

PERPUSTAKAAN FTSP UII

HADIAH/DELI

TGL. TERIMA : 5 Juli 2006
NO. JUDUL : 002002
NO. INV. : 5200602002 001
NO. INDUK. :

TA/TL/2006/0049

TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM PENGELOLAAN AIR BUANGAN TERDESENTRALISASI DI KELURAHAN WIROGUNAN JOGJAKARTA

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia

Untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat Sarjana Teknik Lingkungan



Disusun oleh :

AGUNG TRIYONO

01513084

DIBACA DI TEMPAT
TIDAK DIBAWA PULANG

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

2006

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

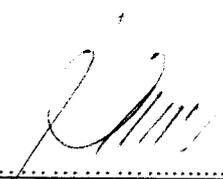
**EVALUASI SISTEM PENGELOLAAN AIR BUANGAN
TERDESENTRALISASI
DI KELURAHAN WIROGUNAN JOGJAKARTA**

Nama : AGUNG TRIYONO
No. Mahasiswa : 01 513 084
Program Studi : Teknik Lingkungan

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

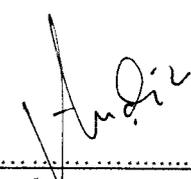
Dosen Pembimbing I

Ir. H. Kasam, MT


Tanggal : 7 - 02 - 06

Dosen Pembimbing II

Andik Yulianto, ST


Tanggal : 16 - 2 - 06

EVALUASI SISTEM PENGELOLAAN AIR BUANGAN TERDESENTRALISASI DI KELURAHAN WIROGUNAN JOGJAKARTA

Dosen pembimbing I : Ir. H. Kasam, MT
Dosen pembimbing II : Andik Yulianto, ST

Agung Triyono 01513084

ABSTRAKSI

Limbah cair domestik merupakan air yang mengandung zat pencemar. Air ini dihasilkan oleh kegiatan rumah tangga dari kamar mandi, WC, cucian dan dapur. Air tersebut mengandung COD, TSS dan Amonium yang tinggi. Untuk mengurangi kandungan pencemar maka diperlukan sistem pengelolaan air limbah. Sistem pengelolaan air limbah telah dilakukan di lokasi penelitian (Kelurahan Wirogunan Rw 16 Mergangsan Jogjakarta). Evaluasi pada penelitian ini dilakukan untuk menganalisa konsentrasi COD, TSS dan Amonium pada air limbah domestik, menganalisa kondisi dan masalah pada sistem pengelolaan air limbah domestik secara komunal dan mengetahui kemungkinan penggabungan antara sistem pengelolaan air limbah domestik secara komunal dengan saluran sewer kota Jogjakarta.

Metode yang digunakan untuk analisa COD mengacu pada SNI M-70-1990-03, analisa TSS mengacu pada SNI 06-6989.3-2004 dan analisa Amonium menggunakan SNI M-48-1990-03. Sedangkan analisa data kuisisioner dengan menggunakan analisa statistik deskriptif. Uji statistik dengan menggunakan Anova satu jalur digunakan untuk mengetahui signifikansi perbedaan antara inlet dan outlet untuk masing-masing parameter.

Hasil penelitian dari kuisisioner, observasi dan wawancara menunjukkan bahwa kondisi sistem pengelolaan air limbah domestik secara komunal bermasalah pada tidak berfungsinya reaktor pengolahan (UASB). Permasalahan ini disebabkan dari kegiatan operasional dan pemeliharaan. Keadaan seperti ini memunculkan inisiatif bagi warga untuk membuat saluran by pass untuk mengalirkan air limbah dari sumbernya langsung menuju badan air (Sungai Code). Kondisi sekarang yang ada adalah saluran air limbah tidak melewati reaktor UASB tetapi dialirkan secara langsung menuju badan air (sungai Code) sehingga air limbah tidak mengalami pengolahan. Dari hasil penelitian laboratorium didapatkan hasil bahwa COD mengalami penurunan sebesar 12,74 % dan tidak terjadi penurunan untuk TSS dan Amonium. Dengan demikian konsentrasi tersebut masih melebihi baku mutu yang ditetapkan (KepMenLH 112/2003 untuk COD dan TSS, Kep. Gubernur Kepala DIY No. 214/KPTS/1991 untuk Amonium). Sedangkan penggabungan sistem pengelolaan air limbah domestik secara komunal dengan sewer kota sulit untuk dilakukan. Dari hasil analisa diperlukan head (H) pompa sebesar 5,5177354 m dengan debit rata-rata 37,584 m³/hr untuk penggabungan. Melihat masih tingginya kandungan COD, TSS dan Amonium pada air limbah domestik, maka diperlukan usaha untuk memfungsikan kembali atau mengganti sistem pengolahan dengan reaktor yang lebih sesuai dengan karakter penduduknya sebagai pengguna.

Kata kunci : COD, TSS, Amonium, Air limbah domestik, UASB, Wirogunan

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah rabbil alamiin.....

Berkat rahmat dan ridhloMu ya 4JJ I akhirnya dapat kuselesaikan tugas akhir ini, yang insya 4JJ I akan membuka jalan yang membawaku menjalani lembar kehidupan yang lebih baik selanjutnya.

Amin.....

Pada halaman persembahan ini penulis ingin mengutarakan perasaan dan ungkapan terima kasih dari hati yang paling dalam kepada insan yang sangat berpengaruh dalam hidupku dan dalam menyelesaikan tugas akhir ini :

- ❖ Bapak dan Ibuku dengan keikhlasan hati untuk selalu memberikan doa, semangat, bimbingan dan kasih sayang yang tiada pudar oleh rentang waktu, doakan aku untuk selalu bisa membanggakanmu.*
- ❖ Kakak-kakakku tercinta (mas Didik, mba' Titik, mas Dany, mba' Etha) yang selalu kujadikan panutan dan harapanku, terima kasih atas doa dan perhatiannya.*
- ❖ Sobat-sobatku (Adi, Bayu, Anung, Doel, Joko, Yeni, Yuli, Indri) terima kasih bantuannya. "Cepet lulus yooooooooo.....!"*

- ❖ *Teman-teman seperjuangan Teknik Lingkungan FTSP UII, terima kasih untuk segala bantuan dan kerjasamanya.*
- ❖ *Anak-anak "The Rot Cost" (Supra, C-Nug, Yudex, Bosky, Teddy, mbah Giyo, Bayu, Edó) "aq lulus cah.....!"*
- ❖ *Anak-anak X-KKN XXX UII, unit KP-108 : Adi, Nissia, Ida, Mbak Anis. Kayan dolan-dolan lagi ?*

"Halaman persembahan ini tidak berarti untuk bisa membalas kebaikan kalian. Karya kecilku ini kucoba persembahkan bukan sebagai kebanggaanku atas kalian, tetapi hanya bingkisan kecil yang tak berarti sebagai hadiah atas perhatian dan bantuan kalian semua kepadaku selama ini"

MOTTO

“Maka sesungguhnya beserta kesukaran ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), maka kerjakanlah (urusan yang lain) dengan sungguh-sungguh, dan hanya kepada Tuhanmu hendaknya kamu berharap”.

(Al Qur’an surat Al Insyiraah : 5-8)

“Barang siapa bersungguh-sungguh mendekati Allah (bertaqwa) niscaya akan diberi jalan keluar bagi setiap urusannya, dan akan diberi rizqi dari tempat yang tak pernah disangka-sangka, dan barang siapa yang bertawakal hanya kepada Allah niscaya akan dicukupi segala kebutuhannya “.

(Al Qur’an surat At Thalaq : 2-3)

“...Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat...”.

(Al Qur’an surat Al Mujaadilah : 11)

“Barang siapa mengerjakan kebaikan sebesar zarah pun maka niscaya dia akan melihat (balasan) nya dan barang siapa yang mengerjakan kejahatan seberat zarah pun niscaya dia akan melihat (balasan) nya pula “.

(Al Qur’an surat Al Zalzalah : 7-8)

“Seberapa besar seseorang yakin akan suatu kebenaran, sebesar itu pula ia akan berusaha untuk mempertahankannya”.

KATA PENGANTAR



Assalaamu'Alaikum Wr, Wb.

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah menganugerahkan rahmat dan hidayahnya kepada kami, sehingga dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini dengan baik.

Tugas Akhir ini merupakan persembahan akhir untuk mencapai gelar sarjana pada jurusan Teknik Lingkungan yang disusun berdasarkan penelitian di wilayah Rw 16 Kelurahan Wirogunan Mergangsan dengan judul “EVALUASI SISTEM PENGELOLAAN AIR BUANGAN TERDESENTRALISASI DI KELURAHAN WIROGUNAN JOGJAKARTA”.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis telah banyak mendapat dorongan dan bantuan dari berbagai pihak. Sehingga pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak DR. Ir. Lutfi Hasan, MS selaku rektor Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
3. Bapak Ir. H. Kasam, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP UII sekaligus sebagai Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan bimbingan dan pengarahan.
4. Bapak Andik Yulianto, ST selaku Dosen Pembimbing II.

5. Segenap staf pengajar dan karyawan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan atas segala bantuannya.
6. Bapak Samsudin dan mas Tasyono atas bantuannya sewaktu analisis di laboratorium.
7. Bapak Mulyono selaku Ketua Rw 16 dan seluruh warganya yang telah memberikan ijin, kesempatan dan bantuan dalam penelitian.
8. Kedua orang tua, kakek (alm) dan nenek, serta kakak-kakakku tercinta yang telah memberikan restu dan dorongan, baik moril maupun materiil.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terima kasih atas segala dukungan dan bantuannya.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini sangat jauh dari sempurna, sehingga diharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Bila terdapat kelebihan dalam penulisan ini semata-mata hanyalah anugerah yang dititipkan Allah SWT kepada penulis dan bila terdapat kekurangan dalam penulisan ini, merupakan kesalahan penulis yang pada hakekatnya hanyalah seorang manusia biasa, letaknya kesalahan dan kekhilafan.

Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Amien.

Wassalaamu'Alaikum Wr, Wb.

Yogyakarta, Januari 2006

Penulis,

Agung Triyono

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAKSI.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
HALAMAN MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB II. GAMBARAN UMUM WILAYAH.....	6
2.1 Umum	6
2.2 Geografis	7
2.3 Iklim dan Curah Hujan.....	7
2.4 Sarana dan Prasarana.....	7

2.5	Penduduk	8
2.6	Tata Guna Lahan.....	8
2.7	Gambaran Umum Sistem IPAL Komunal di Wirogunan.....	9
BAB III. TINJAUAN PUSTAKA.....		12
3.1	Air Buangan.....	12
3.2	Upflow Anaerobik Sludge Blanket (UASB).....	15
3.2.1	Produksi Gas.....	18
3.2.2	Prinsip Kerja UASB.....	18
3.2.3	Beberapa Persyaratan Sistem.....	19
3.2.4	Parameter Desain.....	21
3.3	Klasifikasi Sistem Sanitasi.....	23
3.4	Sistem Jaringan Pipa.....	27
3.4.1	Tipe - tipe Sistem Perpipaan.....	27
3.4.2	Tipe - tipe Pipa.....	30
3.4.3	Sambungan Pipa Pada Manhole.....	30
3.5	Jenis – Jenis Bahan Pipa.....	33
3.5.1	Pipa Tanah Liat Berglazur.....	34
3.5.2	Pipa Beton.....	38
3.5.3	Pipa Asbestos Cement.....	41
3.5.4	Pipa Baja, <i>Cast Iron</i> dan <i>Ductile Iron</i>	42
3.5.5	Pipa PVC.....	42
3.5.6	Pipa Plastik.....	42
3.6	Aplikasi Teknologi Sanitasi.....	43

3.7	Small Bore Sewer.....	46
3.7.1	Komponen – Komponen Sistem.....	49
3.7.2	Tujuan Esensial Dari Sistem.....	51
3.8	Shallow Sewer	52
3.8.1	Gambaran Umum Sistem Shallow Sewer.....	52
3.8.2	Sistem Operasi.....	53
3.8.3	Keuntungan Sistem.....	54
3.8.4	Komponen – Komponen Sistem.....	58
3.8.5	Kriteria Penanganan.....	61
3.9	Pengolahan Air Limbah Domestik Secara Biologis.....	63
3.10	Bahan Organik Dalam Air Buangan.....	66
3.11	pH.....	70
3.12	Amoniak.....	72
BAB IV. METODOLOGI PENELITIAN.....		78
4.1	Langkah – langkah Penelitian.....	78
4.2	Metodologi Pengambilan Data.....	80
4.3	Waktu Penelitian.....	82
4.4	Variabel Penelitian.....	82
4.5	Bahan yang diteliti.....	82
4.6	Lokasi Penelitian.....	82
BAB V. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN.....		84
5.1	Analisa Data.....	84

5.1.1	Kependudukan (Kuisisioner, Observasi dan Wawancara).....	84
5.1.2	Data Primer (Sampel Air Limbah).....	96
5.2	Pembahasan.....	99
5.2.1	Sistem Pengaliran.....	99
5.2.2	Konsentrasi COD.....	106
5.2.3	Konsentrasi TSS.....	109
5.2.4	Konsentrasi Amonium.....	112
5.2.5	Perbandingan Konsentrasi COD, TSS dan Amonium dengan Standar Baku Mutu.....	115
5.2.6	Kemungkinan Penggabungan Antara Sistem Komunal dengan Sewer Kota	117
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN.....		120
6.1	Kesimpulan.....	120
6.2	Saran	121
DAFTAR PUSTAKA.....		122
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Karakteristik limbah domestik.....	14
Tabel 3.2 Baku Mutu Air Limbah Domestik	14
Tabel 3.3. Parameter dan Aplikasi UASB	17
Tabel 3.4 Perbandingan Rata-rata angka BOD ₅ / COD untuk beberapa jenis air	67
Tabel 5.1. Hasil Pengujian Air Limbah.....	97
Tabel 5.2 Penurunan Kadar COD.....	107
Tabel 5.3 Penurunan Kadar TSS.....	110
Tabel 5.4 Penurunan Kadar Amonium.....	113

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Jalur Pipa dan Manhole di Pemukiman.....	9
Gambar 2.2 Instalasi Pengolahan (UASB) di Tengah Jalan Kampung.....	9
Gambar 2.3 Peta Indonesia.....	10
Gambar 2.4 Peta Propinsi DIJ.....	10
Gambar 2.5 Peta Lokasi Pelayanan IPAL Wirogunan.....	11
Gambar 3.1 Skema UASB.....	23
Gambar 3.2 Sanitasi On site.....	24
Gambar 3.3 Sanitasi Terpusat.....	25
Gambar 3.4 Sanitasi Komunal.....	26
Gambar 3.5 Sistem Terpisah.....	27
Gambar 3.6 Sistem Tercampur.....	28
Gambar 3.7 Sistem Terpisah Sebagian (Parsial).....	28
Gambar 3.8 Sistem Pipa Vakum.....	29
Gambar 3.9 Tampang Vertikal Sambungan Permukaan Air.....	31
Gambar 3.10 Potongan Vertikal Sambungan Pipa Puncak.....	32
Gambar 3.11 Potongan Vertikal Sambungan Dasar Pipa	32
Gambar 3.12 Sambungan Berjenjang.....	33
Gambar 3.13 Sambungan pipa tanah liat dengan semen.....	34
Gambar 3.14 Sambungan pipa tanah liat dengan takanan.....	34
Gambar 3.15 Pipa Lurus.....	35
Gambar 3.16 Pipa Bengkok (30 °).....	35

Gambar 3.17 Pipa Bengkok (60 °).....	35
Gambar 3.18 Pipa Bengkok (90 °).....	36
Gambar 3.19 Pipa Bengkok (90 °).....	36
Gambar 3.20 Pipa Cabang (60 °).....	36
Gambar 3.21 Pipa Cabang (90 °).....	36
Gambar 3.22 Socket Clay Bentuk Y (60 °).....	37
Gambar 3.23 Socket Clay Bentuk Y (90 °).....	37
Gambar 3.24 Pipa Tipe A.....	38
Gambar 3.25 Pipa Tipe B.....	38
Gambar 3.26 Pipa Tipe C.....	39
Gambar 3.27 Pipa Span Dengan Socket.....	39
Gambar 3.28 Bentuk Pipa Standar.....	40
Gambar 3.29 Collar Baja.....	40
Gambar 3.30 Potongan Melintang untuk Shield Tunneling (Lingkaran).....	41
Gambar 3.31 Diagram Skematik Sistem Small Bore Sewer.....	48
Gambar 3.32 Typical Lay Out Small Bore Sewer.....	48
Gambar 3.33 Rencana Tapak Skematik Konvensional Sewer Dan Shallow Sewer.....	56
Gambar 3.34 Rencana Tapak Jaringan Pengumpul Dan Sambungan Rumah Untuk Daerah Pemukiman Terencana Dan Pemukiman Belum Terencana.....	57
Gambar 3.35 Skema siklus nitrogen	72
Gambar 4.1. Diagram Alir Penelitian.....	79

Gambar 4.2 Inlet.....	83
Gambar 4.3 Outlet	83
Gambar 5.1 Kelompok responden menurut jumlah anggota keluarga.....	85
Gambar 5.2 Kelompok responden menurut pekerjaan.....	86
Gambar 5.3 Kelompok responden menurut tingkat pendapatan.....	87
Gambar 5.4 Kelompok responden menurut tingkat pendidikan.....	88
Gambar 5.5 Kelompok responden menurut tingkat konsumsi air bersih.....	89
Gambar 5.6 Jenis air limbah yang masuk dalam saluran air limbah.....	90
Gambar 5.7 Pengetahuan Responden Tentang Adanya IPAL.....	91
Gambar 5.8 Pengetahuan Responden Tentang Adanya Masalah dengan IPAL.....	92
Gambar 5.9 Pengetahuan Responden Tentang Letak Saluran Air Buangan.....	94
Gambar 5.10 Keberadaan Bak Penangkap Lemak (BPL) dalam Rumah Tangga.....	96
Gambar 5.11 Perbandingan Konsentrasi Inlet dan Outlet COD.....	98
Gambar 5.12 Perbandingan Konsentrasi Inlet dan Outlet TSS.....	98
Gambar 5.13 Perbandingan Konsentrasi Inlet dan Outlet Amonium.....	99
Gambar 5.14 Bak Kontrol pada Sambungan Rumah.....	100
Gambar 5.15 Bak Kontrol.....	101
Gambar 5.16 Lokasi Penempatan Pipa dan Manhole.....	102
Gambar 5.17 Kondisi Screen.....	105
Gambar 5.18 Bak Pembagi.....	105
Gambar 5.19 Saluran Outlet.....	105

Gambar 5.20 Kondisi UASB.....	105
Gambar 5.21 Jarak Inlet – Outlet.....	109
Gambar 5.22 Perbandingan Konsentrasi COD terhadap Standar Baku Mutu COD.....	116
Gambar 5.23 Perbandingan Konsentrasi TSS terhadap Standar Baku Mutu TSS.....	116
Gambar 5.24 Perbandingan Konsentrasi Amonium terhadap Standar Baku Mutu Amonium.....	117
Gambar 5.25 Skema Jalur Pipa Penggabungan.....	119

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Air merupakan salah satu komponen lingkungan yang sangat vital bagi kehidupan. Air di alam tidak selalu dalam keadaan bersih dan siap untuk dikonsumsi. Hal ini dipengaruhi oleh berbagai komponen/zat – zat yang bila dalam kapasitas berlebih dapat mengakibatkan pencemaran. Bahan pencemar yang banyak terdapat pada air, dapat berbentuk sebagai : (1) Pencemar biologis (*biotic*), pencemar ini umumnya tersusun oleh jasad-jasad hidup yang termasuk mikroorganisme seperti bakteri, mikroalgae dan protozoa. (2) Pencemar non biologis (*abiotic*), pencemar ini umumnya dalam bentuk pencemar kimia (organik maupun non organik) dan pencemar fisis.

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

limbah merupakan pertimbangan yang penting sebelum memulai proses seleksi dan perancangan (Hartini, 1997).

Untuk melakukan pengolahan air buangan maka air buangan perlu disalurkan ke tempat pengolahan dari sumber limbah. Di Kota Jogjakarta telah dibangun sistem pengelolaan secara sentralisasi yang melayani sebagian wilayah tertentu. Meskipun demikian, masih banyak daerah yang belum terlayani oleh sistem ini. Sistem sewer sentralisasi di Jogjakarta untuk saat ini telah melampaui beban maksimum, sehingga air buangan kota Jogjakarta banyak yang tidak mengalami pengolahan.

Daerah pemukiman dengan kepadatan penduduk yang tinggi mempunyai kendala dalam penanganan air limbah rumah tangga. Kendala ini disebabkan karena keterbatasan lahan yang dapat digunakan untuk bangunan pengolahan air limbah rumah tangga. Keadaan yang demikian sangat memungkinkan warga untuk membuang limbah rumah tangganya ke sungai secara langsung tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu. Untuk menangani masalah limbah cair domestik terutama untuk wilayah yang belum dapat terlayani oleh sistem terpusat, maka dikembangkanlah sistem terdesentralisasi (komunal). Di Jogjakarta sistem penyaluran air buangan secara desentralisasi telah diterapkan antara lain salah satunya telah diterapkan di Kalurahan Wirogunan. Sistem desentralisasi yang dilakukan di Jogjakarta hanya terbatas sebagai pengguna dan pihak terkait belum mengetahui efisiensi atau kemampuan sistem pengelolaan yang ada. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui tingkat efisiensi sistem pengelolaan yang ada, terutama di wilayah Wirogunan.

Sistem pengelolaan limbah cair domestik di Kelurahan Wirogunan khususnya RW 16 untuk masa sekarang ini mengalami permasalahan, diantaranya sistem pengaliran dan sistem pengolahan yang kurang berfungsi dengan baik, sehingga hal ini menjadi beban bagi warga sekitar dalam hal penanganan limbah cair dari rumah tangga.

