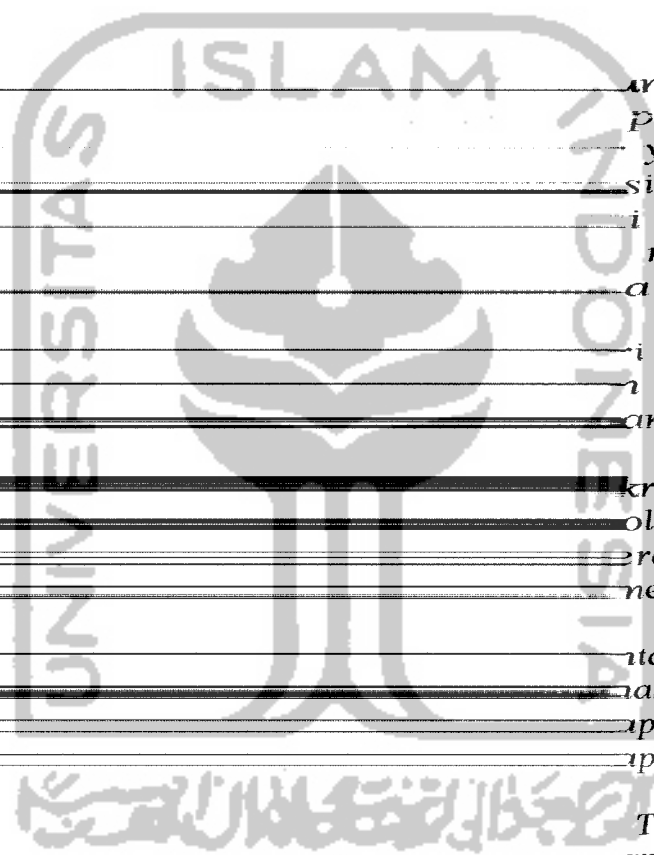
ADI NUGROHO SANUSI PUTRO

01513038

DIBACA DI  
TEKNIK DIBAWA PULANG

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

2006



anan  
pir 8  
yang  
si dari  
i IPAL  
rumah  
a untuk

i secara  
n metode  
an metode

kriptif. Dan  
olaan IPAL  
berapa faktor  
nemiliki dari

ntara inlet dan  
hasil uji anova  
apat perbedaan  
apat perbedaan

TSS mengalami  
ngkan amonium

ewer kota dengan  
mpa. Dari hasil  
utuhkan sebesar 4  
aka penggabungan  
uk dilakukan namun  
n.

vokinanti.

# **LEMBAR PENGESAHAN**

## **TUGAS AKHIR**

### **EVALUASI SISTEM PENGELOLAAN AIR BUANGAN TERDESENTRALISASI DI WILAYAH PURWOKINANTI JOGJAKARTA**



Nama : Adi Nugroho Sanusi Putro  
No. Mhs : 01.513.038  
Program Studi : Teknik Lingkungan

Telah Diperiksa dan Disetujui oleh :

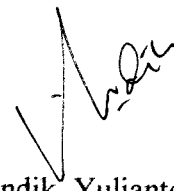
Dosen Pembimbing I



Ir. H. Kasam, MT

Tanggal : 13-2-06

Dosen Pembimbing II



Andik Yulianto, ST

Tanggal : 16-2-06

# EVALUASI SISTEM PENGELOLAAN AIR BUANGAN TERDESENTRALISASI DI WILAYAH PURWOKINANTI JOGJAKARTA

Adi Nugroho S.P.<sup>1)</sup>; Ir.H. Kasam, MT<sup>2)</sup>; Andik Yulianto, ST<sup>3)</sup>

Jurusan Teknik Lingkungan

## ABSTRAKSI

Septik tank dengan empat chamber merupakan salah satu bangunan pengolahan air limbah domestik (IPAL) komunal yang sudah berumur hampir 8 tahun lamanya hingga sekarang dengan ukuran sebesar 13 x 2 x 1,8 meter yang ada di dusun Jagalan, ledoksari Purwokinanti, Jogjakarta. Perlunya evaluasi dari studi ini adalah untuk mengetahui bagaimana Septik tank komunal sebagai IPAL dapat meremoval bahan-bahan berbahaya yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga di area Purwokinanti sehingga aman bagi lingkungan terutama untuk kandungan amonium, COD dan TSS.

Untuk pemeriksaan COD menggunakan metode spektrofotometri secara Closed reflux, SNI M-70-1990-03. Pemeriksaan TSS menggunakan metode gravimetri, SNI 06-6989.3-2004 dan pemeriksaan amonium menggunakan metode serapan nessler secara spektrofotometrik SNI M-48-1990-03.

Analisa data kuisioner menggunakan metode statistik secara diskriptif. Dan dari hasil analisa tersebut disimpulkan bahwa sistem kerja pengelolaan IPAL komunal di daerah Purwokinanti belum optimal dikarenakan beberapa faktor seperti biaya operasi pemeliharaan IPAL serta kurangnya rasa memiliki dari setiap warga terhadap IPAL.

Untuk menguji perbedaan hasil analisis air limbah domestik antara inlet dan outlet menggunakan metode statistik anova satu jalur. Dan dari hasil uji anova diketahui bahwa antara kandungan COD, TSS inlet dan outlet terdapat perbedaan yang signifikan sedangkan amonium inlet dan outlet tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Dari hasil penelitian didapatkan hasil bahwa COD dan TSS mengalami penurunan dengan efisiensi sebesar 47,26 % dan 30,95 % sedangkan amonium relatif stabil tidak terjadi penurunan.

Karena perbedaan elevasi terlalu tinggi antara saluran sewer kota dengan saluran sistem komunal maka dilakukan perhitungan pompa. Dari hasil perhitungan didapatkan hasil bahwa Head pompa yang dibutuhkan sebesar 4 meter dengan debit sebesar 7,56 m<sup>3</sup>/hr. Dengan demikian maka penggabungan antara sistem komunal dengan sistem sewer kota mungkin untuk dilakukan namun pertimbangannya adalah pada biaya operasi dan pemeliharaan.

Kata kunci : COD, TSS, Amonium, Septik tank komunal, Purwokinanti.

# EVALUATION OF DECENTRALIZED WASTEWATER MANAGEMENT SYSTEMS IN PURWOKINANTI, JOGJAKARTA

Adi Nugroho S.P.<sup>1)</sup>; Ir.H. Kasam, MT<sup>2)</sup>; Andik Yulianto, ST<sup>3)</sup>  
Environmental Engineering  
Civil and Planning Faculty, Islamic University of Indonesia

## ABSTRACT

Septic tank with four chamber is the one of existing treatment constructions in Jagalan, ledoksari Purwokinanti, Jogjakarta as such as communal wastewater treatment plant as long age of Septic tank almost eight years ago until now with sized 13 x 2 x 1,8 meters. For the reason and evaluation is required to know how Communal Septic tank able to remove any dangerous substances resulted of domestic activities in Purwokinanti Jogjakarta so its safety for the environment especially of amonium, COD and TSS concentrations.

To COD determinant used Closed reflux Spectrofotometric method, SNI M-70-1990-03, TSS determinant used gravimetric method SNI 06-6989.3-2004 and Amonium determinant used nessler spectrofotometric method SNI M-48-1990-03.

Quisionaires examination used discriptive statistic method. And then from their results can be concluded that of communal wastewater treatment plant management system in Purwokinanti is not optimum because there is any several factor such as maintenance and operational of wastewater treatment plant and have not feel completed from each community with that.

To examined the difference of analys domestic wastewater result among inlet and outlet used one way statistic method. And from anova test result could be know that among inlet and outlet of COD, TSS concentrations and its found signifikan of differences and then inlet and outlet of amonium is not found signifikan of differences.

From the result of this research it was found that COD and TSS decreased 47,26 % and 30,95 % while amonium stabil relatively not removable.

Because of elevation difference high too among sewerage city with sewerage communal system so that done pump calculations. From the result of pump calculation it was found that pump head as required is 4 meters with debit is 7,56 m<sup>3</sup>/hr. So that combination among sewerage systems and communal systems is possible combined remains several cost, maintenance and operational considerations.

Keywords : COD, TSS, Ammonium, Communal septic tank, Purwokinanti.

## *Lembar Persembahan*

Alhamdulillah ya Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang yang telah mengaruniakan ilmu yang akan membawa manusia kederajad yang lebih baik.

Kupersembahkan karya ini kepada :

Ayah Bundaku n keluargaku

Yang selalu membimbing dan mengajari semua ini, dengan penuh doa dan harapan yang tinggi untuk mencapai titik kepahaman dalam menuntut ilmu.

Semoga, ananda dapat membalas semua budi baik kalian,

Doakan ananda selalu.....!

The big family's

Kakakku mas budi , Anung, Mba arie

Keluarga besar di Solo, Jakarta dan Jogjakarta, Pakde-Bude, Om-Bulik

Kakaek nenekku (Almarhum dan almarhumah), atas cinta yang diberikan padaku

Terima kasih atas segala dukungannya, I love you.....!@

Ya Allah,

Terima kasih atas segala anugerah yang telah diberikan padaku

Aku dilahirkan di tengah-tengah keluarga yang menyayangiku

## *SPECIAL THANKS FOR*

My best friends are Anung, Dul, Bayu, Agung, Joko, Didi, mba arie (gendut)  
Makasih atas kebersamaan n banyak ilmu yang telah kudapat dari kalian semua

Geng Kodok involved Ida, Yuyun, Mais, Ferina, Mala, Alin, Ariyanti

Terima kasih atas segala dorongan dan doa kalian sampai akhirnya dapat  
menyelesaikan TA-ku ini.

Teman-teman seperjuangan involved Idep, Yeyen, Yeni, Retno, Pravita, Rima,  
mba Okti, mba rini, Dian, Ismail, Arip, Mas Wawan, Yulia, etc.

Alhamdulillah akhirnya penantian panjang kita telah berakhir.....!

Teman-teman TL'01

Terima kasih atas kerja samanya  
Perjuangan berat telah kita lalui bersama...!

Teman-teman Kos “ The Root “  
involved as Nowo, Edo, Tedi, Yudi, etc.  
Terima kasih atas bantuan kalian selama ini.

“ KKN friends Unit 107 n 108 “

Unit 107 : Bayu, Bimo, Teguh, Ririn, Siti, Amir

Unit 108 : Agung, Ida, Mba Anis, Nisia.

Suleman families involved as Bapak n ibu leman, Amri, Fanny

Terima kasih karna kalian telah menerimaku sebagai salah satu bagian dalam  
keluarga dan memberiku tempat berteduh di Jogja hingga saat ini.

Pak syamsudin n' Mas Tasyono

Makasih mas...!Panjenengan udah bantu aku sampling n' analisis laboratorium

Semoga kita semua disatukan oleh tali-NYA

Dalam limpahan berkah dan anugerah

Amin ya robbal alamin.....!

## **MOTTO**

*“ Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila telah selesai (dalam satu urusan ) kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain.*

*Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap ”*

*(Q.S Al-Insyirah:6-8)*

*Dan bersama kesukaran pasti ada kemudahan, Karena itu bila selesai suatu tugas*

*Mulailah tugas yang lain dengan sungguh-sungguh*

*(Q.S. Asy Syarh 6-7 )*

*“ Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat “.*

*(Q.S Al-Mujadalah :11)*

*Belajarlah tentang apa yang kamu kehendaki, Jika kamu belajar tentang sesuatu*

*Maka Allah tidak akan memberi pahala kepadamu sehingga kamu mengamalkan*

*( ilmu yang kamu pelajari )*

*( Al hadist )*

*Pelajarilah ilmu pengetahuan,*

*Sesungguhnya mempelajari ilmu adalah tanda takut terhadap Allah, Memintut*

*ilmu adalah ibadah, mengingat-ingat adalah jihad, Mengajarkan kepada orang*

*lain adalah sedekah. Dan menyebarkannya adalah pengorbanan*

*(Al hadist )*

*Lautan yang tenang tidak akan pernah menjadikan pelaut handal, dan ingat jalan*

*keberhasilan pasti menanjak dan jalan yang menanjak memerlukan usaha, tenaga*

*yang lebih.*

***“ If you think, you can so you can “***

## KATA PENGANTAR

Assalamu' alaikum Wr. Wb

Alhamdulillahillobbil ' alamin, puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang telah diberikan kepada hambanya, serta shalawat dan salam senantiasa terlimpah kepada junjungan kita Nabi besar Rasulullah Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat-sahabatnya.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rangkaian ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya pada semua pihak yang telah membantu dalam proses penelitian dan penyusunan laporan Tugas Akhir (TA) dengan judul “ Evaluasi Sistem Pengelolaan Air Buangan Terdesentralisasi Di Wilayah Purwokinanti Jogjakarta “.

Dalam pembuatan laporan Tugas Akhir ini, tak lepas dari bimbingan dan pengarahan dari beberapa pihak yang terkait, pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. H. Kasam, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan sekaligus Dosen Pembimbing I
2. Bapak Andik Yulianto, ST selaku Dosen Pembimbing II
3. Bapak Eko Siswoyo, ST selaku Koordinator Tugas Akhir
4. Bapak Lukman Hakim, ST,M.Si selaku Dosen Jurusan Teknik Lingkungan
5. Bapak Hudori, ST selaku Dosen Jurusan Teknik Lingkungan
6. Saudara Agus Prananto selaku bagian pengajaran urusan administrasi tugas
7. Bapak Tasyono, A.Md selaku Laboran Laboratorium Kualitas Lingkungan Universitas Islam Indonesia.
8. Bapak Ibnu Singgih Pranoto, R & D Expert DEWATS
9. Bapak Suryanto, Team Leader DEWATS

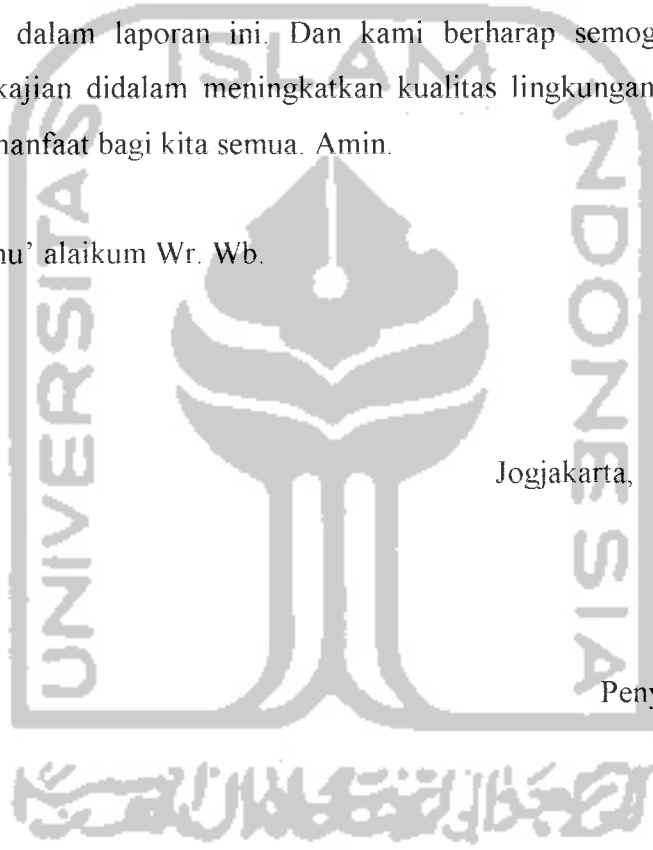
10. Bapak Sihono, selaku ketua RT 02 Jagalan Ledoksari Purwokinanti  
Jogjakarta.
11. Petugas Perpustakaan Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan
12. Petugas Perpustakaan Universitas Islam Indonesia.

Kami sadar dalam pembuatan laporan ini banyak kekurangan oleh karena itu kami mengharap kritik dan saran untuk perbaikan dan penyempurnaan penulisan dalam laporan ini. Dan kami berharap semoga laporan ini menjadi kajian didalam meningkatkan kualitas lingkungan dan tentunya akan bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Jogjakarta, Januari 2006

Penyusun



## DAFTAR ISI

|                                    | Halaman |
|------------------------------------|---------|
| HALAMAN JUDUL.....                 | i       |
| HALAMAN PENGESAHAN.....            | ii      |
| ABSTRAKSI.....                     | iii     |
| HALAMAN PERSEMBAHAN.....           | v       |
| HALAMAN MOTTO.....                 | vii     |
| KATA PENGANTAR.....                | viii    |
| DAFTAR ISI.....                    | x       |
| DAFTAR TABEL.....                  | xvi     |
| DAFTAR GAMBAR.....                 | xviii   |
| DAFTAR LAMPIRAN.....               | xxi     |
| BAB I. PENDAHULUAN.....            | 1       |
| 1.1 Latar Belakang Masalah.....    | 1       |
| 1.2 Perumusan Masalah.....         | 3       |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....         | 4       |
| 1.4 Manfaat Penelitian.....        | 5       |
| 1.5 Batasan Masalah.....           | 5       |
| BAB II. GAMBARAN UMUM WILAYAH..... | 7       |
| 2.1 Umum.....                      | 7       |
| 2.2 Geografis.....                 | 10      |
| 2.3 Iklim dan Curah Hujan.....     | 10      |

|                                        |                                                                                 |           |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.4                                    | Fasilitas Prasarana yang ada.....                                               | 10        |
| 2.5                                    | Sistem IPAL komunal Purwokinanti.....                                           | 11        |
| <b>BAB III. TINJAUAN PUSTAKA .....</b> |                                                                                 | <b>14</b> |
| 3.1                                    | Sistem Pengolahan Air Buangan Terdesentralisasi .....                           | 14        |
| 3.2                                    | Klasifikasi Sistem Sanitasi.....                                                | 16        |
| 3.3                                    | Komposisi dan Sifat-Sifat Air Buangan Domestik.....                             | 19        |
| 3.4                                    | Pengolahan Air Limbah Domestik Secara biologis.....                             | 24        |
| 3.5                                    | Bahan Organik Dalam Air Buangan.....                                            | 34        |
| 3.5.1                                  | COD (Chemical Oxygen Demand).....                                               | 34        |
| 3.5.2                                  | TSS (Total Suspended Solid).....                                                | 35        |
| 3.5.3                                  | Amoniak ( $\text{NH}_3$ ).....                                                  | 37        |
| 3.5.3.1                                | Sifat-sifat Amoniak.....                                                        | 39        |
| 3.5.3.2                                | Sumber-sumber Amoniak.....                                                      | 40        |
| 3.5.3.3                                | Pengaruh Amoniak terhadap Lingkungan.....                                       | 40        |
| 3.6                                    | Septik tank.....                                                                | 42        |
| 3.6.1                                  | Sejarah Septik tank.....                                                        | 42        |
| 3.6.2                                  | Perhitungan Efisiensi dari Parameter Kualitas<br>Air Buangan ( $\eta$ ).....    | 53        |
| 3.7                                    | Sistem Penanganan Air Buangan Secara Off Site.....                              | 53        |
| 3.7.1                                  | Sistem Terpisah (Separated Sewer System).....                                   | 53        |
| 3.7.2                                  | Sistem Kombinasi (Combined Sewewr System).....                                  | 54        |
| 3.7.3                                  | Sistem Terpisah Sebagian/Sistem pipa Gravitasi<br>(pseudo Separated Sewer)..... | 55        |

|                                    |                                                               |    |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----|
| 3.7.4                              | Vacuum Sewer.....                                             | 56 |
| 3.7.5                              | Sistem Pipa Bertekanan/Sistem non Gravitasi                   |    |
|                                    | Pressure Sewer.....                                           | 57 |
| 3.8                                | Alternative Sistem Penyaluran Air Buangan.....                | 60 |
| 3.8.1                              | Aplikasi Teknologi Sanitasi.....                              | 60 |
| 3.8.2                              | Small Bore sewer (Settled Sewer Solids<br>free Sewerage)..... | 63 |
| 3.8.3                              | Shallow Sewer (Simplified Sewerage).....                      | 69 |
|                                    | 3.8.3.1 Sistem Operasi.....                                   | 71 |
|                                    | 3.8.3.2 Keuntungan dan kerugian Sistem<br>Shallow sewer.....  | 71 |
|                                    | 3.8.3.3 Komponen-komponen Sistem.....                         | 73 |
|                                    | 3.8.3.4 Kriteria Penanganan.....                              | 79 |
| 3.9                                | Hipotesa.....                                                 | 81 |
| BAB IV. METODOLOGI PENELITIAN..... |                                                               | 82 |
| 4.1                                | Langkah-langkah Penelitian.....                               | 82 |
| 4.2                                | Lokasi penelitian.....                                        | 83 |
| 4.3                                | Metodologi Sampling.....                                      | 84 |
|                                    | 4.3.1 Sampling Air Limbah.....                                | 84 |
|                                    | 4.3.2 Sampling Kuisisioner.....                               | 85 |
|                                    | 4.3.2.1 Populasi.....                                         | 85 |
| 4.4                                | Variabel Penelitian.....                                      | 87 |
| 4.5                                | Metode Analisis.....                                          | 87 |

|                                    |                                                                         |    |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.5.1                              | Analisis Laboratorium.....                                              | 87 |
| 4.5.2                              | Analisis Kuisisioner.....                                               | 87 |
| 4.5.2.1                            | Analisis Diskriptif .....                                               | 87 |
| 4.5.3                              | Analisis Data Sampel Air Limbah.....                                    | 89 |
| BAB V. ANALISA DAN PEMBAHASAN..... |                                                                         | 90 |
| 5.1                                | Analisa Data.....                                                       | 90 |
| 5.1.1                              | Analisa Data Kuisisioner.....                                           | 90 |
| 5.1.1.1                            | Sumber Air Warga.....                                                   | 90 |
| 5.1.1.2                            | Kebutuhan Air Warga RT 02.....                                          | 91 |
| 5.1.1.3                            | Jumlah Kamar mandi Warga RT 02.....                                     | 92 |
| 5.1.1.4                            | Jumlah Dapur Warga RT 02.....                                           | 92 |
| 5.1.1.5                            | Jumlah MCK Umum Warga RT 02.....                                        | 93 |
| 5.1.1.6                            | Sumber Limbah Warga RT 02.....                                          | 93 |
| 5.1.1.7                            | Persepsi Warga RT 02 Tentang Adanya<br>IPAL Komunal.....                | 94 |
| 5.1.1.8                            | Persepsi Warga RT 02 Tentang Penggunaan<br>Fasilitas IPAL Komunal.....  | 95 |
| 5.1.1.9                            | Persepsi Warga RT 02 Tentang Biaya<br>Perawatan IPAL Komunal.....       | 96 |
| 5.1.1.10                           | Persepsi Warga RT 02 Tentang Masalah<br>yang ada pada IPAL Komunal..... | 96 |
| 5.1.1.11                           | Persepsi Warga RT 02 Tentang pengelolaan<br>IPAL Komunal.....           | 97 |

|          |                                                                                         |     |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.1.1.12 | Persepsi Tentang Keterlibatan Warga Pada<br>Pengelolaan IPAL Komunal.....               | 97  |
| 5.1.2    | Analisa Sampel Air Buangan.....                                                         | 98  |
| 5.1.2.1  | Analisa COD(kebutuhan Oksigen Kimiawi).....                                             | 98  |
| 5.1.2.2  | Analisa TSS(Total Suspended Solid).....                                                 | 100 |
| 5.1.2.3  | Analisa Amonium ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ).....                                         | 102 |
| 5.1.3    | Uji Anova Sampel Air Limbah.....                                                        | 104 |
| 5.1.3.1  | Uji Anova COD.....                                                                      | 104 |
| 5.1.3.2  | Uji Anova TSS.....                                                                      | 105 |
| 5.1.3.3  | Uji Anova Amonium.....                                                                  | 106 |
| 5.1.4    | Analisis beberapa Parameter Penunjang pada IPAL<br>Komunal Purwokinanti Jogjakarta..... | 106 |
| 5.1.4.1  | Pengukuran Volume Reaktor(Septik tank).....                                             | 106 |
| 5.1.4.2  | Pengukuran Debit.....                                                                   | 107 |
| 5.1.4.3  | Pengukuran Td (Time detention).....                                                     | 108 |
| 5.1.4.4  | Suhu.....                                                                               | 108 |
| 5.1.4.5  | pH.....                                                                                 | 110 |
| 5.2      | Pembahasan.....                                                                         | 111 |
| 5.2.1    | Hasil kuisioner.....                                                                    | 111 |
| 5.2.2    | Penyaluran Air Buangan IPAL Komunal.....                                                | 113 |
| 5.2.3    | Pengolahan Air Buangan IPAL Komunal.....                                                | 117 |
| 5.3      | Kemungkinan penggabungan Antara Sistem Komunal<br>dengan Sewer Kota.....                | 119 |

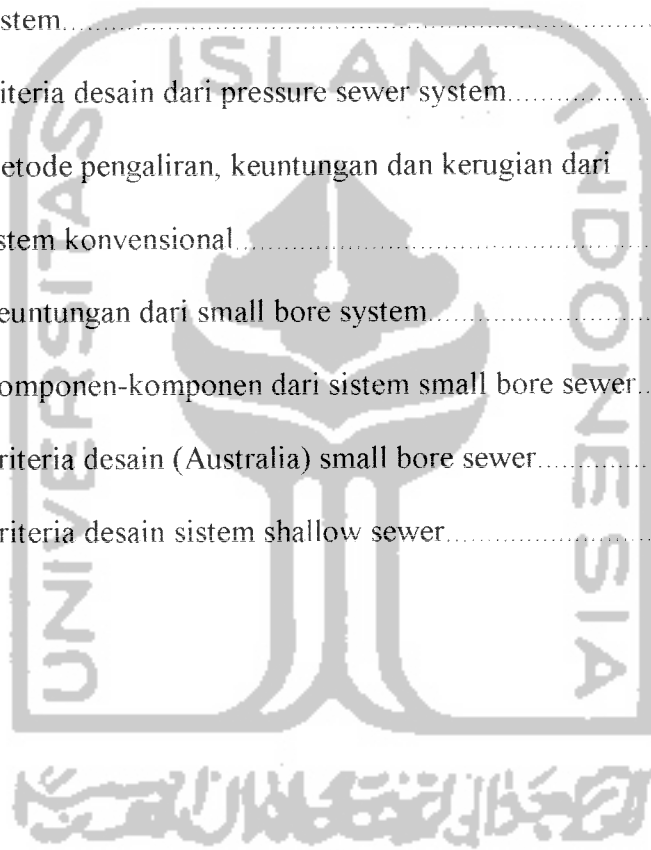
|                                   |                             |     |
|-----------------------------------|-----------------------------|-----|
| 5.3.1                             | Perhitungan Unit Pompa..... | 121 |
| BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN..... |                             | 125 |
| 6.1                               | Kesimpulan.....             | 125 |
| 6.2                               | Saran.....                  | 126 |
| DAFTAR PUSTAKA.....               |                             | 128 |
| LAMPIRAN                          |                             |     |



## DAFTAR TABEL

|                                                                                                       | Halaman |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Tabel 3.1 Karakteristik limbah domestik.....                                                          | 21      |
| Tabel 3.2 Jenis-jenis genus bakteri metana.....                                                       | 28      |
| Tabel 3.3 Hasil produk pemecahan komponen anaerobik dan aerobik.....                                  | 32      |
| Tabel 3.4 Faktor-faktor yang berpengaruh dalam proses anaerobik.....                                  | 33      |
| Tabel 3.5 Perbandingan rata-rata angka BOD <sub>5</sub> /COD.....                                     | 35      |
| Tabel 3.6 Perbandingan efluen pada septik tank antara satu kompartemen<br>dengan dua kompartemen..... | 44      |
| Tabel 3.7 Perbandingan efluen pada septik tank antara satu kompartemen<br>dengan dua kompartemen..... | 45      |
| Tabel 3.8 Komposisi tipikal air limbah domestik yang tidak terolah.....                               | 45      |
| Tabel 3.9 Perbandingan karakteristik dari air limbah tercampur dengan<br>sumber lain.....             | 45      |
| Tabel 3.10 Konstruksi septik tank dengan dua chamber atau lebih.....                                  | 48      |
| Tabel 3.11 Kriteria desain septik tank.....                                                           | 50      |
| Tabel 3.12 Karakteristik efluen dari septik tank konvensional.....                                    | 51      |
| Tabel 3.13 Karakteristik kandungan limbah.....                                                        | 51      |
| Tabel 3.14 Baku mutu air limbah domestik.....                                                         | 52      |
| Tabel 3.15 karakteristik efluen septik tank.....                                                      | 52      |
| Tabel 3.16 Efluen septik tank dan kualitas air tanah( efluen dari<br>sumur resapan ).....             | 53      |
| Tabel 3.17 Keuntungan dan kerugian dari sistem terpisah.....                                          | 54      |

|            |                                                                             |    |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 3.18 | Keuntungan dan kerugian dari sistem kombinasi.....                          | 55 |
| Tabel 3.19 | Keuntungan, kerugian dan kriteria desain dari sistem<br>vakum sewer.....    | 56 |
| Tabel 3.20 | Perbedaan karakteristik khusus dari beberapa macam pipa.....                | 58 |
| Tabel 3.21 | Keuntungan dan kerugian dari sistem pressure sewer<br>system.....           | 59 |
| Tabel 3.22 | kriteria desain dari pressure sewer system.....                             | 60 |
| Tabel 3.23 | Metode pengaliran, keuntungan dan kerugian dari<br>sistem konvensional..... | 61 |
| Tabel 3.24 | Keuntungan dari small bore system.....                                      | 64 |
| Tabel 3.25 | Komponen-komponen dari sistem small bore sewer.....                         | 67 |
| Tabel 3.26 | Kriteria desain (Australia) small bore sewer.....                           | 69 |
| Tabel 3.27 | Kriteria desain sistem shallow sewer.....                                   | 76 |

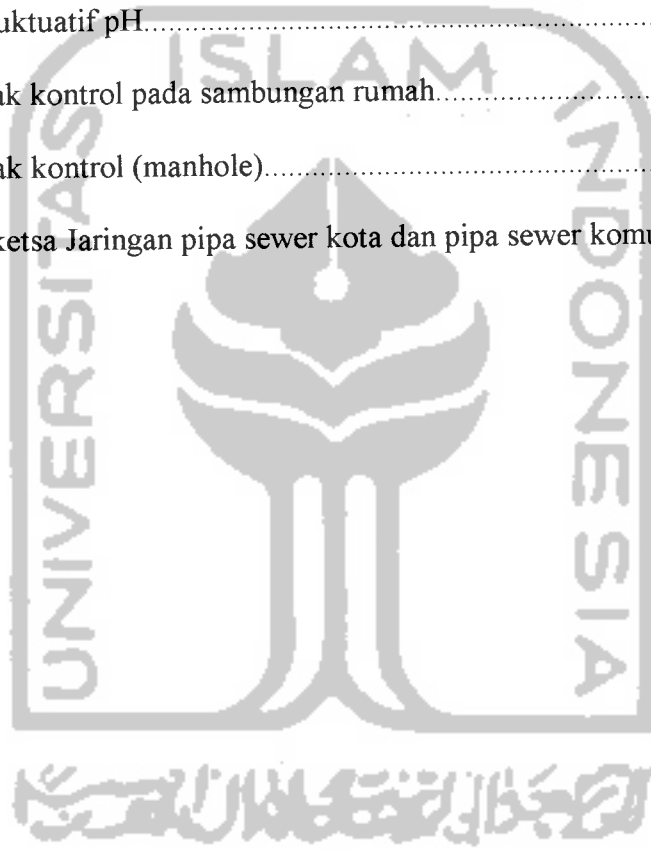


## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                 | Halaman |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Gambar 2.1 Peta Indonesia.....                                                  | 7       |
| Gambar 2.2 Peta Daerah Istimewa Yogyakarta.....                                 | 8       |
| Gambar 2.3 Peta Jogjakarta.....                                                 | 8       |
| Gambar 2.4 Peta Lokasi IPAL komunal Purwokinanti.....                           | 9       |
| Gambar 2.5 Diagram alir IPAL komunal Purwokinanti.....                          | 13      |
| Gambar 3.1 Sanitasi On site.....                                                | 16      |
| Gambar 3.2 Sanitasi Terpusat.....                                               | 17      |
| Gambar 3.3 Sanitasi Komunal.....                                                | 19      |
| Gambar 3.4 Komposisi air buangan domestik.....                                  | 20      |
| Gambar 3.5 Substrat dalam fermentasi anaerobik metana.....                      | 30      |
| Gambar 3.6 Prinsip proses anaerobik yang disederhanakan.....                    | 31      |
| Gambar 3.7 Skema siklus nitrogen.....                                           | 37      |
| Gambar 3.8 Skema septik tank.....                                               | 48      |
| Gambar 3.9 Sistem Terpisah.....                                                 | 54      |
| Gambar 3.10 Sistem Tercampur.....                                               | 55      |
| Gambar 3.11 Sistem Terpisah Sebagian (Parsial).....                             | 56      |
| Gambar 3.12 Sistem Pipa Vakum.....                                              | 57      |
| Gambar 3.13 Skema Sistem Small Bore Sewer.....                                  | 66      |
| Gambar 3.14 Tipikal Lay out Small Bore Sewer.....                               | 66      |
| Gambar 3.15 Rencana Tapak Skematik Conventional sewer dan<br>Shallow Sewer..... | 77      |

|             |                                                                                                                                |    |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3.16 | Rencana Tapak Jaringan Pengumpul Dan Sambungan Rumah<br>Untuk Daerah Pemukiman Terencana Dan Pemukiman Belum<br>Terencana..... | 78 |
| Gambar 4.1  | Diagram alir penelitian.....                                                                                                   | 82 |
| Gambar 4.2  | Lokasi IPAL komunal .....                                                                                                      | 84 |
| Gambar 4.3  | Lokasi saluran outlet dari IPAL komunal.....                                                                                   | 84 |
| Gambar 5.1  | Sumber air warga RT 02.....                                                                                                    | 91 |
| Gambar 5.2  | Kebutuhan air warga RT 02.....                                                                                                 | 91 |
| Gambar 5.3  | Jumlah kamar mandi warga RT 02.....                                                                                            | 92 |
| Gambar 5.4  | Jumlah dapur warga RT 02.....                                                                                                  | 93 |
| Gambar 5.5  | Jumlah MCK umum warga RT 02.....                                                                                               | 93 |
| Gambar 5.6  | Sumber limbah warga RT 02.....                                                                                                 | 94 |
| Gambar 5.7  | Persepsi warga RT 02 tentang adanya IPAL komunal.....                                                                          | 95 |
| Gambar 5.8  | Persepsi warga RT 02 tentang penggunaan IPAL komunal.....                                                                      | 95 |
| Gambar 5.9  | Persepsi warga RT 02 tentang biaya perawatan<br>IPAL komunal.....                                                              | 96 |
| Gambar 5.10 | Persepsi warga RT 02 tentang masalah IPAL komunal.....                                                                         | 96 |
| Gambar 5.11 | Persepsi warga RT 02 tentang pengelolaan IPAL komunal.....                                                                     | 97 |
| Gambar 5.12 | Persepsi tentang keterlibatan warga terhadap<br>pengelolaan IPAL komunal.....                                                  | 98 |
| Gambar 5.13 | Perbandingan konsentrasi COD inlet dan outlet terhadap<br>waktu pengambilan sampel air buangan domestik.....                   | 99 |
| Gambar 5.14 | Perbandingan konsentrasi TSS inlet dan outlet terhadap                                                                         |    |

|                                                                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| waktu pengambilan sampel air buangan domestik.....                                                                          | 101 |
| Gambar 5.15 Perbandingan konsentasi amonium inlet dan outlet terhadap<br>waktu pengambilan sampel air buangan domestik..... | 103 |
| Gambar 5.16 Fluktuatif debit air buangan domestik.....                                                                      | 107 |
| Gambar 5.17 Fluktuatif suhu.....                                                                                            | 109 |
| Gambar 5.18 Fluktuatif pH.....                                                                                              | 111 |
| Gambar 5.19 Bak kontrol pada sambungan rumah.....                                                                           | 114 |
| Gambar 5.20 Bak kontrol (manhole).....                                                                                      | 115 |
| Gambar 5.21 Sketsa Jaringan pipa sewer kota dan pipa sewer komunal.....                                                     | 120 |



## DAFTAR LAMPIRAN

|              |                                                                      |
|--------------|----------------------------------------------------------------------|
| LAMPIRAN 1.  | HASIL ANALISA FISIKA AIR BUANGAN<br>DOMESTIK PURWOKINANTI            |
| LAMPIRAN 2.  | HASIL ANALISA COD, TSS, AMONIUM DUPLO                                |
| LAMPIRAN 3.  | UJI ANOVA COD, TSS, AMONIUM                                          |
| LAMPIRAN 4.  | HASIL ANALISA DATA KUISIONER SECARA<br>DISKRIPITIF                   |
| LAMPIRAN 5.  | HASIL ANALISA LABORATORIUM DATA<br>AMONIUM SECARA TRIPLO             |
| LAMPIRAN 6.  | SERTIFIKAT HASIL UJI COD, TSS, AMONIUM                               |
| LAMPIRAN 7.  | SNI COD, TSS, AMONIUM                                                |
| LAMPIRAN 8.  | KEPMENLH NO. 112 TAHUN 2003 TENTANG<br>BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK |
| LAMPIRAN 9.  | DRAFT KUISIONER DI PURWOKINANTI                                      |
| LAMPIRAN 10. | DETAILED ENGINEERING DESIGN                                          |

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1. Latar Belakang Masalah**

Setiap komunitas menghasilkan limbah cair dan padat. Porsi air limbah, sebelumnya merupakan air esensial yang kemudian melewati berbagai penggunaan (Tchobanoglous and Burton, 1991). Air limbah yang belum mengalami pengolahan dapat dipastikan mengandung banyak komponen-komponen yang tidak diinginkan. Bila dibuang ke lingkungan perairan, beberapa diantaranya akan memunculkan masalah kekurangan oksigen, sementara yang lainnya mungkin merangsang pertumbuhan mikroorganisme tertentu seperti alga. Komponen-komponen tersebut terdiri dari bahan organik maupun anorganik, baik bahan terlarut maupun tidak terlarut. Dengan demikian karakterisasi air limbah merupakan pertimbangan yang penting sebelum memulai proses seleksi dan perancangan (Hartini, 1997).

Masalah pencemaran lingkungan di kota besar telah menunjukkan gejala yang cukup serius, terutama masalah pencemaran air. Dengan semakin besarnya laju perkembangan penduduk dan industrialisasi, telah mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas lingkungan. Sejalan dengan tingkat peradaban manusia, pengetahuan mengenai dampak pencemaran lingkungan semakin berkembang. Masyarakat semakin menyadari bahwa

air yang tercemar merupakan sumber dari penyakit baik secara langsung maupun tidak langsung melalui rantai makanan.

Adapun masalah yang dihadapi oleh masyarakat khususnya yang berpenghasilan rendah adalah :

1. Kelangkaan air bersih dimana air dibeli dengan harga yang mahal untuk mendapatkannya.
2. Air buangan yang langsung dibuang ke lingkungan tanpa pengolahan yang memadai sehingga dapat mengakibatkan timbulnya vektor penyakit dan bersarangnya nyamuk.
3. Tidak ada tempat pembuangan tinja manusia yang memadai walaupun ada jumlahnya sangat terbatas alakadarnya tanpa memperdulikan pengaruh buruk terhadap lingkungan.

Kota Jogjakarta merupakan kota yang mempunyai jaringan sistem penyaluran air buangan sentralisasi (*off-site*) yang cukup lama dan memiliki kapasitas air buangan yang cukup besar tetapi dalam penanganan dan pemeliharaan air buangan sangat minim sekali. Ini terjadi karena biaya operasional untuk pengolahan air limbah sangat besar sehingga biaya untuk pemeliharaan saluran sangat kecil.

Meskipun demikian, masih banyak daerah yang belum terlayani oleh sistem ini. *Off site sewerage system* di Jogjakarta untuk saat ini telah melampaui beban maksimum, sehingga air buangan kota Jogjakarta banyak yang tidak mengalami pengolahan. 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). Sistem penyaluran air buangan secara desentralisasi saat ini telah diterapkan antara lain salah satunya telah diterapkan di Jagalan Ledoksari Purwokinanti. Sistem desentralisasi yang dilakukan di Jogjakarta hanya terbatas sebagai pengguna dan pihak terkait belum mengetahui efisiensi atau kemampuan dari sistem pengelolaan yang ada.

Diharapkan dari adanya IPAL komunal tersebut, agar IPAL komunal ini dapat dikembangkan dan bermanfaat bagi peningkatan kesehatan masyarakat dan pelestarian lingkungan, maka diharapkan kepada *Yogyakarta Urban Infrastructure Management Support (YUIMS)* dapat melaksanakan kegiatan evaluasi kinerja aset-aset IPAL komunal tersebut dengan berdasar pada tiga aspek yaitu Teknis, Manajemen, dan Keuangan dan dengan harapan supaya dapat merumuskan usulan strategis dan rencana tindakan untuk perkembangan IPAL selanjutnya.

## 1.2 Perumusan Masalah

Menurut latar belakang masalah yang ada, maka dapat ditarik rumusan masalah yaitu :

1. Bagaimana aspek pengelolaan sistem terdesentralisasi, dari sumber air limbah, penyaluran dan IPAL.

2. Seberapa besar efisiensi kinerja Sistem Pengolahan Air Buangan Terdesentralisasi dalam menurunkan kadar COD, TSS, Amonium di daerah Jagalan, Ledoksari, Jogjakarta.
3. Apakah efluen dari IPAL Komunal yang mengandung parameter COD, TSS dan Amonium dengan sistem terdesentralisasi yang diterapkan di daerah Jagalan, Ledoksari, Jogjakarta sudah sesuai standar baku mutu air limbah KepMenLH 112/2003 dan SK. Gubernur Kepala Daerah Istimewa Jogjakarta Nomor : 214/KPTS/1991.
4. Kemungkinan penggabungan dari sistem pengolahan air buangan terdesentralisasi (*communal system*) dengan sistem pengolahan air buangan sentralisasi (*off-site*) di daerah Jagalan, Ledoksari, Jogjakarta.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk menganalisa beban COD, TSS, Amonium dan mengetahui seberapa besar penurunan kadar tersebut dalam IPAL komunal di RW 01/RT 02 daerah Jagalan, Ledoksari, Jogjakarta.
2. Untuk menganalisa besarnya efisiensi pengolahan pada IPAL komunal di RW 01/RT 02 Daerah Jagalan, Ledoksari, Jogjakarta.
3. Menganalisa problem teknis dan kaitannya dengan pengelolaan.
4. Untuk menganalisa kemungkinan penggabungan antara Sistem Terdesentralisasi (*communal system*) yang diterapkan di Daerah Purwokinanti dengan sistem sentralisasi (*off-site*) kota Jogjakarta.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

1. Memberikan pengetahuan tentang Sistem Pengolahan Air Buangan Terdesentralisasi dalam mengolah air buangan domestik di RW 01/RT 02 daerah Jagalan, Ledoksari, Jogjakarta.
2. Memberikan informasi mengenai konsentrasi air buangan warga RW 01/RT 02 daerah Jagalan, Ledoksari, Jogjakarta yang masuk ke dalam IPAL komunal khususnya untuk parameter COD, TSS, Amonium.
3. Untuk meningkatkan kinerja Sistem Pengolahan Air Buangan Terdesentralisasi pada air buangan domestik di RW 01/RT 02 Daerah Jagalan, Ledoksari, Jogjakarta.
4. Sebagai bahan pertimbangan tentang kemungkinan penggabungan antara sistem terdesentralisasi di daerah Jagalan, Ledoksari dengan sistem sentralisasi Kota Jogjakarta.

#### **1.5 Batasan Masalah**

1. Meneliti seberapa besar tingkat efisiensi IPAL Komunal berupa Septik tank di RW 01/RT 02 Daerah Jagalan, Ledoksari, Jogjakarta.
2. Parameter uji yang digunakan hanya COD, TSS, Amonium.
3. Evaluasi desain tidak mengacu pada desain awal tapi desain sebenarnya di lapangan.

4. Pengambilan sampel air limbah pada IPAL komunal dilakukan sehari sebanyak 12 kali selama 12 jam berturut-turut dengan range waktu 1 jam secara bersamaan antara inlet dan outlet.
5. Sumber air limbah (kuisisioner) tidak semua tapi dipilih secara random stratifikasi berdasarkan tingkat sosial ekonominya.
6. Aspek sosial dan kemasyarakatan dalam sistem terdesentralisasi ini tidak menjadi titik tekan utama, lebih ditekankan pada aspek teknis.

