

No : TA/TL/2006/0051

PERPUSTAKAAN FTSP UIN	
HADIAH/DELI	
TGL. TERIMA :	4 Juli 2006
NO. JUDUL :	002000
NO. INV. :	51200002000001
NO. INDIK. :	

## TUGAS AKHIR

### EVALUASI SISTEM PENGELOLAAN AIR LIMBAH DOMESTIK TERDESENTRALISASI DENGAN IPAL KOMUNAL "ABR" DI KAMPUNG SERANGAN JOGJAKARTA

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana S1 Teknik Lingkungan



Disusun oleh :

BAYU EKO PRABOWO

No. Mhs : 01 513 040

DIBACA DI TEMPAT  
TIDAK DI BAWA PULANG

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

2006

*HALAMAN PENGESAHAN*

**TUGAS AKHIR**

**EVALUASI SISTEM PENGELOLAAN AIR LIMBAH DOMESTIK  
TERDESENTRALISASI DENGAN IPAL KOMUNAL “ABR” DI KAMPUNG  
SERANGAN JOGJAKARTA**




Nama : BAYU EKO PRABOWO  
No. Mahasiswa : 01 513 040  
Program Studi : Teknik Lingkungan

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

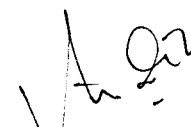
Dosen Pembimbing I

Ir. H. Kasam, MT

  
Tanggal : 7-2-06

Dosen Pembimbing II

Andik Yulianto, ST

  
Tanggal : 16-2-06

# EVALUASI SISTEM PENGELOLAAN LIMBAH DOMESTIK TERDESENTRALISASI DENGAN IPAL KOMUNAL “ABR” KAMPUNG SERANGAN JOGJAKARTA

Ir.H.Kasam. MT ; Andik Yulianto. ST  
Oleh : Bayu Eko Prabowo  
Jurusan Teknik Lingkungan UII Jogjakarta

## ABSTRAKSI

Masyarakat Kampung Serangan sebelum adanya IPAL komunal membuang limbah cair domestik langsung ke sungai dan dari kegiatan tersebut menyebabkan kandungan Amonium, COD dan TSS yang terdapat di dalam air sungai Winongo menjadi tinggi. Dampak negatif dari hal tersebut adalah menurunnya kualitas air Sungai Winongo. Untuk itu KPDL (Kantor Pengendalian Dampak Lingkungan) kota Jogjakarta bekerjasama dengan DEWATS (Decentralized Wastewater Treatment System) sepakat untuk membangun IPAL Anaerobik Baffle Reactor (ABR) di Kampung Serangan.

Tugas akhir ini membahas tentang efisiensi kinerja sistem pengolahan IPAL ABR dan juga pengelolaan sistem terdesentralisasi dalam menangani limbah domestik. Dalam hal ini data yang dibutuhkan adalah kuisioner, wawancara, observasi, sampel air limbah (data primer) dan juga peta wilayah, data teknis instalasi DEWATS, topografi (data sekunder). Analisa yang digunakan untuk menganalisis data adalah deskriptif dan juga uji Anova. Analisis untuk ketiga parameter tersebut mengacu pada SNI M-70-1990-03 (COD), SNI 06-6989.3-2004 (TSS), SK SNI M-48-1990-03 ( $\text{NH}_4^+$ ).

Hasil analisa menunjukkan IPAL ABR mampu mereduksi COD sebesar 69,57%, TSS 98%, Amonium 0%. Untuk hasil analisa kuisioner secara deskriptif menunjukkan 96,15 % penduduk menetap >20 th; pekerjaan masyarakat 76,92 % swasta, 15,38 % PNS, 7,69 % karyawan; tingkat pendidikan masyarakat rata-rata 60 % tamatan SD,SMA/SMK; pemakaian rata-rata air bersih >200 L/hr; sumber air diambil kebanyakan dari sumur, air sisa yang sering dihasilkan rata-rata dari sisa air mandi,cuci,WC; 92,31 % masyarakat setuju dengan dibangunnya IPAL komunal dan juga setuju untuk melakukan pemeliharaan IPAL ABR.

Hasil evaluasi menunjukkan kadar COD, TSS setelah diolah dan dibandingkan dengan standar baku mutu Keputusan KepMenLH 112/2003, hasilnya dibawah standar, akan tetapi untuk Amonium tidak ada penurunan, cenderung tetap atau meningkat. Hal tersebut dikarenakan dalam kondisi anaerobik bakteri anaerob cenderung menghasilkan banyak gas-gas berbahaya misalnya gas amoniak.

Untuk sistem penyaluran air limbah di daerah tersebut menggunakan sistem shallow sewer, Sistem ini merupakan suatu sistem pembuangan air limbah dengan sistem perpipaan yang cocok untuk diterapkan pada daerah-daerah yang padat serta masyarakat berpenghasilan rendah.

Wilayah serangan elevasinya lebih rendah dari elevasi sewer kota, jadi tidak mampu menjangkau. Kemungkinan penggabungan sistem komunal dengan sistem sewer kota sulit untuk dilakukan di daerah ini, mengingat kondisi ekonomi warga yang minim untuk membiayai sebuah stasiun pompa dan juga debit pemompaan yang sangat kecil tidak sebanding dengan biaya perawatan pompa yang dikeluarkan.

Kata kunci : COD,TSS,Amonium,IPAL ABR,sistem komunal,Shallow sewer

## *Lembar Persembahan*

*Karya ini kupersembahkan untuk orang-orang yang  
membuat hidupku jadi seperti sekarang ini :*

*Untuk Kedua orang tuaku, Bapak & Ibu  
& Yeni Maliana M*

*Yang selalu memotivasi dengan do'a & jerih payah mereka  
untuk menjadikan aku jadi seperti sekarang ini.*

*Memberiku dorongan dan semangat saat aku gagal dan patah semangat  
Terima kasih atas izinnya aku tinggal di Jogjakarta  
Semoga, ananda dapat membalasnya, Doakan ananda selalu.....!*

*Untuk adekku satu-satunya  
Yang selalu kusayangi, terima kasih kau telah  
memotivasi & mendengarkan  
Kata-kata kakakmu ini*

*Ya Allah,*

*Terima kasih atas segala anugerah yang telah diberikan padaku  
Aku dilahirkan di tengah-tengah keluarga yang menyayangiku*



## *SPECIAL THANKS FOR*

*Pak Syamsudin n Mas Tasyono*

*Terima kasih sudah membantu dalam sampling dan analisis laboratorium*

*Semoga kita semua disatukan oleh tali-NYA*

*Dalam limpahan berkah dan anugerah*

*Anung, Dul, Adi, Agung, Joko*

*Terima kasih atas kebersamaan n banyak ilmu yang telah kudapat dari kalian*

*semua*

*Teman-teman TL '01*

*Terima kasih atas kerja samanya*

*Perjuangan berat telah kita lalui bersama...!*

*Teman-teman The Root COST*

*Lurahe Nowo, Edo, Tedi, Yudex, Mbah Giyo, Cenuke, Tyox*

*Terima kasih atas bantuan kalian selama ini.*

*KKN friends Unit 107 n 108*

*Unit 107 : Pak Bimo, Pak Teguh, Ririn, Siti, Pak Komir*

*Unit 108 : Agung, Ida, Mbak Anis, Nisia.*

*Thank's for all*

*Amin ya robbal alamin.....!*

## MOTTO

*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)*

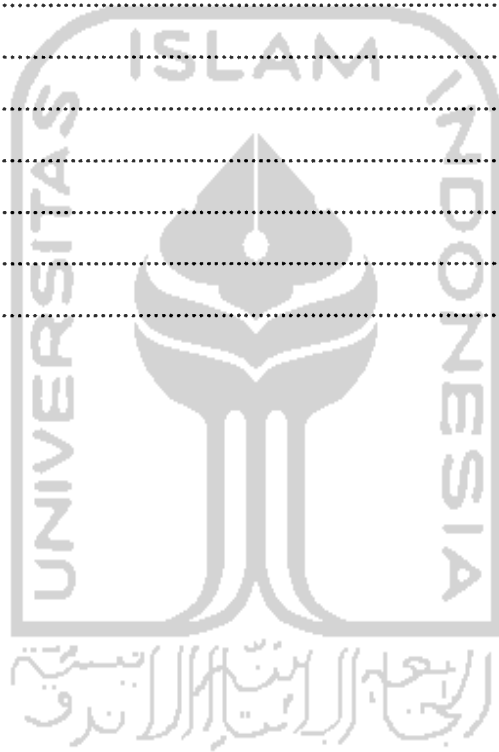
*Belajarlah tentang apa yang kamu kehendaki,  
Jika kamu belajar tentang sesuatu  
Maka Allah tidak akan memberi pahala kepadamu  
Sehingga kamu mengamalkan ( ilmu yang kamu pelajari )  
( Al hadist )*

*Pelajarilah ilmu pengetahuan,  
Sesungguhnya mempelajari ilmu adalah tanda takut terhadap Allah,  
Menuntut ilmu adalah ibadah, mengingat-ingat adalah jihad,  
Mengajarkan kepada orang lain adalah sedekah  
Dan menyebarkannya adalah pengorbanan  
( Al hadist )*

*Hiduplah kamu selalu dalam kesederhanaan  
Walaupun kamu sedang berada  
(Bayu Eko Prabowo)*

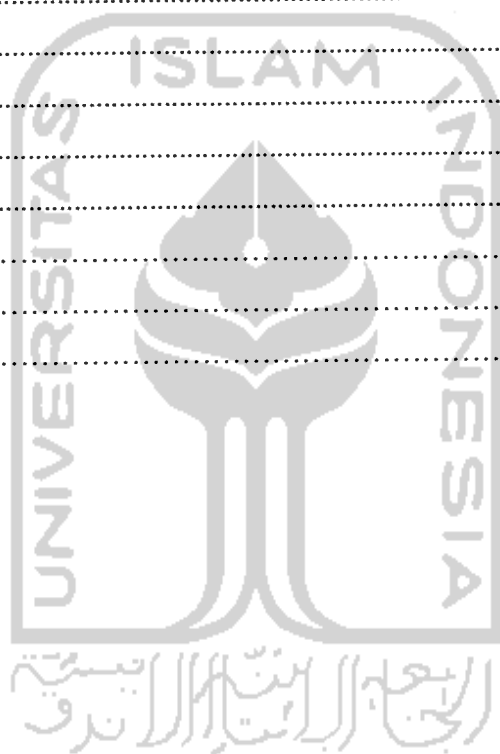
## Daftar Tabel

Tabel 5.1.....	141
Tabel 5.2.....	141
Tabel 5.3.....	141
Tabel 5.4.....	141
Tabel 5.5.....	142
Tabel 5.6.....	142
Tabel 5.7.....	142
Tabel 5.8.....	142
Tabel 5.9.....	143
Tabel 5.10.....	143
Tabel 5.11.....	143
Tabel 5.12.....	143
Tabel 5.13.....	143



## Daftar Diagram

Diagram 5.1.1.....	144
Diagram 5.1.2.....	144
Diagram 5.2.1.....	144
Diagram 5.3.1.....	145
Diagram 5.4.1.....	145
Diagram 5.4.2.....	145
Diagram 5.5.1.....	146
Diagram 5.6.1.....	146
Diagram 5.7.1.....	146
Diagram 5.7.2.....	147
Diagram 5.7.3.....	147
Diagram 5.7.4.....	147
Diagram 5.7.5.....	148



# DAFTAR ISI

Lembar pengesahan.....	ii
Lembar persembahan.....	iv
Ucapan terima kasih.....	v
Motto.....	vi
Kata pengantar.....	vii
Daftar Tabel.....	viii
Daftar Diagram.....	ix
Daftar Isi.....	x
<b>BAB I. Pendahuluan.</b>	
1.1 latar belakang masalah.....	1
1.2 perumusan masalah.....	3
1.3 tujuan penelitian.....	3
1.4 manfaat penelitian.....	4
1.5 batasan masalah.....	5
1.6 lokasi penelitian.....	5
<b>BAB II. Gambaran umum daerah penelitian</b>	
2.1 umum.....	6
2.2 geografis.....	9
2.3 iklim dan curah hujan.....	9
2.4 sarana dan prasarana.....	9
2.5 penduduk.....	10
2.6 tata guna lahan.....	11
2.7 gambaran sistem.....	12
<b>BAB III. Tinjauan Pustaka</b>	
3.1 Pengertian Limbah Cair.....	16
3.2 Limbah Cair Domestik.....	18
3.3 Pengolahan Limbah Cair Domestik Secara Biologis.....	25
3.4 DEWATS.....	37
3.5 Bak Septic.....	42

3.6 Septictank susun ( <i>Anaerobic Baffled Reactor</i> ).....	45
3.7 Filter Anaerobik.....	48
3.8. Kasifikasi Sistem Sanitasi.....	53
3.9 Sanitasi Komunal.....	55
3.10 COD (Chemical Oxygen Demand) .....	58
3.11 TSS ( <i>Total Suspended Solid</i> ).....	59
3.12 Amoniak ( $NH_3$ ).....	62
3.13 Sistem Penanganan Air Limbah Secara Off Site.....	67
3.14 alternative sistem penyaluran air buangan.....	74
<b>BAB IV. Metodologi Penelitian</b>	
4.1 Langkah-langkah Penelitian.....	95
4.2 Metodologi Sampling.....	96
4.3 Jenis Penelitian.....	101
4.4 Waktu pengambilan sampel.....	101
4.5 Bahan sampel yang di analisis.....	101
4.6 Metode Analisis laboratorium.....	102
<b>BAB V. Analisis dan Pembahasan</b>	
5.1 Analisis Data.....	103
5.1.1 Data primer (wawancara, kuisisioner, observasi).....	103
5.1.2 Data Primer (data sampel air limbah domestik).....	112
5.1.2.1 Analisa kadar COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ) secara deskriptif. .....	112
5.1.2.2 Analisa kadar TSS ( <i>Total Suspended Solid</i> ) secara deskriptif.....	114
5.1.2.3 Analisa kadar amonium secara deskriptif.....	115
5.2 Pembahasan Data primer (wawancara, kuisisioner, observasi).....	116
5.3 Pembahasan Data Primer (data sampel air limbah domestik).....	121
5.3.1 COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ).....	121
5.3.2 TSS ( <i>Total Suspended Solid</i> ).....	124
5.3.3 Amonium ( $NH_4^+$ ).....	126
5.3.4 Perbandingan Konsentrasi COD, TSS, Amonium dengan Standar Baku Mutu.....	128

5.4 Sistem Penyaluran.....	131
5.5 Kemungkinan Penggabungan Antara Sistem komunal dengan Sewer Kota.....	134
BAB VI. Kesimpulan Saran	
6.1 Kesimpulan.....	136
6.2 Saran.....	137
Daftar Pustaka.....	139
Lampiran.....	149



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang Masalah

Air mendapatkan fokus perhatian bukan hanya oleh kita bangsa Indonesia, namun telah menjadi isu dengan skala mondial. Air adalah kebutuhan dasar manusia yang sangat penting buat kehidupan dan kesehatan, tetapi banyak orang yang tidak mampu untuk mendapatkannya begitu halnya di Indonesia. Oleh karenanya program-program yang dapat dilakukan adalah penyediaan yang berkelanjutan kuantitas dan kualitas air yang baik, pemberlakuan pelayanan yang terintegrasi dan pelibatan masyarakat, dan inovasi teknologi. Setengah dari penduduk dunia hidup dalam daerah-daerah aliran sungai secara bersama-sama. Daerah aliran sungai melanggengkan ekosistem alami sebagai sumber utama air tawar dan pemenuhan pengguna air. Daerah yang berpenduduk padat mempunyai beberapa kendala didalam pengelolaan limbah cair rumah tangga. Sering dijumpai penduduk dari daerah pemukiman padat langsung membuang limbah cair dari aktivitas rumah tangganya ke sungai tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu, keadaan ini menjadikan air sungai menjadi kotor dan bau. Rata-rata masalah yang dihadapi masyarakat yang hidup di daerah pemukiman padat penduduk diantaranya adalah WC tidak berfungsi karena tiadanya sistem resapan, septiktank berlantai tanah sehingga mencemari sumur di sekitarnya, saluran drainase kotor dan berbau berasal dari septiktank yang sudah penuh.

Di Kota Jogjakarta pada khususnya ada beberapa inisiatif masyarakat untuk pengelolaan limbah manusia, khususnya di wilayah yang tidak bisa dijangkau



percontohan di Indonesia pada umumnya dan di Jogjakarta pada khususnya. Aktivitas kerjasama ini berupa penunjukan lokasi, studi kelayakan, proses penentuan dan penetapan desain, supervisi, dan proses sosial yang melibatkan masyarakat.

## 1.2 Perumusan masalah

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

1. Seberapa besar efisiensi kinerja Sistem Pengolahan Air Limbah Terdesentralisasi di Kampung Serangan, Jogjakarta (ditinjau dari aspek teknis).
2. Apakah effluent dari IPAL Komunal dengan sistem terdesentralisasi yang diterapkan di Kampung Serangan, Jogjakarta sudah memenuhi standar baku mutu air limbah sesuai dengan KepMen LH 112/2003 tentang baku mutu limbah domestik.
3. Bagaimana sistem pengelolaan air limbah dilihat dari sumber, pengaliran dan IPAL.
4. Apakah mungkin dilakukan penggabungan antara sistem terdesentralisasi dengan sistem terpusat.

## 1.3 Tujuan penelitian

1. Untuk menganalisa besarnya efisiensi Pengolahan Air Limbah Terdesentralisasi air limbah domestik secara sanitasi komunal di Kampung Serangan, Jogjakarta (ditinjau dari aspek teknis)

2. Untuk menganalisa besarnya beban COD, TSS,  $\text{NH}_3$  dalam IPAL Komunal di Kampung Serangan, Jogjakarta.
3. Menganalisa secara teknis kondisi dan masalah yang timbul dalam sistem pengelolaan.
4. Untuk menganalisa kemungkinan penggabungan antara Sistem Sanitasi Komunal yang diterapkan di Kampung Serangan, Jogjakarta dengan sistem terpusat kota Jogjakarta.

#### 1.4 Manfaat penelitian

1. Memberikan pengetahuan tentang Sistem Pengolahan Air Limbah Terdesentralisasi dengan menggunakan IPAL Komunal berupa Baffle Septik Tank (*Anaerobic Buffle Reactor*) dalam mengolah air limbah domestik di Kampung Serangan, Jogjakarta.
2. Untuk meningkatkan efisiensi kinerja Sistem Pengolahan Air Limbah Terdesentralisasi pada air limbah domestik di Kampung Serangan, Jogjakarta (ditinjau dari aspek teknis)
3. Memberikan informasi mengenai konsentrasi air limbah warga Kampung Serangan yang masuk ke dalam bangunan pengolahan, khususnya untuk parameter COD, TSS dan  $\text{NH}_3$ .
4. Memberikan pengetahuan tentang masalah teknis yang timbul dalam sistem pengelolaan secara terdesentralisasi.
5. Sebagai bahan pertimbangan tentang kemungkinan penggabungan antara sistem terdesentralisasi Kampung Serangan dengan sistem terpusat Kota Jogjakarta.

### 1.5 Batasan masalah

1. Meneliti sejauh mana tingkat efisiensi dari kinerja Sistem Pengelolaan Air Limbah Terdesentralisasi (*on-site*) pada air limbah domestik di Kampung Serangan, Jogjakarta.
2. Sampel Air diambil dari inlet dan outlet bangunan pengolahan.
3. Pengambilan sampel dilakukan setiap jam mulai jam 6 pagi sampai jam 17.00 WIB pada inlet dan outlet IPAL komunal selama satu hari.
4. Parameter yang digunakan yaitu: COD, TSS dan  $\text{NH}_3$ .
5. Pengambilan data tentang sistem pengelolaan dengan menggunakan kuisisioner, observasi, wawancara.
6. Titik tekan utama dalam penelitian adalah aspek teknis, bukan aspek sosial kemasyarakatan.
7. Karena keterbatasan data, evaluasi tidak mengacu pada desain awal, tetapi terbatas pada kondisi yang ada di lapangan.

### 1.6 Lokasi penelitian

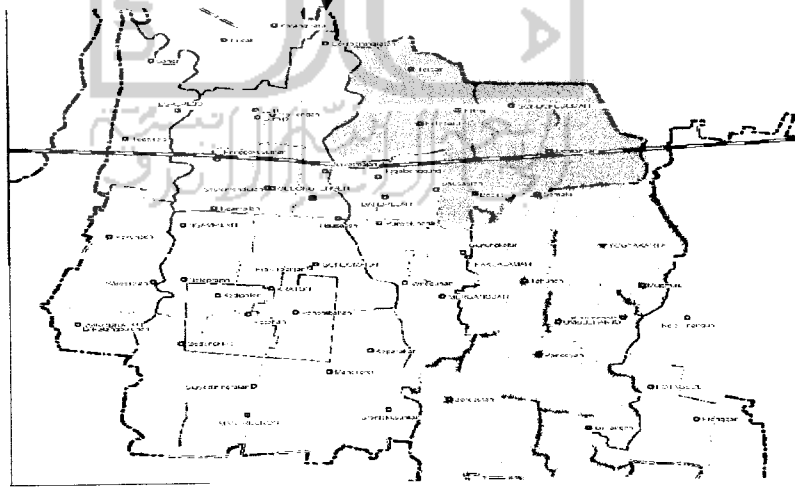
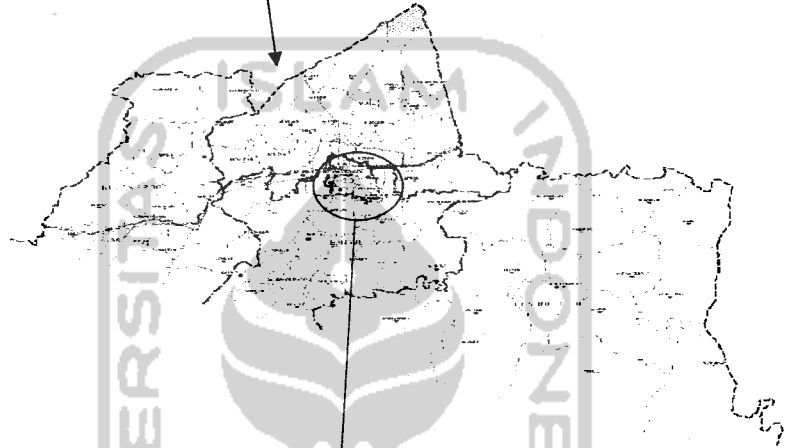
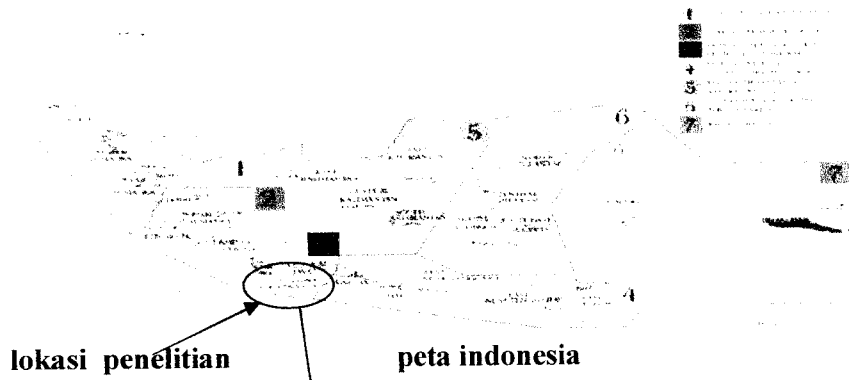
Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik sistem komunal berada di wilayah Serangan, Kelurahan Notoprajan, Kecamatan Ngampilan, Jogjakarta. Tepatnya di sebelah selatan Jl. KH Ahmad Dahlan dan sebelah timur Sungai Winongo.

## BAB II GAMBARAN UMUM DAERAH PENELITIAN

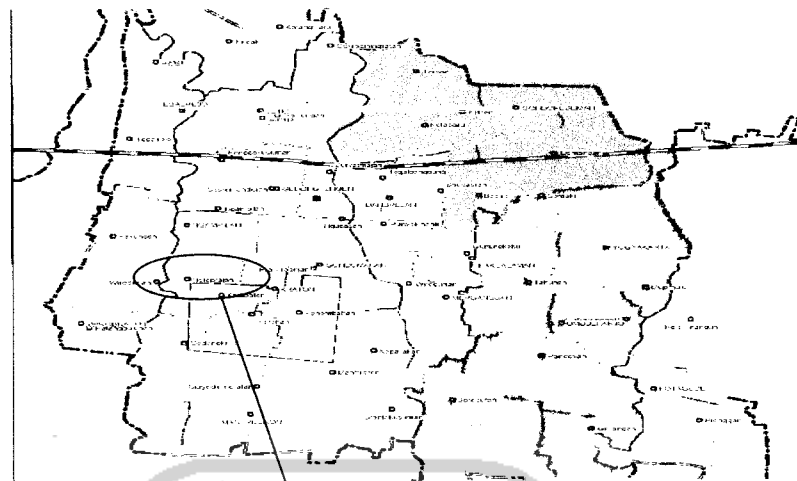
### 2.1 Umum

Kampung Serangan pada awalnya adalah sebuah kampung yang sangat kecil yang berada di pinggir sebelah timur kali Winongo, Kelurahan Notoprajan, Kecamatan Ngampilan, Jogjakarta. Tetapi kemudian kampung serangan mengalami perkembangan hingga menjadi kampung yang padat penduduknya seperti sekarang ini. Perkembangan kampung serangan ini berawal dari bertambahnya jumlah penduduk yang ada di kota Jogjakarta yang terus mengalami peningkatan penduduk pendatang maupun angka kelahiran tiap tahunnya. Penduduk yang semakin hari semakin bertambah di kota Jogjakarta ini memerlukan tempat tinggal untuk kelangsungan hidupnya, karena lahan yang ada terbatas maka mereka terpaksa mencari lahan lain yang bisa dijadikan tempat tinggal dan akhirnya mereka memilih kampung Serangan untuk bertempat tinggal dan menjadikan kampung Serangan untuk bertempat tinggal dan menetap.

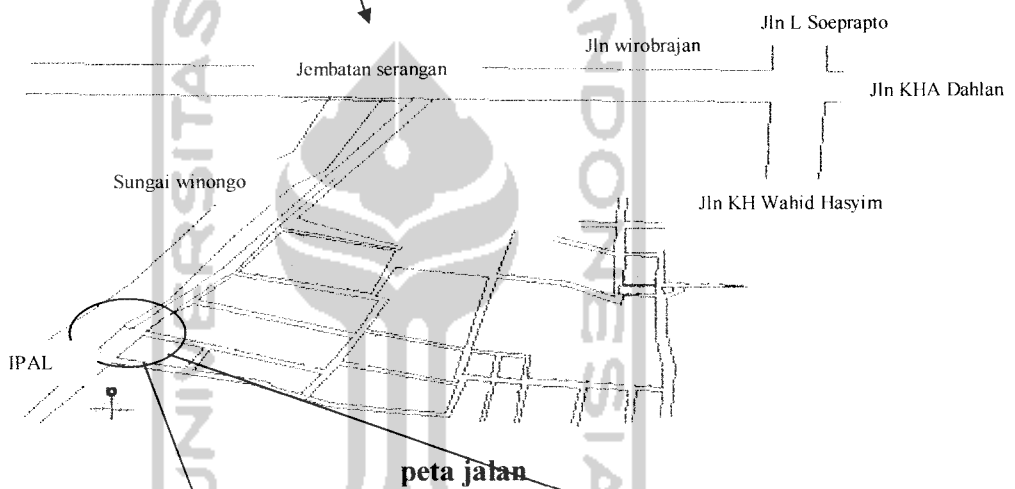
Kampung Serangan memiliki luas lahan kurang lebih 5625 m<sup>2</sup>, memiliki 2 RW dan 14 RT. Untuk wilayah RW 1 meliputi RT 1-RT 7 sedangkan RW 2 meliputi RT 8 – RT 14. Khusus RW 1 terdapat kurang lebih 300 KK dengan rata-rata jumlah jiwa tiap KK adalah 5 orang. Sedangkan jumlah penduduk kampung Serangan seluruhnya kurang lebih adalah 1500 jiwa dengan kepadatan penduduknya adalah 4 jiwa/m<sup>2</sup>. Untuk lebih jelasnya mengenai gambaran riil daerah penelitian, maka dapat ditunjukkan pada gambar 2.1 dibawah ini.



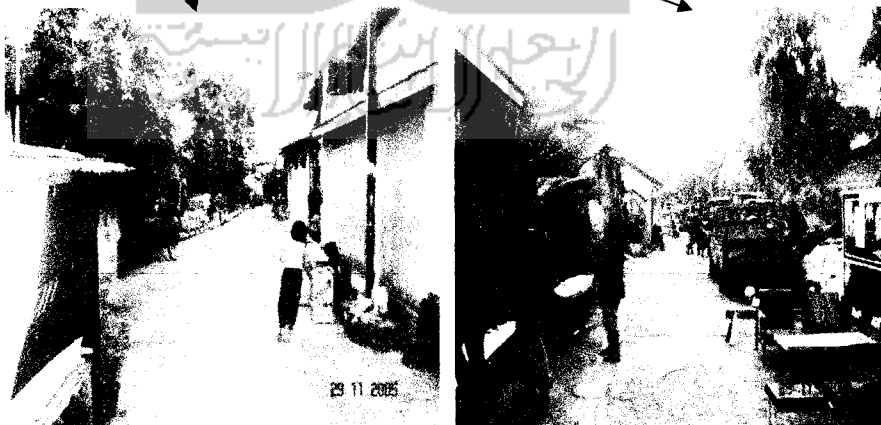
**peta kota jogjakarta**



peta kota jogjakarta



peta jalan



kondisi riil perkampungan masyarakat  
Gambar 2.1 Lokasi Penelitian

## 2.2 Geografis

- a. Ketinggian tanah dari permukaan laut : 114 m
  - b. Banyaknya curah hujan : 1500 – 2500 mm/tahun
  - c. Topografi (dataran rendah, tinggi, pantai) : Dataran rendah
  - d. Suhu udara rata-rata : 32 °C
- Luas Desa/kelurahan : 365050 Ha

### Batas Wilayah :

- a. Sebelah Utara : Kelurahan Ngampilan
- b. Sebelah Selatan : Kelurahan Gedongkiwo
- c. Sebelah Barat : Kelurahan Wirobrajan
- d. Sebelah Timur : Kelurahan Ngupasan

## 2.3 Iklim dan Curah Hujan

Kampung Serangan, Kelurahan Notoprajan, Kecamatan Ngampilan, Jogjakarta, beriklim tropis dengan dua musim yaitu musim kemarau dan musim penghujan dengan curah hujan antara 1500 – 2500 mm/tahun. Berdasarkan data monografi tahun 2005, suhu udara rata-rata adalah 32 °C.

## 2.4 Sarana dan Prasarana

### a. Sarana Drainase

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

berada pada gang yang penduduknya urang padat. Pembuangan air hujan ke saluran irigasi.

b. Air Bersih dan Sistem Perpipaan

Sekitar 50% penduduk Kampung Serangan menggunakan air dari PDAM, sisanya menggunakan sumur.

c. Persampahan

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

## 2.5 Penduduk

Penduduk di kampung Serangan terdiri dari berbagai macam suku tetapi umumnya didominasi oleh masyarakat asli kampung Serangan tersebut yaitu suku Jawa. 95 % masyarakat disini adalah suku Jawa baik masyarakat asli maupun pendatang, sedang 5 % sisanya adalah selain Jawa seperti Cina yang lebih memilih tinggal di pinggir jalan untuk membuka usaha. Mata pencaharian di kampung ini beraneka ragam, mulai dari pegawai pemerintah, pegawai swasta, pedagang kecil, tukang cukur, pengemudi becak, tambal ban, sampai buruh. Masyarakat disini memiliki variasi penghasilan rata-rata sebesar Rp.500.000,00 per bulan. Umumnya masyarakat kampung Serangan tinggal berdekatan, antara satu tempat tinggal dengan tempat tinggal yang lainnya dikarenakan terbatasnya lahan yang ada. Dengan jenis pekerjaan dan penghasilan seperti tersebut di atas maka masyarakat di kampung Serangan dapat digolongkan kedalam masyarakat prasejahtera. Hal ini dikarenakan tidak semua masyarakat mempunyai penghasilan yang bisa dijadikan sebagai jaminan standar hidup. Dimana dengan penghasilan



sebesar Rp. 500.000,00 per bulan seseorang harus bisa mencukupi kebutuhan anggota keluarganya yang rata-rata 5 orang tiap keluarga.

Wilayah RW 01 kampung Serangan merupakan wilayah berpenduduk padat dimana daerah terpadat adalah di wilayah RT 01 dengan 55 KK. Masyarakat disini memiliki variasi penghasilan rata-rata dibawah Rp.500.000,00 per bulan dengan bermacam pekerjaan yaitu karyawan swasta, pedagang kecil, pengemudi becak, tambal ban, tukang cukur dan buruh. 95 % keluarga di kampung Serangan memiliki wc sendiri. Wc-wc ini semuanya tidak memiliki tangki septik. Sementara beberapa keluarga memanfaatkan wc umum atau wc pribadi yang difungsikan menjadi wc umum. Pemanfaatan sumur sebagai sumber air bersih masih merupakan idola melebihi pemanfaatan air PDAM. Hal ini dikarenakan tingkat ekonomi mereka dan ketersediaan 5 titik sumur yang mampu dimanfaatkan secara maksimal.

## 2.6 Tata Guna Lahan

### Peruntukan

- |                        |           |
|------------------------|-----------|
| a. Jalan               | : 325 Ha  |
| b. Sawah dan Ladang    | : 0 Ha    |
| c. Bangunan Umum       | : 2286 Ha |
| d. Empang              | : 0 Ha    |
| e. Pemukiman/Perumahan | : 0 Ha    |
| f. Jalur Hijau         | : 0 Ha    |
| g. Pekuburan           | : 0 Ha    |
| h. Lain-lain           | : 0 Ha    |

### Penggunaan

- a. Industri : 5 Ha
- b. Pertokoan/Perdagangan : 85 Ha
- c. Perkantoran : 15 Ha
- d. Pasar Desa : 0 Ha
- e. Tanah Wakaf : 79 Ha

### Status

- a. Sertifikat hak milik : 936 buah 252131 Ha
- b. Sertifikat hak guna usaha : 0 buah 0 Ha
- c. Sertifikat hak guna bangunan : 14 buah 6362 Ha
- d. Sertifikat hak pakai : 4 buah 1126 Ha
- e. Tanah bersertifikat : 954 buah 259619 Ha
- f. Tanah bersertifikat melalui prona : 119 buah 0 Ha
- g. Tanah yang belum bersertifikat : 765 buah 0 Ha

## 2.7 Gambaran Sistem

Untuk masyarakat yang menggunakan sistem pengolahan melalui IPLC di kampung Serangan biasanya limbah cair rumah tangga yang berasal dari WC, kamar mandi, tempat cuci, dan dapur tercampur menjadi satu melalui pipa HHC (House Hold Conection) yang berdiameter 1,5 inchi dan masuk ke pipa utama yang berdiameter 5 inchi dan kemudian dikumpulkan di bangunan manhole baru ke bangunan pengolahan air buangan atau IPLC yang berada di atas jalan kampung serangan. Satu manhole bisa digunakan untuk limbah dari 5-8 rumah.

Fungsi manhole yaitu untuk menampung air limbah dari rumah-rumah penduduk yang berdekatan untuk kemudian dibawa ke bangunan pengolahan limbah dan bisa digunakan sebagai bak kontrol dan memperbaiki kemampetan pada saluran. Manhole yang digunakan kurang lebih berjumlah 21 buah.

Dalam fungsinya LPTP – DEWATS berkedudukan sebagai kontraktor IPAL dan pelaksana sosial yang bertanggungjawab atas terbangunnya IPAL dengan kualitas baik dan beroperasionalnya IPAL secara maksimal. Sementara kelembagaan pemerintah : Bapedalda, Pedal kota, dan ProLH GTZ melakukan fungsinya sebagai supervisor untuk melihat ketidaksesuaian pembangunan. Berdasar studi kelayakan dan peta lokasi yang telah dibuat bersama oleh perwakilan warga Serangan dan perwakilan LPTP – DEWATS, maka lokasi IPAL yang disepakati adalah di wilayah RT 05, yaitu dibawah jalan kampung dengan lebar 3 m dan panjang 30 m. IPAL ini dibangun untuk 106 KK yang tersebar di RT 01 – 05 dalam wilayah RW 01 dan masyarakat bersedia berkontribusi untuk pemipaan dari WC/kamar mandi ke pipa utama. Kontribusi total perpipaan masyarakat senilai Rp.600.000 yaitu perpipaan dari saluran wc ke pipa utama. LPTP – DEWATS memberikan kontribusi dalam bentuk studi keleyakan, proses survei untuk mengetahui apakah IPAL layak dibangun di wilayah tersebut. Dalam studi kelayakan ini dapat diketahui beberapa informasi seperti jumlah KK, aliran air limbah per hari, luas lahan tersedia dan ketinggian muka air banjir. Bentuk kontribusi yang lain adalah bentuk desain IPAL yang telah menyesuaikan kapasitas dan luasan lahan yang tersedia. Karakteristik bangunan pengolahan dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 karakteristik bangunan pengolahan

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

Sumber : DEWATS

### 2.7.1. Jaringan Penyambungan

Penyambungan pipa memiliki dua komponen yaitu pipa utama dan pipa hos holds conection dengan total panjang 282 m. Pipa utama yang disediakan oleh ProLH GTZ adalah sejauh 128 m yang terletak di wilayah RT 01. Dalam perjalanan sosialnya yang dipengaruhi oleh tingginya minat masyarakat maka LPTP-DEWATS memberikan kontribusi pipa sepanjang 154 m yang mencakup wilayah RT 03, 02, 04, 05. Masyarakat pun berkontribusi dengan menyambung sendiri pipa HHC ke pipa utama.

### 2.7.2. Operasional dan Pemeliharaan

IPAL DEWATS dikonstruksi pada tanggal 25 Desember 2003 dan selesai pembangunannya pada bulan April 2003. IPAL ini mulai beroperasi pada tanggal 6 Mei 2003. Pada bulan pertama operasional, tes laboratorium telah dilakukan untuk mengetahui kadar polutan pada inlet dan outlet. Untuk kualitas outlet sudah memenuhi standar baku mutu air limbah kelas III. Untuk lebih jelasnya mengenai hasil laboratorium satu bulan pertama operasional dapat dilihat pada tabel 2.2. Diharapkan IPAL ini sudah memenuhi standar baku mutu air limbah kelas II pada bulan kedua operasional dan kelas I pada bulan ketiga operasional. Training pemeliharaan terhadap badan pengelola telah dilakukan pada tanggal 13 Juni 2003.