Dalam pembahasan Tugas Akhir kali ini akan dibahas mengenai evaluasi dari sistem pengelolaan air buangan domestik secara terdesentralisasi di wilayah Wirogunan, Daerah Istimewa Yogyakarta.

1.2 Perumusan Masalah

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

- 1) Berapakah konsentrasi COD, TSS dan Amonium pada inlet dan outlet bangunan pengolahan air limbah domestik di daerah Wirogunan, Jogjakarta, apakah sudah sesuai dengan standar baku mutu yang ditetapkan (KepMenLH Nomor 112 Tahun 2003 tentang baku mutu air limbah domestik).
- 2) Bagaimana sistem pengelolaan air limbah dilihat dari sumber, pengaliran dan IPAL.
- 3) Apakah mungkin dilakukan penggabungan antara sistem terdesentralisasi dengan sistem terpusat.

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Untuk menganalisa beban COD, TSS dan Amonium dalam sistem pengelolaan air limbah domestik daerah Wirogunan, Jogjakarta.
- 2) Menganalisa secara teknis kondisi dan masalah yang timbul dalam sistem pengelolaan.
- 3) Untuk menganalisa kemungkinan penggabungan antara Sistem Sanitasi Komunal yang diterapkan di Daerah Wirogunan, Jogjakarta dengan sistem terpusat Kota Jogjakarta.

1.4 Manfaat

1. Memberikan pengetahuan tentang kinerja sistem pengelolaan air buangan terdesentralisasi dalam menangani limbah cair domestik di daerah Wirogunan, Jogjakarta.
2. Untuk meningkatkan kinerja sistem pengelolaan air buangan terdesentralisasi pada air limbah domestik di daerah Wirogunan, Jogjakarta.
3. Memberikan informasi mengenai konsentrasi zat pencemar dalam air buangan warga Kelurahan Wirogunan (RW 16) yang masuk ke dalam saluran air limbah, khususnya untuk parameter COD, TSS dan Amonium.
4. Memberikan pengetahuan tentang masalah teknis yang timbul dalam sistem pengelolaan secara terdesentralisasi.

- 5 Sebagai bahan pertimbangan tentang kemungkinan penggabungan antara sistem terdesentralisasi Kelurahan Wirogunan dengan sistem terpusat Kota Jogjakarta.

1.5 Batasan Masalah

1. Meneliti bagaimana kondisi dan kinerja dari sistem pengelolaan air buangan terdesentralisasi di daerah Wirogunan, Jogjakarta.
2. Sampel air diambil dari inlet dan outlet saluran air buangan.
3. Pengambilan sampel dilakukan selama dua hari dengan range waktu dua jam.
4. Parameter yang digunakan yaitu: COD, TSS dan Amonium.
5. Pengambilan data tentang sistem pengelolaan dengan menggunakan kuisisioner.
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.

BAB II

GAMBARAN UMUM WILAYAH

2.1 Umum

Kelurahan Wirogunan merupakan salah satu daerah dengan kepadatan penduduk yang cukup tinggi (di atas 150 jiwa/ha). Lokasi daerah ini berada di tepi sungai Code sehingga sangat memungkinkan bagi warga sekitar untuk membuang limbah rumah tangga langsung ke badan air (sungai). Air limbah sistem terpusat sangat sulit diterapkan di lokasi ini. Oleh karena itu penerapan sistem komunal sangat cocok untuk mengurangi pencemaran di daerah ini. Pada awal perencanaan, sistem yang digunakan adalah dengan reaktor UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*), tetapi untuk keadaan sekarang ini penanganan air buangan dilakukan hanya dengan sumur pengendapan kemudian air buangan dari sumur ini langsung dibuang ke badan air. Wilayah yang dilayani oleh sistem komunal ini meliputi RW 16, RT 50, 51 dan 52 Kelurahan Wirogunan dengan jumlah KK sebanyak 72 dan jumlah penduduk sekitar 360 jiwa.

Kapasitas dari sistem pengolahan dengan UASB ini adalah sebanyak 100 KK, sedangkan yang memanfaatkan UASB adalah sebanyak 68 KK yang berarti masih cukup banyak kapasitas yang belum dimanfaatkan. Pengembangan cakupan pelayanan ini perlu didukung dengan penambahan jaringan pipa air buangan yang cukup. Potensi jumlah calon pelanggan yang masuk dalam jaringan pipa air buangan sebanyak 32 KK.

2.2 Geografis

Secara astronomis, Kelurahan Wirogunan terletak pada $07^{\circ} 48' 21''$ Lintang Selatan dan $110^{\circ} 22' 28''$ Bujur Timur. Ketinggian wilayah Kelurahan Wirogunan ± 114 meter di atas permukaan air laut sehingga merupakan dataran rendah.

Secara geografis, Kelurahan Wirogunan dibatasi oleh :

- Sebelah Utara : Kel. Gunungketur dan Kel. Purwokinanti
- Sebelah Selatan : Kel. Brontokusuman dan Kel. Sorosutan
- Sebelah Barat : Kel. Keparakan dan Kel. Prawirodirjan
- Sebelah Timur : Kel. Pandean dan Kel. Tahunan

2.3 Iklim dan Curah Hujan

Kelurahan Wirogunan beriklim tropis dengan dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan dengan curah hujan antara 2000 – 30000 mm/th. Berdasarkan data monografi pada tahun 2005, temperatur udara rata – rata untuk Kelurahan Wirogunan adalah 24°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 dan terbuka. Saluran tertutup berada pada gang-gang yang rumah-rumah penduduknya sangat padat, sedangkan saluran terbuka berada pada gang yang

penduduknya kurang padat. Pembuangan air hujan disalurkan ke saluran irigasi.

b. Air Bersih dan Sistem Perpipaan

Sekitar 60 % penduduk Wirogunan berlangganan PDAM, sedangkan yang lainnya menggunakan sumur dangkal.

c. Pengelolaan persampahan

Pengumpulan sampah di sekitar pemukiman Wirogunan dikelola oleh masing-masing rukun tetangga. Pengangkutan sampai ke tempat pembuangan akhir ditangani oleh DKKP kota Jogjakarta.

2.5 Penduduk

Penduduk Kelurahan Wirogunan sebanyak 18.068 jiwa yang terdiri dari berbagai karakter yang berbeda. Wilayah Kelurahan Wirogunan terdiri dari 3359 Kepala Keluarga. Dari sekian banyak penduduk, Kelurahan Wirogunan dibagi menjadi 24 RW (Rukun Warga) dan 76 RT (Rukun Tetangga).

2.6 Tata Guna Lahan

Tata guna lahan Kelurahan Wirogunan, untuk lahan kosong sudah sangat minim karena telah dimanfaatkan untuk jalan, pemukiman, pertokoan/perdagangan, kuburan dan perkantoran. Meskipun demikian, menurut data dari Kelurahan masih terdapat sawah/ladang seluas 158 ha. Sedangkan untuk pemukiman seluas 724 ha, pemakaman seluas 25 ha, perdagangan 22 ha dan perkantoran 2 ha.

2.7 Gambaran Umum Sistem IPAL Komunal di Wirogunan

Pada awal perencanaan, yaitu pada tahun 1997 sistem yang digunakan adalah dengan reaktor UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*), wilayah pelayanan yang ada belum mencakup seluruh Wirogunan tetapi hanya warga RW 16 yang terbagi tiga daerah pelayanan yaitu RT 50, RT 51 dan RT 52. Penduduk RW 16 dengan jumlah KK sebanyak 72 dan jumlah penduduk \pm 350 jiwa yang mana untuk satu KK terdiri dari 5 (lima) orang.

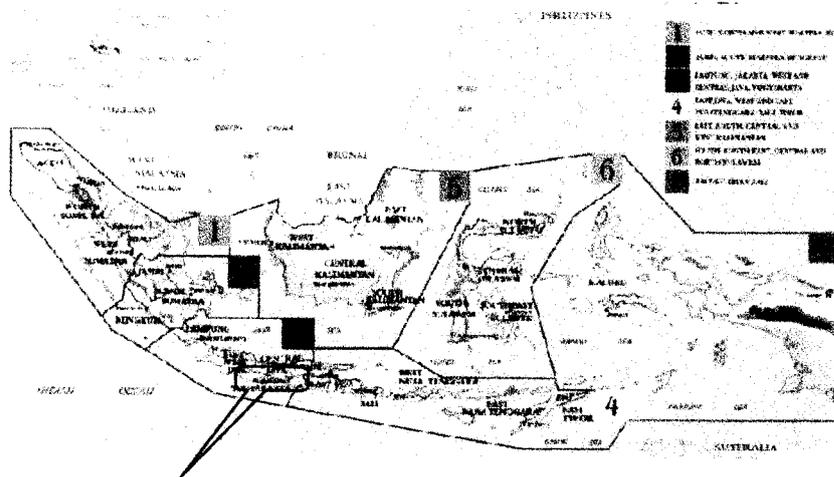
Kapasitas dan efisiensi dari UASB berdasarkan kapasitas desain sebanyak 100 KK, sedangkan yang dilayani untuk saat ini sebanyak 68 KK atau 68 %. Oleh karena itu, masih tersisa 32 % dari kapasitas yang direncanakan. Pengembangan cakupan pelayanan ini perlu didukung dengan penambahan jaringan pipa air buangan yang cukup. Potensi jumlah calon pelanggan yang masuk dalam jaringan pipa air buangan sebanyak 32 KK.



Gambar 2.1
Jalur Pipa dan Manhole
di Pemukiman

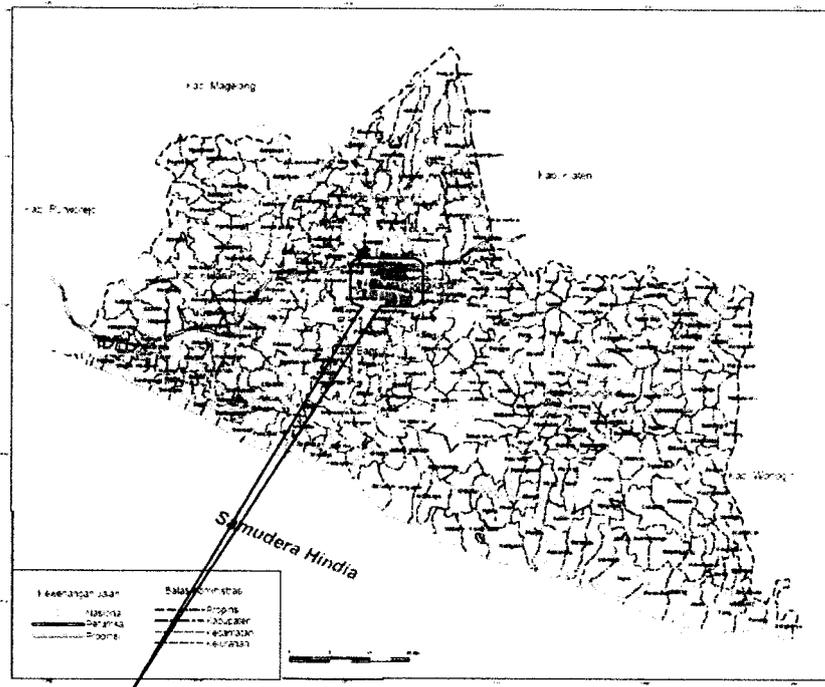


Gambar 2.2
Instalasi Pengolahan (UASB)
di Tengah Jalan Kampung



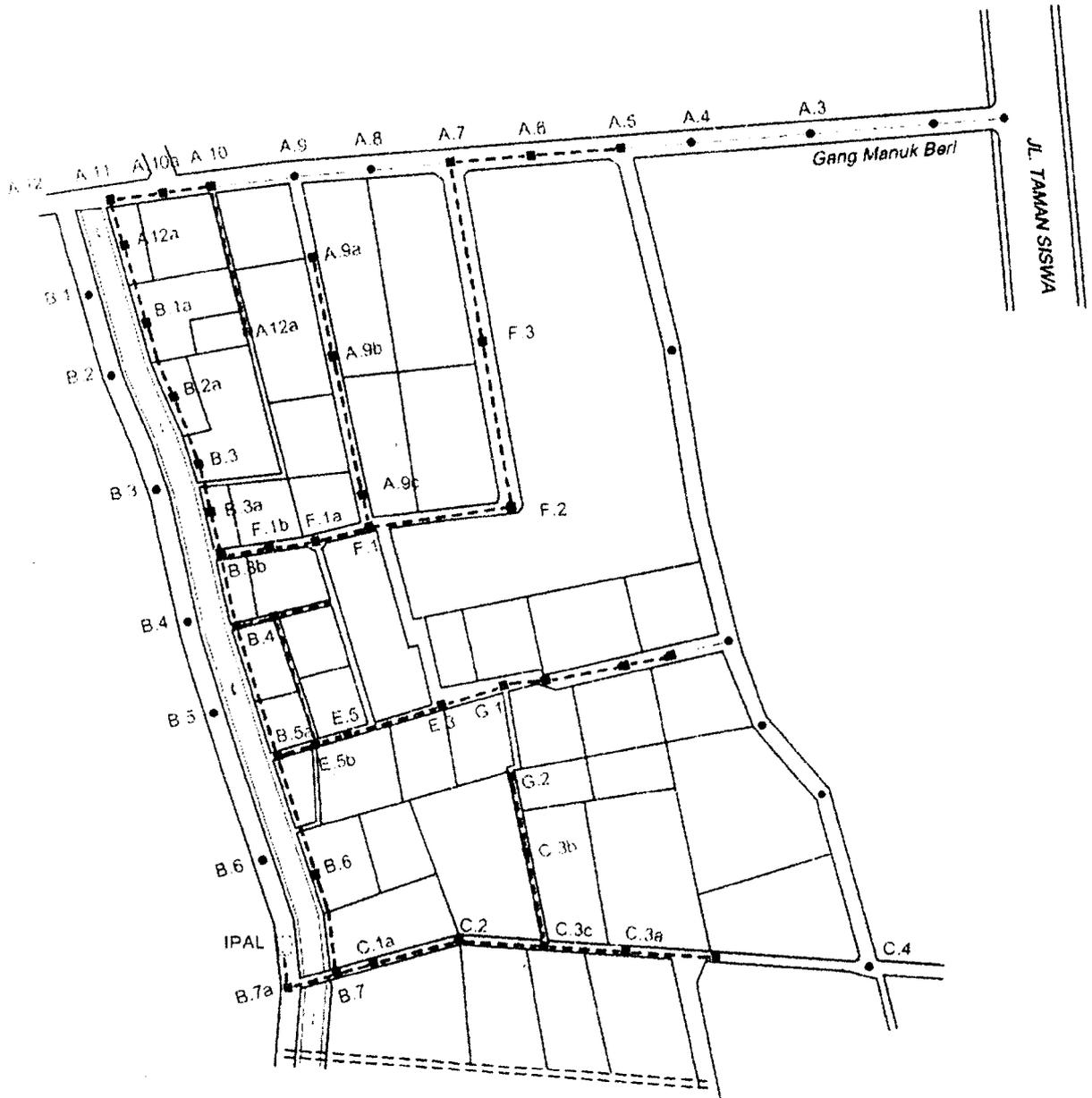
Lokasi Penelitian (Rw 16 Kel. Wirogunan Kec. Mergangsan DIJ)

Gambar 2.3 Peta Indonesia



Lokasi Penelitian (Rw 16 Kel. Wirogunan Kec. Mergangsan DIJ)

Gambar 2.4 Peta Propinsi DIJ



Gambar 2.5 Peta Lokasi Pelayanan IPAL Wirogunan

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Air Buangan

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

Menurut Duncan Mara (1975) dalam “*sewage treatment in hot climate*” mendefinisikan air buangan adalah air buangan dari kegiatan pembersihan rumah tangga (air buangan domestik). Air buangan kemudian disebut sebagai air buangan tercemar secara fisik, kimia, biologis bahkan mungkin radioaktif. Air buangan yang keluar dari sumber air buangan disebut *effluent*, sedang air buangan yang masuk ke tempat pengumpulan disebut *influent*. Air limbah biasanya mengandung unsur-unsur yang hampir sama dengan air bersih yang bersangkutan dan ditambah dengan beberapa impurities lainnya yang berasal dari proses yang menghasilkan limbah tersebut.

Air limbah yang berasal dari daerah permukiman dikumpulkan dan dikelola secara komunal instalasi pengolahan air limbah. Sistem komunal tersebut lebih efisien dibandingkan penanganan individual. Sistem pengolahan air limbah domestik di kota besar secara komunal menangani air limbah yang berasal dari

permukiman. Pengumpulan air limbah dilakukan dengan sistem pengaliran yang menggunakan berbagai macam saluran tertutup atau perpipaan. Cara ini disebut sistem sewerage. Dimana sistem plambing air limbah pelanggan dihubungkan langsung ke sistem *sewerage* yang akan mengalirkan ke instalasi pengolahan.

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. 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. Adapun karakteristik limbah domestik secara umum dapat dilihat pada tabel 3.1.

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

- a. Semua kawasan permukiman (*real estate*), kawasan perkantoran, kawasan perniagaan dan apartemen.
- b. Rumah makan (restauran) yang luas bangunannya lebih dari 1000 m².
- c. Asrama yang berpenghuni 100 orang atau lebih.

Baku mutu air limbah domestik untuk perumahan yang diolah secara komunal ditentukan berdasarkan KepMenLH No. 112/2003 (tabel 3.2).

Tabel 3.1. Karakteristik limbah domestik

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

(Sumber : Sugiharto, 1987)

Tabel 3.2 Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6 – 9
BOD	mg/L	100
TSS	mg/L	100
Minyak dan lemak	mg/L	10

(Sumber : KepMenLH 112/2003)

3.2 Upflow Anaerobik Sludge Blanket (UASB)

UASB merupakan salah satu bangunan pengolah air limbah dimana proses dalam UASB ini mempunyai karakteristik lebih sedikit dalam produksi lumpur dan kebutuhan lahan. Lumpur yang dihasilkan dapat digunakan sebagai penyubur tanah. Reaktor UASB memiliki efisiensi pengolahan BOD dan bakteri patogen yang relatif rendah. Effluen hasil pengolahan yang dibuang ke badan air (sungai) tidak akan mengganggu kehidupan perairan dan kegiatan perikanan. Apabila lahan yang tersedia cukup, maka UASB ini dapat dilengkapi dengan kolam stabilisasi untuk mencapai efisiensi pengolahan yang lebih baik dan memungkinkan daur ulang effluen air limbah untuk irigasi atau budidaya air.

Pada prinsipnya reaktor UASB terdiri dari suatu lumpur yang padat yang berbentuk butiran. Lumpur atau *sludge* ditempatkan dalam suatu reaktor yang didesain dengan aliran ke atas. Air limbah akan masuk melalui dasar bak secara merata dan mengalir secara vertikal, sedangkan butiran *sludge* akan tetap berada atau tertahan dalam reaktor. Kecepatan *upflow* harus dipertahankan sedemikian rupa sehingga supaya dapat menciptakan pembentukan *sludge blanket* yang memberikan area yang luas untuk kontak antara *sludge* dan air limbah.

Proses pengolahan dalam UASB ini beroperasi sebagai awal untuk pertumbuhan air limbah yang tersuspensi, butiran *sludge blanket* atau kumpulan endapan ditempatkan di dalam reaktor, sehingga terjadi pergerakan butiran-butiran air limbah yang akan membentuk flok-flok. Pada awalnya reaktor UASB dibihi dengan endapan pengurai (*digester sludge*) dan akhirnya mikroorganisme pengurai akan terbentuk. Setelah beberapa bulan beroperasi, endapan yang

terbentuk sangat kental yang berada pada lapisan paling bawah. Di atas endapan ini merupakan zona pembentuk butiran dengan kecepatan partikel lebih rendah. Reduksi COD terjadi di seluruh zona pembentuk butiran dan ruangan yang ada.

Karakteristik pengendapan butiran sludge dan karakteristik air limbah akan menentukan kecepatan upflow yang harus dipelihara dalam reaktor. Biasanya kecepatan aliran ke atas berada pada rentang 0.5 – 0.3 m/jam. Untuk mencapai *sludge blanket* yang memuaskan, pada saat kondisi hidrolis puncak (debit puncak) kecepatan dapat mencapai 2-6 m/jam.

Gas yang terperangkap dalam butiran sludge sering mendorong sludge tersebut menuju ke bagian atas reaktor, yang disebabkan oleh berkurangnya densitas butiran. Untuk itu diperlukan pemisahan butiran sludge di luar reaktor dan kemudian dikembalikan lagi ke reaktor. Hal ini dapat dilakukan dengan membuat *gas-solid-liquid separator* tersebut sedangkan sludge dikembalikan lagi ke reaktor.

Problem yang dihadapi pada UASB adalah terutama sludge yang bergerak naik yang disebabkan turunnya densitas sludge. Di samping itu juga turunnya aktivitas spesifik butiran. Beragamnya densitas sludge memberikan ketidakseragaman sludge blanket pada akhirnya sludge akan ikut keluar reaktor.

Tingginya konsentrasi *suspended solid* dan *fatty mineral* dalam air limbah juga merupakan masalah operasi yang serius. *Suspended solid* dapat menyebabkan *clogging*/penyumbatan atau *channeling*. Adsorpsi *suspended solid* pada butiran sludge juga akan mempengaruhi proses. Dan juga air limbah yang mengandung protein atau lemak menyebabkan pembentukan busa.