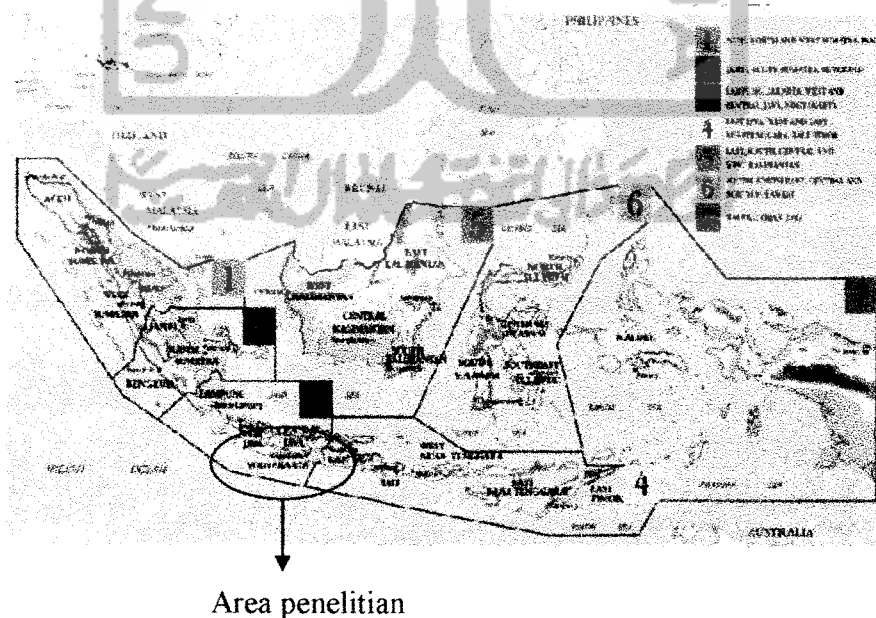


## BAB II

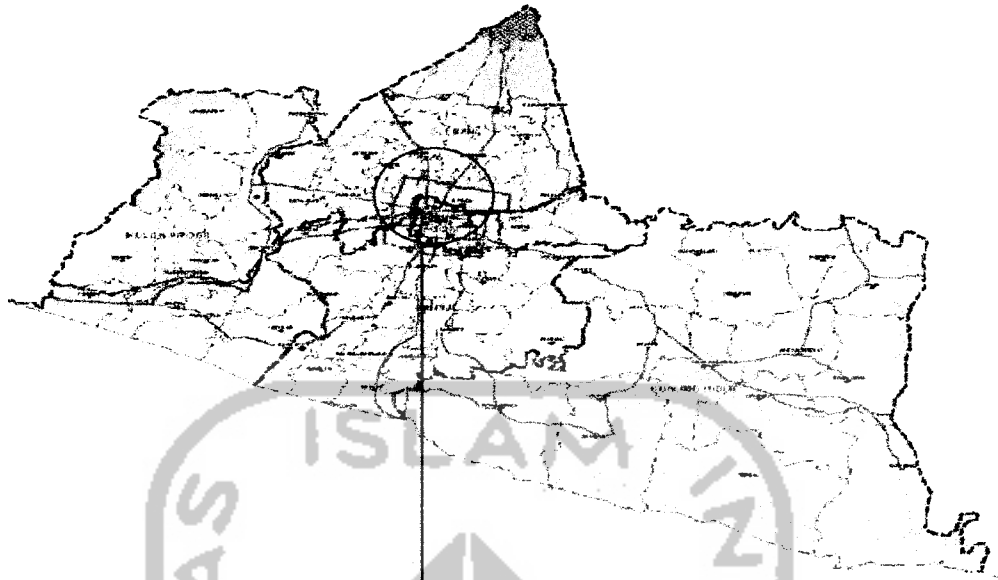
### GAMBARAN UMUM WILAYAH STUDI

#### 2.1 Umum

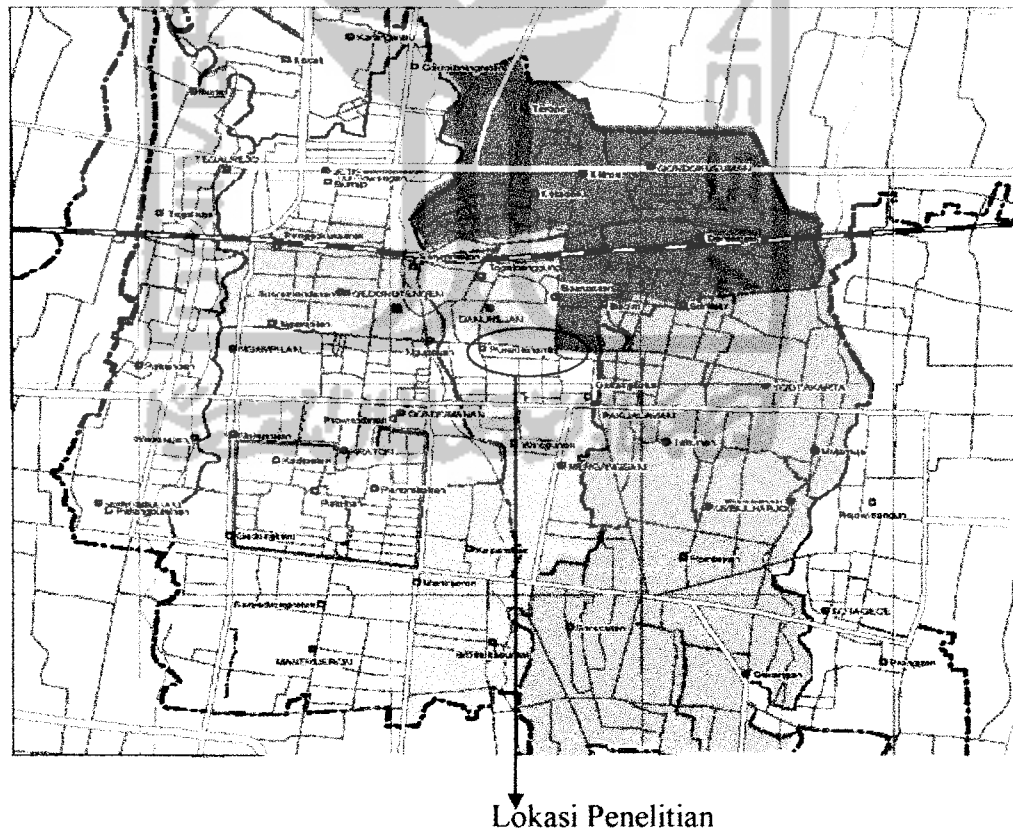
Kelurahan Purwokinanti merupakan salah satu daerah dengan kepadatan penduduk yang cukup tinggi (di atas 150 jiwa/ha). Lokasi daerah ini berada di tepi Sungai Code sehingga sangat memungkinkan bagi warga sekitar untuk membuang limbah rumah tangga langsung ke badan air (sungai). Air limbah sistem terpusat sangat sulit diterapkan di lokasi ini. Oleh karena itu penerapan sistem komunal sangat cocok untuk mengurangi pencemaran di daerah ini. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 sebagai berikut:



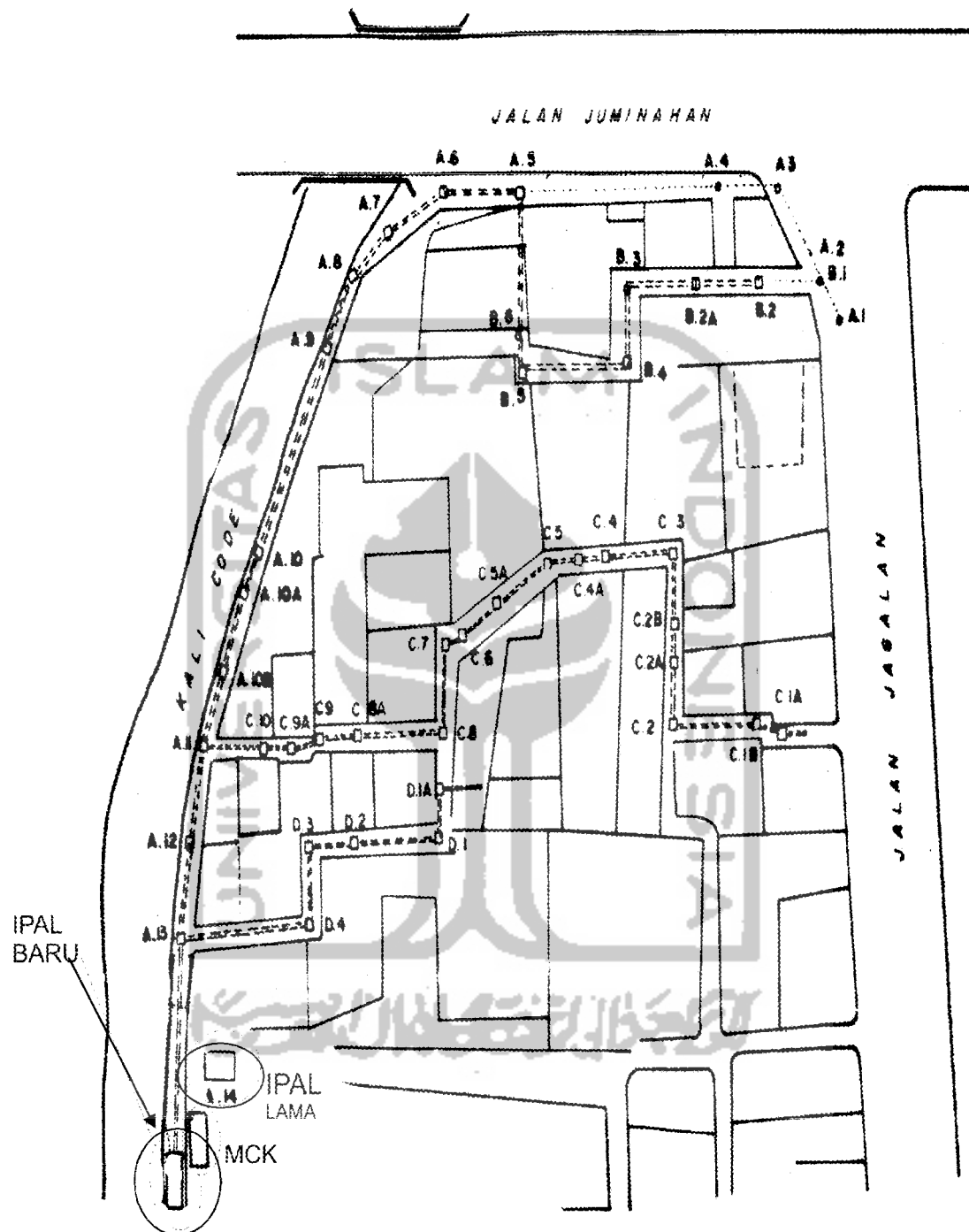
Gambar 2.1. Peta Indonesia (Sumber: Ensyclopedia, 2005)



Gambar 2.2 Peta Daerah Istimewa Yogyakarta (Sumber: Ensyclopedia, 2005)



Gambar 2.3 Peta Yogyakarta (Sumber : Ensyclopedia, 2005)



Gambar 2.4 Peta Lokasi IPAL Komunal Purwokinanti  
(Sumber: YUDP Yogyakarta, 2005)

## 2.2 Geografis

Batas-batas wilayah administrasi Kelurahan Purwokinanti Kecamatan Pakualaman adalah :

- Sebelah Utara : Kel. Bausasran Kec. Danurejan
- Sebelah Selatan : Kel. Wirogunan Kec. Mergangsan
- Sebelah Barat : Kel. Ngupasan Kec. Gondomanan
- Sebelah Timur : Kel. Gunungketur Kec. Pakualaman

Kondisi Geografis di Kelurahan Purwokinanti Kecamatan Pakualaman itu sendiri terletak : 110.23'79 LS : 110.23'79 LS 110.23'79 BT : 110.23'79 BT.

## 2.3 Iklim dan Curah Hujan

Kelurahan Purwokinanti beriklim tropis dengan dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan. Banyaknya curah hujan 230 – 240 mm/tahun. Berdasarkan data monografi pada tahun 2005, suhu udara rata-ratanya  $\pm 30^{\circ}\text{C}$ .

Kondisi topografi merupakan dataran rendah dengan dengan ketinggian tanah dari permukaan laut 1075 meter.

## 2.4 Fasilitas Prasarana Yang Ada

a. Drainase

Pada umumnya, saluran air hujan yang ada di lokasi ini tertutup dan hanya sebagian kecil yang terbuka. Pembuangan air hujan dialirkan ke sungai Code.

b. Air Bersih Sistem Perpipaan

Sekitar 36 % penduduk Purwokinanti berlangganan PDAM, sedangkan sisanya sekitar 49 % menggunakan sumur gali.

c. Pengelolaan Persampahan

Pengumpulan sampah dikelola oleh warga, sedangkan pengangkutan sampai TPA ditangani oleh DKKP kota Yogyakarta.

## 2.5 Sistem IPAL Komunal Purwokinanti

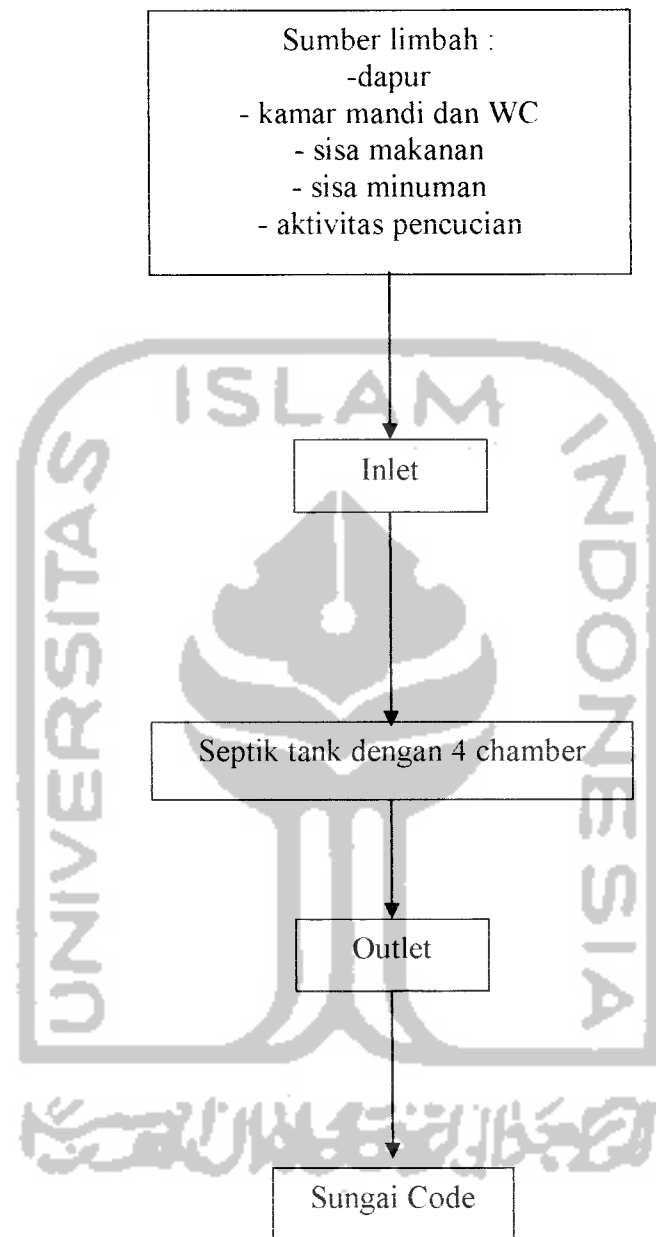
Pada awal perencanaan, sistem yang digunakan adalah dengan reaktor *Septic tank*, wilayah yang dilayani oleh sistem komunal ini adalah hanya RW 01 dan terbagi dua daerah pelayanan yaitu RT 01 dan sebagian RT 02. Penduduk kampung Jagalan Ledoksari RT 01 dengan jumlah KK sebanyak 35 dan jumlah penduduk  $\pm$  175 jiwa dan yang mana untuk salah satu KK terdiri dari 5 ( lima ) orang.

Kapasitas dan efisiensi dari Septik tank berdasarkan kapasitas desain sekitar 40 KK, sedangkan pelayanan saat ini sebesar 4 KK atau 10 %. Oleh karena itu, masih banyak sisa kapasitas yang belum terlayani. Pengembangan cakupan pelayanan ini perlu didukung dengan penambahan jaringan pipa air buangan yang cukup. Potensi jumlah calon pelanggan yang masuk dalam jaringan pipa air buangan sebanyak 29 KK

IPAL komunal Purwokinanti menggunakan sistem pengendapan dan pembusukan lumpur. Lumpur yang terendapkan berada pada dasar tangki sehingga secara periodik harus dikuras/disedot (*desludging*) dengan tangki tinja. IPAL komunal tersebut terdiri dari ruang pemasukan, tangki septik, ruang pengeluaran lumpur, ruang pengeluaran air dan konstruksi rembesan. Untuk ruang pengeluaran lumpur disediakan ruangan tersendiri. Antara lantai pengeluaran dan lantai tangki ada lubang, sehingga bila lumpur disedot dari ruang pengeluaran lumpur maka lumpurnya akan ikut tersedot. Penyedotan dilakukan dengan mobil tinja. Selain ada ruang pemasukan air, ada juga ruang pengeluaran air atau ruang pelimpahan, dimana hanya air yang dapat masuk kedalam ruangan ini. Pada ruang ini ada pipa penyalur yang menyalurkan air ke konstruksi rembesan.

Konstruksi rembesan terbuat dari lapisan-lapisan kerikil dan pasir yang dikelilingi oleh lapisan ijuk setebal 3 cm. Diatas lapisan pasir terdapat lapisan tanah liat campur pasir dengan perbandingan 3:1. Fungsi lapisan ini adalah agar air permukaan tidak langsung masuk ke lapisan-lapisan bahan penyaring, sebab air permukaan membawa butir-butir tanah mengendap di celah-celah saringan dan akhirnya tersumbat.

Mengenai gambaran dari sistem IPAL komunal Purwokinanti tepatnya di wilayah Kampung Jagalan, Dusun Ledoksari dapat dilihat pada diagram alir 2.5 berikut ini :



Gambar 2.5. Diagram Alir IPAL Komunal Purwokinanti Jogjakarta  
(Sumber : Hasil Penelitian, 2005)

## BAB III

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 3.1 Sistem Pengolahan Air Buangan Terdesentralisasi (*DEWATS*)

*DEWATS* didasarkan pada prinsip selektif dan pemeliharaan sederhana serta ekonomis karena bagian yang paling penting dari sistem ini beroperasi tanpa membutuhkan input energi, serta tidak dapat dimatikan dan dihidupkan dengan sengaja. *DEWATS* itu sendiri merupakan satu kumpulan pengolahan yang mana telah ditetapkan secara benar-benar, semenjak dulu hingga sekarang sehubungan dengan toleransi pada fluktuasi laju aliran dan karena dipakai prinsip pengolahan dengan kegunaannya untuk pengawasan dan pemeliharaan dari sifat dan karakteristik air buangan. *DEWATS* menyediakan teknologi dengan biaya terjangkau, karena sebagian besar bahan/ input tersedia *in-situ*. (Ibnu, 2002).

- *DEWATS* menyediakan pengolahan limbah industri maupun domestik.
- *DEWATS* mengolah limbah dengan kapasitas aliran 1-1000 m<sup>3</sup> per hari.
- *DEWATS* dapat diandalkan, tahan lama dan toleran terhadap fluktuasi masukan air limbah.
- *DEWATS* tidak memerlukan pemeliharaan yang rumit.

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 lokasi perbaikan lokal.

Sistem Pengolahan Air Buangan Terdesentralisasi didasarkan pada 4 (empat) sistem pengolahan yaitu :

1. Sedimentasi dan pengolahan primer pada kolam sedimentasi, septik tank atau *Imhoff tank*.
2. Pengolahan anaerob sekunder pada *fixed bed filters (anaerobic filters)* atau *baffle septic tank*.
3. Pengolahan anaerobik atau aerobik sekunder dan tersier pada *constructed wetland (Subsurface flow filters)*.
4. Pengolahan anaerobik atau aerobik sekunder dan tersier pada kolam

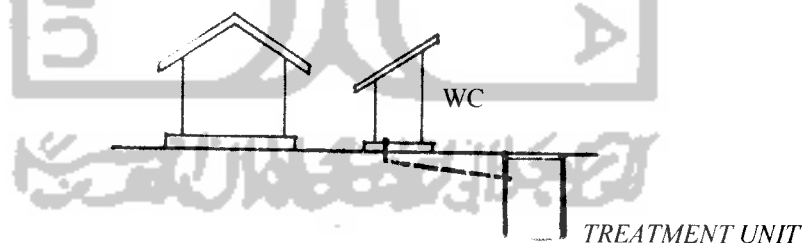
Sistem ini sepakat dikombinasikan pada kualitas dari influent dan effluent air buangan yang dibutuhkan. Sebagian besar sama dalam skala kecil dan sistem pengolahan terdesentralisasi yang cukup besar. Pada dasarnya pada tangki sedimentasi lumpur telah diendapkan dan distabilkan pada *anaerobic digestion*. Materi terlarut dan tersuspensi yang tertinggal di dalam tangki tidak terolah.

### 3.2 Klasifikasi Sistem Sanitasi

Sistem sanitasi ditentukan oleh skalanya. Ada tiga tingkatan dalam sistem sanitasi yaitu antara lain sanitasi *on-site*, *off-site* dan komunal (*Decentralized Environmental management for Yogyakarta, 2004*).

#### a. Sanitasi individu skala kecil

Pilihan pengumpulan di tempat, perawatan dan pengolahan limbah berada pada lokasi sumber limbah. Pembuangan pada umumnya terdiri dari perkolasi sedikit cairan ke dalam tanah dan penurunan secara berkala terhadap akumulasi lumpur. Sebagai solusi yang lebih murah diterapkan sistem sanitasi setempat yang dapat digunakan untuk daerah dengan kepadatan penduduk rendah (dibawah 150 cap/ha) dan dapat juga diadopsi untuk daerah dengan kepadatan penduduk sedang (150–300 cap/ha), asalkan di daerah tersebut terdapat lahan untuk penyerapan air tanah.

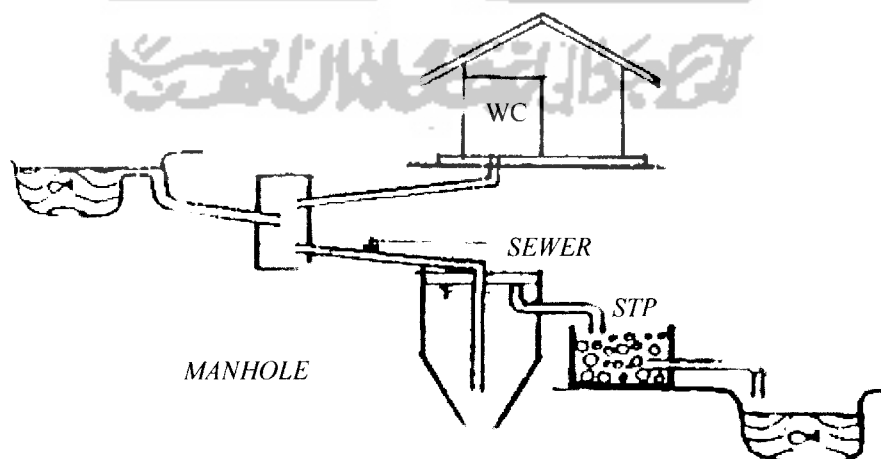


Gambar 3.1 Sanitasi *On site*  
(Sumber: YUDP Jogjakarta, 2005)

#### b. Sanitasi secara terpusat (*off-site*)

Air limbah dikumpulkan bersama-sama melalui sistem *sewer* kota dan pengolahan limbah secara *Off-site* biasanya direncanakan berlokasi di

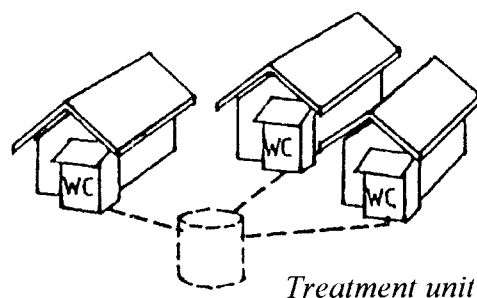
pinggiran kota. Sistem penyaluran air limbah dapat dilakukan dengan sistem gravitasi atau juga dapat dilakukan dengan tekanan pompa, tetapi diperlukan biaya yang tinggi untuk operasional dan perawatan pompa. Beberapa faktor yang mendukung untuk dilakukannya pengolahan limbah secara *off-site* adalah lebih mudah dalam pemeliharaan pengolahan dengan efisiensi pengolahan yang tinggi dan effluen dari pengolahan lebih mudah untuk dibuang pada saluran air permukaan daripada dibiarkan tersaring secara alami oleh tanah. Tetapi kelemahan utama sistem *off-site* adalah memerlukan biaya yang tinggi untuk operator, operasi dan pemeliharaan. Jika mampu, pelayanan dilakukan untuk daerah dengan kepadatan penduduk diatas 500 cap/ha. Pengolahan *off-site* konvensional biasanya meliputi pengolahan primer (untuk menurunkan material padat), pengolahan sekunder (pengolahan secara biologis untuk menurunkan bahan organik), dan pengolahan lumpur.



Gambar 3.2 Sanitasi Terpusat  
(Sumber: YUDP Jogjakarta, 2005)

c. Sanitasi secara komunal

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. Effluen dari instalasi pengolahan dapat disalurkan menuju sumur resapan atau juga dapat langsung dibuang ke badan air. Fasilitas sistem komunal dibangun untuk melayani kelompok rumah tangga atau MCK umum. Bangunan pengolahan air limbah diterapkan di perkampungan dimana tidak ada lahan lagi untuk membangun sanitasi secara individu. Sistem komunal ini kurang dapat berjalan dengan lancar di perkampungan karena kebanyakan dari penduduk atau rumah tangga kurang memperhatikan perawatan dari sistem yang ada.

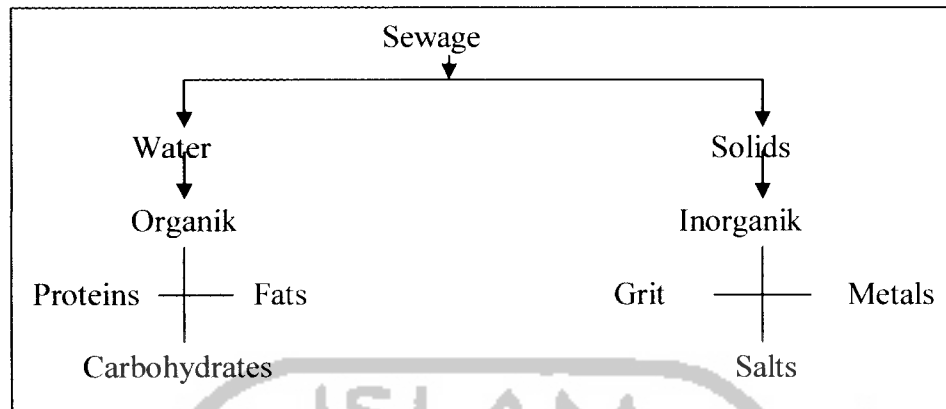


Gambar 3.3 Sanitasi Komunal  
(Sumber: YUDP Jogjakarta, 2005)

### 3.3 Komposisi Dan sifat-sifat Air Buangan Domestik

Air buangan domestik merupakan campuran yang rumit antara bahan organik dan anorganik dalam bentuk, seperti partikel-partikel benda padat besar dan kecil atau sisa-sisa bahan larutan dalam bentuk koloid (Mahida, 1986). Air buangan ini juga mengandung unsur-unsur hara, sehingga dengan demikian merupakan wadah yang baik sekali untuk pembiakan mikroorganisme.

Untuk mengetahui air buangan domestik secara luas diperlukan pengetahuan yang mendetail tentang komposisi atau kandungan yang ada didalamnya. Setelah diadakan analisis ternyata diketahui bahwa sekitar 75 % dari benda-benda terapung dan 40 % benda-benda padat yang dapat disaring adalah berupa bahan organik. Komposisi utama bahan-bahan organik tersebut tersusun oleh 40-60 % protein, 25-50 % karbohidrat dan 10 % sisanya berupa lemak. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada diagram berikut ini :



Gambar 3.4 Komposisi air buangan domestik (Tebbutt, 1970)

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

- 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.

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. | Mematikan 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.                                                       |                                                                                                                              |
| 6.  | Benda Padat | Benda organik dan anorganik yang terlarut atau tercampur.                                                   | Mempengaruhi jumlah organik padat.                                                                                           |

(Sumber : Sugiharto, 1987)

- **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 keberadaannya 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 ( $\text{PO}_4$ ) 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.

- 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 motil, 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 effluen yang lebih baik.

### **3.4 Pengolahan Air Limbah Domestik Secara Biologis**

Proses tersebut adalah proses penghilangan berbagai senyawa yang tidak dikehendaki kehadirannya dengan cara memanfaatkan aktivitas dekomposer yang memetabolisme bahan-bahan organik yang terkandung di dalam air buangan.

Proses penguraian yang terjadi yang dilakukan oleh mikroorganisme itulah yang diharapkan terjadi sehingga penurunan kadar bahan organik yang terkandung dalam air limbah dapat diturunkan. Dalam hal ini peran mikroorganisme sebagai subjek penting dalam menurunkan konsentrasi air buangan sangatlah penting sehingga keberadaannya perlu dijaga dan diperhatikan dengan baik. Seperti hal layaknya makhluk hidup lainnya mikroorganisme memerlukan makanan dan kondisi yang ideal untuk melakukan proses penguraian bahan organik tersebut.

Adapun hal-hal yang sangat diperlukan oleh mikroorganisme dalam penguraian bahan organik yaitu :

- N, S, P, C sebagai makanan
- $O_2$
- Suhu yang ideal

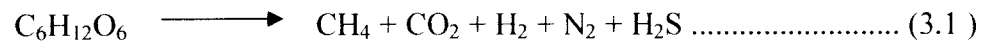
Proses pengolahan biologis adalah proses pengolahan yang melibatkan mikroorganisme sebagai alat untuk menurunkan kadar air buangan. Untuk proses pengolahan biologis dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu :

- 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 anaerob pada hakekatnya adalah proses pengubahan 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. (Benefield, 1980).

proses pengolahan biologis secara aerobik berarti suatu proses biologis yang tanpa melibatkan oksigen didalamnya. Pada dekomposisi anaerobik hasil proses penguraian bahan organik memproduksi biogas yang mengandung metana (50 – 70 %),  $CO_2$  (25 – 45 %), dan sejumlah kecil unsur  $H_2N_2H_2S$  (Ye-Shi Cao, 1994).

Reaksinya dapat dijelaskan sebagai berikut :



*mikroorganisme*

Secara umum biasanya dekomposisi anaerobik ini dalam penguraiannya mengalami dua fase yaitu proses yang menghasilkan asam dan metana.

Proses penguraian bahan organik dengan sistem anaerobik berlangsung terus-menerus karena adanya proses pemutusan rantai-rantai polimer kompleks menjadi rantai-rantai sederhana yang dipengaruhi oleh kerja bakteri anaerob dan enzim-enzim, serta tanpa memerlukan oksigen.

Penguraian secara anaerobik sering disebut fermentasi metan, karena proses penguraian bahan-bahan organik dengan produk akhirnya menghasilkan gas metan (Ibnu singgih Purnomo, 2002).

Proses anaerobik pada dasarnya merupakan proses yang terjadi karena aktivitas mikroba dilakukan pada saat tidak terdapat oksigen bebas. Analognya, proses ini meniru mekanisme proses yang terjadi pada perut binatang yaitu proses pencernaan secara anaerobik. Produk akhir dari proses fermentasi ini adalah gas metan ( $\text{CH}_4$ ).

Mikroorganisme anaerob tertentu tidak hidup bila ada oksigen terlarut (obligat anaerob). Contoh mikroorganisme ini adalah bakteri metana yang umum ditemukan dalam digester anaerobik maupun filter 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 karbondioksida, sulfat, dan nitrat. Proses dimana bahan organik diurai tanpa adanya oksigen sering disebut fermentasi.

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 mekanisme anaerobik, tetapi bila terdapat oksigen terlarut, mereka akan memecah bahan organik lebih sempurna. Organisme dapat memperoleh energi lebih banyak dengan oksidasi aerobik daripada oksidasi anaerobik, sebagian besar mikroorganisme dalam proses pengolahan limbah secara biologik adalah organisme fakultatif.

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 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 metabolismenya menghasilkan produk akhir berupa gas metan ( $\text{CH}_4$ ).

Berdasarkan *substrat*, bakteri yang aktif berperan dalam proses anaerobik ada 4(empat) jenis yaitu :

1. Bakteri hidrolitik  
berperan dalam menguraikan bahan organik dalam air buangan menjadi asam-asam organik, penguraian bakteri organik tersebut akan menghasilkan  $H_2$  dan  $CO_2$ .
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. Tahap ini merupakan langkah akhir dalam proses degradasi anaerobik. Bakteri pada tahap ini sangat sensitif dibandingkan dengan bakteri lainnya dalam sistem operasi anaerobik.

**Tabel 3.2 Jenis-jenis genus bakteri metana**

| NO. | Bakteri          | bentuk                                      |
|-----|------------------|---------------------------------------------|
| 1.  | methanobacterium | berbentuk batang dan tidak membentuk spora. |
| 2.  | methanobacillus  | bentuk batang dan membentuk spora           |
| 3.  | methanococcus    | bentuk kokus                                |
| 4.  | methanosarcina   | bentuk sarcinae                             |

(Sumber : Ibnu, 2002)

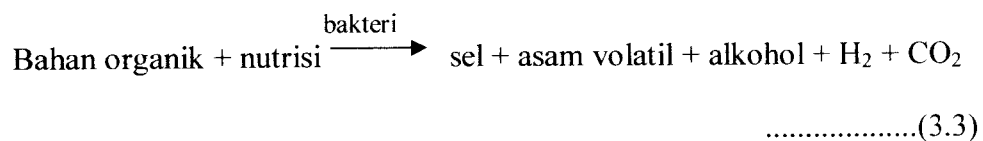
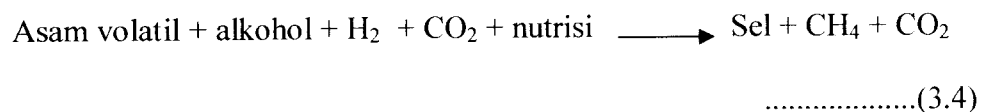
Keempat jenis bakteri tersebut mampu mengoksidasi hidrogen dengan menggunakan CO<sub>2</sub> sebagai akseptor elektron. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



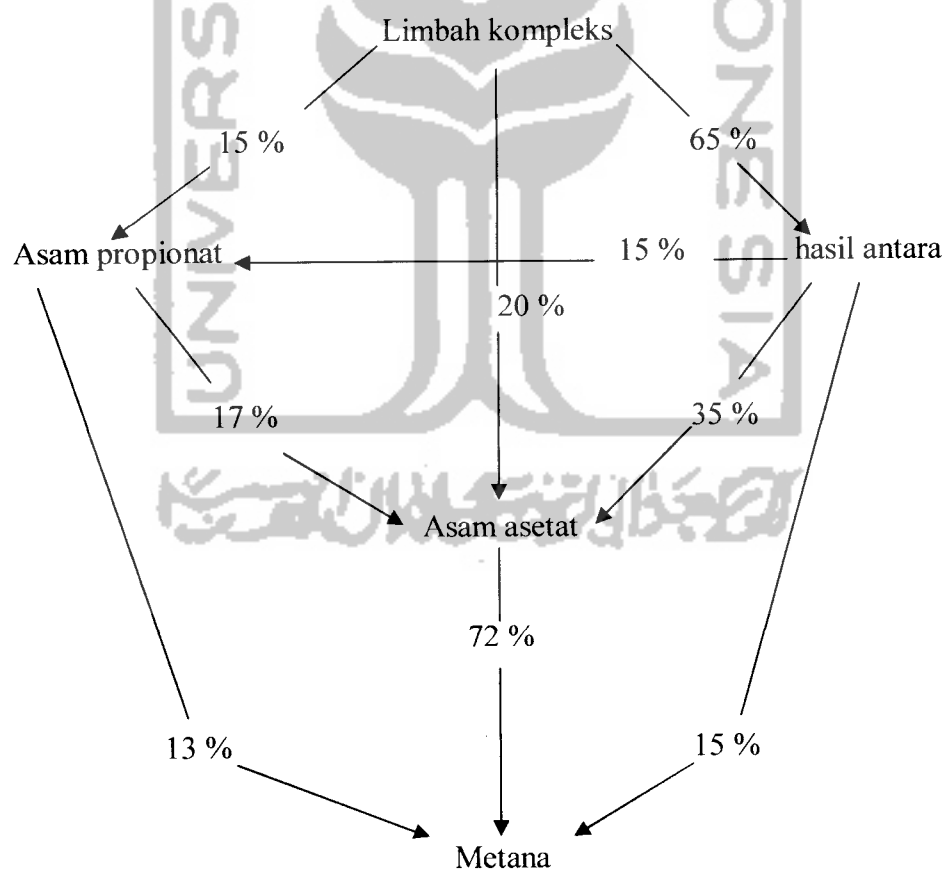
Reaksi diatas akan menghasilkan energi sedangkan unsur karbon yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tidak dihasilkan. Kebutuhan karbon dan CO<sub>2</sub> tersebut diperoleh dari substrat atau hasil produksi dari proses oksidasi bahan organik.

Proses fermentasi metana pada air limbah dapat menghasilkan komponen organik yang sangat beragam yang dapat dioksidasi oleh bakteri, karena bakteri metan yang aktif juga sangat beragam dan saling berinteraksi. Asam volatil akan pecah 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 asetat 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 (Betty, 1995) :

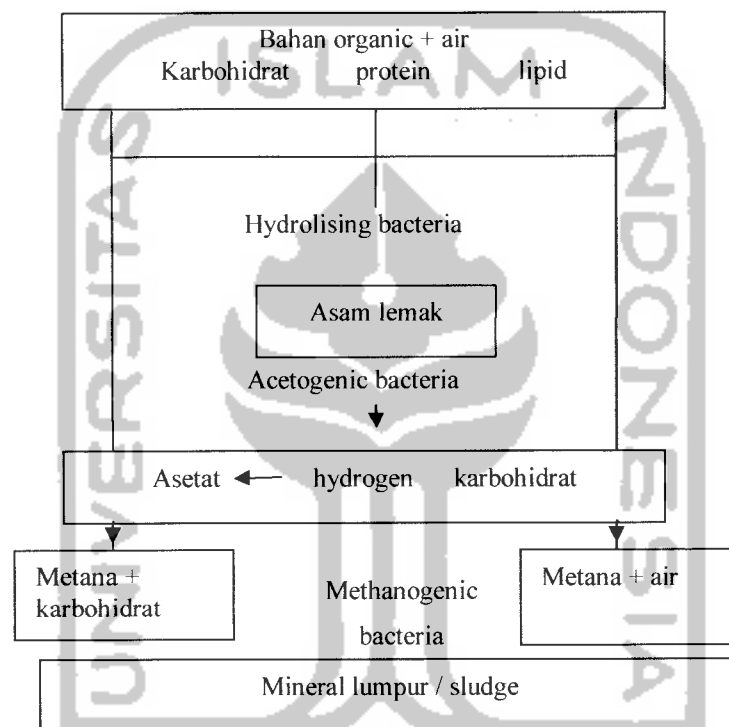


Sebagai *substrat* untuk pembentukan metana dapat juga digunakan asam propionat, asam asetat dan komponen lainnya dengan proporsi dan peruraian seperti gambar dibawah ini :



Gambar 3.5 *Substrat* dalam fermentasi anaerobik metana (Ibnu, 2002)

Pada sistem produksi asam atau metana biasanya keduanya berlangsung secara simultan. Hal ini menyebabkan sel yang terbentuk selama proses sulit untuk dipisahkan dari substratnya. Selain itu dengan sistem ini sel yang dihasilkannya pun sangat rendah yaitu hanya sekitar 0,05 gram/g COD yang terdapat pada sistem.



Gambar 3.6 Prinsip proses anaerobik yang disederhanakan (Ibnu, 2002)

Laju fermentasi pada sistem anaerobik lazimnya selalu lebih rendah dibandingkan dengan sistem aerobik. Hal ini disebabkan karena kesetimbangan antara *substrat* dan produk sulit dipertahankan, yakni CO<sub>2</sub> yang terbentuk yang akan mempengaruhi laju fermentasi tidak dapat keluar dari sistem sehingga terakumulasi dan meningkat, terutama bila laju pembentukan metana lambat. Contoh lainnya adalah sulitnya mengatur

laju pembentukan metana yang sebanding dengan laju fermentasi asam. *Methanbacterium* umumnya tumbuh lebih lambat jika dibandingkan dengan bakteri yang dalam aktivitasnya akan membentuk asam. Waktu regenerasi bakteri metana umumnya mencapai 12 jam, sedangkan untuk bakteri yang bersifat fakultatif, waktu regenerasi hanya 0,3 atau kurang.

Sebagai akibat menurunnya oksigen terlarut didalam air adalah menurunnya kehidupan hewan dan tanaman air. Hal ini disebabkan karena makhluk-makhluk hidup tersebut banyak yang mati atau melakukan migrasi ke tempat lain yang konsentrasi oksigennya masih cukup tinggi. Jika konsentrasi oksigen terlarut sudah terlalu rendah, maka mikroorganisme aerobik tidak dapat hidup dan berkembang biak, tetapi sebaliknya mikroorganisme yang bersifat anaerobik akan menjadi aktif memecah bahan-bahan tersebut secara anaerobik karena tidak adanya oksigen. Pemecahan komponen-komponen secara anaerobik akan menghasilkan produk-produk yang berbeda seperti dibawah ini :

**Tabel 3.3 Hasil produk pemecahan komponen anaerobik dan aerobik**

| Kondisi aerobik                                        | Kondisi anaerobik                                     |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| C $\longrightarrow$ CO <sub>2</sub>                    | C $\longrightarrow$ CH <sub>4</sub>                   |
| N $\longrightarrow$ NH <sub>3</sub> + HNO <sub>3</sub> | N $\longrightarrow$ NH <sub>3</sub> + amin            |
| S $\longrightarrow$ H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>     | S $\longrightarrow$ H <sub>2</sub> S                  |
| P $\longrightarrow$ H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>     | P $\longrightarrow$ PH <sub>3</sub> + komponen fosfor |

(Sumber : Ibnu, 2002)

Senyawa-senyawa hasil penguraian secara aerobik seperti amin, H<sub>2</sub>S dan komponen fosfor mempunyai bau yang menyengat, misal amin

berbau anyir sedangkan  $H_2S$  berbau busuk. Oleh karena itu perubahan badan air dari kondisi aerobik menjadi anaerobik tidak dikehendaki.

Beberapa alasan yang dapat dipakai untuk penggunaan proses anaerobik dalam pengolahan limbah antara lain adalah kegunaan dari produk akhirnya, stabilisasi dari komponen organik dan memberikan karakteristik tertentu pada daya ikat air produk yang menyebabkan produk dapat dikeringkan dengan mudah.

**Tabel 3.4 Faktor-faktor yang berpengaruh dalam proses anaerobik**

| NO. | Komponen    | Keterangan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | pH          | pH yang optimal untuk berlangsungnya proses anaerobik berkisar antara 6,5-7,5. Pada sistem anaerobik, asam organik sudah akan terbentuk pada pertama fermentasi. Apabila proses oksidasi asam organik tersebut lebih lambat dari proses pembentukannya maka dapat dimengerti bila konsentrasi asam organik dalam sistem akan meningkat dan mempengaruhi pH (pH turun).                                                     |
| 2.  | Suhu        | Suhu yang optimum untuk proses fermentasi metan adalah sekitar $37^{\circ}C$ – $40^{\circ}C$ . Bakteri-bakteri anaerobik yang bersifat mesofilik biasanya dapat tumbuh pada suhu $20^{\circ}C$ – $45^{\circ}C$ , pada suhu diatas $40^{\circ}C$ produksi gas metan akan menurun drastis.                                                                                                                                   |
| 3.  | Pencampuran | Adanya ion logam yang berlebihan tidak dikehendaki pada proses fermentasi metan, karena akan menyebabkan keracunan bagi mikroba pada konsentrasi tertentu. Ion-ion logam yang bersifat toksik tersebut adalah $Na^{+}$ , $K^{+}$ , $Ca^{2+}$ , $Mg^{2+}$ yakni bila konsentrasinya lebih dari 1000 mg/l. Sedangkan bila konsentrasi ion logam tersebut hanya berkisar 50–200 mg/l maka pengaruh yang ditimbulkannya adalah |

|    |                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                | pengaruh yang menguntungkan karena memberikan pengaruh stimulasi.                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 4. | Waktu retensi (HRT)                                            | Waktu retensi minimum untuk proses anaerobik umumnya 24 jam                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 5. | Kapasitas dan bahan-bahan nutrisi yang diperlukan untuk proses | 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, fosfat layak untuk diperhatikan yaitu biasanya dalam perbandingan : karbon : nitrogen : fosfat = 150 : 55 : 1. |

(Sumber : Ibnu, 2002)

### 3.5. Bahan Organik Dalam Air Buangan

Air buangan merupakan zat yang terdiri dari berbagai macam zat-zat organik maupun zat kimia. Oleh karena itu untuk mengetahui parameter-parameter apa saja yang terkandung dalam air buangan sangatlah sulit karena memerlukan pengujian yang sangat banyak dan memerlukan biaya yang cukup besar. Oleh karena itu dalam penelitian ini dibatasi dalam meneliti hanya parameter COD (*Chemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*) dan Amonium

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

COD adalah jumlah oksigen ( $\text{mg O}_2$ ) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam 1 liter sampel air, dimana pengoksidasian  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  digunakan sebagai sumber oksigen (*Oxidizing agent*).

COD (*Chemical oxygen demand*) adalah banyaknya oksigen dalam miligram perliter yang dibutuhkan dalam kondisi khusus untuk menguraikan benda organik secara kimia (Sugiharto, 1987).

Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi secara kimiawi, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air. COD digunakan untuk menghitung kadar bahan organik dalam air buangan dan air alami. *Equivalent* oksigen dari bahan organik yang dapat dioksidasi dihitung dengan menggunakan bahan kimia oksidator kuat dalam media asam. Kadar COD air buangan secara umum lebih besar dari BOD karena lebih banyak senyawa dapat dioksidasi secara kimia daripada biologis.