Tabel. 2.2 Hasil laboratorium satu bulan pertama operasional.

No	Parameter	Satuan	Hasil Analisa		Reduksi
			inlet	outlet	
1	Suhu	C	28	28	-
2	BOD	mg/l	272	62.4	77.06%
3	COD	mg/l	458	104	77.29%
4	TSS	mg/l	240	34	85.83%
5	NH <sub>3</sub> bebas	mg/l	1.6575	0.624	62.35%
6	PO <sub>4</sub>	mg/l	39.405	8.329	78.86%
7	pH	mg/l	7.5		-

Sumber : DEWATS

## BAB III TINJAUAN PUSTAKA

### 3.1 Pengertian Limbah Cair

Polusi air adalah penyimpangan sifat-sifat air dari keadaan normal, bukan dari kemurniannya. Air yang tersebar di alam tidak pernah terdapat dalam bentuk murni, tetapi bukan berarti semua air sudah terpolusi. Sedangkan pengertian limbah cair merupakan kejadian masuknya atau dimasukkannya benda padat, cair, gas ke dalam air dengan sifatnya berupa endapan atau padat, tersuspensi, terlarut, koloid, emulsi yang menyebabkan air dimaksud harus dipisahkan atau dibuang.

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

Air limbah diklasifikasikan menjadi 2 yaitu : air limbah industri dan air limbah perkotaan. Kedua jenis limbah ini secara bersama-sama sering dibuang di saluran-saluran yang sama maupun ke badan-badan air seperti sungai. Hal tersebut sering dilakukan dan masih umum dilakukan karena bentangan biaya yang

tergambar jika harus dilakukan pra perlakuan sebelum pembuangan ke badan air umum.

Jenis pencemar fisik, kimia, biologi hampir terjadi selalu bercampur dengan baik dalam kondisi terlarut, tersuspensi, koloid, dan endapan partikel tidak larut, sehingga air tersebut disebutnya sebagai pembawa polutan dengan sebutan sebagai air buangan patogenik, yaitu media penyebab penyakit atau lazim dikenal dengan water borne disease. Air buangan terbagi menurut jenis dan macam buangannya, yaitu :

1. jenis buangan domestik
2. pabrik

sedang macam buangannya adalah bersifat fisis, kimia, biologi dan radioaktif. Tingkat potensial pencemar di atas ditentukan oleh pencemar persatuan volume atau persatuan berat.

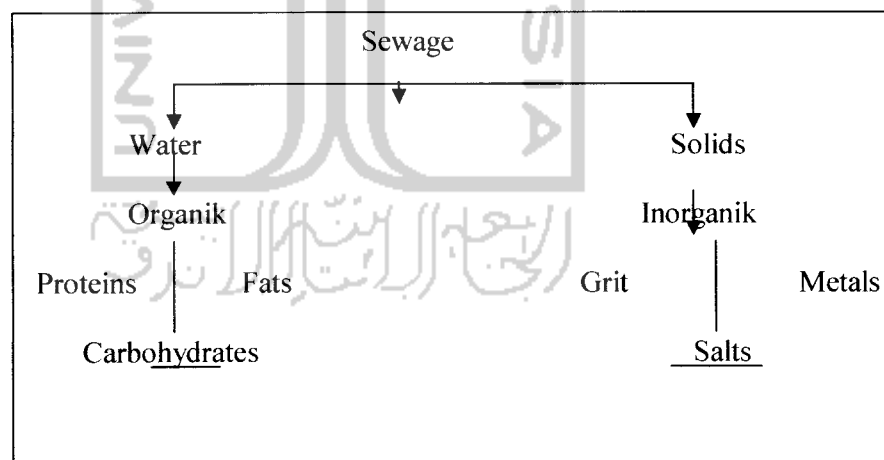
Adapun sumber limbah cair berasal dari :

1. Limbah cair rumah tangga dari perumahan, daerah perdagangan, perkantoran, kelembagaan (rumah sakit, penginapan, sekolah, asrama.) dan fasilitas rekreasi.
2. Limbah cair industri, dimana jenis dan kuantitasnya tergantung pada jenis dan besar kecilnya industri.
3. Limbah cair rembesan dan tambahan, limbah cair ini terjadi pada musim hujan, apabila tempat penampungan air hujan serta salurannya tidak mampu menampung air hujan dan akhirnya mengalir ke saluran limbah cair.

### 3.2 Limbah Cair 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 gambar 3.1.



Sumber : Tebbutt, 1970

Gambar 3.1 Komposisi air buangan domestik



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

### 3.2.1 Sifat Fisik

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

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

Limbah domestik terbagi dalam dua kategori yaitu yang pertama : limbah cair domestik yang berasal dari air cucian seperti sabun, detergen, minyak dan pestisida. Kedua adalah limbah cair yang berasal dari kakus seperti sabun, sampo, tinja, air seni.

Limbah cair domestik menghasilkan senyawa organik berupa protein, karbohidrat, lemak dan asam nukleat. Jika limbah cair domestik ini dibuang ke sungai pada musim kemarau yang debit airnya turun, maka masukan bahan organik kedalam badan air akan mengakibatkan penurunan kualitas air. Pertama, badan air memerlukan oksigen ekstra guna mengurai ikatan dalam senyawa organik (dekomposisi), akibatnya akan membuat sungai miskin oksigen, membuat

jatah oksigen bagi biota air lainnya berkurang jumlahnya. Pengurangan kadar oksigen dalam air ini sering mengakibatkan peristiwa ikan munggut (ikan mati masal akibat kekurangan oksigen).

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

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

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

Pemutih, pewangi, (bahan pembantu) zat pemutih umumnya terdiri dari zat natrium karbonat..

Menurut hasil riset organisasi konsumen malaysia (CAP) pemutih dapat menimbulkan kanker pada manusia, sedangkan untuk pewangi lebih banyak merugikan konsumen karena bahan ini membuat makin tingginya biaya produksi, sehingga harga jual produk semakin mahal. Padahal zat pewangi tidak ada kaitannya dengan kemampuan mencuci. Keempat, bahan penimbul busa yang sebenarnya tidak diperlukan dalam proses pencucian dan tidak ada kaitannya antara daya bersih dengan busa yang melimpah. Kelima, Fluorescent, berguna untuk membuat pakaian lebih cemerlang.

Bagian yang paling berbahaya dari limbah domestik adalah mikroorganisme patogen yang terkandung dalam tinja, karena dapat menularkan beragam penyakit bila masuk dalam tubuh manusia, dalam 1 gr tinja mengandung 1 milyar partikel virus efektif, yang mampu bertahan hidup selama beberapa minggu pada suhu dibawah 10 derajat Celcius. Terdapat 4 mikroorganisme paatogen yang terkandung dalam tinja yaitu : virus, protozoa, cacing dan bakteri yang umumnya diwakili oleh jenis *Escherichia coli* (*E-coli*). Menurut catatan badan kesehatan dunia (*WHO*) melaporkan bahwa air limbah domestik yang belum diolah memiliki kandungan virus sebesar 100.000 partikel virus infektif setiap liternya, lebih dari 120 jenis virus patogen yang terkandung dalam air seni dan tinja. Sebagian besar virus patogen ini tidak memberikan gejala yang jelas sehingga sulit dilacak penyebabnya. Untuk lebih jelasnya mengenai sifat fisik ini, dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel. 3.1 Karakteristik limbah Cair 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)

### 3.2.2 Sifat Kimia

Pengaruh kandungan bahan kimia yang ada di dalam air buangan domestik dapat merugikan lingkungan melalui beberapa cara. Bahan-bahan terlarut dapat menghasilkan DO atau oksigen terlarut dan dapat juga menyebabkan timbulnya bau (*Odor*). Protein merupakan penyebab utama terjadinya bau ini, sebabnya ialah struktur protein sangat kompleks dan tidak stabil serta mudah terurai menjadi bahan kimia lain oleh proses dekomposisi (Sugiharto, 1987).

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

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

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

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

### 3.2.3 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.

### 3.3 Pengolahan Limbah Cair Domestik Secara Biologis

Proses pengolahan limbah domestik secara biologis 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 di jaga dan diperhatikan dengan baik. Seperti halnya 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

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.

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 :

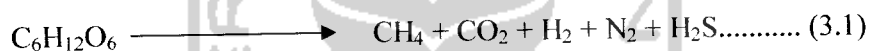
- a. Proses pengolahan biologis secara aerobik.

Proses biologis yang melibatkan oksigen didalamnya.

- b. Proses pengolahan biologis secara anaerobik

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

Reaksinya dapat dijelaskan sebagai berikut :



*Mikroorganisme*

Secara umum biasanya dekomposisi anaerobik ini dalam penguraian 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 pula disebut fermentasi metan, karena proses penguraian bahan organik dengan produk akhirnya menghasilkan gas metana.



Proses pengolahan anaerobik dalam pengolahan biologis terjadi dalam tiap tahap pemecahan bahan organik yang menghasilkan gas metana ( $CH_4$ ) yaitu :

### 3.3.1 Hidrolisis

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

### 3.3.2 Pembentukan asam

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

### 3.3.3 Proses pembentukan asam (*fermentasi metana ( $CH_4$ )*)

Proses ini sebagai fase pembentukan gas metana baik dari senyawa asetat maupun dari  $H$  dan  $CO_2$ . Proses ini menggunakan bakteri methanogen. Bakteri ini

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

Untuk proses pengolahan biologis di dalam sewer dapat terjadi dalam dua phase yaitu dalam phase aerobik maupun anaerobik. Untuk phase aerobik biasanya terjadi di air buangan itu sendiri, sedangkan untuk phase anaerobik terjadi di lapisan sedimen yang ada di dalam saluran itu sendiri.

#### 3.3.4 Dasar-dasar pengolahan Biologis

Biodegradabilitas (penguraian/perobakan secara biologis suatu senyawa ditentukan oleh sifat dan susunan bahan, dimana pada umumnya senyawa organik mempunyai reasi yang cepat, sedangkan senyawa anorganik mempunyai sifat reaksi yang lambat. Tetapi didalam kenyataannya, khususnya di lingkungan alami, biodegradabilitas ditentukan pula oleh banyak faktor, baik yang bersifat biotik (bentuk dan sifat jasad) serta abiotik (kadar air, susunan media, temperatur, aerasi) dari bahan.

Degradasi limbah secara biologik merupakan proses yang berlangsung secara alamiah. Sistem biologik yang terkontrol dan tak terkontrol merupakan sistem utama yang digunakan untuk menangani limbah organik. Sistem ini dapat menangani limbah cair maupun padat, aerobik maupun anaerobik. Contoh proses pengolahan biologik seperti kolam oksidasi, septiktank, digester anaerobik, baffle septik tank, anaerobik filter.

### 3.3.5 Reaksi Biokimia

Pada proses pengolahan air limbah secara biologik, mikroorganisme menggunakan limbah untuk mensintesis bahan seluler baru dan menyediakan energi untuk sintesis selanjutnya. Disamping itu organisme dapat juga menggunakan suplai makanan yang sebelumnya sudah terakumulasi secara internal atau endogenes untuk respirasi dan melakukannya terutama bila tidak ada sumber makanan dari luar atau eksogenes. Sintesis dan respirasi endogenes berlangsung secara simultan dalam sistem biologik dengan sintesis yang berlangsung lebih banyak bila terdapat makanan eksogenes yang berlebihan dan respirasi endogenes akan mendominasi bila suplai makanan eksogenes sedikit atau tidak ada.

Berikut ini adalah metabolisme anaerob senyawa organik.

Senyawa organik (*COHNS*) :

1. sintesis : protoplasma (sel baru)
2. energi : hasil buangan (asam organik, alkohol, dsb)

Energi :

1. energi : hasil buangan ( $CH_4$ ,  $CO_2$ )
2. sintesis : protoplasma (sel baru)

Secara umum reaksi yang terjadi dapat digambarkan sebagai berikut :

Limbah biodegradable + Mikroorganisme → produk akhir + lebih banyak M.O

(mengandung energi)

..... (3.2)

Apabila pertumbuhan mikroorganisme terhenti, mikroorganisme mati dan hidrolisis melepaskan nutrisi dari protoplasmanya untuk digunakan oleh sel-sel yang masih hidup dalam suatu proses respirasi endogenes. Reaksinya secara umum adalah sebagai berikut :

Mikroorganisme → produk akhir + lebih sedikit mikroorganisme..... (3.3)

Tersedianya bahan limbah (makanan), maka metabolisme mikroba akan berlangsung dengan memproduksi sel-sel baru dan energi sehingga padatan mikroba akan meningkat. Akan tetapi bila makanan tidak ada, maka respirasi endogenes akan berlangsung lebih banyak dan akan terjadi pengurangan padatan mikroba. Massa mikroba tidak akan berkurang hingga nol bahkan bila periode respirasi endogenes berlangsung lama. Residu sekitar 20 – 25% massa mikroba akan tertinggal. Bahkan dalam sistem penanganan biologik akan terjadi akumulasi padatan dengan laju yang sangat rendah. Padatan ini harus dikeluarkan dari instalasi.

### 3.3.6 Proses Anaerobik

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 metana ( $CH_4$ ).

Mikroorganisme anaerob tertentu tidak dapat 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 karbon dioksida, sulfat, dan nitrat. Proses dimana bahan organik dipecah (diurai) tanpa adanya oksigen sering disebut fermentasi.

Sebagian besar mikroorganisme dapat hidup 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 dari pada oksidasi anaerobik. Sebagian besar mikroorganisme dalam proses pengolahan limbah secara biologik adalah organisme fakultatif.

Proses 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 metana. Bakteri-bakteri ini dalam proses metabolismenya menghasilkan produk akhir berupa gas metana.

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

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

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



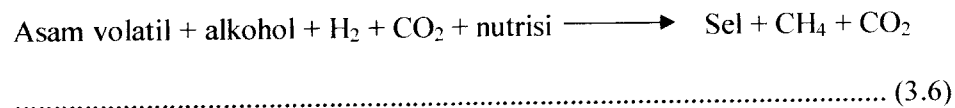
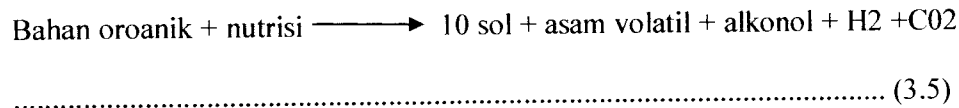
Reaksi di atas akan menghasilkan energi sedangkan unsur karbon yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tidak dihasilkan. Kebutuhan karbon dan  $CO_2$  tersebut diperoleh dari substrat atau hasil produksi dari proses oksidasi bahan organik.

Proses fermentasi metana pada air limbah dapat menghasilkan komponen organik yang sangat beragam yang dapat dioksidasi oleh bakteri, karena bakteri metana yang aktif juga sangat beragam dan saling berinteraksi. Asam volatil akan diolah menjadi asam lainnya dengan berat molekul yang lebih kecil dan asam tersebut bertindak sebagai mediator-penyebab pembentukan metana.

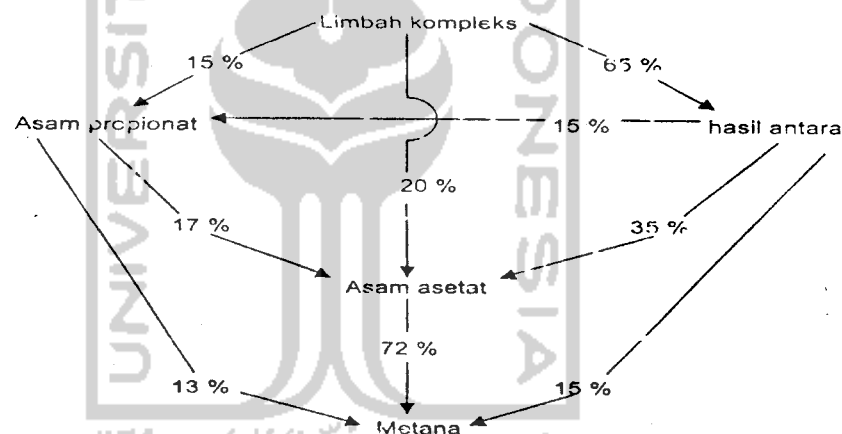
Tahapan reaksi yang penting dalam fermentasi adalah reaksi asam asetat yang juga dapat digunakan oleh bakteri metana. Selama proses fermentasi oleh aktivitas bakteri metana juga terjadi proses pembentukan sel karena karbon yang memasuki sistem tidak semuanya berfungsi hanya sebagai substrat saja tetapi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

selengkapnya adalah sebagai berikut :

bakteri



Sebagai substrat untuk pembentukan metana dapat digunakan asam propionat, asam asetat dan komponen lainnya dengan proporsi dan peruraian seperti gambar 3.2 .



Gambar 3.2 Substrat dalam fermentasi anaerobik metana

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 sangat rendah yaitu hanya sekitar 0.05 gram/g COD yang terdapat pada sistem.

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap proses anaerobik adalah :

#### 3.3.6.1 PH

PH yang optimal untuk berlangsungnya proses anaerobik berkisar antara pH 6.5 - pH 7.5. Pada sistem anaerobik, asam organik sudah akan terbentuk pada pertama fermentasi. Apabila proses oksidasi asam organik tersebut lebih lambat dari proses pambentukannya maka dapat dimengerti bila konsentrasi asam organik dalam sistem akan meningkat dan mempengaruhi besarnya pH (pH turun).

#### 3.3.6.2 Suhu

Suhu yang optimum untuk proses fermentasi metana adalah sekitar 37 °C hingga 40 °C. Bakteri-bakteri anaerobik yang bersifat mesofilik biasanya dapat tumbuh pada suhu 20 °C hingga 45 °C, pada suhu diatas 40 °C produksi gas metana akan menurun dengan tajam.

#### 3.3.6.3 Pencampuran

Adanya ion logam yang berlebihan tidak dikehendaki pada proses fermentasi metana, karena akan menyebabkan keracunan bagi mikroba pada konsentrasi tertentu. Ion-ion logam yang bersifat racun tersebut adalah antara lain  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  yakni bila konsentrasinya lebih dari 1000 mg/l. Sedangkan bila konsentrasi ion logam tersebut hanya sekitar 50 - 200 mg/l maka pengaruh yang ditimbulkannya adalah pengaruh yang menguntungkan karena memberikan pengaruh stimulasi.



### 3.3.6.4 Waktu retensi

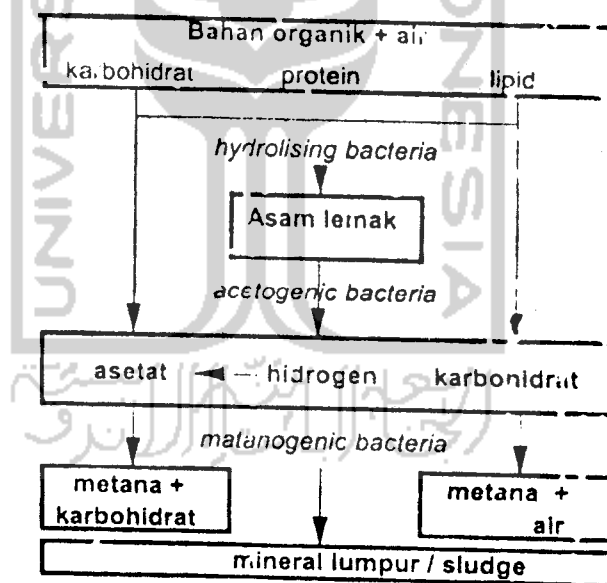
Waktu retensi minimum untuk proses anaerobik umumnya 24 jam.

### 3.3.6.5 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, dan fosfat layak untuk diperhatikan yaitu biasanya dalam perbandingan

Karbon : nitrogen : fosfat = 150 : 5.5 : 1

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.3



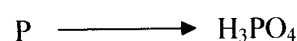
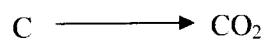
Gambar 3.3 Prinsip proses anaerobik yang disederhanakan

Laju fermentasi pada sistem anaerobik lazimnya Selalu lebih rendah dibanding dengan sistem aerobik. Hal ini disebabkan karena kesetimbangan antara substrat dan produk sulit dipertahankan, yakni CO<sub>2</sub> yang terbentuk yang akan

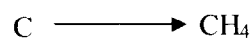
mempengaruhi laju fermentasi tidak dapat keluar dari sistem sehingga terakumulasi dan meningkat, terutama bila laju pembentukan metana lambat. Contoh lainnya adalah sulitnya mengatur laju pembentukan metana yang sebanding dengan laju fermentasi asam, *Methanobacterium* umumnya tumbuh lebih lambat jika 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 jam atau kurang.

Sebagai akibat menurunnya oksigen terlarut di dalam 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 terlihat di bawah ini.

**Kondisi aerobik :**



**Kondisi anaerobik :**



fosfor

..... (3.7)

Senyawa-senyawa hasil penguraian secara anaerobik seperti amin, H<sub>2</sub>S dan komponen fosfor, mempunyai bau yang menyengat, misalnya amin berbau anyir, H<sub>2</sub>S 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 dan memberikan karakteristik tertentu pada daya ikat air produk yang menyebabkan produk dapat dikeringkan dengan mudah.

### 3.4 DEWATS

*DEWATS* merupakan singkatan dari “*Decentralized Wastewater Treatment Systems*” (sistem pengolahan air limbah terdesentralisasi).

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

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

- 1 *DEWATS* menyediakan pengolahan limbah industri maupun domestik
- 2 *DEWATS* mengolah limbah dengan kapasitas aliran 1-1000 m<sup>3</sup> per hari

3 *DEWATS* dapat diandalkan, tahan lama dan toleran terhadap fluktuasi masukan limbah

4 *DEWATS* tidak memerlukan pemeliharaan yang rumit.

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

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

Berdasarkan pada desain yang ada, lahan rata-rata yang diperlukan *DEWATS* berkisar antara 1,5 – 3 m<sup>2</sup> per m<sup>3</sup> alira air limbah setiap hari.

Sistem kerja *DEWATS* tanpa menggunakan kemampuan secara teknis

Kebutuhan pada *DEWATS*:

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

Sistem pengolahan Dewats didasarkan pada 4 sistem pengolahan:

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

Sedimentasi dan pengolahan primer pada kolam sedimentasi, septik tank atau Imhoff tank

Pengolahan anaerob sekunder pada fixed bed filters (*anaerobik filters*) or baffled septik tank, Pengolahan anaerobik atau aerobik sekunder dan tersier pada constructed wetlands (*subsurface flow filters*), 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 anaerobik digestion. Materi terlarut dan tersuspensi yang tertinggal di dalam tangki tidak terolah. Septik tank ini terdiri dari 2-3 ruang (kompartemen). 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, effluent tidak berbau (jika terjadi pada proses

anaerobik). Penerapan DEWATS dirancang sedemikian rupa sehingga air yang diolah memenuhi persyaratan peraturan dan hukum lingkungan.

### 3.4.1 Teknik Pengolahan Sistem *DEWATS*

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

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

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

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

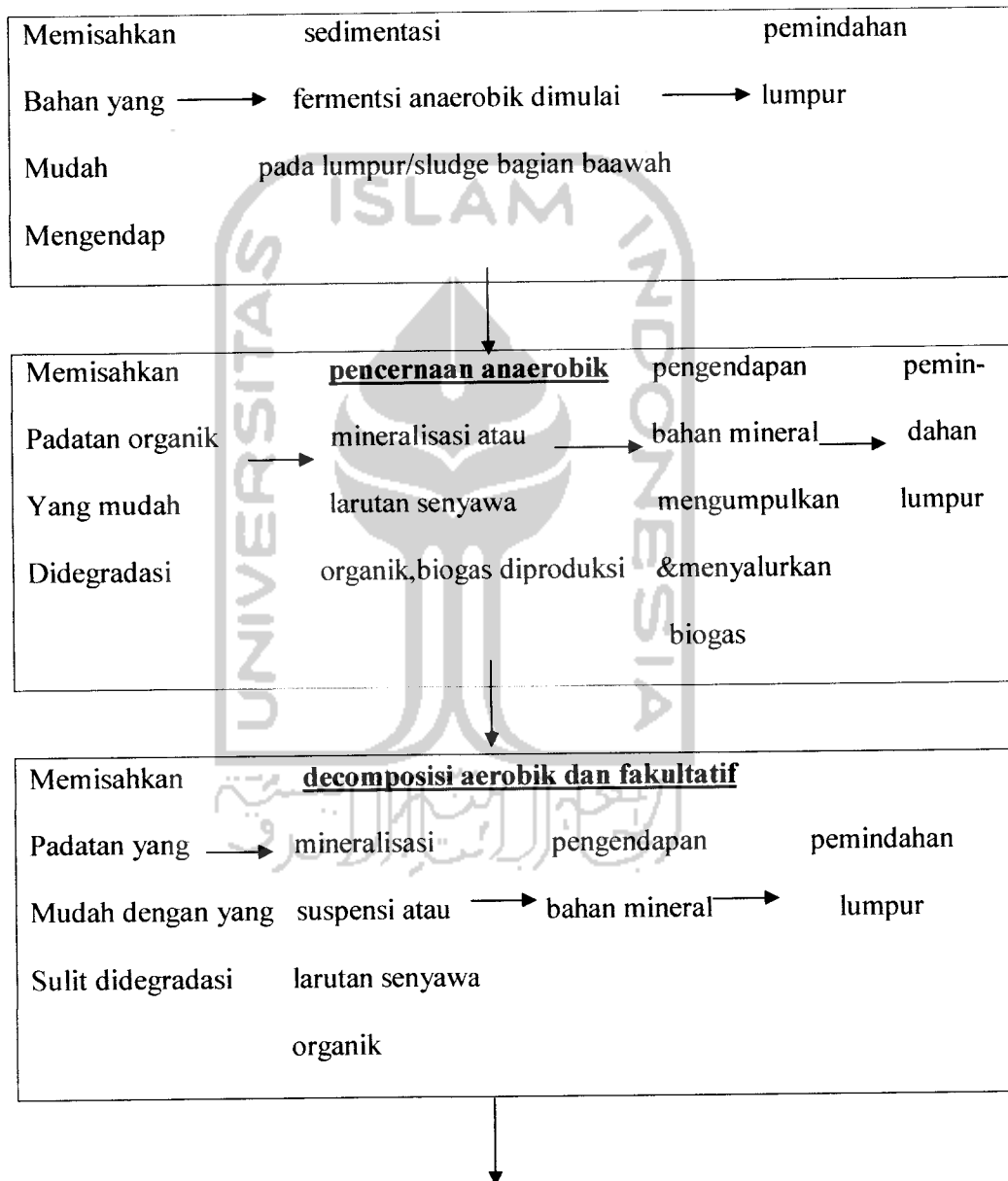
### SISTEM PENGOLAHAN *DEWATS*

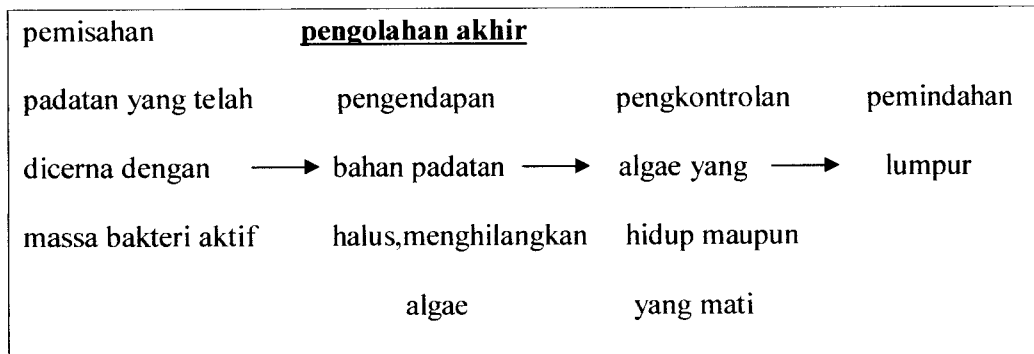
Aplikasi *DEWATS* berdasarkan pada empat sistem pengolahan sebagai berikut :

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

4. Pengolahan tersier, aerob/anaerob dengan sistem kolam.

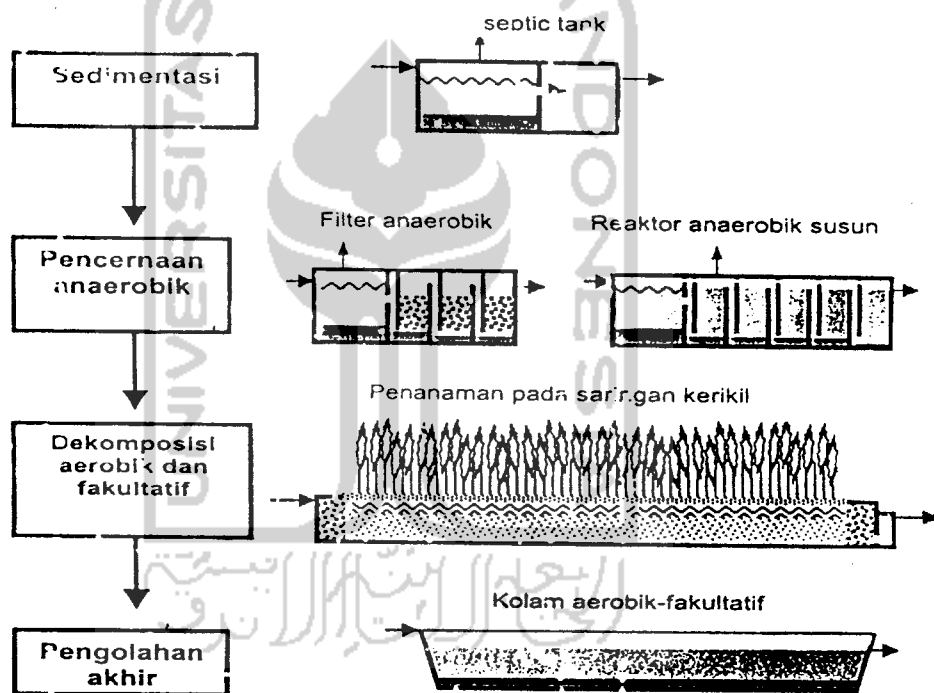
*DEWATS* didesain sedemikian rupa sehingga air yang diolah memenuhi baku mutu sesuai yang dipersyaratkan oleh pemerintah. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.4 dan 3.5 .





Sumber : DEWATS

Gambar 3.4 Pengolahan Air Limbah DEWATS



Sumber : DEWATS

Gambar 3.5 Sistem Pengolahan Air Limbah DEWATS

### 3.5 Bak Septic

Bak septik adalah sistem pengolahan limbah setempat dalam skala kecil yang amat lazim digunakan didunia. Pada dasarnya proses yang terjadi pada bak septik



adalah sedimentasi (pengendapan) dan dilanjutkan dengan stabilisasi dari bahan-bahan yang diendapkan tersebut lewat proses anaerobik.

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

### 3.5.1 Karakteristik Bak Septic

Jenis pengolahan : sedimentasi, stabilisasi lumpur, penurunan COD 20 – 50%

Macam air limbah : domestik dan lainnya yang disertai pengendapan padatan

Kelebihan : sederhana, tahan lama, underground, kebutuhan lahan  
0,5 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> air limbah harian

kelemahan : hanya untuk pengolahan awal, keluaran masih berbau

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

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

- 1 Lumpur/sludge yang mengendap pada bagian bawah, untuk selanjutnya lumpur ini akan terurai lewat proses anaerobik
- 2 Supernatan adalah cairan yang telah berkurang unsur padatnya, untuk selanjutnya akan mengalir menuju ke ruang/chamber 2

- 3 Scum merupakan bahan yang lebih ringan daripada minyak, lemak dan bahan ikutan lainnya. Scum ini bertambah lama bertambah tebal. Karena itu perlu dihilangkan secara periodik (biasanya sekali dalam 3 tahun). Scum ini sebenarnya tidak mengganggu reaksi yang terjadi selama proses pengolahan, tetapi apabila terlalu tebal akan memerlukan tempat hingga kapasitas treatment berkurang.

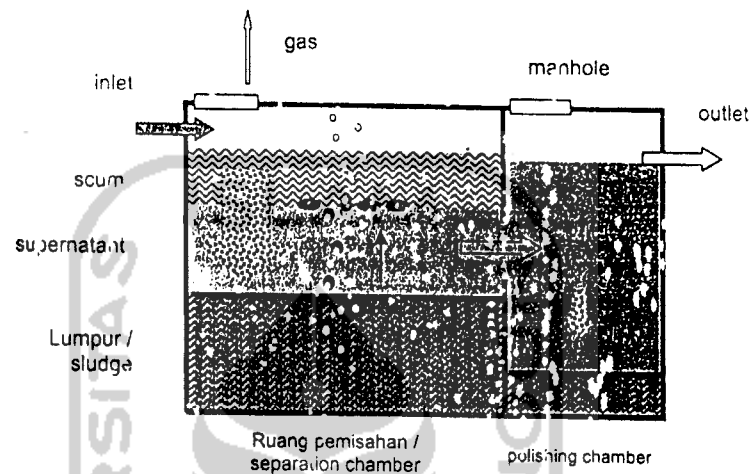
Sedangkan pada ruang kedua (dan seterusnya) yang terjadi adalah :

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

Prinsip dua pengolahan tersebut (*sedimentasi dan stabilisasi*) adalah pengolahan mekanik dengan pengendapan dan pengolahan biologi dengan kontak antara limbah baru dan lumpur aktif di dalam bak septik. Pengendapan optimal terjadi ketika aliran tenang dan tidak terganggu. Pengolahan biologi dioptimalkan oleh percepatan dan kontak intensif antara aliran baru dan lumpur lama, apalagi bila aliran mengalami turbulen.

Dengan aliran yang tenang dan tidak terganggu, supernatan (cairan yang telah berkurang unsur padatnya) yang tertinggal di bak septik lebih segar dan baunya tidak terlalu menyengat, yang menunjukkan bahwa penguraian belum berlangsung. Dengan aliran turbulen, penguraian larutan dan penghancuran pada zat padat berlangsung cepat dikarenakan adanya kontak intensif antara limbah segar dan yang sudah aktif. Meski demikian, ketenangan untuk pengendapan tidak

mencukupi, sehingga padatan terlarut yang berlebih akan keluar oleh aliran turbulen. Buangan tersebut bebau karena padatan aktif dalam bak belum terfermentasi secara sempurna. Gambaran mengenai bangunan dapat dilihat pada gambar 3.6.



Sumber : DEWATS

Gambar 3.6 Bak Septik

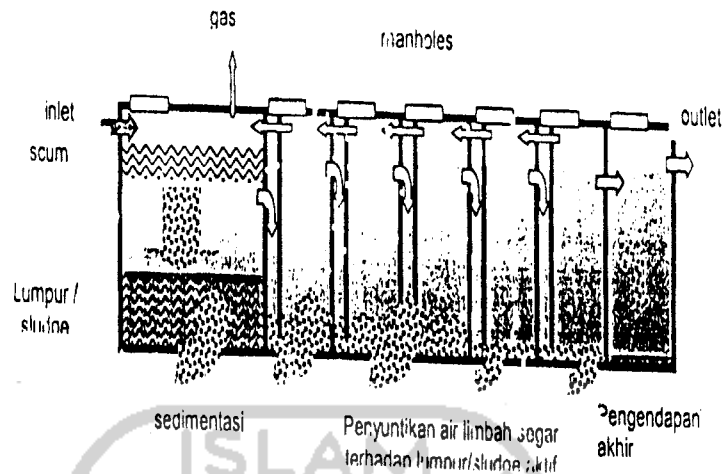
### 3.6 Septictank susun (*Anaerobic Baffled Reactor*)

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

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

Gambaran mengenai bangunan dapat dilihat pada gambar 3.7





Sumber : DEWATS

Gambar 3.7 Septic Tank susun (*Anaerobic Baffled Reactor*)

### 3.6.1 Karakteristik *Baffle Reaktor* :

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

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

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

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

Pada ruang pertama baffle reaktor, proses yang terjadi adalah proses settling/pengendapan (sama yang terjadi pada septic tank). Pada ruang selanjutnya proses penguraian karena kontak antara limbah dengan akumulasi mikroorganisme. Baffle reaktor yang baik mempunyai minimum 4 chamber.

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

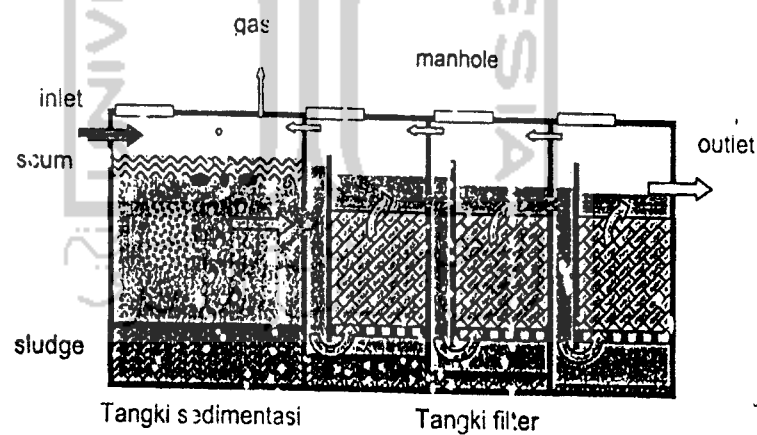
Untuk keperluan desain HRT tertentu uplift velocity ini tergantung dari luas penampang (panjang dan lebar). Dalam hal ini faktor tinggi (kedalaman chamber) tidak berpengaruh atau tidak berfungsi sebagai variabel dalam desain. Konsekuensinya model bak yang dibutuhkan adalah yang penampangnya luas tapi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

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

Baffle reactor cocok untuk banyak macam limbah cair, termasuk limbah domestik. Efisiensinya cukup besar pada beban organiknya yang tinggi. Efisiensi pengurangan COD dalam pengolahan antara 65% - 90%, sedang BOD – nya

yang terendapkan tersebut. Sedangkan kandungan bahan yang masih terikut (tidak terendapkan) praktis tidak mengalami proses apapun.

Filter anaerobik (*fixed bed* atau *fixed film rektor*) menggunakan prinsip yang berbeda dengan septictank, karena sistem ini justru diharapkan untuk memproses bahan-bahan yang tidak terendapkan dan bahan padat terlarut (*dissolved solid*) dengan cara mengkontakkan dengan surplus bakteri yang aktif. Bakteri tersebut bersama bakteri lapar akan menguraikan bahan organik terlarut (*dissolved organic*) dan bahan organik yang terdispersi (*dispersed organic*) yang ada dalam limbah. Sebagian besar bakteri tersebut tidak bergerak. Bakteri cenderung diam dan menempel pada partikel padat seperti pada dinding reaktor atau tempat lain yang permukaannya bisa digunakan sebagai tempat tempelan. Gambaran mengenai bangunan dapat dilihat pada gambar 3.8



Sumber : DEWATS

Gambar 3.8 Filter Anaerobik

### 3.7.1 Karakteristik Filter Anaerobic

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

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

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

Kelemahan : ada kemungkinan tersumbat, clogging possible, keluaran/  
Effluent sedikit berbau.