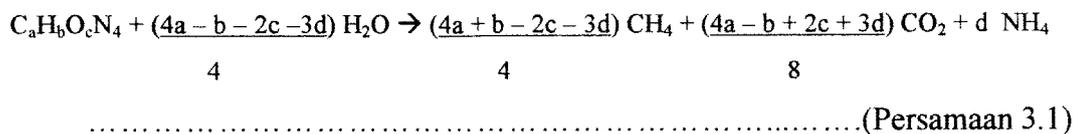
Tabel 3.3. Parameter dan Aplikasi UASB

Parameter Utama	Keuntungan	Aplikasi
<ul style="list-style-type: none"> • Efisiensi Pengolahan 80-90% (COD) • Beban Organik 10-20 kg • <i>Hydraulic Retention Time</i> 4-24 jam • pH 6-8 • COD Influent 100-100.000 mg/L • Produksi Gas Methane 0.4 m³/kg COD yang disisihkan • Pertumbuhan Sludge 0.5 kg/kg COD yang disisihkan • Stabil terhadap, Peak flow, suhu, dan pH 	<ul style="list-style-type: none"> • Kebutuhan energi rendah • Kebutuhan lahan sedikit • Biogas yang berguna • Kebutuhan nutrien sedikit • Sludge mudah diolah/dikeringkan • Tidak mengeluarkan bau dan kebisingan • Mempunyai kemampuan terhadap fluktuasi dan <i>intermittent load</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pulp and paper</i> • <i>Aleccchol-distilleries</i> • <i>Sugar, yeast, and molasses</i> • Pengolahan makanan dan minuman • Tekstil, cotton • <i>Petrochemicals</i> • <i>Phatmaceuticals</i> • Buangan Domestik

(Sumber : Sunjoto, 2002)

3.2.1 Produksi Gas

Gas yang dihasilkan pada proses anaerobic adalah gas methane dan karbondioksida. Jika substrat dinyatakan sebagai $C_aH_bO_cN_d$ dan diubah menjadi gas secara sempurna, maka reaksi dapat ditulis sebagai berikut:



Contoh perhitungan:

Jika substrat dinyatakan $C_6H_{12}O_6$ maka gas yang dihasilkan dapat dihitung dengan reaksi $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 3 CH_4 + 3CO_2$(Persamaan 3.2)
180 gr

1 mol/L \rightarrow 1 mol/L CH_4 dan 1 mol/L CO_2

Pada kondisi standar ($0^\circ C$, 1 atm) maka 1 mol gas = 22.4 L, sehingga:

$$CH_4 = \frac{3 \times 22,4}{180} = 0.373 \text{ L/g} = 0.373 \text{ m}^3 CH_4/\text{Kg glucose}$$

$$CO_2 = 0.373 \text{ M}^3 CO_2/\text{mg glucose}$$

3.2.2 Prinsip Kerja UASB

Prinsip proses pengolahan yang terjadi pada UASB pada garis besarnya adalah sebagai berikut (Sunjoto, 2002):

- Karena gaya gravitasi maka granule yang merupakan kumpulan dari berbagai ragam mikroorganisme cenderung untuk mengendap.

- Agar tidak mengendap hingga terbentuk kondisi yang fluidized dibutuhkan dorongan ke atas dan dorongan tersebut dibuat dengan memasukkan limbah dari bawah konstruksi. Selama pengalirannya akan terjadi kontak antara limbah dengan mikroorganisme tersebut hingga terjadi proses penguraian. Dengan kata lain limbah yang dimasukkan justru merupakan *feeding* (makanan) bagi mikroorganisme hingga tetap hidup, aktif dan berkembang. Proses ini terjadi di Zona yang merupakan kontak antara limbah dengan mikroorganisme yang untuk seterusnya disebut sebagai selimut (*blanket*).

Disisi lain dorongan tersebut tidak boleh terlampau kuat hingga *granules* akan ikut keluar bersama effluen. Bila hal tersebut terjadi maka proses penguraian tidak akan terjadi.

- Karena itu dibuatkan suatu tempat (area) dimana pemisahan antara granule (*solid*) dengan limbah yang telah diuraikan (*liquid*) dan gas yang terjadi selama proses penguraian. Bagian ini yang lazim disebut sebagai zona separasi.

3.2.3 Beberapa Persyaratan Dalam Penerapan Sistem Ini

Sungguhpun prinsip kerja dari UASB nampak sederhana, terdapat berbagai persyaratan pre treatment yang perlu diperhatikan agar proses berjalan optimal. Beberapa aspek yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut :

- Sampah/debris dan suspended solid

Berbagai ragam sampah suspended solid, pasir, dan lain sebagainya; harus dicegah agar tidak masuk kedalam unit UASB. Hal tersebut dapat dilakukan dengan screen dan pembuatan grit chamber.

- Equalisasi (Pencampuran)

Equalisasi sebelum masuk ke UASB perlu memperoleh perhatian khusus. Hingga kualitas limbah dari suatu industri (yang biasanya dari berbagai unit kerja didalam industri tersebut) yang masuk ke UASB dapat stabil. Dengan kata lain tidak terjadi *quality shock* yang cukup besar.

Dimensi dari *equalization basin* sangat tergantung pada karakteristik dari pembuangan limbah. Bila limbah dikeluarkan secara kontinue dan benar-benar merata selama 24 jam, maka logikanya tidak dibutuhkan *equalization basin* (hanya membutuhkan *mixing chamber* kecil).

Tetapi untuk UASB biar bagaimanapun dianjurkan agar *equalization basin* harus ada. Paling tidak 6-8 jam HRT.

Dalam hal ini selain equalisasi, tujuannya adalah agar di dalam tanki ini terjadi proses awal *asidifikasi* yang dapat membantu memecah *organic compound* yang kompleks menjadi mata rantai carbon yang lebih pendek dan lebih mudah terurai.

- pH perlu dikontrol hingga rangenya berkisar antara 6.5 – 8.5; sedangkan untuk masalah temperatur biasanya tidak menjadi masalah khususnya untuk negara tropis.

- Ketersediaan Nutrien

Lazimnya ditunjukkan dari kandungan N dan P di dalam limbah.

Range yang baik adalah ... ratio COD/N<70 dan COD/P<350.

- Debit aliran masuk harus diatur

Sludge Blanket yang relatif ringan harus dapat menyelimuti limbah yang masuk. Keadaan ini bisa dicapai bila gaya ke atas yang diakibatkan oleh aliran air (atau gaya kinetik aliran) seimbang dengan gaya mengendap pada *granule*.

Maka aliran limbah yang masuk harus diatur secara kontinu (tidak secara *intermittent*). Padahal pada kenyataannya kegiatan membuang limbah tidak teratur atau pada waktu tertentu. Maka *hydraulic load* harus disesuaikan dengan kecepatan uplift dan *organic load*. Dengan kata lain flow rate harus dikontrol, misalnya dengan menggunakan pengatur aliran (misalnya *V notch* atau *dosing*).

Untuk jenis limbah industri tertentu yang mungkin belum anda ketahui karakteristiknya, akan lebih bijaksana bila dilakukan percobaan skala kecil dan lewat proses ini dapat diperoleh beberapa data empiris.

3.2.4 Parameter Design

Beberapa parameter yang lazim digunakan di dalam desain suatu sistem UASB adalah:

1) *Volumetric Organic Load* adalah jumlah COD per hari per satuan volume suatu reactor (kg COD/hari/m³). Range yang sering dipakai antara 5-15 kg COD/hari/m³.

Bila kandungan nutrient cukup memadai (atau ditambahkan) maka angka volumetric organic load yang lebih tinggi dapat diaplikasikan.

2) *Distribusi aliran pada bagian bawah*

Perlu diperhatikan agar terjadi gaya kinetik akibat aliran limbah yang masuk secara merata. Agar merata maka dibutuhkan beberapa inlet (*nozzle* pemasukan).

Pengalaman empiris menunjukkan bahwa dibutuhkan satu nozzle untuk area antara 2-4 m² hingga distribusi aliran merata.

Dianjurkan juga agar setiap inlet nozzle independent dan masing-masing dilengkapi dengan pengatur debit sendiri-sendiri. Hingga kontrol dapat mudah dan bila terjadi *clogging* akan mudah diketahui.

3) *Kecepatan*

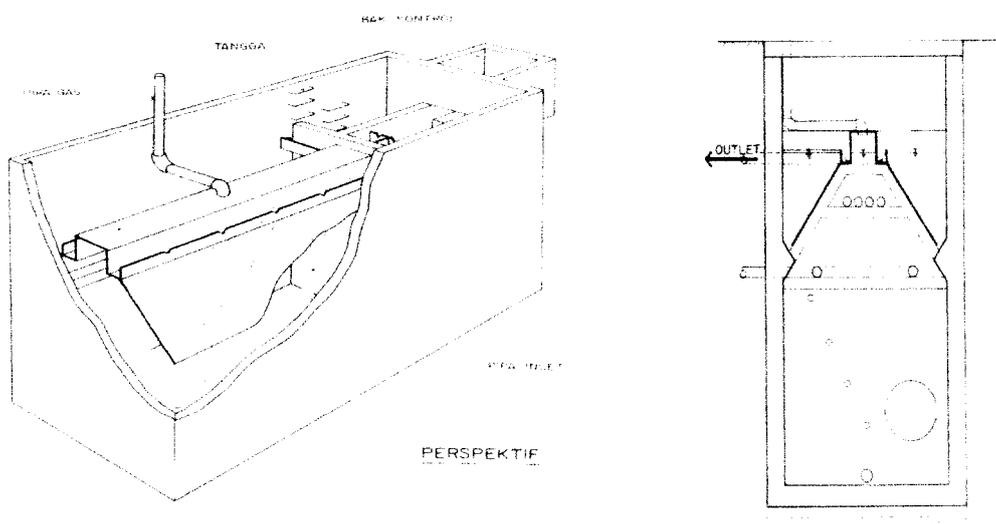
Parameter ini sangat penting untuk menentukan dimensi.

Pada bagian bawah dimana terjadi kontak antara limbah dan granule mikroorganisme, volume aliran maksimum adalah 1 m³/jam/m² (atau 1 m/jam). Bila terlalu cepat maka kontak tersebut kurang intensif dan semuanya berakibat pada menurunnya kinerja.

Pada bagian separasi gas/liquid/solid maksimum adalah 3-5 m³/jam/m² (atau 3-5 m/jam)

Pada bagian *upper part/settling* maksimum 1-3 m³/jam/m² (1-3 m/jam).

Skema dari bangunan UASB dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3.1 Skema UASB

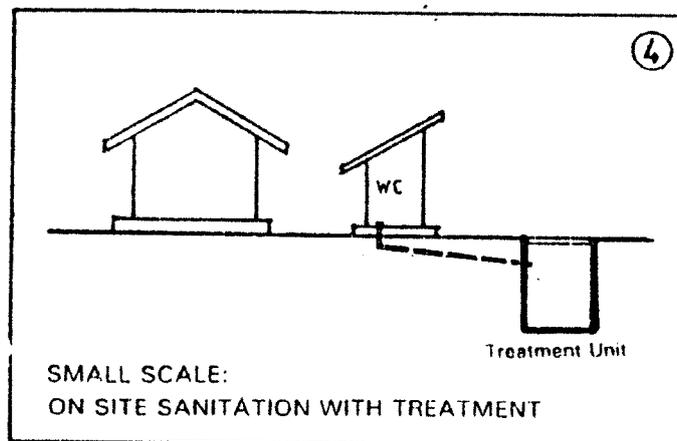
3.3 Klasifikasi Sistem Sanitasi

Sistem sanitasi ditentukan oleh skalanya. Ada tiga tingkatan dalam sistem sanitasi yaitu antara lain sistem setempat, sistem terpusat dan sistem komunal.

a. Sanitasi individu skala kecil

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

diadopsi untuk daerah dengan kepadatan penduduk sedang (150 – 300 cap/ha), asalkan di daerah tersebut terdapat lahan untuk penyerapan air tanah.

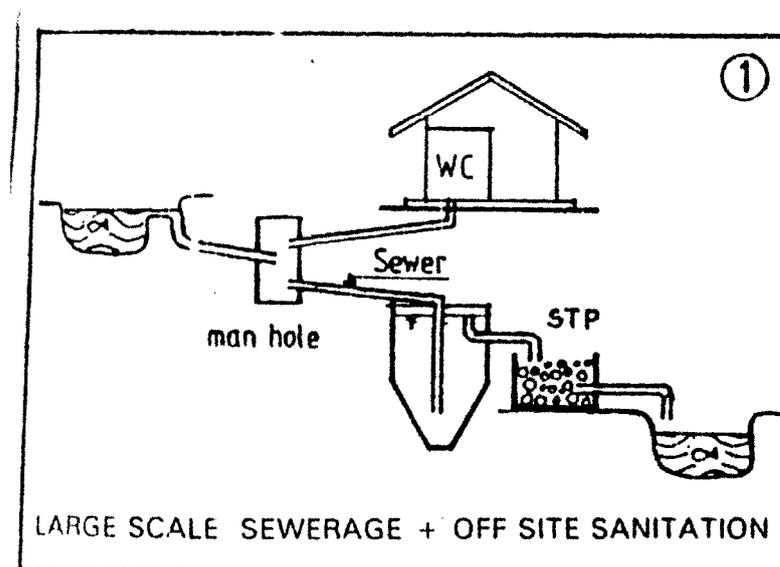


Gambar 3.2 Sanitasi On site

b. Sanitasi secara terpusat

Air limbah dikumpulkan bersama-sama melalui sistem sewer kota dan pengolahan limbah secara terpusat 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 terpusat adalah lebih mudah dalam pemeliharaan pengolahan dengan efisiensi pengolahan yang tinggi dan effluen dari pengolahan lebih mudah untuk dibuang pada saluran air permukaan daripada dibiarkan tersaring secara alami oleh tanah. Tetapi kelemahan

utama sistem terpusat adalah memerlukan biaya yang tinggi untuk operator, operasi dan pemeliharaan. Jika mampu, pelayanan secara terpusat dilakukan untuk daerah dengan kepadatan penduduk tinggi (> 500 cap/ha). Pengolahan terpusat secara konvensional biasanya meliputi pengolahan primer (untuk menurunkan material padat), pengolahan sekunder (pengolahan secara biologis untuk menurunkan bahan organik), dan pengolahan lumpur.



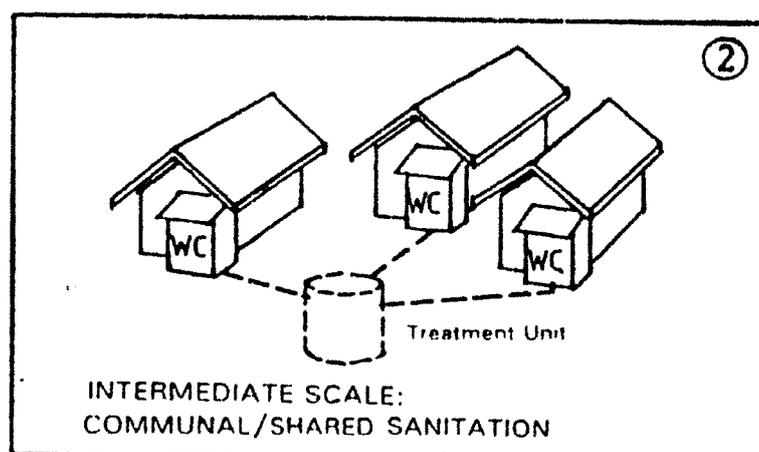
Gambar 3.3 Sanitasi Terpusat

c. Sanitasi secara komunal

Sistem ini dilakukan untuk menangani limbah domestik pada wilayah yang tidak memungkinkan untuk dilayani oleh sistem terpusat ataupun secara individual. Penanganan dilakukan pada sebagian wilayah dari suatu kota, dimana setiap rumah tangga yang mempunyai fasilitas MCK

pribadi menghubungkan saluran pembuangan ke dalam sistem perpipaan air limbah untuk dialirkan menuju instalasi pengolahan limbah komunal. Untuk sistem yang lebih kecil dapat melayani 2 – 5 rumah tangga, sedangkan untuk sistem komunal dapat melayani 10 – 100 rumah tangga atau bahkan dapat lebih. 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. Sistem komunal ini kurang dapat berjalan dengan lancar di perkampungan karena kebanyakan dari penduduk/ rumah tangga kurang memperhatikan perawatan dari sistem yang ada.



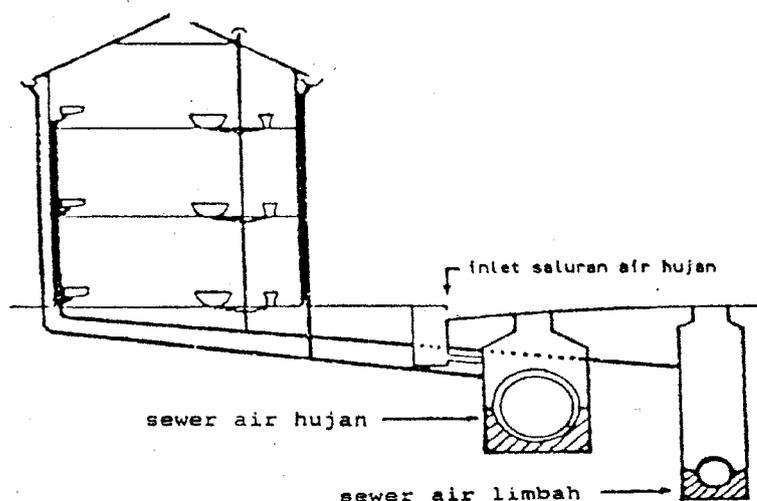
Gambar 3.4 Sanitasi Komunal

3.4 Sistem Jaringan Pipa

3.4.1 Tipe – tipe Sistem Perpipaan

3.4.1.1 Sistem Terpisah

Air limbah dari kamar mandi, jamban, cucian dan dapur dibuang melalui sambungan pipa ke sewer.

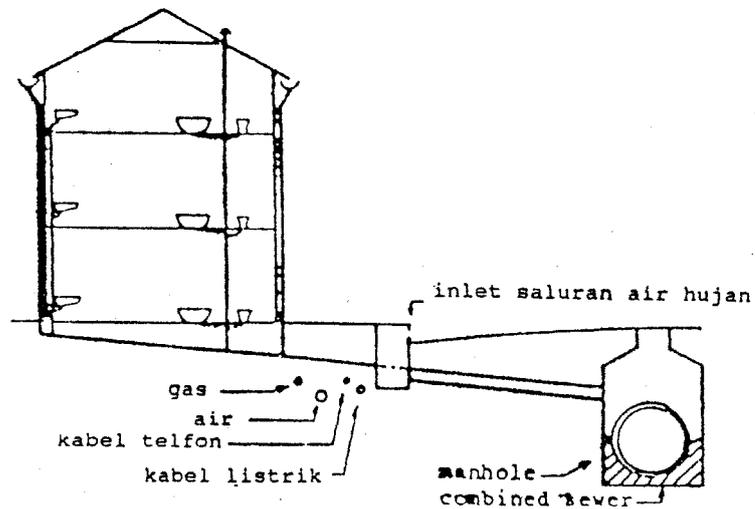


Gambar 3.5 Sistem Terpisah

3.4.1.2 Sistem Kombinasi

Air hujan dan air limbah disalurkan melalui satu pipa ke suatu tempat atau ke instalasi pengolahan.

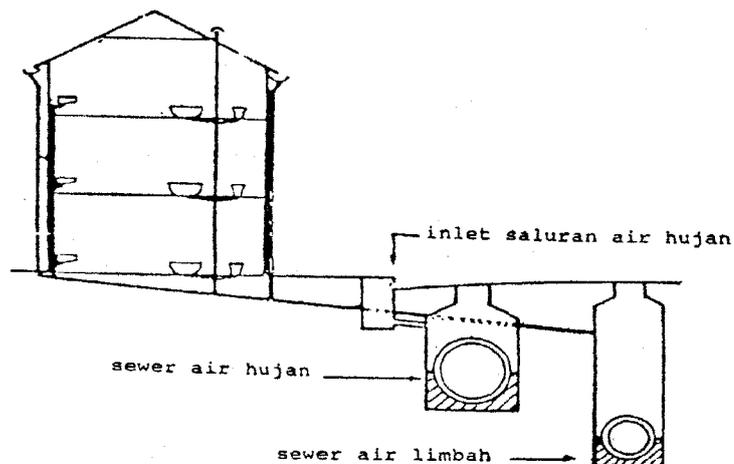
Selama terjadi hujan, bila aliran tersebut melampaui batas tertentu, air limbah encer dibuang atau dilimpaskan melalui saluran pelimpas langsung ke badan air atau sungai. Dalam hal ini diameter pipa akan ditentukan berdasarkan aliran maksimum air hujan, yang kemungkinannya terjadi sekali dalam beberapa tahun.