Analisa COD berbeda dengan analisa BOD namun perbandingan antara angka COD dengan BOD dapat ditetapkan yaitu :

**Tabel 3.5 Perbandingan Rata-rata angka BOD<sub>5</sub> / COD**

| Jenis Air                                        | BOD <sub>5</sub> / COD |
|--------------------------------------------------|------------------------|
| Air buangan domestik                             | 0,4 – 0,6              |
| Air buangan domestik setelah pengendapan primer  | 0,6                    |
| Air buangan domestik setelah pengolahan biologis | 0,2                    |
| Air sungai                                       | 0,1                    |

( Sumber : Metode Penelitian Air )

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

Zat padat tersuspensi atau *Suspended Solid* adalah sejumlah berat dalam miligram penyaringan dengan membran berukuran 0,045 mikron.

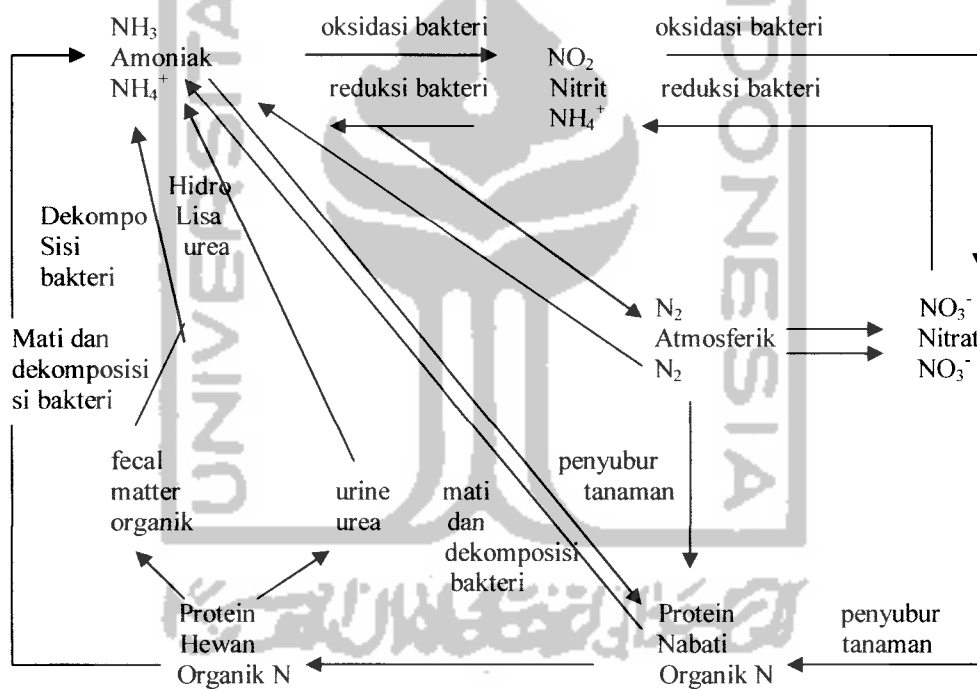
Dimana filter membran tersebut mengandung bahan tersuspensi yang dikeringkan pada suhu 105 °C selama 2 jam (Sumestri, 1987).

TSS (*Total suspended solid*) adalah zat padat tersuspensi yang menyebabkan kekeruhan pada air, tidak terlarut dan tidak dapat mengendap langsung. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari pada sedimen. Air lumpur tinja mempunyai jumlah padatan tersuspensi yang sangat bervariasi tergantung dari karakteristik limbah. Seperti halnya padatan terendap, padatan tersuspensi akan mengurangi penetrasi sinar cahaya kedalam air sehingga mempengaruhi regenerasi oksigen secara fotosintesis (Srikandi Fardiaz, 1992).

Zat padat (*Total Solids*) dalam limbah cair adalah semua zat yang tetap tinggal sebagai residu pada pemanasan 103 °C dalam laboratorium. Partikel padat diklasifikasikan sebagai *suspended solids* atau *filterable solids* yang dapat menembus kertas saring dengan diameter minimal 1 mikron. *Suspended solids* meliputi zat padat yang dapat mengendap selama 60 menit pada *imhoff cone*. Zat padat tersaring / *filterable solids* terdiri zat koloidal dan *dissolved solids*. Zat koloidal terdiri dari zat partikulat dengan kisaran diameter dari 1 milikron hingga 1 mikron. *Dissolved solids* atau zat padat terlarut terdiri dari molekul atau ion organik dan anorganik. Zat koloidal tidak dapat dihilangkan melalui pengendapan. Umumnya untuk menghilangkan partikel tersebut secara biologi ataupun koagulasi diikuti sedimentasi. (Sugiharto, 1987).

### 3.5.3 Amoniak ( $\text{NH}_3$ )

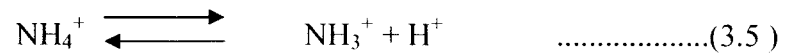
Amoniak merupakan hasil dekomposisi dalam bentuk bebas sebagai  $\text{NH}_3$  maupun dalam bentuk ion amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) masuk ke lingkungan kita dan makhluk yang mati diikuti dekomposisi bakteri dari protein hewani maupun nabati, dekomposisi dari kotoran binatang dan manusia dan reduksi nitrit ke amoniak, seperti terlihat dalam gambar 3.7. (Tchobanoglous dan Burton, 1983).



Gambar 3.7 Skema siklus nitrogen (Tchobanoglous dan Burton, 1983).

Amoniak merupakan nitrogen yang menjadi  $\text{NH}_4^+$  pada pH rendah dan disebut Amonium. Amoniak sendiri berada dalam keadaan tereduksi

(-3). Keseimbangan ion  $\text{NH}_4^+$  dengan gas amoniak di dalam air, dinyatakan sebagai berikut :

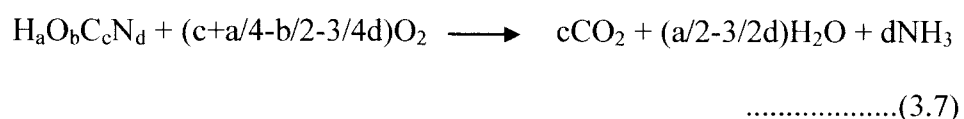


Amoniak dapat larut dengan cepat di air. Gas amoniak bereaksi dengan air membentuk amonium hidroksida dengan melepaskan panas yang tinggi. Perubahan amonium menjadi amoniak dan ion hidroksida berlangsung dengan cepat dan cenderung menaikkan pH larutan (limbah). Reaksi bolak-balik dari perubahan tersebut, yaitu :



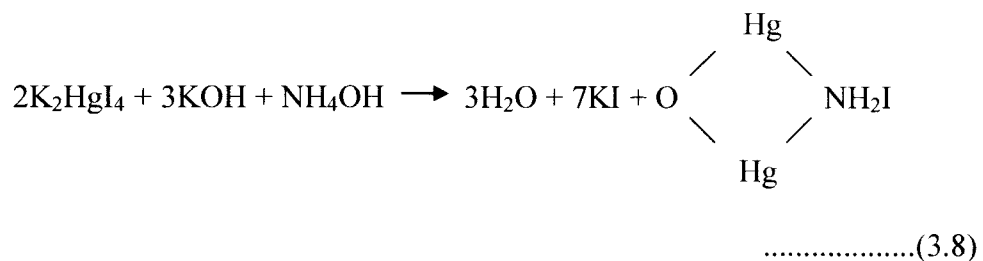
Perbandingan ion amonium dengan molekul amoniak hidroksida adalah merupakan fungsi pH. Dalam pH 7 amoniak lebih banyak berbentuk ion amonium. (Tchobanoglous dan Burton, 1983).

Amoniak dalam air permukaan berasal dari air seni (*urine*) dan tinja (*feces*) juga dari oksidasi zat organis ( $\text{H}_a\text{O}_b\text{C}_c\text{N}_d$ ) secara mikrobiologis yang berasal dari alam atau air buangan industri dan penduduk (Alaerts, 1984). Sesuai reaksi sebagai berikut :



### 3.5.3.1 Sifat-sifat Amoniak

1. Amoniak adalah suatu zat kimia yang tidak menunjukkan adanya warna, ini merupakan suatu karakteristik. Dan jika diberi cahaya kemampuan warna akan sedikit nampak berupa gas yang terlarut dalam air, tetapi gas yang tercampur mempunyai ikatan lebih dari 16 berupa amoniak (Tchobanoglous, 1979).
2. Merupakan gas yang tidak berwarna dan berbau busuk. Disimpan dalam keadaan cair pada tekanan 10 (sepuluh) atmosfer, titik leleh - 77°C dan titik didih -33°C (Perdana Ginting, 1992).
3. Bila terkena api, gas ini mudah meledak dan gas amoniak menyala pada suhu 629°C (Perdana Ginting, 1992)
4. Bersifat basa karena dapat membirukan lakmus merah.
5. Amoniak apabila dilarutkan dalam air akan membentuk Amonium hidroksida pada derajat asam  $\pm 7$  (Tchobanoglous, 1979).
6. Amoniak dalam keadaan basa apabila ditambah reagen nessler (suatu larutan  $K_2HgI_4$  yang alkalis) akan terbentuk warna coklat kuning (Sri Sumestri, 1987), kalau terdapat banyak amoniak akan terjadi endapan coklat (Hendardji, 1953). Dengan reaksi seperti berikut :



### 3.5.3.2 Sumber Amoniak

Amoniak dalam air permukaan dapat berasal dari

1. Air seni (*urine*)

Kandungan amoniak dalam air seni sebesar 27,40 mg/l (Hari, Tome, 2005)

2. Tinja (*feces*)

Kandungan amoniak dalam tinja sebesar 3,84 mg/l (Hari, Tome, 2005).

3. Oksidasi zat organik secara mikrobiologis yang berasal dari air alam.
4. Dipengaruhi oleh bentuk teroksidasi dan tereduksi unsur-senyawa dalam wetlands pada potensial Redoks Transformasi.

### 3.5.3.3 Pengaruh Amoniak terhadap lingkungan

Dalam suatu perairan air limbah yang berupa bahan organik memerlukan oksigen ( $O_2$ ) untuk menguraikan bahan organik tersebut dengan bantuan bakteri. Polutan semacam ini berasal dari berbagai sumber seperti kotoran hewan maupun manusia, tanaman-tanaman yang mati atau sampah organik dan sebagainya. (Fardiaz, 1992).

Jika masukan bahan organik kedalam perairan terus berlangsung dalam waktu yang lama, oksigen terlarut (DO) akan terus berkurang sampai bakteri anaerob dapat hidup menggantikan bakteri aerob. Bakteri ini melanjutkan proses penguraian tetapi dengan hasil yang berlainan,

yaitu gas-gas yang berbau busuk, berbahaya bagi kesehatan dan berupa gas yang mudah menyala, seperti gas hidrogen sulfida ( $H_2S$ ) yang berbau seperti telur busuk, metana ( $CH_4$ ) atau gas rawa, fosin ( $PH_4$ ) yang baunya amis dan amoniak ( $NH_3$ ). (Prodjosantoso, 1991).

Adanya amoniak dalam air buangan akan mempunyai akibat-akibat buruk terhadap lingkungan. Eutrofikasi terjadi pada suatu badan air yang sebagai akibat terlalu banyak bahan makanan yang masuk kedalam perairan. Apabila perairan cukup nutrien, maka tumbuhan air mudah berkembang biak, misal eceng gondok dan ganggang. Kadang-kadang suatu perairan tertutup sama sekali dengan tumbuhan, seolah-olah bukan perairan lagi, atau nampak berselimut hijau oleh ganggang. (Prawiro, 1988).

Dengan tertutupnya suatu perairan oleh tumbuhan air maka transmisi sinar matahari terhalangi akibatnya kegiatan fotosintesis tidak dapat berjalan. Akibat selanjutnya adalah berkurangnya oksigen terlarut yang akan mematikan ikan dan kehidupan air yang lainnya. (Benefield, 1980).

Pengaruh buruk Amoniak terhadap lingkungan dalam konsentrasi 50 ppm yang tanpa menggunakan proteksi akan menyebabkan iritasi pada mata dan menyebabkan gangguan pada membran pernafasan (Mantell, 1974).

Dalam konsentrasi yang rendah yaitu 0,037 mg/l menimbulkan bau yang menyengat dan mengurangi estetika (Ariens, 1978).

Hal lain dengan adanya amoniak dalam air buangan yang langsung dibuang dalam badan air akan menimbulkan atau terjadi pertumbuhan tumbuhan air, yang kemudian akan menutupi permukaan air, sehingga transmisi sinar matahari terhalangi dan proses fotosintesis tidak dapat berjalan yang diakibatkan berkurangnya oksigen terlarut sehingga akan mematikan kehidupan air (Slamet Riyadi, 1984).

Adapun dampak amoniak didalam air dan lingkungan antara lain :

1. Dapat mengakibatkan korosi pada pipa besi
2.  $\text{NH}_3\text{-N}$  pada konsentrasi yang tinggi merupakan racun bagi ikan.
3. Konversi dari  $\text{NH}_4^+$  menjadi  $\text{NO}_3^-$  mempergunakan oksigen terlarut dengan jumlah besar
4.  $\text{NH}_3$  dan  $\text{NO}_3^-$  dengan konsentrasi rendah bertindak sebagai nutrisi.

### **3.6 Septik Tank**

#### **3.6.1 Sejarah Septik Tank**

Pada tahun 1895 seseorang kelahiran dari Negara Inggris bernama Donald Cameron lebih banyak mengoreksi penjelasan dari proses-proses yang terjadi di dalam septic tank. (Crites and Tchobanoglous, 1997). Setelah itu konfigurasi dari jenis tangki telah dikembangkan meskipun mengingat konsepnya tetap sama, yang pada dasarnya sebagai tempat untuk proses fisik, kimiawi dan biologis pada pengolahan air limbah.

Penggunaan septic tank sebagai pengolahan primer pada limbah domestik pertama kali dimulai di Amerika Serikat pada tahun 1880. tetapi

yang lebih mengherankan lagi septik tank itu sendiri dikenal sejak 60 tahun yang lalu atau menjadi sebuah tempat aktivitas masyarakat yang mana didalamnya terdapat pemisahan dari efluen di bawah permukaan tanah. (Kreissl, 2003). Pada tahun 1950 mulai dikenalkan kelompok perumahan yang statusnya dibawah tren dari kota yang berkembang sangat luas mendekati dari pengertian dari *sewer* itu sendiri.

Septik tank adalah tangki yang tertutup rapat untuk menampung aliran limbah yang melewatinya sehingga kandungan bahan padat dapat dipisahkan, diendapkan atau diuraikan oleh aktivitas bakteriologis didalam tangki. Fungsinya bukan untuk memurnikan air limbah tetapi untuk mencegah bau dan menghancurkan kandungan bahan padat. (Salvato, 1992).

Septik tank mempunyai beberapa fungsi diantaranya:

1. Sedimentasi

Fungsi yang paling pokok dari septik tank adalah kemampuannya mereduksi kandungan bahan padat terlarut (SS) pada limbah cair domestik.

2. Penyimpanan

Septik tank diharapkan menampung akumulasi endapan.

3. Penguraian

Penguraian lumpur oleh bakteri secara anaerobik merupakan akses dari lama waktu penyimpanan endapan dalam tangki. Bakteri akan menghasilkan oksigen yang akan terlarut jika ia mengurai bahan

organik yang terkandung didalam limbah. Bakteri ini juga akan mengurai bahan organik kompleks dan mereduksinya menjadi selulosa dan menghasilkan gas meliputi  $H_2$ ,  $CO_2$ ,  $NH_3$ ,  $H_2S$  dan  $CH_4$ .

#### 4. Menahan laju aliran

Septik tank akan mereduksi terjadinya beban aliran puncak.

Selama limbah di tahan dalam septic tank maka benda-benda padat akan mengendap di dasar tangki, dimana benda-benda tersebut dirombak secara anaerobik. Lapisan tipis yang terbentuk di permukaan akan membantu memelihara kondisi anaerobik. Keluaran dari septic tank, dari sudut pandang kesehatan masyarakat sama bahayanya dengan air limbah segar sehingga memerlukan pengolahan lebih lanjut sebelum dibuang (Mara, 1978).

Waktu tinggal limbah pada septic tank berukuran besar tidak boleh kurang dari 12 jam. Detensi selama 24 hingga 72 jam direkomendasikan untuk septic tank berukuran besar. (Salvato, 1992).

**Tabel 3.6 Perbandingan efluen pada septic tank antara satu kompartemen dan dua kompartemen**

| karakteristik | Satu ruang |        |        | Dua ruang |        |        |
|---------------|------------|--------|--------|-----------|--------|--------|
|               | influen    | efluen | %      | influen   | efluen | %      |
|               |            |        |        |           |        |        |
| BOD mg/L      | 184        | 85     | 54 %   | 184       | 99     | 46 %   |
| TSS mg/L      | 234        | 44     | 81 %   | 234       | 123    | 48 %   |
| SS ml/L       | 16,9       | 0,2    | 98,8 % | 16,9      | 0,6    | 96,9 % |

(Sumber : Seabloom, 1982).

**Tabel 3.7 Perbandingan effluen pada septik tank antara satu kompartemen dan dua kompartemen**

| karakteristik | Satu ruang |         |         | Dua ruang |         |         |
|---------------|------------|---------|---------|-----------|---------|---------|
|               |            |         | %       |           |         | %       |
|               | influen    | effluen | removal | influen   | effluen | removal |
| BOD mg/L      | 288        | 195     | 32,3 %  | 267       | 184     | 31,1 %  |
| TSS mg/L      | 310        | 64      | 79,5 %  | 306       | 57      | 81,5 %  |
| SS ml/L       | -          | -       | -       | -         | -       | -       |

(Sumber : Boyer and Rock, 1992).

**Tabel 3.8 Komposisi tipikal air limbah domestik yang tidak terolah**

| kontaminan            | unit | konsentrasi |        |          |
|-----------------------|------|-------------|--------|----------|
|                       |      | minimum     | medium | Maksimum |
| TSS                   | mg/L | 120         | 210    | 400      |
| COD                   | mg/L | 250         | 430    | 800      |
| Nitrogen (Total as N) | mg/L | 20          | 40     | 70       |

(Sumber : Metchalf & Eddy, 1991)

**Tabel 3.9 Perbandingan karakteristik dari air limbah tercampur dengan sumber lain**

|     | unit | Curah hujan | Range konsentrasi dari parameter |                       |                      |
|-----|------|-------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------|
|     |      |             | Air runoff                       | Air buangan tercampur | Air buangan domestik |
| TSS | mg/L | < 1         | 67 – 101                         | 270 – 550             | 120 – 370            |
| COD | mg/L | 9 – 16      | 40 – 73                          | 260 – 480             | 260 – 900            |
| TKN | mg/L |             | 0,43 – 1,00                      | 4 – 17                | 20 – 705             |

(Sumber : Metchalf & Eddy, 1977 , Huber, 1984 , US. EPA, 1983).

Septik tank adalah ruang kedap berkamar tunggal atau lebih yang berfungsi untuk pengolahan tunggal atau awal terutama dalam sistem pengolahan air buangan skala kecil dan setempat (Mouras Automatic



Scavenger, 1860) dan kemudian mempelajari proses yang terjadi dan memberi nama "*Septic Tank*" (Donal Cameron, 1895)

Setik tank tersebut mulai digunakan di Amerika Serikat pada tahun 1895, tetapi diperlukan 60 tahun lagi untuk menjadikan *subsurface dispersal* proses yang umum.

Sistem pengolahan air buangan secara on-site dapat menjaga lingkungan dan kesehatan masyarakat umum dan dengan minimalnya biaya pemeliharaan terhadap sedikitnya populasi yang ada dan dapat memberikan solusi pada waktu jangka panjang untuk populasi kecil yang sedang berkembang. (1996 USEPA)

Proses utama yang terjadi didalam septic tank adalah:

1. Sedimentasi SS
2. Flotasi lemak dan material lain ke permukaan air
3. Terjadinya proses biofisik kimia di ruang lumpur

Sedangkan desain Septik tank terutama didasarkan pada pengguna Septik tank dan perkiraan pada waktu pengurasan

Ditinjau dari segi kuantitasnya air buangan yang masuk ke dalam Septik tank berupa *Sullage (Grey water)* yang berasal dari aktivitas pencucian, dapur, kamar mandi *Black water (human body waste)* yang berasal dari *feces* dan *urine*.

Tinja merupakan bagian dari air buangan limbah domestik yang berasal dari tubuh manusia yang merupakan sisa dari proses metabolisme

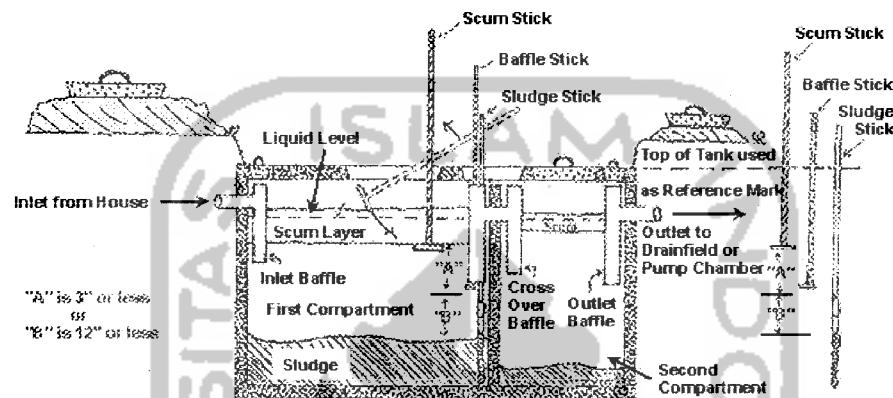
dan keberadaannya di lingkungan telah tercampur dengan *urine*, air penggelontor serta air buangan lainnya yang tercampur. (Anonim, 1979).

Instalasi pengolahan lumpur tinja adalah salah satu bentuk bangunan yang dibuat untuk mengolah lumpur tinja disedot dari septik tank penduduk (Sri redzeki, 2001).

Kandungan air dari tinja bervariasi tergantung dari berat tinja, makin tinggi berat tinja, maka kandungan air yang diperlukan makin banyak. Volume tinja yang diperhitungkan untuk pengolahan dapat diketahui dari jumlah tinja tambah air *urine* tambah air untuk pembersih dubur dan lingkungan sekitarnya. Beberapa masalah yang dihadapi pada saat sekarang ini antara lain pembuangan limbah tinja sangat berpengaruh terhadap lingkungan khususnya pada lingkungan fisik terutama pada tanah dan air. (Kushaputranto, 1993).

Kotoran rumah tangga termasuk kotoran dari wc dan kamar mandi yang berupa kotoran-kotoran manusia adalah segala benda atau zat yang dihasilkan oleh tubuh yang dipandang tidak berguna sehingga dikeluarkan untuk dibuang. (Azrul Azwar, 1979). Sehingga pembuangan tinja di sembarang tempat menjadi sarang dan berkembang biaknya vektor seperti kecoa, tikus, nyamuk dan lalat disebabkan umumnya vektor tersebut mempunyai kebiasaan hidup pada tempat-tempat yang berbau busuk. (Oscar Tabaoda, 1976).

Tinja dapat berpengaruh terhadap manusia terutama bila pengolahannya tidak baik, hal ini disebabkan tinja sebagai sumber infeksi bagi manusia (Dep.Kes RI, 1990/1991).



Gambar 3.8 Skema Septik tank

(Sumber: [www. Google.com](http://www.Google.com) :copy of checking a septic tank files)

Tabel 3.10 Konstruksi septik tank dengan 2 *chamber* atau lebih.

| <i>Treatment chamber 1</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <i>Treatment chamber 2</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sekitar 70 % (2/3) dari total volume desain karena sebagian besar dari <i>sludge</i> dan <i>scum</i> akan terjadi di ruang ini</li> <li>- lumpur yang mengendap pada bagian bawah dan untuk seterusnya <i>sludge</i> ini akan terurai lewat proses anaerobik.</li> <li>- Supernatant ialah cairan yang berkurang unsur padatnya dan untuk seterusnya akan mengalir menuju ke <i>chamber 2</i>.</li> <li>- <i>Scum</i> (buih) ialah bahan yang lebih ringan dari minyak, lemak. <i>Scum</i> ini semakin lama semakin tebal, oleh karena itu perlu</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- kira-kira 30 % (1/3) total volume untuk menangkap partikel padatan yang lolos dari <i>chamber 1</i>.</li> <li>- endapan lumpur, khususnya partikel yang tidak mengendap di <i>chamber 1</i></li> <li>- <i>supernatan</i> yang seterusnya menjadi effluent untuk dibuang ke alam atau diresapkan ke dalam tanah.</li> </ul> |

|                                                                                                                                                                                                                                     |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| dihilangkan secara periodik (minimal 1 tahun sekali). <i>Scum</i> sebenarnya tidak mengganggu reaksi yang terjadi selama proses pengolahan akan tetapi bila terlalu tebal akan memakan tempat hingga kapasitas treatment berkurang. |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

(Sumber : Ibnu, 2002)

Septik tank ini terdiri dari 2-3 ruang (*chamber*). Digunakan pada air buangan yang mengandung SS, terutama air buangan domestik sederhana, tahan lama dibutuhkan ruang yang kecil karena terletak dibawah tanah dan sangat efisien dalam perbandingan harga. Efisiensi pengolahan rendah (15 % - 45 % BOD), effluent tidak berbau (jika terjadi pada proses anaerobik) dan bila effluent masih berbau karena mengandung bahan yang belum terdekomposisi sempurna). 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 septic tank. Pengendapan optimal terjadi ketika aliran tenang (*laminar*) 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, *supernatant* (cairan yang telah berkurang unsur padatnya) yang tertinggal di septic tank 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 cairan *turbulen*. Buangan tersebut berbau karena padatan aktif dalam bak belum terfermentasi secara sempurna.

**Tabel 3.11 Kriteria desain septik tank**

| Septik tank                                        | Kriteria Desain                                                  |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| HRT minimum<br>1 harinya diperkirakan              | 6 jam<br>1,5-0,3 log (debit air limbah dalam<br>lite)            |
| Interval minimum pengurasan                        | 1-1,5 tahun                                                      |
| Akumulasi lumpur per kapita                        | 35 liter / p.e tahun                                             |
| Volume total tangki                                | Volume retensi cairan+volume<br>penyimpanan lumpur / buih        |
| Kedalaman cairan optimal<br>dalam septik tank      | 1,5 meter                                                        |
| Ruang diantara tinggi air dan<br>dibawah permukaan | 0,3 meter                                                        |
| Kedalaman minimum tangki<br>dan pengurasan         | 0,6 meter                                                        |
| -Total rasio panjang / lebar                       | 3 / 1                                                            |
| -Rasio panjang tangki<br>primer/sekunder           | 2 / 1                                                            |
| -panjang tangki primer                             | 2/3 total panjang-panjang tangki<br>sekunder = 1/3 total panjang |

(Sumber : YUDP Yogyakarta, 1996).

Waktu Detensi yang terjadi di dalam septik tank itu sendiri terbagi dua yaitu waktu detensi air dan waktu detensi lumpur. Pada umumnya efisiensi lumpur yang mengendap mencapai 70 %, hal ini tergantung dari waktu detensi, jarak antara inlet dan outlet. Lumpur yang segar akan

mengendap dalam ruang lumpur dan selanjutnya terjadi proses mineralisasi, dimana lumpur segar yang terdiri dari zat-zat organik diuraikan oleh bakteri aerobik menjadi mineral. Lama proses pembusukan antara 60–100 hari.

Proses pengolahan pada septik tank adalah sedimentasi dan stabilisasi lumpur lewat proses anaerobik. Untuk jenis limbah yang diolah pada septik tank adalah limbah yang mengandung padatan terendapkan, khususnya limbah domestik. Untuk rasio SS/COD adalah : 0,35 hingga 0,45

**Table 3.12 Karakteristik efluen dari septik tank konvensional**

| Parameter                            | Range                             | Rata-rata         |
|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| COD,mg/l                             | 165 - 1,487                       | 296               |
| COD filtered,mg/l                    | 12 - 78                           | 29                |
| BOD,mg/l                             | 50 - 440                          | 165               |
| TS,mg/l                              | 236 - 1,383                       | 599               |
| TSS,mg/l                             | 62 - 1.100                        | 290               |
| Alkalinity,mg/l as CaCO <sub>3</sub> | 240-365                           | 275               |
| pH                                   | 7 - 7.7                           | 7.3               |
| TKN,mg/l                             | 34-60                             | 43                |
| TP,mg/l                              | 7-31                              | 17                |
| Faecal coliforms, MPN/100mL          | $5 \times 10^4 - 5,8 \times 10^5$ | $4,3 \times 10^5$ |

(Sumber : Metchalf & Eddy, 2003)

**Tabel 3.13 Karakteristik kandungan limbah**

| Komponen         | Range konsentrasi | Tipikal Konsentrasi |
|------------------|-------------------|---------------------|
| TSS              | 155–330 mg/L      | 250 mg/L            |
| BOD <sub>5</sub> | 155–286 mg/L      | 250 mg/L            |
| pH               | 6 -9              | 6,5                 |

(Sumber : Seabloom, 1982)

Sesuai dengan KepMenLH 112/2003 tentang Baku Mutu Limbah Domestik, baku mutu air limbah domestik dalam keputusan ini hanya berlaku bagi :

- Semua kawasan permukiman (*real estate*), kawasan perkantoran, kawasan perniagaan dan apartemen.
- Rumah makan (restauran) yang luas bangunannya lebih dari 1000 m<sup>2</sup>.
- Asrama yang berpenghuni 100 orang atau lebih.

Baku mutu air limbah domestik untuk perumahan yang diolah secara individu akan ditentukan sebagai berikut :

**Tabel 3.14 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             |

(Sumber : KepMenLH 112/2003)

**Tabel 3.15 Karakteristik effluen septik tank**

| Komponen         | Range konsentrasi                              | Tipikal konsentrasi          |
|------------------|------------------------------------------------|------------------------------|
| TSS              | 36–85 mg/L                                     | 60 mg/L                      |
| BOD <sub>5</sub> | 118–189 mg/L                                   | 120 mg/L                     |
| pH               | 6,4–7,8                                        | 6,5                          |
| Fecal Coliform   | 10 <sup>6</sup> – 10 <sup>7</sup> CFU / 100 mL | 10 <sup>6</sup> CFU / 100 mL |

(Sumber : EPA, 2002)

**Tabel 3.16 Case Study : Efluen septik tank dan kualitas air tanah  
(efluen dari sumur resapan)**

| Parameter<br>(unit)       | Statistik | Kualitas<br>efluen<br>septik<br>tank | Kualitas<br>air tanah<br>pada h 0,6<br>m (2 feet ) | Kualitas air<br>tanah pada h<br>1,2 m (4 feet) |
|---------------------------|-----------|--------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| BOD (mg/L)                | Mean      | 93,5                                 | < 1                                                | < 1                                            |
|                           | Range     | 46 – 156                             | < 1                                                | < 1                                            |
|                           | #sampel   | 11                                   | 6                                                  | 6                                              |
| TKN (mg/L)                | Mean      | 44,2                                 | 0,77                                               | 0,77                                           |
|                           | Range     | 19 – 53                              | 0,4-1,48                                           | 0,25-2,10                                      |
|                           | #Sampel   | 11                                   | 35                                                 |                                                |
| F.Coli(log#per<br>100 mL) | Mean      | 4,57                                 | Td                                                 | Td                                             |
|                           | Range     | 3,6-5,5                              | < 1                                                | < 1                                            |
|                           | #Sampel   | 11                                   | 24                                                 | 21                                             |

(Sumber : Anderson, 1994)

### 3.6.2 Perhitungan Efisiensi dari Parameter Kualitas Air Buangan ( $\eta$ )

$$(\eta) = \frac{X_1 - X_2}{X_1} \times 100 \% \quad (3.9)$$

Dimana :

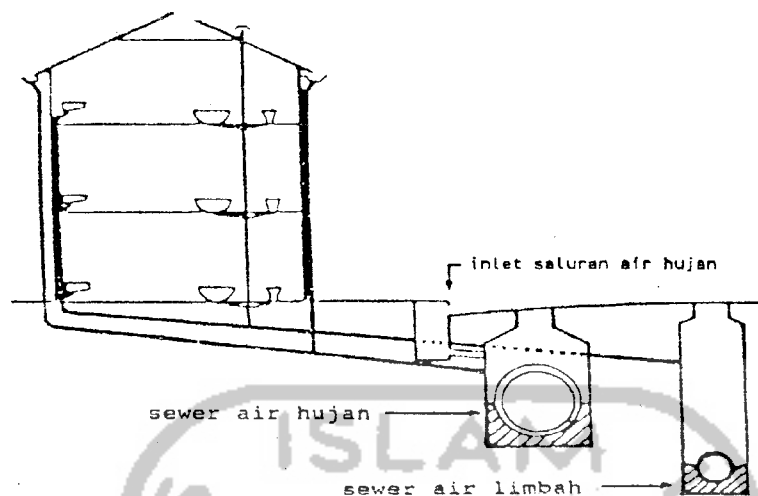
$X_1$  : Konsentrasi awal ( mg/l )

$X_2$  : Konsentrasi akhir ( mg/l )

## 3.7 Sistem Penanganan Air Buangan Secara Off Site

### 3.7.1 Sistem Terpisah ( *Separated sewer system* )

Air limbah dari kamar mandi, jamban, cucian dan dapur dibuang melalui sambungan pipa ke *sewer*. Sistem ini merupakan sistem terpisah antara saluran air buangan dan air hujan (anonim, 2001). Aplikasinya terlihat pada *gravity separated sewer* dan *shallow sewer*.



Gambar 3.9 Sistem Terpisah

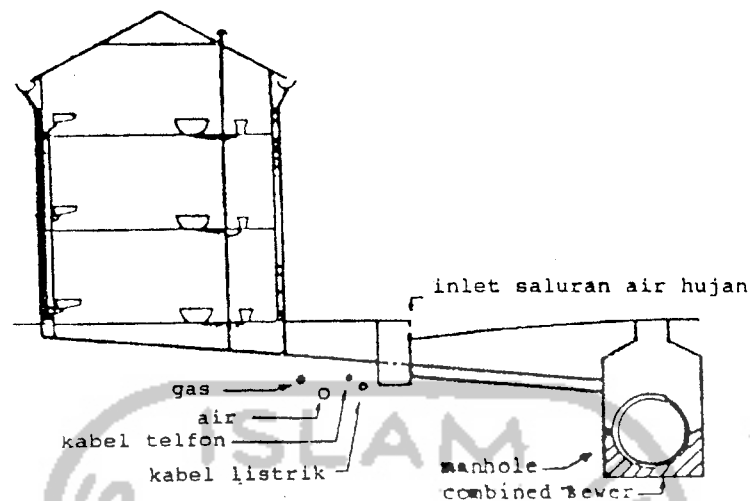
Tabel 3.17 Keuntungan dan kerugian dari sistem terpisah

| NO. | keuntungan                                   | kerugian               |
|-----|----------------------------------------------|------------------------|
| 1.  | Dimensi tidak terlalu besar                  | Biaya awal cukup besar |
| 2.  | Hemat biaya pemompaan                        |                        |
| 3.  | Pengaliran tidak terpengaruh fluktuasi debit |                        |
| 4.  | Tidak ada <i>back flow</i>                   |                        |

(Sumber : anonim, 2001)

### 3.7.2 Sistem Kombinasi (*Combined sewer System*)

Air hujan dan air limbah disalurkan melalui satu pipa ke suatu tempat atau ke instalasi pengolah (Askinin, 1993). Selama terjadi hujan, bila aliran tersebut melampaui batas tertentu, air limbah encer dibuang atau dilimpaskan melalui saluran pelimpas langsung ke badan air atau sungai. Dalam hal ini diameter pipa akan ditentukan berdasarkan aliran maksimum air hujan, yang kemungkinannya terjadi sekali dalam beberapa tahun.



Gambar 3.10 Sistem Tercampur

Tabel 3.18 Keuntungan dan kerugian dari sistem kombinasi

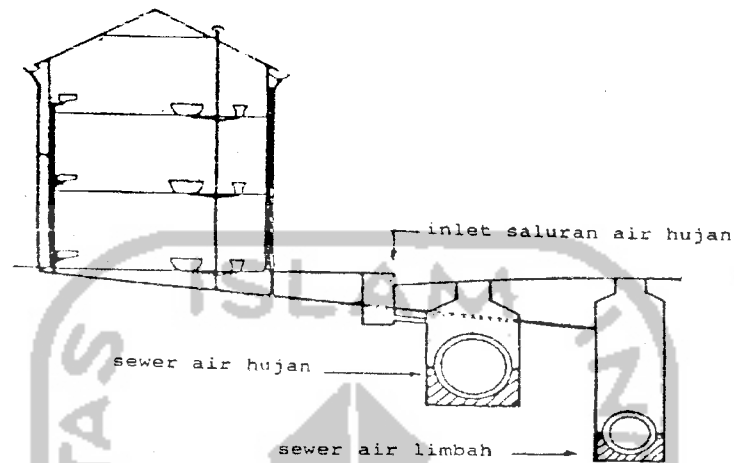
| No | Keuntungan                          | Kerugian                                |
|----|-------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1. | Biaya investasi tidak terlalu besar | Membutuhkan bangunan pelengkap tambahan |
| 2. | Terjadi pengenceran bahan organik   |                                         |

(Sumber : anonim, 2001)

### 3.7.3 Sistem Terpisah Sebagian / Sistem Pipa Gravitasi (*Pseudo Separate Sewer*)

Sistem ini digunakan untuk mengumpulkan air limbah dan air hujan melalui satu pipa (sistem tercampur) atau dengan sistem terpisah dan terisi sebagian (Askinin, 1993). Kemiringan pipa harus cukup untuk mendapatkan kecepatan *self-cleansing* untuk mengangkut sedimen. Bila pipa mengalir penuh ataupun setengah penuh kecepatannya harus 0,6 – 0,7

m/detik (Askinin,1993). Keuntungannya adalah adanya efek penggelontoran dan pengenceran.



Gambar 3.11 Sistem Terpisah Sebagian (Parsial)

#### 3.7.4 Vacuum Sewer

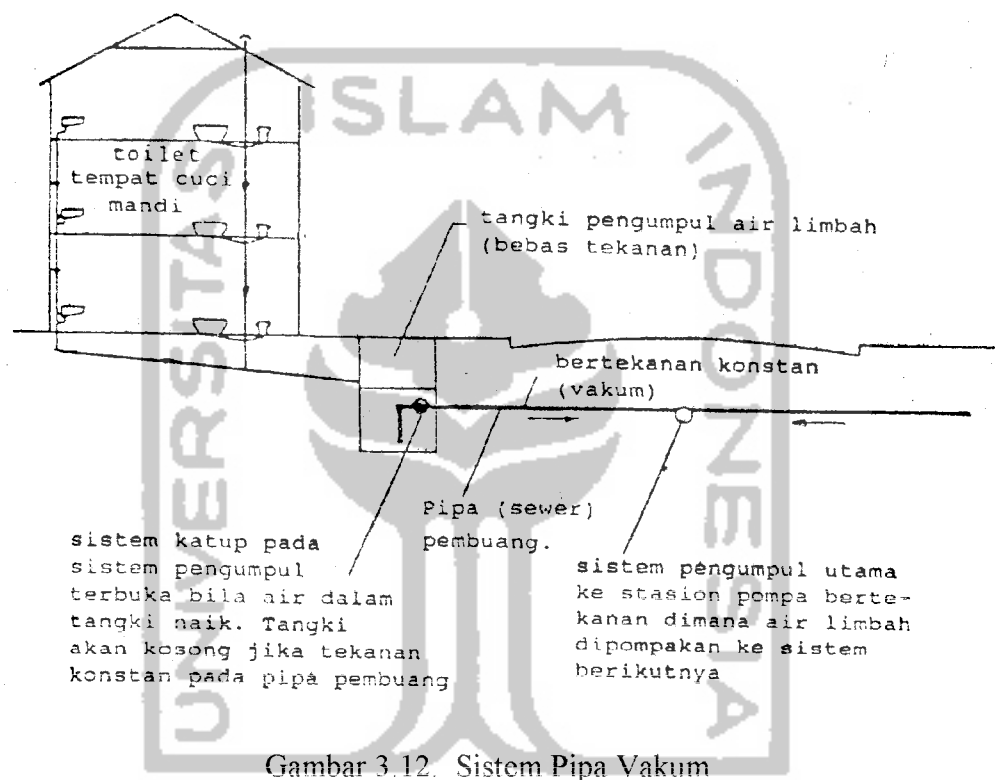
*Vacuum sewer* adalah sistem pengaliran air buangan yang memanfaatkan pompa vacuum. (Anonim, 2001). Penerapan sistem ini terlihat di negara Swedia, AS. Jamban, tempat cuci dan lain sebagainya dihubungkan langsung dengan tangki pengumpul air limbah yang berada diluar rumah. Tangki tersebut dihubungkan dengan sistem pipa pengumpul bertekanan. Komponen-komponen dari sistem ini antara lain seperti *House connection*, *Holding tank/septik tank*, *vacuum valve*, stasiun pompa vakum.

**Tabel 3.19 Keuntungan, kerugian dan kriteria desain sistem vakum sewer**

| No. | Keuntungan | kerugian         | Kriteria desain      |
|-----|------------|------------------|----------------------|
| 1.  | Mengurangi | Membutuhkan alat | Diameter pipa (PVC): |

|    |                                            |                        |             |
|----|--------------------------------------------|------------------------|-------------|
|    | kemungkinan tersumbat                      | tambahan (vakum valve) | 10–25 cm    |
| 2. | Dapat diletakan pada kedalaman yang rendah |                        | Slope 0,2 % |

(Sumber : anonim, 2001)



Gambar 3.12. Sistem Pipa Vakum

### 3.7.5 Sistem Pipa Bertekanan / Sistem Non-Gravitasi (*Pressure Sewer*)

*Pressure sewer* adalah sistem penyaluran air buangan dimana air buangan terlebih dahulu dikumpulkan pada septik tank dan kemudian secara periodik dipompa ke saluran air buangan. (Anonim, 2001). Penerapan sistem ini terlihat di daerah dengan kondisi tanah tandus, daerah dengan muka air tanah tinggi ataupun daerah yang lebih rendah daripada jaringan

pipa air buangan. Komponen-komponen dari sistem ini antara lain seperti *House connection, holding tank/septik tank, grinder pump*.

Sistem ini berfungsi hanya untuk mengumpulkan air limbah yang sepenuhnya bertekanan. Air limbah dari sambungan dikumpulkan dalam *manhole* pada sisi rumah, dipompa kedalam pipa bertekanan (*site is pumped up into the pressure system*). Dalam hal ini kemiringan pipa tidak diperlukan.

**Tabel 3.20 Perbedaan karakteristik khusus beberapa macam pipa**

| Bentuk penampang melintang | Keuntungan                                                                                                                                                                                                                                                                                | kerugian                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | keterangan                                                         |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Bulat                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Baik secara hidrolis</li> <li>- Dibuat dipabrik ( batas diameter dalam 3000 mm)</li> <li>- Perhitungan strukturnya sederhana</li> </ul>                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Untuk keadaan geologis tertentu perlu lapisan bedding khusus</li> <li>- Banyak sambungan, menambah infiltrasi air tanah</li> </ul>                                                                                                                                      | Sangat banyak dipakai                                              |
| Persegi                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mudah merubah bentuknya bila lapisan penutup dan lebar galian terbatas</li> <li>- Pekerjaan konstruksinya sederhana dan ekonomis</li> <li>- Perhitungan strukturnya sederhana</li> <li>- Secara hidrolis baik bila aliran tidak penuh</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sangat tidak stabil terhadap beban atas bila besi tulangnya berkarat</li> <li>- Bila dicetak ditempat menambah waktu pekerjaan, percepatan penyelesaian pekerjaan dapat dilakukan pencetakan bagian atas secara terpisah dipabrik dan bagian bawah ditempat.</li> </ul> | Umumnya, ketinggiannya lebih kecil dari lebarnya.                  |
| Ladam                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ekonomis</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pelaksanaan</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Umumnya bagian</li> </ul> |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                      |                  |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| kuda        | - Baik secara hidrolis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | konstruksi memakan waktu yang lama                                                                                                                   | atas melengkung. |
| Bulat telur | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dibandingkan dengan bentuk yang lain untuk kondisi kemiringan dan debit yang sama debit untuk bentuk bulat telur mempunyai kecepatan lebih tinggi dan kedalaman yang lebih besar. Sehingga bahan padat dapat dialirkan dengan mudah.</li> <li>- Dibandingkan dengan bentuk lain untuk kondisi debit dan kecepatan yang sama dapat dibuat pada kemiringan yang landai.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pembuatannya dipabrik tidak semudah bentuk yang lain.</li> <li>- Sulit pelaksanaan konstruksinya</li> </ul> |                  |

(Sumber: Askinin, 1993).

Tabel 3.21 Keuntungan dan kerugian dari *pressure sewer system*

| No. | Keuntungan                                                                            | kerugian                                                                |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | Mengurangi kebutuhan pompa di jaringan <i>sewer</i> utama                             | Tiap rumah membutuhkan pompa dan alat tambahan (misalnya <i>valve</i> ) |
| 2.  | Diameter pipa lebih kecil                                                             | Membutuhkan biaya Operasi dan maintenance tambahan.                     |
| 3.  | Mempermudah pengolahan air buangan (beban hidrolis lebih merata)                      |                                                                         |
| 4.  | Slope pipa lebih mendatar, dapat diletakan dikedalaman yang dangkal, mengikuti kontur |                                                                         |

(Sumber: Askinin, 1993).

**Tabel 3.22 Kriteria desain dari *pressure sewer system***

| No. | Pressure sewer                | Kriteria desain |
|-----|-------------------------------|-----------------|
| 1.  | Diameter pipa (PVC)           | 5 – 15 cm       |
| 2.  | Kedalaman pipa                | 75 cm           |
| 3.  | Pompa ( <i>grinder pump</i> ) | 1 – 2 hp        |

(Sumber: Askinin, 1993).