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

Penggunaan media bisa bermacam-macam tetapi pada prinsipnya lebih luas permukaan akan lebih baik fungsinya. Materi filter seperti kerikil, batu, batu bara, atau kepingan plastik yang berbentuk khusus menyediakan area permukaan tambahan untuk tempat tinggal bakteri. Jadi limbah cair yang baru dipaksa untuk bersinggungan dengan bakteri aktif secara intensif. Semakin luas permukaan untuk perkembangbiakan bakteri, semakin cepat penguraiannya. Media yang baik luas permukaannya (*surface area*) kira-kira  $90 - 300 \text{ m}^2$  per  $\text{m}^3$  volume yang ditempatinya.

Permukaan media yang kasar (seperti pada batuan *vulkanik basalt*) pada tahap permulaan setidaknya biasa menyediakan area yang lebih besar.

Selanjutnya selaput atau film bakteri yang tumbuh pada media filter tersebut dengan cepat menutup lubang-lubang yang lebih kecil pada permukaan media (batu) yang kasar tadi. Total permukaan filter sepertinya menjadi kurang penting untuk pengolahan daripada kemampuan fisiknya untuk menahan partikel padat bakteri tersebut.

Selaput bakteri harus diambil bila sudah terlalu tebal. Pengambilan bisa dilakukan dengan mengguyur balik air limbah atau dengan mengangkat massa filter yang dibersihkan di luar reaktor. Namun filter anaerob sangat dapat diandalkan dan kuat.

Penurunan efisiensi pengolahan merupakan indikator penyumbatan pada beberapa bagian. Penyumbatan terjadi ketika limbah cair mengalir hanya melalui beberapa pori yang terbuka, akibatnya aliran kecepatan tinggi akan menghanyutkan bakteri. Hasil akhir adalah penurunan waktu pembusukan dengan sedikit rongga yang terbuka.

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

Filter anaerob bisa dioperasikan sebagai sistem aliran kebawah ataupun aliran keatas. Sistem aliran keatas biasanya lebih disukai karena resiko bakteri yang masih aktif hanyut lebih sedikit. Disisi lain, pembilasan filter untuk membersihkannya lebih mudah dengan sistem aliran kebawah. Kombinasi ruang



aliran keatas dan aliran kebawah juga dimungkinkan. Kriteria penting dalam design adalah distribusi limbah cair pada area filter.

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

HRT (hydraulic retention time) pada anaerobik filter berkisar antara 1 – 2 hari (24 – 18 jam). Angka ini merupakan patokan umum mengingat proses degradasi pada proses anaerobik lebih lambat dibanding proses aerobik.

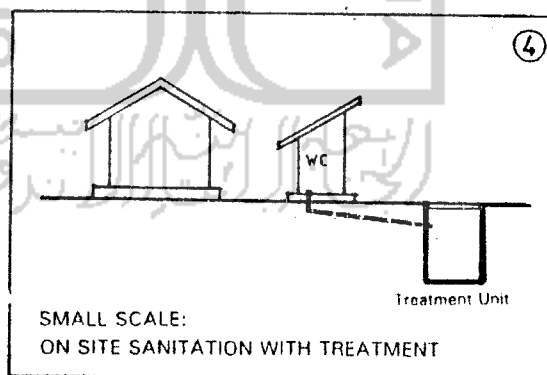
Pada tahap permulaan penerapan anaerobik filter. Karena proses pengolahan tergantung dari surplus massa bakteri aktif, lumpur aktif (misalnya dari septictank) sebaiknya disemprotkan pada bahan filter sebelum penerapan anaerobik filter dimulai. Bila memungkinkan, pelaksanaan dimulai dengan seperempat aliran harian, baru kemudian batas aliran ditingkatkan secara perlahan selama tiga bulan. Dalam prakteknya, kemungkinan besar sistem tersebut baru berfungsi secara optimal antara enam sampai sembilan bulan kemudian.

### 3.8. Kasifikasi 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*).

#### 3.8.1 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. Untuk lebih jelas mengenai pengertian diatas dapat dilihat pada gambar 3.9

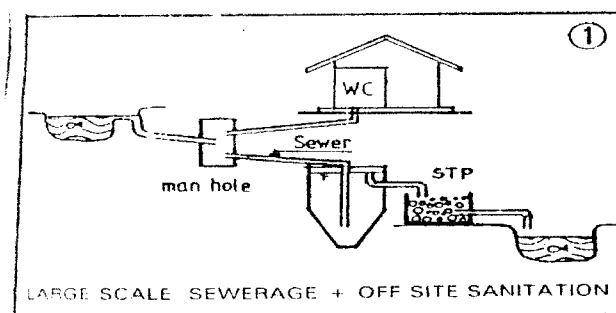


Sumber : YUIM'S

Gambar 3.9 Sanitasi On site

### 3.8.2 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 effluent 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. Untuk lebih jelas mengenai pengertian diatas dapat dilihat pada gambar 3.10



Sumber : YUIM'S

Gambar 3.10 Sanitasi Terpusat

### 3.9 Sanitasi Komunal

Di Kota Yogyakarta ada beberapa inisiatif masyarakat untuk pengelolaan limbah manusia, khususnya di wilayah yang tidak bisa dijangkau oleh jaringan air limbah. Kadang-kadang, masyarakat membangun satu pipa utama di sekitar daerah permukiman yang biasanya menuju sungai atau saluran irigasi. Kemudian warganya membangun sambungan rumah tangga masing-masing ke pipa utama tersebut. Beberapa fasilitas masyarakat, seperti MCK, merupakan bentuk lain dari sistem sanitasi komunal yang ditemukan di beberapa wilayah di Kota Yogyakarta. Dari tahun 1996 sampai 1997, ada tiga fasilitas sanitasi komunal yang dibangun masing-masing di Kelurahan ' Wirogunan, Purwokinanti, dan Kelurahan Brontokusuman di bawah pengawasan dan pendanaan YUDP. Berdasarkan upaya percontohan tersebut, Kantor Pengendalian Darnpak Lingkungan (KPDL) Kota Yogyakarta selanjutnya membangun empat unit fasilitas serupa di Kelurahan Tegalrejo, Prenggan, Patangpuluhan, dan Mergangsan. Kemudian bekerjasama dengan proyek *Decentralized Wastewater Treatment System* (DEWATS), Kota Yogyakarta melaksanakan lagi percontohan fasilitas sanitasi komunal di Kelurahan Serangan.

Jadi, saat ini ada delapan fasilitas sanitasi komunal, yang secara seluruhnya melayani sekitar 500 KK atau 2.520 jiwa. Jenis pengolahan dan cakupan pelayanannya dari masing-masing fasilitas tersebut disajikan pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Lokasi Dan Cakupan Fasilitas Sanitasi Komunal.

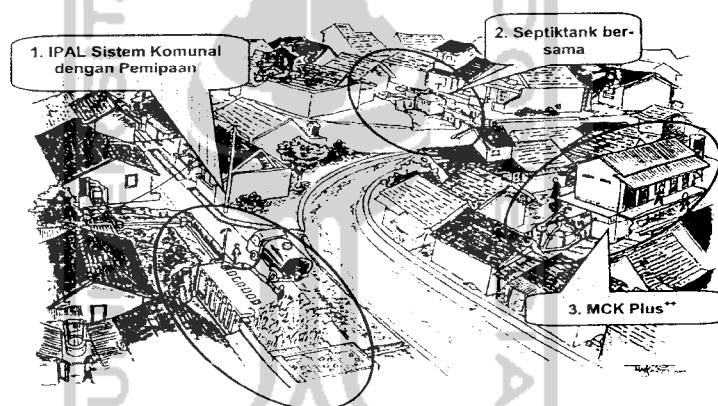
No.	Lokasi	Jenis Pengolahan	cakupan pelayanan	
			jumlah KK	jumlah jiwa
1	wirogunan	UASB	68	340
2	Purwokinanthi	Tangki Septik	35	35
3	Brontokusuman	Tangki Septik	40	200
4	Tegalrejo	Tangki Septik	50	250
5	Prenggan	Tangki Septik	50	250
6	Patangpuluhan	Tangki Septik	50	250
7	Margangsan	Tangki Septik	50	250
8	Serangan	Tangki septik yang dimodifikasi dengan baffle reactor dan filter	161	805
<b>Total</b>			<b>504</b>	<b>2.52</b>

(Sumber : DEWATS)

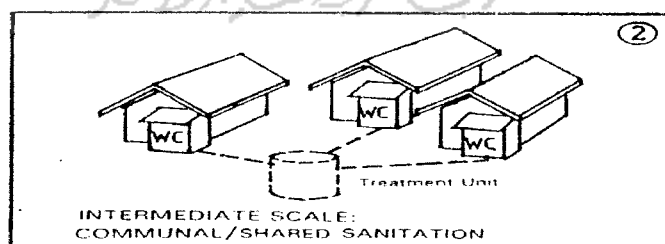
Sitem ini dilakukan untuk menangani limbah domestik pada wilayah yang tidak memungkinkan untuk dilayani oleh sistem terpusat ataupun secara individual. Penanganan dilakukan pada sebagian wilayah dari suatu kota, dimana setiap rumah tangga yang mempunyai fasilitas MCK pribadi menghubungkan saluran pembuangan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

10 – 100 rumah tangga atau bahkan dapat lebih. Effluent dari instalasi pengolahan dapat disalurkan menuju sumur resapan atau juga dapat langsung dibuang ke badan air (sungai).

Fasilitas sistem komunal dibangun untuk melayani kelompok rumah tangga atau MCK umum. Bangunan pengolah air limbah diterapkan di perkampungan dimana tidak ada lahan lagi untuk membangun sanitasi secara individu, lebih jelasnya lihat pada gambar 3.11. Sistem komunal ini kurang dapat berjalan dengan lancar di perkampungan karena kebanyakan dari penduduk/ rumah tangga kurang memperhatikan perawatan dari sistem yang ada.



Sistem Sanitasi Komunal di Perkampungan Kota



Sumber : BORDA (Bremen Overseas Research Development Association)

Gambar 3.11 Gambaran ringkas sistem sanitasi komunal

### 3.10 COD (Chemical Oxygen Demand)

Jumlah oksigen ( $\text{mg O}_2$ ) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zata-zat organik yang ada dalam 1 liter sampel air, dimana pengoksidasi  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  digunakan sebagai sumber oksigen (*oksidizing agent*).

Angka *COD* merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut 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* dan *BOD* dapat ditetapkan. Dalam tabel 3.3 dibawah ini terdapat perbandingan antara angka tersebut untuk beberapa jenis air.

Tabel 3.3 Perbandingan rata-rata angka  $\text{BOD}_5/\text{COD}$  untuk beberapa jenis air.

Jenis air	$\text{BOD}_5 / \text{COD}$ (Mg/l)
Air buangan domestik (penduduk)	0,40 — 0,6
Air buangan domestik setelah pengendapan primer	0,60
Air buangan domestik setelah pengolahan secara biologis	0,2
Air sungai	0,1

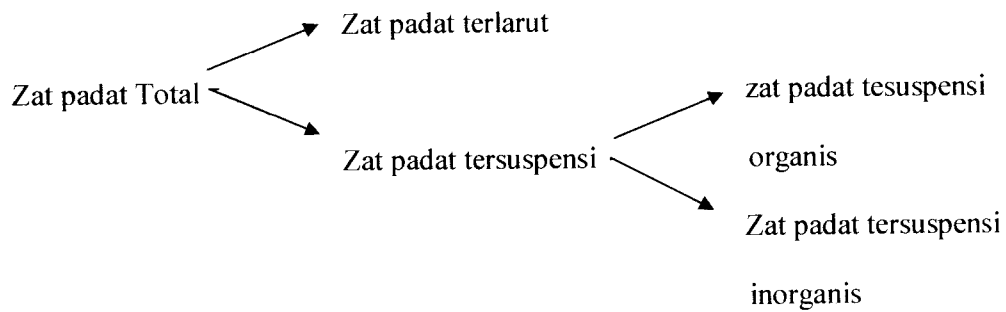
(Sumber : Metode Penelitian Air )

$\mu\text{m}$ , sedangkan beberapa jenis zat padat koloid mempunyai sifat dapat bereaksi seperti sifat zat-zat yang terlarut.

Jenis partikel koloid tersebut adalah penyebab kekeruhan dalam air (efek tyndall) yang disebabkan oleh penyimpangan sinar nyata yang menembus suspensi tersebut. Partikel-partikel koloid tidak terlihat secara visual sedangkan larutannya (tanpa partikel koloid) yang terdiri dari ion-ion dan molekul-molekul tidak pernah keruh. Larutan menjadi keruh bila terjadi pengendapan (*presipitasi*) yang merupakan keadaan kejenuhan dari suatu senyawa kimia. Partikel-partikel tersuspensi biasa, mempunyai ukuran lebih besar dari partikel koloid dan dapat menghalangi sinar yang akan menembus suspensi, sehingga suspensi tidak dapat dikatakan keruh, karena sebenarnya air diantara partikel-partikel tersuspensi tidak keruh dan sinar tidak menyimpang. Seperti halnya ion-ion dan molekul-molekul (zat yang terlarut), zat padat koloidal dan zat padat tersuspensi dapat bersifat inorganis (tanah liat, kwarts) dan organis (protein, sisa tanaman dan ganggang, bakteri)

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





Sumber : Metode Penelitian Air

Gambar 3.12 Skema pembagian zat padat total.

Zat padat tersuspensi sendiri dapat diklasifikasikan sekali lagi menjadi antara lain zat padat terapung yang selalu bersifat organis dan zat padat terendap yang dapat bersifat *organis* dan *inorganis*.

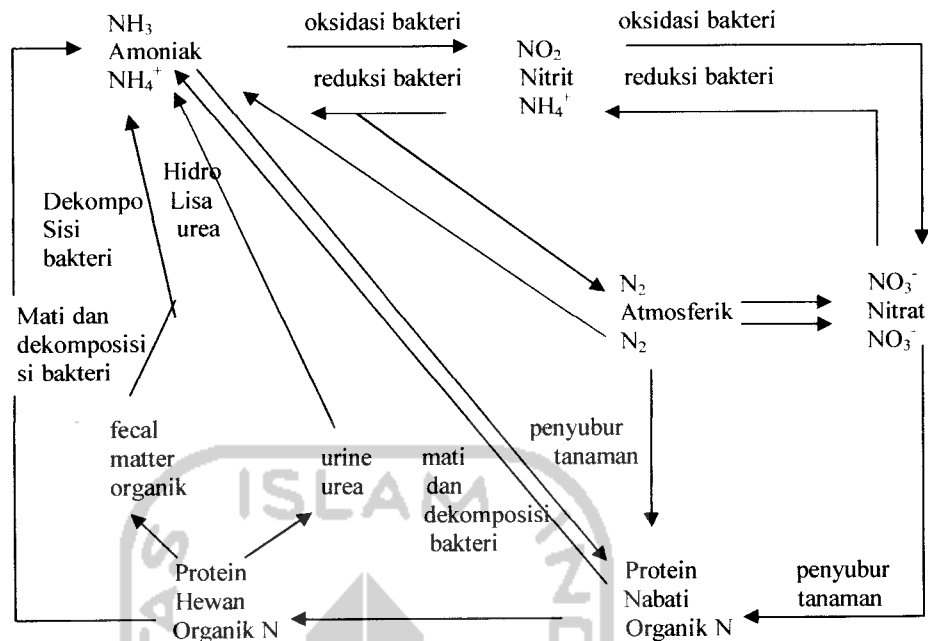
Zat padat terendap adalah zat padat dalam suspensi yang dalam keadaan tenang dapat mengendap setelah waktu tertentu karena pengaruh gaya beratnya. Penentuan zat padat terendap ini dapat melalui volumenya, disebut analisa volum lumpur (*sludge volume*), dan dapat melalui beratnya disebut analisa lumpur kasar atau umumnya disebut zat padat terendap (*settleable solids*).

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).

### 3.12 Amoniak ( $NH_3$ )

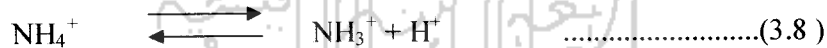
Amoniak merupakan hasil dekomposisi dalam bentuk bebas sebagai  $NH_3$  maupun dalam bentuk ion amonium ( $NH_4^+$ ) masuk ke lingkungan kita dan makhluk yang mati diikuti dekomposisi bakteri dari protein hewani maupun nabati, dekomposisi dari kotoran binatang dan manusia dan reduksi nitrit ke amoniak, seperti terlihat dalam gambar 3.13 .



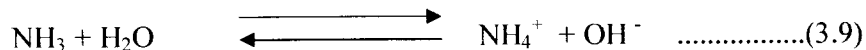
Sumber : (Tchobanoglous dan Burton, 1983).

Gambar 3.13 Skema siklus nitrogen

Amoniak merupakan nitrogen yang menjadi NH<sub>4</sub><sup>+</sup> pada pH rendah dan disebut Amonium. Amoniak sendiri berada dalam keadaan tereduksi (-3). Keseimbangan ion NH<sub>4</sub><sup>+</sup> dengan gas amoniak di dalam air, dinyatakan sebagai berikut :



Amoniak dapat larut dengan cepat di air. Gas amoniak bereaksi dengan air membentuk amoniak hidroksida dengan melepaskan panas yang tinggi. Perubahan amoniak 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 amonium hidroksida adalah merupakan fungsi pH. Dalam pH 7 amoniak lebih banyak berbentuk ion amonium. (Tchobanoglous dan Burton, 1983).

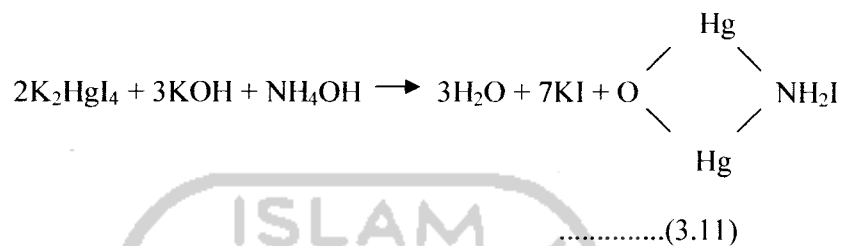
Amoniak dalam air permukaan berasal dari air seni (*urine*) dan tinja (*feces*) juga dari oksidasi zat organis ( $H_aO_bC_cN_d$ ) secara mikrobiologis yang berasal dari alam atau air buangan industri dan penduduk (Alaerts, 1984). Sesuai reaksi sebagai berikut :



### 3.12.1 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 :



### 3.12.2 Sumber-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.

### 3.12.3 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.

### **3.13 Sistem Penanganan Air Limbah Secara Off Site**

#### **3.13.1 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*. Mengenai keuntungan dan kerugiannya dapat dilihat pada tabel 3.4 dibawah ini.

Tabel 3.4 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 back flow	

(Sumber : anonim, 2001)

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

Air hujan dan air limbah disalurkan melalui satu pipa ke suatu tempat atau ke instalasi pengolah (Ir.Askinin Bamayi, M.Eng, 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. Untuk lebih jelasnya mengenai keuntungan dan kerugiannya dapat dilihat pada tabel 3.5.

Tabel 3.5 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)



### 3.13.3 Pseudo Separate Sewer (Sistem Terpisah Sebagian / Sistem Pipa

#### Grafitasi)

Sistem ini digunakan untuk mengumpulkan air limbah dan air hujan melalui satu pipa ( sistem tercampur ) atau dengan sistem terpisah dan terisi sebagian (Ir.Askinin Bamayi, M.Eng, 1993). Kemiringan pipa harus cukup untuk mendapatkan kecepatan self-cleansing untuk mengangkut sedimen. Bila pipa mengilir penuh ataupun setengah penuh kecepatannya harus 0,6 – 0,7 m/detik (Ir.Askinin Bamayi, M.Eng, 1993). Keuntungannya adalah adanya efek penggelontoran dan pengenceran.

### 3.13.4 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. Sedangkan keuntungan dan kerugiannya dapat dilihat pada tabel 3.6.

Tabel 3.6 Keuntungan, kerugian dan kriteria desain sistem vakum sewer

No.	Keuntungan	kerugian	Kriteria desain
1.	Mengurangi kemungkinan	Membutuhkan alat tambahan (vakum	Diameter pipa (PVC): 10–25 cm

	tersumbat	valve)	
2.	Dapat diletakan pada kedalaman yang rendah		Slope 0,2 %

(Sumber : anonim, 2001)

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

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 3.7 Perbedaan karakteristik khusus beberapa macam pipa

Bentuk penampang melintang	Keuntungan	kerugian	keterangan
Bulat	- baik secara hidrolis - dibuat dipabrik (	- untuk keadaan geologis tertentu perlu lapisan	Sangat banyak dipakai

	batas diameter dalam 3000 mm) - perhitungan strukturnya sederhana	bedding khusus - banyak sambungan, menambah infiltrasi air tanah	
Persegi	- mudah merubah bentuknya bila lapisan penutup dan lebar galian terbatas - pekerjaan konstruksinya sederhana dan ekonomis - perhitungan strukturnya sederhana - secara hidrolis baik bila aliran tidak penuh	- sangat tidak stabil terhadap beban atas bila besi tulangnya berkarat - bila dicetak ditempat menambah waktu pekerjaan, percepatan penyelesaian pekerjaan dapat dilakukan pencetakan bagian atas secara terpisah dipabrik dan bagian bawah ditempat.	Umumnya, ketinggian lebih kecil dari lebarnya.
Ladam	- ekonomis	- pelaksanaan	- umumnya bagian

kuda	- baik secara hidrolis	konstruksi memakan waktu yang lama	atas melengkung.
Bulat telur	<p>- 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.</p> <p>- Dibandingkan dengan bentuk lain untuk kondisi debit dan kecepatan yang sama dapat</p>	<p>- pembuatannya dipabrik tidak semudah bentuk yang lain.</p> <p>- Sulit pelaksanaan konstruksinya</p>	

	dibuat pada kemiringan yang landai.		
--	-------------------------------------	--	--

(Sumber : Ir.Askinin Bamayi, M.Eng, 1993).

Tabel 3.8 Keuntungan dan kerugian dari sistem pressure sewer

No.	Keuntungan	kerugian
1.	Mengurangi kebutuhan pompa di jaringan sewer utama	Tiap rumah membutuhkan pompa dan alat tambahan ( misalnya valve)
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 di kedalaman yang dangkal, mengikuti kontur	

(Sumber : Ir.Askinin Bamayi, M.Eng, 1993).

Tabel 3.9 Kriteria desain dari sistem pressure sewer

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 : Ir.Askinin Bamayi, M.Eng, 1993).

### 3.14 ALTERNATIVE SISTEM PENYALURAN AIR BUANGAN

#### 3.14.1 Aplikasi Teknologi Sanitasi

Meskipun pembuangan tinja dan air limbah non tinja secara setempat (*on-site*) dinegara 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 dievaluasi 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. Konvensional *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* (Ir.Askinin Bamayi, M.Eng, 1993). Untuk lebih jelasnya mengenai sistem konvensional sewerage ini dapat dilihat pada tabel 3.10.

Tabel 3.10 Metode pengaliran, keuntungan dan kerugian dari sistem konvensional

Metode pengaliran	keuntungan	Kerugian
- sistem pengaliran terbuka	Desain memadai	- investasi besar (konstruksi dan material) serta operasi dan pemeliharaannya
- gaya gravitasi	cukup secara teoritis dan telah banyak diterapkan	- membutuhkan volume air dalam jumlah yang cukup besar untuk dapat mengalirkan solid
- diameter pipa besar (150–200 mm)		- hanya sesuai untuk daerah dengan kepadatan penduduk tinggi
- slope pipa besar		
- butuh pemompaan		
- peletakan pipa dibawah jalan		

(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 (konvensional *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 konvensional 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 konvensional sewerage. Hanya saja sistem ini memerlukan evaluasi untuk setiap tahap penanganannya.

#### **3.14.2 *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. (Ir.Askinin Bamayi, M.Eng, 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 on site disposal atau telah ada sistem pembuangan dengan septik tank atau *aqua privy*.

Tabel 3.11 Keuntungan dari sistem *Small bore* sistem

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 small bore sewer 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 interseptor.
5.	Tidak memerlukan slope yang seragam	Mengikuti bentuk topografi
6.	Tangki intersep maupun septik tank dapat menjadi pengolahan awal	Sedimentasi, anaerobik digestion sampai 80 % removal solid
7.	Mengurangi beban hidrolis	Pada jam-jam puncak

(Sumber : Ir.Askinin Bamayi, M.Eng, 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 konvensional *sewerage*. Hal ini disebabkan biaya konstruksi dan pemeliharaan serta kemampuan berfungsi dengan air, maka *small bore sewer* dapat diterapkan dimana konvensional *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 interseptor, sehingga zat-zat padat akan masuk ke pipa yang mengakibatkan kesulitan-kesulitan operasional yang serius.

Tabel 3.12. Komponen-komponen dari *Sistem small bore sewer*

No.	Komponen	Keterangan
1.	Sambungan rumah ( <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 interseptor ( <i>interceptor tank</i> )	<p>Tangki interseptor adalah suatu tangki yang kedap air dan dibanamkan di dalam tanah.</p> <p>Dirancang untuk mampu menerima air limbah untuk 12 sampai 24 jam dan menghilangkan benda-benda terapung dan terbenam dari aliran.</p> <p>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.</p>
3.	Pipa-pipa	<p>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, small bore sewer tidak perlu diletakkan pada suatu kemiringan yang seragam.</p>

		<p>Tujuan dari perencanaan dan konstruksi dari small bore sewer adalah memanfaatkan energi maksimum yang dihasilkan dari perbedaan elevasi (ketinggian) ujung bagian atas dan ujung bagian bawah dari pipa jaringan.</p>
4.	Bak kontrol ( <i>Manhole</i> )	<p>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.</p>
5.	Pipa pelepas udara ( <i>Vent</i> )	<p>Pipa harus dilengkapi dengan pipa pelepas udara untuk mempertahankan kondisi bebas alir. Pipa pelepas udara</p>

		<p>di dalam rumah tangga harus diplamping dengan baik, kecuali bila kemiringan berkelok-kelok. Didalam kasus ini vent harus dipasang pada titik tertinggi jalur pipa.</p>
6.	<p>Stasiun pompa (<i>Lift station</i>)</p>	<p>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 interseptor rumah atau daerah pelayanan terbatas (<i>Cluster</i>) ke sistem perpipaan, sedangkan stasiun pompa utama ditempatkan dijalur pipa yang melayani semua sambungan di dalam satu area pelayanan yang luas (<i>drainage basi</i>).</p>

(Sumber : Ir.Askinin Bamayi, M.Eng, 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 :

Untuk memindahkan air limbah (dari tangki interseptor) yang tidak dapat lagi diserap secara setempat. Meningkatkan sistem setempat (onsite sistem) 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 3.13 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).

### 3.14.3 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 (Ir.Askinin Bamayi, M.Eng, 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 pemeliharaannya 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 (di dalam suatu blok) yang disambungkan pada jaringan yang sama dapat dilakukan dengan beberapa pilihan yaitu :

- a. Disatukan dengan jaringan pengangkut utama (konvensional *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.

#### 3.14.3.1 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. Pada titik awal dari jaringan perpipaan, padatan – padatan limbah akan digelontor bersama dengan terjadinya gelombang secara berturut – turut dan bila ada padatan – padatan tertahan di pipa maka air limbah akan tertahan dibelakangnya yang lama

– kelamaan akan menumpuk yang akhirnya mampu mendorong padatan tersebut mengalir.

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

Aliran padatan – padatan ini sepanjang pipa akan mengikuti pola : Tumpukan – mengalir – tumpukan – mengalir dan ini berlanjut sampai pipa dapat mengeringkan daerah layanan.

#### **3.14.3.2 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 konvensional *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 dcaapi. Pengurangan ini bisa mencaapi sampai 50 % dalam suatu tata letak jaringan yang efisien.

Memperlihatkan penurunan panjang jaringan pipa dalam *shallow sewer* bila dibandingkan dengan konvensional *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 (bahan)

Pipa berdiameter kecil dipakai dalam sistem *shallow sewer* 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 konvensional *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

### 3.14.3.3 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). Misal : dua atau lebih rumah 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 menempatkan 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.

e. 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 3.14 Kriteria desain sistem *shallow sewer*

No.	Shallow sewer	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)

#### 3.14.3.4 Kriteria Penanganan

Sistem *shallow sewerage* adalah satu – satunya sistem *off site* (dalam keadaan tertentu) lebih murah daripada on site. Ada juga kondisi – kondisi tertentu dimana on site 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 *off site* dan merupakan suatu pilihan yang jelas untuk dipertimbangkan.

Seperti dijelaskan di atas sistem ini tepat untuk dipakai pada kondisi di mana *on site* 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 *on site* sistem disposal terbukti tidak layak atau bila kepadatan dari pemukiman menunjukkan bahwa *off site* sistem terbukti cukup efektif dan dari segi ekonomis, maka *off site* 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 *on site* jelas tidak layak. Sistem *shallow sewer* menjadi salah satu pilihan untuk mengatasi hal ini.

c). Konsumsi air bersih yang tinggi

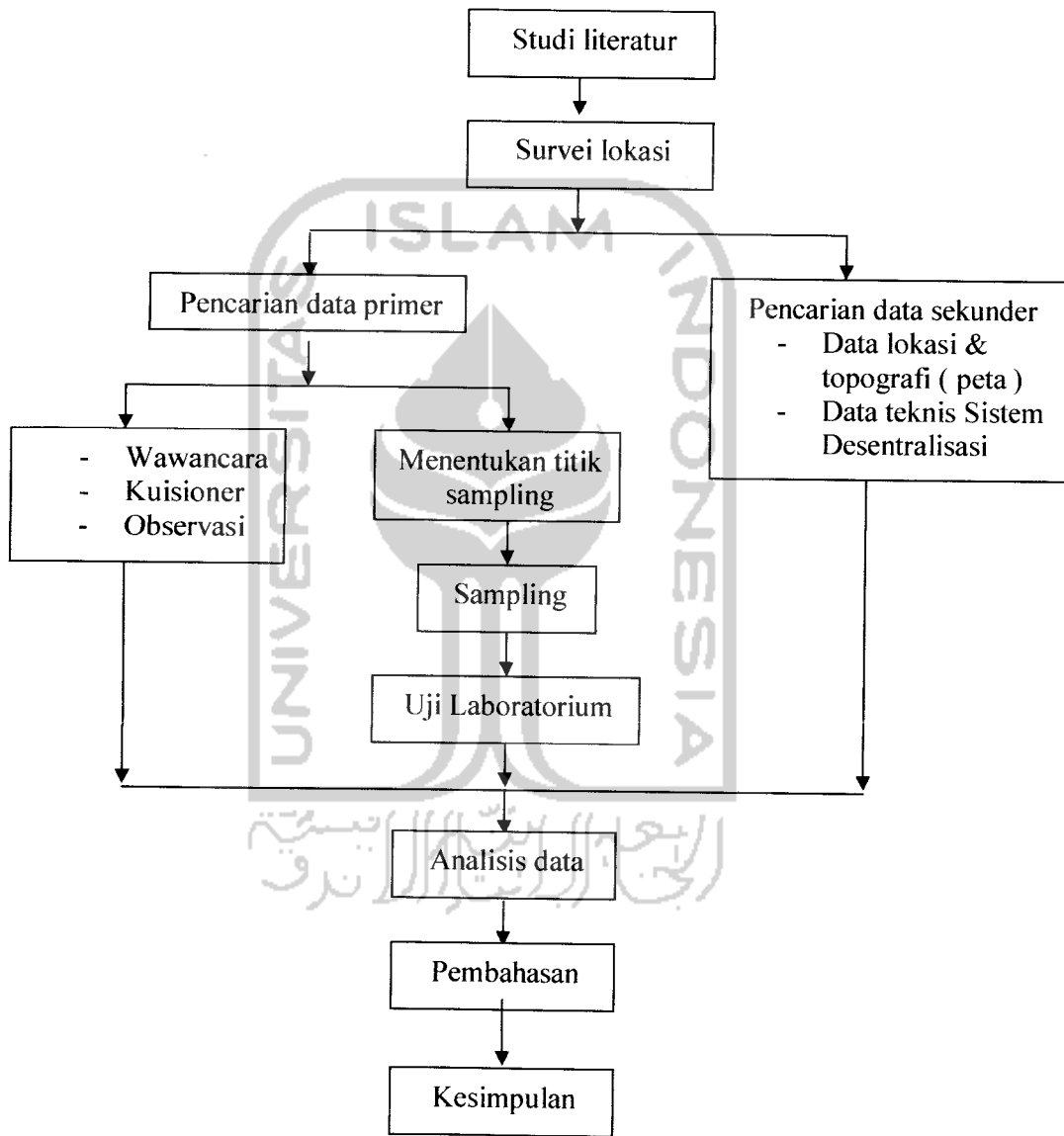
Pembuangan air limbah secara setempat (seperti cubluk, jamban tuang siram) hanya menangani tinja. Air limbah non tinja biasanya dibiarkan meresap ke dalam tanah atau melalui lubang resapan. Bilamana kebutuhan air bersih meningkat maka luas bidang resapanpun meningkat. Jadi untuk daerah dengan tingkat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

d). Tingkat sosial budaya yang bervariasi

Sistem shallow sewer dapat dipakai pada tingkat sosial budaya yang beragam. Khususnya bagi masyarakat dengan budaya membersihkan dengan air atau dengan bahan yang lembut.

BAB IV  
METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Langkah-langkah Penelitian



Gambar 4.1 Diagram Alir Penelitian

#### **4.1.1 Studi literatur**

4.1.1.1 metodologi penelitian

4.1.1.2 karakteristik air buangan domestik; konstituen-konstituen yang dominan.

4.1.1.3 Study literatur Sistem Pengolahan Air Buangan Terdesentralisasi (DEWATS)

#### **4.1.2 Kompilasi data**

4.1.2.1 Pengumpulan data sekunder

Untuk mendapatkan informasi yang jelas dan lengkap mengenai kondisi obyek penelitian berupa; data lokasi beserta topografinya; data teknis SPAB Sistem Terdesentralisasi air buangan domestik di Kampung Serangan, Jogjakarta.

4.1.2.2 Pengumpulan data primer

Tentang kualitas parameter kimia, fisik Sistem Penyaluran Air Buangan secara Sanitasi Komunal (on-site) pada air buangan domestik

1 parameter kimia : COD, NH<sub>3</sub>

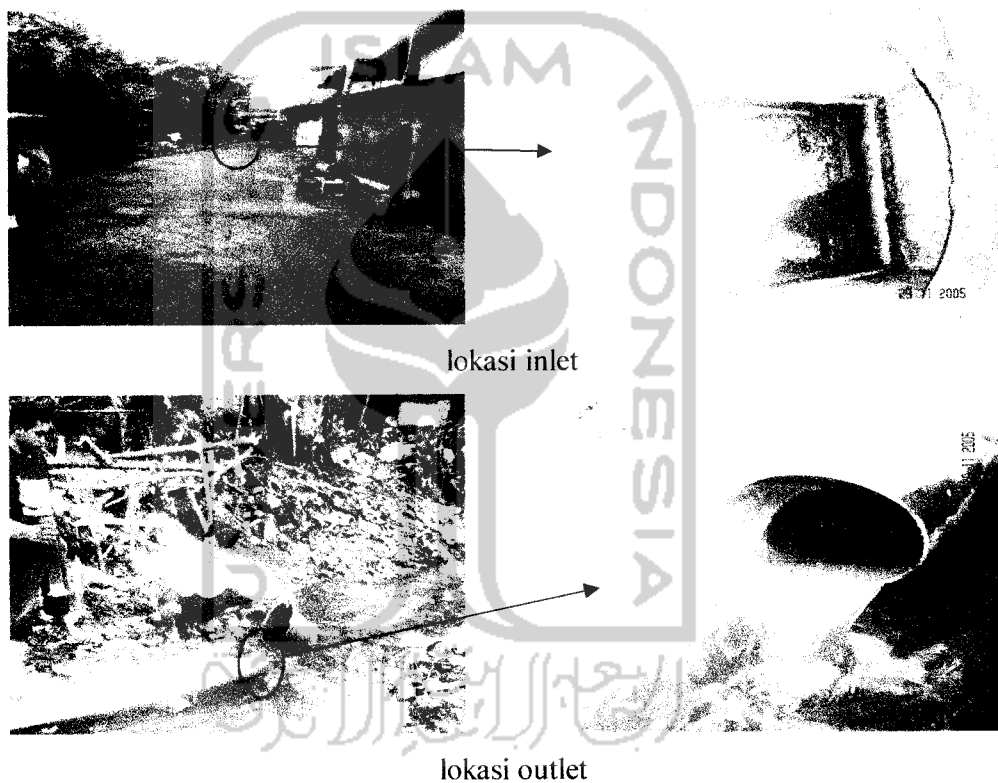
2 parameter fisika : TSS

#### **4.2 Metodologi Sampling**

4.2.1 Sampel berupa air limbah

Lokasi pengambilan sampel pada IPAL komunal di Kampung Serangan, Jogjakarta berupa studi lapangan, untuk mempelajari titik-titik lokasi sampling pada Sistem Pengolahan Air Buangan secara Terdesentralisasi, dimana sampel di ambil dari mulai inlet dan outlet harus representatif. Mengenai gambaran titik

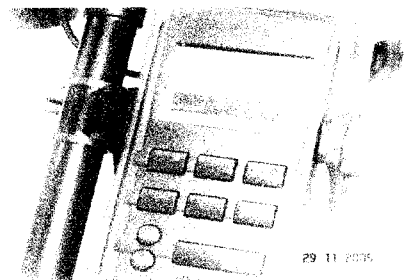
inlet dan outlet dapat dilihat pada gambar 4.1. Pengambilan menggunakan alat bottle water volume 250 ml, bekker glass 500 ml untuk analisis parameter kimia air buangan domestik. Untuk lebih jelasnya mengenai alat-alat untuk pengambilan sampel dapat dilihat pada gambar 4.2. Untuk analisis sampel direncanakan dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan, Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.