Gambar 3.6 Sistem Tercampur

3.4.1.3 Sistem Terpisah Sebagian (Sistem Pipa Gravitasi)

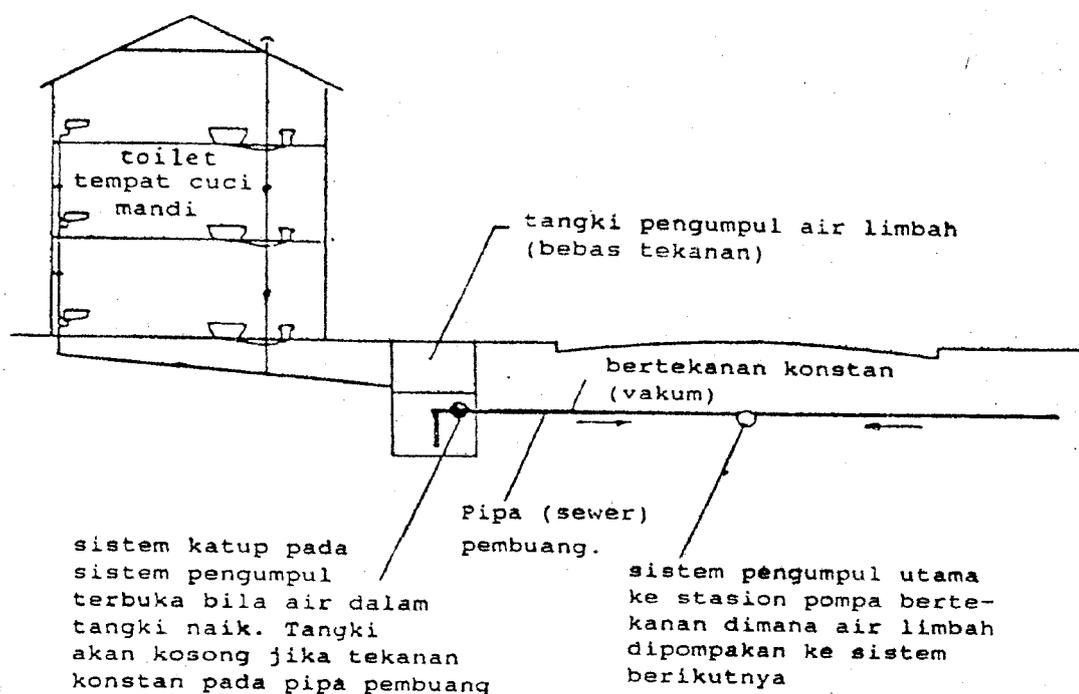
Sistem ini digunakan untuk mengumpulkan air limbah dan air hujan melalui satu pipa (sistem tercampur) atau dengan sistem terpisah terisi sebagian. Kemiringan pipa harus cukup untuk mendapatkan kecepatan *self-cleansing* untuk mengangkut sedimen. Bila pipa mengalir penuh ataupun setengah penuh kecepatannya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



Gambar 3.7 Sistem Terpisah Sebagian (Parsial)

3.4.1.4 Sistem *Vacuum Type*

Jamban, tempat cuci dan lain sebagainya dihubungkan langsung dengan tangki pengumpul air limbah yang berada di luar rumah. Tangki tersebut dihubungkan dengan sistem pipa pengumpul bertekanan.



Gambar 3.8 Sistem Pipa Vakum

3.4.1.5 Sistem Pipa Bertekanan (Sistem Non-Gravitasi)

Sistem ini hanya berfungsi untuk mengumpulkan air limbah yang sepenuhnya bertekanan. Air limbah dari sambungan dikumpulkan dalam manhole pada sisi rumah, kemudian dipompa ke dalam pipa bertekanan. Dalam hal ini kemiringan pipa tidak diperlukan.

3.4.2 Tipe – tipe Pipa

a. Pipa Bangunan

Pipa bangunan digunakan untuk menghubungkan pipa plambing bangunan ke pipa lateral ataupun pipa cabang.

b. Pipa Lateral atau Cabang (*Lateral/Branch Sewer*)

Pipa yang membentuk ujung atas sistem pengumpulan air limbah dan biasanya terletak di jalan ataupun di tempat – tempat tertentu, digunakan untuk mengalirkan air limbah dari pipa bangunan ke pipa utama.

c. Pipa Utama (*Main Sewer*)

Pipa utama digunakan untuk mengalirkan air limbah dari satu atau beberapa pipa lateral ke pipa induk.

d. Pipa Induk (*Trunk Sewer*)

Trunk sewer adalah pipa besar yang digunakan untuk mengalirkan air limbah dari pipa utama ke instalasi pengolahan ataupun ke pipa interseptor.

e. Pipa Interseptor (*Interseptor*)

Pipa yang sangat besar, digunakan untuk menampung dan menyalurkan aliran dari beberapa pipa induk ke instalasi pengolah ataupun ke sarana pengolah lainnya.

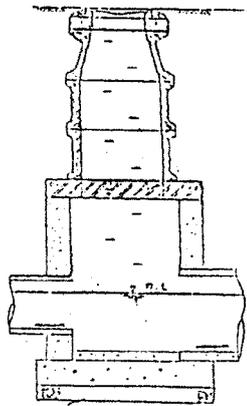
3.4.3 Sambungan Pipa Pada Manhole

Penyambungan pipa pada manhole dapat dilakukan terutama untuk pipa yang berbeda diameternya. Bila terdapat dua atau lebih sambungan pipa (terjadi perubahan diameter), dilakukan penyesuaian secara bertahap antara pipa bagian

hulu dengan hilir dengan cara : sambungan permukaan air, sambungan puncak pipa, sambungan dasar pipa dan sambungan bertahap.

3.4.3.1 Sambungan Pada Permukaan Air

Sambungan permukaan air adalah cara untuk mengatasi lonjakan permukaan air pada pipa bagian hulu dan hilir. Metode ini cocok diterapkan untuk jalur pipa induk (*trunk*) dan semi induk (*semi trunk*).

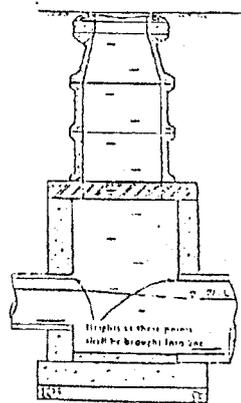


Gambar 3.9 Tampang Vertikal Sambungan Permukaan Air

3.4.3.2 Sambungan Puncak Pipa

Sambungan ini merupakan metode penyambungan pipa bagian hulu dan hilir dimana ketinggian puncaknya (permukaan dalam dari pipa) berada dalam satu garis.

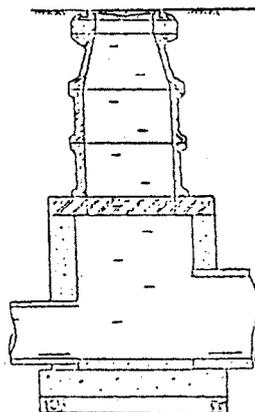
Pada sambungan ini aliran dapat berjalan baik (*Smooth*) akan tetapi pemasangan pipa sangat dalam dan biaya konstruksinya lebih mahal dibandingkan dengan metode lain. Loncatan yang terjadi dalam pipa ini adalah sama dengan selisih diameter pipa bagian hulu dengan pipa hilir.



Gambar 3.10 Potongan Vertikal Sambungan Pipa Puncak

3.4.3.3 Sambungan Dasar (bidang bawah) Pipa

Penyambungan dilakukan pada dasar pipa, dalam hal ini tidak terjadi step atau loncatan. Metode ini digunakan dimana tidak terdapat rintangan/bangunan penghalang atau pada daerah datar dimana jarak dari permukaan tanah ke puncak pipa sangat dalam.

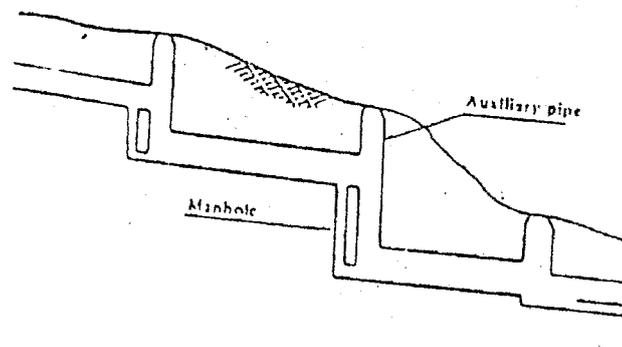


Gambar 3.11 Potongan Vertikal Sambungan Dasar Pipa

3.4.3.4 Sambungan Berjenjang

Metode ini diterapkan pada penyambungan pipa berdiameter kecil ke pipa berdiameter besar, atau bila kemiringan permukaan tanah sangat curam sehingga sulit mengikuti kelandaian tanah tersebut terutama untuk pipa berdiameter 300 mm.

Untuk topografi yang curam, jumlah manhole diperlukan lebih banyak. Tujuannya adalah untuk mengurangi kecepatan aliran limbah.



Gambar 3.12 Sambungan Berjenjang

3.5 Jenis – Jenis Bahan Pipa

Agar dapat menahan beban luar secara kontinyu maka pipa tersebut harus terbuat dari bahan dan struktur yang kuat. Jenis – jenis pipa menurut bahannya antara lain :

- a. Pipa Tanah Liat Berglazur (*Vetrivied Clay Pipes*)
- b. Pipa Beton
- c. Pipa Asbestos Cement
- d. Pipa Baja, *Cost Iron* dan *Ductile Iron*
- e. Pipa PVC (*Polyvinil Chloride*)
- f. Pipa Plastik

3.5.1 Pipa Tanah Liat Berglazur (*Vetrivied Clay Pipes*)

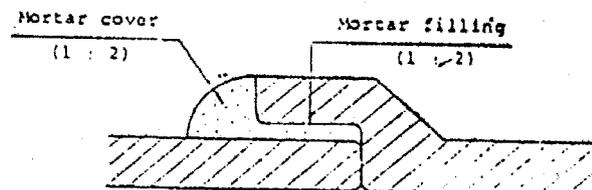
Ciri – ciri khusus :

1. Tahan terhadap zat alkalis dan asam
2. Permukaan dalamnya mulus sehingga dapat memperkecil pengaruh abrasi dan korosi (karat)

A. Sistem Sambungan Pipa Tanah Liat

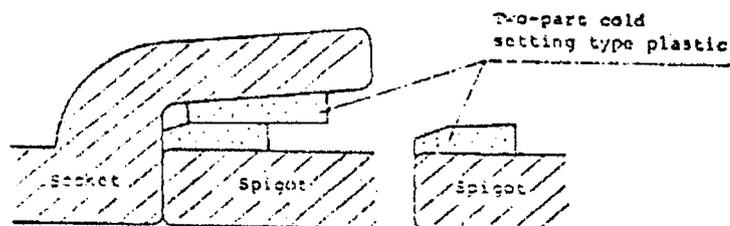
Untuk penyambungannya sering digunakan *spigot* dan *socket* dan menggunakan *mortar* (adonan semen) atau dengan sistem sambungan bertekanan (*Compressive jointing*). Cara penyambungan ini sangat cocok untuk pipa tanah liat karena kedap air sehingga dapat mencegah rembesan air tanah.

- (1) Sambungan pipa tanah liat dengan menggunakan semen



Gambar 3.13

- (2) Sambungan pipa tanah liat dengan tekanan

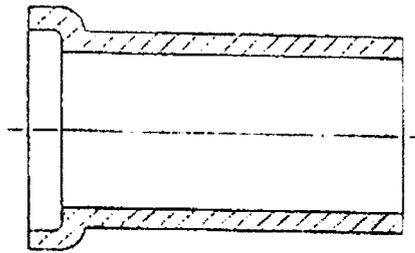


Gambar 3.14

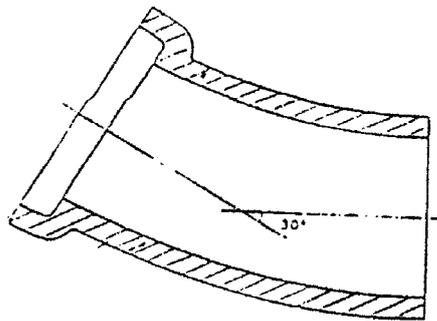
B. Pipa lengkung dan Pencabangan

Ada tiga macam pipa lengkung yang masing – masing bersudut 30° , 60° dan 90° .

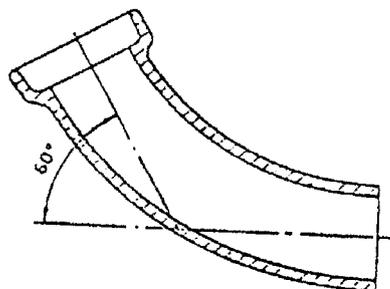
Pipa ini hanya dibuat untuk pipa yang berdiameter 660 mm, sedangkan untuk pencabangan hanya tersedia dua macam masing – masing untuk cabang bersudut 60° dan 90° .



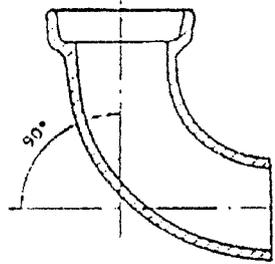
Gambar 3. 15 Pipa Lurus



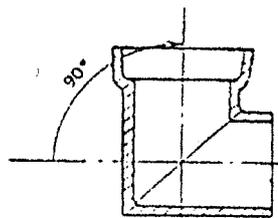
Gambar 3. 16 Pipa Bengkok (30°)



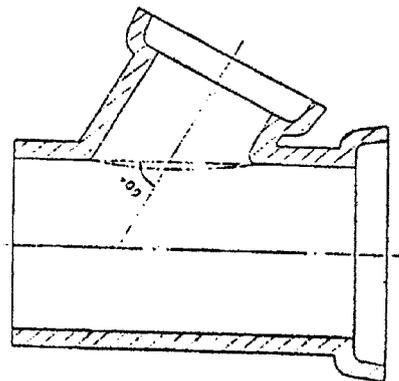
Gambar 3. 17 Pipa Bengkok (60°)



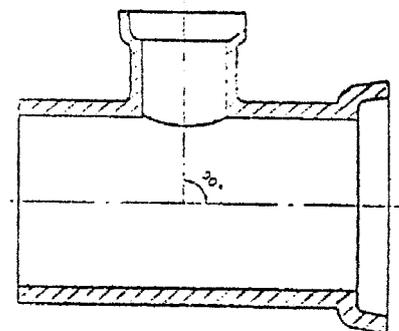
Gambar 3. 18 Pipa Bengkok (90 °)



Gambar 3. 19 Pipa Bengkok (90 °)



Gambar 3. 20 Pipa Cabang (60 °)

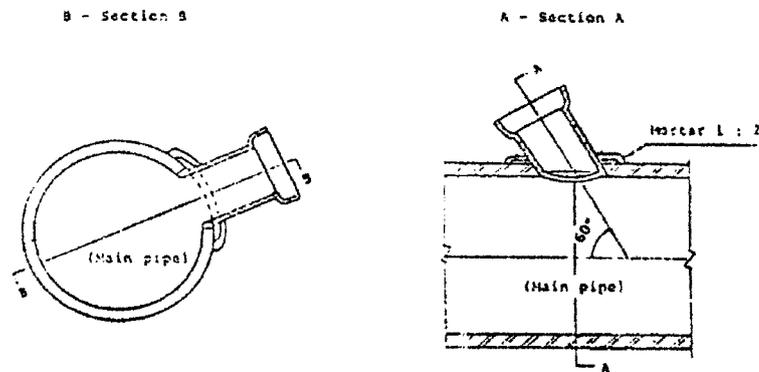


Gambar 3. 21 Pipa Cabang (90 °)

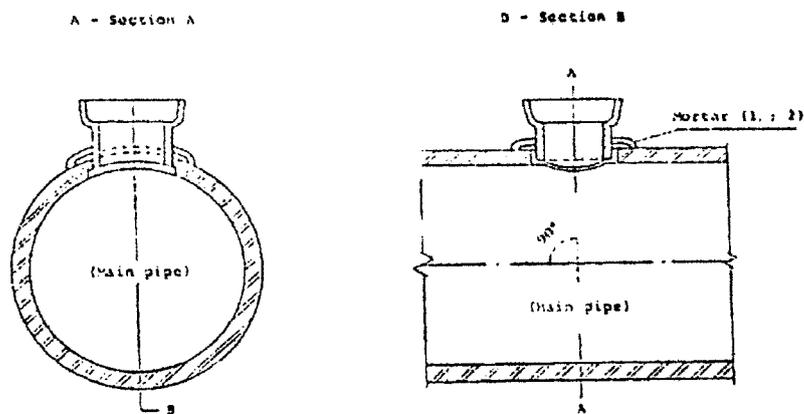
C. Socket Berglazur

Socket digunakan pada sambungan – sambungan pipa lateral dengan pipa induk yaitu untuk sudut 60° dan 90° . Socket yang dapat digunakan untuk pipa induk yaitu berdiameter di bawah 500 mm dan di atas 600 mm.

Digunakannya socket dalam penyambungan pipa lateral dengan pipa induk adalah karena penyambungan secara langsung pipa sekunder dengan pipa induk selalu cenderung terjadi pelonggaran sambungan.



Gambar 3. 22 Socket Clay Bentuk Y (60°)



Gambar 3. 23 Socket Clay Bentuk Y (90°)

3.5.2 Pipa Beton

3.5.2.1 Pipa Beton Bertulang

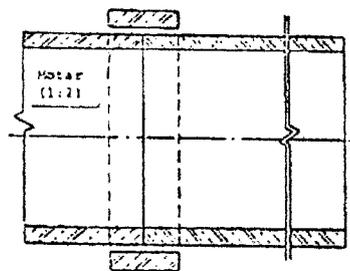
A. Pipa Beton Bertulang Sentrifugal

Pipa beton bertulang sentrifugal disebut juga “*Pipa Hume*” sesuai dengan nama penemunya. Saat ini sangat banyak digunakan terutama jenis pipa external pressure.

Jenis – jenis sambungan (*joint*) pipa beton bertulang :

a. Pipa Tipe A (*collar joint*)

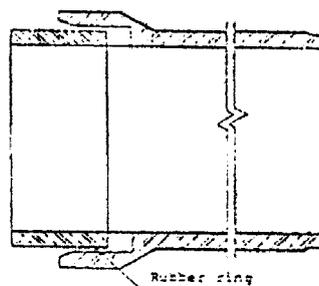
Diperlukan keterampilan khusus dalam penyambungannya.



Gambar 3. 24 Pipa Tipe A

b. Pipa Tipe B (*socket joint*)

Sangat banyak digunakan dalam pekerjaan konstruksi pipa air limbah karena pekerjaan konstruksinya mudah dan penggaliannya lebih kecil dibandingkan dengan pipa Tipe A.

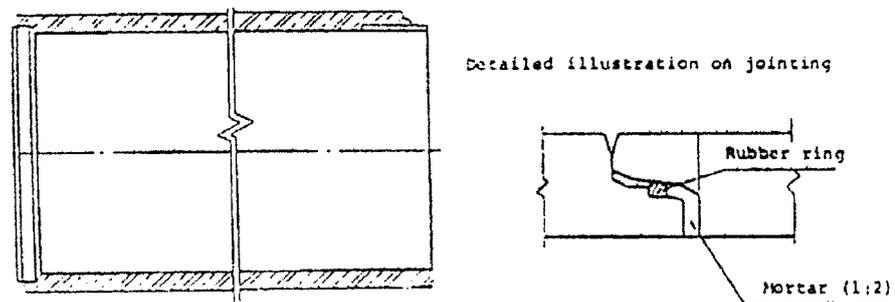


Gambar 3. 25 Pipa Tipe B

c. Pipa Tipe C (*socket and spigot joint*)

Sambungan untuk pipa Tipe C ini digunakan hanya untuk pipa yang berdiameter (dalam) di atas 900 mm.

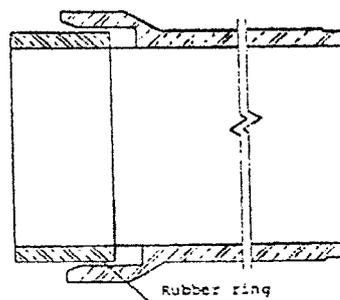
Pengujian sambungan tidak membutuhkan banyak waktu sehingga penimbunannya kembali dapat dilaksanakan segera setelah peletakan pipa. Pipa tipe C sangat kedap terhadap air dan *settlement* (penurunannya) sangat kecil.



Gambar 3. 26 Pipa Tipe C

B. Pipa Span Socket

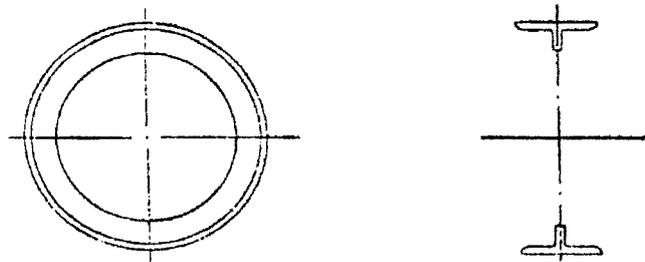
Pipa span socket yang disingkat dengan pipa SP distandarisir oleh JIS berdiameter sampai 600 mm dan 1000 mm. Untuk penyambungannya digunakan adonan mortar. Kekuatan tekanan luarnya sama dengan pipa beton sentrifugal kelas 1. Jenis pipa ini biasanya digunakan pada inlet air buangan.



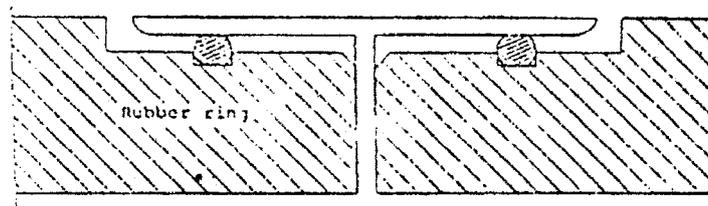
Gambar 3.27 Pipa Span Dengan Socket

C. Pipa Beton Bertulang Untuk Metode Jacking

Pipa ini diterapkan dalam pekerjaan konstruksi jacking. Lebih tebal dibandingkan dengan pipa – pipa biasa, gunanya adalah agar tahan terhadap gaya dorong pada saat melakukan jacking.



Gambar 3.28 Bentuk Pipa Standar

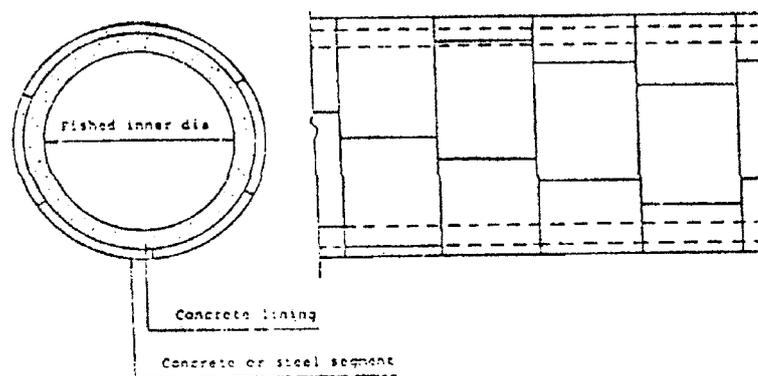


Gambar 3.29 Collar Baja

3.5.2.2 Pipa Beton Bertulang Cast in Place

Pipa ini digunakan bila kondisi lapangan tidak memungkinkan bagi pipa beton cetakan pabrik atau bila dibutuhkan pipa besar atau pipa berbentuk khusus atau pipa berkekuatan besar. Bentuk penampang yang umum digunakan adalah berbentuk empat persegi (*box culvert*), namun ada juga yang berbentuk tapal kuda dan bulat telur.