### 3.8 Alternative Sistem Penyaluran Air Buangan

#### 3.8.1 Aplikasi Teknologi Sanitasi

Meskipun pembuangan tinja dan air limbah non tinja secara setempat (*on-site*) di Negara berkembang lebih murah daripada sistem terpusat (*off-site*), namun ada hal-hal / keadaan tertentu, dimana kondisi tanah (*permeabilitas* tanah yang rendah, tanah bebatuan), tidak memungkinkan untuk diterapkan. Dalam keadaan seperti ini maka pembuangan air limbah dengan sistem terpusat mutlak diperlukan dan penentuan pilihan teknologi ini harus di evaluasi dari segi teknis, ekonomi dan pendanaan.

Teknologi pilihan yang tersedia adalah :

##### a. Sistem Tong Dengan Kereta Pengangkut

Sistem ini memerlukan tingkat kemampuan organisasi yang tinggi dari instansi pengelola (Kotamadya) yang bertanggung jawab terhadap operasi pelaksanaannya. Peralatan untuk pengosongan tong sampah (*vacum tanker*) harus sudah tiba dilokasi tong yang berdekatan dengan waktu frekuensi pengosongan yang telah dipilih (2 sampai 4 minggu), kalau tidak maka sistem ini akan mengalami

kerusakan. Di negara berkembang institusi yang memiliki tingkat kemampuan sedemikian tinggi sering tidak ada, sehingga sistem ini praktis tidak layak diterapkan.

b. *Conventional Sewerage*

Sistem ini sangat mahal dan tidak mungkin diterapkan pada masyarakat dengan tingkat penghasilan yang rendah. Tujuan dari pembangunan sistem ini adalah untuk mengalirkan air buangan dari sumber domestik / institusional / komersial yang mengandung material-material seperti *solid* dan *liquid* ketempat pengolahan air buangan secara *off site* (Askinin, 1993).

**Tabel 3.23 Metode pengaliran, keuntungan dan kerugian dari sistem konvensional**

| Metode pengaliran                                                                                                                                                                                                                                  | keuntungan                                                                                                         | Kerugian                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistem pengaliran terbuka</li> <li>- Gaya gravitasi</li> <li>- diameter pipa besar (150–200 mm)</li> <li>- Slope pipa besar</li> <li>- Butuh pemompaan</li> <li>- Peletakan pipa dibawah jalan</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Desain cukup memadai secara teoritis dan telah banyak diterapkan</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Investasi besar (konstruksi dan material) serta operasi dan pemeliharaannya</li> <li>- Membutuhkan volume air dalam jumlah yang cukup besar untuk dapat mengalirkan <i>solid</i></li> <li>- Hanya sesuai untuk daerah dengan kepadatan penduduk tinggi</li> </ul> |

(Sumber : Anonim, 2001)

c. *Small Bore Sewer (Settled sewer atau Solids free Sewerage)*

Sistem ini cocok di Negara berkembang dengan keadaan sebagai berikut :

- Sistem toilet / jamban tuang siram dengan perpipaan  
bila efluen dari jamban tuang siram dari air limbah non tinja yang berasal dari rumah tangga tidak dapat dibuang secara *onsite*, maka *small bore sewerage* adalah cara yang paling tepat. Sistem ini dapat dipasang pada sistem yang baru, atau merupakan suatu bagian dari perencanaan kota untuk peningkatan kualitas dalam suatu pemukiman.
- Sistem septik tank dengan pipa  
Bila septik tank yang ada gagal berfungsi yang umumnya disebabkan oleh kemampuan tanah untuk menyerap air sudah terbatas karena tingkat pelayanan air bersih yang tinggi serta peningkatan kepadatan penduduk, maka efluen dari septik tank dibuang ke *small bore sewer*.

Hal ini jauh lebih murah daripada menghilangkan septik tank dan membangun jaringan perpipaan konvensional (*conventional sewer network*). Dalam keadaan-keadaan tertentu khususnya untuk daerah yang sangat datar, maka akan sangat ekonomis untuk membangun sistem septik tank dengan perpipaan yang dihubungkan dengan jamban bervolume air rendah (*low volume cistern flush*) didalam suatu area pemukiman yang baru.

d. *Shallow sewer (Simplified sewerage)*

Sistem ini merupakan suatu sistem pembuangan air limbah dengan sistem perpipaan yang cocok untuk diterapkan pada daerah-daerah yang padat serta masyarakat berpenghasilan rendah. Partisipasi masyarakat di dalam pelaksanaan pembangunan cukup tinggi dan biaya operasi dengan

pemeliharaannya cukup rendah (artinya masyarakat dapat membiayai operasi dan pemeliharaannya). Sistem ini tidak memerlukan peralatan canggih untuk pembangunan dan pemeliharaannya, berbeda sekali dengan sistem *sewerage* konvensional. Didalam skema baru *small bore sewerage* sering terlihat keuntungan yang kecil dari segi nilai biaya bila dibandingkan dengan konvensional *sewerage*. Meskipun distribusi biaya antara biaya investasi dan biaya O & M cukup berbeda terhadap konvensional *sewerage* dan *small bore sewer* ini lebih cocok dengan kondisi negara yang sedang berkembang.

Untuk *small bore sewer* biaya investasi adalah lebih rendah, tidak membutuhkan tenaga ahli yang banyak pada tahap konstruksinya serta biaya O & M cukup rendah, bila dibandingkan dengan *conventional sewerage* serta kebutuhan tenaga buruh lokal juga cukup intensif dipakai. Semua biaya-biaya ini dapat disediakan dari anggaran daerah.

Dengan demikian *small bore sewerage* lebih fleksibel dan layak dipakai ditinjau dari seluruh aspek, bila dibandingkan dengan *conventional sewerage*. Hanya saja sistem ini memerlukan evaluasi untuk setiap tahap penanganannya.

### **3.8.2 *Small Bore Sewer (Settled sewer atau Solids free Sewerage)***

Sistem *small bore sewer* adalah sistem penyaluran air buangan yang hanya mengalirkan fase *liquid* dari air buangan, sedangkan fase *solid*

(*grit* atau *grease*) dibuang secara periodik dengan sistem lain misalnya dengan truk. (Askinin, 1993).

Sistem *small bore sewer* dirancang untuk menampung air limbah yang berasal dari rumah tangga untuk diolah secara terpusat dan kemudian dibuang keperairan (sungai, danau). Pasir, kerikil, minyak dan benda-benda padat lainnya yang menyebabkan penyumbatan didalam pipa dipisahkan dari aliran air limbah kedalam tangki interseptor yang dipasang dibagian atau dari setiap sambungan pipa. Penerapan sistem ini terlihat pada negara-negara berkembang seperti Zambia 1960, Nigeria 1965. dan negara maju seperti Australia 1962 dan Amerika 1975. Dimana tidak ada sistem *onsite disposal* atau telah ada sistem pembuangan dengan septik tank atau *aqua privy*.

**Tabel 3.24 Keuntungan dari small bore system**

| No. | keuntungan                                        | Keterangan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | Mengurangi konsumsi air untuk mengalirkan padatan | Karena pipa tidak diperlukan untuk membawa benda-benda padat maka tidak diperlukan sejumlah air sebagai alat pengangkut benda-benda padat, dengan demikian tidak sama dengan sistem konvensional pipa biasa.                                                                                                                                                 |
| 2.  | Mengurangi biaya galian                           | Dengan sudah tersaringnya benda-benda pengganggu, maka pipa tidak perlu dirancang khusus untuk menerima aliran kecepatan rendah sebagai upaya pembersihan sendiri. Pengurangan biaya dimungkinkan karena sistem ini dapat mengikuti garis-garis topografi alamiah dibandingkan dengan sistem konvensional dan menghindari sumbatan-sumbatan di dalam sistem. |

|    |                                                                            |                                                                                                                                                                               |
|----|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. | Mengurangi biaya material (20–70 %).                                       | Karena sistem <i>small bore sewer</i> sudah dirancang untuk menerima air limbah tanpa adanya benda-benda padat, maka sistem pompa dan bak kontrol dapat berkurang.            |
| 4. | Mengurangi biaya pengolahan                                                | Penyaringan, pemakaian pasir dan pengendapan awal dengan pengolahan secara kolam anaerob tidak diperlukan lagi, karena hal ini sudah terjadi pada tangki <i>interseptor</i> . |
| 5. | Tidak memerlukan slope yang seragam                                        | Mengikuti bentuk topografi                                                                                                                                                    |
| 6. | Tangki <i>interseptor</i> maupun septik tank dapat menjadi pengolahan awal | Sedimentasi, <i>anaerobic digestion</i> sampai 80 % <i>removal solid</i>                                                                                                      |
| 7. | Mengurangi beban hidrolis                                                  | Pada jam-jam puncak                                                                                                                                                           |

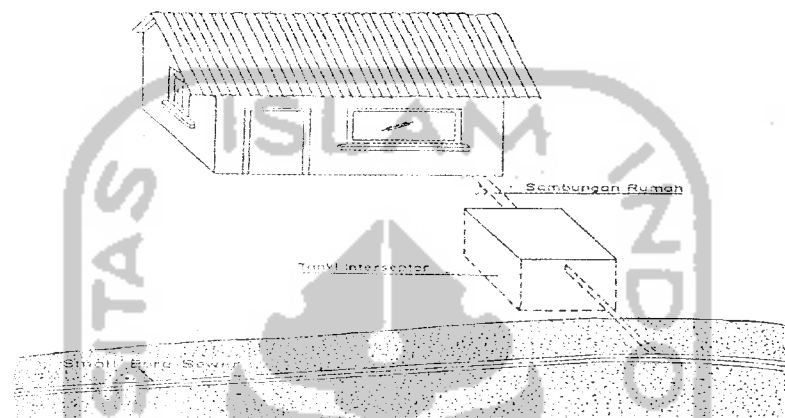
(Sumber : Askinin, 1993).

Salah satu kerugian dari sistem *small bore sewer* adalah keperluan untuk mengangkat dan membuang zat-zat padat (adanya *solid* akan mengganggu sistem) dari setiap tangki *interseptor* secara periodik.

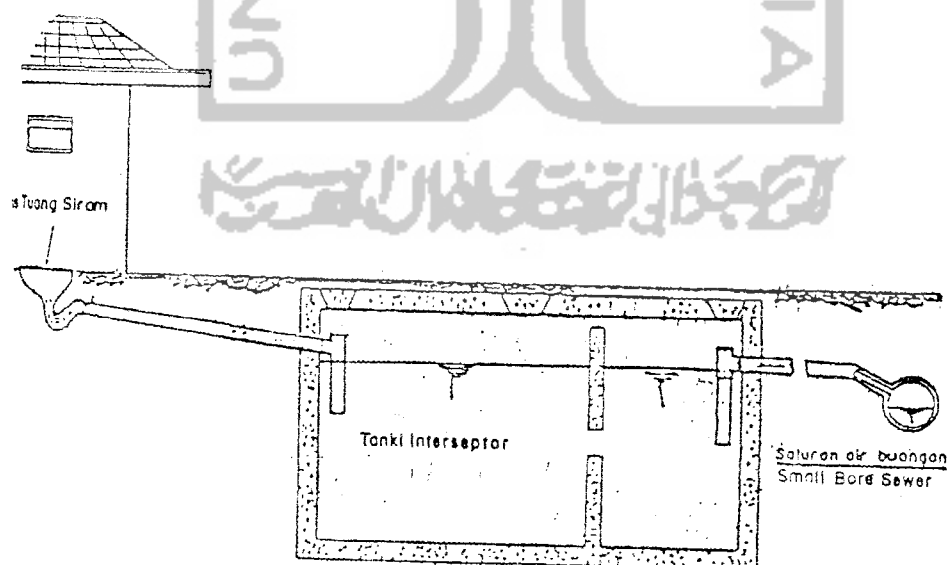
Sistem *small bore sewer* menyajikan suatu fasilitas sanitasi yang ekonomis tingkat pelayanannya dapat diperbandingkan dengan sistem *conventional sewerage*. Hal ini disebabkan biaya konstruksi dan pemeliharaan serta kemampuan berfungsi dengan air, maka *small bore sewer* dapat diterapkan dimana *conventional sewerage* tidak cocok. Dengan demikian *small bore sewer* juga menawarkan kesempatan untuk memperbaiki sanitasi di daerah yang belum tertata rapi.

Hal ini penting perlu diperhatikan dalam penggunaan sistem ini adalah diperlukan suatu organisasi yang kuat, yang mampu mengawasi sistem dengan efektif. Perhatian khusus harus diberikan untuk mencegah

sambungan-sambungan liar terhadap sistem, karena sambungan demikian tidak dilengkapi tangki *interceptor*, sehingga zat-zat padat akan masuk ke pipa yang mengakibatkan kesulitan-kesulitan operasional yang serius.



Gambar 3.13. Skema Sistem *Small Bore Sewer*



Gambar 3.14. *Typical Lay Out Small Bore Sewer*

Tabel 3.25 Komponen-komponen dari sistem *small bore sewer*

| No. | Komponen                                                 | Keterangan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | Sambungan rumah<br>( <i>House Connection</i> )           | Sambungan rumah dibuat pada diri jamban ke inlet tangki interseptor, semua air limbah (kecuali sampah-sampah) akan memasuki sistem pada titik ini. Air lanjutan tidak dimasukan kedalam sistem.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 2.  | Tangki <i>interceptor</i><br>( <i>interceptor tank</i> ) | Tangki interseptor adalah suatu tangki yang kedap air dan dibanamkan di dalam tanah. Dirancang untuk mampu menerima air limbah untuk 12 sampai 24 jam dan menghilangkan benda-benda terapung dan terbenam dari aliran. Perlu diperhitungkan volume tambahan terhadap zat-zat terapung dan terbenam. Zat-zat ini akan diangkat secara periodik melalui lubang yang tersedia. Normalnya septik tank dapat dipakai sebagai tangki interseptor.                                                                         |
| 3.  | Pipa-pipa                                                | Pipa-pipa terbuat dari pipa-pipa PVC dengan diameter minimum 100 mm yang ditanam dengan kedalaman yang cukup untuk mengumpulkan air limbah dari rumah secara gravitasi tidak seperti pipa konvensional, <i>small bore sewer</i> tidak perlu diletakkan pada suatu kemiringan yang seragam. Tujuan dari perencanaan dan konstruksi dari <i>small bore sewer</i> adalah memanfaatkan energi maksimum yang dihasilkan dari perbedaan elevasi (ketinggian) ujung bagian atas dan ujung bagian bawah dari pipa jaringan. |
| 4.  | Bak kontrol ( <i>Manhole</i> )                           | Bak kontrol dan lubang pembersihan merupakan kelengkapan dari sistem jaringan untuk pemeriksaan dan pembersihan. Dalam beberapa hal lubang pembersih lebih disarankan daripada bak kontrol karena biayanya lebih murah dan dapat ditutup lebih rapat untuk mengurangi infiltrasi dan                                                                                                                                                                                                                                |

|    |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                       | pasir-pasir yang mungkin masuk melalui dinding dari bak kontrol. Lagi pula lubang ini mudah disembunyikan untuk mencegah terjadinya perubahan-perubahan.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 5. | Pipa pelepas udara ( <i>Vent</i> )    | Pipa harus dilengkapi dengan pipa pelepas udara untuk mempertahankan kondisi bebas alir. Pipa pelepas udara di dalam rumah tangga harus diplamping dengan baik, kecuali bila kemiringan berkelok-kelok. Didalam kasus ini <i>vent</i> harus dipasang pada titik tertinggi jalur pipa.                                                                                                                                                                                                                                   |
| 6. | Stasiun pompa ( <i>Lift station</i> ) | diperlukan bilamana perbedaan elevasi tidak memungkinkan terjadinya aliran gravitasi, stasiun pompa ini bisa terpasang dipermukaan ataupun mencakup daerah layanan keseluruhan. Stasiun pompa rumah merupakan stasiun kecil yang memompa air limbah dari tangki <i>interseptor</i> rumah atau daerah pelayanan terbatas ( <i>Cluster</i> ) ke sistem perpipaan, sedangkan stasiun pompa utama ditempatkan di jalur pipa yang melayani semua sambungan di dalam satu area pelayanan yang luas ( <i>drainage basin</i> ). |

(Sumber : Askinin, 1993).

Seperti sudah dijelaskan diatas, karakteristik paling penting dari *small bore sewer* adalah sistem ini dirancang untuk menangani air limbah domestik. Meskipun istilah “ *small bore sewer* “ sudah diterima secara umum kenyataannya istilah ini memang benar-benar menggunakan pipa-pipa berdiameter kecil, diameter pipa ditentukan berdasarkan perhitungan hidrolika yang tidak dibatasi oleh kondisi-kondisi lainnya dan sistem perpipaan tidak dirancang menurut kaidah-kaidah praktik pipa-pipa

sanitasi. Penggambaran sistem yang lebih tepat adalah “ pipa bebas padatan “ (*solid free sewers*), tetapi istilah yang lebih tepat adalah “ efluen yang disalurkan “(*effluen drains*) seperti sudah meluas dipakai di negara Australia.

Tujuan esensial dari sistem ini adalah untuk memindahkan air limbah (dari tangki *interseptor*) yang tidak dapat lagi diserap secara setempat. Meningkatkan sistem setempat (*onsite system*) seperti jamban tuang siram yang telah mengalami perubahan dalam pemakaian air.

Perumahan dalam kepadatan dan kondisi-kondisi lain yang mempengaruhi terciptanya kesulitan dalam pembuangan air limbah secara setempat (*onsite disposal*)

**Tabel 3.26 Kriteria desain (Australia) *Small bore sewer***

| No. | Small bore sewer | Kriteria desain            |
|-----|------------------|----------------------------|
| 1.  | Kecepatan aliran | 0,46 m/det ( $d/D : 0,5$ ) |
| 2.  | Diameter pipa    | 100, 150, 200 mm           |
| 3.  | Slope            | 1/150, 1/250, 1/300        |
| 4.  | Cover            | 1 meter                    |
| 5.  | Manhole          | Intersection, tiap 24,5    |

(Sumber : Anonim, 2001)

### 3.8.3 *Shallow Sewer (Simplified sewerage)*

Sistem *shallow sewer* adalah sistem penyaluran air buangan domestik (*solid* maupun *liquid*) dengan menggunakan pipa diameter kecil (100 s/d 200 mm) pada *flat gradien* dan *shallow trenches* (Askinin, 1993). Karena terletak pada kedalaman yang dangkal biasa diletakan dibelakang rumah

atau lokasi yang datar dan bebas dari kesibukan-kesibukan lalu lintas yang padat. Biasanya ditempatkan pada tanah-tanah kosong, baik didaerah yang sudah terbangun dengan perencanaan maupun daerah pemukiman yang belum terencana. Lokasi ini memungkinkan peletakan pipa dengan galian yang dangkal dengan bak kontrol yang kecil sepanjang jalur pipa pada jarak tertentu sehingga meningkatkan kemudahan untuk pemeliharannya. Sistem ini dirancang untuk menerima semua jenis air limbah yakni : *feces*, air pembilas wc, air dari dapur, kamar mandi, bekas aktivitas cucian untuk dialirkan ketempat pengolahan atau pembuangan. *Shallow sewer* dirancang dengan memanfaatkan efek tekanan untuk pengalirannya dan digelontor secara periodik melalui semua sambungan rumah tangga yang ada dalam suatu blok pelayanan. Sistem ini diterapkan pada negara-negara seperti Brazil 1980, Skandinavia, Pakistan.

Operasional tergantung pada besarnya frekuensi air buangan yang melewati sistem dan tidak tergantung pada jumlah air yang digelontorkan. Hal ini dilakukan tidak hanya untuk menjamin operasi yang bebas gangguan, tetapi lebih penting lagi adalah untuk memutus rantai kontaminasi antar rumah. Beberapa rumah (didalam suatu blok) yang disambungkan pada jaringan yang sama dapat dilakukan dengan beberapa pilihan yaitu :

- a. Disatukan dengan jaringan pengangkut utama (*Conventional sewer*)
- b. Disatukan dalam suatu tangki septik komunal dan dengan *small bore sewer* dialirkan ke kolam stabilisasi atau instalasi pengolahan lainnya.

- c. Dibuang langsung ke suatu pengolahan air limbah.

Pilihannya terletak pada spesifikasi lokasinya. Kedalaman galian dari jaringan pipa dapat dipertahankan dengan menempatkannya di jalan yang tidak terlalu besar beban lalu lintasnya misalnya jalan setapak. Bilamana tidak mungkin menghindari beban kendaraan karena jaringan memotong jalan maka jaringan pipa harus dilindungi dengan lapisan penahan semen.

#### 3.8.3.1 Sistem Operasi

pengoperasian *shallow sewer* yang lancar tergantung pada tingkat keseringan pengaliran air limbah di jaringan pipa. Dengan demikian, daerah dengan kepadatan tinggi membantu untuk kelancaran pengoperasiannya. maka air limbah akan tertahan dibelakangnya yang semakin lama akan semakin menumpuk yang akhirnya mampu mendorong padatan tersebut mengalir.

Tekanan dari belakang ini mudah terbangun bilamana diameter pipa yang terpasang adalah kecil (100-200 mm).

#### 3.8.3.2 Keuntungan dan kerugian sistem *shallow sewer*

Mengumpulkan air limbah dari suatu pemukiman dengan cara di atas mempunyai keuntungan :

- 1) Mengurangi kebutuhan air

Karena *shallow sewer* dirancang untuk pengaliran yang sesering mungkin, maka air limbah dari titik atas membantu membawa padatan-padatan ke bagian bawah, dengan demikian jumlah air yang banyak tidak diperlukan untuk membawa padatan-padatan tersebut. Jadi tidak seperti *conventional sewerage*, *shallow sewer* dapat dipakai tanpa adanya kekhawatiran akan terjadinya kemampatan pada saluran di daerah yang konsumsi air bersihnya rendah.

Sistem ini terbukti berhasil dilaksanakan pada daerah dengan tingkat konsumsi air bersihnya 27 liter/orang/hari.

#### 2) Mengurangi panjangnya jaringan pipa

Karena sambungan rumah yang pendek diperlukan dan jaringan pengumpul hanya perlu di sepanjang jalan, maka total pengurangan panjang jaringan pipa dapat dicapai. Pengurangan ini bisa mencapai sampai 50 % dalam suatu tata letak jaringan yang efisien.

Memperlihatkan penurunan panjang jaringan pipa dalam *shallow sewer* bila dibandingkan dengan *conventional sewer*.

#### 3) Mengurangi biaya galian

Karena kedalaman yang dangkal maka volume galianpun akan berkurang. Dikarenakan penggalian yang tidak terlalu dalam maka sistem ini dapat dipakai pada daerah-daerah padat dan tidak terencana dimana penggalian yang dalam dapat menimbulkan masalah yang serius.

#### 4) Mengurangi biaya material

Pipa berdiameter kecil dipakai dalam *shallow sewer system* agar padatan-padatan dapat mengalir dengan baik. Tambahan lagi *manhole* (bak kontrol) yang dalam dan mahal yang biasanya dipakai dalam konvensional *sewer* dapat diganti dengan bak kontrol yang murah.

Dengan memakai diameter pipa yang kecil ini maka tidak diperlukan lagi peralatan mekanik untuk pembersihan dan pemeliharaan yang mungkin belum tersedia di negara berkembang.

5) Mengurangi peralatan pemeliharaan

Akibat tingkat pengaliran air limbah yang tinggi, maka tidak perlu lagi peralatan pemeliharaan yang mahal. Berbeda dengan peralatan yang dibutuhkan untuk *conventional sewer*.

6) Tingkat sambungan rumah yang tinggi

Dengan tata letak (*lay out*) dan sistem pengoperasian dari *shallow sewer*, maka sambungan rumah (dalam satu blok pemukiman) dan pipa jaringan utama dapat dibangun secara serempak.

Selain dari beberapa keuntungan sistem diatas, sistem ini juga memiliki beberapa kerugian yaitu :

- 1). Waktu pengalirannya lambat
- 2). Kemungkinan tersumbat besar

### 3.8.3.3 Komponen –Komponen Sistem

Sistem *shallow sewer* terdiri dari beberapa komponen berikut :

- a. Sambungan Rumah (*House Connection*)

Seluruh air limbah akan dikumpulkan ke jaringan pengumpul (*common block sewer line*) melalui bak kontrol. WC yang ada (tuang siram dengan perapat air) dihubungkan melalui pipa PVC atau pipa asbestos semen diameter 75 mm ke bak kontrol. Pipa ventilasi dengan diameter yang sama dapat dipasang pada suatu titik sepanjang pipa antara WC sampai bak kontrol. Bila kebutuhan air cukup besar (lebih besar dari 75 lt/orang/hari), disarankan untuk mengalirkan air melalui suatu saringan penangkap pasir/lemak yang bertindak sebagai pengumpul air limbah dan juga bertindak sebagai peralatan pemeliharaan.

b. Bak Kontrol (*Manhole / IC*)

Bak kontrol dipasang secara teratur di sepanjang pipa pengumpul air limbah. Bak kontrol ini dibuat sebagai tempat sambungan rumah dan pelengkap untuk sarana pemeliharaan. Biasanya satu bak kontrol dilengkapi untuk setiap rumah (atau tergantung rancangan yang ada). Misalnya dua rumah atau lebih bisa dilayani oleh satu bak kontrol. Dimensi dari bak sangat bervariasi dengan kedalaman pipa.

c. Jaringan Pengumpul Air Limbah (*Common blok sewer line*)

Jaringan pipa pengumpul air limbah biasanya adalah pipa dengan diameter kecil (minimum 100 mm) clay atau pipa semen yang dipasang dengan kedalaman tertentu. Sehingga cukup mampu untuk menerima air limbah dari seluruh rumah tangga secara gravitasi dan diletakkan secara seragam. Kedalaman minimum *invert* pipa adalah 0,4 m untuk menghindari kerusakan yang mungkin terjadi, meskipun

kedalaman ini dapat dikurangi bila memungkinkan. Penempatan jaringan pengumpul air limbah ini biasanya disesuaikan dengan tata letak pemukiman. Bagi daerah yang sudah tertata letak pemukimannya, bisa dipakai kontur yang ada. Sebaliknya untuk daerah yang belum tertata biasanya tidak dapat dirancang dengan baik, sehingga terpaksa harus disesuaikan dengan kondisi yang ada. Tujuannya adalah mencompatkan jaringan dengan betul sehingga mampu menangkap air limbah dari tempat-tempat yang dilayani. Bak kontrol harus diletakkan pada daerah yang terbuka.

d. Jaringan Utama Pengangkut Air Limbah

Jaringan ini biasanya memakai pipa dengan diameter minimum 150 mm, walaupun mungkin dari perhitungan hidraulik dapat memakai pipa berdiameter 100 mm. Jaringan ditempatkan dengan suatu kedalaman tertentu sehingga dapat diselaraskan dengan lokasi. Bila memungkinkan jaringan ini ditempatkan pada sisi jalan yang jauh dari kepadatan lalu lintas, dengan suatu kedalaman yang dapat menjamin aliran berjalan dan tentunya dapat menampung air limbah dari jaringan pengumpul. Bila kedalaman terhadap invert pipa melebihi 0,8 m maka jaringan dapat ditempatkan tanpa perlindungan di sisi jalan utama yang padat. Bila kedalaman pipa invert kurang dari 0,8 m maka pipa harus dilindungi dengan adukan semen pada tempat tertentu, misalnya memotong jalan raya. Bak kontrol dipasang sepanjang pipa pengangkut dengan interval jarak tidak melebihi 40 meter, tetapi bila

peralatan pembersih secara mekanik tersedia, maka jarak dapat diperpanjang.

c. Stasiun Pompa

Stasiun pompa perlu dipasang bila jaringan pipa terlalu dalam atau bila diperlukan untuk mengangkut air limbah yang sudah terkumpul ke suatu daerah layanan yang berbeda untuk keperluan pengolahan atau pembuangan. Pemakaian stasiun pompa harus dikurangi sejauh mungkin melalui suatu pengurangan kedalaman yang teliti atau dengan mengolah seluruh air limbah dalam suatu daerah pelayanan yang sama. Stasiun pompa diperlukan hanya dalam kasus-kasus penting seperti pipa air limbah tidak dapat lagi mengikuti kemiringan yang ada atau daerah terlalu datar.

f. Instalasi Pengolahan

Dalam suatu keadaan-keadaan tertentu, dapat dimungkinkan membuang air limbah ke suatu jaringan konvensional yang ada sehingga dapat diolah dalam suatu instalasi yang sama. Bila ini tidak mungkin maka kolam stabilisasi dapat dipakai sebagai suatu pilihan di negara berkembang.

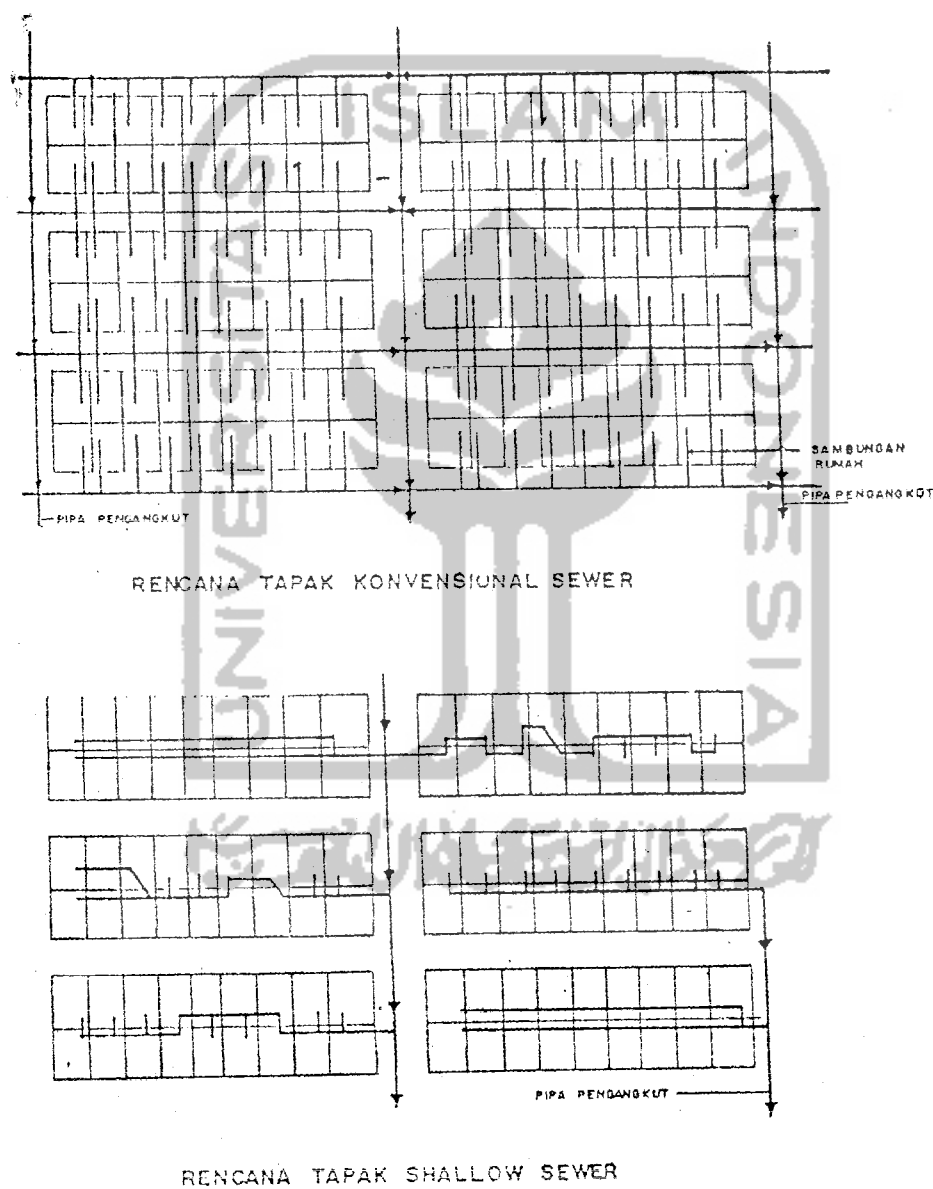
Jika jumlah rumah yang dilayani relatif kecil maka instalasi berupa tangki septik komunal dapat dipakai dengan infiltrasi *effluent*.

**Tabel 3.27 Kriteria desain sistem *shallow sewer***

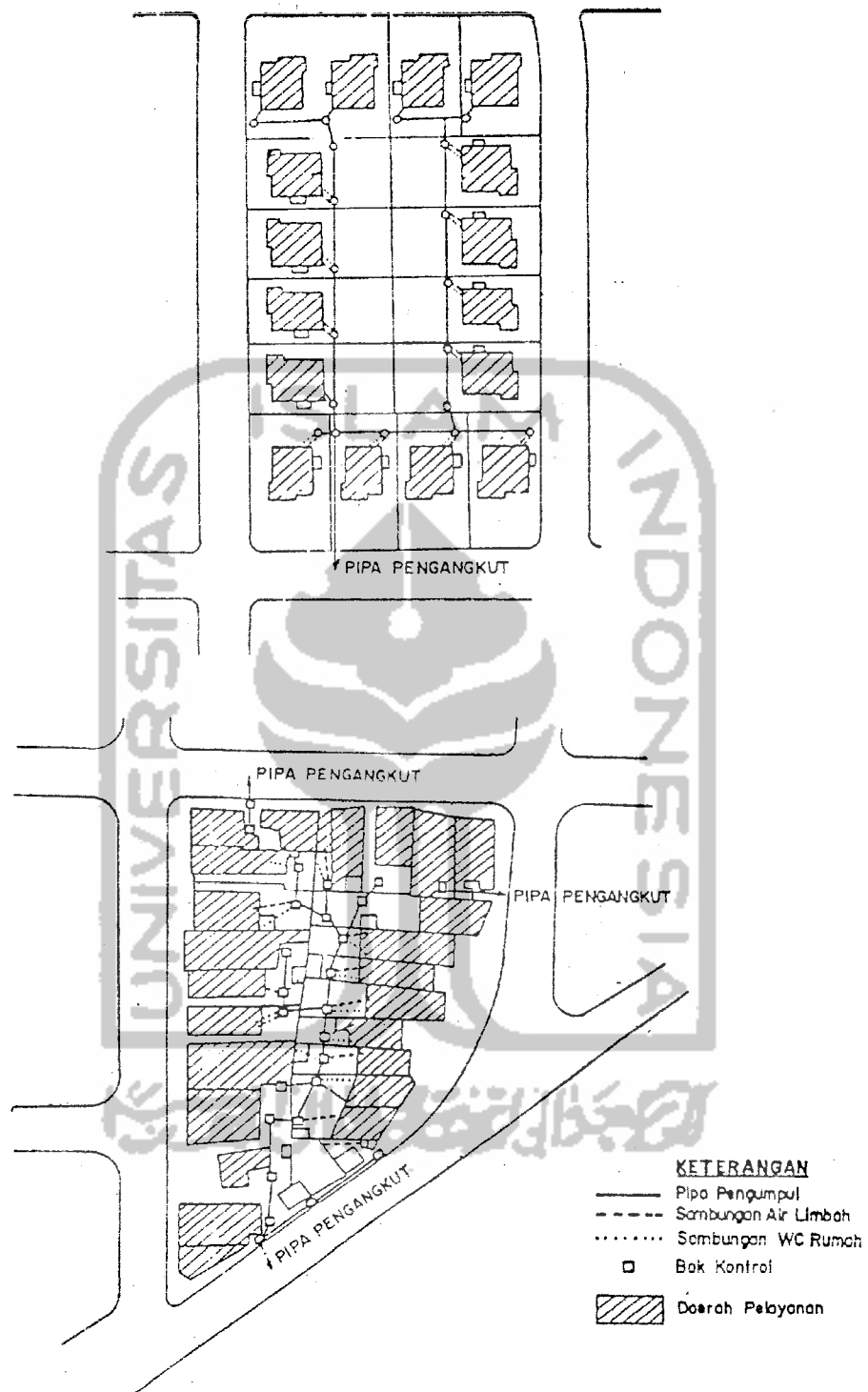
| No. | <i>Shallow sewer</i> | Kriteria desain |
|-----|----------------------|-----------------|
| 1.  | Kecepatan maksimum   | 0,5 m/detik     |

|    |                  |                                                               |
|----|------------------|---------------------------------------------------------------|
| 2. | Kedalaman aliran | 0,2-0,8 D pipa                                                |
| 3. | Diameter pipa    | 100 m (PVC) untuk 1000 jiwa dengan debit 80 liter.capita.hari |
| 4. | Slope            | 1/167 minimum                                                 |
| 5. | Kedalaman pipa   | 0,2-0,3 meter                                                 |

(Sumber: Anonim, 2001)



Gambar 3.15 Rencana Tapak Skematik *Convensional Sewer* Dan *Shallow Sewer*



Gambar 3.16. Rencana Tapak Jaringan Pengumpul Dan Sambungan Rumah Untuk Daerah Pemukiman Terencana Dan Pemukiman Belum Terencana

#### 3.8.3.4 Kriteria Penanganan

Sistem *shallow sewerage* adalah satu-satunya sistem *offsite* (dalam keadaan tertentu) lebih murah daripada *onsite*. Ada juga kondisi - kondisi tertentu dimana *onsite* sistem tidak layak secara teknis dan dalam kondisi seperti ini suatu bentuk *off site* sistem mutlak diperlukan. *Shallow sewer* biasanya paling ekonomis dari seluruh teknologi pembuangan air limbah secara *offsite* dan merupakan suatu pilihan yang jelas untuk dipertimbangkan.

Seperti dijelaskan di atas sistem ini tepat untuk dipakai pada kondisi di mana *onsite* sistem tidak layak atau terlalu mahal, membuat *shallow sewer* menarik baik secara teknis maupun ekonomis.

Kondisi-kondisi dimaksud adalah :

a). Kepadatan penduduk yang tinggi

Semua pilihan pembuangan limbah setempat memerlukan suatu lahan yang cukup, demikian juga dengan instalasinya. Biasanya tempat untuk ini tersedia di daerah pedesaan dan dengan kepadatan penduduk yang rendah sampai yang sedang di daerah perkotaan.

Namun sejalan dengan kepadatan pemukiman yang meningkat, tempat untuk keperluan itu tidak tersedia dan bilapun tersedia, namun masyarakat berkeberatan karena sistem ini memerlukan penyedotan tinja. Bila teknologi *onsite* sistem *disposal* terbukti tidak layak atau bila kepadatan dari pemukiman menunjukkan bahwa *off site* sistem

terbukti cukup efektif dan dari segi ekonomis, maka *offsite disposal* teknologi harus dievaluasi secara teknis, pendanaan dan ekonominya

b). Kondisi tanah yang tidak memungkinkan

Pembuangan tinja dan air limbah non tinja secara setempat banyak tergantung pada kondisi tanah untuk menyerap seluruh air limbah yang ada. Juga diperlukan penggalian untuk menampung tinja.

Dalam kondisi-kondisi yang tidak memungkinkan seperti sekarang, muka air tanah yang tinggi dan rendahnya *permeabilitas*, maka sistem *onsite* jelas tidak layak. Sistem *shallow sewer* menjadi salah satu pilihan untuk mengatasi hal ini.

c). Konsumsi air bersih yang tinggi

Pembuangan air limbah secara setempat (seperti cubluk, jamban tuang siram) hanya menangani tinja. Air limbah non tinja biasanya dibiarkan meresap ke dalam tanah atau melalui lubang resapan. Bilamana kebutuhan air bersih meningkat maka luas bidang resapanpun meningkat. Jadi untuk daerah dengan tingkat kepadatan penduduk tinggi maka hal ini sulit dilakukan. Untuk daerah dengan penduduk berpenghasilan yang rendah, biasanya tidak ada sistem sanitasi sehingga air limbah tergenang dimana-mana, menimbulkan berbagai kesulitan seperti bau, sumber penyakit, pemandangan yang tidak baik.

d). Tingkat sosial budaya yang bervariasi

*Shallow sewer system* dapat dipakai pada tingkat sosial budaya yang beragam. Khususnya bagi masyarakat dengan budaya membersihkan dengan air atau dengan bahan yang lembut.

### 3.9 Hipotesa

Hipotesa yang diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. IPAL di daerah Purwokinanti, Jogjakarta sudah sesuai dengan Standar Baku mutu air limbah sesuai KepMenLH 112/2003, SK Gubernur Kepala Daerah Istimewa Jogjakarta Nomor : 214/KPTS/1991.
2. IPAL komunal di RW 01/RT 02 Purwokinanti, Jogjakarta terjadi penurunan kadar COD, TSS dan  $\text{NH}_4^+$  yang kemungkinan dipengaruhi oleh HRT ( *Hydraulic retention time* ) dari air buangan domestik.
3. Kemungkinan penggabungan dari sistem pengolahan air buangan terdesentralisasi ( *on-site* ) dengan sistem pengolahan air buangan sentralisasi ( *off-site* ) di daerah Purwokinanti, Jogjakarta

## BAB IV

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 4.1 Langkah-langkah Penelitian

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

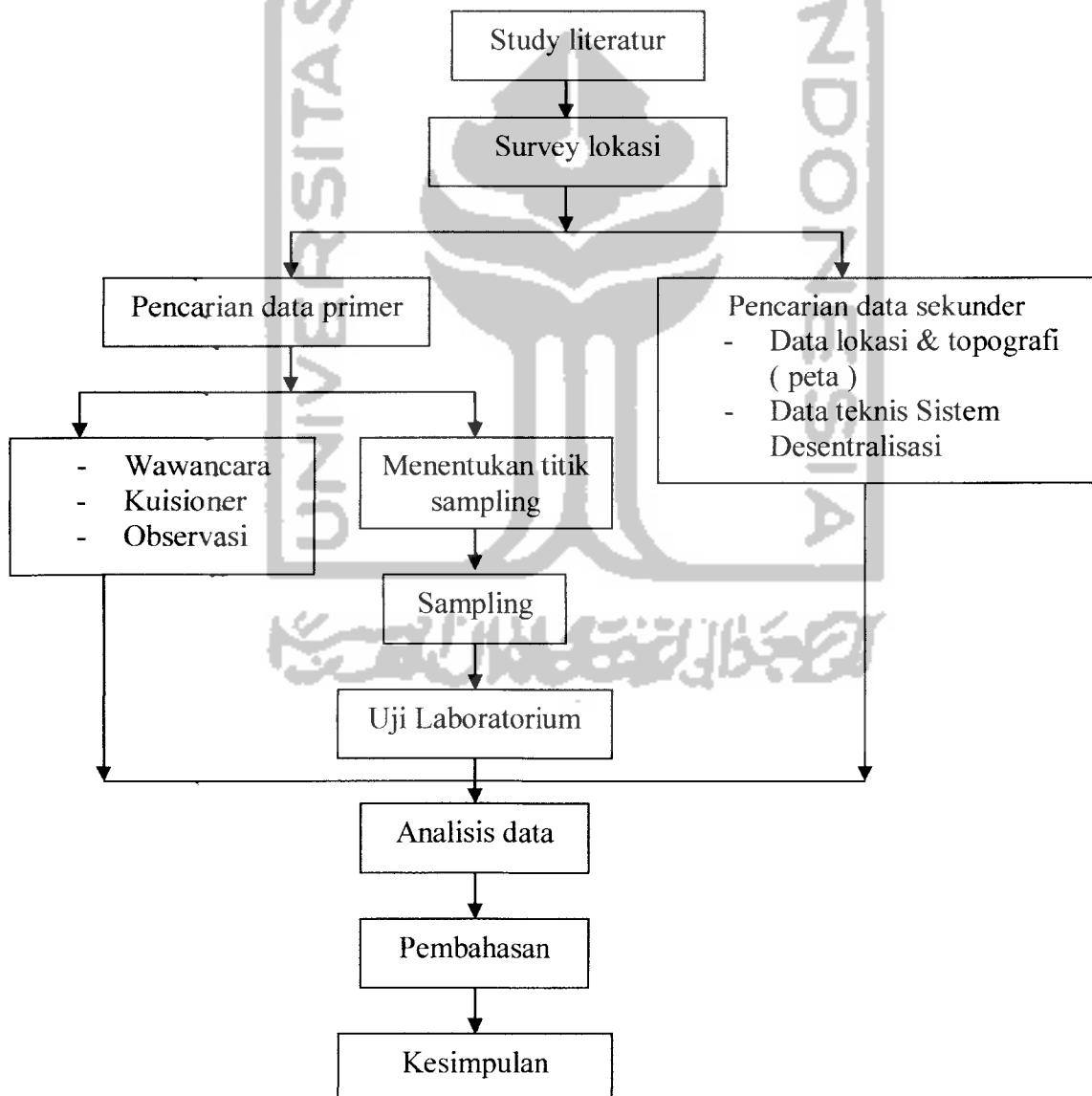


Diagram 4.1 Diagram Alir Penelitian

#### 4.2 Lokasi penelitian

Lokasi pengambilan sampel di Jagalan Ledoksari Purwokinanti Jogjakarta khususnya terletak di RW 01/RT 02. Jenis sampling terdiri dari sampling air limbah dan sampling kuisioner. Untuk pengambilan sampel air limbah pada IPAL komunal berupa septik tank berbentuk empat persegi panjang dengan ukuran panjang total  $\pm 13$  meter dan lebar bak 2 meter dengan tinggi  $\pm 1.8$  meter dengan (tinggi air + lumpur  $\pm 90$  cm) (Sumber: Data sekunder, 2005). Untuk penelitian sampel air limbah direncanakan dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Untuk lokasi pengambilan sampel air limbah didasarkan pada ruasan yang mempunyai kriteria sebagai berikut :

- Saluran yang menuju inlet sampai outlet yang akan diambil sampel terjadi fluktuasi debit.
- Lingkungan sekitar IPAL komunal tidak terlalu ramai sehingga memudahkan dalam pengambilan sampel.
- Pengambilan sampel air limbah secara *representatif* selama 12 jam dalam satu hari .