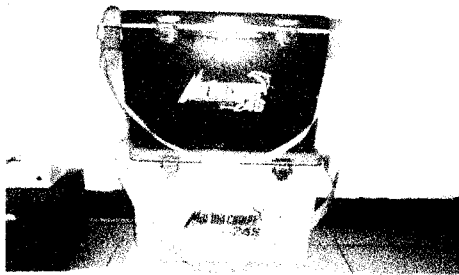
Gambar 4.1 lokasi titik pengambilan sampel



Botol sampel air limbah



DO meter



ICE BOX



Gayung

Gambar 4.2 Alat-alat yang digunakan dalam pengambilan sampel

#### 4.2.2 Populasi dan Sampel

Menentukan populasi dan sampel yang dapat digunakan sebagai sumber data. Bila hasil penelitian akan digeneralisasikan (kesimpulan data sampel untuk populasi) maka sampel yang digunakan sebagai sumber data harus representatif dapat dilakukan dengan cara mengambil sampel dari populasi secara random sampai jumlah tertentu.

##### 4.2.2.1 Populasi

**Populasi** adalah wilayah generalisasi yang terdiri dari obyek atau subyek yang menjadi kuantitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya.

##### 4.2.2.2 Sampel

**Sampel** adalah bagian dari populasi (sebagian atau wakil populasi yang diteliti).

Sampel penelitian adalah sebagian dari populasi yang diambil sebagai sumber data dan dapat mewakili seluruh populasi.

#### 4.2.2.3 Teknik pengambilan sampel

Menggunakan *Disproportionate Stratified Random Sampling* adalah pengambilan sampel dari anggota populasi secara acak dan berstrata tetap sebagian ada yang kurang proporsional pembagiannya, dilakukan sampling ini karena anggota populasi heterogen (tidak sejenis).

#### 4.2.2.4 Menentukan ukuran sampel untuk Populasi

Jumlah pengguna IPAL Komunal yang ada : 46 KK

Populasi sebanyak kurang lebih dari 100, maka pengambilan sampel sekurang-kurangnya 50% dari ukuran populasi. Apabila ukuran populasi sama dengan atau lebih dari 1000, ukuran sampel diharapkan sekurang-kurangnya 15% dari ukuran populasi. (Surakhmad 1994:100).

Dalam penelitian ini jumlah anggota populasi sebanyak 46 KK, yang terdiri dari RT I : 20 KK, RT II : 2 KK, RT III : 5 KK, RT IV : 10 KK, RT V : 9 KK.

Penentuan jumlah responden sampel dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Jml kk} \times 50 \% = a \text{ responden}$$

$$46 \text{ KK} \times 50 \% = 23 \text{ responden} \approx 26 \text{ responden}$$

$$\text{RT I} = \{20 \text{ kk} : 46 \text{ kk}\} \times 23 \text{ responden} = 10 \text{ responden}$$

$$\text{RT II} = 2 \text{ kk} = 2 \text{ responden}$$

$$\text{RT III} = \{5 \text{ kk} : 46 \text{ kk}\} \times 23 \text{ responden} = 2,5 \approx 3 \text{ responden}$$

$$\text{RT IV} = \{10 \text{ kk} : 46 \text{ kk}\} \times 23 \text{ responden} = 5 \text{ responden}$$

$$\text{RT V} = \{9 \text{ kk} : 46 \text{ kk}\} \times 23 \text{ responden} = 4,5 \approx 6 \text{ responden}$$

Parameter yang digunakan dalam pembagian kuisisioner ini menggunakan parameter pendidikan, untuk lebih jelasnya dapat dilihat keterangan di bawah ini:

$$\text{RT I} = \text{SD} = \{10 \text{ kk} : 20 \text{ kk}\} \times 10 \text{ responden} = 5 \text{ responden}$$

$$\text{SMP} = \{1 \text{ kk} : 20 \text{ kk}\} \times 10 \text{ responden} = 0,5 \approx 1 \text{ responden}$$

$$\text{SMA} = \{6 \text{ kk} : 20 \text{ kk}\} \times 10 \text{ responden} = 3 \text{ responden}$$

$$\text{Tidak sekolah} = \{3 \text{ kk} : 20 \text{ kk}\} \times 10 \text{ responden} = 1,5 \approx 1 \text{ responden}$$

$$\text{Jumlah} = 10 \text{ responden.}$$

$$\text{RT II} = \text{SD} = \{1 \text{ kk} : 2 \text{ kk}\} \times 1 \text{ responden} = 0,5 \approx 1 \text{ responden}$$

$$\text{SMP} = \{1 \text{ kk} : 2 \text{ kk}\} \times 1 \text{ responden} = 0,5 \approx 1 \text{ responden}$$

$$\text{Jumlah} = 2 \text{ responden}$$

$$\text{RT III} = \text{SMP} = 3 \text{ kk} = 1 \text{ responden}$$

$$\text{SMA} = 1 \text{ kk} = 1 \text{ responden}$$

$$\text{Sarjana} = 1 \text{ kk} = 1 \text{ responden}$$

$$\text{Jumlah} = 3 \text{ responden.}$$

$$\text{RT IV} = \text{SD} = \{6 \text{ kk} : 10 \text{ kk}\} \times 5 \text{ responden} = 3 \text{ responden}$$

$$\text{SMP} = \{4 \text{ kk} : 10 \text{ kk}\} \times 5 \text{ responden} = 2 \text{ responden}$$

$$\text{Jumlah} = 5 \text{ responden}$$

$$\text{RT V} = \text{SD} = \{6 \text{ kk} : 9 \text{ kk}\} \times 5 \text{ responden} = 3,33 \approx 3 \text{ responden}$$

$$\text{SMP} = 1 \text{ kk} = 1 \text{ responden}$$

$$\text{SMA} = 1 \text{ kk} = 1 \text{ responden}$$

$$\text{Sarjana} = 1 \text{ kk} = 1 \text{ responden}$$

$$\text{Jumlah} = 6 \text{ responden}$$



### **4.3 Jenis Penelitian**

Penelitian uji sampel dilakukan di Laboratorium kualitas air teknik Lingkungan FTSP UH sedangkan observasi, wawancara, kuisisioner dilakukan di lapangan.

### **4.4 Waktu pengambilan sampel**

#### **4.4.1 Pengambilan sampel air limbah**

Pengambilan sampel direncanakan dilakukan pada tanggal 29 November 2005 waktu sekitar pukul 06.00 – 17.00 WIB yang akan diambil per jam.

#### **4.4.2 Pengambilan sampel kuisisioner**

Pengambilan sampel direncanakan dilakukan pada waktu sekitar pukul 17.00 WIB, pada saat penduduk sedang berada di rumah.

### **4.5 Bahan sampel yang di analisis**

#### **4.5.1 Sampel air limbah**

Air Limbah domestik pada IPAL Komunal di Kampung Serangan, Jogjakarta. (diambil dari *inlet* dan *outlet*).

#### **4.5.2 Sampel berupa kuisisioner**

Hasil keterangan atau pendapat warga masyarakat yang menggunakan IPAL atau sistem pengelolaan air limbah domestik secara *terdesentralisasi* (komunal) di Kampung Serangan.

## 4.6 Metode Analisis laboratorium

### 4.6.1 Metode analisis air limbah

Parameter yang akan diuji dari air sampel adalah :

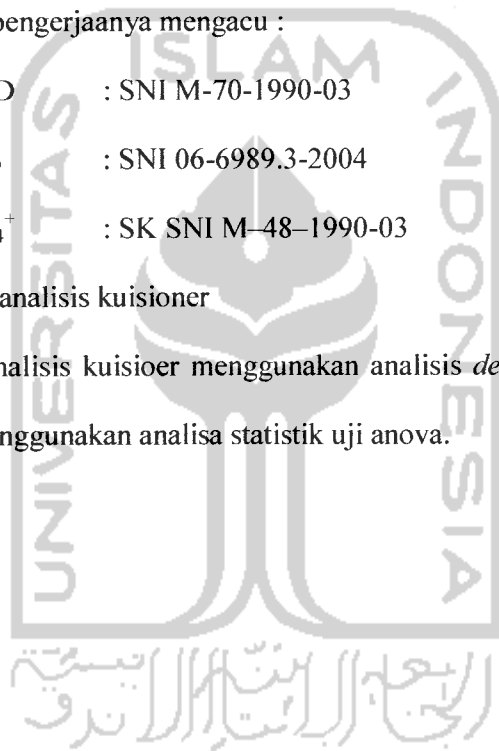
1. COD (*Chemical Oxygen Demand*)
2. TSS (*Total Suspended Solid*)
3.  $\text{NH}_4^+$  (*Amonium*)

Prosedur pengerjaanya mengacu :

1. COD : SNI M-70-1990-03
2. TSS : SNI 06-6989.3-2004
3.  $\text{NH}_4^+$  : SK SNI M-48-1990-03

### 4.6.2 Metode analisis kuisisioner

Metode analisis kuisioer menggunakan analisis *deskriptif* dan untuk sampel air limbah menggunakan analisa statistik uji anova.



## BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 5.1 Analisis Data

#### 5.1.1 Data primer (wawancara, kuisioner, observasi)

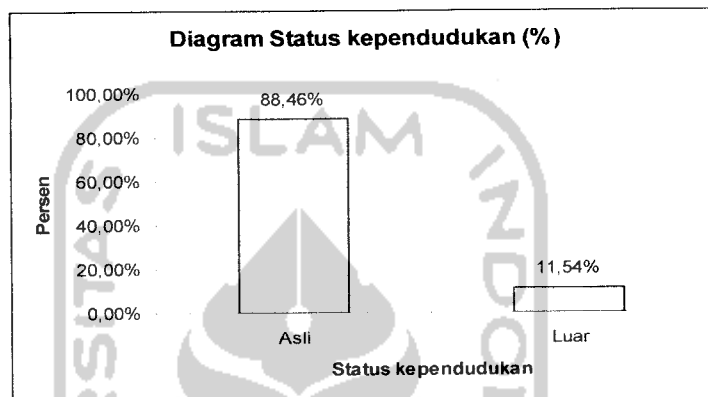
Berdasarkan langkah penelitian yang telah disusun pada BAB IV di atas, dimana pada tahap survei lokasi yang meliputi pencarian data primer dan data sekunder, telah didapatkan suatu hasil yang berupa jawaban kuisioner dari masyarakat. Jawaban meliputi kategori berupa biodata penduduk, tingkat sosial ekonomi,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

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

### 5.1.1.1 Data Penduduk

#### 1. Status kependudukan

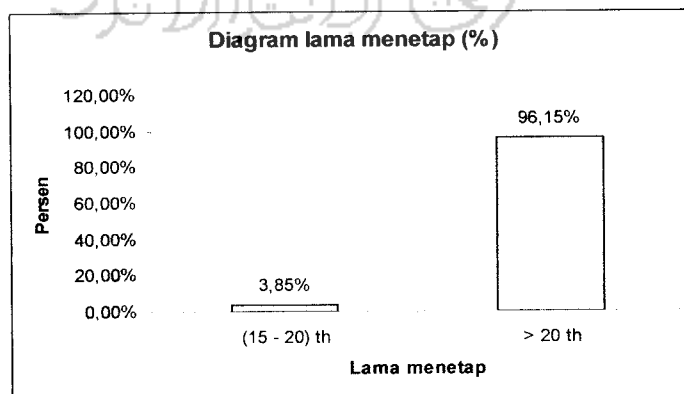
Status kependudukan disini menggambarkan mengenai penduduk asli atau dari luar daerah yang menempati area tersebut. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 5.1 dan juga dalam bentuk tabel dapat dilihat pada lampiran tabel 5.1



Gambar 5.1

#### 2. Lama menetap

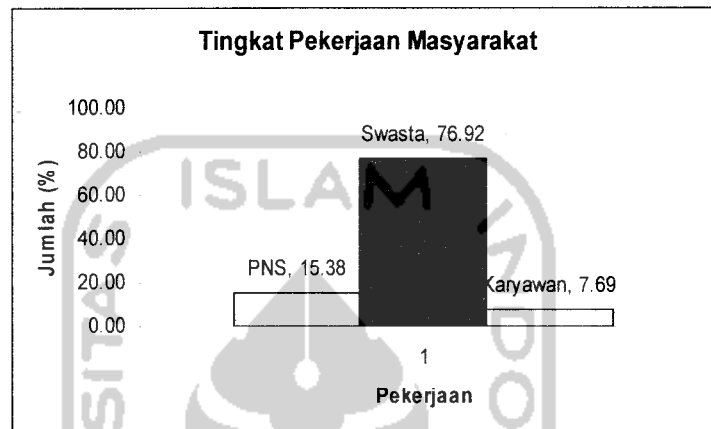
Disini akan digambarkan mengenai rata-rata lama tinggal masyarakat di daerah tersebut. Untuk lebih jelasnya terdapat pada gambar 5.2, untuk tabel 5.2 pada lampiran.



Gambar 5.2

### 5.1.1.2 Tingkat Sosial Ekonomi

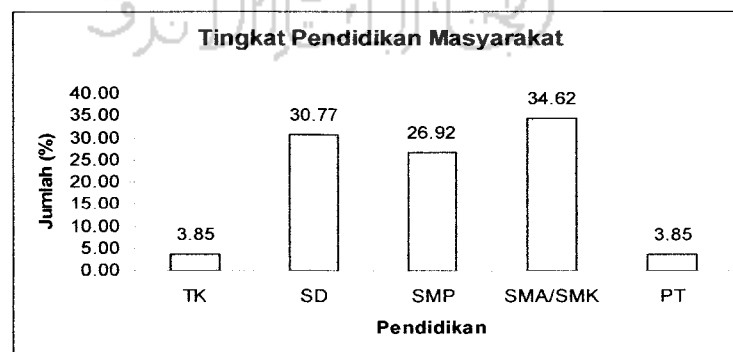
Pada sub bab ini akan digambarkan tentang tingkat pekerjaan masyarakat setiap harinya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.3 di lampiran dan gambar 5.3 dibawah ini.



Gambar 5.3

### 5.1.1.3 Tingkat Pendidikan Masyarakat

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



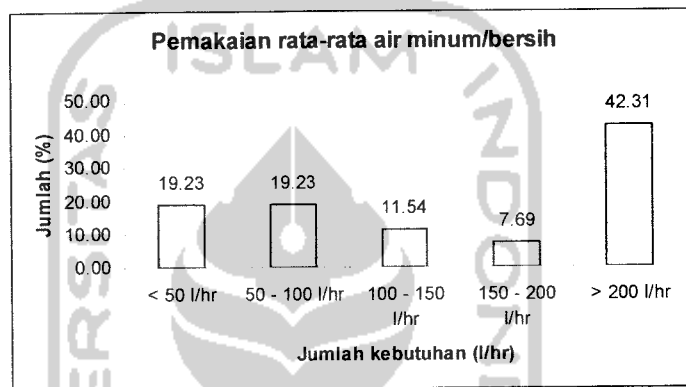
Gambar 5.4

#### 5.1.1.4 Status Rumah dan Fasilitasnya

Status rumah dan fasilitasnya menyangkut tentang :

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

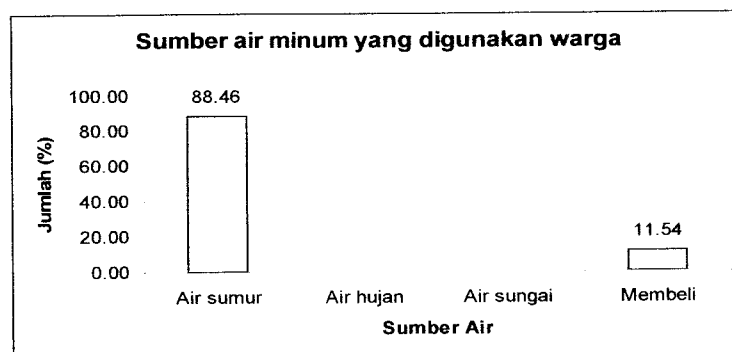
Menggambarkan tentang pemakaian air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.5 di lampiran dan gambar 5.5 dibawah ini.



Gambar 5.5

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

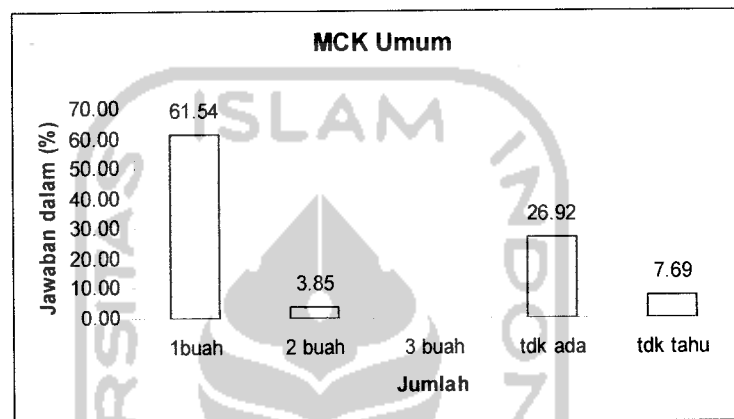
Gambaran tentang rata-rata air yang digunakan oleh masyarakat berasal dari mana. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.6 di lampiran dan gambar 5.6 dibawah ini.



Gambar 5.6

#### 5.1.1.5 Fasilitas Umum

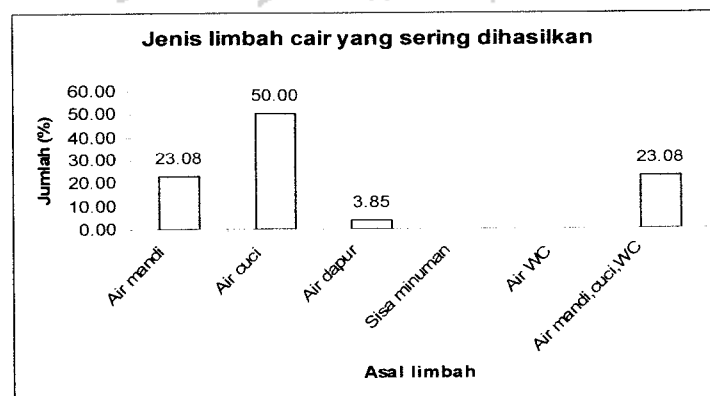
Menerangkan tentang gambaran jumlah MCK umum yang digunakan oleh warga khususnya bagi warga yang tidak mempunyai kamar mandi sendiri setiap harinya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.7 di lampiran dan gambar 5.7 dibawah ini.



Gambar 5.7

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

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



Gambar 5.8

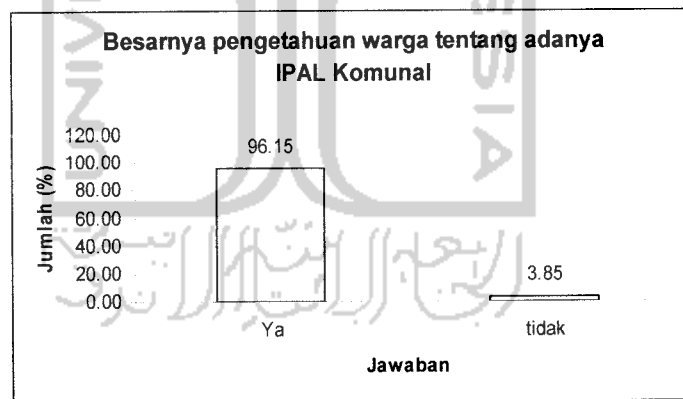
### 5.1.1.7 Tanggapan masyarakat tentang adanya sistem pengelolaan air limbah

domestik secara komunal di RW 1 Kampung Serangan, Notoprajan, Ngampilan.

Mengenai tanggapan warga tentang adanya sistem pengelolaan air limbah domestik secara terdesentralisasi (*on site/komunal*) dengan menggunakan IPAL komunal yang berupa *Baffle Septic Tank* atau disebut juga *Anaerobic Baffle Reactor* di daerah Serangan dikategorikan kedalam hal-hal sebagai berikut :

#### 1. Besarnya pengetahuan warga tentang keberadaan IPAL komunal tersebut :

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

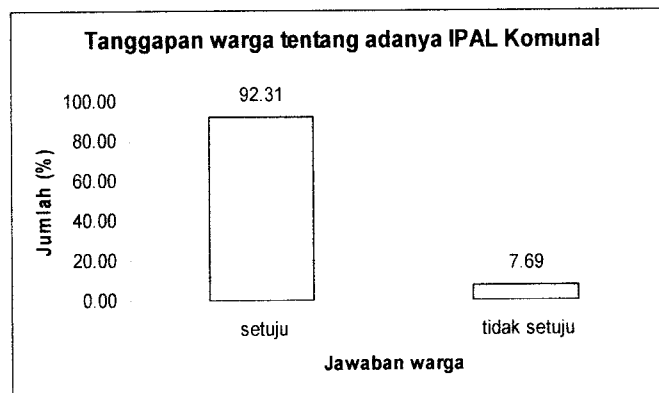


Gambar 5.9

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

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



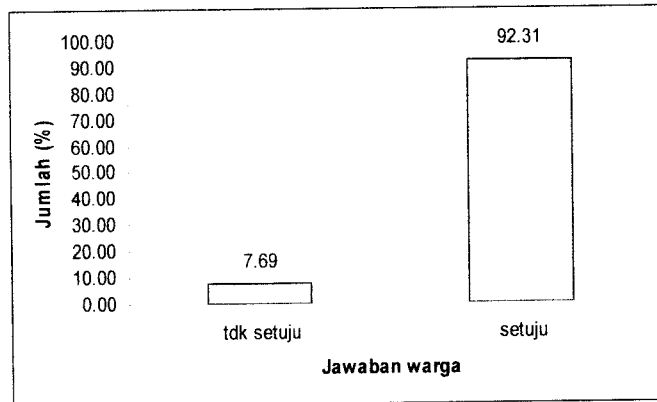


Gambar 5.10

### 3. Kesadaran warga tentang biaya yang dikeluarkan per bulan :

Sehubungan dengan dibangunnya IPAL Komunal di daerah RW 1 Kampung Serangan, Notoprajan, Ngampilan, Jogjakarta guna mengatasi masalah pencemaran sungai Winongo oleh KPDL dan LPTP DEWATS, maka untuk kelanjutan pemeliharaannya diserahkan pada masyarakat Kampung Serangan. Untuk merealisasikan hal tersebut masyarakat membentuk sebuah panitia kepengurusan dan juga memerlukan dana untuk pemeliharaan.

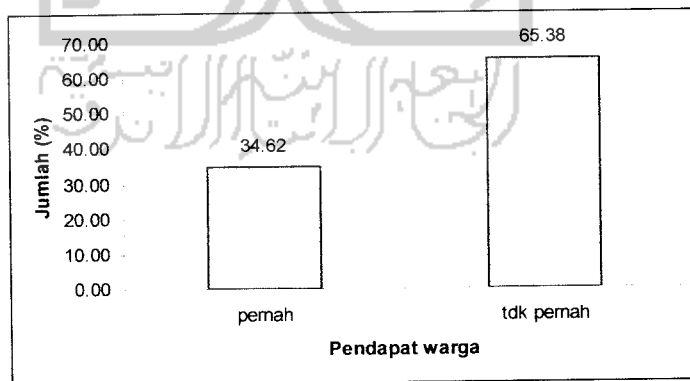
Berdasarkan hal diatas, maka masyarakat setelah melakukan musyawarah warga, ditetapkan setiap bulan warga akan ditarik dana pemeliharaan sebesar Rp.1000,- /bulan tiap kk. Berikut ini adalah gambaran tentang seberapa besar tingkat kesadaran warga sehubungan dengan iuran tersebut. Untuk lebih jelasnya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



Gambar 5.11 kesadaran warga tentang iuran per bulan

4. Potensi masalah yang timbul selama adanya IPAL komunal :

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



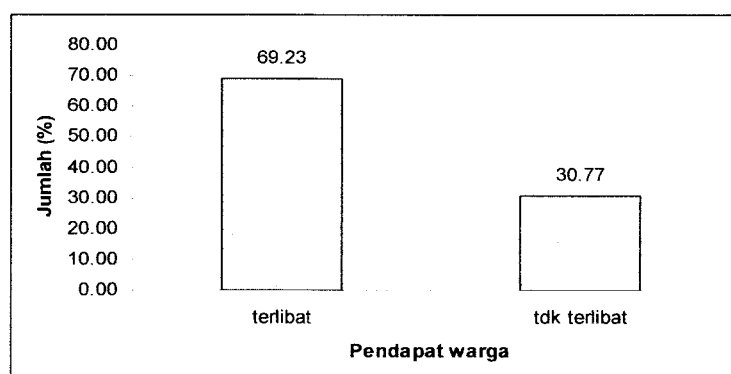
Gambar 5.12 potensi masalah yang timbul

Berdasarkan gambaran dari diagram di atas, 34,62 % warga berpendapat pernah terjadi masalah yang timbul, dan 65,38 % warga menjawab tidak pernah terjadi masalah dari sistem pengolahan IPAL tersebut. Warga yang menjawab pernah, rata-rata tempat tinggalnya dekat dengan IPAL dan yang menjawab tidak pernah, rata-rata tempat tinggalnya jauh dari IPAL.

Berdasarkan keterangan dari warga yang tempat tinggalnya dekat dengan IPAL, rata-rata mereka berpendapat masalahnya adalah sering terjadi timbulnya bau pada waktu hujan deras tiba. Hal tersebut terjadi karena terlalu pendeknya pipa pembuangan gas yang terlalu dekat dengan permukaan tanah, untuk itu seharusnya pipa di tinggikan. Setelah pipa pembuangan gas diganti dengan pipa yang agak panjang atau tinggi daripada permukaan tanah, masalah bau yang sering terjadi pada waktu hujan deras dapat diatasi.

#### 5. Keterlibatan warga terhadap adanya pengolahan air limbah domestik

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



Gambar 5.13 Tingkat keterlibatan warga terhadap sistem komunal

Gambar di atas menunjukkan 69,23 % warga berpendapat bahwa warga ikut terlibat dalam sistem pengelolaan air limbah secara terdesentralisasi (komunal) dan 30,77 % warga tidak ikut terlibat di dalam pengelolaan air limbah domestik secara komunal. Warga yang berpendapat ikut serta dalam pengelolaan rata-rata menjawab dengan alasan sebagai berikut :

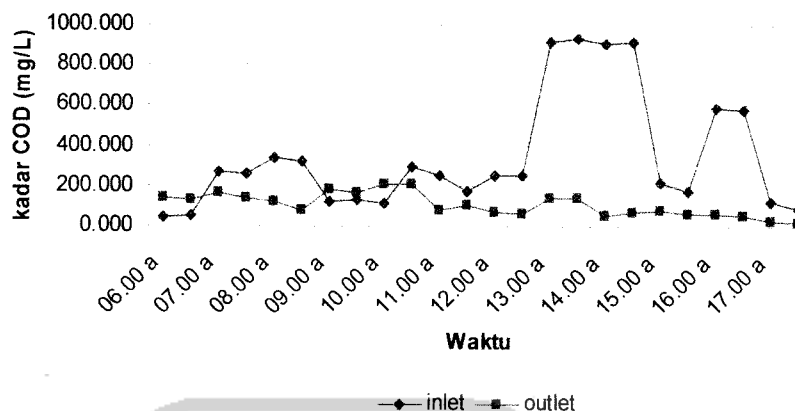
- 1 Warga ikut berkontribusi dengan menyambung sendiri pipa HHC (*house hold connection*) ke pipa utama.
- 2 Warga ikut berpartisipasi dengan iuran untuk pemeliharaan sebesar Rp.1000,-/bulan tiap kk.
- 3 Ikut bergotong royong pada waktu IPAL di kuras dengan membuka tutup manholnya.

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

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

Berdasarkan tujuan penelitian yaitu menganalisa kadar COD yang terkandung dalam air limbah domestik, maka dilakukan uji laboratorium untuk menganalisa kadar COD secara duplo di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII. Data yang terkumpul setelah diproses kemudian ditabelkan dan diperjelas dengan grafik. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.13, 5.14 pada lampiran 1 dan gambar 5.13 di bawah ini.

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



Gambar 5.13 Grafik fluktuasi kadar COD inlet, outlet tiap jam

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

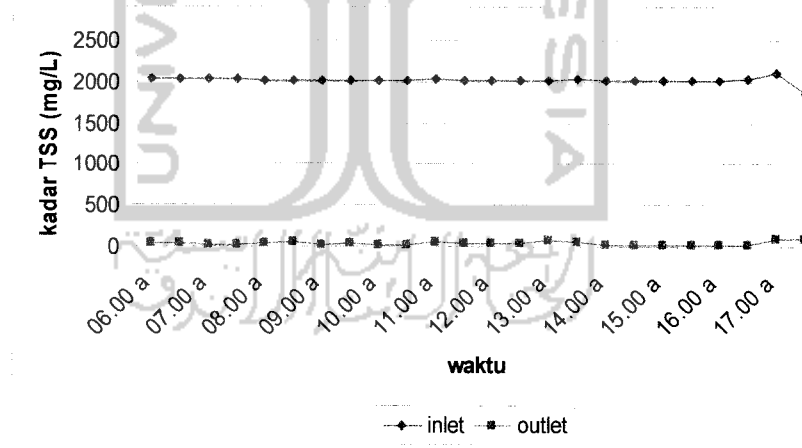
5.1.2.1.2 Analisa kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) secara uji anova satu jalur.

Untuk lebih jelasnya mengenai analisis kadar COD secara uji anova, dapat dilihat pada lampiran 1

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

Untuk menganalisa kadar TSS pada air limbah domestik dengan metode gravimetri, maka dilakukan penyaringan air limbah dengan menggunakan kertas saring (*filter paper*) *whatman* dengan diameter 125 mm nomor 1. Sebelum disaring pakai, air limbah disaring dahulu pakai kain saring, setelah itu diambil 50ml dengan menggunakan gelas ukur. Setelah disaring kertas saring dioven dengan suhu 115 °C selama 4 jam kemudian di masukkan desikator, setelah dingin terus ditimbang. Untuk lebih jelasnya mengenai hasil analisa TSS di laboratorium dapat dilihat tabel 5.17 pada lampiran 1 dan gambar 5.14 dibawah ini.

Untuk lebih jelasnya mengenai keterangan diatas, dapat digambarkan dalam bentuk grafik hubungan antara waktu pengambilan sampel dengan kadar TSS inlet dan outlet dibawah ini :



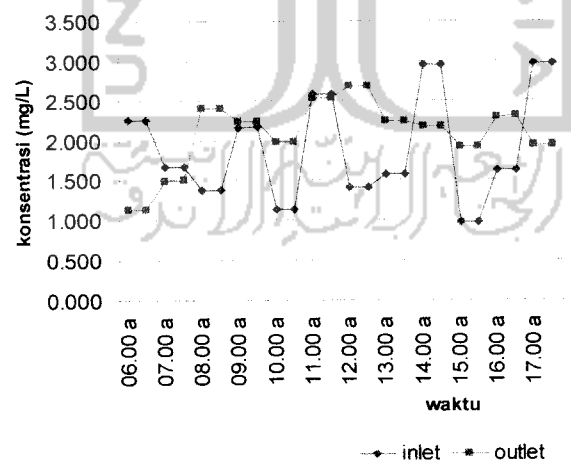
Gambar 5.14 Grafik fluktuasi kadar TSS air limbah domestik pada inlet, outlet.

#### 5.1.2.2.1 Analisa kadar TSS (*Total Suspended Solid*) secara uji anova satu jalur.

Untuk lebih jelasnya mengenai analisis kadar TSS secara uji anova, dapat dilihat pada lampiran I

#### 5.1.2.3 Analisa kadar Amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) secara deskriptif.

Air limbah domestik yang akan dianalisa kadar amoniumnya, sebelumnya disaring dan diambil 300 ml + 25 ml penyangga borat, pH dijadikan 9,5 dengan penambahan NaOH 6N dan diukur dengan pH meter. Kemudian air di destilasi dan ditampung + pengenceran sebanyak 300 ml dengan aquades, air hasil destilasi siap untuk diuji dengan *spectrofotometer (UV probe)* dengan panjang gelombang 420 nm. Untuk lebih jelasnya mengenai hasil analisa amonium dengan spektrosfotometri, dapat dilihat dari tabel 5.19 pada lampiran I dan gambar 5.15 dibawah ini :



Gambar 5.15 Grafik hubungan antara waktu dengan konsentrasi amonium pada air Limbah domestik pada inlet dan outlet.

#### 5.1.2.3.1 Analisa hasil pengukuran kadar amonium dengan uji anova satu jalur

Untuk lebih jelasnya mengenai analisis kadar TSS secara uji anova, dapat dilihat pada lampiran 1.

### 5.2 Pembahasan Data primer (wawancara, kuisisioner, observasi)

#### 5.2.1 Data Penduduk

##### 1. Lama menetap

Lama menetap yang dimaksudkan disini adalah berapa lama warga menempati daerah tersebut sebelum dan sesudah adanya IPAL komunal sampai sekarang. Bila dilihat dari hasil analisa data kuisisioner secara deskriptif, diketahui bahwasannya 96,15 % warga telah menempati daerah tersebut rata-rata selama lebih dari 20 tahun.

Latar belakang warga yang bertempat tinggal selama itu, rata-rata karena tanah warisan dari orang tua atau nenek moyang mereka dari sejak zaman dahulu, sebelum adanya perubahan jumlah penduduk, tuntutan sosial ekonomi dan banyaknya para pendatang ke Jogjakarta.

Dengan potensi lama tinggal seperti itu, akan menjadi pengaruh pada banyaknya limbah domestik yang dihasilkan setiap harinya, dan dengan tidak adanya pengolahan limbah domestik, hal tersebut akan berpengaruh terhadap air sungai Winongo yang dekat dengan daerah tersebut



### 5.2.2 Tingkat sosial ekonomi

Tingkat sosial ekonomi yang dimaksudkan disini adalah tentang tingkat pekerjaan warga yang dipandang dari setiap kepala keluarga. Berdasarkan dari analisa data kuisisioner secara deskriptif, telah diketahui bahwasannya 76,92 % dari jumlah warga keseluruhan, rata-rata bermata pencaharian sebagai wiraswasta dengan kata lain banyak yang jadi pedagang kecil-kecilan, pedagang makanan, tukang becak, ojek dan lain-lain.

Bila dilihat dari pola kehidupan seorang pedagang, baik itu pedagang makanan, gorengan, sayur-sayuran, maka banyak limbah domestik yang dihasilkan dari aktivitasnya, misalnya minyak sisa penggorengan, sisa makanan dan sebuah home industri yang memproduksi tahu, setiap harinya membuang limbah yang banyak mengandung lemak ke IPAL komunal.

Pola-pola kehidupan masyarakat seperti diatas jelas akan membawa pengaruh terhadap input limbah domestik ke IPAL dan kapasitasnya. Tuntutan sosial ekonomi menjadikan warga berpola konsumtif, dan menyukai hal-hal yang serba instan dan gampang. Misalnya dalam hal membuang limbah, sebagian warga masih ada yang langsung membuang limbahnya ke sungai.

### 5.2.3 Tingkat pendidikan Warga

Yang dimaksud dengan tingkat pendidikan warga adalah banyak atau sedikitnya warga yang telah mengenyam pendidikan ditinjau dari setiap kepala keluarga. Dilihat dari hasil analisa kuisisioner diatas, diketahui bahwa dominasi

atau rata-rata tamatan sekolah para kepala keluarga adalah 34,62 % warga tamat SMA/SMK; 30,77 % warga tamat SD; 26,92 % warga tamat SMP.

Karena faktor ekonomi, para kepala keluarga tersebut memilih menyelesaikan sekolahnya sampai tingkat SD, SMP, SMA/SMK. Mereka cenderung langsung bekerja mencari nafkah untuk menghidupi keluarganya sampai akhirnya mereka mempunyai anak istri.

IPAL komunal adalah hasil dari proyek pemerintah daerah atau KPDL yang bekerjasama dengan LSM DEWATS yang diperuntukkan bagi daerah yang berpenduduk padat dan tingkat ekonomi lemah. Dengan kata lain, kondisi pendidikan warga yang seperti itu menyambut baik atas keberadaan IPAL tersebut dengan alasan mereka tidak usah repot-repot untuk membuat WC sendiri.

#### 5.2.4 Status rumah dan fasilitasnya

##### 1. Pemakaian air bersih

Warga didalam menggunakan air bersih atau air minum setiap harinya mencapai lebih dari 200 l/hr, yaitu mencapai sekitar 42,31 % dari jumlah keseluruhan kepala keluarga. Sedangkan sisanya berkisar antara 50 – 100 l/hr.

Setiap kepala keluarga cenderung membutuhkan banyak air bersih dikarenakan jumlah anggota keluarganya lebih dari 5 orang. Konsumsi air bersih yang banyak akan mengakibatkan produksi air kotor/air limbah yang banyak juga, maka debit air limbah yang masuk ke IPAL akan besar juga pada jam-jam tertentu.

## 2. Sumber air bersih

Dari jumlah kepala keluarga secara keseluruhan dan berdasarkan hasil dari analisa data kuisisioner, diketahui bahwa 88,46 % masyarakat rata-rata menggunakan air sumur untuk kebutuhan sehari-harinya. Banyak warga yang tidak mempunyai kamar mandi sendiri, sehingga mereka banyak yang memanfaatkan fasilitas MCK umum yang telah tersedia.

Dengan kondisi warga yang banyak memanfaatkan MCK umum, maka tidak mungkin apabila penyediaan air bersih disitu menggunakan pompa air listrik, alternatif satu-satunya adalah menggunakan sumur gali dengan katrol dan ember untuk mengambil air.

Dengan kondisi sosial ekonomi warga yang serba minim, maka sangat sedikit sekali yang memanfaatkan air dari PDAM, hanya beberapa kepala keluarga yang mampu saja.

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

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

Kondisi tersebut menjadi semakin jelas bila dibandingkan dengan hasil analisa data kuisisioner yang menggambarkan rata-rata 50 % dari jumlah

keseluruhan kepala keluarga menghasilkan limbah cair dari hasil kegiatan mencuci. Hal tersebut akan sangat jelas bila kita lihat pada hari minggu pagi.

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

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

Pada pembahasan diatas telah dijelaskan bahwa warga menyambut baik terhadap proyek pengadaan IPAL komunal di daerah tersebut, hal tersebut telah dibuktikan dari hasil analisa data kuisisioner yaitu 92,31 % rata-rata kepala keluarga setuju dengan adanya IPAL komunal.

Pembangunan IPAL yang ditempatkan dibawah jalan kampung sepanjang 30 m, sangat didukung oleh warga dikarenakan sebelum adanya IPAL kondisi jalan jelek dan sempit. Pembangunan IPAL membawa dampak terhadap perbaikan kondisi jalan utama kampung tersebut. Selain itu juga dampak positif lain adalah kampung warga menjadi terkenal karena menjadi lokasi percontohan proyek penanggulangan dampak pencemaran terhadap sungai Winongo.