Contoh lain yaitu pipa untuk Shield tunneling, terdiri dari penutup utama (segmen beton atau baja) dan penutup sekunder (lining beton). Untuk pekerjaan ini yang umumnya dibuat adalah yang berpenampang bulat (lingkaran).



Gambar 3.30 Potongan Melintang untuk Shield Tunneling (Lingkaran)

3.5.3 Pipa Asbestos Cement

Pipa Asbeston Cement biasanya berbentuk bulat, berdiameter sampai 2 m.

Keuntungan menggunakan pipa ini antara lain :

- Ringan dan mudah memasangnya
- Kekasaran dinding/koeffisien geseknya kecil
- Kedap terhadap air
- Sambungannya kuat (menggunakan sambungan cincin karet)
- Harganya murah
- Lebih panjang dari pipa jenis lain (mengurangi jumlah sambungan)

3.5.4 Pipa Baja, Cast Iron dan Ductile Iron

Jenis pipa ini mahal dan berat, harus diberi bahan pelindung pencegah karat. Digunakan hanya untuk keperluan tertentu misalnya untuk siphon, penyeberangan sungai dan lain – lain.

3.5.5 Pipa PVC (*Polyvinil Chloride*)

Pipa Polyvinil Chloride yang disingkat dengan pipa PVC berdiameter nominal mulai 100 mm sampai dengan 800 mm dengan panjang pipa 4 m. Untuk penyambungan pipa ini digunakan dua macam socket yaitu Cincin dan Perekat karet.

Ciri – ciri khusus pipa PVC :

- Memerlukan landasan pasir agar fleksibilitas pipa dapat terjamin
- Kerapatan air yang tinggi pada setiap sambungan dapat menjamin tercegahnya rembesan air tanah
- Daya tahan yang tinggi terhadap bahan alkalis dan asam
- Mudah dalam penanganan dan pengerjaannya karena ringan

Karakteristik ini sangat cocok untuk sistem pipa terpisah. Namun harus diingat dan dihindarkan jika pipa PVC digunakan pada tempat dimana terdapat larutan/bahan organik berkonsentrasi tinggi dan temperatur air yang tinggi dan mengalir dalam waktu yang cukup lama.

3.5.6 Pipa Plastik

Pipa ini terbuat dari campuran serat gelas dengan resin polyester, dengan diameter nominal mulai dari 200 mm sampai dengan 2000 mm. Untuk penyambungannya digunakan socket dengan cincin karet.

3.6 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
- b. Konvensional sewerage
- c. Small bore sewer
- d. Shallow sewer (kemiringan / slope kecil)

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

Sstem ini sangat mahal dan tidak mungkin diterapkan pada masyarakat dengan tingkat penghasilan yang rendah. Sebagai contoh bank dunia telah melakukan studi mendapatkan kenyataan bahwa biaya investasi untuk konvensional sewerage di delapan kota besar di negara berkembang bervariasi antara US \$ 600 s/d US \$ 4000 (harga tahun 1978) per rumah tangga dengan biaya tahunan (biaya-biaya perbaikan, biaya operasi dan pemeliharaan, biaya kebutuhan air bersih untuk penggelontoran) antara US \$ 150 s/d US \$ 650 per rumah tangga. Kebutuhan biaya sebesar ini jelas tidak mungkin dipikul oleh masyarakat, mengingat penghasilan mereka setahun kurang dari US \$ 500,- dan sering dibawah US \$ 200,-

c. Small Bore Sewer

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 (*convensional 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

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 (tidak perlu loan).

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.

3.7 Small Bore Sewer

Sistem small bore sewer dirancang untuk menampung air limbah yang berasal dari rumah tangga untuk diolah secara terpusat dan kemudian dibuang ke perairan (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. Benda-benda padat yang terkumpul tersebut di dalam tangki akan dibuang secara periodik.

Pengumpulan air limbah dengan cara ini mempunyai 4 keuntungan utama, yaitu :

1. mengurangi keperluan air

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.

Karena sistem small bore sewer sudah dirancang untuk menerima air limbah tanpa adanya benda-benda padat, maka sistem pompa dan bak kontrol dapat berkurang.

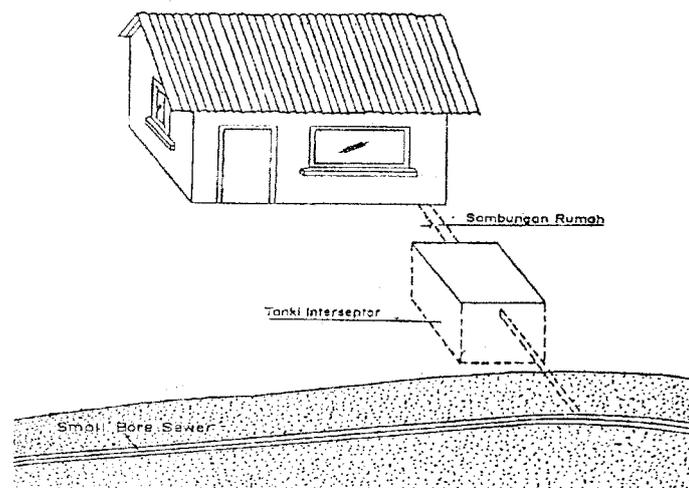
4. mengurangi biaya pengolahan

penyaringan, pemakaian pasir dan pengendapan awal dengan pengolahan secara kolam anaerob tidak diperlukan lagi, karena hal ini sudah terjadi pada tangki interseptor.

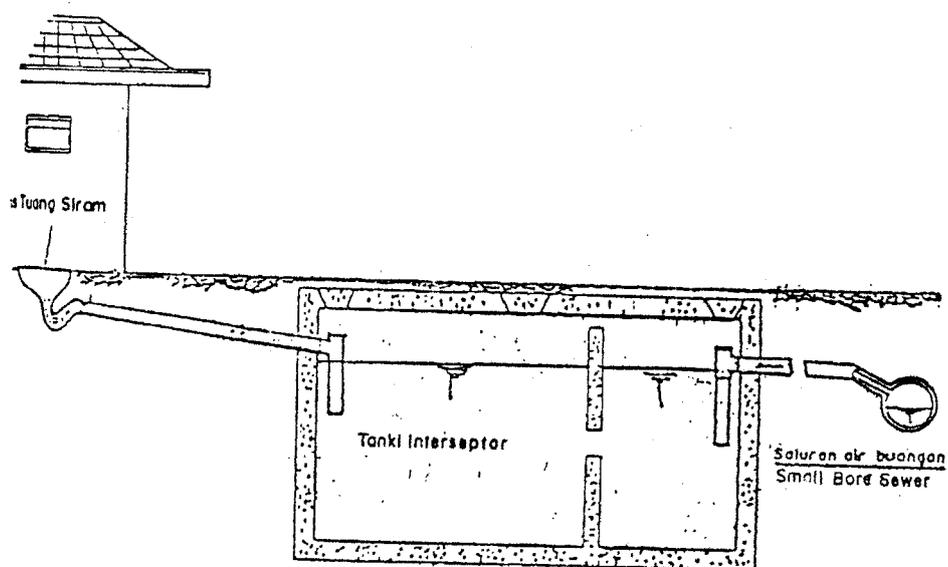
Sistem small bore sewer menyajikan suatu fasilitas sanitasi yang ekonomis tingkat pelayanannya dapat diperbandingkan dengan sistem konvensional sewerage. Hal ini disebabkan biaya konstruksi dan pemeliharaan serta kemampuan berfungsi dengan air, maka small bore sewer dapat diterapkan dimana konvensional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

Kelemahan utama small bore sewer adalah keperluan untuk mengangkat dan membuang zat-zat padat dari setiap tangki interseptor secara periodik.

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.



Gambar 3.31 Diagram Skematik Sistem Small Bore Sewer



Gambar 3.32 Typical Lay Out Small Bore Sewer

3.7.1 Komponen-Komponen Sistem

Sistem small bore sewer terdiri dari beberapa komponen :

- a. Sambungan rumah
- b. Tangki interseptor
- c. Pipa beserta perlengkapannya
- d. Instalasi pengolahan
- e. Pipa pelepas udara
- f. Stasiun pompa

- a. Sambungan rumah

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.

- b. Tangki interseptor

Tangki interseptor adalah suatu tangki yang kedap air dan dibenamkan di dalam tanah. Dirancang untuk mampu menerima air limbah untuk 12 sampai 24 jam dan menghilangkan benda-benda terapung dan terbenam dari aliran. Perlu diperhitungkan volume tambahan terhadap zat-zat terapung dan terbenam. Zat-zat ini akan diangkat secara periodik melalui lubang yang tersedia. Normalnya septik tank dapat dipakai sebagai tangki interseptor.

c. Pipa-pipa

Pipa-pipa terbuat dari pipa-pipa PVC dengan diameter minimum 100 mm yang ditanam dengan kedalaman yang cukup untuk mengumpulkan air limbah dari rumah secara gravitasi tidak seperti pipa konvensional, small bore sewer tidak perlu diletakkan pada suatu kemiringan yang seragam. 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.

d. Bak kontrol dan lubang pembersihan

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.

e. Pipa pelepas udara (*Vent*)

Pipa harus dilengkapi dengan pipa pelepas udara untuk mempertahankan kondisi bebas alir. Pipa pelepas udara di dalam rumah tangga harus diplambing dengan baik, kecuali bila kemiringan berkelok-kelok. Didalam kasus ini vent harus dipasang pada titik tertinggi jalur pipa.

f. Stasiun pompa

Stasiun pompa 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 (*Cluster*) ke sistem perpipaan, sedangkan stasiun pompa utama ditempatkan dijalur pipa yang melayani semua sambungan di dalam satu area pelayanan yang luas (*drainage basin*).

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” (*effluent drains*) seperti sudah meluas dipakai di negara australia.

3.7.2 Tujuan esensial dari sistem ini :

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

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

3.8 Shallow Sewer

3.8.1 Gambaran umum sistem shallow sewer

Sistem shallow sewer dirancang untuk menerima semua jenis air limbah yakni : tinja manusia, air pembilas wc, air limbah dari dapur, kamar mandi, bekas air cucian untuk dialirkan ketempat pengolahan atau pembuangan. Sistem ini terdiri pipa-pipa berdiameter kecil (100 s/d 200 mm) yang diletakan pada daerah atau lokasi yang datar dan bebas dari kesibukan-kesibukan lalu lintas yang padat. Biasanya ditempatkan pada tanah-tanah kosong, baik didaerah yang sudah terbangun dengan perencanaan maupun daerah pemukiman yang belum terencana. Lokasi ini memungkinkan peletakan pipa dengan galian yang dangkal dengan bak kontrol yang kecil sepanjang jalur pipa pada jarak tertentu sehingga meningkatkan kemudahan untuk pemeliharannya. Shallow sewer dirancang untuk digelontor secara periodik melalui semua sambungan rumah tangga yang ada dalam suatu kelompok (blok) pelayanan.

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 (*convensional sewer*)

- b. Disatukan dalam suatu tangki septik komunal dan dengan small bore sewer dialirkan ke kolam stabilisasi atau instalasi pengolahan lainnya.
- c. Dibuang langsung ke suatu pengolahan air limbah.

Pilihannya terletak pada spesifikasi lokasinya. Kedalaman galian dari jaringan pipa dapat dipertahankan dengan menempatkannya di jalan yang tidak terlalu besar beban lalu lintasnya misalnya jalan setapak.

Bilamana tidak mungkin menghindari beban kendaraan karena jaringan memotong jalan maka jaringan pipa harus dilindungi dengan lapisan penahan semen.

3.8 2 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.

3.8.3 Keuntungan dari sistem

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 dicapai. Pengurangan ini bisa mencapai sampai 50 % dalam suatu tata letak jaringan yang efisien.

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

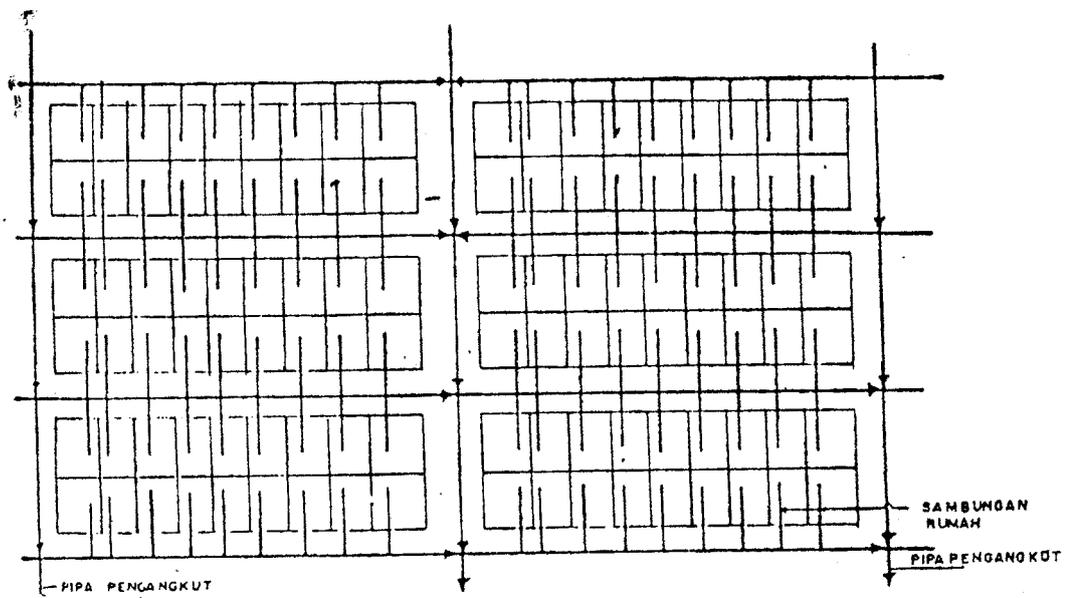
Dengan memakai diameter pipa yang kecil ini maka tidak diperlukan lagi peralatan mekanik untuk pembersihan dan pemeliharaan yang mungkin belum tersedia di negara berkembang.

5) Mengurangi peralatan pemeliharaan

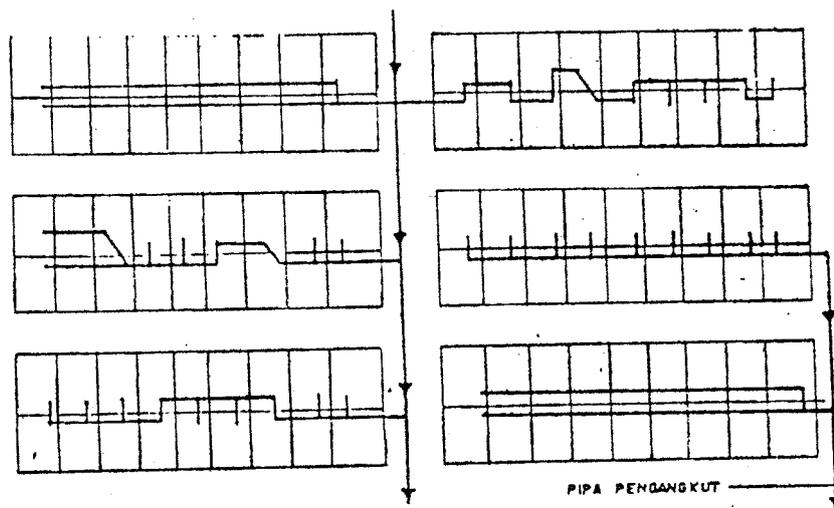
Akibat tingkat pengaliran air limbah yang tinggi, maka tidak perlu lagi peralatan pemeliharaan yang mahal. Berbeda dengan peralatan yang dibutuhkan untuk konvensional sewer.

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.



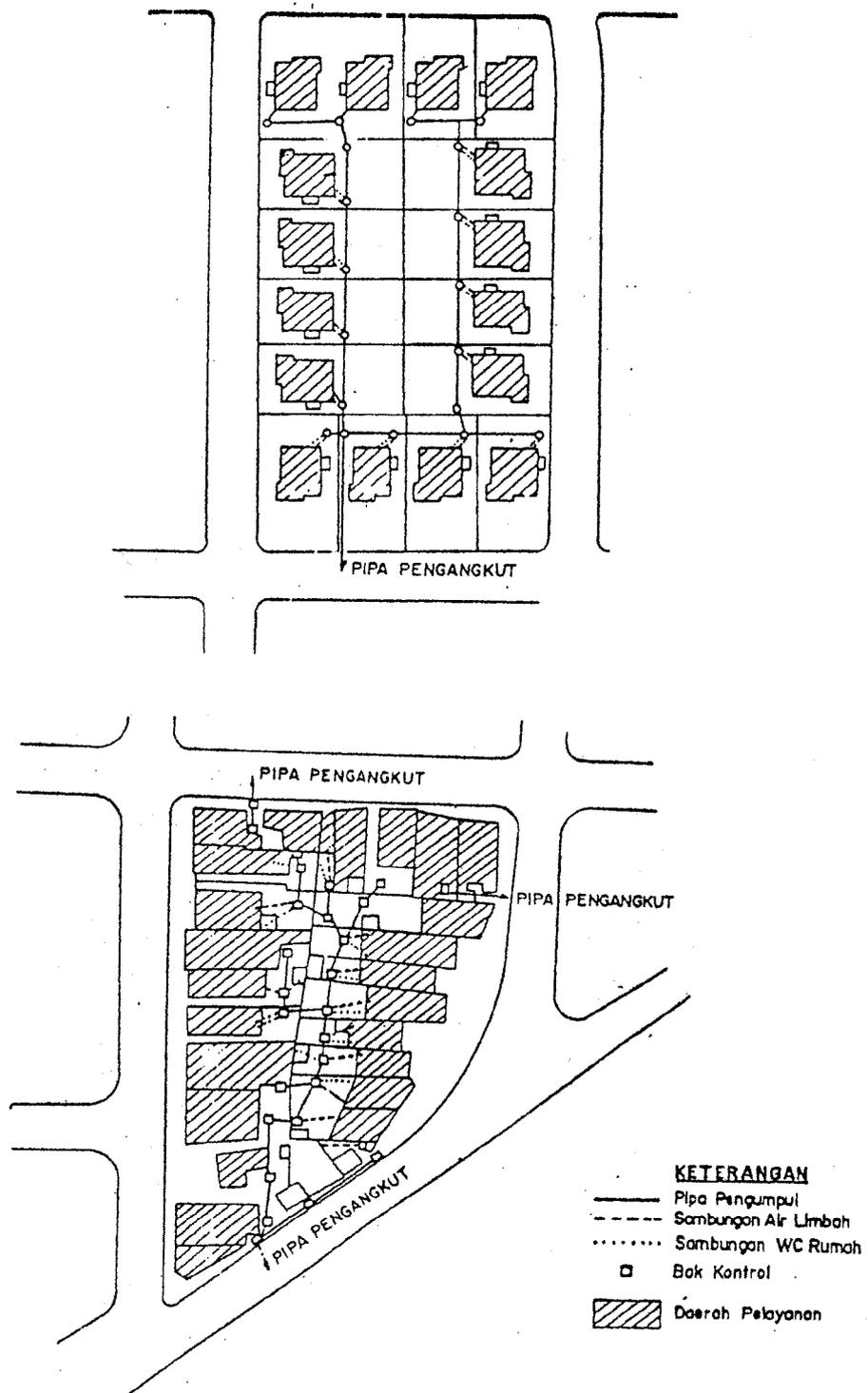
RENCANA TAPAK KONVENSIONAL SEWER



RENCANA TAPAK SHALLOW SEWER

Gambar 3.33 Rencana Tapak Skematik Konvensional Sewer Dan Shallow

Sewer



Gambar 3.34 Rencana Tapak Jaringan Pengumpul Dan Sambungan Rumah Untuk Daerah Pemukiman Terencana Dan Pemukiman Belum Terencana

3.8.4 Komponen –Komponen Sistem

Sistem shallow sewer terdiri dari beberapa komponen berikut :

- a. Sambungan rumah (HC)
- b. Bak kontrol (IC)
- c. Jaringan pipa pengumpul (*Common blok sewer line*)
- d. Jaringan pipa pengangkut
- e. Stasiun pompa
- f. Instalasi pengolahan air limbah

Stasiun pompa diperlukan hanya dalam kasus – kasus penting seperti pipa air limbah tidak dapat lagi mengikuti kemiringan yang ada atau daerah terlalu datar.

- a. Sambungan Rumah

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

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

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.

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.

3.8.5 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 teganang 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.

3.9 Pengolahan Air Limbah Domestik Secara Biologis

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

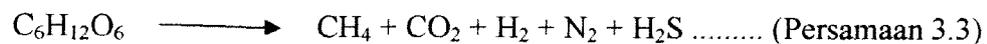
Proses biologis yang tanpa melibatkan oksigen didalamnya.