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.7, 3.8 berikut ini :



Gambar 4.2 Lokasi IPAL komunal (*underground*)  
(Sumber : Dokumentasi pribadi, 2005)



Gambar 4.3 Lokasi saluran outlet dari IPAL komunal  
(Sumber : Dokumentasi pribadi, 2005)

### 4.3 Metodologi *sampling*

#### 4.3.1 *Sampling* Air limbah

Pengambilan sampel direncanakan dilakukan pada saat jam puncak sekitar pukul 6.30–10.00 WIB (Metcalf & Eddy) dimulai dari inlet dan

outlet IPAL selama satu hari pada hari minggu dari jam 08.00-19.00 WIB. sebanyak 12 kali selama 12 jam berturut-turut dengan range waktu 1 jam secara bersamaan antara inlet dan outlet. Menggunakan alat botol sampel volume 1000 ml warna coklat gelap. *Sampling* dilakukan secara *grab sampling* (SNI 03-7016-2004).

#### 4.3.2 Sampling Kuisisioner

Teknik pengambilan sampel kuisisioner yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengambilan sampel dengan *Convenience Sampling* yaitu teknik pengambilan sampel yang dilakukan dengan terjun langsung mewawancarai sambil mengisi kuisisioner terhadap responden yang dianggap memenuhi kriteria sampel penelitian.

Selain itu *sampling* kuisisioner dilakukan secara observasi dengan cara wawancara (interview) dan secara *random stratified* di wilayah RW 01/RT 02. Jenis Penelitian ini menggunakan jenis penelitian survei yang didefinisikan oleh (Soehardi Sigit, 2001:179); sebagai pengumpulan informasi secara sistematis dari para responden dengan maksud untuk memahami dan atau meramal beberapa aspek perilaku dari populasi yang diminati.

##### 4.3.2.1 Populasi

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas subyek/obyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang

diterapkan oleh peneliti dan kemudian ditarik kesimpulannya. (Sugiyono,1999:72). Dalam penelitian ini populasi meliputi beberapa responden sekitar 50 % dari total Kepala Keluarga dalam satu RT dari satu RW yaitu RT 02/RW 01 Kampung Jagalan Ledoksari Purwokinanti Jogjakarta.

Sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki populasi, dimana pengambilan sampel yang dilakukan secara *representatif*. (Sugiyono, 1999:73). Dalam penelitian ini sampel yang diambil adalah Kepala Keluarga (KK) warga Kampung Jagalan Ledoksari Purwokinanti Jogjakarta yang benar-benar mengenal atau menggunakan IPAL Komunal yang ada di wilayah mereka.

Besarnya sampel yang akan dijadikan responden dalam suatu penelitian agar didapatkan data yang *representatif* harus dapat mewakili populasi yang akan diteliti, maka peneliti menerapkan besarnya sampel adalah 20 responden (50 % dari 35 responden). Hal ini dianggap bahwa 20 responden ini telah mewakili dari total populasi yang ada. Hal ini sesuai dengan pendapat dari Fraenkel dan Wallen (1993:92), dalam bukunya “*How to Design and Evaluation search in education* “ (Soehardi Sigit, 2001:91) yang menyatakan bahwa dalam suatu penelitian besarnya sampel minimal setengahnya dari total responden.

#### 4.4 Variabel Penelitian

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

#### 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*, pemeriksaan TSS menggunakan *Gravimetric Method* dan pemeriksaan  $\text{NH}_4^+$  menggunakan metode serapan nessler secara *spectrofotometric*. Analisis data kuisisioner secara *descriptive analysis*.

##### 4.5.1 Analisis laboratorium

1. COD : SK SNI M-70-1990-03
2. TSS : SNI 06 - 6989.3 - 2004
3. Amonium : SK SNI M-48-1990-03

##### 4.5.2 Analisis Data kuisisioner

###### 4.5.2.1 Analisis Diskriptif

Analisis ini bersifat uraian atau penjelasan dengan membuat tabel-tabel, mengelompokan, menganalisis data berdasarkan pada hasil jawaban

kuisioner yang diperoleh dari tanggapan responden dengan menggunakan tabulasi data. (Sri Rahayu, 2005:266).

Statistik diskriptif lebih berhubungan dengan pengumpulan dan peringkasan data, serta penyajian hasil peringkasan tersebut. Data-data statistik yang dapat diperoleh dari hasil survei, sensus atau pengamatan secara langsung (*observation*), yang umumnya masih acak atau data mentah yang belum terorganisir dengan baik (*raw data*). Data-data yang diperoleh tersebut harus diringkas dengan baik dan teratur, baik dalam bentuk tabel atau persentasi grafik sebagai dasar untuk pengambilan keputusan (*statistik inferensi*). (Singgih Santoso, 2005:179)

Penyajian data dan grafik yang digunakan dalam Statistik Diskriptif seperti :

1. Tabel
2. Distribusi Frekuensi
3. Presentasi grafis seperti *Histogram*, *Pie Chart* dan lain sebagainya.

Selain tabel dan grafik, dapat diketahui juga diskriptif data diperlukan ukuran yang lebih eksak, yang bisa disebut *summary statistics* (ringkasan statistik). *Summarize* mempunyai beberapa submenu diantaranya adalah :

1. Frekuensi

*Frequencies* membahas beberapa penjabaran ukuran statistik diskriptif dasar, seperti *Mean*, *Median*, *Kuartil*, *Persentil*, *standar Deviasi* dan lain sebagainya. Fungsi utamanya adalah memberikan gambaran sekilas dan ringkas (*first look*) dari sekelompok data. (Singgih santoso, 2005:179).

## 2. Deskriptif

*Descriptives* berfungsi untuk mengetahui skor z dari suatu distribusi data dan menguji apakah data berdistribusi normal atau tidak. (Singgih santoso, 2005:180).

### 4.5.3 Analisis Data Sampel Air Limbah

Analisis data sampel air limbah untuk parameter COD, TSS dan  $\text{NH}_4^+$  digunakan analisis ragam (ANOVA) dengan tingkat signifikansi  $\alpha = 0,05$  dengan hipotesis :

- i.  $H_0$  = Tidak ada perbedaan konsentrasi parameter (COD, TSS, Amonium) air buangan domestik antara inlet dan outlet.
- ii.  $H_1$  = Ada perbedaan konsentrasi parameter (COD, TSS, Amonium) air buangan domestik antara inlet dan outlet.

Dengan dasar pengambilan keputusan :

- Melihat dari signifikansi  
 $\alpha > 0,05$  ,  $H_0$  diterima dan apabila  $\alpha < 0,05$  maka  $H_0$  ditolak.
- Melihat  $F_{hitung}$  dengan  $F_{tabel}$   
 jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$  maka  $H_0$  ditolak  
 jika  $F_{hitung} < F_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima

## BAB V

### ANALISA DAN PEMBAHASAN

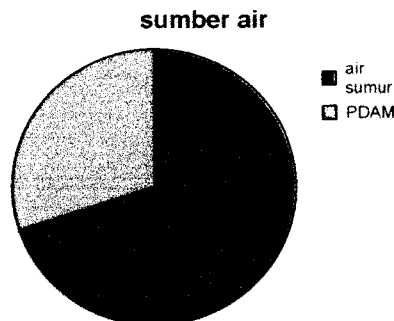
#### 5.1 Analisa Data

##### 5.1.1 Analisa Data Kuisisioner

Dari hasil penelitian di lapangan secara observasi melalui pembagian kuisisioner dan wawancara terhadap responden RW01/RT02 yang mana sampling dilakukan secara *random stratified* dengan tingkat prosentase sampling hanya 50 % dari total responden, maka didapatkan hasil berupa data yang berkaitan dengan ide penelitian mengenai masalah air buangan masyarakat komunal seperti sumber air warga, kebutuhan air warga, jumlah kamar mandi, jumlah dapur, jenis limbah cair yang dihasilkan dari tiap KK (Kepala Keluarga).

##### 5.1.1.1 Sumber Air Warga

Sumber air warga RT 02 kebanyakan berasal dari air sumur dengan prosentase sebesar 70 % dan 30 % sisanya menggunakan PDAM (membeli). Gambaran karakteristik responden berdasarkan sumber air warga dapat dilihat pada gambar 5.1 berikut ini.

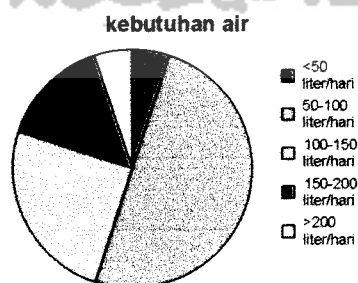


Gambar 5.1 Sumber Air Warga RT 02

#### 5.1.1.2 Kebutuhan Air Warga RT 02

Kebutuhan air warga RT 02 kebanyakan berasal dari air sumur dan PDAM (membeli). kebanyakan dari pemakaian air setiap harinya sekitar 50-100 liter/hari dengan prosentase tertinggi sekitar 50 %, 100-150 liter/hari sekitar 25 %, 150-200 liter/hari sekitar 15 % dan pemakaian kurang dari 50 liter/hari dan lebih dari 200 liter/hari sekitar 5 %.

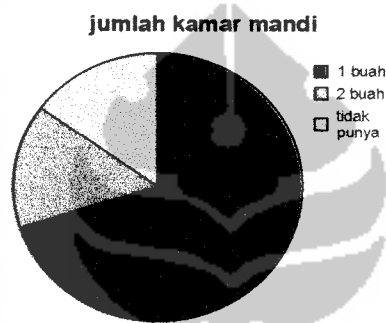
Gambaran karakteristik responden berdasarkan kebutuhan air dapat dilihat pada gambar 5.2 berikut ini.



Gambar 5.2. Kebutuhan Air Warga RT 02

#### 5.1.1.3 Jumlah Kamar Mandi Warga RT 02

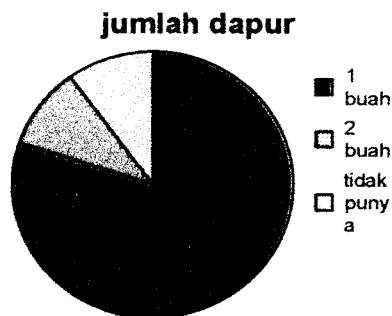
Warga RT 02 mayoritas memiliki kamar mandi berjumlah 1 buah dengan tingkat prosentase 70 % dan yang memiliki 2 buah kamar mandi sama dengan yang tidak memiliki kamar mandi dengan tingkat prosentase 30 %. Gambaran karakteristik responden berdasarkan jumlah kamar mandi dapat dilihat pada gambar 5.3. berikut ini.



Gambar 5.3 Jumlah kamar mandi Warga RT 02

#### 5.1.1.4 Jumlah Dapur Warga RT 02

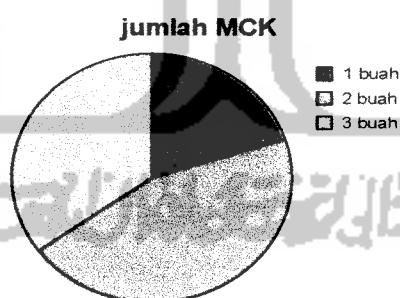
Warga RT 02 mayoritas memiliki dapur 1 buah dengan tingkat prosentase tertinggi sekitar 80 % dan 2 buah dengan tidak memiliki dapur sama-sama dengan tingkat prosentase sekitar 10 %. Gambaran karakteristik responden berdasarkan jumlah dapur dapat dilihat pada gambar 5.4 berikut ini.



Gambar 5.4 Jumlah Dapur Warga RT 02

#### 5.1.1.5 Jumlah MCK Umum Warga RT 02

Warga RT 02 mayoritas memiliki MCK umum 2 buah dengan tingkat prosentase tertinggi sekitar 45 % dan 3 buah dengan tingkat prosentase sekitar 35 % dan yang 1 buah dengan tingkat prosentase sekitar 20 %. Gambaran karakteristik responden berdasarkan jumlah MCK umum dapat dilihat pada gambar 5.5 berikut ini.

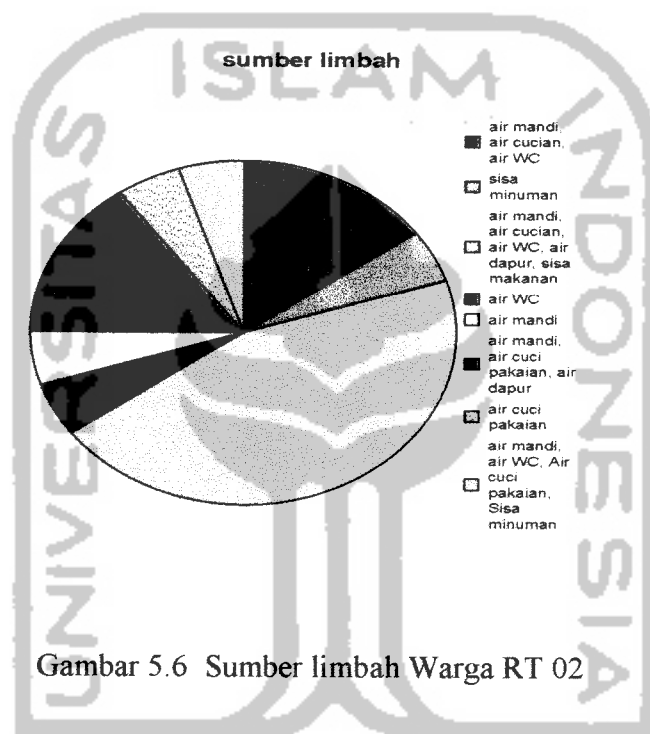


Gambar 5.5 Jumlah MCK Umum Warga RT 02

#### 5.1.1.6 Sumber Limbah Warga RT 02

Sumber limbah Warga RT 02 mayoritas sekitar 45 % berasal dari (air mandi, air cucian, air WC, air dapur, sisa makanan). dan 15 % berasal

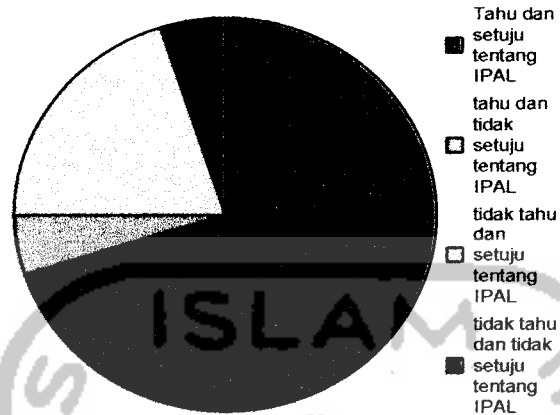
dari (air mandi, air cucian, air WC). Dan 15 %nya lagi berasal dari (air mandi, air cuci pakaian, air dapur). 5 %nya lagi berasal dari (sisa minuman), (air WC), (air mandi), (air cuci pakaian), (air mandi, air WC, Air cuci pakaian, Sisa minuman). Gambaran karakteristik responden berdasarkan sumber limbah dapat dilihat pada gambar 5.6 berikut ini.



#### 5.1.1.7 Persepsi Warga RT 02 Tentang Adanya IPAL Komunal

Sekitar 70 % warga RT 02 mayoritas Tahu dan setuju tentang adanya IPAL komunal. 20 % tidak tahu dan setuju tentang adanya IPAL komunal. 5 % tahu dan tidak setuju tentang adanya IPAL, dan 5 % tidak tahu dan tidak setuju tentang adanya IPAL. Gambaran karakteristik responden berdasarkan persepsi warga tentang adanya IPAL komunal dapat dilihat pada gambar 5.7 berikut ini.

### Persepsi warga ttg adanya IPAL



Gambar 5.7 Persepsi warga RT 02 tentang adanya IPAL komunal

#### 5.1.1.8 Persepsi Warga RT 02 Tentang Penggunaan Fasilitas IPAL Komunal

Sekitar 65 % warga RT 02 mayoritas tidak menggunakan IPAL komunal dan 35 % menggunakan IPAL komunal. Gambaran karakteristik responden berdasarkan persepsi warga tentang penggunaan IPAL komunal dapat dilihat pada gambar 5.8 berikut ini.

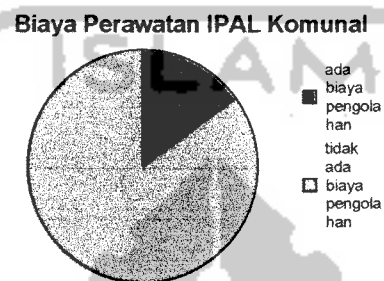
### Penggunaan Fasilitas IPAL Komunal



Gambar 5.8 Persepsi Warga RT 02 Tentang penggunaan IPAL Komunal

#### 5.1.1.9 Persepsi Warga RT 02 Tentang Biaya Perawatan IPAL Komunal

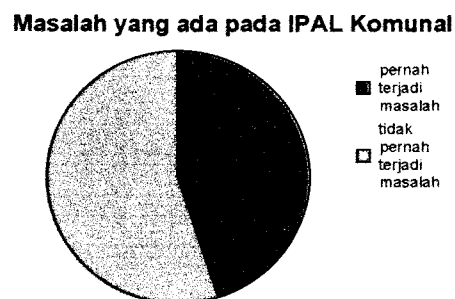
Sekitar 85 % menurut warga RT 02 mayoritas tidak ada biaya perawatan IPAL komunal dan 25 % ada biaya perawatan IPAL komunal. Gambaran karakteristik responden berdasarkan persepsi warga tentang penggunaan IPAL komunal dapat dilihat pada gambar 5.9 berikut ini.



Gambar 5.9 Persepsi Warga RT 02 Tentang Biaya Perawatan IPAL Komunal

#### 5.1.1.10. Persepsi Warga RT 02 Tentang Masalah yang ada pada IPAL Komunal

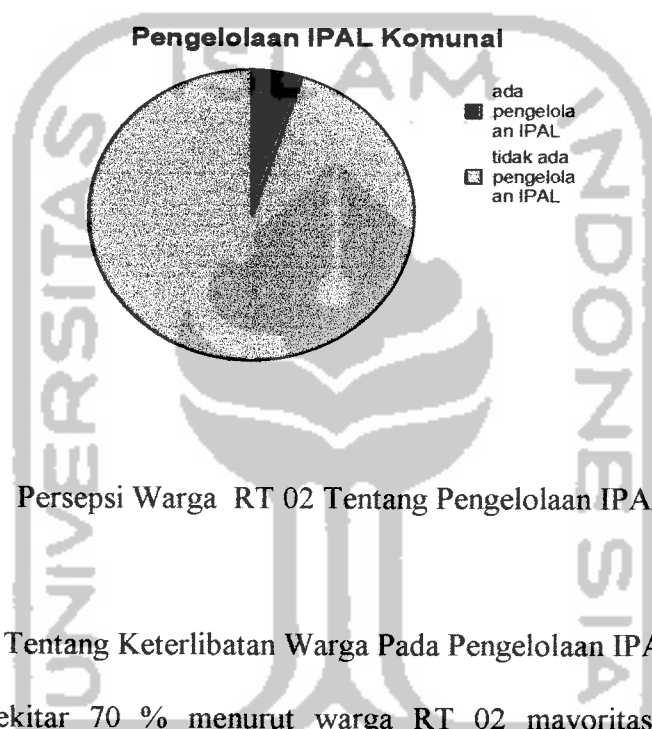
Sekitar 55 % menurut warga RT 02 mayoritas tidak pernah terjadi masalah dengan IPAL komunal dan 45 % pernah terjadi masalah dengan IPAL komunal. Gambaran karakteristik responden berdasarkan persepsi warga tentang masalah yang ada pada IPAL komunal dapat dilihat pada gambar 5.10.



Gambar 5.10 Persepsi Warga RT 02 Tentang Masalah IPAL Komunal

#### 5.1.1.11 Persepsi Warga RT 02 Tentang Pengelolaan IPAL Komunal

Sekitar 95 % menurut warga RT 02 mayoritas tidak ada pengelolaan IPAL komunal dan 5 % ada pengelolaan IPAL komunal. Gambaran karakteristik responden berdasarkan persepsi warga tentang pengelolaan pada IPAL komunal dapat dilihat pada gambar 5.11 berikut ini.

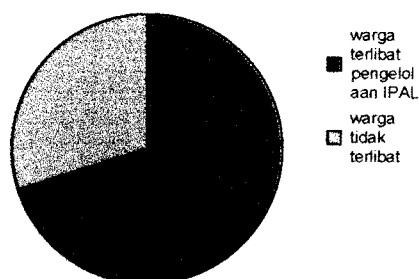


Gambar 5.11 Persepsi Warga RT 02 Tentang Pengelolaan IPAL Komunal

#### 5.1.1.12 Persepsi Tentang Keterlibatan Warga Pada Pengelolaan IPAL Komunal

Sekitar 70 % menurut warga RT 02 mayoritas berpartisipasi terhadap pengelolaan IPAL komunal dan 30 % tidak terlibat terhadap pengelolaan IPAL komunal. Gambaran karakteristik responden berdasarkan persepsi warga tentang keterlibatan warga terhadap pengelolaan IPAL komunal dapat dilihat pada gambar 5.12 berikut ini.

Keterlibatan warga terhadap IPAL



Gambar 5.12 Persepsi Tentang Keterlibatan Warga pada Pengelolaan IPAL

## 5.1.2 Analisa Sampel Air Buangan

### 5.1.2.1 Analisa COD (kebutuhan Oksigen Kimiawi)

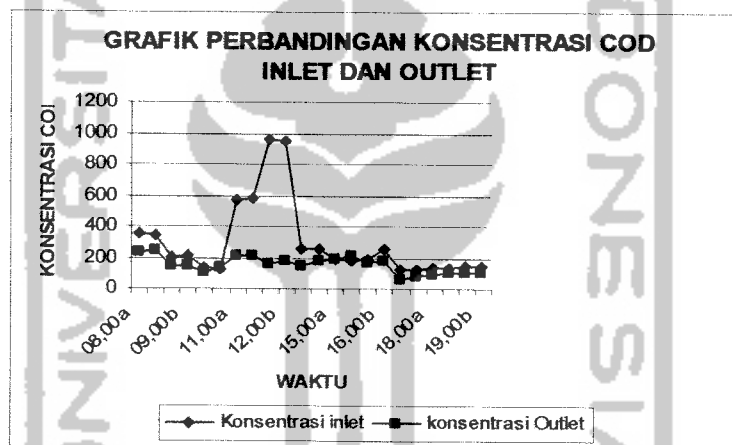
Dari hasil pemeriksaan kadar COD, TSS dan Amonium yang dilakukan pada IPAL komunal yang berlokasi di kampung Ledoksari Jagalan, Purwokinanti, Jogjakarta pada bulan oktober (bulan puasa) dalam satu hari selama 12 jam dimulai dari jam 08.00 hingga 19.00 WIB. Namun pada jam 13.00 WIB tidak ada debit yang mengalir hal ini dikarenakan tidak ada aktivitas pada jam tersebut, maka tidak dilakukan pengukuran pada jam tersebut. Selama pengukuran COD menunjukkan bahwa parameter ini mengalami fluktuatif penurunan dan kenaikan.

Dilihat dari gambar 5.13 angka tertinggi untuk penurunan COD adalah 803 mg/liter dengan efisiensi penurunan COD sebesar 83,22 % yang terjadi pada pengukuran ke-1 pada jam 12.00 WIB dan untuk peningkatan COD terbesar terjadi pada jam 15.00 WIB pada pengukuran ke-2 sebesar - 25 mg/liter dengan efisiensi sebesar -13,19 mg/L.

Nilai rata-rata konsentrasi COD selama dua kali pengukuran, (Duplo) didapat nilai rata-rata COD pada inlet sebesar 201,365 mg/liter dan COD pada outlet sebesar 106,182 mg/liter sehingga dapat dihitung rata-rata efisiensi penurunan COD sebesar :

$$\text{Efisiensi (\%)} = \frac{201,365 - 106,182}{201,365} \times 100 \% = 47,26 \%$$

Untuk hasil perbandingan konsentrasi COD inlet dan outlet dalam satu hari dapat dilihat pada grafik 5.13 berikut ini.

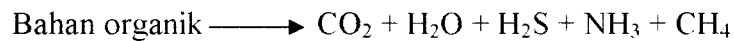


Gambar 5.13. Perbandingan Konsentrasi COD Inlet dan Outlet Dalam Satu Hari Terhadap Waktu Pengambilan Sampel Air Buangan Domestik.

Penurunan konsentrasi COD didalam reaktor septik tank dikarenakan terjadi reaksi pengoksidasian zat-zat organik secara alamiah. Sedangkan untuk peningkatan konsentrasi COD itu dikarenakan adanya gangguan yang terjadi terhadap proses pengoksidasian tersebut. Tidak terjadinya proses pengoksidasian ini dikarenakan akibat dari kondisi limbahnya dalam keadaan basa. (Mara, 1976). COD dapat mengoksidasi semua zat

organik menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  hampir sebesar 85 % hal itu dapat terjadi pada suasana asam.

Penguraian bahan organik secara anaerob sebagai berikut:



COD merupakan banyaknya oksigen terlarut yang digunakan untuk mengoksidasi zat organik yang ada dalam air limbah secara kimia. Banyaknya oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan organik yang dapat teroksidasi dapat diukur dengan menggunakan senyawa oksidator kuat dalam kondisi asam (Metcalf and Eddy, 1991).

#### 5.1.2.2 Analisa TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS merupakan padatan yang menyebabkan kekeruhan air tidak terlarut dan tidak dapat mengendap langsung. padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari pada sedimen. Selain itu merupakan kombinasi dari padatan yang dapat diendapkan dan yang tidak dapat diendapkan. Keduanya dapat dipisahkan dengan metode sentrifugasi yang kemudian diikuti dengan evaporasi. Dengan aliran yang pelan maka padatan tersuspensi akan membentuk flok-flok dengan diameter yang semakin lama makin membesar (Proses flokulasi) dan semakin berat yang akhirnya akan mengendap didasar reaktor dan membentuk sedimen (proses sedimentasi). Partikel yang lebih

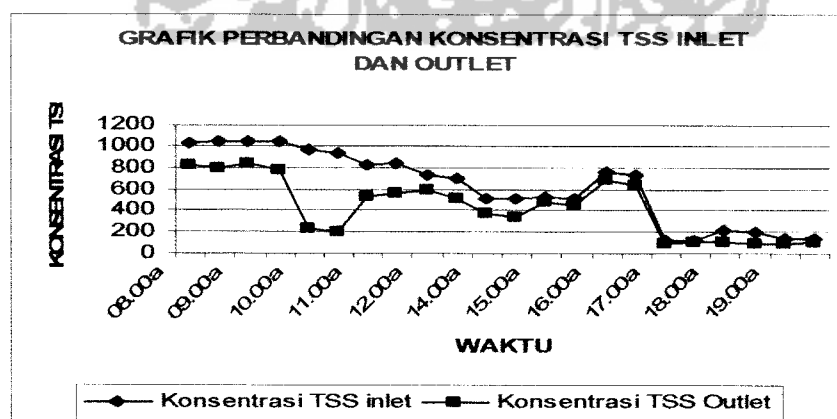
ringan akan ikut terbawa oleh air dan tertahan oleh lapisan lumpur dalam reaktor. Sedangkan partikel yang lebih kecil lagi akan terserap pada lapisan lumpur dan bercampur dengan lumpur.

Dilihat dari gambar 5.14 angka tertinggi untuk penurunan konsentrasi TSS adalah 730 mg/liter terjadi pada pukul 10.00 WIB pengukuran ke-2. dengan efisiensi penurunan sebesar 78,33 % dan untuk peningkatan TSS tidak terjadi selama pengukuran.

Nilai rata-rata TSS selama dua kali pengukuran (Duplo), didapat nilai rata-rata TSS pada inlet sebesar 415,21 mg/liter dan TSS pada outlet sebesar 286,67 mg/liter sehingga dapat dihitung nilai efisiensi penurunan TSS sebesar :

$$\text{Efisiensi (\%)} = \frac{415,21 - 286,67}{415,21} \times 100 \% = 30,95 \%$$

Untuk hasil perbandingan konsentrasi TSS inlet dan outlet Dalam Satu Hari dapat dilihat pada gambar 5.14 berikut ini.



Gambar 5.14. Perbandingan Konsentrasi TSS Inlet dan Outlet Dalam Satu Hari Terhadap Waktu Pengambilan Sampel Air Buangan Domestik.

### 5.1.2.3 Analisa Amonium ( $\text{NH}_4\text{OH}$ )

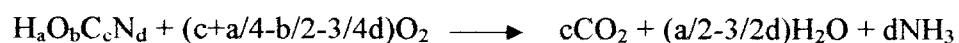
Eksprei keberadaan Nitrogen, seperti amonium ( $\text{NH}_4^+$ ), nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), Nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) merupakan karakter yang penting untuk mencermati kualitas air limbah. Kandungan tinggi dari amonium yang dikeluarkan dari IPAL dan masuk kedalam sungai, danau atau badan air lainnya akan menyebabkan reduksi kandungan DO alami dengan terjadinya pembentukan nitrat dan nitrit. Amoniak dapat larut dengan dalam air. Gas amoniak bereaksi dengan air membentuk amonium hidroksida dengan melepaskan kalor yang tinggi. Perubahan amonium menjadi amonium dan ion hidroksida ( $\text{NH}_4^+\text{OH}^-$ ) sebagai molekul berlangsung dengan cepat dan cenderung menaikkan pH limbah. Reaksi bolak-balik dari perubahan tersebut yaitu:



keseimbangan ion  $\text{NH}_4^+$  dengan gas  $\text{NH}_3$  di dalam air dinyatakan sebagai berikut:

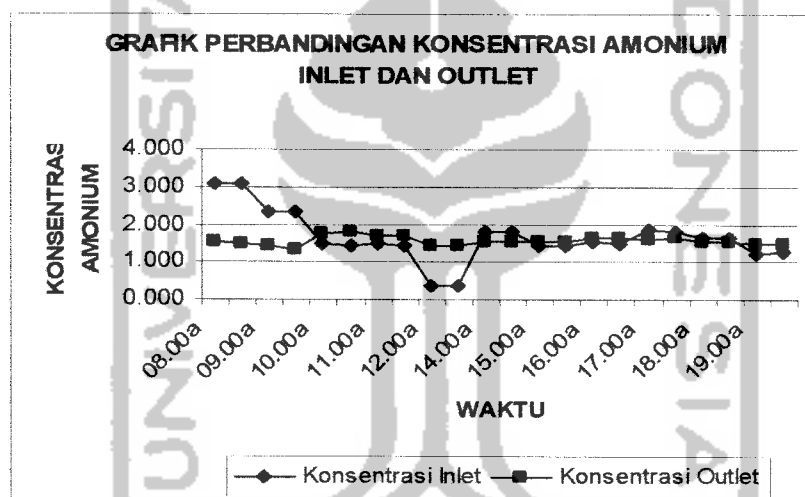


Amoniak merupakan nitrogen yang menjadi  $\text{NH}_4^+$  pada pH rendah dan disebut sebagai amonium. Amoniak dalam air permukaan berasal dari air seni (*urine*) dan tinja (*feces*) juga dari oksidasi zat organis ( $\text{H}_a\text{O}_b\text{C}_c\text{N}_d$ ) secara mikrobiologis yang berasal dari alam atau air buangan penduduk (Alaerts, 1984). Sesuai reaksi sebagai berikut :



Perbandingan ion amonium dengan molekul amonium hidroksida merupakan fungsi pH. Dalam pH 7, amoniak lebih banyak berbentuk ion amonium (Tchobanoglous and Burton, 1983).

Untuk hasil perbandingan konsentrasi Amonium inlet dan outlet dalam satu hari dapat dilihat pada gambar 5.15 berikut ini.



Gambar 5.15. Perbandingan Konsentrasi Amonium Inlet dan Outlet Dalam Satu Hari Terhadap Waktu Pengambilan Sampel Air Buangan Domestik.

Dilihat dari Gambar 5.15 diatas efisiensi Amonium sebesar 50,32 % pada pukul 08.00 WIB. Dan untuk peningkatan Amonium terbesar terjadi pada jam 12.00 WIB pengukuran ke-1 sebesar -1,096 mg/liter dengan efisiensi sebesar -302,76 %.

Nilai rata-rata Amonium selama dua kali pengukuran (Duplo), didapat nilai rata-rata Amonium pada inlet sebesar 1,107 mg/liter dan Amonium pada outlet sebesar 1,048 mg/liter.

sehingga dapat dihitung rata rata efisiensi Amonium dalam satu hari sebesar :

$$\text{Efisiensi (\%)} = \frac{1,107 - 1,048}{1,107} \times 100 \% = 5,33 \%$$

### 5.1.3 Uji Anova Sampel Air Limbah

#### 5.1.3.1 Uji Anova COD

Dari hasil *uji Anova* antara konsentrasi COD inlet dengan konsentrasi COD pada outlet diperoleh F hitung adalah 6,959 dan F tabel 4,07. Oleh karena F hitung > F tabel, maka  $H_0$  ditolak yang artinya konsentrasi COD di inlet dengan outlet berbeda secara signifikan. Bahwa terjadinya penurunan kadar COD antara inlet dan outlet merupakan indikasi bahwa reaktor Septik tank yang ada di Purwokinanti masih berfungsi yaitu mengolah limbah domestik dengan baik. Besar kecilnya COD akan mempengaruhi jumlah pencemar oleh zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses kimiawi dan mengakibatkan berkurangnya jumlah oksigen terlarut (DO) dalam air. Penurunan COD dapat terjadi secara optimal dengan waktu detensi yang cukup, bahan organik yang terdapat dalam limbah cair mengalir melewati partikel-partikel *shudge*

dengan waktu detensi yang cukup sehingga akan memberikan kesempatan kontak yang lebih lama antara mikroorganisme dan air limbah. Variasi lokasi pengambilan sampel air limbah juga mempengaruhi penurunan konsentrasi COD.

Untuk selanjutnya, tabel uji anova COD dapat dilihat pada lampiran

#### 5.1.3.2 Uji Anova TSS

Dari hasil Test Anova antara konsentrasi TSS inlet dengan konsentrasi TSS pada outlet diperoleh F hitung 4,454 dengan F tabel 4,07. Oleh karena  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , maka  $H_0$  ditolak yang artinya konsentrasi TSS di inlet dengan outlet berbeda secara signifikan. Bahwa terjadinya penurunan kadar TSS antara inlet dan outlet merupakan indikasi bahwa reaktor Septik tank yang ada di Purwokinanti masih berfungsi yaitu mengolah limbah domestik dengan baik

Zat padat tersuspensi dapat diklasifikasikan menjadi zat padat tersuspensi organis dan inorganis. Zat padat tersuspensi yang bersifat inorganis contohnya tanah liat, kwarts dan yang organis contohnya protein, sisa makanan, ganggang, bakteri. Air limbah rumah tangga banyak mengandung sisa makanan sehingga tergolong dalam sifat organis. Padatan tersuspensi dapat mengurangi penetrasi sinar cahaya kedalam air sehingga mempengaruhi regenerasi oksigen secara fotosintesis.

Air limbah yang masuk ke IPAL sebelumnya harus melalui proses sedimentasi pada bak sedimentasi yang mana fungsinya seperti pada septik tank yaitu mengendapkan partikel zat padat tersuspensi.

Untuk selanjutnya, tabel Uji Anova TSS dapat dilihat pada lampiran

### 5.1.3.3 Uji Anova Amonium

Dari hasil Test Anova antara konsentrasi Amonium inlet dengan konsentrasi Amonium pada outlet diperoleh F hitung 0,37440 dengan F tabel 4,07. Oleh karena  $F_{hitung} < F_{tabel}$ , maka  $H_0$  diterima yang artinya konsentrasi Amonium di inlet dengan outlet tidak berbeda secara signifikan. Bahwa tidak terjadi penurunan kadar Amonium antara inlet dan outlet merupakan indikasi bahwa hasil konsentrasi Amonium di outlet relatif stabil. Secara teoritis dari hasil pengolahan air limbah domestik secara anaerobik tidak akan menurunkan konsentrasi amonium (relatif stabil). karena terjadi pencampuran (*mixed*) air limbah dalam reaktor anaerobik.

Untuk selanjutnya, tabel Uji Anova Amonium dapat dilihat pada lampiran.

## 5.1.4 Analisis Beberapa Parameter Penunjang pada IPAL Komunal Purwokinanti Jogjakarta

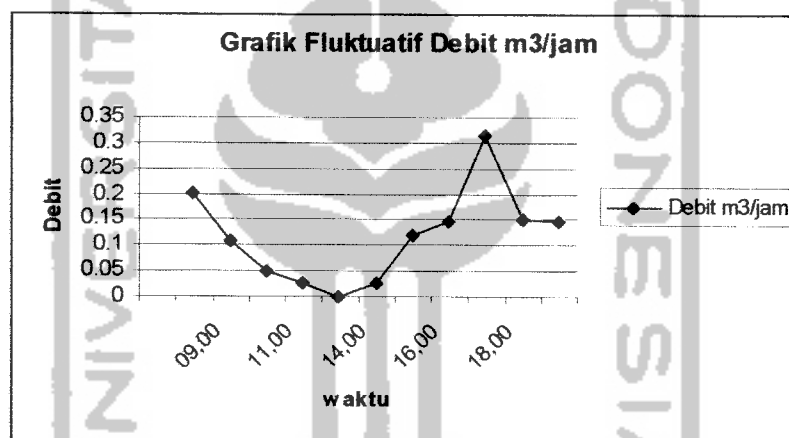
### 5.1.4.1 Pengukuran volume reaktor (Septik tank)

Pengukuran volume reaktor dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume reaktor} &= P \times b \times h \\
 &= 13 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 1,8 \text{ m} \\
 &= 46,8 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

#### 5.1.4.2 Pengukuran Debit

Pengukuran debit menggunakan metode manual dengan alat berupa gelas ukur 1000 ml dengan dilengkapi *stopwatch* kemudian diukur secara berulang selama tiga atau empat kali. Untuk rata-rata fluktuatif debit dapat dilihat pada gambar 5.16 berikut ini.



Gambar 5.16. Fluktuatif Debit Air Buangan Domestik

Dilihat pada gambar 5.16 fluktuatif penurunan dan kenaikan debit diatas debit puncak( $Q$  maksimum) terdapat pada jam 17.00 WIB sebesar 0,315  $\text{m}^3/\text{jam}$ . sedangkan debit minimum terdapat pada jam 12.00 sebesar 0,0017  $\text{m}^3/\text{jam}$ . terjadinya fluktuatif debit tersebut dikarenakan terjadi heterogenitas aktivitas masyarakat. Pada jam 13.00 WIB tidak ada aktivitas oleh karena itu tidak adanya debit yang mengalir melalui outlet. Untuk selanjutnya, tabel perhitungan debit dapat dilihat pada lampiran.

#### 5.1.4.3 Pengukuran Td (*Detention Time*)

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

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

Contoh perhitungan td

Misal :

$$\text{Volume reaktor} = 46,8 \text{ m}^3$$

$$Q \text{ maksimum} = 0,315 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\begin{aligned} \text{maka nilai } T_d &= \frac{46,8 \text{ m}^3}{0,315 \text{ m}^3/\text{jam}} \\ &= 148,57 \text{ jam} \end{aligned}$$

Untuk selanjutnya, tabel perhitungan Td dapat dilihat pada lampiran.

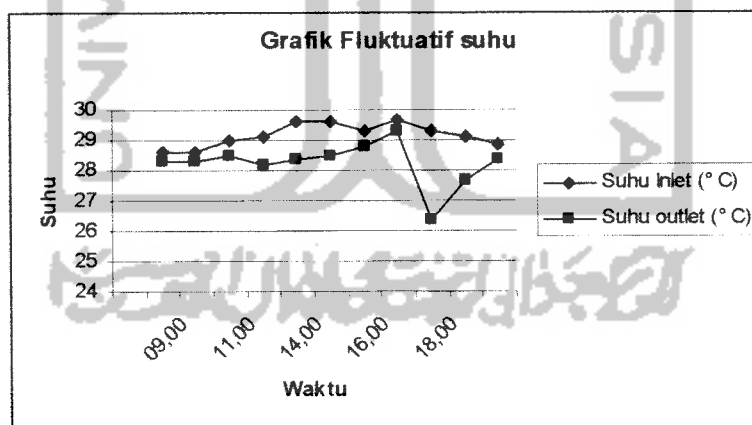
#### 5.1.4.4 Suhu (° C)

Pengukuran suhu dilakukan bersamaan dengan pengukuran DO, pH menggunakan alat ukur Do meter model YSI. Suhu merupakan faktor abiotik yang sangat berpengaruh dalam proses oksidasi. suhu mempengaruhi produksi oksigen. batas untuk melakukan produksi oksigen secara minimum berkisar 20 ° C dan optimum pada 45 ° C.

Suhu air limbah lebih tinggi dari suhu air minum karena adanya proses dalam sebuah rumah tangga yang dapat menghasilkan air hangat / panas yang kemudian dibuang. limbah cair pada umumnya mempunyai

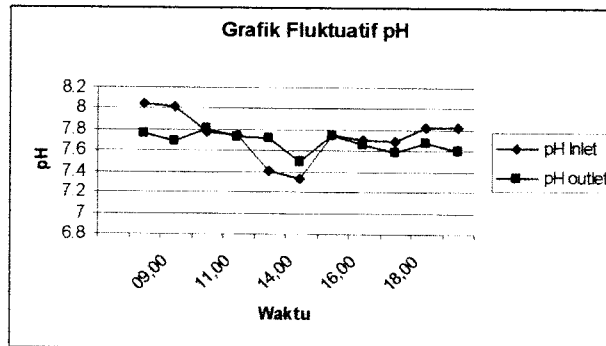
suhu yang lebih tinggi dari suhu udara setempat. Suhu limbah cair dan air merupakan parameter yang sangat penting sebab efeknya pada kehidupan *aquatic* meningkatkan reaksi kimia dan mengganggu kehidupan air. Suhu yang cukup tinggi juga menurunkan *Dissolved Oxygen* (DO), karena kenaikan suhu menyebabkan laju metabolisme hewan berdarah dingin meningkat maka penggunaan oksigen terlarut tinggi. (Sugiharto, 1978).

berdasarkan hasil penelitian suhu air buangan pada inlet dan outlet berkisar antara  $26,4^{\circ}\text{C}$  –  $29,7^{\circ}\text{C}$  (dapat dilihat pada lampiran). Dilihat pada Gambar 5.17 berdasarkan pengamatan rata-rata suhu tertinggi terletak pada titik inlet pada suhu  $29,7^{\circ}\text{C}$  pada jam 16.00 WIB dan rata-rata suhu terendah terletak pada titik outlet pada suhu  $26,4^{\circ}\text{C}$  pada jam 17.00 WIB.



Grafik 5.17. Fluktuatif Suhu  
(Sumber: Hasil Penelitian, 2005)

Besarnya suhu pada inlet lebih besar bila dibandingkan pada outlet dikarenakan intensitas cahaya matahari lebih banyak pada inlet



Grafik 5.18 Fluktuatif pH  
(Sumber : Hasil Penelitian, 2005)

pH menunjukkan tingkat keasaman dan kebasaan dari air buangan. pH dapat mempengaruhi aktivitas organisme *aquatic* dan keberadaan suatu senyawa dalam air. Dimana bakteri pengurai dapat melakukan aktivitasnya secara optimum pada pH berkisar antara 6,5-8,5 (Krekel, 1980).

Dilihat dari Gambar 5.18. pH tertinggi terletak pada inlet pada jam 08.00 WIB sebesar 8,05 sedangkan untuk pH terendah terletak pada inlet pada jam 14.00 WIB sebesar 7,34. pH outlet cenderung konstan pada suhu 7,76. Pengaruh dari perubahan pH terhadap sistem sangat besar, hal ini disebabkan karena antara lain pada sistem anaerobik, asam organik sudah akan terbentuk pada tahap pertama fermentasi.

## 5.2 Pembahasan

### 5.2.1 Hasil Kuisioner

Berdasarkan hasil kuisioner responden RT 02 diperoleh hasil data berupa data mengenai masalah-masalah yang pernah ada pada IPAL diantaranya

masalah meluapnya air limbah pada waktu hujan dari dalam saluran air limbah (*Manhole*) berbalik arahnya aliran air limbah dari saluran menuju IPAL ke saluran rumah tangga (*Backflow*). Hingga kemudian oleh warga sistem pengaliran yang bermasalah tersebut segera ditangani oleh warga setempat secara gotong-royong. Sumber air warga, kebutuhan air, jumlah kamar mandi, jumlah dapur, jumlah MCK merupakan faktor pendukung dalam penelitian yang erat kaitannya dengan sumber limbah karena untuk menghitung debit air diperlukan data mengenai jumlah kebutuhan air warga per hari. Selain itu sumber air warga yang sebagian besar berasal dari air sumur dan air PDAM merupakan suatu data untuk mengetahui jenis dari sumber limbah tersebut. Ditinjau dari segi kuantitasnya air limbah yang masuk ke dalam Septik tank berupa *Sullage* (*Grey water*) yang berasal dari aktivitas pencucian, dapur, kamar mandi. *Black water* (*human body waste*) yang berasal dari *feces* dan *urine*. Dengan demikian dapat diketahui jenis dan banyaknya limbah dilihat dari sumbernya sebelum masuk IPAL. Sebagian besar warga mengetahui keberadaan IPAL komunal tersebut namun pengetahuan mereka hanya sebatas lokasi IPAL mengenai fungsi dan pentingnya IPAL tidak pernah diperhatikan lebih jauh karena bagi mereka masalah kelangsungan hidup mereka dengan mencari materi untuk hidup jauh lebih penting dari sekedar IPAL. Biaya perawatan IPAL di wilayah Purwokinanti sampai saat ini belum pernah ada, hal ini dikarenakan warga belum terlalu memahami dan mengetahui tentang pengelolaan IPAL komunal. Keterlibatan warga pada pengelolaan

IPAL komunal ditunjukan dengan adanya gotong royong warga setempat bila diperlukan adanya perbaikan dari kerusakan sistem IPAL komunal yang ada.