##### 2. Kesadaran warga tentang biaya yang dikeluarkan per bulan :

Sembilan puluh dua koma tiga puluh satu persen kepala keluarga setuju dengan diberlakukannya biaya untuk perawatan IPAL sebesar Rp. 1000,- setiap bulan. Banyak proyek-proyek IPAL pemerintah daerah yang akhirnya gagal oleh karena tidak adanya perawatan yang berkelanjutan.

Masyarakat sadar bahwa IPAL tersebut adalah harta mereka yang telah diberikan oleh pemerintah kepada mereka untuk kebaikan mereka juga. Sebelum adanya IPAL, masyarakat banyak yang terjangkit penyakit akibat masalah

kebersihan dan sanitasi lingkungan yang buruk (misalnya muntah berak, TBC, malaria, cacangan). Biaya yang dikeluarkan setiap bulannya sebesar Rp. 1000,- tidak sebanding dengan biaya perawatan rumah sakit apabila mereka terjangkit penyakit akibat sanitasi lingkungan yang buruk.

### 3. Potensi masalah yang timbul selama adanya IPAL komunal :

Hasil analisa telah menunjukkan 34,62 % kepala keluarga berpendapat pernah terjadi masalah dari operasional IPAL. Masalah tersebut adalah terjadinya penyumbatan saluran air limbah yang menyebabkan meluap permukaan dan menimbulkan bau di waktu hujan deras tiba. Penyumbatan tersebut karena masyarakat sering membuang benda padat yang sukar hancur ke saluran air limbah.

Masalah yang lain adalah terlalu pendeknya pipa gas pembuangan, sehingga menimbulkan bau yang menyengat disekitarnya, akan tetapi setelah pipa gas pembuangan ditinggikan, masalah bau dapat diatasi. Sebuah industri kecil yang memproduksi tahu juga menimbulkan masalah dari limbahnya yang banyak mengandung lemak. Lemak tidak larut dalam air akan tetapi pada suhu dingin dapat mengeras dan menimbulkan penyumbatan saluran, hal tersebut dapat diatasi dengan dibangunnya sebuah bak penangkap lemak sebelum air limbah masuk ke inlet IPAL.

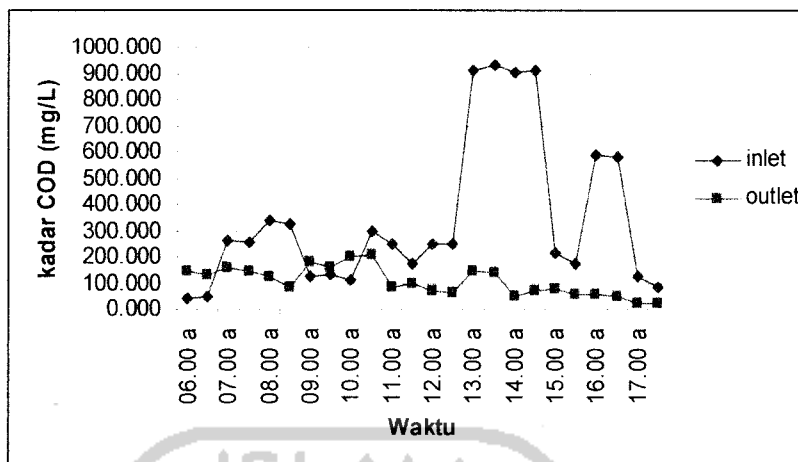
## **5.3 Pembahasan Data Primer (data sampel air limbah domestik)**

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

Telah digambarkan pada analisa data diatas, bahwa hasil tes uji kadar COD yang dilakukan secara duplo pada sampel air limbah domestik yang diambil pada dua titik yaitu inlet dan outlet pada bangunan pengolahan, menunjukkan rata-rata kadar COD pada inlet berkisar antara 100 – 300 mg/L. Akan tetapi pada jam-jam tertentu yaitu pada pukul 13.00 sampai 14.00 kemudian juga 16.00 WIB terjadi kenaikan kadar COD yang berkisar antara 200 – 900 mg/L. Sedangkan hal yang diluar dugaan dijumpai pada pukul 06.00 dan 17.00 WIB, disitu dapat dilihat kadar COD berkisar antara 0 – 100 mg/L.

Akan lain halnya apabila dibandingkan dengan kadar COD pada outlet, rata-rata berkisar antara 20 – 200 mg/L. Dapat juga dilihat dari grafik COD terjadi penurunan kadar yang signifikan yaitu dari pukul 10.00 – 11.00 yang mana dari 200 mg/L turun sampai 80 mg/L, kemudian juga pukul 13.00 – 14.00 WIB terjadi penurunan yang signifikan yaitu rata-rata dari 140 mg/L sampai 60 mg/L. Selain penurunan juga terjadi kenaikan kadar yang signifikan yaitu terjadi pada pukul 08.00 – 09.00 WIB yaitu rata-rata dari 80 mg/L sampai 160 mg/L. Kemudian pukul 12.00 – 13.00 WIB yaitu rata-rata dari 60 mg/L sampai 140 mg/L.

Bila hasil tes uji kadar COD secara duplo diatas diuji dengan tes uji statistik anova yang tujuannya adalah untuk membandingkan apakah terdapat perbedaan yang signifikan atau tidak antara kedua variabel yaitu inlet dan outlet, maka berdasarkan uji anova yang dilakukan diatas menunjukkan ada perbedaan yang signifikan antara kadar COD inlet dan outlet. Hal tersebut akan lebih jelas dilihat pada grafik pada gambar 5.16 di bawah ini.



Gambar 5. 16 Grafik hubungan antara waktu dengan kadar COD inlet, outlet

Bila dilihat grafik diatas, perbedaan yang signifikan terjadi antara pukul 12.00 – 17.00 WIB. Menurut keterangan dari masyarakat, pada jam-jam tersebut industri kecil yang memproduksi tahu setiap harinya membuang limbah cairnya dalam jumlah besar ke IPAL. Bahan dasar pembuatan tahu adalah kedelai yang merupakan golongan tumbuh-tumbuhan yang bersifat organik. Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses kimiawi, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air. Kadar COD air buangan secara umum lebih besar dari BOD karena lebih banyak senyawa dapat dioksidasi secara kimia dari pada biologis.

IPAL dapat mendegradasi anaerobik sehingga dapat mencapai penurunan COD 60 – 90%. Hal tersebut terjadi karena pada ruang pertama baffle reaktor, proses yang terjadi adalah settling atau pengendapan. Pada ruang selanjutnya proses penguraian (*digestion*) karena kontak antara limbah dengan akumulasi mikroorganisme. Proses selanjutnya adalah filter anaerobik, dimana terdapat

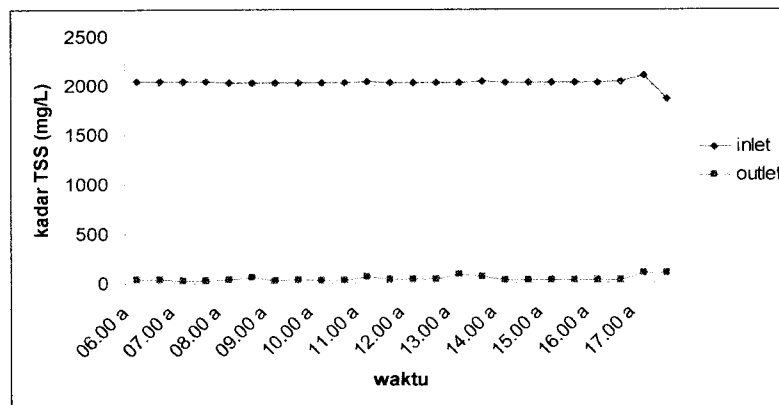
media filter yang terdiri atas batuan besar pada bagian bawah kemudian di atasnya batu kali (diameter 5 – 10 cm) yang diletakkan pada pelat beton berlubang. Batu adalah media dimana bakteri dapat menempel dan air limbah dapat mengalir diantaranya. Selama aliran ini kandungan organik akan diuraikan oleh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

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

Hasil analisa secara deskriptif secara duplo telah menggambarkan kadar TSS atau besarnya zat padat tersuspensi yang terkandung dalam air limbah domestik sebelum melalui pengolahan yaitu rata-rata sekitar 2000 – 2050 mg/L. Pada inlet kadar zat padat tersuspensi relatif stabil nilainya yang artinya tidak terjadi perbedaan yang signifikan tiap jamnya. Sedangkan bila dilihat pada analisa pada outletnya, kadar TSS rata-rata menunjukkan sekitar 20 – 60 mg/L. Akan tetapi ada juga pada jam-jam tertentu terjadi kadar yang meningkat antara 20 – 100 mg/L.

Semua keterangan diatas apabila ditinjau dari segi analisa statistik secara uji anova satu jalur, bahwasannya terdapat perbedaan yang cukup signifikan antara kadar TSS sebelum pengolahan dengan sesudah pengolahan melalui IPAL komunal. Perbedaan tersebut dapat jelas dilihat pada gambar dibawah ini.





Gambar 5.17 grafik hubungan antara waktu dengan kadar TSS inlet, outlet

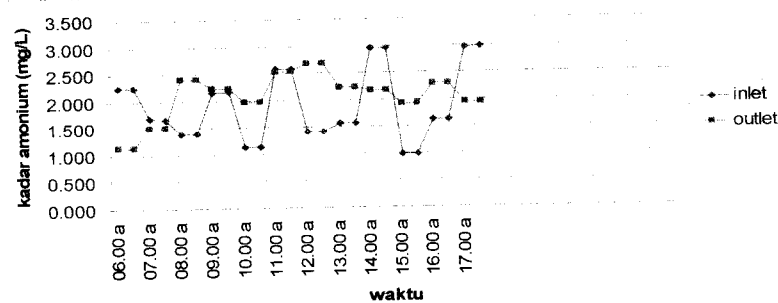
TSS (*Total Suspended Solid*) adalah zat padat tersuspensi yang menyebabkan kekeruhan pada air. Zat padat tersuspensi dapat diklasifikasikan menjadi zat padat tersuspensi organik dan inorganis. Zat padat tersuspensi yang bersifat inorganis contohnya tanah liat, kwarts dan yang organik contohnya protein, sisa makanan, ganggang, bakteri. Air limbah rumah tangga banyak mengandung sisa makanan sehingga tergolong dalam sifat organik. 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. Suspended solid meliputi zat padat yang dapat mengendap selama 60 menit pada imhoffcone, sedangkan berdasarkan kriteria desain rancangan bak sedimentasi *DEWATS*, panjang 10,6 m, lebar 1,5 m, tinggi 2 m, volume 31,8 m<sup>3</sup>, HRT 4 jam. Dari keterangan tersebut dapat dilihat bahwa bak tersebut dapat mendegradasi kandungan TSS hingga efisiensi 65 – 85 %

### 5.3.3 Amonium ( $NH_4^+$ )

Hasil uji analisa laboratorium secara duplo menunjukkan kadar amonium yang naik turun bila dilihat setiap jamnya, hal tersebut terjadi pada sekitar pukul 06.00 – 08.00 WIB yaitu berkisar antara rata-rata 2,246 mg/L turun sampai 1,385 mg/L. Terjadi kenaikan yang signifikan juga yaitu antara pukul 15.00 – 17.00 WIB yang berkisar antara rata-rata 0,978 mg/L naik hingga 2,966 mg/L. Kadar tersebut adalah kadar amonium yang terkandung dalam air limbah sebelum air tersebut masuk pada pengolahan IPAL komunal. Apabila dilihat pada keluarannya, dapat dilihat bahwa antara pukul 12.00 – 15.00 WIB terjadi penurunan yang berkisar rata-rata antara 2,674 mg/L sampai 1,910 mg/L.

Akan lain halnya bila dilihat dari hasil uji statistik secara anova satu jalur, maka setelah dibandingkan antara variabel inlet dan outlet, hasilnya tidak ada perbedaan yang signifikan antara kadar amonium inlet dengan outlet, itu artinya tidak terjadi reduksi kadar amonium pada air limbah tersebut walaupun telah melalui pengolahan IPAL komunal. Akan lebih jelasnya apabila dilihat pada gambar 5.18 dibawah ini maka banyak terjadi fluktuasi kadar amonium baik itu pada inlet maupun outletnya.



Gambar 5.18 Grafik hubungan antara waktu dengan kadar amonium inlet, outlet

seperti  $H_2S$  baunya seperti telur busuk,  $CH_4$ ,  $PH_4$  (*fosin*) yang baunya amis dan Amoniak  $NH_3$ .

Dari keterangan diatas, bahwasannya Amonium dalam suatu perairan khususnya dalam hal ini adalah air limbah domestik, dapat direduksi tidak dengan menggunakan sistem pengolahan anaerobik, akan tetapi dengan sistem aerobik. Adanya amoniak dalam air buangan akan mempunyai akibat-akibat buruk terhadap lingkungan, misalnya eutrofikasi (terlalu banyak bahan makanan yang masuk kedalam perairan) maka tumbuhan air mudah berkembang biak dan akan menutupi perairan, dapat mengakibatkan korosi pada pipa besi,  $NH_3-N$  dalam konsentrasi tinggi merupakan racun bagi ikan, konversi dari  $NH_4^+$  menjadi  $NO_3$  mempergunakan oksigen dalam jumlah besar.

#### 5.3.4 Perbandingan Konsentrasi COD, TSS, Amonium dengan Standar Baku Mutu

Berdasarkan Keputusan KepMenLH 112/2003 tentang pedoman penetapan Baku Mutu Limbah Domestik, baku mutu air limbah domestik dalam keputusan ini hanya berlaku untuk perumahan yang diolah secara individu. Untuk parameter COD batas maksimum yang diperbolehkan tidak boleh lebih dari 200 mg/l ( $BOD/COD = 0,5$ ) dan batas maksimum pH yang diperbolehkan berkisar antara 6-9, untuk parameter TSS batas maksimum yang diperbolehkan tidak boleh lebih dari 100 mg/L. Menurut Keputusan Menteri negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Kep-02/MENKLH/1998, tentang Pedoman Penetapan Baku mutu Lingkungan dan berdasarkan Keputusan Gubernur Kepala Daerah DIY

Nomor 65 Tahun 1999 tentang Baku Mutu Limbah Cair, untuk parameter amonium batas maksimum yang diperbolehkan tidak boleh lebih dari 1 mg/L.

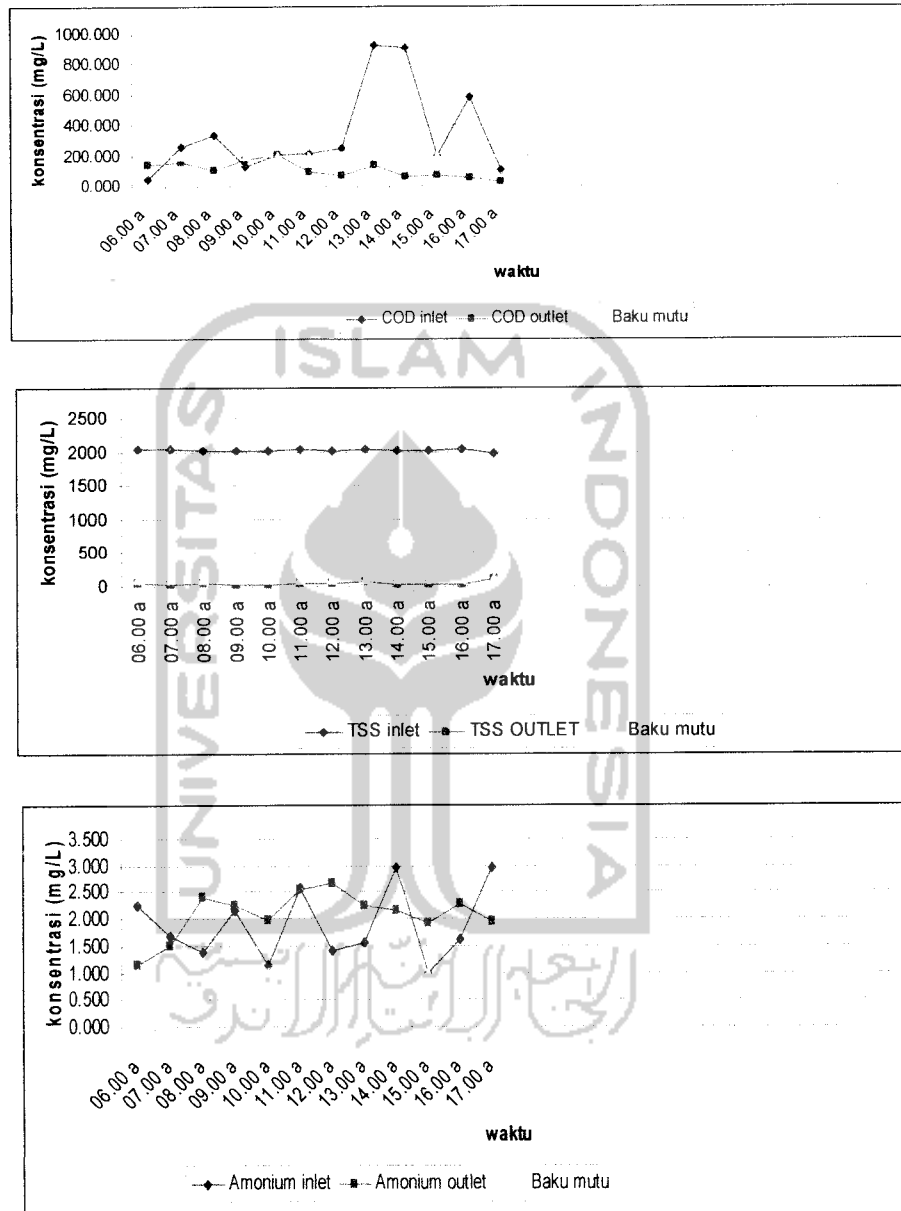
Standar baku mutu diatas apabila dibandingkan dengan hasil dari analisa kadar rata-rata COD, TSS, Amonium yang terdapat pada outletnya maka dapat dikatakan bahwasannya pengolahan yang terjadi pada IPAL komunal di kampung Serangan tersebut dapat mereduksi atau menurunkan konsentrasi COD dan TSS saja, sedangkan untuk konsentrasi Amonium antara inlet dan outletnya tetap. Akan lebih jelas lagi apabila dilihat pada tabel 5.20 dibawah ini.

Tabel 5.20 Konsentrasi rata-rata COD, TSS, Amonium

JAM	KONSENTRASI					
	COD		TSS		Amonium	
	INLET	OUTLET	INLET	OUTLET	INLET	OUTLET
6	46.547	137.379	2040	40	2.246	1.131
7	260.121	151.066	2040	20	1.669	1.498
8	329.944	102.401	2020	50	1.385	2.405
9	128.691	169.316	2020	30	2.164	2.234
10	202.620	205.815	2020	20	1.130	1.979
11	210.835	90.234	2030	50	2.576	2.533
12	247.800	65.901	2020	40	1.406	2.674
13	921.380	138.900	2030	70	1.566	2.238
14	909.059	58.297	2020	20	2.952	2.168
15	194.406	65.901	2020	20	0.978	1.910
16	580.483	52.214	2030	20	1.620	2.288
17	104.048	21.798	1980	100	2.966	1.933
Rata-rata	345	105	2,023	40	2	2

Sumber : data primer

Dapat ditunjukkan juga dengan gambar 5.19 dibawah ini.



Gambar 5.19 Perbandingan Konsentrasi COD, TSS, Amonium dengan Standar

Baku Mutu

#### 5.4 Sistem Penyaluran

Sistem yang digunakan dalam penyaluran air limbah domestik secara komunal dengan menggunakan sistem 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.

Sistem *shallow sewer* adalah sistem penyaluran air buangan domestik (solid maupun liquid) dengan menggunakan pipa diameter kecil (100 s/d 200 mm), terletak pada kedalaman yang dangkal biasa diletakan dibelakang rumah atau lokasi yang datar dan bebas dari kesibukan-kesibukan lalu lintas yang padat.

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.

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 (dalam suatu blok) yang disambungkan pada jaringan yang sama dapat dilakukan dengan beberapa pilihan yaitu disatukan dengan jaringan pengangkut utama (*konvensional sewer*), dibuang langsung ke suatu pengolahan air limbah atau disatukan dalam suatu tangki septik komunal (bak kontrol) kemudian dialirkan ke pengolahan.

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. Komponen dari sistem shallow sewer ini terdiri dari sambungan rumah (*house connection*) yaitu seluruh air limbah akan dikumpulkan ke jaringan pengumpul (*common block sewer line*) melalui bak kontrol. WC (tuang siram dengan perapat air) yang ada dihubungkan melalui pipa PVC atau pipa asbestos semen diameter 75 mm ke bak kontrol. Bak kontrol (*manhole*) yang dipasang secara teratur di sepanjang pipa pengumpul air limbah dan dibuat sebagai tempat sambungan rumah dan pelengkap untuk sarana pemeliharaan. Komponen jaringan pengumpul air limbah (*common block sewer line*) yaitu jaringan pipa pengumpul air limbah dengan pipa diameter kecil (minimum 100 mm) clay atau pipa semen yang

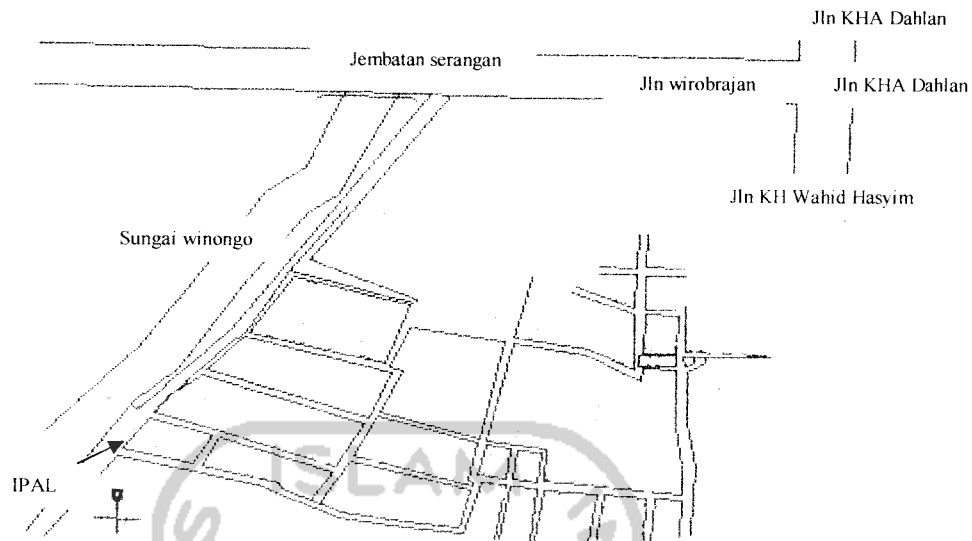
dipasang dengan kedalaman tertentu, sehingga cukup mampu untuk menerima air limbah dari seluruh rumah tangga secara gravitasi dan diletakkan secara seragam. Komponen jaringan utama pengangkut air limbah yang biasanya memakai pipa berdiameter minimum 150 mm, jaringan ditempatkan dengan suatu kedalaman tertentu sehingga dapat diselaraskan dengan lokasi. Kemudian komponen yang berupa instalasi pengolahan yaitu IPAL komunal dengan reaktor anaerobik baffle reactor. Untuk lebih jelasnya mengenai sistem penyaluran dapat dilihat pada gambar 5.20 dibawah.

Tabel 5.21 Kriteria desain sistem *shallow sewer*

No.	Shallow sewer	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)





Sumber :DEWATS

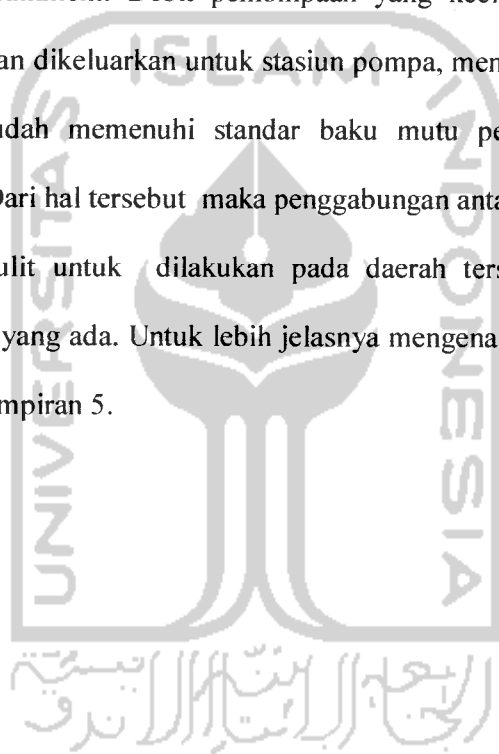
Gambar 5.20 jaringan penyaluran air limbah

### 5.5 Kemungkinan Penggabungan Antara Sistem komunal dengan Sewer Kota

Berdasarkan rumusan masalah diatas yaitu mengenai kemungkinan penggabungan antara sistem komunal dengan sistem sewer kota Jogjakarta. Pada dasarnya secara teknis penggabungan antara sistem komunal dengan sewer kota dapat dilakukan, masalah ekonomi warga, kondisi lahan dan topografi daerah perlu dipertimbangkan dalam penggabungan sistem komunal dengan sewer kota.

Dengan melihat keadaan yang ada pada lokasi penelitian, lokasi reaktor berada pada elevasi + 114 m (data sekunder) diatas permukaan laut dan saluran sewer kota berada di jalan Wirobrajan dengan elevasi + 120 m (data sekunder). Dari keterangan elevasi tersebut dapat dilihat bahwasannya komponen yang diperlukan adalah stasiun pompa. Pada kenyataannya penduduk lebih memilih

memiliki sistem pengolahan limbah secara komunal daripada harus digabungkan dengan sewer kota, karena mereka merasa keberatan bila harus mengeluarkan biaya pemeliharaan untuk stasiun pompa (analisa data kuisioner). Mengenai pemompaan dengan perbedaan elevasi seperti telah dijelaskan diatas didapatkan head total untuk pemompaan sebesar 6,0401 m dan juga Q pemompaan sebesar 0,000000222 m<sup>3</sup>/dt. Pemompaan dilakukan dengan menganggap IPAL komunal sebagai pretreatment. Debit pemompaan yang kecil tidak sebanding dengan biaya yang akan dikeluarkan untuk stasiun pompa, mengingat bahwasannya outlet dari IPAL sudah memenuhi standar baku mutu peraturan (tabel 5.20 pada lampiran 4). Dari hal tersebut maka penggabungan antara sistem komunal dengan sewer kota sulit untuk dilakukan pada daerah tersebut mengingat berbagai pertimbangan yang ada. Untuk lebih jelasnya mengenai perhitungan pompa dapat dilihat pada lampiran 5.



## BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

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

1. Ditinjau dari aspek teknis maka efisiensi pengolahan air limbah domestik secara komunal (*terdesentralisasi*) dengan menggunakan IPAL ABR (*Anaerobic Baffle Reactor*) adalah sebagai berikut :  
Efisiensi penurunan kadar COD sebesar 69,57 %.  
Efisiensi penurunan kadar TSS sebesar 98 %.  
Efisiensi penurunan kadar Amonium sebesar 0 %.
2. Hasil analisa laboratorium menunjukkan besarnya konsentrasi COD, TSS, Amonium dalam IPAL ABR di Kampung Serangan.  
Besarnya konsentrasi rata-rata COD inlet = 345 mg/L ; outlet = 105 mg/L  
Besarnya konsentrasi rata-rata TSS inlet = 2023 mg/L ; outlet = 40 mg/L  
Besarnya konsentrasi rata-rata Amonium inlet = 2 mg/L ; outlet = 2 mg/L
3. Secara teknis masalah yang timbul dalam sistem pengelolaan adalah pada satu bulan pertama sejak dioperasikannya IPAL tersebut, yaitu terjadinya penyumbatan akibat tumpukan lemak yang mengeras karena suhu dingin. Hal tersebut terjadi karena buangan limbah dari sebuah home industri yang memproduksi tahu tidak melalui bak penangkap lemak terlebih dahulu. Kemudian selain itu juga terjadi bau yang tidak enak akibat terlalu pendeknya pipa pembuangan gas.

4. Analisa mengenai kemungkinan penggabungan antara sistem *on site* dengan sistem *off site* pada dasarnya secara teknis dapat dilakukan, akan tetapi mengingat masalah ekonomi warga, kondisi lahan dan topografi daerah Kampung Serangan, penggabungan kedua sistem perlu dipertimbangkan. Hal tersebut bukan berarti tidak mungkin akan tetapi sulit dilakukan di daerah tersebut.
5. Sebesar 96,15 % penduduk rata-rata menetap di daerah tersebut lebih dari 20 th, pekerjaan masyarakat 76,92 % swasta, 15,38 % PNS, 7,69 % karyawan; tingkat pendidikan masyarakat rata-rata 60 % tamatan SD,SMA/SMK; pemakaian rata-rata air bersih >200 L/hr; sumber air diambil kebanyakan dari sumur, air sisa yang sering dihasilkan rata-rata dari sisa air mandi,cuci,WC; 92,31 % masyarakat setuju dengan dibangunnya IPAL komunal dan juga setuju untuk melakukan pemeliharaan IPAL.

## 6.2 Saran

1. Sebaiknya dilakukan pengurasan atau penyedotan lumpur setiap 1 tahun sekali, karena warga mempunyai kebiasaan bahwasannya kalau ada masalah, baru melakukan sesuatu. (misal terjadinya penyumbatan akibat lumpur yang menyebabkan air meluap). Atau dengan kata lain mencegah lebih baik dari pada mengobati.
2. Peran serta warga dalam rangka iuran bulanan untuk perawatan IPAL sebaiknya ditingkatkan.

3. Pembuangan sampah padat sebaiknya tidak dibuang ke saluran air limbah agar saluran tidak mampet.



## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim 1996. Final Report, Feasibility Study on Neighborhood Sanitation System Yogyakarta, YUDP Yogyakarta.
- Crites & Tchobanoglous, *Small & Decentralized Wastewater Management Systems*, McGraw-Hill, Singapore.5
- Fardiaz, Srikandi, 1992, '*Polusi Air dan Udara*', Kanisius, Yogyakarta.
- Lenore S.Clesceri et al. "*Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*", 20<sup>th</sup> Edition, 1998, Metode 5220 D (*Closed Reflux, Colorimetric Method*)
- Lenore S.Clesceri et al. "*Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*", 20<sup>th</sup> Edition, 1998, Metode 2540 D (*Total Suspended Solids Dried at 103<sup>o</sup> C-105<sup>o</sup> C*).
- Lokakarya, '*Decentralized Wastewater Treatment System dan Community Based Sanitation*', Depkes RI, Network Partner Proyek CBS-DEWATS, December 2003, Yogyakarta.
- Pranoto Singgih, '*Proses Biokimia DEWATS*', DEWATS LPTP – BORDA, 2002, Jogjakarta.
- Riduwan, DRS, M.B.A, '*Metode dan Teknik Menyusun Tesis*', ALFABETA, 2004, Bandung.
- Resources International Group, '*Decentralized Environmental Management for Yogyakarta*', US Agency for International Development (USAID), 2004, Yogyakarta

- 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.
- Tchobanoglous (2003) Wastewater Engineering ; Treatment, Disposal and Reuse, 4 rd edition, McGraw-Hill, New York.



## Daftar Tabel

Tabel 5.1 Status kependudukan masyarakat, asli atau luar daerah.

Jawaban	Rukun Tetangga					JML
	RT 1	RT 2	RT 3	RT 4	RT 5	
Asli	9	2	4	4	4	23
Luar			1	1	1	3
	Jumlah					26

Catatan : Satuan dalam kk (kepala keluarga)

Tabel 5.2 Lamanya penduduk tinggal di daerah RW 1 Kampung serangan

Lokasi	TAHUN						JML
	< 1	(1 - 5)	(5 - 10)	(10 - 15)	(15 - 20)	> 20	
RT 1						9	9
RT 2						2	2
RT 3					1	4	5
RT 4						5	5
RT 5						5	5
	Jumlah						26

Catatan : Satuan dalam kk (kepala keluarga)

Tabel 5.3 Tingkat pekerjaan masyarakat

Lokasi	Pekerjaan					jml
	PNS	Swasta	TNI/POLRI	Karyawan	Petani	
RT 1		9		1		10
RT 2		1				1
RT 3	2	3				5
RT 4		4		1		5
RT 5	2	3				5
Jumlah	4	20		2		26

Catatan : Satuan dalam kk (kepala keluarga)

Tabel 5.4 Tingkat pendidikan masyarakat

Lokasi	Pendidikan					JML
	TK	SD	SMP	SMA/SMK	PT	
RT 1		6	2	2		10
RT 2			1			1
RT 3		1	1	3		5
RT 4	1		2	2		5
RT 5		1	1	2	1	5
JML	1	8	7	9	1	26

Catatan : Satuan dalam kk (kepala keluarga)



Tabel 5.5 Pemakaian rata-rata air minum/air bersih

Lokasi	Pemakaian rata-rata air minum/bersih (l/hr)					JML
	< 50 l/hr	50 - 100 l/hr	100 – 150 l/hr	150 – 200 l/hr	> 200 l/hr	
RT 1	2	1		1	7	11
RT 2				1		1
RT 3		3	1		1	5
RT 4	1	1	2		1	5
RT 5	2				2	4
JML	5	5	3	2	11	26

Catatan : Satuan dalam kk (kepala keluarga)

Tabel 5.6 Sumber air minum/air bersih yang digunakan warga

Lokasi	Sumber Air				JML
	Air sumur	Air hujan	Air sungai	Membeli	
RT 1	10				10
RT 2	1				1
RT 3	5				5
RT 4	2			3	5
RT 5	5				5
JML	23			3	26

Catatan : Satuan dalam kk (kepala keluarga)

Tabel 5.7 Jumlah MCK umum yang terdapat di sekitar tempat tinggal warga

Lokasi	Jumlah MCK umum (buah)					JML
	1 buah	2 buah	3 buah	tdk ada	tdk tahu	
RT 1	6	1		1	2	10
RT 2	1			1		2
RT 3	2			3		5
RT 4	4			1		5
RT 5	3			1		4
JML	16	1		7	2	26

Catatan : Satuan dalam kk (kepala keluarga)

Tabel 5.8 Jenis limbah cair yang paling sering dihasilkan dari rumah anda

Lokasi	Jenis limbah cair yang paling sering dihasilkan						JML
	Air mandi	Air cuci	Air dapur	Sisa minuman	Air WC	Air mandi, cuci, WC	
RT 1	2	6	1			1	10
RT 2		1				1	2
RT 3	2	1				2	5
RT 4	1	4					5
RT 5	1	1				2	4
JML	6	13	1			6	26

Catatan : Satuan dalam kk (kepala keluarga)

Tabel 5.9 Besarnya pengetahuan warga tentang di bangunnya IPAL Komunal

Menjawab	Banyaknya pengetahuan warga tentang adanya IPAL					JML
	RT 1	RT 2	RT 3	RT 4	RT 5	
Ya	10	2	4	5	4	25
tidak					1	1
JML	10	2	4	5	5	26

Catatan : Satuan dalam kk (kepala keluarga)

Tabel 5.10 Besarnya tanggapan masyarakat tentang adanya IPAL Komunal

Jawaban	Pendapat masyarakat tentang adanya IPAL komunal					JML
	RT 1	RT 2	RT 3	RT 4	RT 5	
setuju	8	2	4	5	5	24
tidak setuju	1		1			2
JML	9	2	5	5	5	26

Catatan : Satuan dalam kk (kepala keluarga)

Tabel 5.11 Tingkat kesadaran warga tentang biaya yang dikeluarkan per bulan

Jawaban	LOKASI					JML
	RT 1	RT 2	RT 3	RT 4	RT 5	
tdk setuju			1		1	2
setuju	10	1	4	5	4	24
JML	10	1	5	5	5	26

Catatan : Satuan dalam kk (kepala keluarga)

Tabel. 5.12 Tingkat potensi masalah yang pernah timbul dari sistem Pengolahan limbah

Jawaban	LOKASI					JML
	RT 1	RT 2	RT 3	RT 4	RT 5	
pernah	5		1		3	9
tdk pernah	5	1	4	5	2	17
JML	10	1	5	5	5	26

Catatan : Satuan dalam kk (kepala keluarga)

Tabel. 5.13 Tingkat keterlibatan warga dengan pengelolaan air limbah domestik

Pendapat	LOKASI					JML
	RT 1	RT 2	RT 3	RT 4	RT 5	
terlibat	8	1	3	5	1	18
tdk terlibat	2		2		4	8
JML	10	1	5	5	5	26

Catatan : Satuan dalam kk (kepala keluarga)