Karakteristik pengolahan anaerobik antara lain sebagai berikut :

1. Mampu menerima beban organik yang tinggi persatuan volum reaktornya sehingga volume reaktornya cenderung lebih kecil dibandingkan dengan proses aerobik.
2. Tanpa energi untuk prosesnya tetapi, dapat menghasilkan energi.
3. Menghasilkan surplus lumpur yang rendah
4. Pertumbuhan mikroba yang lambat
5. Membutuhkan stabilitas pH pada daerah netral (6,5-7,5)

Pada dekomposisi anaerobik hasil proses penguraian bahan organik memproduksi biogas yang mengandung metana (CH₄) sekitar (50 – 70 %), CO₂ sekitar (25 – 45 %) dan sejumlah kecil unsur H₂, N₂, H₂S (Ye-Shi Cao, 1994).

Reaksinya dapat dijelaskan sebagai berikut :



Mikroorgansime

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 (CH₄) yaitu :

- **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.

- **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.

- **Proses pembentukan asam (*fermentasi metana (CH₄)*)**

Proses ini sebagai fase pembentukan gas metana baik dari senyawa asetat maupun dari H₂ dan CO₂. 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.

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

Proses penguraian yang terjadi yang dilakukan oleh mikroorganisme itulah yang diharapkan terjadi sehingga kadar bahan organik yang terkandung dalam air limbah dapat diturunkan. Dalam hal ini peran mikroorganisme sebagai subjek 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
- O₂
- Suhu yang ideal

3.10 Bahan Organik Dalam Air Buangan

Air buangan merupakan zat yang terdiri dari berbagai macam zat-zat organik maupun zat kimia. Oleh karena itu untuk mengetahui parameter-parameter apa saja yang terkandung dalam air buangan sangatlah sulit karena memerlukan pengujian yang sangat banyak dan memerlukan biaya yang cukup besar. Oleh karena itu dalam penelitian ini dibatasi dalam meneliti hanya

parameter COD (*Chemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*) dan Amonium.

3.10.1 COD (**C**hemical **O**xxygen **D**emand)

COD adalah jumlah oksigen (mg O_2) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam 1 liter sampel air, dimana pengoksidasian $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ digunakan sebagai sumber oksigen (*Oxidizing agent*) Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi oleh mikrobiologi, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air. COD digunakan untuk menghitung kadar bahan organik dalam air buangan dan air alami. Equivalent oksigen dari bahan organik yang dapat dioksidasi dihitung dengan menggunakan bahan kimia oksidator kuat dalam media asam. Kadar COD air buangan secara umum lebih besar dari BOD karena lebih banyak senyawa dapat dioksidasi secara kimia daripada biologis.

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

Tabel 3.4 Perbandingan Rata-rata angka BOD_5 / COD untuk beberapa jenis air

Jenis Air	BOD_5 / COD
Air buangan domestik	0,4 – 0,6
Air buangan domestik setelah pengendapan primer	0,6
Air buangan domestik setelah pengolahan biologis	0,2
Air sungai	0,1

(Sumber : Metode Penelitian Air)

3.10.2 BOD (*Biological Oxygen Demand*)

Biological Oxygen Demand (BOD) atau Kebutuhan Oksigen biologis (KOB) adalah suatu analisa empiris yang mencoba mendekati secara global proses-proses biologis yang benar-benar terjadi di dalam air. Angka BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan (mengoksidasi) hampir semua zat organik yang terlarut dan sebagian zat-zat organik yang tersuspensi dalam air.

Pemeriksaan BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran akibat air buangan penduduk atau industri, dan untuk mendesain sistem-sistem pengolahan biologis bagi air yang tercemar tersebut. Penguraian zat organik adalah peristiwa alamiah, kalau sesuatu badan air dicemari oleh zat organik, bakteri dapat menghabiskan oksigen terlarut dalam air selama proses oksidasi tersebut yang bisa mengakibatkan ikan-ikan dalam air dan keadaan menjadi *anaerobik* dan dapat menimbulkan bau busuk pada air tersebut.

Jenis bakteri yang mampu mengoksidasi zat organik, yang berasal dari sisa tanaman dan air buangan penduduk, berada pada umumnya di setiap air alam. Jumlah bakteri ini tidak banyak di air jernih dan air buangan industri yang mengandung zat organik. Pada kasus ini pasti perlu ditambahkan benih bakteri. Untuk oksidasi/penguraian zat organik, terutama di beberapa jenis air buangan industri yang mengandung misalnya fenol, detergen, minyak, dan sebagainya bakteri harus diberikan waktu beberapa hari untuk adaptasi melalui kontak dengan air buangan tersebut sebelum dapat digunakan sebagai benih pada analisa BOD air tersebut.

Sebaliknya beberapa zat organik maupun inorganik dapat bersifat racun terhadap bakteri (misalnya sianida, tembaga) dan harus dikurangi hingga batas yang diinginkan. Derajat keracunan ini juga dapat diperkirakan melalui analisa BOD.

3.10.3. Zat Padat

Dalam air alam ditemui dua kelompok zat, yaitu *zat terlarut* (seperti garam dan molekul organis) dan *zat padat tersuspensi dan koloidal* (seperti tanah liat, kwarts). Perbedaan pokok antara kedua kelompok zat ini ditentukan melalui ukuran/diameter partikel-partikel tersebut.

Perbedaan antara kedua kelompok zat yang ada dalam air alam cukup jelas dalam praktek, namun kadang-kadang batasan itu tidak dapat dipastikan secara definitif. Dalam kenyataan suatu molekul organis polimer tetap bersifat zat yang terlarut, walaupun panjangnya lebih dari 10 μm sedangkan beberapa jenis zat padat koloid mempunyai sifat dapat bereaksi seperti sifat zat-zat yang terlarut.

Analisa zat padat dalam air sangat penting dalam penentuan komponen-komponen air secara lengkap, juga untuk perencanaan dan pengawasan proses-proses pengolahan dalam bidang air minum maupun air buangan.

Jenis partikel koloid tersebut adalah penyebab kekeruhan dalam air 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 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 di antara 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 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 non organis. Zat padat tersuspensi sendiri dapat diklasifikasikan sekali lagi menjadi 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 solid).

3.11 pH

pH menunjukkan kadar asam atau basa dalam suatu larutan, melalui konsentrasi (aktivitas) ion hidrogen H^+ . Ion hidrogen merupakan faktor utama untuk mengerti reaksi kimiawi dalam ilmu teknik penyehatan karena :

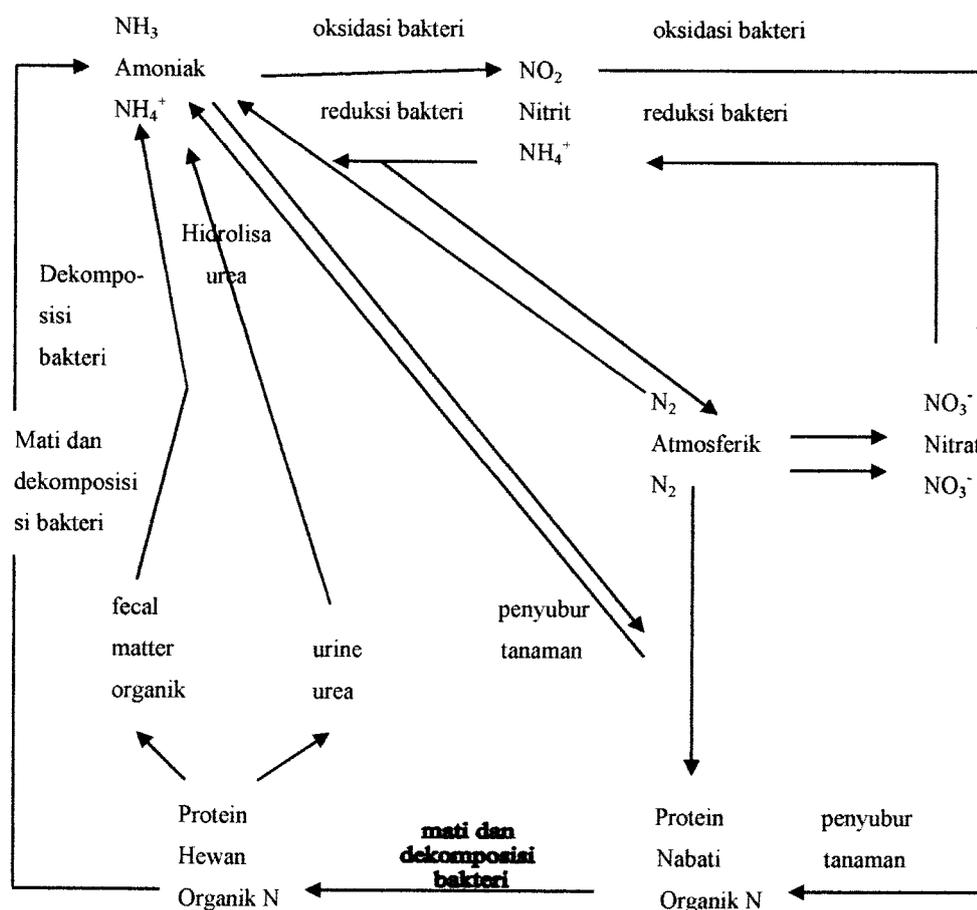
- H^+ selalu ada dalam keseimbangan dinamis dengan air/ H_2O yang membentuk suasana untuk semua reaksi kimiawi yang berkaitan dengan masalah pencemaran air dimana sumber ion hidrogen tidak pernah habis.
- H^+ tidak hanya merupakan unsur molekul H_2O saja tetapi juga merupakan unsur banyak senyawa lain, hingga jumlah reaksi tanpa H^+ dapat dikatakan hanya sedikit saja.

Lewat aspek kimiawi, suasana air juga mempengaruhi hal lain, misalnya kehidupan biologi dan mikrobiologi. Peranan ion hidrogen tidak penting jika zat pelarut bukan air melainkan molekul organik seperti alkohol, bensin (hidrokarbon) dan lain-lain.

Sebelum abad ke-19, asam dan basa dibedakan menurut rasanya (rasa asam atau seperti rasa sabun). Pada abad ke-18 sudah diketahui bahwa semua asam mengandung hidrogen H^+ dan semua basa mengandung hidroksil OH^- . Juga teori ionisasi Arrhenius (1887) asam dianggap sebagai sesuatu molekul yang dapat memisahkan diri menjadi ion H^+ dan sisa asam. Molekul yang memisah secara total adalah asam kuat dimana semua ion H^+ memang terpisah dan “tersedia” dalam larutan (HCl , H_2SO_4 , dan lain-lain). Asam lemah tidak memisah secara penuh, dan kadar ion H^+ yang “tersedia” lebih sedikit (asam asetat, asam sitrat, dan lain-lain). Namun demikian, definisi praktis asam telah diperluas, yaitu juga yang dianggap sebagai asam adalah semua senyawa yang bereaksi dengan H_2O dan membuat H^+ (berasal dari H_2O).

3.12 Amoniak (NH_3)

Amoniak merupakan hasil dekomposisi dalam bentuk bebas sebagai NH_3 maupun dalam bentuk ion amonium (NH_4^+) yang masuk ke lingkungan kita dan makhluk yang mati diikuti dekomposisi bakteri dari protein hewani maupun nabati, dekomposisi dari kotoran binatang dan manusia serta reduksi nitrit ke amoniak, seperti terlihat dalam gambar 3.35. (Tchobanoglous dan Burton, 1983).



Gambar 3.35 Skema siklus nitrogen
(Tchobanoglous dan Burton, 1983).

Amoniak merupakan nitrogen yang menjadi NH_4^+ pada pH rendah dan disebut Amonium. Amoniak sendiri berada dalam keadaan tereduksi (-3). Keseimbangan ion NH_4^+ dengan gas amoniak di dalam air, dinyatakan sebagai berikut :

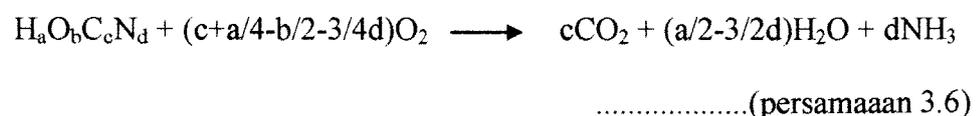


Amoniak dapat larut dengan cepat di air. Gas amoniak bereaksi dengan air membentuk amonium hidroksida dengan melepaskan panas yang tinggi. Perubahan amoniak menjadi amonium dan ion hidroksida berlangsung dengan cepat dan cenderung menaikkan pH larutan (limbah). Reaksi bolak-balik dari perubahan tersebut,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



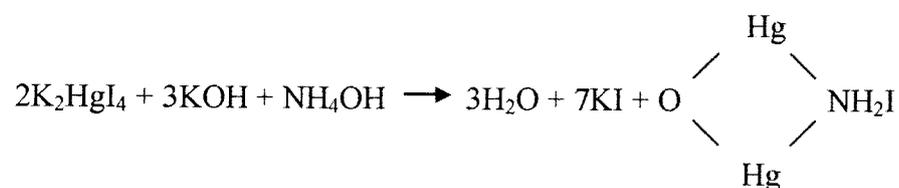
Perbandingan ion amoniak dengan molekul amonium hidroksida adalah merupakan fungsi pH. Dalam pH 7 amoniak lebih banyak berbentuk ion amonium. (Tchobanoglous dan Burton, 1983).

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



.....(Persamaan 3.7)

3.12.2 Sumber Amoniak

Amoniak dalam air permukaan dapat berasal dari

1. Air seni (*urine*)

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

2. Tinja (*feces*)

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

3. Oksidasi zat organik secara mikrobiologis yang berasal dari air alam.

4. Dipengaruhi oleh bentuk teroksidasi dan tereduksi unsur-senyawa dalam wetlands pada potensial Redoks Transformasi.

3.12.3 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 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 NH_4^+ menjadi NO_3^- mempergunakan oksigen terlarut dengan jumlah besar
4. NH_3 dan NO_3^- dengan konsentrasi rendah bertindak sebagai nutrisi.

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Langkah-langkah Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan kuisisioner, observasi lapangan dan wawancara. Langkah-langkah penelitian dilakukan sesuai dengan diagram alir pada gambar 4.1.

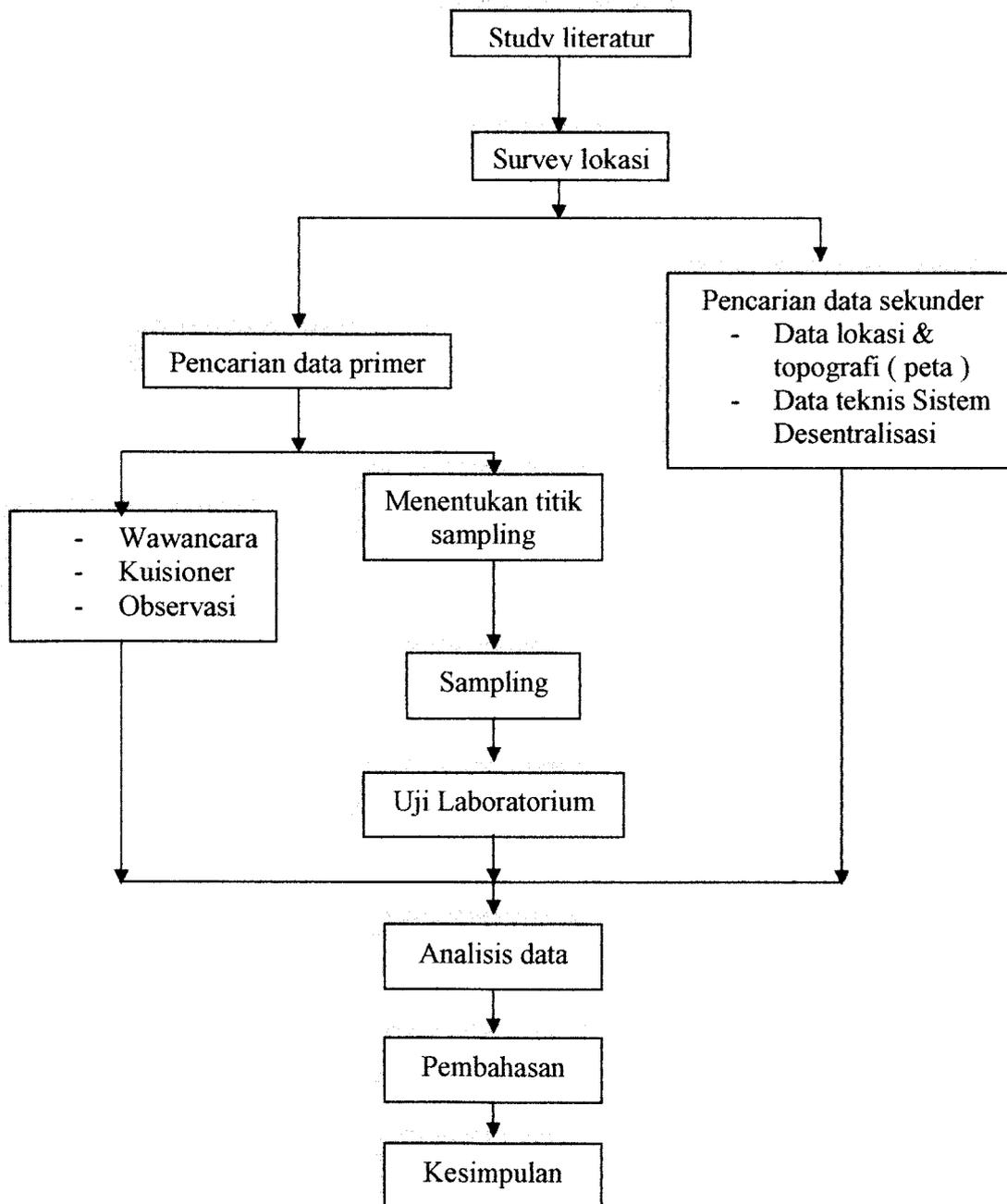
4.1.1 Studi literatur

- Metodologi penelitian
- Karakteristik air buangan domestik; konstituen-konstituen yang dominan.
- Studi literatur Sistem Pengolahan Air Buangan Terdesentralisasi

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 klimatologi ; data teknis Sistem Penyaluran Air Buangan (SPAB) Sistem Terdesentralisasi di Daerah RW 16 Wirogunan Mergangsan Jogjakarta.



Gambar 4.1. Diagram Alir Penelitian

4.1.2.2 Pengumpulan data primer

Data primer yang diperlukan meliputi kualitas parameter kimia, fisik Sistem Penyaluran Air Buangan secara komunal pada air buangan domestik

- parameter kimia : COD dan amonium
- parameter fisik : TSS

Metode Analisis laboratorium dengan menggunakan :

1. Analisa COD (*Chemical Oxygen Demand*) : SNI M-70-1990-03
2. Analisa TSS (*Total Suspended Solid*) : SNI 06-6989.3-2004
3. Analisa amonium : SNI M-48-1990-03

Sedangkan analisis data untuk sampel air menggunakan analisis statistik.

Data lain mengenai pengelolaan didapatkan melalui kuisisioner, observasi dan wawancara dengan pihak terkait. Pengolahan data kuisisioner dilakukan dengan menggunakan analisis deskriptif.

4.2 Metodologi Pengambilan data

Lokasi pengambilan sampel pada outlet saluran air buangan di daerah Wirogunan, Jogjakarta berupa studi lapangan. Pengambilan sampel dilakukan dengan cara menampung air buangan yang keluar dari saluran dengan dengan botol untuk kemudian dibawa ke laboratorium untuk analisis parameter fisis-kimia. Pengambilan sampel direncanakan dilakukan selama dua hari dengan range waktu selama dua jam.

Untuk penelitian sampel direncanakan dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan, Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Metode penyebaran kuisioner dilakukan secara *disproportionate stratified random sampling* yaitu pengambilan sampel dari anggota populasi secara acak dan berstrata tetap sebagian ada yang kurang proporsional pembagiannya, metode ini dilakukan karena anggota populasi bersifat heterogen/tidak sejenis (Riduwan,2004). Strata sampling berdasarkan pada perbedaan tingkat ekonomi. Jumlah kuisioner yang digunakan adalah dihitung dengan rumus (Surakhmad, 1994:100):

$$S = 15\% + \frac{1000 - n}{1000 - 100} \cdot (50\% - 15\%) \dots\dots\dots \text{pers. (2)}$$

dimana :

S = Jumlah sampel yang diambil

n = Jumlah anggota populasi

Jumlah populasi dalam hal ini adalah jumlah KK yang dilayani oleh sistem komunal yaitu sebanyak 68 KK sehingga nilai n dalam perhitungan adalah 68.

Perhitungan :

$$S = 15\% + \frac{1000 - 68}{1000 - 100} \cdot (50\% - 15\%)$$

$$S = 51,24 \%$$

Jadi, jumlah sampel sebesar $68 \times 51,24 \% = 34,84 \approx 35$ responden

4.3 Waktu Penelitian

Penelitian tugas akhir dilakukan pada bulan Agustus 2005 sampai dengan Januari 2006 atau sesuai dengan periode tugas akhir tahun ajaran 2005/2006.

4.4 Variabel Penelitian

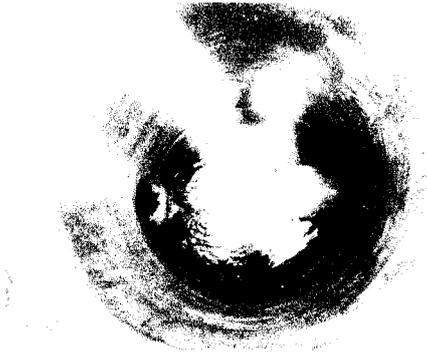
Sistem penyaluran dan pengolahan air buangan dengan parameter uji COD (*Chemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*), dan Amonium dalam sistem pengelolaan air buangan.

4.5 Bahan yang diteliti

Air buangan domestik pada manhole terakhir dari rumah tangga dan outlet saluran air buangan di daerah RW 16 Wirogunan Mergangsan Jogjakarta.