### **5.2.2 Penyaluran Air Buangan Komunal**

Air limbah yang berasal dari sumbernya (aktivitas rumah tangga) dialirkan secara gravitasi dengan menggunakan pipa PVC berukuran 150 mm melewati beberapa bak kontrol. Untuk mengalirkan air limbah dari sumbernya digunakan beberapa komponen diantaranya :

- a. Sambungan rumah
- b. Bak kontrol
- c. Jaringan pipa
- d. Instalasi pengolahan air limbah

Keberadaan dan kondisi dari masing-masing komponen akan disejaskan sebagai berikut :

- a. Sambungan rumah

Seluruh air limbah dari masing-masing rumah tangga dikumpulkan ke jaringan pipa melalui bak kontrol yang berfungsi sebagai sarana pemeliharaan dan juga berfungsi sebagai bak penangkap lemak. Untuk pemasangan yang baru, tiap rumah tangga tidak menggunakan bak kontrol, akan tetapi air limbah dari sumbernya langsung dialirkan menuju pipa pengangkut melalui bak kontrol. Bak kontrol di sisi bukan bak kontrol untuk tiap rumah, tetapi adalah bak kontrol pada pipa pengangkut. Pipa

yang digunakan sebagai sambungan rumah adalah pipa PVC dengan diameter 100 mm. Dalam sistem ini tidak terdapat pipa ventilasi. Salah satu contoh bak kontrol pada sambungan rumah dapat dilihat pada gambar 5.19. berikut ini.

Bak kontrol pada HC



Gambar 5.19 Bak Kontrol pada Sambungan Rumah  
(Sumber: Dokumentasi pribadi, 2005)

b. Bak kontrol (*Manhole*)

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan diketahui bahwa bak kontrol dipasang secara teratur di sepanjang saluran. Rata-rata pemasangan bak kontrol berada pada jarak  $\pm 8,5$  m (Sumber: Data Sekunder, 2005). untuk yang berada di jalan kampung dan jalan setapak. Bak kontrol yang dipasang digunakan sebagai peralatan pemeliharaan saluran. Bak kontrol di sini juga berfungsi sebagai penggabungan dari beberapa pipa yang akan masuk dalam pipa berikutnya. Kedalaman bak kontrol yang ada cukup bervariasi sesuai dengan kondisi yang diperlukan. Kedalaman bak kontrol adalah 0,6 m (satu buah buis beton) dengan diameter 0,8 m dan ada juga

yang menggunakan dua buah buis beton ((Sumber: Data Sekunder, 2005).

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 5.20 berikut ini.



Gambar 5.20 Bak kontrol (*Manhole*)  
(Sumber: Dokumentasi pribadi, 2005)

c. Jaringan pipa

Jaringan pipa yang digunakan adalah pipa PVC dengan diameter 150 mm yang dipasang pada kedalaman antara 0,4 m – 1 m sesuai dengan kondisi lahan yang ada. Hal ini dilakukan untuk menghindari kerusakan yang mungkin terjadi. Penempatan jaringan pipa sudah disesuaikan dengan tata letak pemukiman. Pada jalan kampung, jaringan pipa diletakkan di pinggir jalan untuk menghindari gangguan lalu lintas yang relatif padat. Permasalahan berat yang dihadapi mengenai jaringan pipa belum ada, hanya saja dulunya jika musim hujan tiba air limbah didalam *manhole* akan meluap, hal ini mungkin terjadi karena adanya kebocoran pada *manhole*, sehingga air hujan yang mengalir di jalan akan masuk melalui sela-sela penutup *manhole* dan menyebabkan *manhole* meluap.

d. Instalasi Pengolahan Air Limbah

Sistem yang di desain di lokasi penelitian pada awalnya bertujuan untuk mengalirkan air limbah langsung menuju bangunan instalasi pengolahan air limbah. Bangunan yang digunakan adalah reaktor Septik tank (*Conventional Septik tank*) yang dibangun di tengah-tengah jalan kampung. Akan tetapi untuk kondisi sekarang reaktor Septik tank tidak dipelihara keberadaanya. Banyaknya lumpur yang mengendap pada dasar reaktor mengakibatkan *sludge* mencapai ketinggian maksimum dan semakin lama akan semakin tinggi hingga menyumbat pipa penyaluran air limbah di dalam reaktor.

Permasalahan yang terjadi pada reaktor tidak mutlak disebabkan oleh warga, karena ada faktor teknis pelaksanaan proyek yang kurang baik sehingga terjadi *clogging* yang menyebabkan air tidak mengalir. banyaknya lumpur yang mengendap didalam reaktor disebabkan kurang rutinnya pemeliharaan yang dilakukan oleh warga. Berdasarkan kriteria desain dari YUDP Untuk pengurasan lumpur yang harus dilakukan optimalnya dilakukan 1-1,5 tahun sekali, akan tetapi karena faktor finansial penyedotan tidak pernah dilakukan meskipun dilakukan *desludging* (Pengurasan lumpur) biasanya dilakukan pada saat-saat darurat saja.

Dari penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa sistem pengaliran yang digunakan lebih cenderung menggunakan *shallow sewer*. Sistem ini digunakan pada daerah dimana sistem *onsite* tidak dapat diterapkan.

*Shallow sewer* biasanya paling ekonomis dari seluruh pembuangan air limbah secara *off site* sehingga sistem ini sangat tepat jika diterapkan di wilayah Purwokinanti.

### 5.2.3 Pengolahan Air Buangan IPAL komunal

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 BOD batas maksimum yang diperbolehkan tidak boleh dari 100 mg/L, sedangkan perbandingan antara BOD/COD adalah 0,4-0,6 (Metode Penelitian Air) maka untuk parameter COD batas maksimum yang diperbolehkan tidak boleh lebih dari 166,66 ( $COD=BOD/0,6$ ) dan pH batas maksimum yang diperbolehkan berkisar antara 6-9, untuk parameter TSS batas maksimum yang diperbolehkan tidak boleh lebih dari 100 mg/L. Menurut Surat Keputusan Gubernur Kepala Daerah Istimewa Jogjakarta Nomor: 214/KPTS/1991, tentang Baku mutu limbah cair, untuk parameter amonium batas maksimum yang diperbolehkan tidak boleh lebih dari 1 mg/L. (Golongan II)

Hasil pengukuran rata-rata penurunan kadar COD sebesar 95,183 mg/L dengan efisiensi sebesar 47,26 %. Dengan mengacu pada baku mutu air limbah domestik sesuai KepMenLH 112/2003 maka untuk kadar COD dalam air limbah tersebut sudah memenuhi standar yang diperbolehkan untuk dapat dibuang ke sungai. adanya indikasi kenaikan kadar COD di

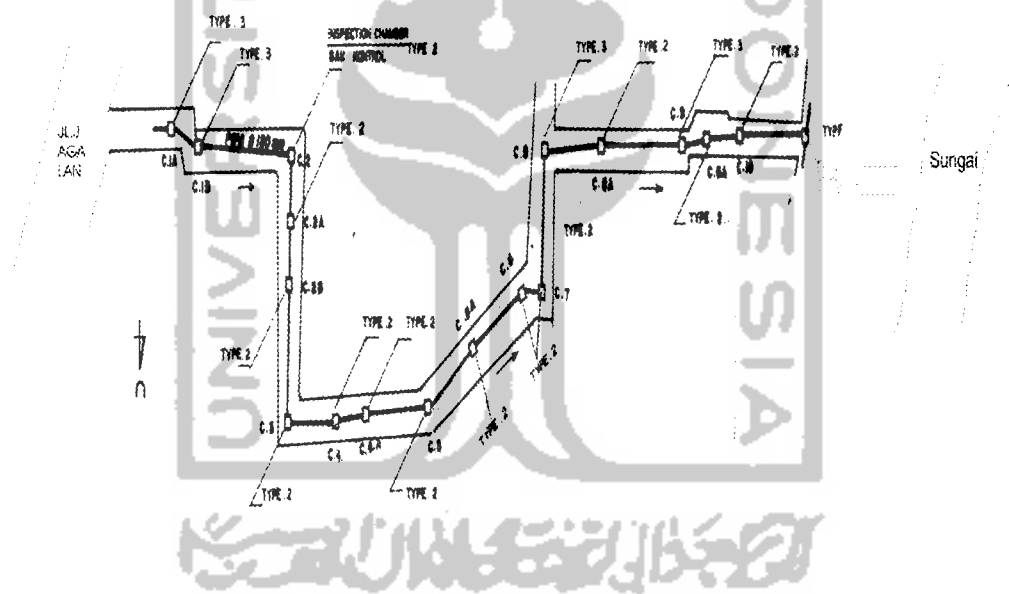
outlet pada jam-jam tertentu dikarenakan lebih banyak senyawa-senyawa dalam air buangan domestik yang dapat dioksidasi secara kimia dari pada biologis.

Berdasarkan hasil pengukuran di laboratorium (Duplo) didapatkan rata-rata penurunan kadar TSS dalam air limbah domestik sebesar 128,55 mg/L dengan efisiensi sebesar 30,95 %. Dengan demikian kadar TSS dihasilkan dari proses pengolahan masih melebihi baku mutu. Dari hasil pengukuran laboratorium (Duplo) didapatkan rata-rata efisiensi Amonium sebesar 5,33 %. Dengan demikian untuk kadar Amonium yang dihasilkan dari proses pengolahan masih dibawah standar baku mutu. Air limbah yang mengandung bahan-bahan organik terutama nitrogen pada keadaan aerobik akan diubah menjadi nitrit kemudian nitrat dan amoniak (Prodjosantoso, 1991). Meningkatnya amonium dalam air buangan akan mengakibatkan eutrofikasi pada sungai akibat terlalu banyak nutrien , maka tumbuhan air seperti eceng gondok atau ganggang dapat berkembang biak hingga menutupi perairan. (prawiro, 1988). Dengan terjadinya eutrofikasi tersebut maka transmisi sinar matahari terhalangi akibatnya proses fotosintesis tidak dapat terjadi dan selanjutnya oksigen terlarut yang akan mematikan ikan dan kehidupan air yang lain. (Benefield, 1980). Untuk metode penurunan kandungan Amonium dalam air buangan dapat dilakukan dengan beberapa metode seperti Amoniak stripping, kimia, Penukar ion, Biologis. (Tchobanoglous, 1979).

### 5.3 Kemungkinan Penggabungan Antara Sistem komunal dengan *Sewer Kota*

Kemungkinan adanya penggabungan antara sistem komunal dengan sistem *sewer kota* Jogjakarta merupakan masalah yang *integrated* dalam perencanaan saluran. hal tersebut tidak pernah lepas dari faktor teknis, operasi dan pemeliharaan serta ekonomisnya biaya. Pada dasarnya secara teknis penggabungan antara sistem komunal dengan *sewer kota* dapat dilakukan, akan tetapi untuk pelaksanaannya diperlukan berbagai macam pertimbangan. Pertimbangan yang utama adalah masalah ekonomi, kondisi lahan dan topografi. Dengan melihat keadaan yang ada pada lokasi penelitian di daerah Purwokinanti. Lokasi reaktor berada pada elevasi muka tanah -5,516 meter (Sumber: Detailed Engineering Design YUDP, 2005) dan saluran *sewer kota* berada di jalan Jagalan dengan elevasi -1,901 meter (Sumber: Detailed Engineering Design YUDP, 2005). Dengan demikian untuk penggabungan diperlukan berbagai komponen, diantaranya jaringan pipa dan stasiun pompa. Jaringan pipa diperlukan untuk mengangkut air limbah dari outlet air buangan menuju *sewer kota* yang terdekat yaitu di jalan Jagalan. Sedangkan stasiun pompa digunakan untuk menaikkan air limbah dari outlet saluran dengan elevasi -5,516 meter menuju *sewer kota* dengan elevasi -1,901 meter. Dengan adanya komponen ini maka secara otomatis akan berpengaruh terhadap perekonomian masyarakat. Sedangkan untuk penempatan jaringan pipa diperlukan tempat untuk menempatkan jalur pipa, padahal area yang ada

adalah jalan kampung yang telah dilalui pipa air limbah dan saluran drainase menuju ke sungai, sehingga pipa untuk menaikkan air limbah dari bawah tidak mendapatkan tempat. Dari keterangan diatas maka penggabungan antara sistem komunal dengan *sewer* kota sangat sulit untuk dilakukan melihat banyaknya pertimbangan yang ada. Mengenai sketsa jaringan pipa saluran *sewer* kota dan saluran *sewer* komunal dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar. 5.21. Sketsa jaringan pipa *sewer* kota dan pipa *sewer* komunal  
(Sumber : YUDP Jogjakarta, 1996)

### 5.3.1 Perhitungan Unit Pompa

Perhitungan unit pompa berdasarkan debit maksimum sebagai berikut :

Diketahui :

|                                                   |                                                                    |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Debit air limbah maksimum ( $Q_{maks}$ )          | : $0,315 \text{ m}^3/\text{jam}$                                   |
|                                                   | : $8,75 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{detik}$                    |
|                                                   | : $7,56 \text{ m}^3 / \text{hr}$                                   |
| Diameter pipa air limbah                          | : 0,15 meter (150 mm)                                              |
| Jumlah pompa yang dipakai                         | : 1 unit                                                           |
| Koefisien kemiringan pipa PVC ( C )               | : 130                                                              |
| Koefisien kekasaran pipa PVC ( K )                | : $1,5 \cdot 10^{-3}$ meter (1,5 mm)                               |
|                                                   | (persamaan <i>Colebrook-white</i> )                                |
| Panjang pipa <i>suction</i> ( $L_{suction}$ )     | : 15,5 meter                                                       |
| Panjang pipa <i>discharge</i> ( $L_{discharge}$ ) | : 137 meter                                                        |
| $\rho$ air                                        | : $1000 \text{ kg/m}^3$                                            |
| maka:                                             |                                                                    |
| Luas penampang pipa ( A )                         | : $\frac{1}{4} \pi d^2$                                            |
|                                                   | : $\frac{1}{4} \pi ( 0,15 )^2$                                     |
|                                                   | : $0,0176 \text{ m}^2$                                             |
| Kecepatan aliran (V)                              | : <u>debit (Q)</u>                                                 |
|                                                   | Luas penampang pipa (A)                                            |
|                                                   | : <u><math>8,75 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{detik}</math></u> |
|                                                   | $0,0176 \text{ m}^2$                                               |
|                                                   | : $4,97 \times 10^{-3} \text{ m/detik}$                            |

$$\begin{aligned}
 H_f \text{ mayor } \textit{suction} &: \underline{L \times Q^{1,85}} \\
 &(0,2785 \times C \times d^{2,63})^{1,85} \\
 &: \underline{15,5 \text{ m} \times (8,75 \cdot 10^{-5})^{1,85}} \\
 &(0,2785 \times 130 \times 0,15^{2,63})^{1,85} \\
 &: 6,43 \cdot 10^{-6} \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H_f \text{ minor } \textit{suction} &: \underline{K \times \frac{V^2}{2g}} \\
 &: \underline{1,5 \cdot 10^{-3} \times \frac{(4,97 \cdot 10^{-3})^2}{2 \times 9,81}} \\
 &: 1,888 \cdot 10^{-9} \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 h_v \text{ suction} &: \underline{\frac{V^2}{2g}} \\
 &: \underline{\frac{(4,97 \cdot 10^{-3})^2}{2 \times 9,81}} \\
 &: 1,258 \cdot 10^{-6}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H_{\text{total}} \text{ pipa } \textit{suction} &: H_f \text{ mayor} + H_f \text{ minor} + h_v \\
 &: 6,43 \cdot 10^{-6} + 1,88 \cdot 10^{-9} + 1,258 \cdot 10^{-6} \\
 &: 7,69 \cdot 10^{-6} \text{ meter.}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H_f \text{ mayor } \textit{discharge} &: \underline{L \times Q^{1,85}} \\
 &(0,2785 \times C \times d^{2,63})^{1,85} \\
 &: \underline{137 \text{ m} \times (8,75 \cdot 10^{-5})^{1,85}} \\
 &(0,2785 \times 130 \times 0,15^{2,63})^{1,85}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & : 5,688.10^{-5} \text{ meter} \\
 H_f \text{ minor } discharge & : \frac{K \times V^2}{2 g} \\
 & : \frac{1,5 \cdot 10^{-3} \times (4,97.10^{-3})^2}{2 \times 9,81} \\
 & : 1,888.10^{-9} \text{ meter} \\
 h_v \text{ discharge} & : \frac{V^2}{2 g} \\
 & : \frac{(4,97.10^{-3})^2}{2 \times 9,81} \\
 & : 1,258.10^{-6} \\
 H_{\text{total}} \text{ pipa } discharge & : H_f \text{ mayor} + H_f \text{ minor} + h_v \\
 & : 5,688.10^{-5} + 1,88.10^{-9} + 1,258.10^{-6} \\
 & : 5,814.10^{-5} \text{ meter.} \\
 H \text{ statis} & : 5,516 - 1,31 = 4.206 \text{ meter} \\
 H \text{ sistem} & : HL \text{ suction} + HL \text{ discharge} + H \text{ statis} \\
 & : 7,69.10^{-6} \text{ m} + 5,814.10^{-5} \text{ m} + 4 \text{ m} \\
 & : 4,000066 \text{ meter.}
 \end{aligned}$$

dari perhitungan diatas maka didapatkan :

$$Q = 8,75.10^{-5} \text{ m}^3/\text{detik} = 0,0875 \text{ liter/detik untuk satu unit pompa}$$

$$Head = 14,000066 \text{ meter}$$

Berdasarkan grafik perhitungan pompa dari debit dan *head* sistem yang ada maka untuk jenis pompa yang digunakan adalah pompa *centrifugal* dengan karakteristik pompa jenis 50 x 32 – 200 (*nominal speed 1450 R.P.M*).

Dari perhitungan diatas dapat diketahui daya pompa yang dibutuhkan dengan tingkat efisiensi 75 % dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Daya pompa (P)} &= \frac{\rho \times Q \times H}{\eta} \times 746 \\
 &= \frac{1000 \text{ kg/m}^3 \times 8,75 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{detik} \times 4 \text{ m}}{0,75} \times 746 \\
 &= 348,133 \text{ Watt} \\
 &= 0,348133 \text{ KW}
 \end{aligned}$$

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

1. Kadar Amonium dan COD sudah memenuhi standar sesuai dengan SK Gubernur DIY no. 214/KPTS/1991 dan Keputusan KepMenLH 112/2003. Sedangkan kadar TSS masih melebihi standar baku mutu.
2. Dari hasil penelitian didapatkan hasil bahwa IPAL komunal di daerah Purwokinanti mampu menurunkan kadar COD, TSS dengan efisiensi masing-masing sebesar 47,26 %, 30,95 % sedangkan amonium tidak terjadi penurunan.
3. Berdasarkan uji anova kadar COD dan TSS pada outlet terjadi penurunan yang signifikan. Sedangkan amonium pada outlet relatif stabil tidak terjadi penurunan, hal ini dikarenakan terjadinya proses pencampuran (*Mixed*) air limbah dalam reaktor.
4. Berdasarkan hasil kuisioner responden RT 02 didapatkan hasil bahwa rata-rata penggunaan dan pemeliharaan IPAL komunal belum optimal. hal ini dikarenakan masih banyaknya warga yang kurang memahami esensi dari IPAL komunal di sekitar lokasi mereka.

5. Dari hasil perhitungan pompa didapatkan hasil bahwa *Head* pompa yang dibutuhkan sebesar 4 meter dengan debit sebesar 7,56 m<sup>3</sup>/hr. Maka penggabungan antara sistem komunal dengan sistem *sewer* kota mungkin untuk dilakukan namun pertimbangannya cukup besar pada aspek teknis, biaya operasi dan pemeliharaan.

## 6.2 Saran

1. Untuk masalah teknis perlu adanya perbaikan terhadap perencanaan desain IPAL berikutnya, terutama pada pipa penyaluran air limbah dalam reaktor dibuat seperti (*socket*) pipa belokan guna mengurangi besarnya penyumbatan (*clogging*) yang terjadi didalam IPAL.
2. Selain itu perlu dilakukan perawatan dan pemeliharaan IPAL komunal secara berkala seperti pengecekan pipa-pipa dari kebocoran dan bila lumpur dalam reaktor telah penuh dilakukan pengurasan lumpur (*deshudging*) IPAL minimal 1 hingga 1,5 tahun.
3. Untuk penelitian berikutnya perlu dilakukan evaluasi IPAL lebih lanjut terhadap perencanaan desain awal.
4. Dalam evaluasi air limbah perlu ditambahkan parameter lainnya selain dalam penelitian sekarang seperti TKN, BOD, E.Coli. untuk menjamin kualitas air limbah dari hasil pengolahan.

5. Untuk bahan penelitian berikutnya perlu adanya investigasi lebih lanjut dari adanya sistem pengaliran air limbah komunal secara *Shallow sewerage* maupun *small bore sewerage*.

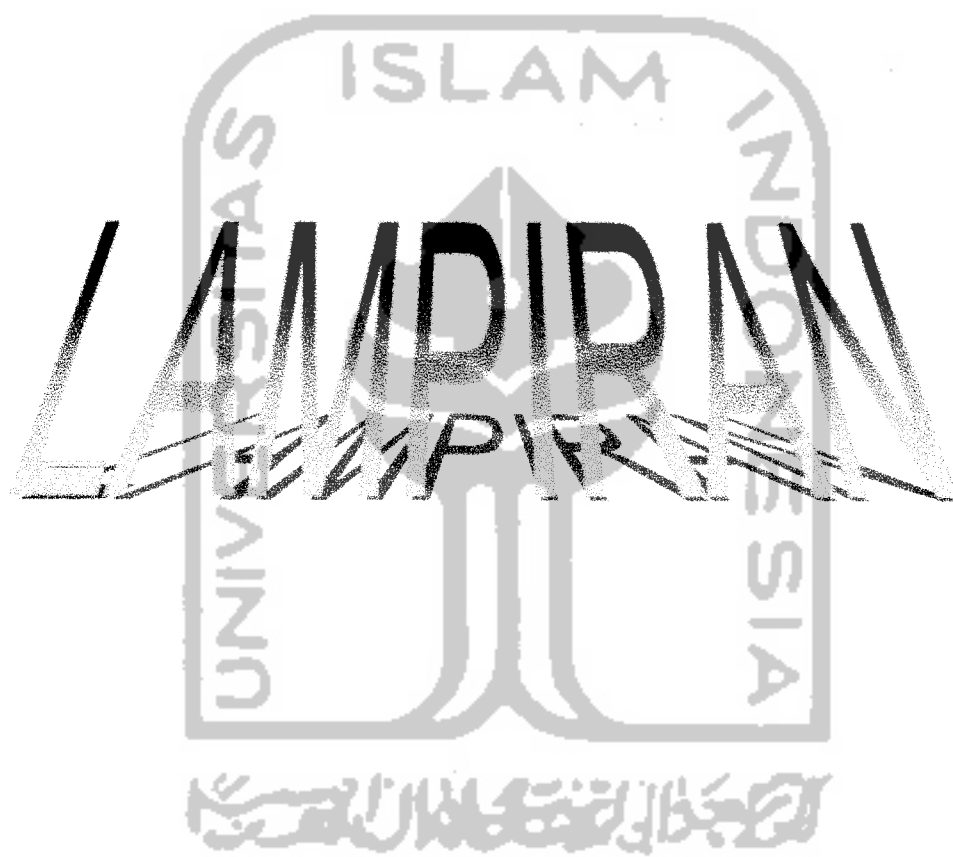


## DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, Santika, 1984, *Metode Penelitian Air*, Usaha Nasional, Surabaya.
- Anonim 1996. *Final Report, Feasibility Study on Neighborhood Sanitation System Yogyakarta*, YUDP Yogyakarta.
- Crites & Tchobanoglous, *Small & Decentralized Wastewater Management Systems*, McGraw-Hill, Singapore.5
- Dinas Keindahan Kebersihan dan Pemakaman, 2004, *Rencana Pengembangan Sistem Penyaluran Air Buangan Kota Jogjakarta*, Dinas Keindahan Kebersihan dan Pemakaman.
- Mara, 1976, *Sewage Treatment in Hot Climates*, John Wiley & Sons Chichester.
- Metcalf and Eddy, 1981, *Wastewater Engineering: Collection and pumping of wastewater*, McGraw-hill, New York.
- Metcalf and Eddy, 1991, *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*, McGraw-Hill, New York.
- Pranoto, Singgih, Ibnu, *Proses Biokimia DEWATS*, DEWATS LPTP BORDA, Yogyakarta, Juli 2002.
- Sunjoto, Dr. Ir., 2002, *Gambaran Umum Permasalahan Limbah Cair di Indonesia*, PUSTEKLIM Jogjakarta.
- Sasse, Ludwig, 1998, DEWATS “ *Decentralized Wastewater Treatment in Developing Countries* “.

- Sawyer, C.N.,P.L. McCarty, and G.F. Parkin, 1994, *Chemistry for Environmental Engineering*, 4<sup>th</sup> ed., McGraw-Hill , Inc., NewYork, NY.
- Standard Method, 1998, *Standard Method for The Examination of Water and Waste Water*, 20<sup>th</sup> ed., American Public Health Assosiation, Washington , D.C.
- Sugiharto, 1987, *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*, Universitas Indonesia.
- YUDP, 1995, *Rencana Induk Air Limbah dan Sanitasi*, Departemen Pekerjaan Umum Jogjakarta.







*LAMPIRAN 1*

**HASIL ANALISA FISIKA AIR BUANGAN  
DOMESTIK PURWOKINANTI**

# LAMPIRAN 1

## PERHITUNGAN Td (TIME DETENTION)

Tabel 1 Perhitungan nilai Td dari jam 08.00 hingga 19.00 WIB

| Tanggal Inlet | Jam   | Debit ml/detik | Debit m <sup>3</sup> /jam | volume | Td       |
|---------------|-------|----------------|---------------------------|--------|----------|
|               | 08,00 | 55.75          | 0.2007                    | 46.8   | 233.18   |
|               | 09,00 | 30             | 0.1080                    | 46.8   | 433.33   |
|               | 10,00 | 14             | 0.0504                    | 46.8   | 928.57   |
|               | 11,00 | 8              | 0.0288                    | 46.8   | 1625.00  |
|               | 12,00 | 0.47           | 0.0017                    | 46.8   | 27659.57 |
|               | 14,00 | 7.3            | 0.0263                    | 46.8   | 1780.82  |
|               | 15,00 | 33.75          | 0.1215                    | 46.8   | 385.19   |
|               | 16,00 | 40.625         | 0.1463                    | 46.8   | 320.00   |
|               | 17,00 | 87.5           | 0.3150                    | 46.8   | 148.57   |
|               | 18,00 | 42.5           | 0.1530                    | 46.8   | 305.88   |
|               | 19,00 | 41.25          | 0.1485                    | 46.8   | 315.15   |

## PENGUKURAN SUHU

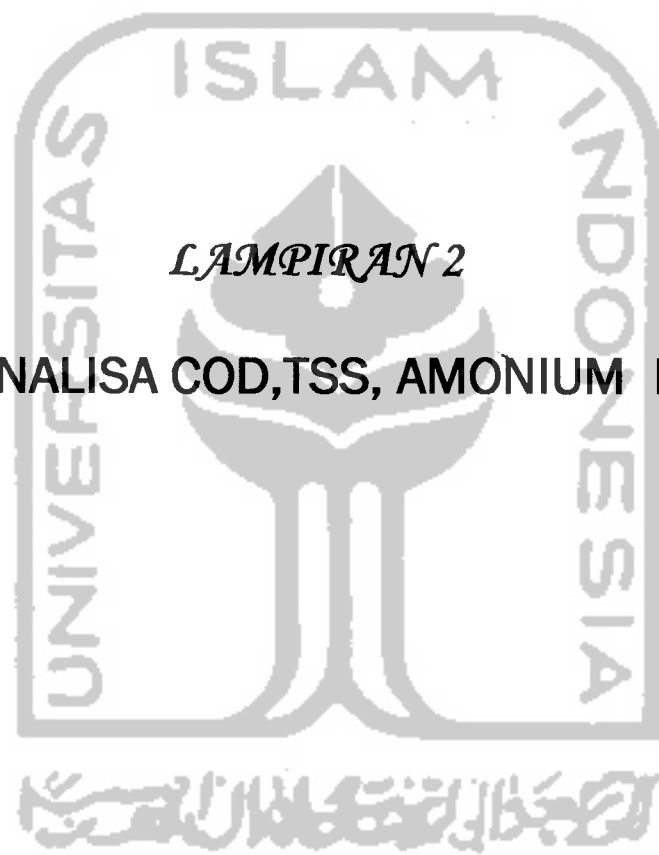
Tabel 2 Pengukuran Suhu dari jam 08.00 hingga 19.00 WIB

| Tanggal Inlet | Jam   | Debit ml/detik | Debit m <sup>3</sup> /jam | Suhu Inlet (° C) | Suhu outlet (° C) |
|---------------|-------|----------------|---------------------------|------------------|-------------------|
|               | 08,00 | 55.75          | 0.2007                    | 28.6             | 28.3              |
|               | 09,00 | 30             | 0.1080                    | 28.6             | 28.3              |
|               | 10,00 | 14             | 0.0504                    | 29               | 28.5              |
|               | 11,00 | 8              | 0.0288                    | 29.1             | 28.2              |
|               | 12,00 | 0.47           | 0.0017                    | 29.6             | 28.4              |
|               | 14,00 | 7.3            | 0.0263                    | 29.6             | 28.5              |
|               | 15,00 | 33.75          | 0.1215                    | 29.3             | 28.8              |
|               | 16,00 | 40.625         | 0.1463                    | 29.7             | 29.3              |
|               | 17,00 | 87.5           | 0.3150                    | 29.3             | 26.4              |
|               | 18,00 | 42.5           | 0.1530                    | 29.1             | 27.7              |
|               | 19,00 | 41.25          | 0.1485                    | 28.9             | 28.4              |

## PENGUKURAN pH

Tabel 2 Pengukuran pH dari jam 08.00 hingga 19.00 WIB

| Tanggal Inlet | Jam   | Debit<br>ml/detik | Debit m <sup>3</sup> /jam | pH Inlet | pH outlet |
|---------------|-------|-------------------|---------------------------|----------|-----------|
|               | 08,00 | 55.75             | 0.2007                    | 8.05     | 7.77      |
|               | 09,00 | 30                | 0.1080                    | 8.02     | 7.69      |
|               | 10,00 | 14                | 0.0504                    | 7.78     | 7.82      |
|               | 11,00 | 8                 | 0.0288                    | 7.75     | 7.74      |
|               | 12,00 | 0.47              | 0.0017                    | 7.41     | 7.73      |
|               | 14,00 | 7.3               | 0.0263                    | 7.34     | 7.5       |
|               | 15,00 | 33.75             | 0.1215                    | 7.751    | 7.76      |
|               | 16,00 | 40.625            | 0.1463                    | 7.703    | 7.66      |
|               | 17,00 | 87.5              | 0.3150                    | 7.7      | 7.59      |
|               | 18,00 | 42.5              | 0.1530                    | 7.83     | 7.68      |
|               | 19,00 | 41.25             | 0.1485                    | 7.83     | 7.61      |



*LAMPIRAN 2*

HASIL ANALISA COD,TSS, AMONIUM DUPLO

## LAMPIRAN 2

## PENGUKURAN COD INLET DUPLO

Tabel 4 Pengukuran COD pada INLET dari jam 08.00 hingga 19.00 WIB

| Sampel  |        | ml<br>$K_2Cr_2O_7$ | Normalitas<br>$K_2Cr_2O_7$ | ml FAS | Normalitas<br>FAS | mg/L<br>COD |
|---------|--------|--------------------|----------------------------|--------|-------------------|-------------|
| blangko | 1      | 5                  | 0.02                       | 6.01   | 0.01989           |             |
|         | 2      | 5                  | 0.02                       | 5.98   | 0.01989           |             |
|         | 3      | 5                  | 0.02                       | 5.94   | 0.01989           |             |
| 1       | 08,00a | 5                  | 0.02                       | 5.42   | 0.01989           | 354         |
|         | 08,00b | 5                  | 0.02                       | 5.43   | 0.01989           | 348         |
| 2       | 09,00a | 5                  | 0.02                       | 5.66   | 0.01989           | 202         |
|         | 09,00b | 5                  | 0.02                       | 5.64   | 0.01989           | 214         |
| 3       | 10,00a | 5                  | 0.02                       | 5.76   | 0.01989           | 138         |
|         | 10,00b | 5                  | 0.02                       | 5.78   | 0.01989           | 125         |
| 4       | 11,00a | 5                  | 0.02                       | 5.08   | 0.01989           | 571         |
|         | 11,00b | 5                  | 0.02                       | 5.06   | 0.01989           | 583         |
| 5       | 12,00a | 5                  | 0.02                       | 4.46   | 0.01989           | 965         |
|         | 12,00b | 5                  | 0.02                       | 4.48   | 0.01989           | 953         |
| 6       | 14,00a | 5                  | 0.02                       | 0.92   | 0.01951           | 262         |
|         | 14,00b | 5                  | 0.02                       | 0.92   | 0.01951           | 262         |
| 7       | 15,00a | 5                  | 0.02                       | 1.03   | 0.01951           | 194         |
|         | 15,00b | 5                  | 0.02                       | 1.04   | 0.01951           | 187         |
| 8       | 16,00a | 5                  | 0.02                       | 1.02   | 0.01951           | 200         |
|         | 16,00b | 5                  | 0.02                       | 0.92   | 0.01951           | 262         |
| 9       | 17,00a | 5                  | 0.02                       | 1.14   | 0.01952           | 125         |
|         | 17,00b | 5                  | 0.02                       | 1.14   | 0.01952           | 125         |
| 10      | 18,00a | 5                  | 0.02                       | 1.12   | 0.01952           | 137         |
|         | 18,00b | 5                  | 0.02                       | 1.12   | 0.01952           | 137         |
| 11      | 19,00a | 5                  | 0.02                       | 1.10   | 0.01952           | 150         |
|         | 19,00b | 5                  | 0.02                       | 1.10   | 0.01952           | 150         |

## PENGUKURAN COD OUTLET DUPLO

Tabel 5 Pengukuran COD pada OUTLET dari jam 08.00 hingga 19.00 WIB

| Sampel | ml<br>$K_2Cr_2O_7$ | Normalitas<br>$K_2Cr_2O_7$ | ml FAS | Normalitas<br>FAS | mg/L<br>COD |
|--------|--------------------|----------------------------|--------|-------------------|-------------|
| blanko | 1                  | 5                          | 0.02   | 6.01              | 0.01989     |
|        | 2                  | 5                          | 0.02   | 5.98              | 0.01989     |
|        | 3                  | 5                          | 0.02   | 5.94              | 0.01989     |
| 1      | 08,00a             | 5                          | 0.02   | 5.61              | 0.01989     |
|        | 08,00b             | 5                          | 0.02   | 5.58              | 0.01989     |
| 2      | 09,00a             | 5                          | 0.02   | 5.74              | 0.01989     |
|        | 09,00b             | 5                          | 0.02   | 5.74              | 0.01989     |
| 3      | 10,00a             | 5                          | 0.02   | 5.80              | 0.01989     |
|        | 10,00b             | 5                          | 0.02   | 5.76              | 0.01989     |
| 4      | 11,00a             | 5                          | 0.02   | 5.64              | 0.01989     |
|        | 11,00b             | 5                          | 0.02   | 5.64              | 0.01989     |
| 5      | 12,00a             | 5                          | 0.02   | 1.08              | 0.01951     |
|        | 12,00b             | 5                          | 0.02   | 1.04              | 0.01951     |
| 6      | 14,00a             | 5                          | 0.02   | 1.10              | 0.01952     |
|        | 14,00b             | 5                          | 0.02   | 1.04              | 0.01952     |
| 7      | 15,00a             | 5                          | 0.02   | 1.02              | 0.01952     |
|        | 15,00b             | 5                          | 0.02   | 1.00              | 0.01952     |
| 8      | 16,00a             | 5                          | 0.02   | 1.06              | 0.01952     |
|        | 16,00b             | 5                          | 0.02   | 1.05              | 0.01952     |
| 9      | 17,00a             | 5                          | 0.02   | 1.24              | 0.01952     |
|        | 17,00b             | 5                          | 0.02   | 1.20              | 0.01952     |
| 10     | 18,00a             | 5                          | 0.02   | 1.18              | 0.01952     |
|        | 18,00b             | 5                          | 0.02   | 1.16              | 0.01952     |
| 11     | 19,00a             | 5                          | 0.02   | 1.16              | 0.01952     |
|        | 19,00b             | 5                          | 0.02   | 1.16              | 0.01952     |

## PENGUKURAN TSS INLET DUPLO

**Tabel 7** Pengukuran TSS pada INLET dari jam 08.00 hingga 19.00 WIB

| Sampel |        | gr Berat Kosong<br>(W1) | gr berat isi<br>(W2) | W2-W1  | mg/L TSS |
|--------|--------|-------------------------|----------------------|--------|----------|
| 1      | 08.00a | 0.9775                  | 1.0288               | 0.0513 | 1026     |
|        | 08.00b | 1.0325                  | 1.0847               | 0.0522 | 1044     |
| 2      | 09.00a | 1.0143                  | 1.0663               | 0.052  | 1040     |
|        | 09.00b | 0.975                   | 1.0274               | 0.0524 | 1048     |
| 3      | 10.00a | 1.0098                  | 1.0579               | 0.0481 | 962      |
|        | 10.00b | 0.9931                  | 1.0397               | 0.0466 | 932      |
| 4      | 11.00a | 1.0996                  | 1.1412               | 0.0416 | 832      |
|        | 11.00b | 0.9998                  | 1.0418               | 0.042  | 840      |
| 5      | 12.00a | 1.0412                  | 1.0782               | 0.037  | 740      |
|        | 12.00b | 1.0713                  | 1.1062               | 0.0349 | 698      |
| 6      | 14.00a | 1.0476                  | 1.0734               | 0.0258 | 516      |
|        | 14.00b | 1.0645                  | 1.0902               | 0.0257 | 514      |
| 7      | 15.00a | 0.9873                  | 1.0136               | 0.0263 | 526      |
|        | 15.00b | 1.0307                  | 1.0563               | 0.0256 | 512      |
| 8      | 16.00a | 1.0353                  | 1.0731               | 0.0378 | 756      |
|        | 16.00b | 1.0412                  | 1.0782               | 0.037  | 740      |
| 9      | 17.00a | 0.995                   | 1.0014               | 0.0064 | 128      |
|        | 17.00b | 0.9898                  | 0.9961               | 0.0063 | 126      |
| 10     | 18.00a | 0.9784                  | 0.9893               | 0.0109 | 218      |
|        | 18.00b | 0.9778                  | 0.9883               | 0.0105 | 210      |
| 11     | 19.00a | 1.0409                  | 1.0483               | 0.0074 | 148      |
|        | 19.00b | 0.9766                  | 0.9839               | 0.0073 | 146      |

## PENGUKURAN TSS OUTLET DUPLO

**Tabel 8** Pengukuran TSS pada OUTLET dari jam 08.00 hingga 19.00 WIB

|    | Sampel | gr Berat Kosong<br>(W1) | gr berat isi<br>(W2) | W2-W1  | mg/L TSS |
|----|--------|-------------------------|----------------------|--------|----------|
| 1  | 08.00a | 1.0603                  | 1.1016               | 0.0413 | 826      |
|    | 08.00b | 1.061                   | 1.101                | 0.0400 | 800      |
| 2  | 09.00a | 0.9888                  | 1.0308               | 0.0420 | 840      |
|    | 09.00b | 1.0597                  | 1.0984               | 0.0387 | 774      |
| 3  | 10.00a | 1.0507                  | 1.0624               | 0.0117 | 234      |
|    | 10.00b | 1.0776                  | 1.0877               | 0.0101 | 202      |
| 4  | 11.00a | 1.0292                  | 1.0558               | 0.0266 | 532      |
|    | 11.00b | 1.026                   | 1.0541               | 0.0281 | 562      |
| 5  | 12.00a | 0.9997                  | 1.0294               | 0.0297 | 594      |
|    | 12.00b | 1.0353                  | 1.061                | 0.0257 | 514      |
| 6  | 14.00a | 0.9812                  | 1.0000               | 0.0188 | 376      |
|    | 14.00b | 1.0418                  | 1.0586               | 0.0168 | 336      |
| 7  | 15.00a | 0.9916                  | 1.0155               | 0.0239 | 478      |
|    | 15.00b | 1.0570                  | 1.0796               | 0.0226 | 452      |
| 8  | 16.00a | 1.0668                  | 1.1007               | 0.0339 | 678      |
|    | 16.00b | 1.0757                  | 1.1074               | 0.0317 | 634      |
| 9  | 17.00a | 0.9972                  | 1.0021               | 0.0049 | 98       |
|    | 17.00b | 1.0309                  | 1.0365               | 0.0056 | 112      |
| 10 | 18.00a | 1.0511                  | 1.0562               | 0.0051 | 102      |
|    | 18.00b | 0.9978                  | 1.0028               | 0.0050 | 100      |
| 11 | 19.00a | 1.0390                  | 1.0440               | 0.0050 | 100      |
|    | 19.00b | 1.0795                  | 1.0853               | 0.0058 | 116      |

## PERHITUNGAN REMOVAL TSS

Tabel 9 Perhitungan Penurunan TSS di INLET dan OUTLET dari jam 08.00-19.00 WIB

| Sampel    |        | mg/L TSS inlet | mg/L TSS outlet | Removal | % Removal |
|-----------|--------|----------------|-----------------|---------|-----------|
| 1         | 08.00a | 1026           | 826             | 200     | 19.49     |
|           | 08.00b | 1044           | 800             | 244     | 23.37     |
| 2         | 09.00a | 1040           | 840             | 200     | 19.23     |
|           | 09.00b | 1048           | 774             | 274     | 26.15     |
| 3         | 10.00a | 962            | 234             | 728     | 75.68     |
|           | 10.00b | 932            | 202             | 730     | 78.33     |
| 4         | 11.00a | 832            | 532             | 300     | 36.06     |
|           | 11.00b | 840            | 562             | 278     | 33.10     |
| 5         | 12.00a | 740            | 594             | 146     | 19.73     |
|           | 12.00b | 698            | 514             | 184     | 26.36     |
| 6         | 14.00a | 516            | 376             | 140     | 27.13     |
|           | 14.00b | 514            | 336             | 178     | 34.63     |
| 7         | 15.00a | 526            | 478             | 48      | 9.13      |
|           | 15.00b | 512            | 452             | 60      | 11.72     |
| 8         | 16.00a | 756            | 678             | 78      | 10.32     |
|           | 16.00b | 740            | 634             | 106     | 14.32     |
| 9         | 17.00a | 128            | 98              | 30      | 23.44     |
|           | 17.00b | 126            | 112             | 14      | 11.11     |
| 10        | 18.00a | 218            | 102             | 116     | 53.21     |
|           | 18.00b | 210            | 100             | 110     | 52.38     |
| 11        | 19.00a | 148            | 100             | 48      | 32.43     |
|           | 19.00b | 146            | 116             | 30      | 20.55     |
| Rata-rata |        | 415.21         | 286.67          | 128.55  | 19.94     |

keterangan : - menunjukkan bahwa terjadi penambahan TSS  
+ menunjukkan bahwa terjadi penambahan TSS

## PENGUKURAN AMONIUM INLET DUPLO

Tabel 10 Pengukuran Amonium di INLET dari jam 08.00-19.00 WIB

| Tanggal | Jam   | Pengukuran | Debit<br>ml/detik | Debit m <sup>3</sup> /jam | mg/L Amonium |
|---------|-------|------------|-------------------|---------------------------|--------------|
|         | 08,00 | 08.00a     | 55.75             | 0.2007                    | 3.098        |
|         |       | 08.00b     |                   |                           | 3.094        |
|         | 09,00 | 09.00a     | 30                | 0.1080                    | 2.367        |
|         |       | 09.00b     |                   |                           | 2.356        |
|         | 10,00 | 10.00a     | 14                | 0.0504                    | 1.507        |
|         |       | 10.00b     |                   |                           | 1.456        |
|         | 11,00 | 11.00a     | 8                 | 0.0288                    | 1.503        |
|         |       | 11.00b     |                   |                           | 1.423        |
|         | 12,00 | 12.00a     | 0.47              | 0.0017                    | 0.362        |
|         |       | 12.00b     |                   |                           | 0.353        |
|         | 14,00 | 14.00a     | 7.3               | 0.0263                    | 1.809        |
|         |       | 14.00b     |                   |                           | 1.802        |
|         | 15,00 | 15.00a     | 33.75             | 0.1215                    | 1.420        |
|         |       | 15.00b     |                   |                           | 1.442        |
|         | 16,00 | 16.00a     | 40.625            | 0.1463                    | 1.566        |
|         |       | 16.00b     |                   |                           | 1.499        |
|         | 17,00 | 17.00a     | 87.5              | 0.3150                    | 1.852        |
|         |       | 17.00b     |                   |                           | 1.833        |
|         | 18,00 | 18.00a     | 42.5              | 0.1530                    | 1.649        |
|         |       | 18.00b     |                   |                           | 1.668        |
|         | 19,00 | 19.00a     | 41.25             | 0.1485                    | 1.202        |
|         |       | 19.00b     |                   |                           | 1.263        |

## PENGUKURAN REMOVAL AMONIUM DUPLO

Tabel 12 Perhitungan Penurunan (Removal)  $\text{NH}_4^+$  di INLET dan OUTLET dari jam 08.00-19.00 WIB

| Tanggal                     | Jam   | Pengukuran | Debit<br>ml/detik | Debit<br>m <sup>3</sup> /jam | mg/L<br>Amonium<br>inlet | mg/L<br>Amonium<br>outlet | Removal | %<br>Removal |
|-----------------------------|-------|------------|-------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------|--------------|
|                             | 08,00 | 08.00a     | 55.75             | 0.2007                       | 3.098                    | 1.539                     | 1.559   | 50.32        |
|                             |       | 08.00b     |                   |                              | 3.094                    | 1.506                     | 1.588   | 51.33        |
|                             | 09,00 | 09.00a     | 30                | 0.1080                       | 2.367                    | 1.466                     | 0.901   | 38.07        |
|                             |       | 09.00b     |                   |                              | 2.356                    | 1.354                     | 1.002   | 42.53        |
|                             | 10,00 | 10.00a     | 14                | 0.0504                       | 1.507                    | 1.775                     | -0.268  | -17.78       |
|                             |       | 10.00b     |                   |                              | 1.456                    | 1.789                     | -0.333  | -22.87       |
|                             | 11,00 | 11.00a     | 8                 | 0.0288                       | 1.503                    | 1.687                     | -0.184  | -12.24       |
|                             |       | 11.00b     |                   |                              | 1.423                    | 1.687                     | -0.264  | -18.55       |
|                             | 12,00 | 12.00a     | 0.47              | 0.0017                       | 0.362                    | 1.458                     | -1.096  | -302.76      |
|                             |       | 12.00b     |                   |                              | 0.353                    | 1.435                     | -1.082  | -306.52      |
|                             | 14,00 | 14.00a     | 7.3               | 0.0263                       | 1.809                    | 1.550                     | 0.259   | 14.32        |
|                             |       | 14.00b     |                   |                              | 1.802                    | 1.544                     | 0.258   | 14.32        |
|                             | 15,00 | 15.00a     | 33.75             | 0.1215                       | 1.420                    | 1.531                     | -0.111  | -7.82        |
|                             |       | 15.00b     |                   |                              | 1.442                    | 1.539                     | -0.097  | -6.73        |
|                             | 16,00 | 16.00a     | 40.625            | 0.1463                       | 1.566                    | 1.667                     | -0.101  | -6.45        |
|                             |       | 16.00b     |                   |                              | 1.499                    | 1.674                     | -0.175  | -11.67       |
|                             | 17,00 | 17.00a     | 87.5              | 0.3150                       | 1.852                    | 1.624                     | 0.228   | 12.31        |
|                             |       | 17.00b     |                   |                              | 1.833                    | 1.640                     | 0.193   | 10.53        |
|                             | 18,00 | 18.00a     | 42.5              | 0.1530                       | 1.649                    | 1.562                     | 0.087   | 5.28         |
|                             |       | 18.00b     |                   |                              | 1.668                    | 1.568                     | 0.100   | 6.00         |
|                             | 19,00 | 19.00a     | 41.25             | 0.1485                       | 1.202                    | 1.507                     | -0.305  | -25.37       |
|                             |       | 19.00b     |                   |                              | 1.263                    | 1.490                     | -0.227  | -17.97       |
| RATA-RATA KANDUNGAN AMONIUM |       |            |                   |                              | 1.107                    | 1.048                     | 0.059   | 5.290        |

keterangan : - menunjukkan bahwa terjadi penambahan  $\text{NH}_4^+$   
+ menunjukkan bahwa terjadi penambahan  $\text{NH}_4^+$

The logo of Universitas Islam Indonesia is a large, light gray watermark in the background. It features a shield-like shape with the word "ISLAM" at the top, "UNIVERSITAS" on the left, and "INDONESIA" on the right. In the center is a stylized flame or flower. Below the shield is a line of Arabic calligraphy.