## Daftar grafik

Diagram 5.1.1 Status kependudukan, asli atau luar daerah

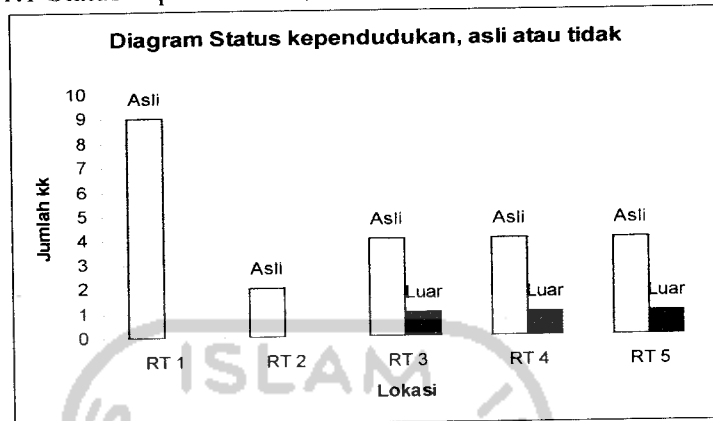


Diagram 5.1.2 Lamanya penduduk tinggal di daerah RW 1 Kampung Serangan

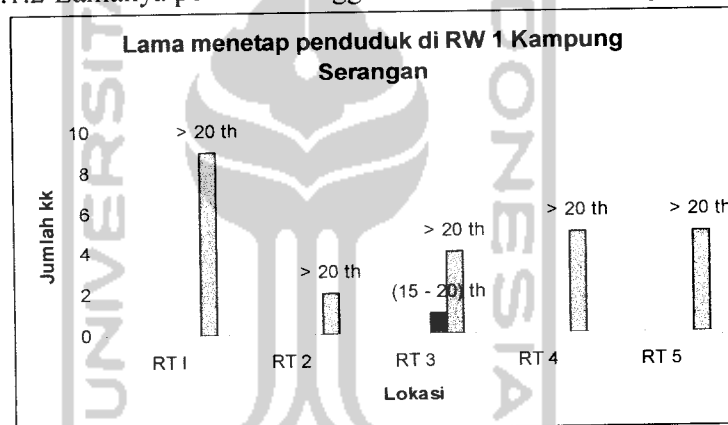


Diagram 5.2.1 Tingkat pekerjaan masyarakat

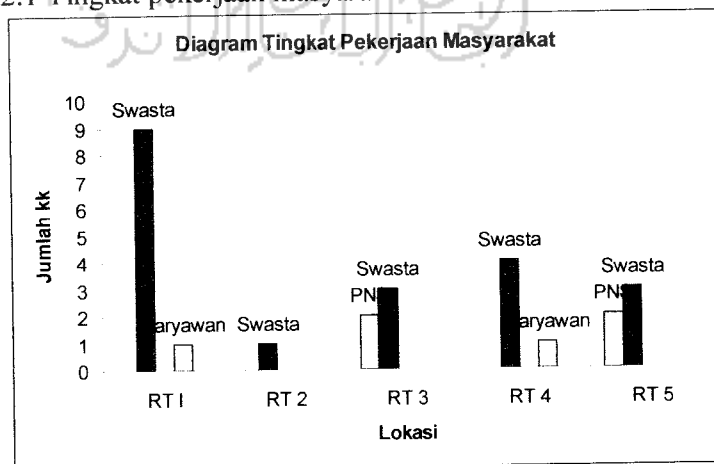


Diagram 5.3.1 Tingkat pendidikan Masyarakat

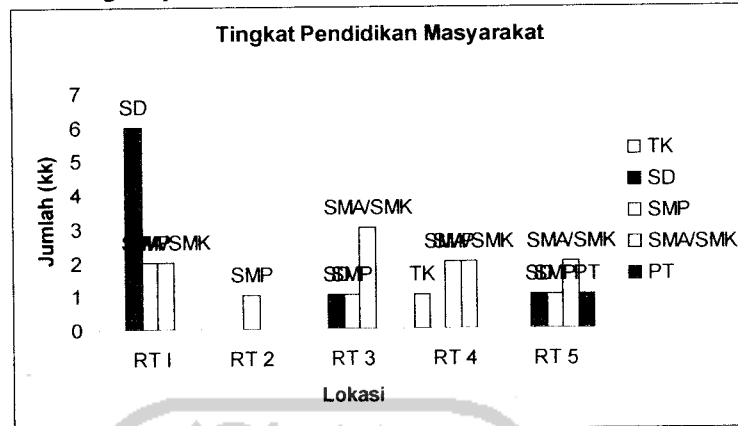


Diagram 5.4.1 Pemakaian air minum/air bersih

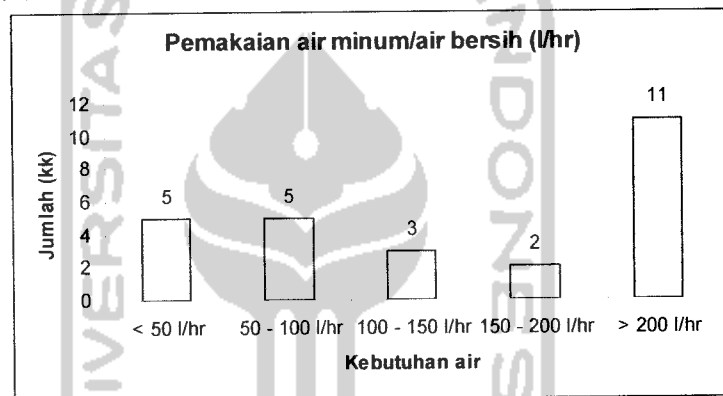


Diagram 5.4.2 Sumber Air Minum/Air Bersih yang digunakan warga

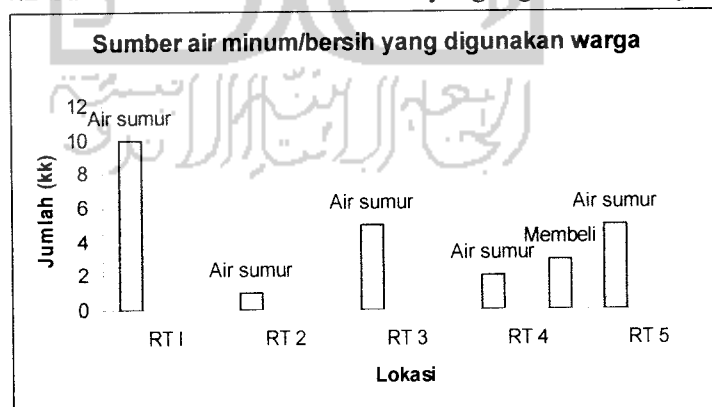


Diagram 5.5.1 Jumlah MCK umum yang terdapat di sekitar tempat tinggal warga

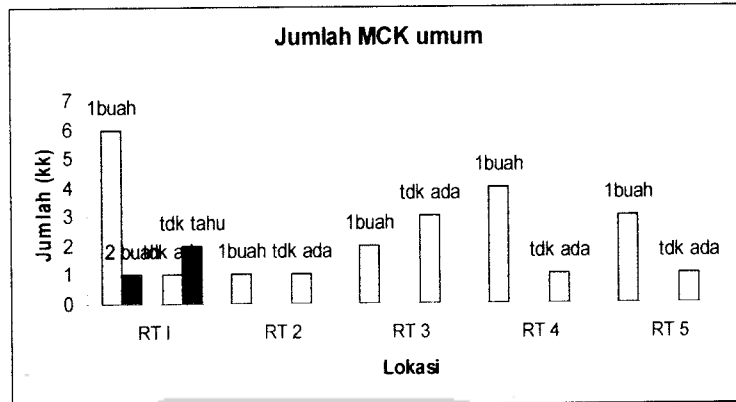


Diagram 5.6.1 Jenis limbah cair yang paling sering dihasilkan dari rumah warga

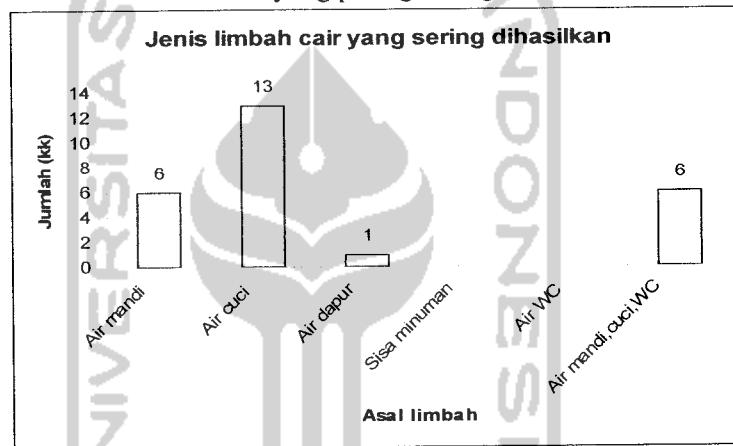


Diagram 5.7.1 Besarnya pengetahuan warga tentang di bangunnya IPAL Komunal

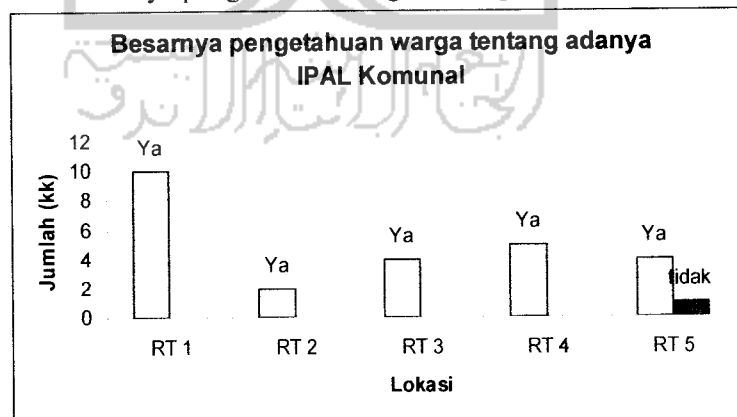


Diagram 5.7.2 Besarnya tanggapan masyarakat tentang adanya IPAL Komunal

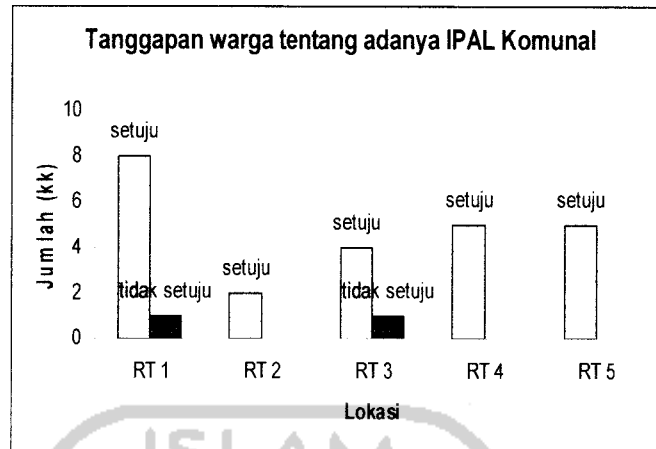


Diagram 5.7.3 Tingkat kesadaran warga tentang biaya yang dikeluarkan per bulan

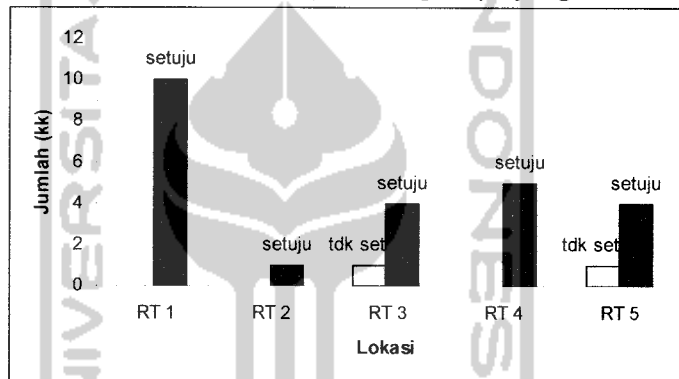


Diagram 5.7.4 Tingkat potensi masalah yang pernah timbul dari sistem

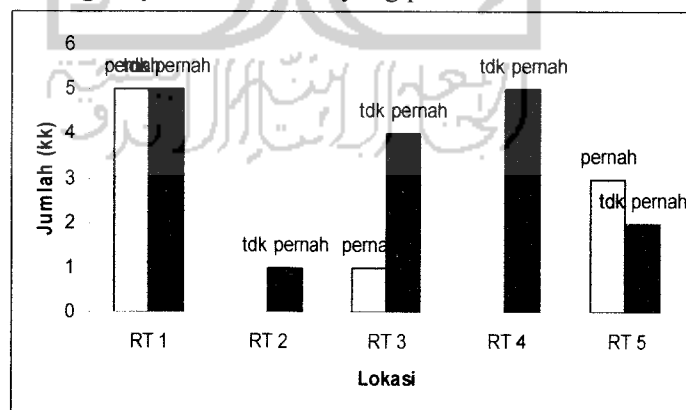
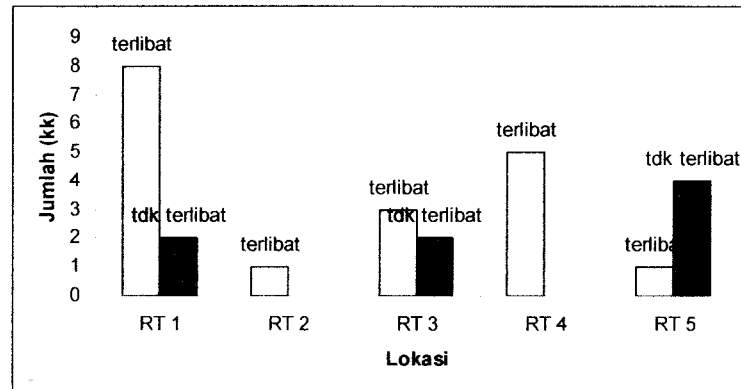


Diagram 5.7.5 Tingkat keterlibatan warga dengan pengelolaan air limbah



## LAMPIRAN 1

Tabel 5.13 konsentrasi COD tiap jam pada inlet

INLET	Sampel	V FAS	N FAS	COD
	(jam)	(ml)		(mg/L)
Blanko	BL 1	4.93		
	BL 2	4.94		
I. 6	06.00 a	4.82	0.02567	42.440
	06.00 b	4.8	0.02567	50.654
I. 7	07.00 a	4.28	0.02567	264.228
	07.00 b	4.3	0.02567	256.014
I. 8	08.00 a	4.1	0.02567	338.158
	08.00 b	4.14	0.02567	321.729
I. 9	09.00 a	4.62	0.02567	124.584
	09.00 b	4.6	0.02567	132.798
I. 10	10.00 a	4.66	0.02567	108.155
	10.00 b	4.2	0.02567	297.086
I. 11	11.00 a	4.32	0.02567	247.800
	11.00 b	4.5	0.02567	173.870
I. 12	12.00 a	4.32	0.02567	247.800
	12.00 b	4.32	0.02567	247.800
I. 13	13.00 a	2.7	0.02567	913.166
	13.00 b	2.66	0.02567	929.595
I. 14	14.00 a	2.72	0.02567	904.952
	14.00 b	2.7	0.02567	913.166
I. 15	15.00 a	4.4	0.02567	214.942
	15.00 b	4.5	0.02567	173.870
I. 16	16.00 a	3.5	0.02567	584.590
	16.00 b	3.52	0.02567	576.376
I. 17	17.00 a	4.62	0.02567	124.584
	17.00 b	4.72	0.02567	83.512

Tabel 5.14 konsentrasi COD tiap jam pada outlet

OUTLET	Sampel	V FAS	N FAS	COD
	(jam)	(ml)		(mg/L)
Blanko	BL 1	5.72		
	BL 2	5.86		
O. 6	06.00 a	5.42	0.01901	141.941
	06.00 b	5.45	0.01901	132.817
O. 7	07.00 a	5.36	0.01901	160.191
	07.00 b	5.42	0.01901	141.941
O. 8	08.00 a	5.48	0.01901	123.692
	08.00 b	5.62	0.01901	81.109
O. 9	09.00 a	5.3	0.01901	178.441
	09.00 b	5.36	0.01901	160.191
O. 10	10.00 a	5.22	0.01901	202.773
	10.00 b	5.2	0.01901	208.857
O. 11	11.00 a	5.62	0.01901	81.109
	11.00 b	5.56	0.01901	99.359
O. 12	12.00 a	5.66	0.01901	68.943
	12.00 b	5.68	0.01901	62.860
O. 13	13.00 a	5.42	0.01901	141.941
	13.00 b	5.44	0.01901	135.858



O. 14	14.00 a	5.72	0.01901	50.693
	14.00 b	5.67	0.01901	65.901
O. 15	15.00 a	5.64	0.01901	75.026
	15.00 b	5.7	0.01901	56.777
O. 16	16.00 a	5.7	0.01901	56.777
	16.00 b	5.73	0.01901	47.652
O. 17	17.00 a	5.81	0.01901	23.319
	17.00 b	5.82	0.01901	20.277

Keterangan tabel :

1. Volume FAS (mg/L) diperoleh dari hasil titrasi menggunakan indikator Ferroin sebanyak 2 tetes + larutan FAS yang telah diencerkan 250 ml dengan aquades.
2. N FAS diperoleh dari standarisasi FAS.

Tabel 5.15 Standarisasi FAS pada inlet

No	V K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (ml)	N K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	V FAS (ml)	N FAS	Rata-rata FAS
1	5	0.02	3.89	0.025707	
2	5	0.02	3.9	0.025641	0.02567

Tabel 5.16 Standarisasi FAS pada outlet

No	V K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (ml)	N K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	V FAS (ml)	N FAS	Rata-rata FAS
1	5	0.02	5.26	0.019011	
2	5	0.02	5.26	0.019011	0.01901

Keterangan tabel :

N FAS diperoleh dengan rumus : 
$$N \text{ FAS} = \frac{V \text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times N \text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{V \text{ FAS}}$$

3. Konsentrasi COD diperoleh dari rumus :

$$\text{COD (mg/L)} = \frac{[(V \text{ Blanko} - V \text{ FAS}) \times N \text{ FAS} \times 8000]}{2,5 \text{ ml sampel}} \times 5 \text{ (pengenceran)}$$

5.1.2.1.2 Analisa kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) secara uji anova satu jalur.

Langkah 1. Membuat Ha dan Ho dalam bentuk kalimat :

Ha : ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa duplo kadar COD inlet dan outlet tiap jam mulai jam 06.00 – 17.00 WIB.

Ho : Tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa duplo kadar COD inlet dan outlet tiap jam mulai jam 06.00 – 17.00 WIB.

Langkah 2. Membuat  $H_a$  dan  $H_o$  model statistik

$$H_a : A_1 \neq A_2$$

$$H_o : A_1 = A_2$$

Langkah 3. Membuat tabel penolong untuk menghitung angka statistik.

Hasil kadar COD			
No	A1	A2	
1	42.44	141.941	
2	50.654	132.817	
3	264.228	160.191	
4	256.014	141.941	
5	338.158	123.692	
6	321.729	81.109	
7	124.584	178.441	
8	132.798	160.191	
9	108.155	202.773	
10	297.086	208.857	
11	247.800	81.109	
12	173.870	99.359	
13	247.800	68.943	
14	247.800	62.860	
15	913.166	141.941	
16	929.595	135.858	
17	904.952	50.693	
18	913.166	65.901	
19	214.942	75.026	
20	173.870	56.777	
21	584.590	56.777	
22	576.376	47.652	
23	124.584	23.319	
24	83.512	20.277	
Statistik			Total ( T )
n	24	24	N = 48
$\sum X$	8271.868	2518.447	10790.315
$\sum X^2$	4828856.130	333689.713	5162545.843
AVR X	344.661	104.935	449.596
$(\sum X)^2/n_{A1}$	2850991.844	264273.928	3115265.772

Langkah 4. Mencari jumlah kuadrat antar group ( $JK_A$ ) dengan rumus :

$$JK_A = \sum \frac{(\sum X_{Ai})^2}{n_{Ai}} - \frac{(\sum X_T)^2}{N} = \left[ \frac{(8271.868)^2}{24} + \frac{(2518.447)^2}{24} \right] - \frac{(10790.315)^2}{48} = 689622.049$$

Langkah 5. Mencari derajat kebebasan antar group ( $dk_A$ ) dengan rumus :

$$dk_A = A - 1 = 2 - 1 = 1$$

Langkah 6. Mencari kuadrat rerata antar group ( $KR_A$ ) dengan rumus :

$$KR_A = \frac{JK_A}{dk_A} = \frac{689622.049}{1} = 689622.049$$

Langkah 7. Mencari jumlah kuadrat dalam antar group ( $JK_D$ ) dengan rumus :

$$JK_D = \sum X_T^2 - \sum \frac{(\sum X_{Ai})^2}{n_{Ai}} = (4828856.130 + 333689.713) - \left[ \frac{(8271.868)^2}{24} + \frac{(2518.447)^2}{24} \right] = 2047280.071$$

Langkah 8. Mencari derajat kebebasan dalam antar group ( $dk_D$ ) dengan rumus

$$dk_D = N - A = 48 - 2 = 46$$

Langkah 9. Mencari kuadrat rerata dalam antar group ( $KR_D$ ) dengan rumus :

$$KR_D = \frac{JK_D}{dk_D} = \frac{2047280.071}{46} = 44506.088$$

Langkah 10. Mencari nilai F hitung dengan rumus :

$$F \text{ hitung} = \frac{KR_A}{KR_D} = \frac{689622.049}{44506.088} = 15.495$$

Langkah 11. Menentukan kaidah pengujian.

Jika  $F \text{ hitung} \geq F \text{ tabel}$  maka tolak  $H_0$ .

Jika  $F \text{ hitung} \leq F \text{ tabel}$  maka terima  $H_0$ .

Langkah 12. Mencari F tabel dengan rumus :

$$F \text{ tabel} = F (1 - \alpha) (dk_A, dk_D)$$

$$F \text{ tabel} = F (1 - 0,05) (1, 46)$$

$$F \text{ tabel} = F (0,95) (1, 46)$$

$$F \text{ tabel} = 4.05$$

Cara mencari = F tabel 1 = pembilang

46 = penyebut.

Langkah 13. Membandingkan F hitung dengan F tabel

Setelah dikosultasikan dengan F tabel kemudian dibandingkan antara F hitung dengan F tabel, ternyata F hitung lebih besar dari F tabel atau  $15.495 \geq 4.05$  maka tolak  $H_0$  artinya ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa duplo kadar COD inlet dan outlet tiap jam mulai jam 06.00 – 17.00 WIB.

Tabel ringkasan anova satu jalur inlet COD

sumber varian (SV)	derajat kebebasan (dk)	jml kuadrat (JK)	kuadrat rerata (KR)	F hitung	F tabel
antar group A	1	689622.049	689622.049	15.495	4.05
dalam group D	46	2047280.071	44506.088	keterangan	
total	47	2736902.119		15.495 $\geq$ 4.05	

Tabel 5.17 hasil analisa kadar TSS inlet

INLET	sampel	berat kosong	berat isi	berat isi-berat kosong	Kadar TSS
	(jam)	(gr)	(gr)	(gr)	(mg/L)
I. 6	06.00 a	1.063	1.165	0.102	2040
	06.00 b	1.076	1.178	0.102	2040
I. 7	07.00 a	1.081	1.183	0.102	2040
	07.00 b	1.066	1.168	0.102	2040
I. 8	08.00 a	1.081	1.182	0.101	2020
	08.00 b	1.064	1.165	0.101	2020
I. 9	09.00 a	1.072	1.173	0.101	2020
	09.00 b	1.056	1.157	0.101	2020
I. 10	10.00 a	1.062	1.163	0.101	2020
	10.00 b	1.067	1.168	0.101	2020
I. 11	11.00 a	1.097	1.199	0.102	2040
	11.00 b	1.072	1.173	0.101	2020
I. 12	12.00 a	1.09	1.191	0.101	2020
	12.00 b	1.078	1.179	0.101	2020
I. 13	13.00 a	1.076	1.177	0.101	2020
	13.00 b	1.046	1.148	0.102	2040
I. 14	14.00 a	1.082	1.183	0.101	2020
	14.00 b	1.09	1.191	0.101	2020
I. 15	15.00 a	1.078	1.179	0.101	2020
	15.00 b	1.068	1.169	0.101	2020
I. 16	16.00 a	1.057	1.158	0.101	2020
	16.00 b	1.066	1.168	0.102	2040
I. 17	17.00 a	1.067	1.172	0.105	2100
	17.00 b	1.086	1.179	0.093	1860

Tabel 5.18 hasil analisa kadar TSS outlet

OUTLET	Sampel	Berat kosong	Berat isi	Berat isi-berat kosong	Kadar TSS
	(jam)	(gr)	(gr)	(gr)	(mg/L)
O. 6	06.00 a	1.101	1.103	0.0020	40
	06.00 b	1.09	1.092	0.0020	40
O. 7	07.00 a	1.078	1.079	0.001	20
	07.00 b	1.084	1.085	0.001	20
O. 8	08.00 a	1.0820	1.0840	0.0020	40
	08.00 b	1.026	1.029	0.003	60
O. 9	09.00 a	1.074	1.075	0.0010	20
	09.00 b	1.0570	1.0590	0.0020	40
O. 10	10.00 a	1.0630	1.0640	0.0010	20
	10.00 b	1.0970	1.0980	0.0010	20
O. 11	11.00 a	1.0650	1.0680	0.0030	60
	11.00 b	1.0850	1.0870	0.0020	40
O. 12	12.00 a	1.0910	1.0930	0.0020	40
	12.00 b	1.0410	1.0430	0.0020	40

O. 13	13.00 a	1.0700	1.0740	0.0040	80
	13.00 b	1.0900	1.0930	0.0030	60
O. 14	14.00 a	1.074	1.075	0.0010	20
	14.00 b	1.064	1.065	0.0010	20
O. 15	15.00 a	1.052	1.053	0.0010	20
	15.00 b	1.083	1.084	0.0010	20
O. 16	16.00 a	1.111	1.112	0.0010	20
	16.00 b	1.078	1.079	0.0010	20
O. 17	17.00 a	1.045	1.05	0.0050	100
	17.00 b	1.085	1.09	0.0050	100

Keterangan tabel :

1. Berat kosong diperoleh dari hasil penimbangan sebelum dipakai untuk menyaring (setelah dioven 105 °C selama dan desikator 10 menit)
2. Berat isi diperoleh dari hasil penimbangan setelah dipakai untuk menyaring.
3. Kadar TSS diperoleh dari rumus :

$$= \frac{1000}{50 \text{ ml}} (\text{berat isi} - \text{berat kosong}) \times 1000 \quad (\text{mg/L})$$

5.1.2.2.1 Analisa kadar TSS (*Total Suspended Solid*) secara uji anova satu jalur.

Langkah 1. Membuat Ha dan Ho dalam bentuk kalimat :

Ha : ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa duplo kadar TSS inlet dan outlet tiap jam mulai jam 06.00 – 17.00 WIB.

Ho : Tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa duplo kadar TSS inlet dan outlet tiap jam mulai jam 06.00 – 17.00 WIB.

Langkah 2. Membuat Ha dan Ho model statistik

Ha :  $A_1 \neq A_2$

Ho :  $A_1 = A_2$

Langkah 3. Membuat tabel penolong untuk menghitung angka statistik.

Hasil kadar TSS		
No	A1	A2
1	2040	40
2	2040	40
3	2040	20
4	2040	20
5	2020	40
6	2020	60
7	2020	20
8	2020	40
9	2020	20
10	2020	20

11	2040	60
12	2020	40
13	2020	40
14	2020	40
15	2020	80
16	2040	60
17	2020	20
18	2020	20
19	2020	20
20	2020	20
21	2020	20
22	2040	20
23	2100	100
24	1860	100

Statistik			Total ( T )
n	24	24	N = 48
$\sum X$	48540	960	49500
$\sum X^2$	98206800	52800	98259600
AVR X	2022.500	40	2063
$(\sum X)^2/n_{Ai}$	98172150	38400	98210550

Langkah 4. Mencari jumlah kuadrat antar group ( $JK_A$ ) dengan rumus :

$$JK_A = \sum \frac{(\sum X_{Ai})^2}{n_{Ai}} - \frac{(\sum X_T)^2}{N} = [ \frac{(48540)^2}{24} + \frac{(960)^2}{24} ] - \frac{(49500)^2}{48} = 47163675$$

Langkah 5. Mencari derajat kebebasan antar group ( $dk_A$ ) dengan rumus :

$$dk_A = A - 1 = 2 - 1 = 1$$

Langkah 6. Mencari kuadrat rerata antar group ( $KR_A$ ) dengan rumus :

$$KR_A = \frac{JK_A}{dk_A} = \frac{47163675}{1} = 47163675$$

Langkah 7. Mencari jumlah kuadrat dalam antar group ( $JK_D$ ) dengan rumus :

$$JK_D = \sum X^2_T - \sum \frac{(\sum X_{Ai})^2}{n_{Ai}} = (98206800 + 52800) - [ \frac{(48540)^2}{24} + \frac{(960)^2}{24} ] = 125850$$

Langkah 8. Mencari derajat kebebasan dalam antar group ( $dk_D$ ) dengan rumus

$$dk_D = N - A = 48 - 2 = 46$$

Langkah 9. Mencari kuadrat rerata dalam antar group ( $KR_D$ ) dengan rumus :

$$KR_D = \frac{JK_D}{dk_D} = \frac{125850}{46} = 2735.870$$

Langkah 10. Mencari nilai F hitung dengan rumus :

$$F \text{ hitung} = \frac{KR_A}{KR_D} = \frac{47163675}{2735.870} = 17239.01$$

Langkah 11. Menentukan kaidah pengujian.

Jika  $F \text{ hitung} \geq F \text{ tabel}$  maka tolak  $H_0$ .

Jika  $F \text{ hitung} \leq F \text{ tabel}$  maka terima  $H_0$ .

Langkah 12. Mencari F tabel dengan rumus :

$$F \text{ tabel} = F (1 - \alpha) (dk_A, dk_D)$$

$$F \text{ tabel} = F (1 - 0,05) (1, 46)$$

$$F \text{ tabel} = F (0,95) (1, 46)$$

$$F \text{ tabel} = 4.05$$

Cara mencari = F tabel 1 = pembilang  
46 = penyebut.

Langkah 13. Membandingkan F hitung dengan F tabel

Setelah dikosultasikan dengan F tabel kemudian dibandingkan antara F hitung dengan F tabel, ternyata F hitung lebih besar dari F tabel atau  $17239.01 \geq 4.05$  maka tolak  $H_0$  artinya ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa duplo kadar TSS inlet dan outlet tiap jam mulai jam 06.00 – 17.00 WIB.

Tabel ringkasan anova satu jalur inlet TSS

sumber varian (SV)	derajat kebebasan (dk)	jml kuadrat (JK)	kuadrat rerata (KR)	F hitung	F tabel
antar group A	1	47163675	47163675	17239.01	4.05
dalam group D	46	125850	2735.870	keterangan $17239.01 \geq 4.05$	
total	47	47289525			

Tabel 5.19 Hasil analisa kadar Amonium pada inlet outlet

INLET	sampel	kadar amonium	OUTLET	sampel	kadar amonium
	jam	(mg/L)		jam	(mg/L)
I. 6	06.00 a	2.246	O. 6	06.00 a	1.131
	06.00 b	2.246		06.00 b	1.130
I. 7	07.00 a	1.672	O. 7	07.00 a	1.497
	07.00 b	1.665		07.00 b	1.499

I. 8	08.00 a	1.385	O. 8	08.00 a	2.403
	08.00 b	1.385		08.00 b	2.406
I. 9	09.00 a	2.160	O. 9	09.00 a	2.233
	09.00 b	2.167		09.00 b	2.234
I. 10	10.00 a	1.131	O. 10	10.00 a	1.981
	10.00 b	1.129		10.00 b	1.977
I. 11	11.00 a	2.577	O. 11	11.00 a	2.531
	11.00 b	2.574		11.00 b	2.535
I. 12	12.00 a	1.408	O. 12	12.00 a	2.673
	12.00 b	1.404		12.00 b	2.674
I. 13	13.00 a	1.567	O. 13	13.00 a	2.238
	13.00 b	1.564		13.00 b	2.238
I. 14	14.00 a	2.952	O. 14	14.00 a	2.168
	14.00 b	2.951		14.00 b	2.168
I. 15	15.00 a	0.978	O. 15	15.00 a	1.912
	15.00 b	0.977		15.00 b	1.907
I. 16	16.00 a	1.620	O. 16	16.00 a	2.283
	16.00 b	1.620		16.00 b	2.293
I. 17	17.00 a	2.960	O. 17	17.00 a	1.934
	17.00 b	2.972		17.00 b	1.931

Keterangan tabel :

Kadar amonium diperoleh dari hasil spektrofotometri dengan UV Probe menggunakan panjang gelombang 420 nm.

#### 5.1.2.3.1 Analisa hasil pengukuran kadar amonium dengan uji anova satu jalur

Langkah 1. Membuat  $H_a$  dan  $H_o$  dalam bentuk kalimat :

$H_a$  : ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa duplo kadar amonium inlet dan outlet tiap jam mulai jam 06.00 – 17.00 WIB.

$H_o$  : Tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa duplo kadar amonium inlet dan outlet tiap jam mulai jam 06.00 – 17.00 WIB.

Langkah 2. Membuat  $H_a$  dan  $H_o$  model statistik

$H_a$  :  $A_1 \neq A_2$

$H_o$  :  $A_1 = A_2$

Langkah 3. Membuat tabel penolong untuk menghitung angka statistik.

Hasil kadar amonium		
No	A1	A2
1	2.246	1.131
2	2.246	1.130
3	1.672	1.497
4	1.665	1.499
5	1.385	2.403
6	1.385	2.406
7	2.160	2.233
8	2.167	2.234
9	1.131	1.981



10	1.129	1.977
11	2.577	2.531
12	2.574	2.535
13	1.408	2.673
14	1.404	2.674
15	1.567	2.238
16	1.564	2.238
17	2.952	2.168
18	2.951	2.168
19	0.978	1.912
20	0.977	1.907
21	1.620	2.283
22	1.620	2.293
23	2.960	1.934
24	2.972	1.931

Statistik			Total ( T )
n	24	24	N = 48
$\sum X$	45.310	49.976	95.286
$\sum X^2$	95.707	108.194	203.901
AVR X	1.888	2.082	3.970
$(\sum X)^2/n_{Ai}$	85.542	104.067	189.608

Langkah 4. Mencari jumlah kuadrat antar group ( $JK_A$ ) dengan rumus :

$$JK_A = \sum \frac{(\sum X_{Ai})^2}{n_{Ai}} - \frac{(\sum X_T)^2}{N} = \left[ \frac{(45.310)^2}{24} + \frac{(49.976)^2}{24} \right] - \frac{(95.286)^2}{48} = 0.454$$

Langkah 5. Mencari derajat kebebasan antar group ( $dk_A$ ) dengan rumus :

$$dk_A = A - 1 = 2 - 1 = 1$$

Langkah 6. Mencari kuadrat rerata antar group ( $KR_A$ ) dengan rumus :

$$KR_A = \frac{JK_A}{dk_A} = \frac{0.454}{1} = 0.454$$

Langkah 7. Mencari jumlah kuadrat dalam antar group ( $JK_D$ ) dengan rumus :

$$JK_D = \sum X_T^2 - \sum \frac{(\sum X_{Ai})^2}{n_{Ai}} = (95.707 + 108.194) - \left[ \frac{(45.310)^2}{24} + \frac{(49.976)^2}{24} \right] = 14.293$$

Langkah 8. Mencari derajat kebebasan dalam antar group ( $dk_D$ ) dengan rumus

$$dk_D = N - A = 48 - 2 = 46$$

Langkah 9. Mencari kuadrat rerata dalam antar group ( $KR_D$ ) dengan rumus :

$$KR_D = \frac{JK_D}{dk_D} = \frac{14.293}{46} = 0.311$$

Langkah 10. Mencari nilai F hitung dengan rumus :

$$F \text{ hitung} = \frac{KR_A}{KR_D} = \frac{0.454}{0.311} = 1.460$$

Langkah 11. Menentukan kaidah pengujian.

Jika F hitung  $\geq$  F tabel maka tolak  $H_0$ .

Jika F hitung  $\leq$  F tabel maka terima  $H_0$ .

Langkah 12. Mencari F tabel dengan rumus :

$$F \text{ tabel} = F (1 - \alpha) (dk_A, dk_D)$$

$$F \text{ tabel} = F (1 - 0,05) (1, 46)$$

$$F \text{ tabel} = F (0,95) (1, 46)$$

$$F \text{ tabel} = 4.05$$

Cara mencari = F tabel 1 = pembilang

46 = penyebut.

Langkah 13. Membandingkan F hitung dengan F tabel

Setelah dikonsultasikan dengan F tabel kemudian dibandingkan antara F hitung dengan F tabel, ternyata F hitung lebih kecil dari F tabel atau  $1.460 \leq 4.05$  maka terima  $H_0$  artinya tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa duplo kadar Amonium inlet dan outlet tiap jam mulai jam 06.00 – 17.00 WIB.

Tabel ringkasan anova satu jalur inlet Amonium

sumber varian (SV)	derajat kebebasan (dk)	jml kuadrat (JK)	kuadrat rerata (KR)	F hitung	F tabel
antar group A	1	0.454	0.454	1.460	4.05
dalam group D	46	14.293	0.311	keterangan $1.460 \leq 4.05$	
total	47	14.746			

## LAMPIRAN 2

Tabel 5.20 Konsentrasi rata-rata COD, TSS, Amonium

JAM	KONSENTRASI					
	COD		TSS		Amonium	
	INLET	OUTLET	INLET	OUTLET	INLET	OUTLET
6	46.547	137.379	2040	40	2.246	1.131
7	260.121	151.066	2040	20	1.669	1.498
8	329.944	102.401	2020	50	1.385	2.405
9	128.691	169.316	2020	30	2.164	2.234
10	202.620	205.815	2020	20	1.130	1.979
11	210.835	90.234	2030	50	2.576	2.533
12	247.800	65.901	2020	40	1.406	2.674
13	921.380	138.900	2030	70	1.566	2.238
14	909.059	58.297	2020	20	2.952	2.168
15	194.406	65.901	2020	20	0.978	1.910
16	580.483	52.214	2030	20	1.620	2.288
17	104.048	21.798	1980	100	2.966	1.933
Rata-rata	345	105	2,023	40	2	2

Sumber : data primer

1. Efisiensi penurunan kadar COD

$$\eta = \left| \frac{345-105}{345} \right| \times 100 \% = 69,57 \%$$

2. Efisiensi penurunan kadar TSS

$$\eta = \left| \frac{2.023-40}{2.023} \right| \times 100 \% = 98 \%$$

3. Efisiensi penurunan kadar Amonium

$$\eta = \left| \frac{2-2}{2} \right| \times 100 \% = 0 \%$$

## LAMPIRAN 3

### Perhitungan Pompa :

Untuk menaikkan air limbah yang telah diolah dengan IPAL komunal ke sistem sewer kota, digunakan pipa discharge dan pipa suction dengan jenis pipa PVC (C = 120) yang ukuran diameter pipa = 57 mm.

$$\begin{aligned} \text{Head statis} &= 120 \text{ m} - 114 \text{ m} \\ &= 6 \text{ m.} \end{aligned}$$

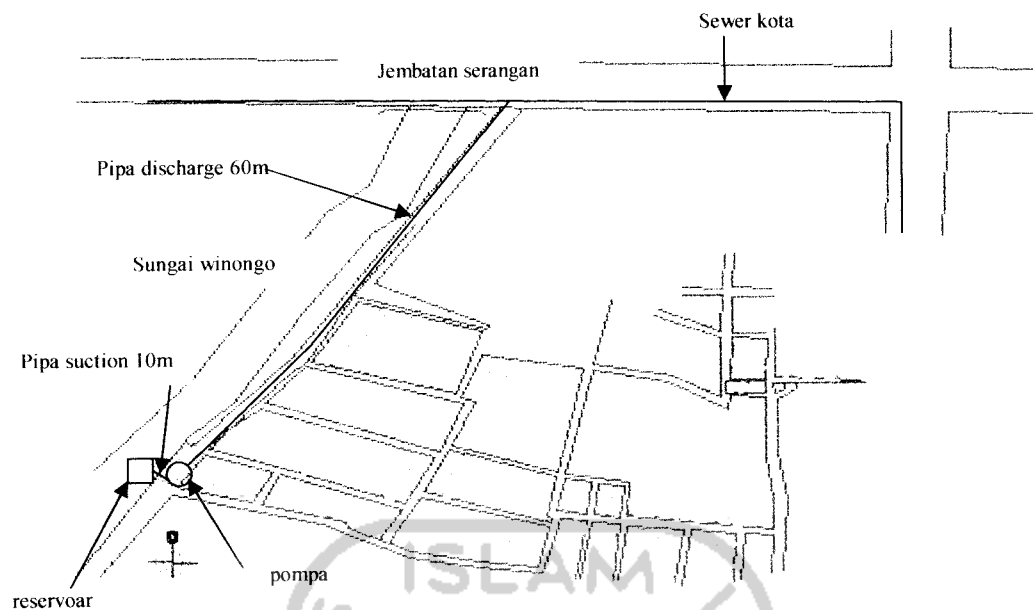
$$\text{Debit puncak} = 1600 \text{ ml/2 dt.} = 0,8 \text{ L/dt} = 0,0008 \text{ m}^3/\text{dt.}$$

1. Mayor losses dengan L suction = 10 m dan L discharge = 60 m

$$\begin{aligned} \text{Hf discharge} &= \left[ \frac{0,0008}{0,2785 \times 120 \times 0,057^{2,63}} \right]^{1,85} \times (60)^{0,54} \\ &= \left[ \frac{0,0008}{0,01786} \right]^{1,85} \times (60)^{0,54} \\ &= 0,00319 \times 9,124 \\ &= 0,0291 \text{ m} \\ \text{Hf suction} &= \left[ \frac{0,0008}{0,2785 \times 120 \times 0,057^{2,63}} \right]^{1,85} \times (10)^{0,54} \\ &= \left[ \frac{0,0008}{0,01786} \right]^{1,85} \times (10)^{0,54} \\ &= 0,00319 \times 3,467 \\ &= 0,011 \text{ m} \\ \text{Hf total} &= \text{Hf discharge} + \text{Hf suction} \\ &= 0,0291 \text{ m} + 0,011 \text{ m} \\ &= 0,0401 \text{ m} \end{aligned}$$

2. Minor losses

$$\begin{aligned} Q (\text{debit pemompaan}) &= \frac{\text{vol elevated}}{\text{Wkt pemompaan}} \\ &= \frac{0,0008 \times 1 \text{ jam} \times 1000 \text{ L}}{1 \text{ jam} \times 3600 \text{ dt} \times 1 \text{ m}^3} \\ &= \frac{0,8}{3600} \\ &= 0,000222 \text{ L/dt} \\ &= 0,000000222 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$



Gambar 5.21 pompa, pipa suction, pipa discharge



## LAMPIRAN 4

### Data Sekunder (data lokasi, peta, data teknis instalasi)

Peta Lokasi (peta) :

#### 1. Lahan tersedia

Lahan diperlukan untuk penempatan IPAL DEWATS. Di kampung Serangan hampir tidak tersedia lahan kosong untuk menempatkan IPAL ini, sehingga sistem yang sesuai adalah anaerobik yang bisa diinstalasi di bawah tanah. Lahan tersedia hanyalah sepanjang jalan kampung dengan lebar 3 m dan panjang bisa menyesuaikan.