4.6 Lokasi penelitian

Lokasi pengambilan sampel air limbah di Kelurahan Wirogunan Rw 16 Mergangsan Jogjakarta. Jenis sampling terdiri dari sampling air limbah dan sampling kuisioner. Pengambilan sampel air limbah pada inlet (manhole terakhir sebelum reaktor) dan outlet. Untuk penelitian sampel air limbah direncanakan dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Lokasi pengambilan sampel air limbah dapat dilihat pada gambar 4.2 dan 4.3.



Gambar 4.2 Inlet



Sumber : dokumen pribadi

Gambar 4.3 Outlet

BAB V

ANALISA DAN PEMBAHASAN

5.1. Analisa Data

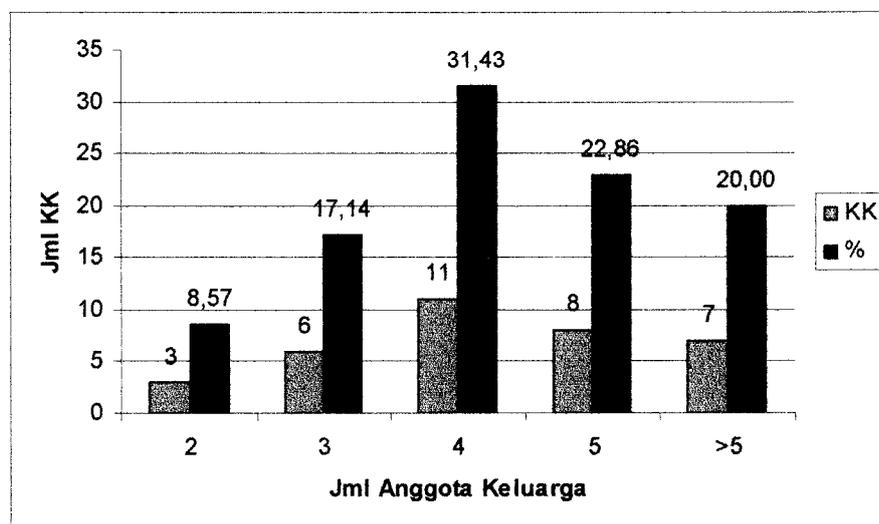
5.1.1. Kependudukan (Kuisisioner, Observasi dan Wawancara)

Data diperoleh melalui wawancara, observasi dan pembagian kuisisioner terhadap responden (warga RW 16 Kelurahan Wirogunan) dengan jumlah responden sebanyak 35 KK. Metode yang digunakan adalah *disproportionate stratified random sampling*. Dari pencarian data diperoleh hasil berupa data sosial kemasyarakatan seperti jumlah anggota keluarga, pekerjaan, pendapatan, tingkat pendidikan, dan sebagainya. Untuk selanjutnya dalam bab ini akan disajikan analisa data tersebut untuk memperoleh suatu kesimpulan yang mana dalam hal ini untuk mengetahui jawaban dari tujuan penelitian yaitu mengetahui kondisi dan masalah yang timbul dalam sistem pengelolaan. Analisis data dilakukan dengan metode analisa deskriptif dimana data disajikan dalam bentuk tabel kemudian dilanjutkan dengan grafik. Untuk selanjutnya akan dijelaskan sebagai berikut :

5.1.1.1. Jumlah anggota keluarga

Jumlah anggota keluarga mempunyai pengaruh dalam jumlah limbah cair yang dihasilkan oleh suatu rumah tangga. Banyaknya jumlah anggota keluarga responden dapat dilihat pada gambar 5.1.

Dari gambar 5.1 dapat diketahui bahwa jumlah anggota keluarga untuk tiap-tiap responden berbeda-beda. Dari 35 responden diketahui untuk keluarga dengan jumlah anggota 2 orang sebanyak 3 KK atau 8,57 %. Untuk keluarga dengan jumlah anggota 3 orang ada 6 KK atau 17,14 %, sedangkan keluarga dengan jumlah anggota 4 orang ada 11 KK atau 31,43 %, kemudian untuk keluarga dengan jumlah anggota 5 orang sebanyak 8 KK atau 22,86 %, dan keluarga dengan anggota lebih dari 5 orang sebanyak 7 KK atau 20,00 %.

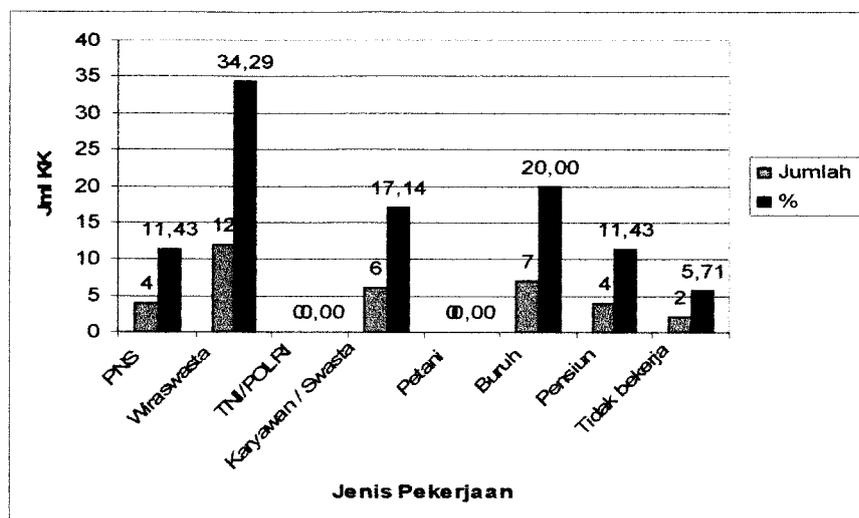


Gambar 5.1 Kelompok responden menurut jumlah anggota keluarga

Berdasarkan data pada gambar 5.1, maka dapat diketahui bahwa rata-rata jumlah anggota keluarga dalam satu KK sebanyak 4 orang (lampiran 2).

5.1.1.2. Pekerjaan

Pekerjaan dari responden mempengaruhi dalam tingkat ekonomi/kesejahteraan keluarga. Jenis pekerjaan dari responden dapat dilihat dalam gambar 5.2.



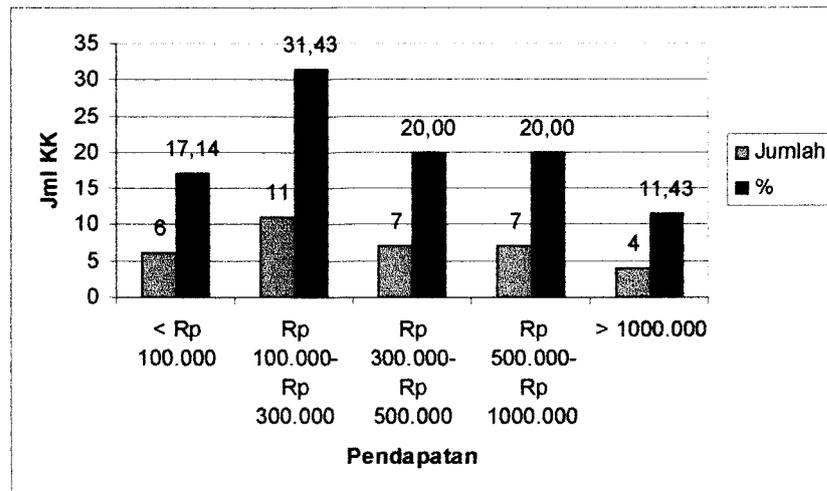
Gambar 5.2 Kelompok responden menurut pekerjaan

Dari gambar 5.2 dapat dilihat bahwa sebagian besar penduduk RW 16 mempunyai pekerjaan sebagai wiraswasta sebanyak 12 KK atau 34,29 %, sedangkan PNS ada 4 KK atau 11,43 %, bekerja sebagai karyawan 6 KK atau 17,14 %, kemudian yang bekerja sebagai buruh sebanyak 7 KK atau 20 %, pensiunan sebanyak 4 KK atau 11,43 % dan yang tidak bekerja ada 2 KK atau 5,71 %.

5.1.1.3. Pendapatan

Pendapatan merupakan tolok ukur yang digunakan oleh seseorang untuk mengetahui tingkat ekonomi. Pendapatan sangat tergantung dari pekerjaan seseorang, hal ini berhubungan dengan jumlah limbah yang

dihasilkan. Tingkat pendapatan dari responden sangat bervariasi, untuk lebih jelasnya dapat diketahui dari gambar 5.3.

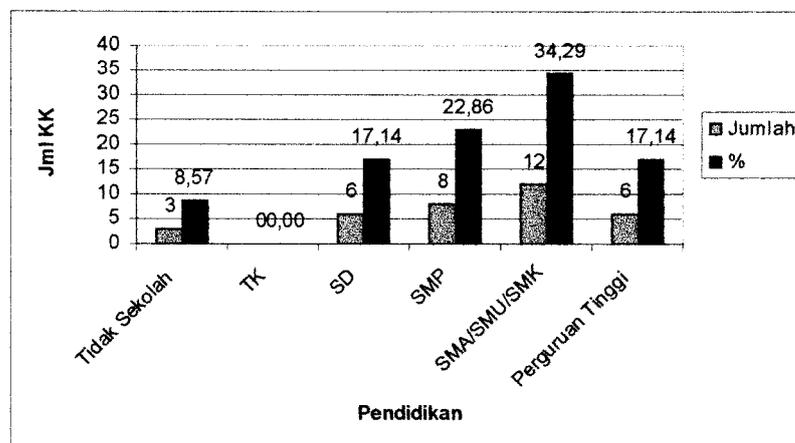


Gambar 5.3 Kelompok responden menurut tingkat pendapatan

Dari gambar 5.3 dapat dilihat bahwa tingkat pendapatan dari responden cukup bervariasi. Kebanyakan dari responden berpenghasilan antara Rp 100.000–Rp 300.000 yaitu sebanyak 11 KK atau 31,43 %, yang berpenghasilan kurang dari Rp 100.000 sebanyak 6 KK atau 17,14 %, sedangkan yang berpendapatan antara Rp 300.000–Rp 500.000 sebanyak 7 KK atau 20 %, kemudian untuk yang berpendapatan antara Rp 500.000–Rp 1.000.000 sebanyak 7 KK atau 20 % dan responden dengan tingkat pendapatan lebih dari Rp 1.000.000 hanya 4 KK atau 11,43 %. Dari data tersebut diperoleh rata-rata penghasilan responden adalah Rp 300.000 – Rp 500.000 (lampiran 2).

5.1.1.4. Tingkat Pendidikan

Tingkat pendidikan seseorang besar pengaruhnya terhadap wawasan/pengetahuan orang tersebut. Semakin tinggi pendidikan seseorang makin tinggi pula pengetahuannya. Dengan demikian semakin kritis orang tersebut terhadap suatu masalah. Oleh karena itu tingkat pendidikan diperlukan untuk mengetahui sejauh mana pengetahuan responden mengenai IPAL dan pengelolaan air limbah di wilayahnya. Tingkat pendidikan dari responden dapat dilihat pada gambar 5.4.



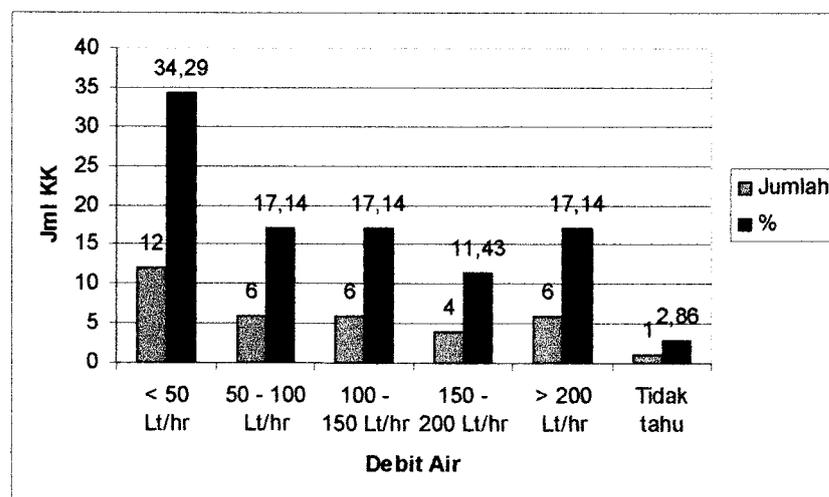
Gambar 5.4 Kelompok responden menurut tingkat pendidikan

Dari gambar 5.4 dapat diketahui tingkatan pendidikan dari responden. Untuk responden yang tidak dapat mengenyam pendidikan adalah sebanyak 3 KK atau 8,57 %, jumlah responden dengan tingkat pendidikan hingga tamat SD sebanyak 6 KK atau 17,14 %, sedangkan responden dengan pendidikan terakhir SMP sebanyak 8 KK atau 22,86 %, kemudian yang berpendidikan terakhir setingkat SMU ada 12 KK atau 34,29 %, dan ada juga responden dengan pendidikan terakhir di perguruan tinggi yaitu sebanyak 6 KK atau 17,14 %. Dari sini dapat diketahui bahwa

tingkat pendidikan yang terbanyak dari responden adalah pendidikan setara SMU. Dengan demikian, ditinjau dari tingkat pendidikan wilayah penelitian merupakan daerah dengan tingkat pendidikan yang cukup tinggi.

5.1.1.5. Tingkat Pemakaian Air Bersih

Tingkat pemakaian air bersih dapat digunakan untuk mengetahui besarnya debit air buangan yang dihasilkan oleh warga di lokasi penelitian. Sumber air bersih warga berasal dari air PDAM untuk sebagian kecil (11 KK), sedangkan sebagian besar warga (24 KK) menggunakan air sumur untuk memenuhi kebutuhan air bersih. Perbedaan kapasitas pemakaian air bersih dari responden dapat dilihat pada gambar 5.5.



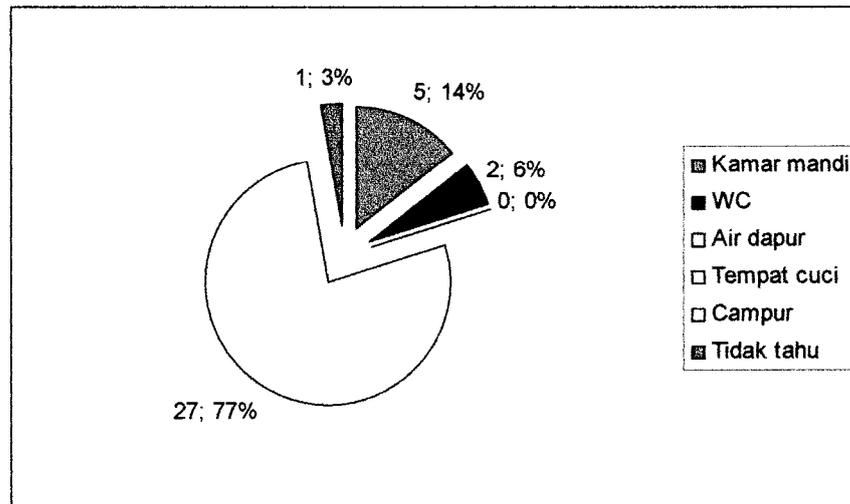
Gambar 5.5 Kelompok responden menurut tingkat konsumsi air bersih

Dari gambar 5.5 jelas terlihat bahwa tingkat pemakaian air terbanyak adalah kurang dari 50 Lt/hr yaitu sebanyak 12 KK atau 34,29 %, sedangkan yang paling sedikit tingkat penggunaan airnya adalah antara

150 – 200 Lt/hr yaitu sebanyak 4 KK atau 11,43 %. Untuk tingkat pemakaian air antara 50 – 100 Lt/hr sebanyak 6 KK atau 17,14 %, demikian juga untuk tingkat pemakaian antara 100 – 150 Lt/hr dan yang lebih dari 200 Lt/hr. Dari perhitungan (lampiran 2), diperoleh rata-rata penggunaan air bersih untuk tiap KK sebanyak 100 – 150 Lt/hr.

5.1.1.6. Jenis Limbah Cair yang Masuk Dalam Saluran Air Limbah

Jenis air limbah yang masuk dalam saluran air buangan diperlukan untuk mengetahui karakteristik air limbah yang dihasilkan oleh warga di lokasi penelitian. Untuk lebih jelasnya, limbah apa saja yang masuk dalam saluran air limbah dapat dilihat dalam gambar 5.6.



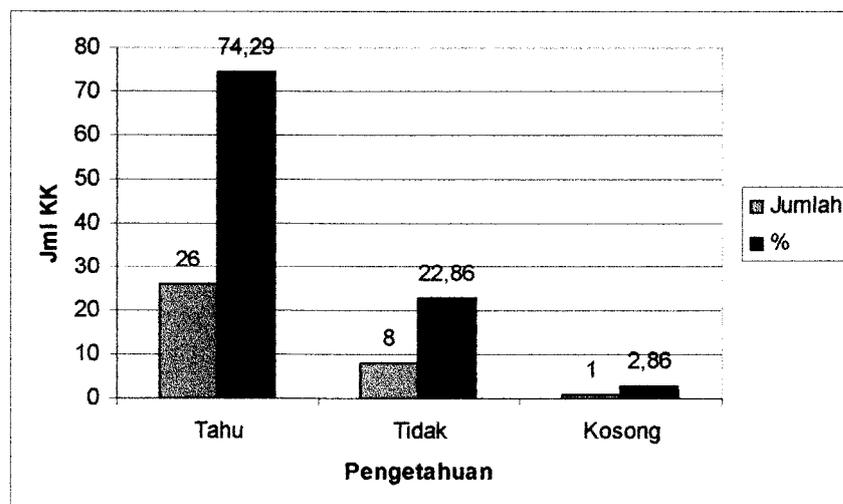
Gambar 5.6 Jenis air limbah yang masuk dalam saluran air limbah

Dari gambar 5.6 sangat terlihat jelas bahwa air limbah yang masuk dalam saluran air buangan adalah semua jenis air limbah yang berasal dari rumah tangga yang diindikasikan dengan jenis air limbah “campur”. Responden yang menjawab campur adalah sebanyak 27 KK atau 77,14 %,

sedangkan yang menjawab dari kamar mandi sebanyak 5 KK atau 14,29 % dan rumah tangga yang hanya membuang jenis air limbah dari WC sebanyak 2 KK atau 5,71 %. Dari sini dapat disimpulkan bahwa kandungan air limbah yang dihasilkan dari rumah tangga adalah campuran dari berbagai kegiatan rumah tangga.

5.1.1.7. Pengetahuan Responden Tentang Adanya IPAL

Responden merupakan subyek yang menggunakan IPAL sebagai sarana sanitasi. Pengetahuan tentang adanya IPAL diperlukan bagi responden untuk menumbuhkan kesadaran tentang pentingnya sarana sanitasi, sehingga responden/warga merasa ikut memiliki sarana yang ada. Dengan demikian warga akan berpartisipasi aktif dalam usaha pengelolaan air buangan dari rumah tangga. Pengetahuan responden tentang adanya IPAL secara deskriptif dapat dilihat pada gambar 5.7.

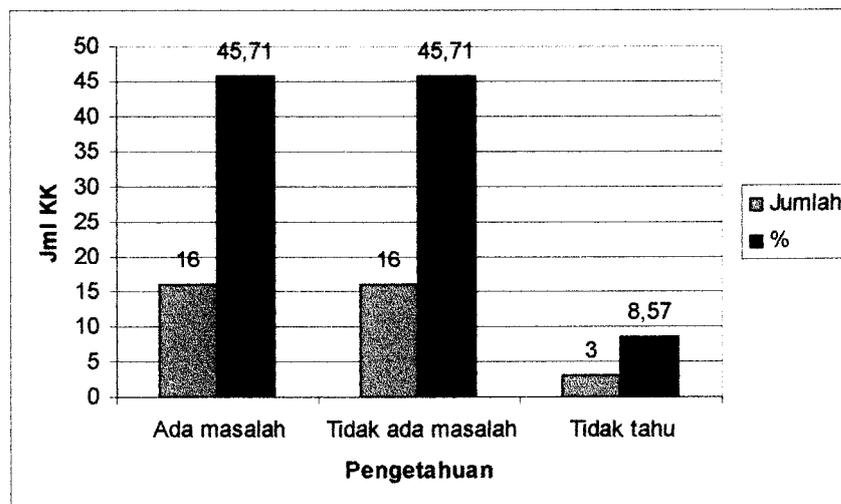


Gambar 5.7 Pengetahuan Responden Tentang Adanya IPAL.

Dari gambar 5.7 dapat dilihat bahwa sebanyak 28 KK atau 74,29 % responden mengetahui adanya IPAL komunal di daerahnya dan hanya 8 KK yang tidak mengetahui adanya IPAL serta satu KK tidak menjawab. Dengan demikian jelas jika kebanyakan dari responden telah mengetahui adanya sarana sanitasi berupa IPAL komunal di daerahnya.

5.1.1.8. Pengetahuan Responden Tentang Adanya Masalah dengan IPAL

Data ini diperlukan untuk mengetahui kondisi sarana sanitasi yang ada, baik sistem penyaluran maupun pengolahannya. Data dapat juga digunakan untuk mengetahui berbagai macam permasalahan dalam sarana sanitasi yang ada, sehingga dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk analisis lebih lanjut. Tingkat pengetahuan responden tentang adanya masalah pada IPAL dapat dilihat pada gambar 5.8.



Gambar 5.8 Pengetahuan Responden Tentang Adanya Masalah dengan IPAL

Dari gambar 5.8 dapat diketahui bahwa jawaban dari responden tentang adanya masalah pada IPAL terlihat adanya kesamaan dalam kuantitas antara yang menjawab ada masalah dengan yang menjawab tidak ada masalah. Setelah dilihat dari jarak responden dengan lokasi IPAL dapat diketahui bahwa kebanyakan yang menjawab tidak ada masalah adalah responden yang berdomisili agak jauh dari lokasi IPAL, sedangkan responden yang dekat dengan IPAL menjawab adanya masalah pada IPAL. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa memang terdapat masalah pada IPAL komunal di daerah tersebut.