*LAMPIRAN 3*

UJI ANOVA COD, TSS, AMONIUM

## LAMPIRAN 3

**UJI ANOVA COD INLET DAN OUTLET**

Tabel 13 Uji Anova COD di INLET dan OUTLET dari jam 08.00-19.00 WIB

| NO               | WAKTU       | INLET       | INLET <sup>2</sup> | OUTLET      | OUTLET <sup>2</sup> |
|------------------|-------------|-------------|--------------------|-------------|---------------------|
| 1                | 08,00a      | 354.309     | 125535.095         | 233.000     | 54289.000           |
| 2                | 08,00b      | 347.945     | 121065.390         | 252.000     | 63504.000           |
| 3                | 09,00a      | 201.554     | 40624.064          | 151.000     | 22801.000           |
| 4                | 09,00b      | 214.284     | 45917.513          | 151.000     | 22801.000           |
| 5                | 10,00a      | 137.906     | 19018.098          | 112.000     | 12544.000           |
| 6                | 10,00b      | 125.177     | 15669.162          | 138.000     | 19044.000           |
| 7                | 11,00a      | 570.713     | 325712.782         | 214.000     | 45796.000           |
| 8                | 11,00b      | 583.442     | 340404.709         | 214.000     | 45796.000           |
| 9                | 12,00a      | 965.330     | 931862.244         | 162.000     | 26244.000           |
| 10               | 12,00b      | 952.601     | 907447.754         | 187.000     | 34969.000           |
| 11               | 14,00a      | 262.214     | 68756.392          | 150.000     | 22500.000           |
| 12               | 14,00b      | 262.214     | 68756.392          | 187.000     | 34969.000           |
| 13               | 15,00a      | 193.539     | 37457.422          | 200.000     | 40000.000           |
| 14               | 15,00b      | 187.296     | 35079.792          | 212.000     | 44944.000           |
| 15               | 16,00a      | 199.782     | 39913.007          | 175.000     | 30625.000           |
| 16               | 16,00b      | 262.214     | 68756.392          | 181.000     | 32761.000           |
| 17               | 17,00a      | 124.928     | 15607.005          | 62.000      | 3844.000            |
| 18               | 17,00b      | 124.928     | 15607.005          | 87.000      | 7569.000            |
| 19               | 18,00a      | 137.421     | 18884.476          | 100.000     | 10000.000           |
| 20               | 18,00b      | 137.421     | 18884.476          | 112.000     | 12544.000           |
| 21               | 19,00a      | 149.914     | 22474.087          | 112.000     | 12544.000           |
| 22               | 19,00b      | 149.914     | 22474.087          | 112.000     | 12544.000           |
| STATISTIK        |             |             | TOTAL              |             |                     |
| n                |             | 22          | 22                 | 44          |                     |
| $\sum X$         |             | 6645.045    | 3504.000           | 10149.045   |                     |
| $\sum X^2$       |             | 3305907.345 | 612632.000         | 3918539.345 |                     |
| $\bar{x}$        |             | 302.048     | 159.273            | 461.320     |                     |
| $(\sum X)^2/n_A$ |             | 2007119.360 | 558091.636         | 2565210.996 |                     |
| $JK_A$           | 224231.024  |             |                    |             |                     |
| $dk_A$           | 1           |             |                    |             |                     |
| $KR_A$           | 224231.024  |             |                    |             |                     |
| $JK_D$           | 1353328.349 |             |                    |             |                     |
| $dk_D$           | 42          |             |                    |             |                     |
| $KR_D$           | 32222.104   |             |                    |             |                     |
| $F_{hitung}$     | 6.959       |             |                    |             |                     |
| $F_{tabel}$      | 4.07        |             |                    |             |                     |

## UJI ANOVA TSS INLET DAN OUTLET

Tabel 14 Uji Anova TSS di INLET dan OUTLET dari jam 08.00-19.00 WIB

| NO                  | WAKTU       | INLET   | INLET <sup>2</sup> | OUTLET | OUTLET <sup>2</sup> |
|---------------------|-------------|---------|--------------------|--------|---------------------|
| 1                   | 08,00a      | 1026    | 1052676            | 826    | 682276              |
| 2                   | 08,00b      | 1044    | 1089936            | 800    | 640000              |
| 3                   | 09,00a      | 1040    | 1081600            | 840    | 705600              |
| 4                   | 09,00b      | 1048    | 1098304            | 774    | 599076              |
| 5                   | 10,00a      | 962     | 925444             | 234    | 54756               |
| 6                   | 10,00b      | 932     | 868624             | 202    | 40804               |
| 7                   | 11,00a      | 832     | 692224             | 532    | 283024              |
| 8                   | 11,00b      | 840     | 705600             | 562    | 315844              |
| 9                   | 12,00a      | 740     | 547600             | 594    | 352836              |
| 10                  | 12,00b      | 698     | 487204             | 514    | 264196              |
| 11                  | 14,00a      | 516     | 266256             | 376    | 141376              |
| 12                  | 14,00b      | 514     | 264196             | 336    | 112896              |
| 13                  | 15,00a      | 526     | 276676             | 478    | 228484              |
| 14                  | 15,00b      | 512     | 262144             | 452    | 204304              |
| 15                  | 16,00a      | 756     | 571536             | 678    | 459684              |
| 16                  | 16,00b      | 740     | 547600             | 634    | 401956              |
| 17                  | 17,00a      | 128     | 16384              | 98     | 9604                |
| 18                  | 17,00b      | 126     | 15876              | 112    | 12544               |
| 19                  | 18,00a      | 218     | 47524              | 102    | 10404               |
| 20                  | 18,00b      | 210     | 44100              | 100    | 10000               |
| 21                  | 19,00a      | 148     | 21904              | 100    | 10000               |
| 22                  | 19,00b      | 146     | 21316              | 116    | 13456               |
| STATISTIK           |             |         | TOTAL              |        |                     |
| n                   | 22          | 22      | 44                 |        |                     |
| $\sum X$            | 13702       | 9460    | 23162              |        |                     |
| $\sum X^2$          | 10904724    | 5553120 | 16457844           |        |                     |
| $\bar{X}$           | 622.818     | 430     | 1052.818           |        |                     |
| $(\sum X)^2/n_{Ai}$ | 8533854.727 | 4067800 | 12601654.727       |        |                     |
| JK <sub>A</sub>     | 408967.364  |         |                    |        |                     |
| dk <sub>A</sub>     | 1           |         |                    |        |                     |
| KR <sub>A</sub>     | 408967.364  |         |                    |        |                     |
| JK <sub>D</sub>     | 3856189.273 |         |                    |        |                     |
| dk <sub>D</sub>     | 42          |         |                    |        |                     |
| KR <sub>D</sub>     | 91814.030   |         |                    |        |                     |
| F <sub>hitung</sub> | 4.454       |         |                    |        |                     |
| F <sub>tabel</sub>  | 4.07        |         |                    |        |                     |

## UJI ANOVA AMONIUM INLET DAN OUTLET

Tabel 15 Uji Anova Amonium di INLET dan OUTLET dari jam 08.00-19.00 WIB

| NO                  | WAKTU   | INLET    | INLET <sup>2</sup> | OUTLET    | OUTLET <sup>2</sup> |
|---------------------|---------|----------|--------------------|-----------|---------------------|
| 1                   | 08,00a  | 3.098    | 9.59760            | 1.539     | 2.36852             |
| 2                   | 08,00b  | 3.094    | 9.57284            | 1.506     | 2.26804             |
| 3                   | 09,00a  | 2.367    | 5.60269            | 1.466     | 2.14916             |
| 4                   | 09,00b  | 2.356    | 5.55074            | 1.354     | 1.83332             |
| 5                   | 10,00a  | 1.507    | 2.27105            | 1.775     | 3.15063             |
| 6                   | 10,00b  | 1.456    | 2.11994            | 1.789     | 3.20052             |
| 7                   | 11,00a  | 1.503    | 2.25901            | 1.687     | 2.84597             |
| 8                   | 11,00b  | 1.423    | 2.02493            | 1.687     | 2.84597             |
| 9                   | 12,00a  | 0.362    | 0.13104            | 1.458     | 2.12576             |
| 10                  | 12,00b  | 0.353    | 0.12461            | 1.435     | 2.05923             |
| 11                  | 14,00a  | 1.809    | 3.27248            | 1.550     | 2.40250             |
| 12                  | 14,00b  | 1.802    | 3.24720            | 1.544     | 2.38394             |
| 13                  | 15,00a  | 1.420    | 2.01640            | 1.531     | 2.34396             |
| 14                  | 15,00b  | 1.442    | 2.07936            | 1.539     | 2.36852             |
| 15                  | 16,00a  | 1.566    | 2.45236            | 1.667     | 2.77889             |
| 16                  | 16,00b  | 1.499    | 2.24700            | 1.674     | 2.80228             |
| 17                  | 17,00a  | 1.852    | 3.42990            | 1.624     | 2.63738             |
| 18                  | 17,00b  | 1.833    | 3.35989            | 1.640     | 2.68960             |
| 19                  | 18,00a  | 1.649    | 2.71920            | 1.562     | 2.43984             |
| 20                  | 18,00b  | 1.668    | 2.78222            | 1.568     | 2.45862             |
| 21                  | 19,00a  | 1.202    | 1.44480            | 1.507     | 2.27105             |
| 22                  | 19,00b  | 1.263    | 1.59517            | 1.490     | 2.22010             |
| STATISTIK           |         |          |                    | TOTAL     |                     |
| n                   |         | 22       | 22                 | 44        |                     |
| $\sum X$            |         | 36.52400 | 34.59200           | 71.11600  |                     |
| $\sum X^2$          |         | 69.90044 | 54.64378           | 124.54422 |                     |
| $\bar{x}$           |         | 1.66018  | 1.57236            | 3.23255   |                     |
| $(\sum X)^2/n_{Ai}$ |         | 60.63648 | 54.39120           | 115.02768 |                     |
| JK <sub>A</sub>     | 0.08    |          |                    |           |                     |
| dk <sub>A</sub>     | 1       |          |                    |           |                     |
| KR <sub>A</sub>     | 0.08483 |          |                    |           |                     |
| JK <sub>D</sub>     | 9.51653 |          |                    |           |                     |
| dk <sub>D</sub>     | 42      |          |                    |           |                     |
| KR <sub>D</sub>     | 0.22658 |          |                    |           |                     |
| F <sub>hitung</sub> | 0.37440 |          |                    |           |                     |
| F <sub>tabel</sub>  | 4.07    |          |                    |           |                     |

Keterangan Uji Anova COD, TSS dan Amonium di INLET dan OUTLET dari jam 08.00-19.00 WIB

Keterangan :

A : Pengujian I  
B : Pengujian II

$$\begin{aligned} JK_A &= ((\sum X_i)^2/n_i) + (\sum X_o)^2/n_o - ((\sum X_i + \sum X_o)^2/(n_i + n_o)) \\ dkA &= a-1 \\ KR_A &= JK_A / dkA \\ JK_D &= (\sum X_i^2 + \sum X_o^2) - ((\sum X_i)^2/n_i) - ((\sum X_o)^2/n_o) \\ dkD &= (n_i + n_o) - a \\ KR_D &= JK_D / dkD \\ F_{hitung} &= KR_A / KR_D \\ F_{tabel} & \text{ (lihat lampiran tabel F)} \end{aligned}$$

Dengan pengujian anova yang sama diatas untuk parameter COD, TSS dan Amonium maka diperoleh:

1.  $F_{hitung} \text{ COD} = 6,959$  dan  $F_{tabel} \text{ COD} = 4,07$

Karena  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , maka  $H_0$  ditolak.

Artinya : Ada perbedaan data yang signifikan antara kedua lokasi pengujian

2.  $F_{hitung} \text{ TSS} = 4,454$  dan  $F_{tabel} \text{ TSS} = 4,07$

Kesimpulan :

Karena  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , maka  $H_0$  ditolak.

Artinya : Ada perbedaan data yang signifikan antara kedua lokasi pengujian

3.  $F_{hitung} \text{ Amonium} = 0,37440$  dan  $F_{tabel} \text{ Amonium} = 4,07$

Kesimpulan :

Kesimpulan :

Karena  $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ , maka  $H_0$  diterima.

Artinya : Tidak ada perbedaan data yang signifikan antara kedua lokasi pengujian

The logo of Universitas Islam Indonesia is a large, light gray watermark in the background. It features a shield-like shape with the word "ISLAM" at the top, "UNIVERSITAS" on the left, and "INDONESIA" on the right. In the center is a stylized flower or star symbol. Below the shield is a line of Arabic calligraphy.

*LAMPIRAN 4*

**HASIL ANALISA DATA KUISIONER SECARA  
DISKRIPTIF**

#### LAMPIRAN 4

Tabel 1 Statistik Deskriptif

|                        |         | sumber<br>air | kebutuhan<br>air | jumlah<br>kamar<br>mandi | jumlah<br>dapur | jumlah<br>MCK | sumber<br>limbah |
|------------------------|---------|---------------|------------------|--------------------------|-----------------|---------------|------------------|
| N                      | Valid   | 20            | 20               | 20                       | 20              | 20            | 20               |
|                        | Missing | 0             | 0                | 0                        | 0               | 0             | 0                |
| Mean                   |         | 1.30          | 2.65             | 1.45                     | 1.30            | 2.15          | 3.70             |
| Std. Error of Mean     |         | .105          | .221             | .170                     | .147            | .167          | .448             |
| Median                 |         | 1.00          | 2.00             | 1.00                     | 1.00            | 2.00          | 3.00             |
| Mode                   |         | 1             | 2                | 1                        | 1               | 2             | 3                |
| Std. Deviation         |         | .470          | .988             | .759                     | .657            | .745          | 2.003            |
| Variance               |         | .221          | .976             | .576                     | .432            | .555          | 4.011            |
| Skewness               |         | .945          | .808             | 1.389                    | 2.079           | -.257         | .634             |
| Std. Error of Skewness |         | .512          | .512             | .512                     | .512            | .512          | .512             |
| Kurtosis               |         | -1.242        | .230             | .412                     | 3.176           | -1.043        | -.318            |
| Std. Error of Kurtosis |         | .992          | .992             | .992                     | .992            | .992          | .992             |
| Range                  |         | 1             | 4                | 2                        | 2               | 2             | 7                |
| Minimum                |         | 1             | 1                | 1                        | 1               | 1             | 1                |
| Maximum                |         | 2             | 5                | 3                        | 3               | 3             | 8                |
| Sum                    |         | 26            | 53               | 29                       | 26              | 43            | 74               |

Tabel 2 Karakteristik Responden Berdasarkan Sumber Air

|       |           | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative<br>Percent |
|-------|-----------|-----------|---------|---------------|-----------------------|
| Valid | air sumur | 14        | 70.0    | 70.0          | 70.0                  |
|       | PDAM      | 6         | 30.0    | 30.0          | 100.0                 |
|       | Total     | 20        | 100.0   | 100.0         |                       |

Tabel 3 Karakteristik Responden Berdasarkan Kebutuhan Air

|       |                    | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|-------|--------------------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| Valid | <50 liter/hari     | 1         | 5.0     | 5.0           | 5.0                |
|       | 50-100 liter/hari  | 10        | 50.0    | 50.0          | 55.0               |
|       | 100-150 liter/hari | 5         | 25.0    | 25.0          | 80.0               |
|       | 150-200 liter/hari | 3         | 15.0    | 15.0          | 95.0               |
|       | >200 liter/hari    | 1         | 5.0     | 5.0           | 100.0              |
|       | Total              | 20        | 100.0   | 100.0         |                    |

Tabel 4 Karakteristik Responden Berdasarkan Jumlah Kamar Mandi

|       |             | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|-------|-------------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| Valid | 1 buah      | 14        | 70.0    | 70.0          | 70.0               |
|       | 2 buah      | 3         | 15.0    | 15.0          | 85.0               |
|       | tidak punya | 3         | 15.0    | 15.0          | 100.0              |
|       | Total       | 20        | 100.0   | 100.0         |                    |

Tabel 5 Karakteristik Responden Berdasarkan Jumlah Dapur

|       |             | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|-------|-------------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| Valid | 1 buah      | 16        | 80.0    | 80.0          | 80.0               |
|       | 2 buah      | 2         | 10.0    | 10.0          | 90.0               |
|       | tidak punya | 2         | 10.0    | 10.0          | 100.0              |
|       | Total       | 20        | 100.0   | 100.0         |                    |

Tabel 6 Karakteristik Responden Berdasarkan Jumlah MCK

|       |        | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|-------|--------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| Valid | 1 buah | 4         | 20.0    | 20.0          | 20.0               |
|       | 2 buah | 9         | 45.0    | 45.0          | 65.0               |
|       | 3 buah | 7         | 35.0    | 35.0          | 100.0              |
|       | Total  | 20        | 100.0   | 100.0         |                    |

Tabel 7 Karakteristik Responden Berdasarkan Sumber Limbah

|       |                                                        | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|-------|--------------------------------------------------------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| Valid | air mandi, air cucian, air WC                          | 3         | 15.0    | 15.0          | 15.0               |
|       | sisa minuman                                           | 1         | 5.0     | 5.0           | 20.0               |
|       | air mandi, air cucian, air WC, air dapur, sisa makanan | 9         | 45.0    | 45.0          | 65.0               |
|       | air WC                                                 | 1         | 5.0     | 5.0           | 70.0               |
|       | air mandi                                              | 1         | 5.0     | 5.0           | 75.0               |
|       | air mandi, air cuci pakaian, air dapur                 | 3         | 15.0    | 15.0          | 90.0               |
|       | air cuci pakaian                                       | 1         | 5.0     | 5.0           | 95.0               |
|       | air mandi, air WC, Air cuci pakaian, Sisa minuman      | 1         | 5.0     | 5.0           | 100.0              |
|       | Total                                                  | 20        | 100.0   | 100.0         |                    |

Tabel 8 Statistik Deskriptif

|                        |         | Persepsi warga ttg adanya IPAL | Penggunaan Fasilitas IPAL Komunal | Biaya Perawatan IPAL Komunal | Masalah yang ada pada IPAL Komunal | Pengelolaan IPAL Komunal | Keterlibatan warga terhadap IPAL |
|------------------------|---------|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| N                      | Valid   | 20                             | 20                                | 20                           | 20                                 | 20                       | 20                               |
|                        | Missing | 0                              | 0                                 | 0                            | 0                                  | 0                        | 0                                |
| Mean                   |         | 1.60                           | 1.65                              | 1.85                         | 1.55                               | 1.95                     | 1.30                             |
| Std. Error of Mean     |         | .222                           | .109                              | .082                         | .114                               | .050                     | .105                             |
| Median                 |         | 1.00                           | 2.00                              | 2.00                         | 2.00                               | 2.00                     | 1.00                             |
| Mode                   |         | 1                              | 2                                 | 2                            | 2                                  | 2                        | 1                                |
| Std. Deviation         |         | .995                           | .489                              | .366                         | .510                               | .224                     | .470                             |
| Variance               |         | .989                           | .239                              | .134                         | .261                               | .050                     | .221                             |
| Skewness               |         | 1.298                          | -.681                             | -2.123                       | -.218                              | -4.472                   | .945                             |
| Std. Error of Skewness |         | .512                           | .512                              | .512                         | .512                               | .512                     | .512                             |
| Kurtosis               |         | .178                           | -1.719                            | 2.776                        | -2.183                             | 20.000                   | -1.242                           |
| Std. Error of Kurtosis |         | .992                           | .992                              | .992                         | .992                               | .992                     | .992                             |
| Range                  |         | 3                              | 1                                 | 1                            | 1                                  | 1                        | 1                                |
| Minimum                |         | 1                              | 1                                 | 1                            | 1                                  | 1                        | 1                                |
| Maximum                |         | 4                              | 2                                 | 2                            | 2                                  | 2                        | 2                                |

|             |    |      |      |      |      |      |      |
|-------------|----|------|------|------|------|------|------|
| Sum         |    | 32   | 33   | 37   | 31   | 39   | 26   |
| Percentiles | 10 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 2.00 | 1.00 |
|             | 20 | 1.00 | 1.00 | 2.00 | 1.00 | 2.00 | 1.00 |
|             | 25 | 1.00 | 1.00 | 2.00 | 1.00 | 2.00 | 1.00 |
|             | 30 | 1.00 | 1.00 | 2.00 | 1.00 | 2.00 | 1.00 |
|             | 40 | 1.00 | 2.00 | 2.00 | 1.00 | 2.00 | 1.00 |
|             | 50 | 1.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 1.00 |
|             | 60 | 1.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 1.00 |
|             | 70 | 1.70 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 1.70 |
|             | 75 | 2.75 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 |
|             | 80 | 3.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 |
|             | 90 | 3.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 |

Tabel 9 Persepsi Warga tentang adanya IPAL

|       |                                          | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|-------|------------------------------------------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| Valid | Tahu dan setuju tentang IPAL             | 14        | 70.0    | 70.0          | 70.0               |
|       | tahu dan tidak setuju tentang IPAL       | 1         | 5.0     | 5.0           | 75.0               |
|       | tidak tahu dan setuju tentang IPAL       | 4         | 20.0    | 20.0          | 95.0               |
|       | tidak tahu dan tidak setuju tentang IPAL | 1         | 5.0     | 5.0           | 100.0              |
|       | Total                                    | 20        | 100.0   | 100.0         |                    |

Tabel 10 Persepsi Warga tentang Penggunaan IPAL komunal

|       |                        | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|-------|------------------------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| Valid | Menggunakan IPAL       | 7         | 35.0    | 35.0          | 35.0               |
|       | tidak menggunakan IPAL | 13        | 65.0    | 65.0          | 100.0              |
|       | Total                  | 20        | 100.0   | 100.0         |                    |

Tabel 11 Persepsi Warga tentang Biaya Perawatan IPAL komunal

|       |                            | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|-------|----------------------------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| Valid | ada biaya pengolahan       | 3         | 15.0    | 15.0          | 15.0               |
|       | tidak ada biaya pengolahan | 17        | 85.0    | 85.0          | 100.0              |
|       | Total                      | 20        | 100.0   | 100.0         |                    |

Tabel 12 Persepsi Warga tentang Masalah yang ada pada IPAL komunal

|       |                              | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|-------|------------------------------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| Valid | pernah terjadi masalah       | 9         | 45.0    | 45.0          | 45.0               |
|       | tidak pernah terjadi masalah | 11        | 55.0    | 55.0          | 100.0              |
|       | Total                        | 20        | 100.0   | 100.0         |                    |

Tabel 13 Persepsi Warga tentang Pengelolaan IPAL Komunal

|       |                            | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|-------|----------------------------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| Valid | ada pengelolaan IPAL       | 1         | 5.0     | 5.0           | 5.0                |
|       | tidak ada pengelolaan IPAL | 19        | 95.0    | 95.0          | 100.0              |
|       | Total                      | 20        | 100.0   | 100.0         |                    |

Tabel 14 Persepsi tentang Keterlibatan warga terhadap IPAL Komunal

|       |                                 | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|-------|---------------------------------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| Valid | warga terlibat pengelolaan IPAL | 14        | 70.0    | 70.0          | 70.0               |
|       | warga tidak terlibat            | 6         | 30.0    | 30.0          | 100.0              |
|       | Total                           | 20        | 100.0   | 100.0         |                    |

The logo of Universitas Islam Indonesia is a large, light gray watermark in the background. It features a shield-like shape with the word "ISLAM" at the top, "UNIVERSITAS" on the left, and "INDONESIA" on the right. In the center is a stylized flower or star symbol. Below the shield is a line of Arabic calligraphy.

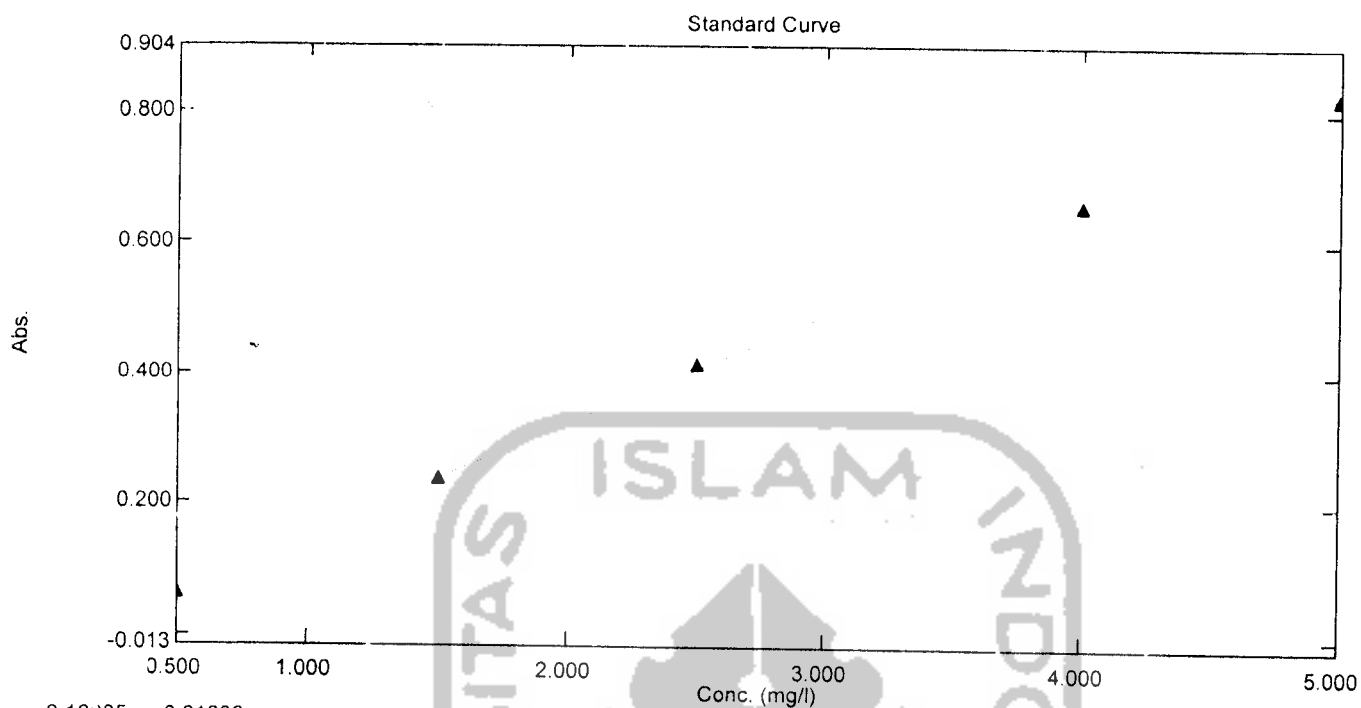
*LAMPIRAN 5*

**HASIL ANALISA LABORATORIUM DATA  
AMONIUM SECARA TRIPLO**

# Standard Table Report

02/04/2006 10:49:31 PM

File Name: C:\Program Files\Shimadzu\UVProbe\Data\NH4 Adinugroho.pho



$y = 0.19885x - 0.01600$   
 $r^2$  Correlation Coefficient = 0.99971  
Standard Error of Estimate = 0.00607

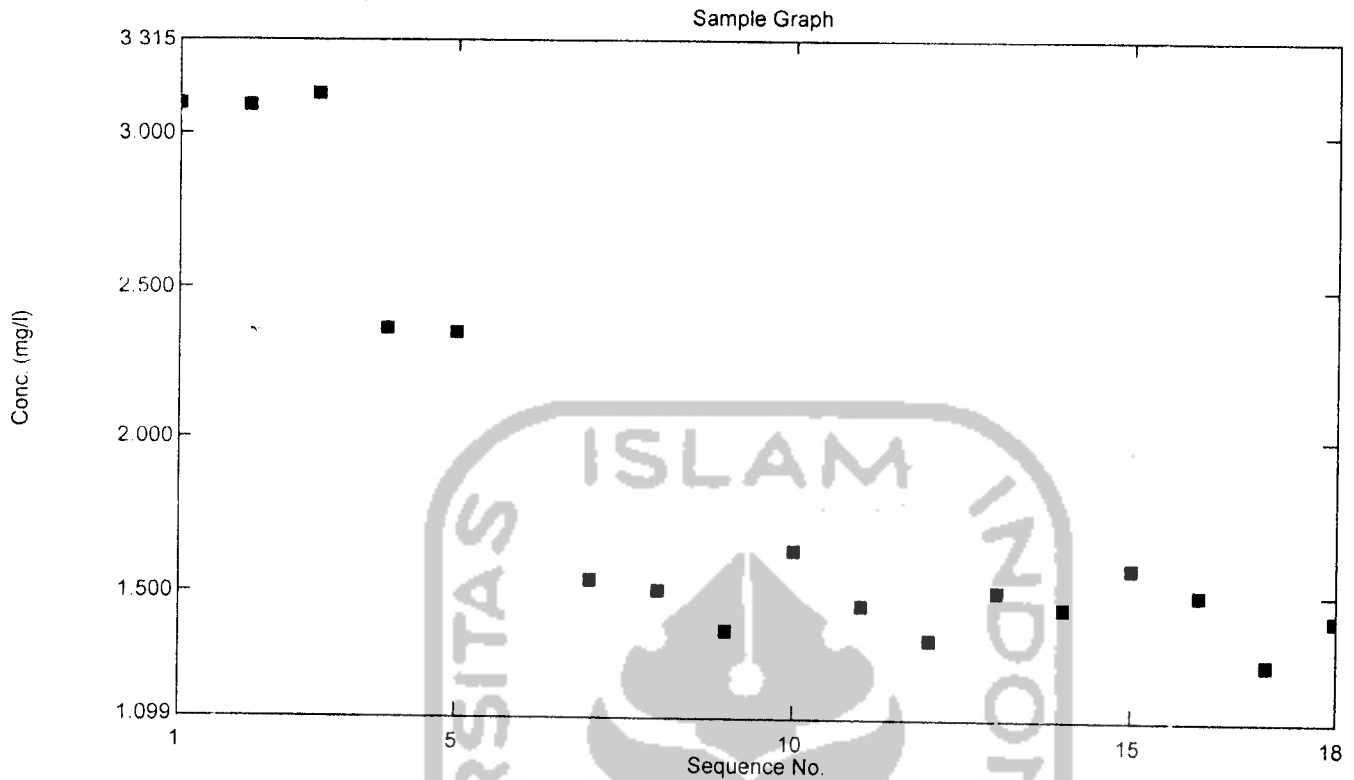
Standard Table

|   | Sample ID  | Type     | Ex | Conc  | WL420 | Wgt.Factor | Comments |
|---|------------|----------|----|-------|-------|------------|----------|
| 1 | Standard 1 | Standard |    | 0.500 | 0.063 | 1.000      |          |
| 2 | Standard 2 | Standard |    | 1.500 | 0.238 | 1.000      |          |
| 3 | Standard 3 | Standard |    | 2.500 | 0.414 | 1.000      |          |
| 4 | Standard 4 | Standard |    | 4.000 | 0.660 | 1.000      |          |
| 5 | Standard 5 | Standard |    | 5.000 | 0.824 | 1.000      |          |
| 6 |            |          |    |       |       |            |          |

# Sample Table Report

02/04/2006 10:50:42 PM

File Name: C:\Program Files\Shimadzu\UVProbe\Data\NH4 Adinugroho.pho



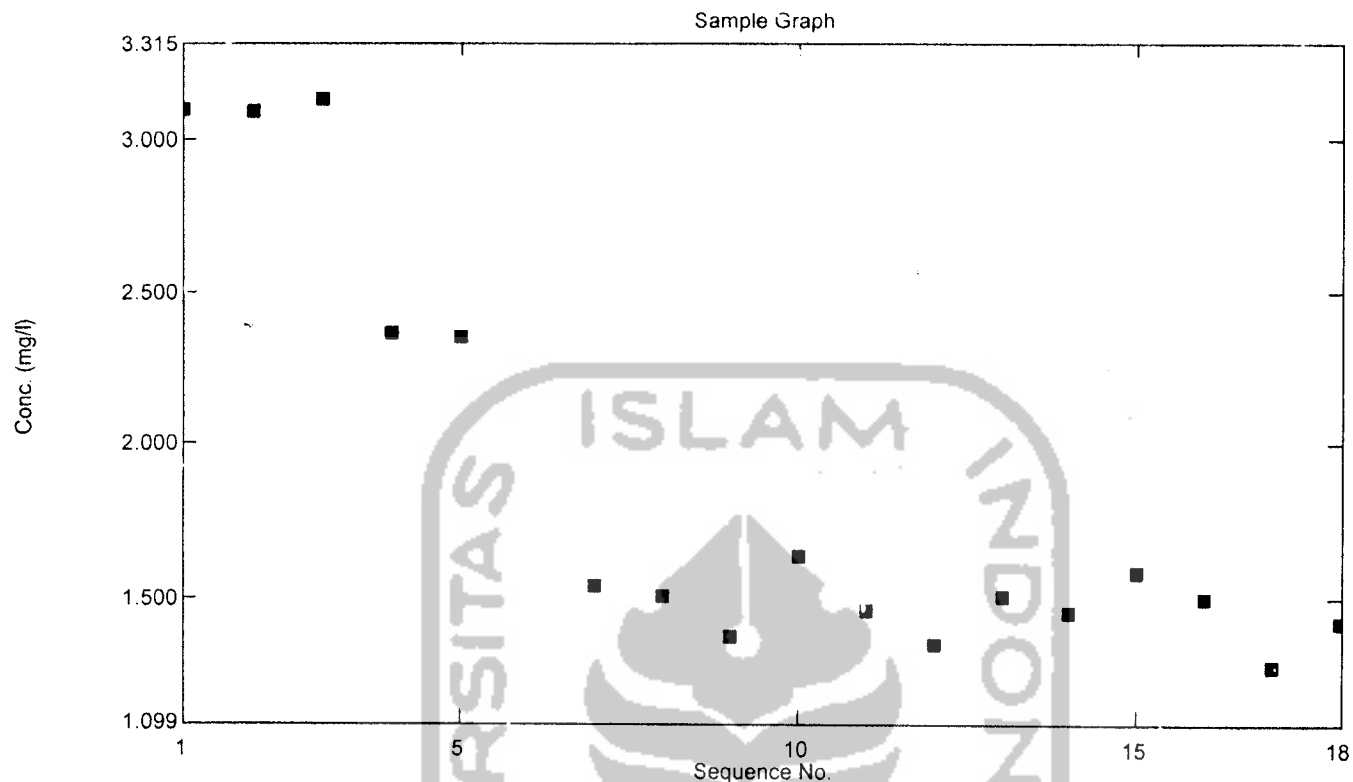
Sample Table

|    | Sample ID | Type    | Ex | Conc  | WL420 | Comments |
|----|-----------|---------|----|-------|-------|----------|
| 1  | Inlet 1a  | Unknown |    | 3.098 | 0.507 |          |
| 2  | Inlet 1b  | Unknown |    | 3.094 | 0.506 |          |
| 3  | inlet 1c  | Unknown |    | 3.130 | 0.513 |          |
| 4  | Inlet 2a  | Unknown |    | 2.367 | 0.384 |          |
| 5  | Inlet 2b  | Unknown |    | 2.356 | 0.382 |          |
| 6  | Inlet 2c  | Unknown | ✓  | 4.226 | 0.698 |          |
| 7  | Outlet 1a | Unknown |    | 1.539 | 0.244 |          |
| 8  | Outlet 1b | Unknown |    | 1.506 | 0.238 |          |
| 9  | Outlet 1c | Unknown |    | 1.378 | 0.217 |          |
| 10 | outlet 2a | Unknown |    | 1.636 | 0.260 |          |
| 11 | Outlet 2b | Unknown |    | 1.466 | 0.232 |          |
| 12 | Outlet 2c | Unknown |    | 1.354 | 0.213 |          |
| 13 | Inlet 3a  | Unknown |    | 1.507 | 0.239 |          |
| 14 | inlet 3b  | Unknown |    | 1.456 | 0.230 |          |
| 15 | Inlet 3c  | Unknown |    | 1.586 | 0.252 |          |
| 16 | Inlet 4a  | Unknown |    | 1.503 | 0.238 |          |
| 17 | Inlet 4b  | Unknown |    | 1.284 | 0.201 |          |
| 18 | inlet 4c  | Unknown |    | 1.423 | 0.224 |          |

# Sample Table Report

02/04/2006 10:50:42 PM

File Name: C:\Program Files\Shimadzu\UVProbe\Data\NH4 Adinugroho.pho



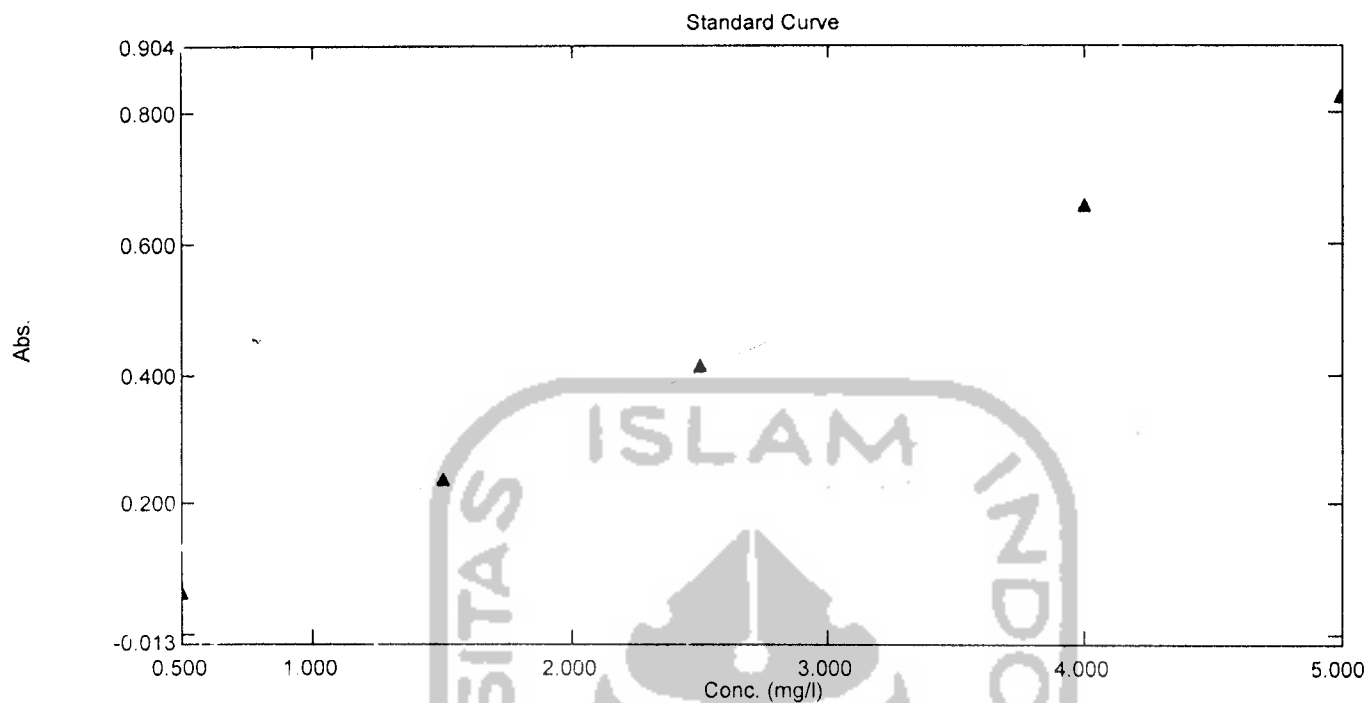
Sample Table

|    | Sample ID | Type | Ex | Conc | WL420 | Comments |
|----|-----------|------|----|------|-------|----------|
| 19 |           |      |    |      |       |          |

# Standard Table Report

02/04/2006 10:52:42 PM

File Name: C:\Program Files\Shimadzu\UVProbe\Data\Adi amonia 2.pho



$y = 0.1688x - 0.01600$   
 $r^2$  Correlation Coefficient = 0.99971  
Standard Error of Estimate = 0.00607