#### 2. Kondisi tanah

Kondisi tanah sangat diperlukan untuk mengetahui kedalaman galian dan juga struktur pondasi.

#### Kemiringan lahan

Kemiringan lahan sangat diperlukan untuk menentukan apakah air limbah dapat mengalir secara gravitasi ataukah memerlukan pompa.

### Data Teknis Instalasi (gambar desain)

#### 1. Kebutuhan Layanan

1.1 Jumlah pengguna maksimal 400 orang/100 KK

1.2 Aliran air limbah perhari : 32 m<sup>3</sup>.

1.3 Asumsi konsumsi air rata-rata/hari : 80 liter

#### 2. Kemampuan Instalasi

2.1 Pengurangan kadar polusi masing-masing teknologi

Teknologi yang diterapkan di kampung serangan adalah Bak Septik, Bak Anaerobik Baffle Reactor, Bak Anaerobik Filter Reactor.

#### 3. Dasar Pemilihan Teknologi

Beberapa dasar pemilihan teknologi adalah :

3.1 Bahan material pembangunan tersedia setempat.

Bahan material yang digunakan tidak perlu diimpor karena bahannya sudah tersedia setempat. Tidak ada kesulitan untuk

mendapatkan bahan-bahan seperti batu bata, semen, besi, batu volkano.

3.2 Operasional dan pemeliharanya sederhana dan berbiaya rendah, sangat tepat untuk diimplementasikan di masyarakat. Dengan berbagai kemudahan operasional dan perawatan maka masyarakat tidak perlu tenaga ahli dan juga IPAL akan berfungsi lama.

3.3 Tidak memerlukan input energi listrik

IPAL tanpa input energi listrik sangat sesuai untuk masyarakat karena tidak mengeluarkan biaya perbulannya dan tidak memerlukan pemeliharaan pompa atau alat mekanik lainnya.

3.4 Mampu mengolah limbah domestik dengan kapasitas maksimal 1000 m<sup>3</sup>/hari.

3.5 Dapat diandalkan, tahan lama, dan toleran terhadap fluktuasi input air limbah.

#### 4. Dasar Penetapan Desain/Konstruksi

Desain IPAL DEWATS adalah desain yang bisa menyesuaikan keadaan setempat. Desain ini selalu melihat :

##### 1.1 Perencanaan peruntukan

Perencanaan peruntukan ini menentukan kapasitas air limbah maksimal yang bisa masuk kedalam IPAL DEWATS sehingga tidak terjadi kelebihan beban air limbah didalamnya. Kelebihan beban air limbah akan mengurangi kinerja IPAL DEWATS sehingga air limbah tidak terolah dengan baik dan hasilnya pun tidak maksimal.

##### 4.2 Jenis air limbah

Jenis air limbah yang muncul di Serang adalah air limbah kamar mandi, wc, dapur, cucian. Dengan aliran perhari 32 m<sup>3</sup>.

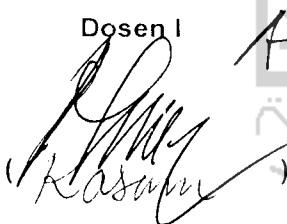
Berita Acara  
Seminar Tugas Akhir

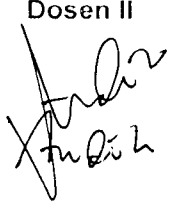
Periode : I 2005/2006  
Hari, Tanggal : .....  
Nama/NIM Mhs : Bayu .....  
Judul Proposal : .....

Berdasarkan penilaian Dosen Pembimbing dan Pengarah, maka untuk Tugas Akhir Mahasiswa tersebut diatas: ditolak/diterima/diterima\* dengan syarat dan revisi:

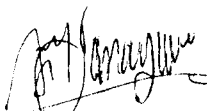
1. Penjelasan diperbaiki
2. Kesimpulan, pada abstrak di susun ulang, sebagian angka / data keulas.
3. Abstrak diperbaiki
4. ....

Dosen Pengarah dan Pembimbing:

Dosen I  
  
(Kasim)

Dosen II  
  
(Indah)

Dosen III

  
(Yohana W ST m. Eng)

\*Coret yang tidak perlu





**PEMERINTAH KOTA YOGYAKARTA**  
**BADAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN DAERAH**

Komplek Balaikota Jalan Kenari No. 56 Telepon 515207, 515865/515866 Psw. 153, 154

SURAT KETERANGAN / IJIN  
070/1794

Membaca Surat : Dari Kajur.FTSP-UII Yogyakarta

Nomor : 195/Kajur.TL/10/TL/VIII/2005 Tanggal : 25/08/2005

- Mengingat :
- Keputusan Walikota Kepala Daerah Tingkat II Yogyakarta Nomor 072/KD/1986 tanggal 6 Mei 1986 tentang Petunjuk Pelaksanaan Keputusan Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta, Nomor : 33/KPT/1986 tentang : Tatalaksana Pemberian izin bagi setiap Instansi Pemerintah maupun non Pemerintah yang melakukan Pendataan / Penelitian
  - Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor : 38/I.2/2004 Tentang : Pemberian izin / Rekomendasi Penelitian/Pendataan/Survei/KKN /PKL di Daerah Istimewa Yogyakarta

Dijinkan Kepada

Nama : BAYU EKO PRABOWO NO MHS / NIM : 01513040  
Pekerjaan : Mahasiswa Fak. Teknik Sipil - UII  
Alamat : Jl. Kaliurang Km.14,4 Yogyakarta  
Penanggungjawab : Andik Yulianto, ST  
Keperluan : Perpanjangan penelitian dengan judul : STUDI KINERJA SISTEM PENGELOLAAN AIR BUANGAN TERDESENTRALISASI (DEWANTS) DENGAN REAKTOR "BAFFLE SEPTIK TANK" DAERAH SERANGAN YOGYAKARTA

Lokasi/Responden : Kota Yogyakarta

Waktu : 01/09/2005 Sampai 01/12/2005

Lampiran : Proposal dan Daftar Pertanyaan

- Dengan Ketentuan :
- Wajib Memberi Laporan hasil Penelitian kepada Walikota Yogyakarta (Cq. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Yogyakarta)
  - Wajib Menjaga Tata tertib dan mentaati ketentuan-ketentuan yang berlaku setempat
  - Ijin ini tidak disalahgunakan untuk tujuan tertentu yang dapat mengganggu kesetabilan Pemerintah dan hanya diperlukan untuk keperluan ilmiah
  - Surat ijin ini sewaktu-waktu dapat dibatalkan apabila tidak dipenuhinya ketentuan-ketentuan tersebut diatas

Kemudian diharap para Pejabat Pemerintah Setempat dapat memberi bantuan seperlunya

Tanda tangan  
Pemegang Ijin

BAYU EKO PRABOWO

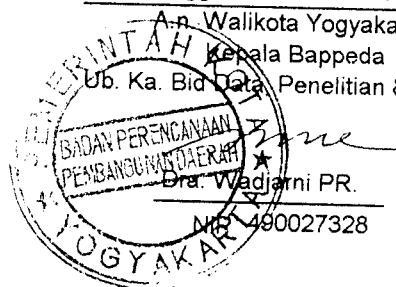
Embusan Kepada Yth. :

- Walikota Yogyakarta
- Ka. BAPEDA Prop. DIY
- Ka. Kantor Kesbang dan Linmas Kota Yogyakarta
- Camat Ngampilan Kota Yogyakarta
- Lurah Notoprajan Yogyakarta
- Ka. KPDL Kota Yogyakarta
- Ka. DKKP Kota Yogyakarta
- Dir. YUIM'S Kota Yogyakarta
- Kajur FTSP - UII Yogyakarta

10. Arsip.

Dikeluarkan di : Yogyakarta  
Pada Tanggal : 31/08/2005

A.n. Walikota Yogyakarta  
Kepala Bappeda  
Ub. Ka. Bidang Penelitian & KAD





PEMERINTAH KOTA YOGYAKARTA  
KECAMATAN NGAMPILAN  
**KELURAHAN NOTOPRAJAN**

Jl. KH. Wakhid Hasyim No. 4 Yogyakarta ☎ 450864  
YOGYAKARTA

Kode Pos : 55262

EMAIL: notoprajan@jogja.go.id; EMAIL.INTRANET: notoprajan@intra.jogja.go.id

Yogyakarta, 21 Juli 2005

Nomor : 070/014/PLT/VII/2005 Kepada :  
Lampiran : Yth. Bapak Ketua RW 01  
Hal : Ijin Penelitian Kelurahan Notoprajan,  
Kecamatan Ngampilan  
Di YOGYAKARTA

Berdasarkan Surat Keterangan / Izin dari Camat Ngampilan Nomor : 070 / 35 / KNG / VI / 2005 tanggal 20 Juli 2005

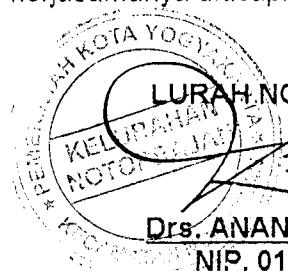
Maka dengan ini diberikan ijin kepada :

Nama : BAYU EKO PRABOWO  
No Mhs/NIM/NIP : 01513040  
Pekerjaan : Mahasiswa Fak Teknik Sipil UII  
Alamat : Jl. Kalliyurang KM. 14.4 Yogyakarta  
Penanggung Jawab : Andik Yulianto.ST  
Lokasi/Responden : Kecamatan Ngampilan Kota Yogyakarta  
Waktu : Mulai tanggal 30 Juni 2005 s/d 30 Sept.2005  
Keperluan : Melakukan Penelitian dengan judul :  
"STUDI KINERJA SISTEM PENGELOLAAN AIR  
BUANGAN TERDESENTRALISASI ( DEWATS )  
DENGAN REAKTOR " BAFFLE SEPTIK TANK"  
DAERAH SERANGAN YOGYAKARTA.

Dengan ketentuan : Wajib memberi laporan hasil penelitian kepada Lurah.

Sehubungan dengan hal tersebut diatas, kami mohon bantuan dari Bapak Ketua RW untuk dapat membantu memberikan data-data yang diperlukan.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

  
LURAH NOTOPRAJAN  
**Drs. ANANTO WIBOWO**  
NIP. 010 239 969

PEMERINTAH KOTA YOGYAKARTA  
KECAMATAN NGAMPILAN  
Jl. KH. WAKHID HASYIM 12 Telp. 376984 YOGYAKARTA 55262

Yogyakarta, 20 Juli 2005 .

Nomor : 070/35/KNG/VII/2005  
Lamp. : -  
Hal : Ijin Penelitian

KEPADA  
Yth. Lurah se Kec. Ngampilan

Di Yogyakarta

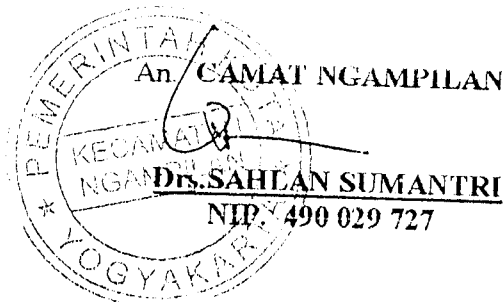
Berdasarkan Surat Ijin dari Walikota Yogyakarta Nomor : 070/1393 Tanggal 1 Juli 2005

Maka dengan ini diijinkan kepada :

Nama : BAYU EKO PRABOWO  
No.Mhs/NIM/NIP : 01513040  
Pekerjaan : Mahasiswa Fak.Teknik Sipil UII  
Alamat : Jl.Kaliurang KM 14,4 Yogyakarta  
Penanggung jawab : Andik Yulianto, ST  
Lokasi / Responden : Kecamatan Ngampilan Kota Yogyakarta.  
Waktu : 30 Juni 2005 s/d 30 Sep 2005  
Keperluan : Melakukan Penelitian dengan judul  
STUDI KINERJA SISTEM PENGELOLAAN AIR  
BUANGAN TERDESENTRALISASI (DEWATS)  
DENGAN REAKTOR "BAFFLE SEPTIK TANK"  
DAERAH SERANGAN YOGYAKARTA

Dengan ketentuan : Wajib memberi laporan hasil Penelitian kepada Camat.

Kemudian diharap para Pejabat Pemerintah setempat dapat memberikan bantuan seperlunya



Tembusan kepada Yth :  
1. Yang bersangkutan.  
2. Arsip

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);

- 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:

- Air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (*restaurant*), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama;
- 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;
- Pengolahan air limbah domestik terpadu adalah sistem pengolahan air limbah yang dilakukan secara bersama-sama (*kollektif*) sebelum dibuang ke air permukaan;
- Menteri adalah Menteri yang ditugasi untuk mengelola lingkungan hidup dan pengendalian dampak lingkungan.

#### Pasal 2

- Baku mutu air limbah domestik berlaku bagi usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (*restaurant*), perkantoran, perniagaan, apartemen, dan asrama.
- 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 (*restaurant*) 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 (*restaurant*), 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 (*restaurant*), 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 (*restaurant*), 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,

ttt

Nabiel Makarim, MPA, MSM

Sesuai dengan aslinya

Deputi 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

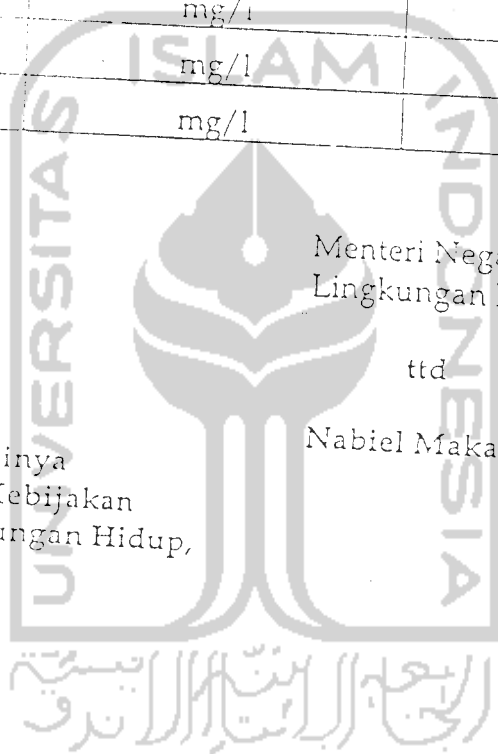
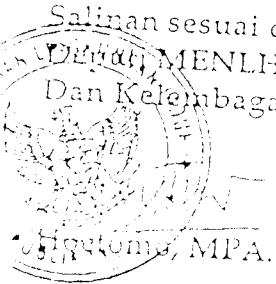
Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
BOD <sub>5</sub>	-	6-9
DO	mg/l	100
TSS	mg/l	100
Minyak dan Lemak	mg/l	10

Menteri Negara  
Lingkungan Hidup,

ttd

Nabiel Makarim, MPA, MSM.

Salinan sesuai dengan aslinya  
Dittd, MENLH Bidang Kebijakan  
Dan Kelembagaan Lingkungan Hidup,



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.

## 1.3 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 pembandingan 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) tepatkan 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 pengukur 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.





## 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 mg  $\text{O}_2$  untuk tiap 1000 mL contoh uji.

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

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

### 3.2 Bahan

- 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 phtalat,  $\text{HOOC}_6\text{H}_4\text{COOK}$  (KHP).  
Gerus perlahan KHP lalu keringkan sampai berat konstan pada suhu  $110^\circ\text{C}$ . Larutkan 425 mg KHP ke dalam air suling, encerkan sampai 1000 mL. Secara teori, KHP mempunyai nilai KOK 1,176 mg  $\text{O}_2$ /mg KHP dan larutan ini secara teori mempunyai nilai KOK 500  $\mu\text{g O}_2$ /mL. Larutan ini stabil bila disimpan dalam kondisi dingin. Hati-hati terhadap pertumbuhan biologi. Siapkan dan pindahkan larutan dalam kondisi steril. Sebaiknya larutan ini dipersiapkan setiap 1 minggu.

### 3.3 Peralatan

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

### 3.4 Keselamatan kerja

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

### 3.5 Persiapan dan pengawetan contoh uji

#### 3.5.1 Persiapan contoh uji

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

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

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

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

#### 3.5.2 Pengawetan contoh uji

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

### 3.6 Persiapan pengujian

#### Pembuatan kurva kalibrasi

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

### 3.7 Prosedur

- 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.
- Biarkan suspensi mengendap dan pastikan bagian yang akan diukur benar-benar jernih.
- Ukur contoh dan larutan standar pada panjang gelombang yang telah ditentukan (420 nm atau 600 nm).
- Pada panjang gelombang 600 nm, gunakan blanko yang tidak direfluks sebagai larutan referensi.
- Jika konsentrasi KOK lebih kecil atau sama dengan 90 mg/L, lakukan pengukuran pada panjang gelombang 420 nm, gunakan pereaksi air sebagai larutan referensi.
- Ukur absorpsi blanko yang tidak direfluks yang mengandung dikromat, dengan pereaksi air sebagai pengganti contoh uji, akan memberikan absorpsi dikromat awal.
- Perbedaan absorbansi antara contoh yang direfluks dan yang tidak direfluks adalah pengukuran KOK contoh uji.
- Plot perbedaan absorbansi antara blanko yang direfluks dan absorbansi larutan standar yang direfluks terhadap nilai KOK untuk masing-masing standar.
- Lakukan analisa duplo.

### 3.8 Perhitungan

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

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

## 4 Jaminan mutu dan pengendalian mutu

### 4.1 Jaminan mutu

- Gunakan bahan kimia pro analisa (pa).
- Gunakan alat gelas bebas kontaminasi.
- Gunakan alat ukur yang terkalibrasi.
- Gunakan air suling bebas organik untuk pembuatan blanko dan larutan kerja.
- Dikerjakan oleh analis yang kompeten.
- 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 $\mu$ m atau lebih besar dari ukuran partikel koloid

### 3 Cara uji

#### 3.1 Prinsip

Contoh uji yang telan homogen disaring dengan kertas saring yang telah ditimbang. Residu yang tertahan pada saringan dikeringkan sampai mencapai berat konstan pada suhu 103°C sampai dengan 105°C. Kenaikan berat saringan mewakili padatan tersuspensi total (TSS). Jika padatan tersuspensi menghambat saringan dan memperlama penyaringan, diameter pori-pori saringan perlu diperbesar atau mengurangi volume contoh uji. Untuk memperoleh estimasi TSS, dihitung perbedaan antara padatan terlarut total dan padatan total.

#### 3.2 Bahan

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

#### 3.3 Peralatan

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

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

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

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

Gunakan wadah gelas atau botol plastik polietilen atau yang setara.

#### **3.4.2 Pengawetan contoh**

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

#### **3.4.3 Pengurangan gangguan**

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

### **3.5 Persiapan pengujian**

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

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

### **3.6 Prosedur**

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

- d) Cuci kertas saring atau saringan dengan 3 x 10 mL air suling, biarkan kering sempurna, dan lanjutkan penyaringan dengan vakum selama 3 menit agar diperoleh penyaringan sempurna. Contoh uji dengan padatan terlarut yang tinggi memerlukan pencucian tambahan.
- e) Pindahkan kertas saring secara hati-hati dari peralatan penyaring dan pindahkan ke wadah timbang aluminium sebagai penyangga. Jika digunakan cawan Gooch pindahkan cawan 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<sub>2</sub> adalah kandungan padatan tersuspensi pada penentuan ke dua.

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

## **5 Rekomendasi**

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





**C. Pendidikan terakhir**

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

**D. Status Rumah dan Fasilitasnya**

1. Jumlah Kamar Mandi                      : ..... buah  
2. Jumlah Dapur                      : ..... buah  
3. Berapakah pemakaian rata - rata air minum / air bersih dirumah anda setiap hari?  
 < 50 L/hari                       50 - 100 L/hari                       100 - 150 L/hari  
 150 - 200 L/hari                       > 200 L/hari  
b. Jika tidak  
- Dari mana sumber air minum / air bersih yang anda gunakan?  
 Air sumur                       Air hujan                       Air sungai Winongo                       Membeli  
- Berapa pemakaian per hari.....

**E. Fasilitas Umum**

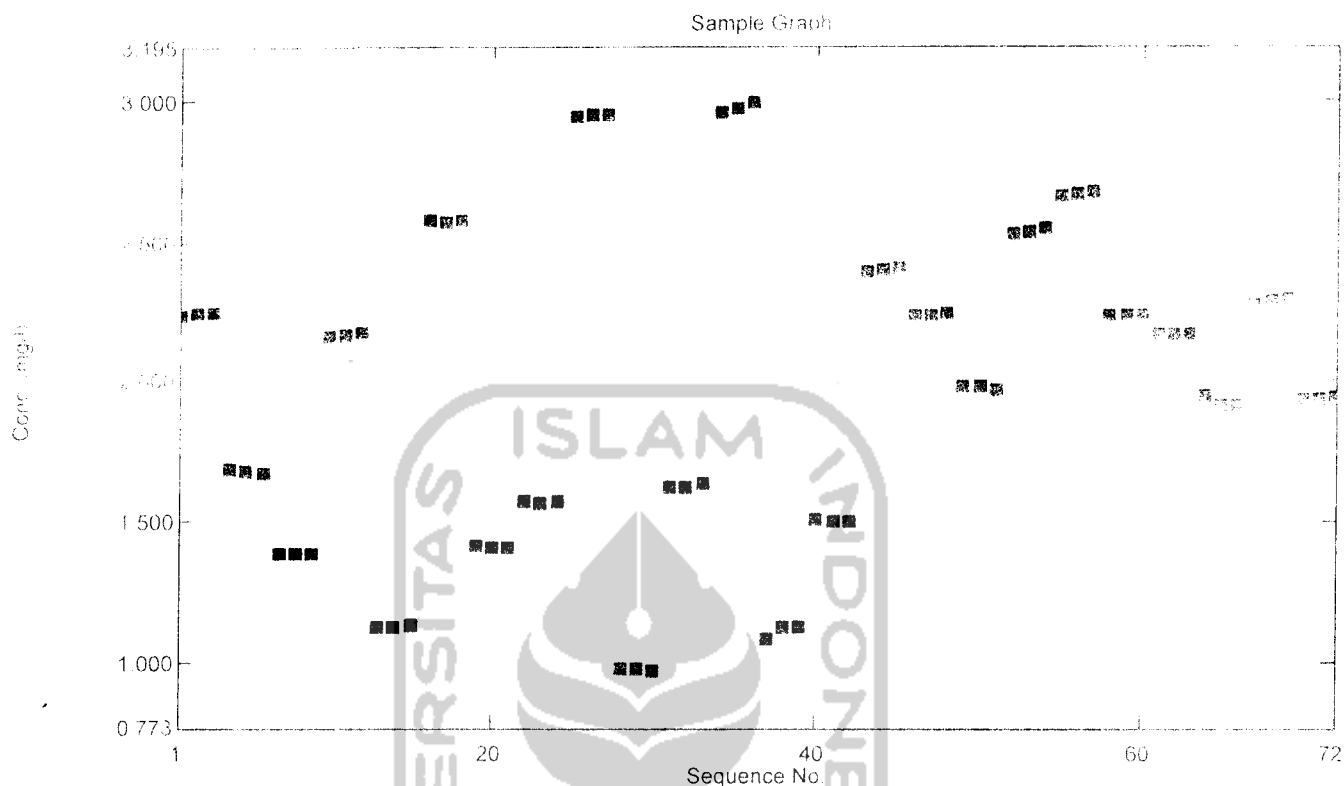
1. Apakah disekitar tempat tinggal anda terdapat fasilitas tempat ibadah?  
a. Masjid Mushola                      b. Gereja                      c. .....  
..... buah                      ..... buah                      ..... buah  
2. Apakah disekitar tempat tinggal anda terdapat sekolah?  
a. Play Group                      b. TK                      c. SD                      d. SMP  
d. SMA SMU/SMK                      e. Perguruan Tinggi  
3. Apakah disekitar tempat tinggal anda terdapat pabrik/industri?  
a. Jika ada, Industri apa yang ada?  
 Industri makanan dan minuman                       Industri .....  
b. Tidak  
4. Apakah disekitar tempat tinggal anda terdapat MCK umum?  
a. Jika ada, ada ..... buah  
b. Tidak



# Sample Table Report

12/11/2006 10:29:05 AM

File Name C:\Program Files\Shimadzu\UVProbe\Data\BAYU AMONIUM.pho



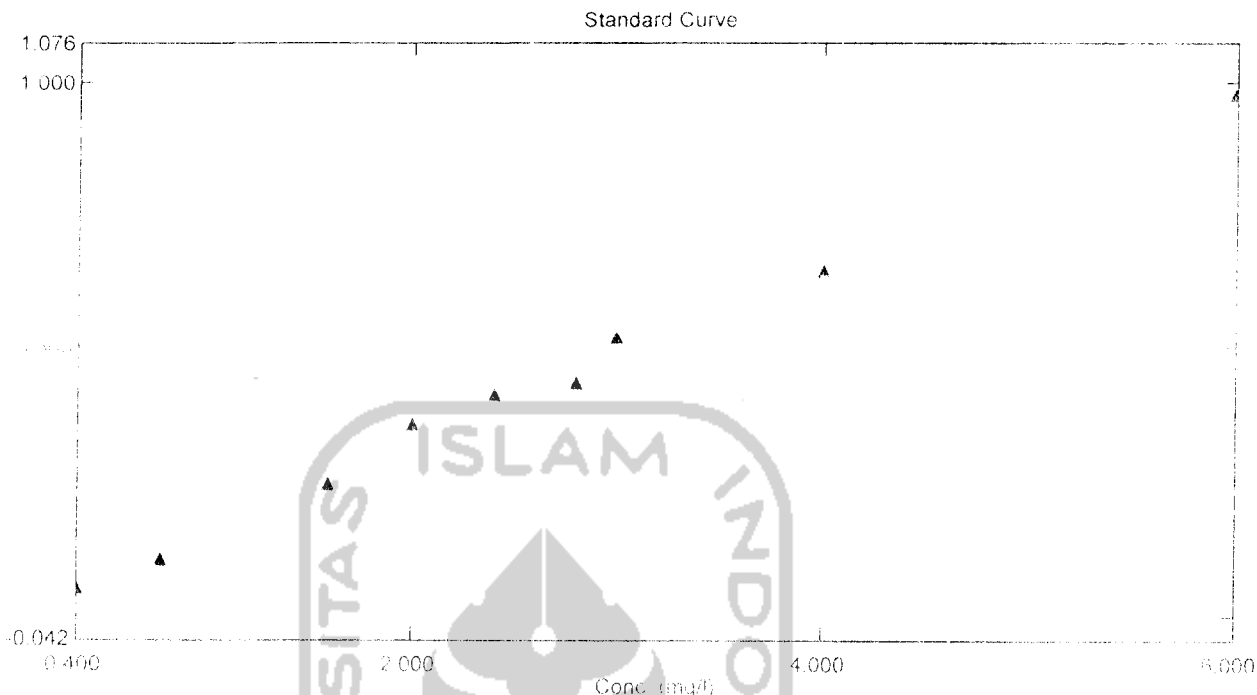
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL420.0	Comments
1	inlet 06 a	Unknown		2.240	0.361	
2	inlet 06 c	Unknown		2.246	0.362	
3	inlet 05 c	Unknown		2.246	0.362	
4	inlet 07 a	Unknown		1.681	0.269	
5	inlet 07 b	Unknown		1.672	0.267	
6	inlet 07 c	Unknown		1.665	0.266	
7	inlet 08 a	Unknown		1.384	0.220	
8	inlet 08 b	Unknown		1.385	0.220	
9	inlet 08 c	Unknown		1.385	0.220	
10	inlet 09 a	Unknown		2.160	0.348	
11	inlet 09 b	Unknown		2.167	0.349	
12	inlet 09 c	Unknown		2.174	0.351	
13	inlet 10 a	Unknown		1.131	0.178	
14	inlet 10 b	Unknown		1.129	0.177	
15	inlet 10 c	Unknown		1.137	0.179	
16	inlet 11 a	Unknown		2.577	0.417	
17	inlet 11 b	Unknown		2.568	0.416	
18	inlet 11 c	Unknown		2.574	0.417	

# Standard Table Report

12/07/2005 00:27:51 AM

File Name: C:\Program Files\Shimadzu\UVProbe\Data\BAYU AMONIUM.pho



$y = 0.16555x - 0.00933$   
 $r^2$  Correlation Coefficient = 0.99471  
 Standard Error of Estimate = 0.02196

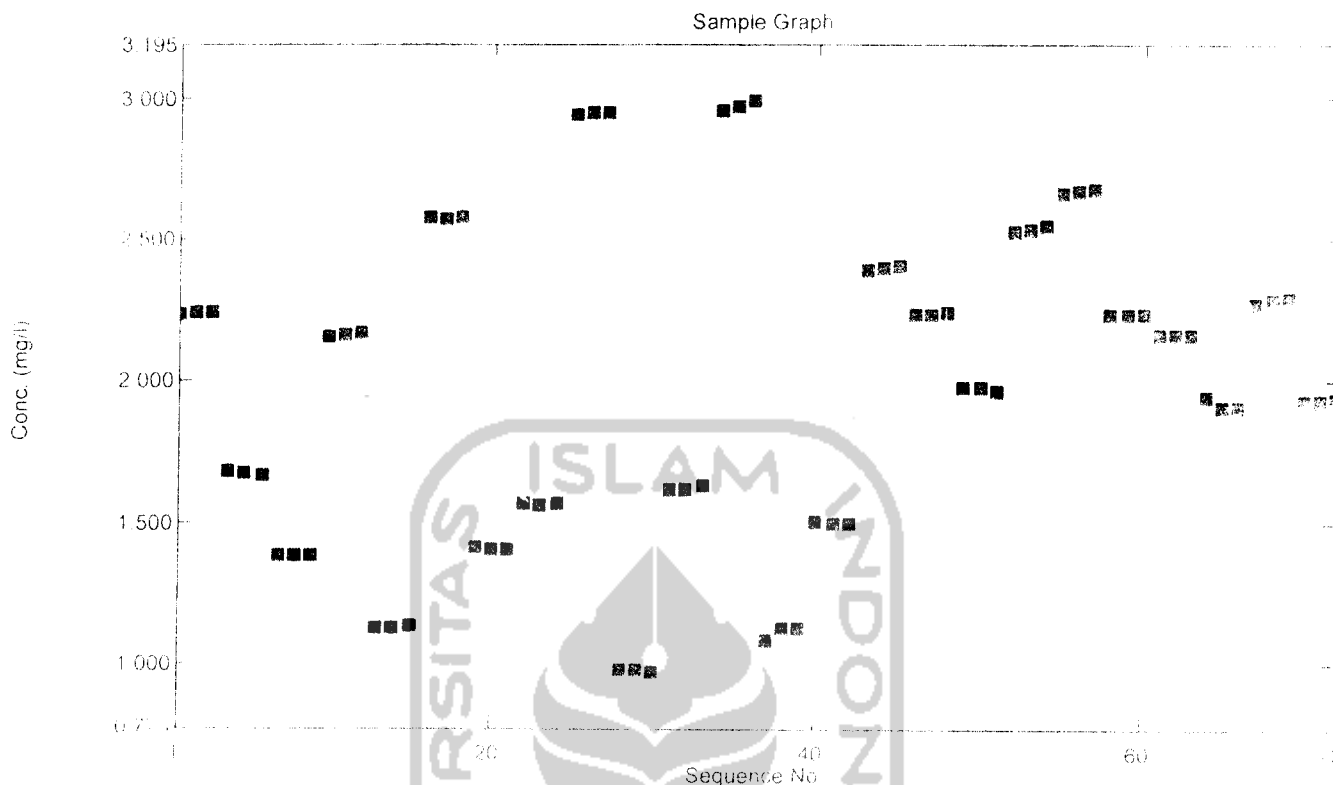
Standard Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL420.0	Wgt. Factor	Comments
1	Std 1	Standard		0.400	0.051	1.000	
2	Std 2	Standard		0.600	0.105	1.000	
3	Std 3	Standard		1.200	0.139	1.000	
4	Std 4	Standard		1.600	0.242	1.000	
5	Std 5	Standard		2.000	0.352	1.000	
6	Std 6	Standard		2.400	0.409	1.000	
7	Std 7	Standard		2.800	0.431	1.000	
8	Std 8	Standard		3.000	0.516	1.000	
9	Std 9	Standard		4.000	0.643	1.000	
10	Std 10	Standard		6.000	0.975	1.000	
11							

# Sample Table Report

12/07/2005 00:23:06 AM

File Name: C:\Program Files\Shimadzu\UVProbe\Data\BAYU AMONIUM.pho



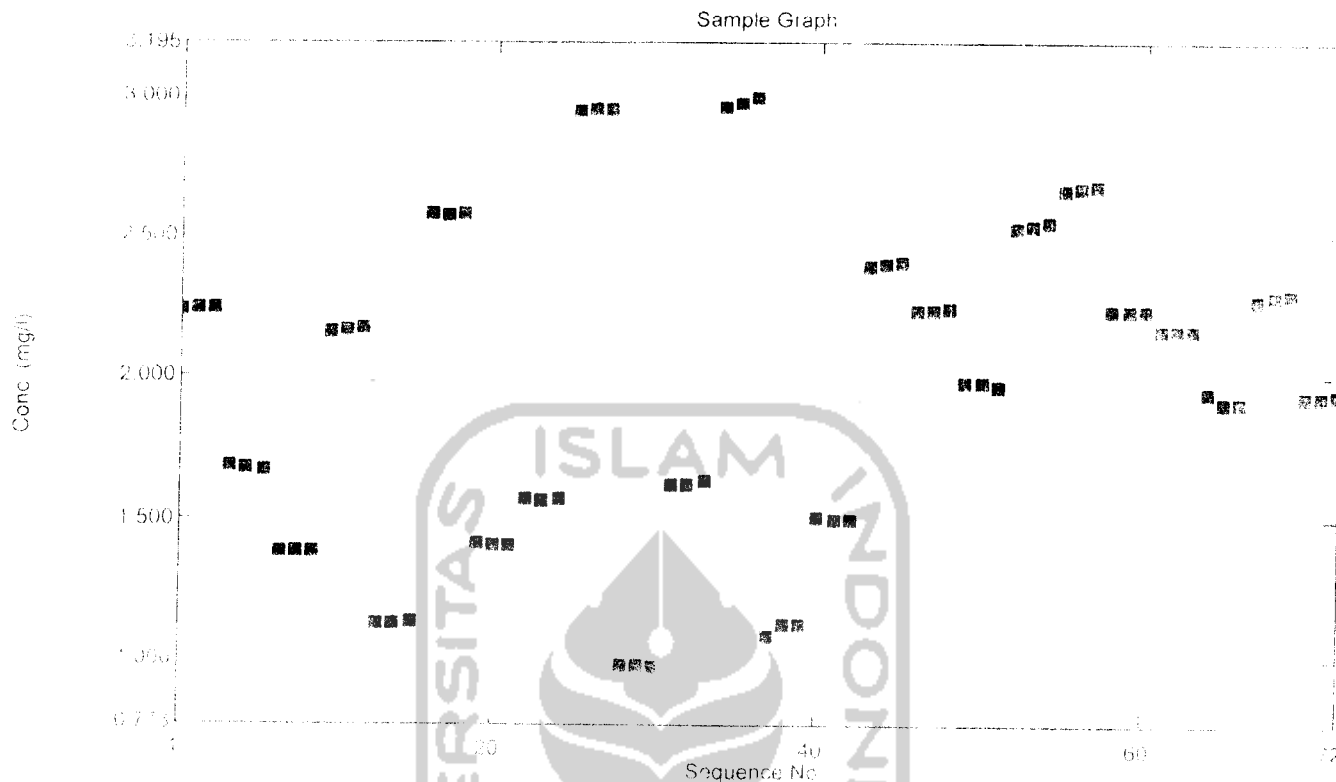
Sample Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL420.0	Comments
19	inlet 12 a		1.413	0.225	
20	inlet 12 b		1.408	0.224	
21	inlet 12 c		1.404	0.223	
22	inlet 13 a		1.567	0.250	
23	inlet 13 b		1.564	0.250	
24	inlet 13 c		1.571	0.251	
25	inlet 14 a		2.944	0.478	
26	inlet 14 b		2.952	0.479	
27	inlet 14 c		2.951	0.479	
28	inlet 15 a		0.978	0.153	
29	inlet 15 b		0.977	0.152	
30	inlet 15 c		0.975	0.152	
31	inlet 16 a		1.620	0.259	
32	inlet 16 b		1.620	0.259	
33	inlet 16 c		1.629	0.260	
34	inlet 17 a		2.960	0.481	
35	inlet 17 b		2.972	0.483	
36	inlet 17 c		2.993	0.486	

# Sample Table Report

12/07/2005 00:29:06 AM

File Name: C:\Program Files\Shimadzu\UVProbe\Data\BAYU AMONIUM.pho



Sample Table

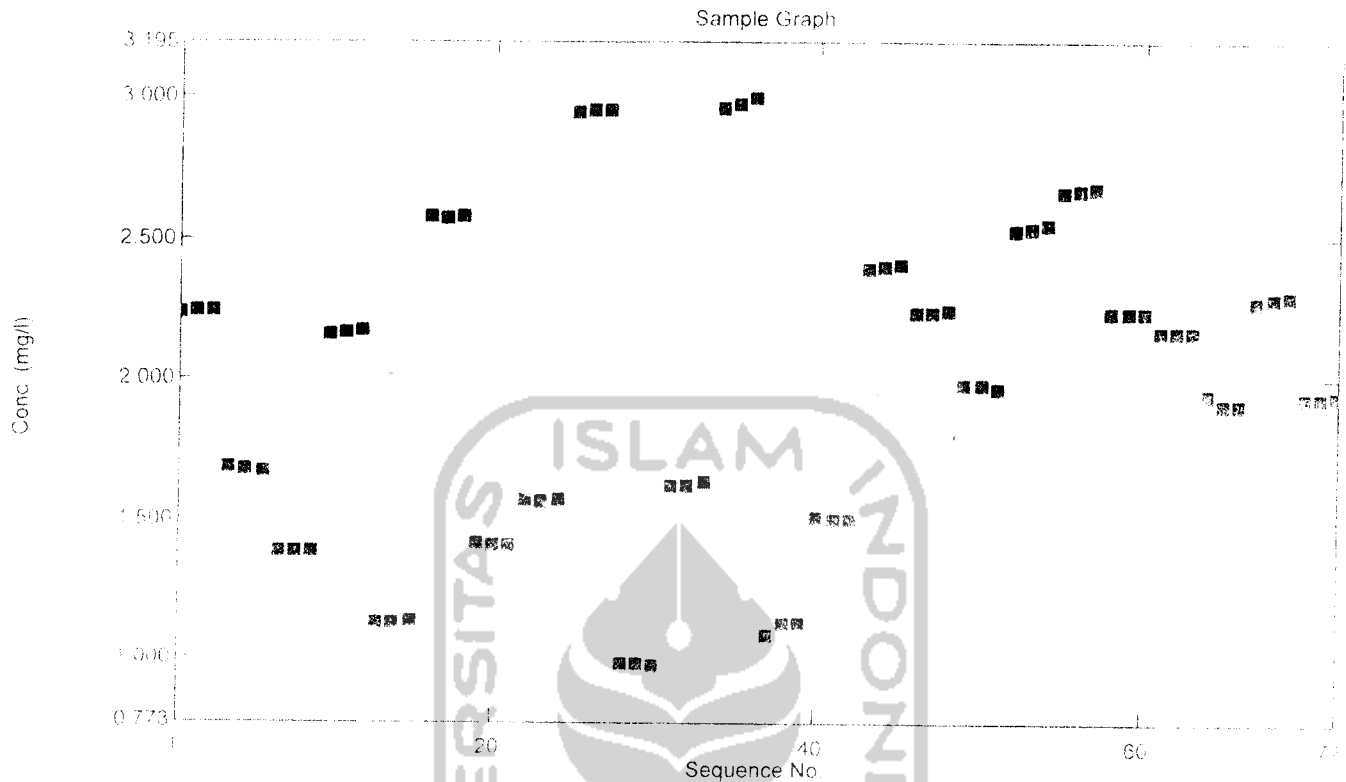
	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL420.0	Comments
37	outlet 06a	Unknown		1.085	0.170	
38	outlet 06b	Unknown		1.131	0.178	
39	outlet 06c	Unknown		1.130	0.178	
40	outlet 07a	Unknown		1.503	0.240	
41	outlet 07b	Unknown		1.497	0.239	
42	outlet 07c	Unknown		1.499	0.239	
43	outlet 08a	Unknown		2.392	0.387	
44	outlet 08b	Unknown		2.403	0.388	
45	outlet 08c	Unknown		2.406	0.389	
46	outlet 09a	Unknown		2.233	0.360	
47	outlet 09b	Unknown		2.234	0.360	
48	outlet 09c	Unknown		2.243	0.362	
49	outlet 10a	Unknown		1.981	0.319	
50	outlet 10b	Unknown		1.977	0.318	
51	outlet 10c	Unknown		1.964	0.316	
52	outlet 11a	Unknown		2.531	0.410	
53	outlet 11b	Unknown		2.535	0.410	
54	outlet 11c	Unknown		2.546	0.412	



# Sample Table Report

12/07/2005 00:29:06 AM

File Name: C:\Program Files\Shimadzu\UVProbe\Data\BAYU AMONIUM.pho



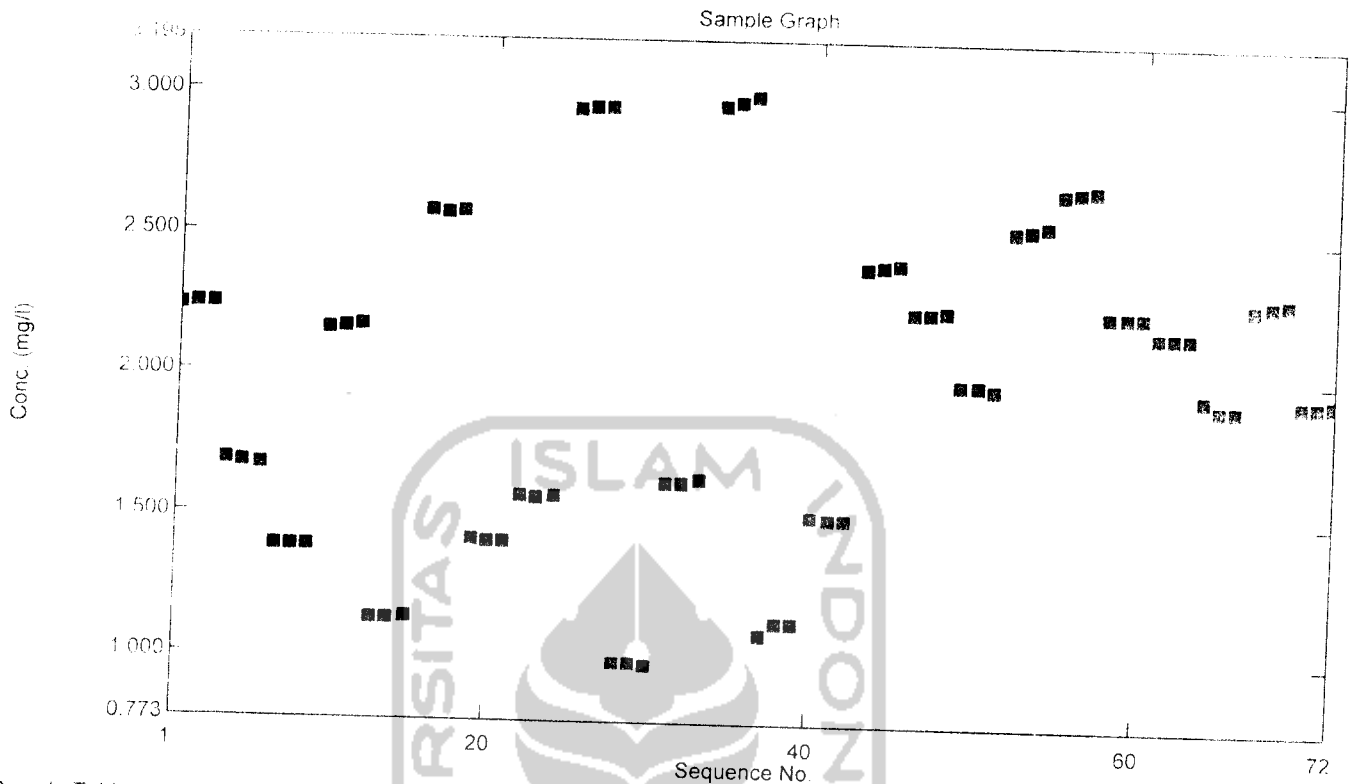
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL420.0	Comments
55	outlet 11a	Unknown		2.664	0.432	
56	outlet 12b	Unknown		2.673	0.433	
57	outlet 12c	Unknown		2.674	0.433	
58	outlet 13a	Unknown		2.239	0.361	
59	outlet 13b	Unknown		2.238	0.361	
60	outlet 13c	Unknown		2.238	0.361	
61	outlet 14a	Unknown		2.168	0.350	
62	outlet 14b	Unknown		2.168	0.350	
63	outlet 14c	Unknown		2.167	0.349	
64	outlet 15a	Unknown		1.942	0.312	
65	outlet 15b	Unknown		1.912	0.307	
66	outlet 15c	Unknown		1.907	0.306	
67	outlet 16a	Unknown		2.272	0.367	
68	outlet 16b	Unknown		2.283	0.369	
69	outlet 16c	Unknown		2.293	0.370	
70	outlet 17a	Unknown		1.934	0.311	
71	outlet 17b	Unknown		1.931	0.310	
72	outlet 17c	Unknown		1.938	0.312	

# Sample Table Report

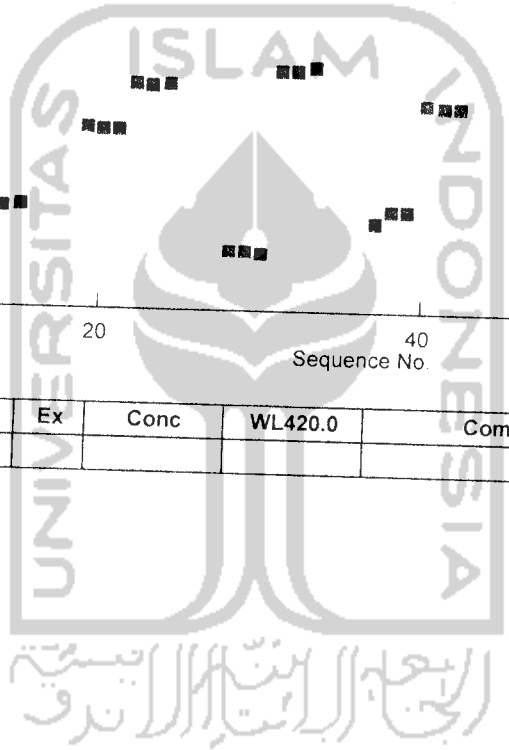
12/07/2005 00:29:05 AM

File Name: C:\Program Files\Shimadzu\UVProbe\Data\BAYU AMONIUM.pho



Sample Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL420.0	Comments
73					



### INLET

SAMPEL JAM : 06.00  
HARI/TGL : 29 nov 05

PARAMETER	KADAR
T	27.1
DO	0.76
pH	7.61
R	1.490
TDS	671
SALINITAS	0.3
$\mu$	672

### OUTLET

SAMPEL JAM : 06.00  
HARI/TGL : 29 nov 05

PARAMETER	KADAR
T	28.1
DO	0.16
pH	7
R	1.893
TDS	528
SALINITAS	0.2
Q	1400/2 dt
CUACA	MENDUNG

### INLET

SAMPEL JAM : 07.00  
HARI/TGL :

PARAMETER	KADAR
T	27.5
DO	0.95
pH	7.96
R	1.263
TDS	793
SALINITAS	0.3
$\mu$	793

### OUTLET

SAMPEL JAM : 07.00  
HARI/TGL :

PARAMETER	KADAR
T	28.3
DO	0.76
pH	7.23
R	1.793
TDS	558
SALINITAS	0.2
Q	1400/2 dt
$\mu$	557

### INLET

SAMPEL JAM : 08.00  
HARI/TGL :

PARAMETER	KADAR
T	28.7
DO	0.9
pH	7.42
R	0.634
TDS	1577
SALINITAS	0.8
$\mu$	1577

### OUTLET

SAMPEL JAM : 08.00  
HARI/TGL :

PARAMETER	KADAR
T	28.6
DO	0.8
pH	7.27
R	1.742
TDS	576
SALINITAS	0.2
Q	2100/2 dt
$\mu$	574

**INLET**

SAMPEL JAM : 09.00  
HARI/TGL :

PARAMETER	KADAR
T	29.9
DO	0.9
pH	7.5
R	1.309
TDS	764
SALINITAS	0.3
μ	761
CUACA	CERAH

**OUTLET**

SAMPEL JAM : 09.00  
HARI/TGL :

PARAMETER	KADAR
T	28.9
DO	0.6
pH	7.4
R	1.858
TDS	520
SALINITAS	0.2
μ	520
Q	1520/2 dt

**INLET**

SAMPEL JAM : 10.00  
HARI/TGL :

PARAMETER	KADAR
T	28.7
DO	0.6
pH	7.5
R	1.525
TDS	596
SALINITAS	0.2
μ	653
CUACA	BERAWAN

**OUTLET**

SAMPEL JAM : 10.00  
HARI/TGL :

PARAMETER	KADAR
T	28.9
DO	0.8
pH	7.4
R	1.722
TDS	582
SALINITAS	0.2
μ	583
Q	1600/2 dt

**INLET**

SAMPEL JAM : 11.00  
HARI/TGL :

PARAMETER	KADAR
T	28.9
DO	0.57
pH	7.6
R	1.151
TDS	865
SALINITAS	0.4
μ	865

**OUTLET**

SAMPEL JAM : 11.00  
HARI/TGL :

PARAMETER	KADAR
T	29.4
DO	0.22
pH	7.4
R	1.611
TDS	621
SALINITAS	0.2
Q	1100/2 dt
μ	621

**INLET**

SAMPEL JAM : 12.00  
HARI/TGL :

PARAMETER	KADAR
T	28.8
DO	0.95
pH	7.4
R	1.494
TDS	702
SALINITAS	0.3
μ	701

**OUTLET**

SAMPEL JAM : 12.00  
HARI/TGL :

PARAMETER	KADAR
T	28.9
DO	0.55
pH	7.3
R	1.702
TDS	590
SALINITAS	0.2
Q	1200/2 dt
μ	585

**INLET**

SAMPEL JAM : 13.00  
HARI/TGL :

PARAMETER	KADAR
T	28.8
DO	0.65
pH	7.89
R	1.120
TDS	895
SALINITAS	0.4
μ	892

**OUTLET**

SAMPEL JAM : 13.00  
HARI/TGL :

PARAMETER	KADAR
T	29.2
DO	0.5
pH	7.3
R	1.568
TDS	637
SALINITAS	0.2
μ	638
Q	1150/2 dt

**INLET**

SAMPEL JAM : 14.00  
HARI/TGL :

PARAMETER	KADAR
T	29.4
DO	0.54
pH	7.6
R	1.150
TDS	873
SALINITAS	0.4
μ	872

**OUTLET**

SAMPEL JAM : 14.00  
HARI/TGL :

PARAMETER	KADAR
T	29.6
DO	0.65
pH	7.354
R	1.606
TDS	623
SALINITAS	0.2
Q	1080/2 dt
	1080/2 dt
μ	622

**INLET**

SAMPEL JAM : 15.00  
HARI/TGL :

PARAMETER	KADAR
T	28.8
DO	0.89
pH	7.73
R	1.630
TDS	6.3
SALINITAS	0.2
μ	620

**OUTLET**

SAMPEL JAM : 15 00  
HARI/TGL :

PARAMETER	KADAR
T	28.8
DO	0.83
pH	7.37
R	1.605
TDS	623
SALINITAS	0.2
Q	1250/2 dt
μ	624

**INLET**

SAMPEL JAM : 16.00  
HARI/TGL :

PARAMETER	KADAR
T	28.2
DO	0.78
pH	7.4
R	1.375
TDS	728
SALINITAS	0.3
μ	728

**OUTLET**

SAMPEL JAM : 16.00  
HARI/TGL :

PARAMETER	KADAR
T	28.7
DO	0.77
pH	7.4
R	1.69
TDS	593
SALINITAS	0.2
Q	1400/2 dt
μ	594

**INLET**

SAMPEL JAM : 17.00  
HARI/TGL :

PARAMETER	KADAR
T	28.2
DO	1.41
pH	7.6
R	1.364
TDS	729
SALINITAS	0.3
μ	730

**OUTLET**

SAMPEL JAM : 17.00  
HARI/TGL :

PARAMETER	KADAR
T	28.4
DO	1.14
pH	7.37
R	1.659
TDS	602
SALINITAS	0.2
Q	1200/2dt
μ	603

## KAPASITAS & DIMENSI IPAL SISTEM DEWATS UNTUK PEMUKIMAN NGAMPILAN YOGYAKARTA

1. Jumlah pengguna yang diajukan untuk proposal = 88 KK x 5 jiwa = 440 jiwa  
Jumlah pengguna yang ada = 106 KK x 4 jiwa = 424 jiwa
2. Volume limbah yang dihasilkan = 424 x 80 lt/hr  
= 33900 lt/hr  
= 33,9 m<sup>3</sup>/hr
3. Sehingga menghasilkan BOD<sub>5</sub> sebesar 750 mg/l dan COD sebesar 1425 mg/l  
(BOD, COD yang masuk ke In-let / input)
4. Dimensi IPAL dan Hydraulic Retention Time (HRT) atau waktu tinggal :
  - Septic Tank (perencanaan)
    - Panjang = 5,53 m
    - Lebar = 1,5 m
    - Tinggi air = 2 m
    - Volume = 16,60 m<sup>3</sup>
  - Septic Tank (aktual)
    - Panjang = 2 x 5,3 = 10,6 m
    - Lebar = 1,5 m
    - Tinggi air = 2 m
    - Volume = 31,8 m<sup>3</sup>
    - HRT = 2 x 2 = 4 jam
  - Baffle Reaktor
    - Panjang = 0,8 m
    - Lebar = 2,2 m
    - Tinggi air = 2 m
    - Jumlah = 8 chamber
    - HRT = 22 jam
  - Anaerobic Filter (type 1)
    - Panjang = 2 m
    - Lebar = 2,2 m
    - Tinggi air = 2 m
    - Jumlah = 3 chamber
    - HRT = 12,9 jam
  - Anaerobic Filter (type 2)
    - Panjang = 2 m
    - Lebar = 2,2 m
    - Tinggi air = 2,3 m
    - Jumlah = 1 chamber
    - HRT = 4,6 jam

- Anaerobic Filter (type 3)
  - Panjang = 2,3 m
  - Lebar = 2,7 m
  - Tinggi air = 2,3 m
  - Jumlah = 1 chamber
  - HRT = 6,5 jamSehingga total HRT untuk Anaerobic Filter = 24 jam
- Total Hydrolic Retentin Time (HRT) atau waktu tinggal limbah di IPAL = 50 jam, atau 2 hari 2 jam.

5. Output yang dihasilkan dari IPAL ini adalah:

- BOD<sub>5</sub> = 20 mg/l
- COD = 40 mg/l

Standar Baku Mutu :

- BOD<sub>5</sub> = 30 mg/l
- COD = 80 mg/l





## 1. Latar Belakang

### 1.1 Program Lingkungan Hidup Indonesia Jerman (ProLH)

### 1.2 Aktivitas Kerjasama

Program pembangunan instalasi pengolahan air limbah ini diinisiasi oleh Program Lingkungan Hidup Indonesia – Jerman, Kerjasama teknik pemerintah Republik Indonesia – Pemerintah republik Federal Jerman dengan Kementerian Lingkungan Hidup, Kantor Pengendalian Dampak Lingkungan DIY, dan Bapedalda. Program ini juga melibatkan sebuah LSM yaitu LPTP – DEWATS yang bertanggungjawab untuk membangun instalasi pengolahan air limbah (IPAL) tersebut. Program ini bertujuan untuk menanggulangi permasalahan-permasalahan di daerah aliran sungai Winongo dan diharapkan dapat menjadi satu program percontohan di Indonesia pada umumnya dan di Yogyakarta pada khususnya. Aktivitas kerjasama ini berupa penunjukan lokasi, studi kelayakan, proses penentuan dan penetapan desain, supervisi, dan proses social yang melibatkan masyarakat.

### 1.3 Usulan dan komitmen Masyarakat

Dari beberapa proses sosial yang dilakukan terdapat beberapa usulan dari masyarakat yang berkaitan dengan hal-hal seperti berikut:

#### 1.3.1 Lokasi Instalasi Pengolahan air Limbah.

Berdasar studi kelayakan dan peta lokasi yang telah dibuat bersama oleh perwakilan warga serangan dan perwakilan LPTP – DEWATS, maka lokasi IPAL yang disepakati adalah di wilayah RT 05, yaitu dibawah jalan kampung dengan lebar 3 m dan panjang 30 m.

#### 1.3.2 Perencanaan peruntukan Instalasi Pengolahan air Limbah.

Berdasar kesepakatan antara proLH GTZ, Bapedalda, dan Pedal Kota juga masyarakat, IPAL ini dibangun untuk 106 KK yang tersebar di RT 01 – 05 dalam wilayah RW 01.

#### 1.3.3 Masyarakat bersedia melakukan operasional dan perawatan beserta kontribusinya dan pembentukan panitia pengurus.

#### 1.3.4 Masyarakat bersedia berkontribusi untuk pemipaan dari wc/kamar mandi ke pipa utama.

### 1.4 Koordinasi Kelembagaan Pemerintah, Masyarakat dan LPTP

Dalam fungsinya LPTP – DEWATS berkedudukan sebagai kontraktor IPAL dan pelaksana sosial yang bertanggungjawab atas terbangunnya IPAL dengan kualitas baik dan beroperasionalnya IPAL secara maksimal. Sementara kelembagaan pemerintah: Bapedalda, Pedal kota, dan ProLH GTZ melakukan fungsinya sebagai supervisor untuk melihat ketidaksesuaian pembangunan.

## 2. Proses Pendekatan

### 2.1 Studi Kelayakan Teknis Dan Non Teknis

#### 2.1.1 Studi kelayakan teknis

Studi kelayakan dilakukan pada tanggal 28 Agustus 2002 melibatkan ProLH GTZ, Bapedalda, pedal kota dan LPTP – DEWATS. Hasil dari studi kelayakan ini adalah IPAL layak dibangun di Serangan. Lahan yang tersedia di bawah jalan kampung dengan lebar 3 m2 dan panjang menyesuaikan kebutuhan. Kondisi elevasi tanah

memungkinkan air limbah untuk mengalir secara gravitasi sehingga tidak diperlukan pompa. Kapasitas peruntukan diputuskan untuk 88 KK tetapi kapasitas IPAL maksimal 100 kk. IPAL ini dipergunakan untuk mengolah air limbah cucian, mandi, wc, dan dapur yang tercampur. Kondisi saat ini tidak memiliki pengolahan limbah, dimana air limbah dibuang langsung ke sungai. Perbedaan muka air limbah dengan muka air sungai 2 m.

## 2.1.2 Studi kelayakan non teknis

Studi kelayakan non teknis (sosial) mencakup tiga hal yaitu: Community Participatory Assessment (CPA), Informed Choice Catalogue (ICC), Training of Operational and Maintenance, dan Community Organisation.

### 2.1.2.1 Community Participatory Assessment (CPA).

CPA bermaksud untuk mengajak masyarakat untuk melihat kembali keadaan sanitasi yang ada di wilayahnya dan juga melakukan survei bersama. Dalam prosesnya masyarakat diajak untuk melihat kemungkinan jalur pipa utama dan HHC, panjang jalur, kemiringan, dan masalah-masalah yang mungkin timbul pada saat pembangunan.

### 2.1.2.2 Informed Choice Catalogue (ICC)

Manfaat dari ICC adalah membantu dan memudahkan masyarakat untuk mengenali menentukan system sanitasi yang sesuai. Dalam ICC Diberikan penjelasan tentang kapasitas, biaya, kemudahan pengerjaan sendiri, pengoperasian dan perawatan, keandalan, dan kemudahan penggunaan dan pemanfaatan. Hasil dari ICC adalah dipilihnya system terpadu septic tank, baffle reactor, dan anaerobic filter reactor.

### 2.1.2.3 Training of Operational and Maintenance

Training ini dilakukan kepada badan pengelola (3 wakil masyarakat) agar perawatan IPAL berjalan tetap. Perawatan yang perlu dilakukan adalah pengecekan bak-bak yang ada dan mengambil lemak atau limbah padat yang ada disana untuk kemudian dibakar atau dibuang di tempat sampah. Anggota Badan Pengelola adalah Bapak Ahmad Jaffardi, bapak Purnomo, dan bapak Sedyo Mulyono. Kontribusi perawatan adalah Rp. 500,00 /kk/bulan. Badan pengelola ini juga direncanakan untuk memiliki rekening sendiri sebagai dana awal operasional dan pemeliharaan.

### 2.1.2.4 Communtiy Organisation

Pola organisasi masyarakat pada saat pembangunan

<b>Ketua RW</b>		
Bp. Wagiman Hadi		
<b>Sekretaris</b>		
Bp. Purnomo		
<b>Sekretaris</b>	<b>Ketua Panitia Lokal</b>	<b>Bendahara</b>
Bp. Purnomo	Bp. Jaffardi	Bp. Sedyo Mulyono
<b>Logistik</b>	<b>Ketenagakerjaan</b>	<b>Kamtib</b>
Bp. Jaffardi	RT 01 - RT 05	RT 01 - RT 05

## 2.2 Kondisi Pemukiman/Masyarakat (data kependudukan, kemampuan, dll)

Wilayah RW 01 kampung Serangan merupakan wilayah berpenduduk padat dimana daerah terpadat adalah di wilayah RT 01 dengan 55 KK. Masyarakat disini memiliki variasi penghasilan rata-rata dibawah Rp. 500.000,00 perbulan dengan bermacam pekerjaan yaitu; karyawan swasta, pedagang kecil, pengemudi becak, tambal ban, tukang cukur dan buruh. 95 % keluarga di kampung Serangan memiliki wc sendiri. Wc-wc ini semuanya tidak memiliki tangki septik. Sementara beberapa keluarga memanfaatkan wc umum atau wc pribadi yang difungsikan menjadi wc umum. Pemanfaatan sumur sebagai sumber air bersih masih merupakan idola melebihi pemanfaatan air PDAM. Hal ini dikarenakan tingkat ekonomi mereka dan ketersediaan 5 titik sumur yang mampu dimanfaatkan secara maksimal.

## 2.3 Kontribusi Masyarakat

### 2.3.1 Kontribusi perpipaan House Hold Connection

Kontribusi total perpipaan masyarakat senilai Rp. 600.000,00 yaitu perpipaan dari saluran wc ke pipa utama.

### 2.3.2 Kontribusi Tenaga Kerja

Ada beberapa tenaga kerja yang merupakan anggota masyarakat turut serta dalam pembangunan IPAL. Tenaga kerja ini dihargai sesuai dengan alokasi proyek. Beberapa bantuan juga diberikan oleh masyarakat seperti penjagaan material, penyediaan minuman selama pengerjaan, dan menjadi bagian aktif dalam penentuan solusi bila ditemukan masalah baik social maupun teknis di lapangan.

## 2.4 Kontribusi LPTP

LPTP – DEWATS memberikan kontribusi dalam bentuk studi kelayakan, proses survei untuk mengetahui apakah IPAL layak dibangun di wilayah tersebut. Dalam studi kelayakan ini dapat diketahui beberapa informasi seperti jumlah KK, aliran air limbah perhari, luas lahan tersedia dan ketinggian muka air banjir. Bentuk kontribusi yang lain adalah bentuk desain IPAL yang telah menyesuaikan kapasitas dan luasan lahan yang tersedia. IPAL didesain untuk memenuhi kapasitas air limbah yang dikeluarkan oleh 106 KK dengan luasan 90 m2.

## 2.5 Supervisi

Selama perjalanan pembangunan proyek, pihak LPTP – DEWATS, masyarakat dan juga ProLH GTZ melakukan supervisi bersama untuk melihat kualitas bangunan.

## 3. Data Teknis Instalasi

### 3.1 Kebutuhan Layanan

3.1.1 Jumlah pengguna maksimal 400 orang/100 KK

3.1.2 Aliran air limbah perhari: 32 m3.

3.1.3 Asumsi konsumsi air rata-rata/hari: 80 liter

### 3.2 Kemampuan Instalasi

#### 3.2.1 Pengurangan kadar polusi masing-masing teknologi

Teknologi DEWATS yang diterapkan di kampung Serangan adalah bak Septic, bak *Anaerobic Baffle Reactor*, bak *Anaerobic Filter Reactor*.

Tipe	Jenis Pengolahan	Jenis Air Limbah	Kelebihan	Kekurangan
Bak Septic	Sedimentasi, Stabilisasi lumpur	Air limbah domestik	Simpel, tahan lama, konstruksi bawah tanah	Efisiensi rendah, effluen berbau
Bak Anaerobic Baffle Reactor	Pengolahan zat padat terurai dan tersuspensi	Air limbah domestik dan industri dengan rasion BOD/COD rendah	Simpel, tahan lama, efisiensi tinggi, konstruksi bawah tanah, tidak mudah mampat	Butuh luasan lebar, tidak efisien untuk air limbah lemah, proses mulai lebih lama
Bak Anaerobic Filter Reactor	Pengolahan zat padat terurai dan tersuspensi	Air limbah domestik dan industri dengan rasion BOD/COD rendah	Simple dan tahan lama jika dikonstruksi dengan benar dan air limbah telah mengalami pra pengolahan, efisiensi tinggi, konstruksi bawah tanah	Mahal, kemungkinan mampat pada filter, effluen berbau

### 3.2.2 Hasil laboratorium satu bulan pertama operasional dan persentase perubahan pada inlet dan outlet

No	Parameter	Satuan	Hasil Analisa		Reduksi
			Inlet	Outlet	
1	Suhu	C	28	28	-
2	BOD	mg/l	272	62.4	77.06%
3	COD	mg/l	458	104	77.29%
4	TSS	mg/l	240	34	85.83%
5	NH3 bebas	mg/l	1.6575	0.624	62.35%
6	PO4	mg/l	39.405	8.329	78.86%
7	pH	6,0 - 9,0	7.5		-

### 3.3 Dasar Pemilihan Teknologi

Beberapa dasar pemilihan teknologi adalah:

#### 3.3.1 Bahan material pembangunan tersedia setempat.

Dahan material yang digunakan tidak perlu diimpor karena bahan-bahannya sudah tersedia setempat. Tidak ada kesulitan untuk mendapatkan bahan-bahan seperti batubata, semen, besi, batu volkano dan bahan lainnya diperlukan.

#### 3.3.2 Operasional dan pemeliharaannya sederhana dan berbiaya rendah.

Prinsip operasional dan pemeliharaan sederhana dan berbiaya rendah sangat tepat untuk diimplementasikan di masyarakat. Dengan berbagai kemudahan operasional dan perawatan maka masyarakat tidak perlu tenaga ahli dan juga IPAL akan berfungsi dalam jangka waktu lama.

#### 3.3.3 Tidak memerlukan input energi listrik

IPAL tanpa Input energi listrik sangat sesuai untuk masyarakat karena tidak mengeluarkan biaya perbulannya dan tidak memerlukan pemeliharaan pompa atyau alat mekanik lainnya.

#### 3.3.4 Mampu mengolah limbah domestik dengan kapasitas maksimal 1000 m3/hari

#### 3.3.5 Dapat diandalkan, tahan lama dan toleran terhadap fluktuasi input air limbah

### 3.4 Dasar Penetapan Desain/Konstruksi

Desain IPAL DEWATS adalah desain yang bisa menyesuaikan keadaan setempat. Desain ini selalu melihat :

#### 3.4.1 Perencanaan peruntukan

Perencanaan peruntukan ini menentukan kapasitas air limbah maksimal yang bisa masuk ke dalam IPAL DEWATS sehingga tidak terjadi kelebihan beban air limbah didalamnya. Kelebihan beban air limbah akan mengurangi kinerja IPAL DEWATS sehingga air limbah tidak terolah dengan baik dan hasilnya pun tidak maksimal.

#### 3.4.2 Lahan tersedia

Lahan diperlukan untuk penempatan IPAL DEWATS. Di kampung serangan hampir tidak tersedia lahan kosong untuk menempatkan IPAL ini, sehingga sistem yang sesuai adalah sistem anaerobik yang bisa diinstalasi dibawah tanah. Lahan tersedia hanyalah sepanjang jalan kampung dengan lebar 3 m dan panjang biosa menyesuaikan.

#### 3.4.3 Jenis air limbah

Jenis air limbah yang muncul di kampung Serangan adalah air limbah kamar mandi, wc, dapur, cucian. Dengan aliran perhari 32 m<sup>3</sup>.

#### 3.4.4 Kemiringan lahan

Kemiringan lahan sangat diperlukan untuk menentukan apakah air limbah dapat mengalir secara gravitasi ataukah memerlukan pompa.

#### 3.4.5 Kondisi tanah

Kondisi tanah sangat diperlukan untuk mengetahui kedalaman galian dan juga struktur pondasi.

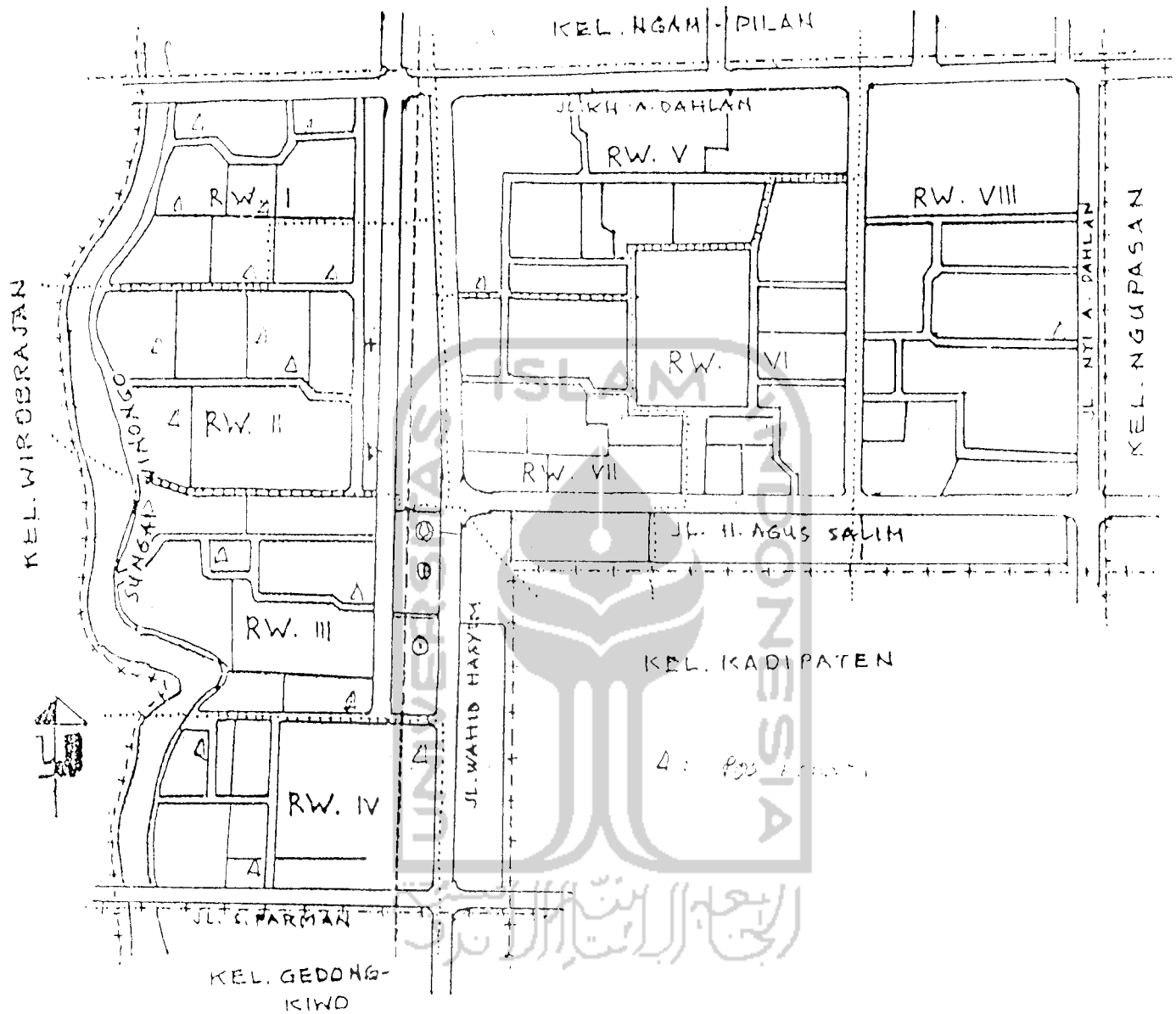
### 3.5 Jaringan Penyambungan

Penyambungan pipa memiliki dua komponen yaitu pipa utama dan pipa households connection dengan total panjang 282 m. Pipa utama yang disediakan oleh ProLH GTZ adalah sejauh 128 m yang terletak di wilayah RT 01. Dalam perjalanan sosialnya yang dipengaruhi oleh tingginya minat masyarakat maka LPTP – DEWATS memberikan kontribusi pipa sepanjang 154 m yang mencakup wilayah RT 03, 02, 04,05. Masyarakat pun berkontribusi dengan menyambung sendiri pipa HHC ke pipa utama.

### 3.6 Operasional dan Pemeliharaan

IPAL DEWATS dikonstruksi pada tanggal 25 Desember 2003 dan selesai pembangunannya pada bulan April 2003. IPAL ini mulai beroperasi pada tanggal 6 Mei 2003. Pada bulan pertama operasional, tes laboratorium telah dilakukan untuk mengetahui kadar polutan pada inlet dan outlet (lihat lampiran). Untuk kualitas outlet sudah memenuhi standar baku mutu air limbah kelas III. Dan diharapkan IPAL ini sudah memenuhi standar baku mutu air limbah kelas II pada bulan kedua operasional dan kelas 1 pada bulan ketiga operasional. Training pemeliharaan terhadap badan pengelola telah dilakukan pada tanggal 13 Juni 2003.

# PETA WILAYAH KEL. NOTOPRAJAN



## KETERANGAN:

- ⊙ KANTOR KELURAHAN
- ⊙ KANTOR KECAMATAN
- ⊙ KUA
- △ KOPAMIL 13
- + PUSKESMAS
- BATAS KECAMATAN
- BATAS KELURAHAN
- BATAS RW.