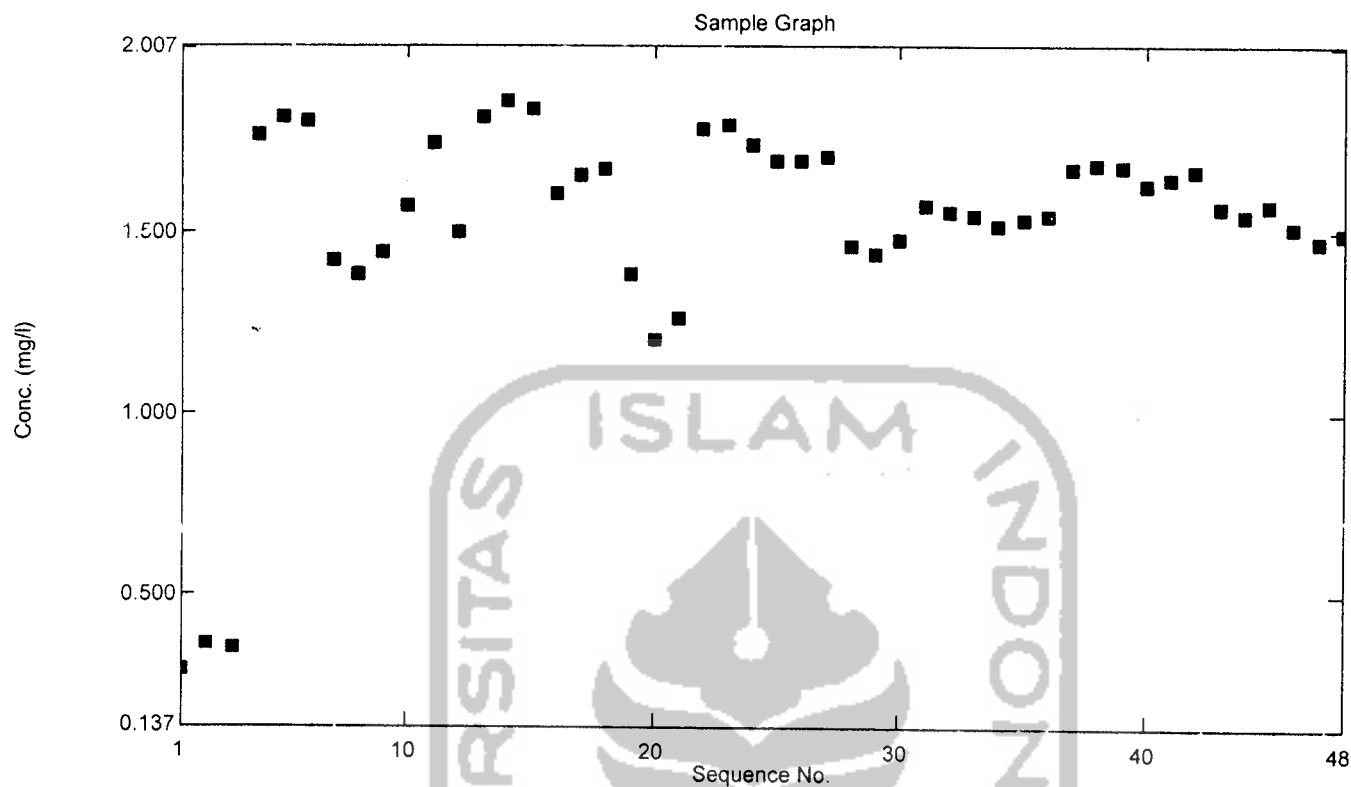
Standard Table

|   | Sample ID  | Type     | Ex | Conc  | WL420 | Wgt.Factor | Comments |
|---|------------|----------|----|-------|-------|------------|----------|
| 1 | Standard 1 | Standard |    | 0.500 | 0.063 | 1.000      |          |
| 2 | Standard 2 | Standard |    | 1.500 | 0.238 | 1.000      |          |
| 3 | Standard 3 | Standard |    | 2.500 | 0.414 | 1.000      |          |
| 4 | Standard 4 | Standard |    | 4.000 | 0.660 | 1.000      |          |
| 5 | Standard 5 | Standard |    | 5.000 | 0.824 | 1.000      |          |
| 6 |            |          |    |       |       |            |          |

# Sample Table Report

02/04/2006 10:53:42 PM

File Name: C:\Program Files\Shimadzu\UVProbe\Data\Adi amonia 2.pho



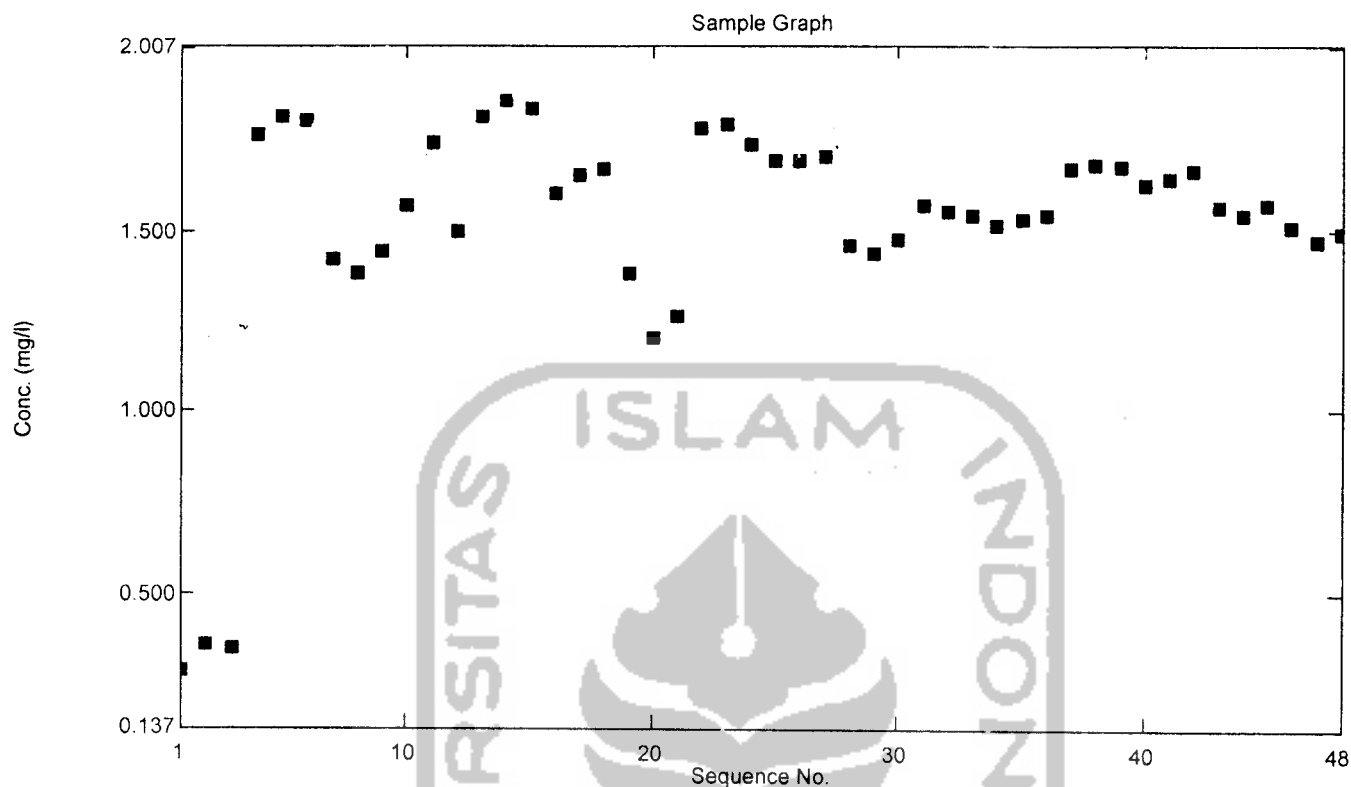
Sample Table

|    | Sample ID | Type    | Ex | Conc  | WL420 | Comments |
|----|-----------|---------|----|-------|-------|----------|
| 1  | Inlet 12a | Unknown |    | 0.293 | 0.033 |          |
| 2  | Inlet 12b | Unknown |    | 0.362 | 0.045 |          |
| 3  | Inlet 12c | Unknown |    | 0.353 | 0.044 |          |
| 4  | Inlet 14a | Unknown |    | 1.761 | 0.281 |          |
| 5  | Inlet 14b | Unknown |    | 1.809 | 0.289 |          |
| 6  | Inlet 14c | Unknown |    | 1.802 | 0.288 |          |
| 7  | Inlet 15a | Unknown |    | 1.420 | 0.224 |          |
| 8  | Inlet 15b | Unknown |    | 1.384 | 0.218 |          |
| 9  | Inlet 15c | Unknown |    | 1.442 | 0.228 |          |
| 10 | Inlet 16a | Unknown |    | 1.566 | 0.248 |          |
| 11 | inlet 16b | Unknown |    | 1.740 | 0.278 |          |
| 12 | inlet 16c | Unknown |    | 1.499 | 0.237 |          |
| 13 | inlet 17a | Unknown |    | 1.807 | 0.289 |          |
| 14 | inlet 17b | Unknown |    | 1.852 | 0.297 |          |
| 15 | inlet 17c | Unknown |    | 1.833 | 0.293 |          |
| 16 | inlet 18a | Unknown |    | 1.600 | 0.254 |          |
| 17 | inlet 18b | Unknown |    | 1.649 | 0.262 |          |
| 18 | inlet 18c | Unknown |    | 1.668 | 0.266 |          |

# Sample Table Report

02/04/2006 10:53:42 PM

File Name: C:\Program Files\Shimadzu\UVProbe\Data\Adi amonia 2.pho



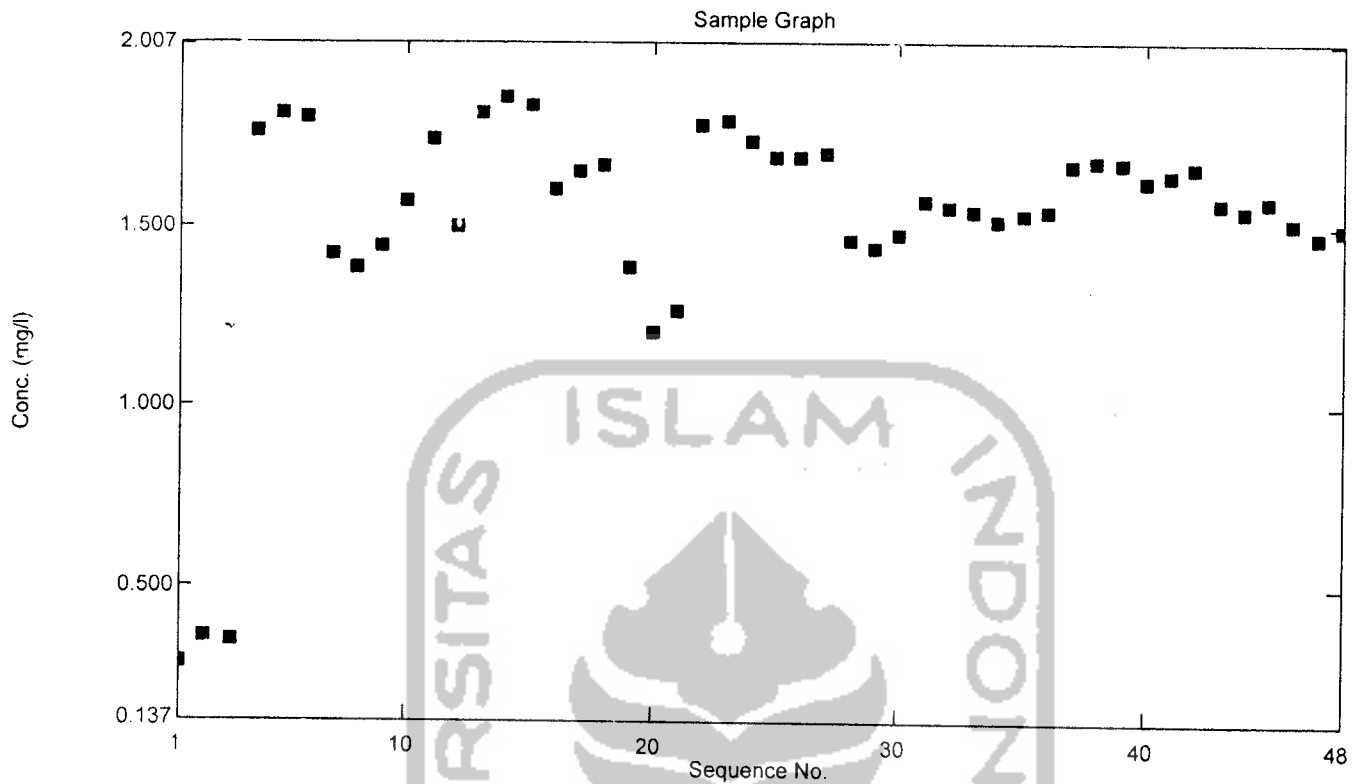
Sample Table

|    | Sample ID  | Type    | Ex | Conc  | WL420 | Comments |
|----|------------|---------|----|-------|-------|----------|
| 19 | inlet 19a  | Unknown |    | 1.382 | 0.217 |          |
| 20 | inlet 19b  | Unknown |    | 1.202 | 0.187 |          |
| 21 | inlet 19c  | Unknown |    | 1.263 | 0.197 |          |
| 22 | outlet 10a | Unknown |    | 1.775 | 0.284 |          |
| 23 | outlet 10b | Unknown |    | 1.789 | 0.286 |          |
| 24 | outlet 10c | Unknown |    | 1.734 | 0.277 |          |
| 25 | outlet 11a | Unknown |    | 1.687 | 0.269 |          |
| 26 | outlet 11b | Unknown |    | 1.687 | 0.269 |          |
| 27 | outlet 11c | Unknown |    | 1.700 | 0.271 |          |
| 28 | outlet 12a | Unknown |    | 1.458 | 0.230 |          |
| 29 | outlet 12b | Unknown |    | 1.435 | 0.226 |          |
| 30 | outlet 12c | Unknown |    | 1.473 | 0.233 |          |
| 31 | outlet 14a | Unknown |    | 1.570 | 0.249 |          |
| 32 | outlet 14b | Unknown |    | 1.550 | 0.246 |          |
| 33 | outlet 14c | Unknown |    | 1.544 | 0.245 |          |
| 34 | outlet 15a | Unknown |    | 1.512 | 0.239 |          |
| 35 | outlet 15b | Unknown |    | 1.531 | 0.243 |          |
| 36 | outlet 15c | Unknown |    | 1.539 | 0.244 |          |

# Sample Table Report

02/04/2006 10:53:42 PM

File Name: C:\Program Files\Shimadzu\UVProbe\Data\Adi amonia 2.pho



Sample Table

|    | Sample ID  | Type    | Ex | Conc  | WL420 | Comments |
|----|------------|---------|----|-------|-------|----------|
| 37 | outlet 16a | Unknown |    | 1.667 | 0.266 |          |
| 38 | outlet 16b | Unknown |    | 1.681 | 0.268 |          |
| 39 | outlet 16c | Unknown |    | 1.674 | 0.267 |          |
| 40 | outlet 17a | Unknown |    | 1.624 | 0.258 |          |
| 41 | outlet 17b | Unknown |    | 1.640 | 0.261 |          |
| 42 | outlet 17c | Unknown |    | 1.661 | 0.264 |          |
| 43 | outlet 18a | Unknown |    | 1.562 | 0.248 |          |
| 44 | outlet 18b | Unknown |    | 1.540 | 0.244 |          |
| 45 | outlet 18c | Unknown |    | 1.568 | 0.249 |          |
| 46 | outlet 19a | Unknown |    | 1.507 | 0.239 |          |
| 47 | outlet 19b | Unknown |    | 1.471 | 0.232 |          |
| 48 | outlet 19c | Unknown |    | 1.490 | 0.236 |          |
| 49 |            |         |    |       |       |          |

The logo of Universitas Islam Indonesia is a large, light gray watermark in the background. It features a central emblem of a stylized tree or plant with a heart-shaped top, flanked by the words "UNIVERSITAS" and "INDONESIA" vertically, and "ISLAM" at the top. Below the emblem is a line of Arabic calligraphy.

*LAMPIRAN 6*

SERTIFIKAT HASIL UJI COD, TSS, AMONIUM



**LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN**  
**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

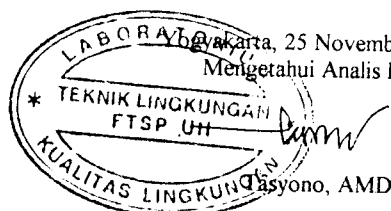
Jl. Kaliurang km 14,4 Yogyakarta 55584, Phone 0274-895042, 895707, Fax 0274-895330

No : 01/HU/10/05  
Hal : I dari 2

**SERTIFIKAT HASIL UJI COD INLET**

Nama : Adi Nugroho Sanusi Putro  
Asal Contoh Uji : Air Limbah Domestik Purwokinanti  
Tanggal Sampling : 9 Oktober 2005  
Metode : SNI 06-6989.2-2004  
Kode Lab : 0IKL FTSP  
Sampler & Analis : Adi Nugroho Sanusi Putro

| No  | Sampel    | V FAS | N FAS   | COD. mg/l | Rata-rata COD | Tanggal Pengujian |              |
|-----|-----------|-------|---------|-----------|---------------|-------------------|--------------|
| 0   | Blangko A | 6.01  |         |           |               | 11-OKT- 2005      |              |
|     | Blangko B | 5.98  |         |           |               |                   |              |
|     | Blangko C | 5.94  |         |           |               |                   |              |
| 1   | 08.00 A   | 5.22  | 0.01989 | 482       | 338           |                   |              |
|     | 08.00 B   | 5.42  | 0.01989 | 354       |               |                   |              |
|     | 08.00 C   | 5.47  | 0.01989 | 322       |               |                   |              |
| 2   | 09.00 A   | 5.66  | 0.01989 | 202       | 221           |                   |              |
|     | 09.00 B   | 5.6   | 0.01989 | 240       |               |                   |              |
|     | 09.00 C   | 5.802 | 0.01989 | 111       |               |                   |              |
| 3   | 10.00 A   | 5.76  | 0.01989 | 138       | 132           |                   |              |
|     | 10.00 B   | 5.78  | 0.01989 | 125       |               |                   |              |
|     | 10.00 C   | 5.94  | 0.01989 | 23        |               |                   |              |
| 4   | 11.00 A   | 5.08  | 0.01989 | 571       | 596           |                   |              |
|     | 11.00 B   | 5.00  | 0.01989 | 622       |               |                   |              |
|     | 11.00 C   | 5.24  | 0.01989 | 469       |               |                   |              |
| 5   | 12.00 A   | 4.46  | 0.01989 | 965       | 959           |                   |              |
|     | 12.00 B   | 4.76  | 0.01989 | 774       |               |                   |              |
|     | 12.00 C   | 4.48  | 0.01989 | 953       |               |                   |              |
| 6   | 14.00 A   | 0.83  | 0.01951 | 318       | 262           | 16-OKT- 2005      |              |
|     | B         | 0.92  | 0.01951 | 262       |               |                   |              |
|     | C         | 0.92  | 0.01951 | 262       |               |                   |              |
| 7   | 15.00 A   | 1.03  | 0.01951 | 194       | 214           |                   |              |
|     | B         | 0.92  | 0.01951 | 262       |               |                   |              |
|     | C         | 1.04  | 0.01951 | 187       |               |                   |              |
| 8   | 16.00 A   | 1.08  | 0.01951 | 162       | 173           |                   |              |
|     | B         | 1.06  | 0.01951 | 175       |               |                   |              |
|     | C         | 1.05  | 0.01951 | 181       |               |                   |              |
| 9   | 17.00 A   | 1.24  | 0.01952 | 62        | 75            |                   | 13-OKT- 2005 |
|     | B         | 1.2   | 0.01952 | 87        |               |                   |              |
|     | C         | 1.14  | 0.01952 | 125       |               |                   |              |
| 10. | 18.00 A   | 1.18  | 0.01952 | 100       | 96            |                   |              |
|     | B         | 1.22  | 0.01952 | 75        |               |                   |              |
|     | C         | 1.16  | 0.01952 | 112       |               |                   |              |
| 11. | 19.00 A   | 1.18  | 0.01952 | 100       | 108           |                   | 15-OKT-2005  |
|     | B         | 1.16  | 0.01952 | 112       |               |                   |              |
|     | C         | 1.16  | 0.01952 | 112       |               |                   |              |



Yogyakarta, 25 November 2005  
Mengetahui Analis Lab.

Asyono, AMD



**LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN**  
**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

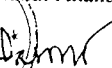
Jl. Kaliurang km 14,4 Yogyakarta 55584, Phone 0274-895042, 895707, Fax 0274-895330

No : 01/HU/10/05  
 Hal : 2 dari 2

**SERTIFIKAT HASIL UJI COD OUTLET**

Nama : Adi Nugroho Sanusi Putro  
 Asal Contoh Uji : Air Limbah Domestik Purwokinanti  
 Tanggal Sampling : 9 Oktober 2005  
 Metode : SNI 06-6989 2-2004  
 Kode Lab. : 0IKL FTSP  
 Sampler & Analis : Adi Nugroho Sanusi Putro

| No  | Sampel  | V FAS | N FAS   | COD. mg/l | Rata-rata COD | Tanggal Pengujian |
|-----|---------|-------|---------|-----------|---------------|-------------------|
| 1.  | 08.00 A | 4.80  | 0.01989 | 749       | 240           | 12-OKT-2005       |
|     | 08.00 B | 5.64  | 0.01989 | 214       |               |                   |
|     | 08.00 C | 5.56  | 0.01989 | 265       |               |                   |
| 2.  | 09.00 A | 5.74  | 0.01989 | 151       | 151           |                   |
|     | 09.00 B | 5.68  | 0.01989 | 189       |               |                   |
|     | 09.00 C | 5.74  | 0.01989 | 151       |               |                   |
| 3.  | 10.00 A | 5.8   | 0.01989 | 112       | 125           |                   |
|     | 10.00 B | 5.28  | 0.01989 | 443       |               |                   |
|     | 10.00 C | 5.76  | 0.01989 | 138       |               |                   |
| 4.  | 11.00 A | 5.64  | 0.01989 | 214       | 341           |                   |
|     | 11.00 B | 5.64  | 0.01989 | 214       |               |                   |
|     | 11.00 C | 5.58  | 0.01989 | 252       |               |                   |
| 5.  | 12.00 A | 0.7   | 0.01951 | 400       | 175           | 16-OKT-2005       |
|     | B       | 1.08  | 0.01951 | 162       |               |                   |
|     | C       | 1.04  | 0.01951 | 187       |               |                   |
| 6.  | 14.00 A | 1.1   | 0.01952 | 150       | 206           | 14-OKT-2005       |
|     | B       | 0.98  | 0.01952 | 225       |               |                   |
|     | C       | 1.04  | 0.01952 | 187       |               |                   |
| 7.  | 15.00 A | 1.02  | 0.01952 | 200       | 206           |                   |
|     | B       | 1     | 0.01952 | 212       |               |                   |
|     | C       | 1.1   | 0.01952 | 150       |               |                   |
| 8.  | 16.00 A | 1.02  | 0.01952 | 200       | 231           |                   |
|     | B       | 0.92  | 0.01952 | 262       |               |                   |
|     | C       | 1.100 | 0.01952 | 150       |               |                   |
| 9.  | 17.00 A | 1.22  | 0.01952 | 75        | 125           | 13-OKT-2005       |
|     | B       | 1.14  | 0.01952 | 125       |               |                   |
|     | C       | 1.14  | 0.01952 | 125       |               |                   |
| 10. | 18.00 A | 1.08  | 0.01952 | 162       | 219           | 15-OKT-2005       |
|     | B       | 1.12  | 0.01952 | 137       |               |                   |
|     | C       | 1.12  | 0.01952 | 137       |               |                   |
| 11. | 19.00 A | 1.16  | 0.01952 | 112       | 206           | 15-OKT-2005       |
|     | B       | 1.1   | 0.01952 | 150       |               |                   |
|     | C       | 1.1   | 0.01952 | 150       |               |                   |

Yogyakarta, 25 November 2005  
 Mengetahui Analis Lab.  
  
 Tasyono, AMD





**LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN**  
**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

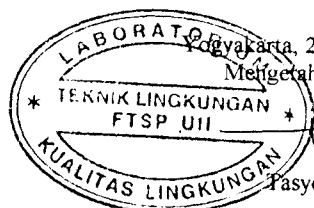
Jl. Kaliurang km 14,4 Yogyakarta 55584, Phone 0274-895042, 895707, Fax 0274-895330

No : 01/HU/10/05  
Hal : 2 dari 2

**SERTIFIKAT HASIL UJI TSS INLET**

Nama : Adi Nugroho Sanusi Putro  
Asal Contoh Uji : Air Limbah Domestik Purwokinanti  
Tanggal Sampling : 9 Oktober 2005  
Metode : SNI 06-6989.3-2004  
Kode Lab. : 01KL FTSP  
SAMPLER & ANALIS : Adi Nugroho Sanusi Putro

| Sampel  | Berat Kosong<br>(gr) | Berat Isi<br>(gr) | Berat isi-Berat<br>Kosong | mg/L<br>TSS | Average<br>mg/L TSS | Tanggal<br>Analisis |
|---------|----------------------|-------------------|---------------------------|-------------|---------------------|---------------------|
| 08.00 a | 1.0603               | 1.1016            | 0.0413                    | 826         | 813                 | 14-okt-2005         |
| b       | 1.061                | 1.101             | 0.0400                    | 800         |                     | 25-okt-2005         |
| c       | 1.0482               | 1.073             | 0.0248                    | 496         |                     | 25-okt-2005         |
| 09.00 a | 0.9888               | 1.0308            | 0.0420                    | 840         | 807                 | 14-okt-2005         |
| b       | 1.0597               | 1.0984            | 0.0387                    | 774         |                     | 25-okt-2005         |
| c       | 1.0531               | 1.0764            | 0.0233                    | 466         |                     | 25-okt-2005         |
| 10.00 a | 1.0262               | 1.0835            | 0.0573                    | 1146        | 218                 | 14-okt-2005         |
| b       | 1.0507               | 1.0624            | 0.0117                    | 234         |                     | 25-okt-2005         |
| c       | 1.0776               | 1.0877            | 0.0101                    | 202         |                     | 25-okt-2005         |
| 11.00 a | 1.0292               | 1.0558            | 0.0266                    | 532         | 547                 | 14-okt-2005         |
| b       | 1.0554               | 1.0759            | 0.0205                    | 410         |                     | 25-okt-2005         |
| c       | 1.026                | 1.0541            | 0.0281                    | 562         |                     | 25-okt-2005         |
| 12.00 a | 0.9997               | 1.0294            | 0.0297                    | 594         | 554                 | 14-okt-2005         |
| b       | 1.0353               | 1.061             | 0.0257                    | 514         |                     | 14-okt-2005         |
| c       | 0.9875               | 1.0047            | 0.0172                    | 344         |                     | 14-okt-2005         |
| 14.00 a | 1.0422               | 1.0784            | 0.0362                    | 724         | 356                 | 14-okt-2005         |
| b       | 0.9812               | 1.0000            | 0.0188                    | 376         |                     | 14-okt-2005         |
| c       | 1.0418               | 1.0586            | 0.0168                    | 336         |                     | 14-okt-2005         |
| 15.00 a | 0.9916               | 1.0155            | 0.0239                    | 478         | 465                 | 14-okt-2005         |
| b       | 1.0570               | 1.0796            | 0.0226                    | 452         |                     | 14-okt-2005         |
| c       | 0.9996               | 1.0394            | 0.0398                    | 796         |                     | 14-okt-2005         |
| 16.00 a | 1.0668               | 1.1007            | 0.0339                    | 678         | 656                 | 14-okt-2005         |
| b       | 1.0013               | 1.0437            | 0.0424                    | 848         |                     | 14-okt-2005         |
| c       | 1.0757               | 1.1074            | 0.0317                    | 634         |                     | 14-okt-2005         |
| 17.00 a | 1.0584               | 1.0735            | 0.0151                    | 302         | 105                 | 14-okt-2005         |
| b       | 0.9972               | 1.0021            | 0.0049                    | 93          |                     | 14-okt-2005         |
| c       | 1.0309               | 1.0365            | 0.0056                    | 112         |                     | 14-okt-2005         |
| 18.00 a | 0.9746               | 0.9762            | 0.0016                    | 32          | 101                 | 14-okt-2005         |
| b       | 1.0511               | 1.0562            | 0.0051                    | 102         |                     | 14-okt-2005         |
| c       | 0.9978               | 1.0028            | 0.0050                    | 100         |                     | 14-okt-2005         |
| 19.00 a | 1.0390               | 1.0440            | 0.0050                    | 100         | 108                 | 14-okt-2005         |
| b       | 0.9915               | 1.0036            | 0.0121                    | 242         |                     | 14-okt-2005         |
| c       | 1.0795               | 1.0853            | 0.0058                    | 116         |                     | 14-okt-2005         |



Yogyakarta, 25 November 2005  
Mengetahui Analis Lab.

Pasyono, AMD



**LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN**  
**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14,4 Yogyakarta 55584, Phone 0274-895042, 895707, Fax 0274-895330

No : 02/HU/10/05  
Hal : 1 dari 2

**SERTIFIKAT HASIL UJI TSS INLET**

Nama : Adi Nugroho Sanusi Putro  
Asal Contoh Uji : Air Limbah Domestik Purwokinanti  
Tanggal Sampling : 9 Oktober 2005  
Metode : SNI 06-6989.3-2004  
Kode Lab. : 01KL FTSP  
Sampler & Analis : Adi Nugroho Sanusi Putro

| Sampel  | Berat Kosong(gr) | Berat Isi (gr) | Berat Isi-Berat Kosong | mg/l TSS | Rata-rata mg/l TSS | Tanggal     |
|---------|------------------|----------------|------------------------|----------|--------------------|-------------|
| 08.00 a | 0.9775           | 1.0288         | 0.0513                 | 1026     |                    | 14-okt-2005 |
| b       | 0.9769           | 1.0364         | 0.0595                 | 1190     | 1087               | 14-okt-2005 |
| c       | 1.0325           | 1.0847         | 0.0522                 | 1044     |                    | 14-okt-2005 |
| 09.00 a | 1.0143           | 1.0663         | 0.052                  | 1040     |                    |             |
| b       | 0.975            | 1.0274         | 0.0524                 | 1048     | 1044               |             |
| c       | 1.0263           | 1.0716         | 0.0453                 | 906      |                    |             |
| 10.00 a | 1.0098           | 1.0579         | 0.0481                 | 962      |                    |             |
| b       | 0.9931           | 1.0397         | 0.0466                 | 932      | 947                |             |
| c       | 1.0627           | 1.1194         | 0.0567                 | 1134     |                    |             |
| 11.00 a | 1.0996           | 1.1412         | 0.0416                 | 832      |                    |             |
| b       | 0.9998           | 1.0418         | 0.042                  | 840      | 836                |             |
| c       | 1.053            | 1.0971         | 0.0441                 | 882      |                    |             |
| 12.00 a | 1.0048           | 1.0507         | 0.0459                 | 918      |                    |             |
| b       | 1.0412           | 1.0782         | 0.037                  | 740      | 719                |             |
| c       | 1.0713           | 1.1062         | 0.0349                 | 698      |                    |             |
| 14.00 a | 1.0476           | 1.0734         | 0.0258                 | 516      |                    |             |
| b       | 0.9933           | 1.0245         | 0.0312                 | 624      | 515                |             |
| c       | 1.0645           | 1.0902         | 0.0257                 | 514      |                    |             |
| 15.00 a | 0.9873           | 1.0136         | 0.0263                 | 526      |                    |             |
| b       | 1.0307           | 1.0563         | 0.0256                 | 512      | 519                |             |
| c       | 0.9861           | 1.0082         | 0.0221                 | 442      |                    |             |
| 16.00 a | 1.0353           | 1.0731         | 0.0378                 | 756      |                    |             |
| b       | 0.9854           | 1.0014         | 0.016                  | 320      | 748                |             |
| c       | 1.0412           | 1.0782         | 0.037                  | 740      |                    |             |
| 17.00 a | 0.995            | 1.0014         | 0.0064                 | 128      |                    |             |
| b       | 1.0575           | 1.0663         | 0.0083                 | 176      | 127                |             |
| c       | 0.9898           | 0.9961         | 0.0063                 | 126      |                    |             |
| 18.00 a | 0.9784           | 0.9893         | 0.0109                 | 218      |                    |             |
| b       | 1.0237           | 1.0368         | 0.0131                 | 262      | 230                |             |
| c       | 0.9778           | 0.9883         | 0.0105                 | 210      |                    |             |
| 19.00 a | 1.0409           | 1.0483         | 0.0074                 | 148      |                    |             |
| b       | 0.9766           | 0.9839         | 0.0073                 | 146      | 143                |             |
| c       | 1.0522           | 1.059          | 0.0068                 | 136      |                    |             |

Yogyakarta, 25 November 2005  
Mengetahui Analis Lab.  
*[Signature]*  
Fasyono, AMD

**LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**



*LAMPIRAN 7*

SNI COD, TSS, AMONIUM

## 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 ( $\text{O}_2 \text{ mg/L}$ ) 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

- Air suling bebas klorida dan bebas organik.
- 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.
- 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.
- 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.
- Asam sulfamat ( $\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$ ).  
Digunakan jika gangguan nitrit akan dihilangkan. Tambahkan 10 mg asam sulfamat untuk setiap mg  $\text{NO}_2^- \text{ N}$  yang ada dalam contoh uji.
- Larutan standar kalium hidrogen phthalat,  $\text{HOOC-C}_6\text{H}_4\text{COOK}$  (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 pencernaan, 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  $\text{H}_2\text{SO}_4$  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 pencernaan

| Tabung pencernaan        | Contoh uji (mL) | Larutan pencernaan (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 :<br>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  $\text{H}_2\text{SO}_4$  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) Optimalkan 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 500 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

- Linieritas kurva kalibrasi ( $r$ ) harus lebih besar atau sama dengan 0,995
- Lakukan analisis blanko untuk kontrol kontaminasi. Kandungan organik (nilai KOK) dalam larutan blanko harus lebih kecil dari batas deteksi
- 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:

- Analisis *SRM*.
- Lakukan analisis *SRM* (*Standard Reference Material*) untuk kontrol akurasi.
- Analisis blind sample.
- Kisaran persen temu balik adalah 85% sampai dengan 115% atau sesuai dengan kriteria dalam sertifikat CRM.
- 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  $2\mu\text{m}$  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  $103^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $105^{\circ}\text{C}$ . 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*)  $1,5\mu\text{m}$  (*Standar for TSS in water analysis*).
- 2) Gelman type A/E, dengan ukuran pori (*Particle Retention*)  $1,0\mu\text{m}$  (*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*)  $1,1\mu\text{m}$  (*Recommended for use in TSS/TDS testing in water and wastewater*).
- 4) Saringan dengan ukuran pori  $0,45\mu\text{m}$ .

b) Air suling.

#### 3.3 Peralatan

- a) desikator yang berisi silika gel;
- b) oven, untuk pengoperasian pada suhu  $103^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $105^{\circ}\text{C}$ ;
- c) timbangan analitik dengan ketelitian  $0,1\text{ mg}$ ;
- d) pengaduk magnetik;
- e) pipet volum;

- 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**

Aweikan 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 penvaringan 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 wadon timbang aluminium sebagai penyangga. Jika digunakan cawan Gooch pindahkan cawan dari 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.
- b) 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 sarung/poni kertas sarung yang digunakan.



STANDAR

39

SK SNI M-48-1990-03

METODE PENGUJIAN KADAR AMONIUM  
DALAM AIR DENGAN ALAT  
SPEKTROFOTOMETER SERAPAN NESSLER



DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM

## DAFTAR ISI

halaman

|       |                                                              |   |
|-------|--------------------------------------------------------------|---|
| I     | DESKRIPSI .....                                              | 1 |
| 1.1   | Maksud dan Tujuan .....                                      | 1 |
| 1.1.1 | Maksud .....                                                 | 1 |
| 1.1.2 | Tujuan .....                                                 | 1 |
| 1.2   | Ruang Lingkup .....                                          | 1 |
| 1.3   | Pengertian .....                                             | 1 |
| II    | CARA PELAKSANAAN .....                                       | 2 |
| 2.1   | Peralatan dan Bahan Penunjang Uji .....                      | 2 |
| 2.1.1 | Peralatan .....                                              | 2 |
| 2.1.2 | Bahan Penunjang Uji .....                                    | 2 |
| 2.2   | Persiapan Benda Uji .....                                    | 2 |
| 2.3   | Persiapan Pengujian .....                                    | 3 |
| 2.3.1 | Pembuatan Larutan Induk Amonium, $\text{NH}_4\text{N}$ ..... | 3 |
| 2.3.2 | Pembuatan Larutan Baku Amonium, $\text{NH}_4\text{N}$ .....  | 3 |
| 2.3.3 | Pembuatan Kurva Kalibrasi .....                              | 3 |
| 2.4   | Cara Uji .....                                               | 4 |
| 2.5   | Perhitungan .....                                            | 4 |
| 2.6   | Pelaporan .....                                              | 4 |

## I. DESKRIPSI

### 1.1 Maksud dan Tujuan

### 1.1.1 Maksud

Metode pengujian ini dimaksudkan sebagai pegangan dalam pelaksanaan pengujian kadar amonium,  $\text{NH}_4$  dalam air.

### 1.1.2 Tujuan

Tujuan metode pengujian ini untuk memperoleh kadar amonium dalam air.

## 1.2 Ruang Lingkup

Lingkup pengujian meliputi:

- 1) cara pengujian kadar amonium yang terdapat dalam air antara 0,02-5,00 mg/L  $\text{NH}_4\text{-N}$ ;
- 2) penggunaan metode Nessler dengan alat spektrofotometer pada kisaran panjang gelombang 400-500 nm.

13 Pengertian

Beberapa pengertian yang berkaitan dengan metode pengujian ini:

- 1) kurva kalibrasi adalah grafik yang menyatakan hubungan kadar larutan baku dengan hasil pembacaan serapan, masuk yang biasanya merupakan garis lurus;
- 2) larutan induk adalah larutan baku kimia yang dibuat dengan kadar tinggi dan akan digunakan untuk membuat larutan baku dengan kadar yang lebih rendah;
- 3) larutan baku adalah larutan yang mengandung kadar yang sudah diketahui secara pasti dan langsung digunakan sebagai pembanding dalam pengujian.

## II. CARA PELAKSANAAN

### 2.1 Peralatan dan Bahan Penunjang Uji

#### 2.1.1 Peralatan

Peralatan yang digunakan terdiri atas:

- 1) spektrofotometer sinar tunggal atau sinar ganda yang mempunyai kisaran panjang gelombang 190-900 nm dan lebar celah 0,2-2,0 nm, serta telah dikalibrasi pada saat digunakan;
- 2) pH meter yang mempunyai kisaran pH 0-14, dengan ketelitian 0,1 dan telah dikalibrasi pada saat digunakan;
- 3) alat penyuling yang terbuat dari gelas borosilikat dengan kapasitas labu 500 mL dan dilengkapi dengan alat pengatur suhu;
- 4) pipet mikro 100, 250, 500 dan 1000  $\mu$ L;
- 5) labu ukur 500 dan 1000 mL;
- 6) gelas ukur 100 mL;
- 7) pipet ukur 10 mL;
- 8) labu erlenmeyer 100 dan 250 mL;
- 9) gelas piala 100 mL.

#### 2.1.2 Bahan Penunjang Uji

Bahan kimia yang berkualitas p.a dan bahan lain yang digunakan dalam pengujian ini terdiri atas:

- 1) amonium klorida,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ;
- 2) larutan Nessler;
- 3) larutan penyangga borat;
- 4) larutan natrium hidroksida,  $\text{NaOH}$ , 6N;
- 5) larutan asam sulfat,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 1N;
- 6) larutan asam borat, 2%;
- 7) kertas lakmus yang mempunyai kisaran pH 0-14.

### 2.2 Persiapan Benda Uji

Siapkan benda uji dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) sediakan contoh uji yang telah diambil sesuai dengan Metode Pengambilan Contoh Uji Kualitas Air SK SNI M-02-1989-F;

- 2) ukur 300 mL contoh uji secara duplo dan masukkan ke dalam labu penyuling 500 mL;
- 3) tambahkan 25 mL larutan penyangga borat serta beberapa butir batu didih;
- 4) tetapkan pH menjadi 9,5 dengan penambahan larutan natrium hidroksida 6N, menggunakan alat pH meter;
- 5) hidupkan alat penyuling dan atur kecepatan penyulingan 6-10 mL/menit;
- 6) tampung air sulingan ke dalam labu erlenmeyer 250 mL yang telah diisi 30 mL larutan asam borat sebanyak 120 mL atau sampai tidak mengandung amonia yang dapat diketahui dengan kertas lakmus;
- 7) encerkan menjadi 300 mL dengan penambahan air suling;
- 8) benda uji siap diuji.

### 2.3 Persiapan Pengujian

#### 2.3.1 Pembuatan Larutan Induk Amonium, $\text{NH}_4\text{-N}$

Buat larutan induk 1000 mg/L  $\text{NH}_4\text{-N}$  dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) larutkan 3,819 g amonium klorida,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , yang telah dikeringkan pada suhu  $100^\circ\text{C}$  selama 2 jam dengan 100 mL air suling di dalam labu ukur 1000 mL;
- 2) tambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera.

#### 2.3.2 Pembuatan Larutan Baku Amonium, $\text{NH}_4\text{-N}$

Buat larutan baku amonium dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) pipet 0, 250, 500, 1000 dan 2500  $\mu\text{L}$  larutan induk amonium dan masukkan masing-masing ke dalam labu ukur 500 mL;
- 2) tambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera sehingga diperoleh kadar amonium-N sebesar 0,0; 0,5; 1,0; 2,5 dan 5,0 mg/L  $\text{NH}_4\text{-N}$ .

#### 2.3.3 Pembuatan Kurva Kalibrasi

Buat kurva kalibrasi dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) optimalkan alat spektrofotometer sesuai petunjuk penggunaan alat untuk pengujian kadar amonium;
- 2) ukur 50 mL larutan baku secara duplo dan masukkan ke dalam labu erlenmeyer 100 mL;
- 3) tambahkan 1 mL larutan Nessler, kocok dan biarkan proses reaksi berlangsung paling sedikit selama 10 menit;

- 4) masukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer baca dan catat serapan-masuknya;
- 5) apabila perbedaan hasil pengukuran secara duplo lebih besar dari 2%, periksa keadaan alat dan ulangi tahapan 2) sampai dengan 4), apabila perbedaannya lebih kecil atau sama dengan 2%, rata-ratakan hasilnya;
- 6) buat kurva kalibrasi berdasarkan data tahap 4) di atas atau tentukan persamaan garis lurusnya.

#### 2.4 Cara Uji

Uji kadar amonium-N dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) ukur 50 mL benda uji dan masukkan ke dalam labu erlenmeyer 100 mL;
- 2) tambahkan 1 mL larutan Nessler, kocok dan biarkan proses reaksi berlangsung paling sedikit selama 10 menit;
- 3) masukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer, baca dan catat serapan-masuknya.

#### 2.5 Perhitungan

Hitung kadar amonium-N dalam benda uji dengan menggunakan kurva kalibrasi atau tentukan persamaan garis lurusnya dan perhatikan hal-hal berikut:

- 1) selisih kadar maksimum yang diperbolehkan antara dua pengukuran duplo adalah 2%, rata-ratakan hasilnya;
- 2) apabila hasil perhitungan kadar amonium-N lebih besar dari 5,00 mg/L ulangi pengujian dengan cara mengencerkan benda uji.

#### 2.6 Laporan

Catat pada formulir kerja hal-hal sebagai berikut:

- 1) parameter yang diperiksa;
- 2) nama pemeriksa;
- 3) tanggal pemeriksaan;
- 4) nomor laboratorium;
- 5) data kurva kalibrasi;
- 6) nomor contoh uji;
- 7) lokasi pengambilan contoh uji;
- 8) waktu pengambilan contoh uji;

- 9) pembacaan serapan masuk pertama dan kedua;
- 10) kadar dalam benda uji.



The logo of Universitas Islam Indonesia is a large, light gray watermark in the background. It features a shield-like shape with the word "ISLAM" at the top, "INDONESIA" on the right side, and "UNIVERSITAS" on the left side. In the center is a stylized emblem resembling a flame or a flower. Below the shield is a line of Arabic calligraphy.

*LAMPIRAN 8*

**KEPMENLH NO. 112 TAHUN 2003 TENTANG  
BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK**



MENTERI NEGARA 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 68, 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 meninjau 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

Depan MENLH Bidang Kebijakan

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,

ttd

Nabiel Makarim, MPA, MSM.

Salinan sesuai dengan aslinya  
Ditandatangani oleh  
Menteri Negara Lingkungan Hidup,  
Dan Kelengkapan Lingkungan Hidup,  
Nabiel Makarim, MPA.

*LAMPIRAN 9.*

DRAFT KUISIONER DI PURWOKINANTI



LAMPIRAN 9

**DRAFT KUISIONER  
PENGELOLAAN AIR BUANGAN  
DOMESTIK DI PURWOKINANTI  
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 Ttinggi

**D. Status Rumah dan Fasilitasnya**

1. Jumlah Kamar Mandi/WC : ..... buah

2. Jumlah Dapur : ..... buah
3. Berapakah pemakaian rata - rata air minum / air bersih dirumah anda setiap hari?
- a. < 50 L/hari      b. 50 - 100 L/hari      c. 100 - 150 L/hari  
d. 150 - 200 L/hari      e. > 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?
- a. Air sumur      b. Air hujan      c. Air sungai Code      d. 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. Play Group      b. TK      c. SD      d. SMP  
e. SMA/SMU/SMK      f. 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
7. Penyakit yang sering/pernah diderita : .....

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

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

- a. Jenis sampah apa yang paling sering dihasilkan dari rumah anda?
- a. Kertas      b. Plastik      c. Daun-daunan  
d. Sisa makanan      e. ....

- b. Bila membuang sampah, wadah apa yang biasa digunakan?
- a. Tas plastik      b. Keranjang sampah      c. Karung  
d. Tong sampah      e. Sisa makanan      f. ....
- 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 ?
- a. Air mandi      b. Air cuci pakaian      c. Air dapur  
d. Sisa minuman      e. Air WC      f. ....
- b. Air buangan dari mana saja yang masuk ke dalam saluran air buangan ?
- a. Kamar mandi      b. WC      c. Dapur  
d. Tempat cuci      e. ....

## G. Persepsi/tanggapan masyarakat tentang adanya sistem pengelolaan air buangan secara komunal di daerah tersebut :

1. Apakah anda mengetahui adanya IPAL komunal di daerah anda ?
- a. Ya      b. Tidak
2. Apakah anda setuju dengan adanya IPAL komunal di daerah anda ?
- a. Setuju      b. Tidak setuju

Alasan:

.....  
.....

3. Aspek pembiayaan
- a. Berapakah iuran yang anda keluarkan untuk usaha perawatan IPAL komunal?

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 ?

- a. Ya                      b. 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 ?

- a. Ya                      b. Tidak

Jika ya berupa apa .....

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

- a. Ya                      b. Tidak

Jika ya, dimanakah letak saluran tersebut ?

- a. Di tengah jalan                      b. Di pinggir jalan                      c. ....

8. Adakah bak penangkap lemak pada saluran air buangan di rumah anda ?

- a. Ada                      b. Tidak

**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 10*  
**DETAILED ENGINEERING DESIGN**