Berdasarkan hasil wawancara dengan salah seorang narasumber, diketahui bahwa permasalahan yang terjadi adalah :

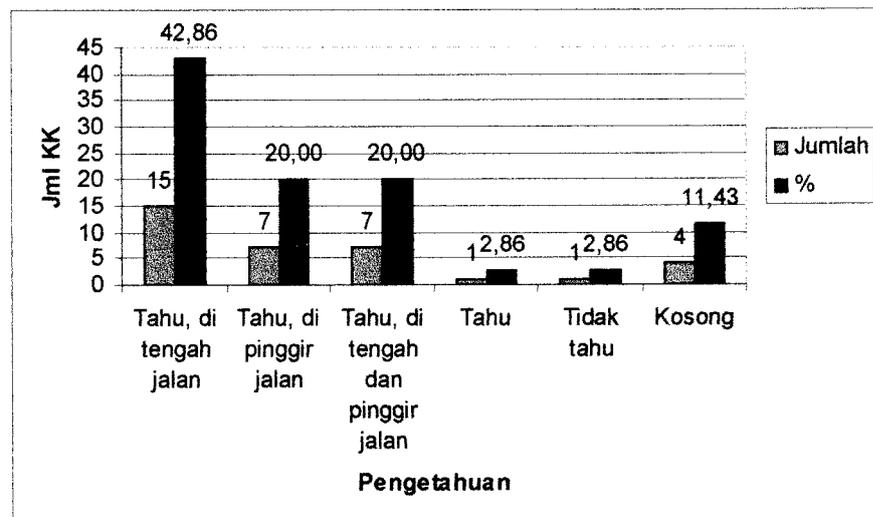
- a. Saluran buntu yang disebabkan oleh kurangnya kesadaran dari warga sehingga membuang benda padat ke dalam saluran, selain itu juga karena adanya padatan pasir dan tanah yang menyumbat saluran.
- b. Manhole atau bak kontrol yang penuh hingga ke permukaan yang disebabkan karena tidak mengalirnya air dari manhole satu ke manhole berikutnya. Hal ini disebabkan karena pelaksana proyek kurang memperhatikan faktor elevasi tanah sehingga kecepatan aliran kurang terpenuhi. Selain itu juga adanya air hujan yang masuk dalam saluran air limbah
- c. Tidak berfungsinya instalasi pengolahan yang berupa UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*), yang disebabkan karena adanya rembesan air dari reaktor menuju bak kontrol sehingga bak kontrol penuh dengan

air. Rembesan ini disebabkan karena konstruksi bangunan yang kurang baik.

- d. Permasalahan pada screen. Screen sering tersumbat sehingga air limbah tidak dapat masuk ke dalam reaktor dan mengakibatkan air pada manhole meluap.

5.1.1.9. Pengetahuan Responden Tentang Letak Saluran Air Buangan

Pengetahuan tentang letak saluran air limbah diperlukan untuk mengetahui tata letak jaringan pipa air limbah. Pengetahuan masyarakat selaku responden dapat diketahui dari gambar 5.9.



Gambar 5.9 Pengetahuan Responden Tentang Letak Saluran Air Buangan

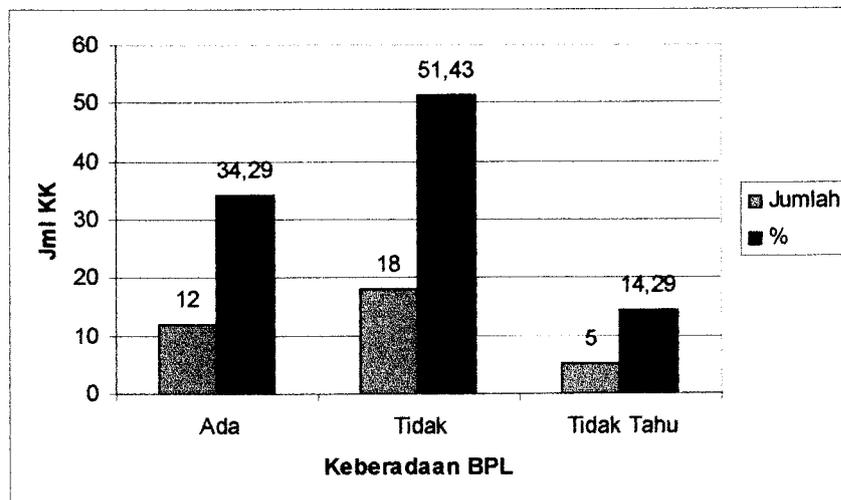
Dari data dalam gambar 5.9 dapat diketahui bahwa sebanyak 15 KK mengetahui letak saluran air limbah yaitu berada di tengah jalan kampung. Responden yang mengetahui letak saluran air limbah yang berada di pinggir jalan sebanyak 7 KK atau 20 %, demikian juga untuk responden yang mengetahui letak saluran air limbah yang sebagian ada

yang terletak di tengah jalan dan ada juga sebagian yang terletak di pinggir jalan. Ada juga responden yang mengetahui letak saluran dengan menjawab di dekat rumah sebanyak 1 KK, sedangkan yang tidak mengetahui letak saluran air limbah sebanyak 1 KK atau 2,86 % serta ada 4 KK atau 11,43 % dari responden yang tidak memberikan jawaban.

Dari keterangan data di atas dapat diketahui bahwa letak saluran air limbah bervariasi, ada yang diletakkan di tengah jalan dan ada juga yang diletakkan di pinggir jalan. Penempatan saluran ini disesuaikan dengan situasi dan kondisi wilayah yang ada, dimana daerah tersebut merupakan daerah dengan kepadatan penduduk yang tinggi sehingga hampir tidak ada lahan kosong yang dapat dilalui oleh saluran air limbah kecuali dengan memanfaatkan badan jalan setapak yang ada di daerah tersebut.

5.1.1.10. Keberadaan Bak Penangkap Lemak (BPL) dalam Rumah Tangga

Adanya bak penangkap dalam rumah tangga sangat berperan untuk mengurangi potensi penyumbatan pada saluran air limbah. Lemak yang dihasilkan dari sisa makanan dan kegiatan dapur dalam suhu dingin akan membeku sehingga akan menjadi padatan yang dapat menyumbat saluran air limbah. Ada tidaknya bak penangkap lemak dalam rumah tangga dapat dilihat dari jawaban responden yang disajikan dalam gambar 5.10.



Gambar 5.10 Keberadaan Bak Penangkap Lemak (BPL) dalam Rumah Tangga

Dari gambar 5.10 terlihat bahwa sebanyak 12 KK atau 34,29 % responden telah mempunyai bak penangkap lemak, sedangkan sebanyak 18 KK atau 51,43 % responden tidak memiliki bak penangkap lemak serta 5 KK atau 14,29 % tidak mengetahui adanya bak penangkap lemak di dalam rumah tangganya.

Dari uraian di atas diketahui bahwa belum semua responden mempunyai bak penangkap lemak di dalam rumah tangganya. Hal ini merupakan salah satu penyebab timbulnya potensi penyumbatan yang diakibatkan oleh pembekuan lemak dalam saluran air limbah.

5.1.2. Data Primer (Sampel Air Limbah)

Sampel air limbah diambil dari dua titik lokasi sampling yaitu inlet dan outlet bangunan pengolahan air limbah domestik di wilayah Wirogunan RW 16 Mergangsan Jogjakarta. Sampel air limbah dianalisis di laboratorium kualitas air teknik lingkungan UII sesuai dengan SNI M-70-1990-03 untuk parameter COD,

SNI 06-6989.3-2004 untuk parameter TSS dan SNI M – 48 – 1990 – 03 untuk parameter amonium.

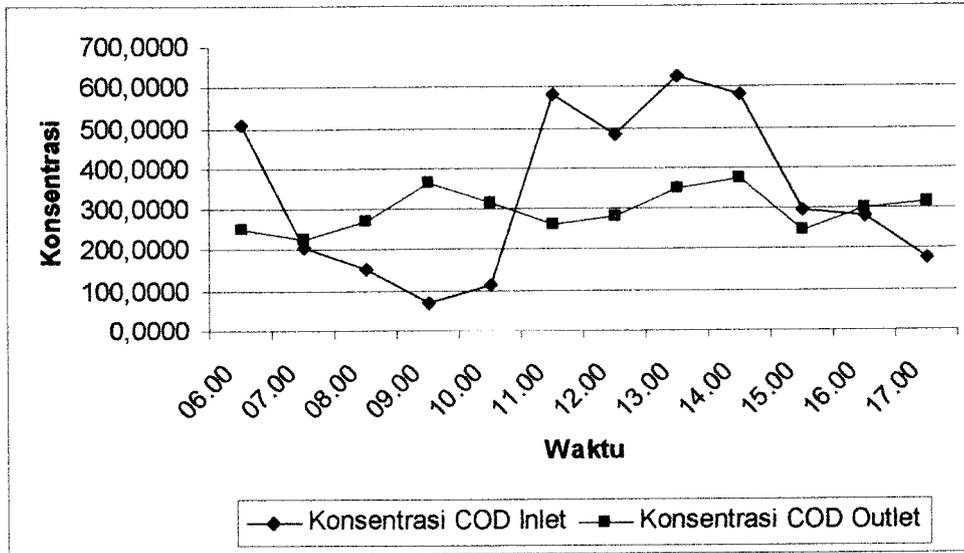
Dari analisa laboratorium diperoleh data konsentrasi tiap parameter dengan merata-ratakan dua data yang terdekat. Hasil perhitungan rata-rata dapat dilihat pada tabel 5.1.

Tabel 5.1. Hasil Pengujian Air Limbah

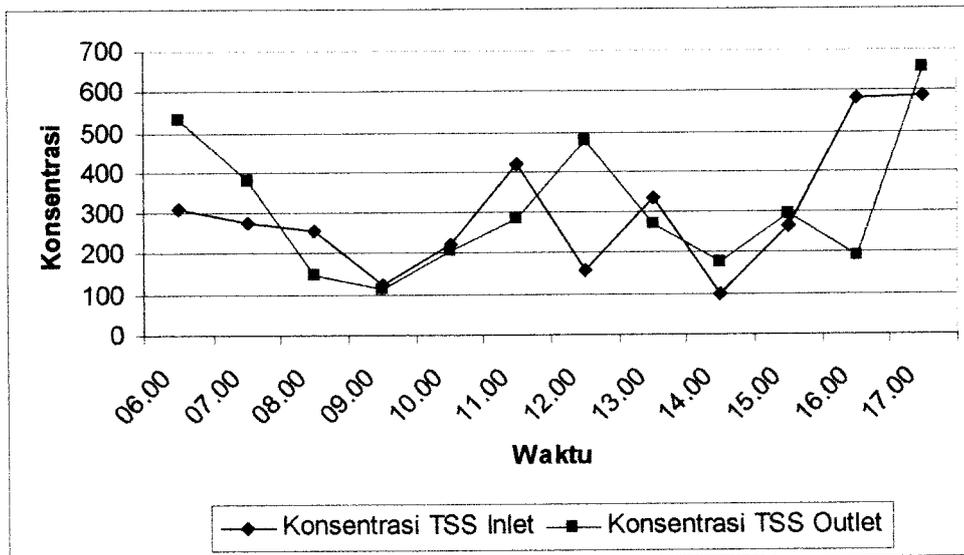
JAM	KONSENTRASI					
	COD		TSS		Amonium	
	INLET	OUTLET	INLET	OUTLET	INLET	OUTLET
06.00	507,3152	251,0482	312	534	3,9580	5,1520
07.00	208,2662	225,6898	274	380	2,8860	3,0930
08.00	154,8646	268,7990	254	149	1,7100	2,0080
09.00	69,4221	365,1610	121	115	3,9430	3,9410
10.00	112,1384	316,9800	223	209	0,8870	3,2000
11.00	579,4074	263,7274	421	285	2,7710	2,1860
12.00	483,2845	278,9424	160	476	3,5730	2,3070
13.00	624,7987	348,5559	334	272	7,6690	5,3030
14.00	582,0774	374,8602	101	178	5,7770	6,8640
15.00	294,1574	245,2994	266	297	4,8510	6,4600
16.00	281,4782	301,9008	582	194	4,2510	6,4320
17.00	177,5088	314,4800	587	655	3,4040	3,7310
Rata-rata	339,5599	296,2870	303	312	3,8067	4,2231

Sumber : data primer

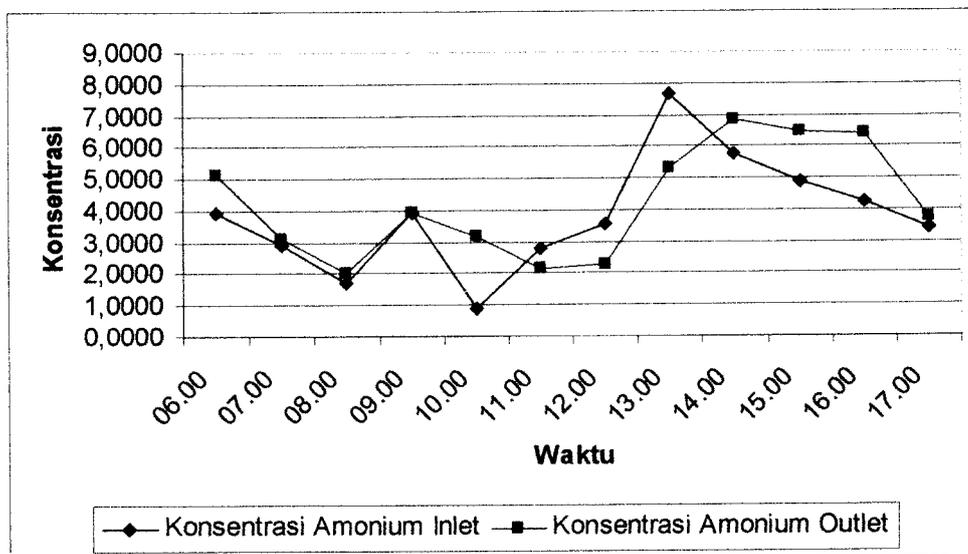
Berdasarkan tabel di atas, perbedaan tingkat konsentrasi pencemar dapat dengan jelas dilihat pada gambar 5.11 untuk parameter COD, gambar 5.12 untuk parameter TSS dan gambar 5.13 untuk parameter Amonium.



Gambar 5.11 Perbandingan Konsentrasi Inlet dan Outlet COD



Gambar 5.12 Perbandingan Konsentrasi Inlet dan Outlet TSS



Gambar 5.13 Perbandingan Konsentrasi Inlet dan Outlet Amonium

5.2. Pembahasan

5.2.1. Sistem Pengaliran

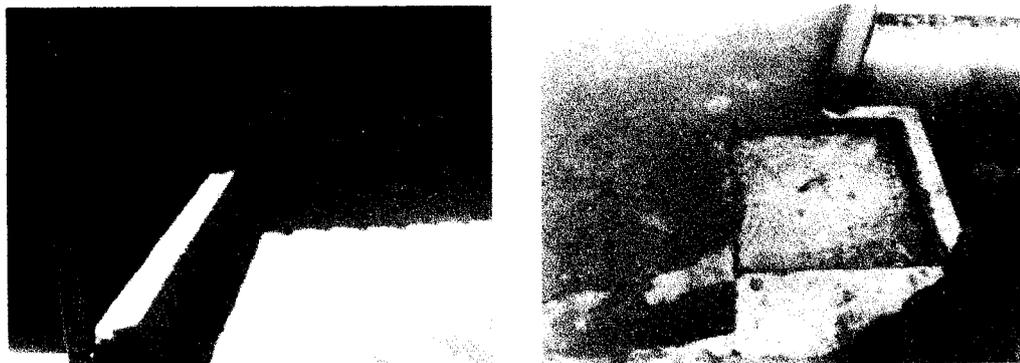
Berdasarkan analisa data kuisisioner, observasi dan wawancara, diketahui bahwa air limbah yang berasal dari sumbernya (aktivitas rumah tangga) dialirkan secara gravitasi dengan menggunakan pipa PVC berukuran 150 mm melewati beberapa bak kontrol. Untuk mengalirkan air limbah dari sumbernya digunakan beberapa komponen diantaranya :

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

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

a. Sambungan rumah

Seluruh air limbah dari masing-masing rumah tangga dikumpulkan ke jaringan pipa melalui bak kontrol yang berfungsi sebagai sarana pemeliharaan dan juga berfungsi sebagai bak penangkap lemak. Untuk pemasangan yang baru, tiap rumah tangga tidak menggunakan bak kontrol, akan tetapi air limbah dari sumbernya langsung dialirkan menuju pipa pengangkut melalui bak kontrol. Bak kontrol di sisi bukan bak kontrol untuk tiap rumah, tetapi adalah bak kontrol pada pipa pengangkut. Pipa yang digunakan sebagai sambungan rumah adalah pipa PVC dengan diameter 100 mm. Dalam sistem ini tidak terdapat pipa ventilasi. Salah satu contoh bak kontrol pada sambungan rumah dapat dilihat pada gambar 5.14.



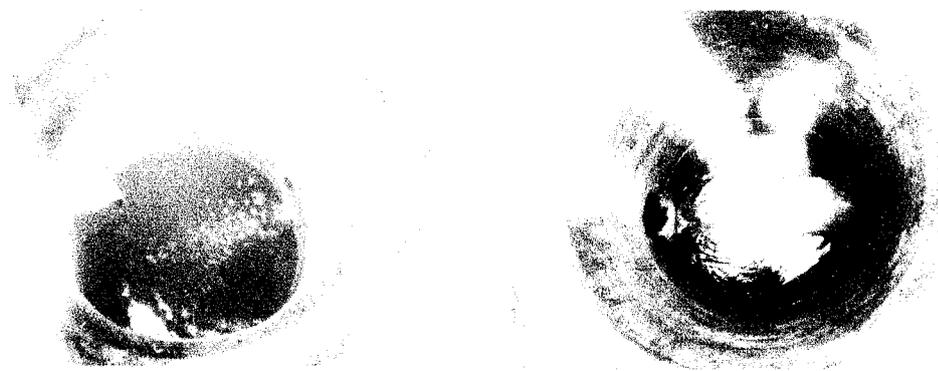
Sumber : dokumen pribadi

Gambar 5.14 Bak Kontrol pada Sambungan Rumah

b. Bak kontrol

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan diketahui bahwa bak kontrol dipasang secara teratur di sepanjang saluran. Rata-rata pemasangan bak kontrol berada pada jarak $\pm 8,5$ m untuk yang berada di jalan kampung dan jalan setapak, sedangkan untuk saluran yang melewati persawahan terdapat

tiga buah bak kontrol yang dipasang pada jarak 25 m dan 33,4 m. Bak kontrol yang dipasang digunakan sebagai peralatan pemeliharaan saluran. Bak kontrol di sini juga berfungsi sebagai penggabungan dari beberapa pipa yang akan masuk dalam pipa berikutnya. Kedalaman bak kontrol yang ada cukup bervariasi sesuai dengan kondisi yang diperlukan. Berdasarkan hasil pengamatan diketahui bahwa kedalaman bak kontrol adalah 0,6 m (satu buah buis beton) dengan diameter 0,8 m dan ada juga yang menggunakan dua buah buis beton. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 5.15.



Sumber : dokumen pribadi

Gambar 5.15 Bak Kontrol

c. Jaringan pipa

Jaringan pipa yang digunakan adalah pipa PVC dengan diameter 150 mm yang dipasang pada kedalaman antara 0,4 m – 1 m sesuai dengan kondisi lahan yang ada. Hal ini dilakukan untuk menghindari kerusakan yang mungkin terjadi. Untuk jaringan pipa pada jalan setapak dipasang pada kedalaman 0,4 m karena di lokasi tersebut tidak terlalu banyak gangguan seperti lalu lintas yang padat.

Berdasarkan hasil analisa kuisioner dan observasi di lapangan, diketahui bahwa penempatan jaringan pipa sudah disesuaikan dengan kondisi/tata letak pemukiman. Jaringan pipa untuk pemukiman padat dimana lahan yang ada hanyalah jalan setapak, maka jaringan pipa diletakkan di tengah jalan sekaligus manholenya (gambar 5.16).



Sumber : dokumen pribadi

Gambar 5.16 Lokasi Penempatan Pipa dan Manhole

Sedangkan pada jalan kampung, jaringan pipa diletakkan di pinggir jalan untuk menghindari gangguan lalu lintas yang relatif padat. Permasalahan berat yang dihadapi mengenai jaringan pipa belum ada, hanya saja jika musim hujan tiba manhole akan meluap, hal ini mungkin terjadi karena adanya kebocoran pada manhole, sehingga air hujan yang mengalir di jalan akan masuk melalui sela-sela penutup manhole dan menyebabkan manhole meluap.

d. Instalasi pengolahan air limbah

Sistem yang didesain di lokasi penelitian pada awalnya bertujuan untuk mengalirkan air limbah langsung menuju bangunan instalasi pengolahan air limbah. Bangunan yang digunakan adalah reaktor UASB (*Upflow Anaerobic*

Sludge Blanket) yang dibangun di tengah-tengah jalan kampung. Akan tetapi untuk kondisi sekarang reaktor UASB sudah tidak berfungsi. Keadaan seperti ini memunculkan inisiatif bagi warga untuk membuat saluran by pass untuk mengalirkan air limbah dari sumbernya langsung menuju badan air (Sungai Code). Kondisi sekarang yang ada adalah saluran air limbah yang semula berada di sebelah timur saluran irigasi dipindah di sebelah barat saluran irigasi. Air limbah yang mengalir dalam saluran ini tidak melewati reaktor UASB tetapi dialirkan secara langsung menuju badan air (sungai Code) sehingga air limbah tidak mengalami pengolahan. Tidak berfungsinya reaktor UASB disebabkan karena :

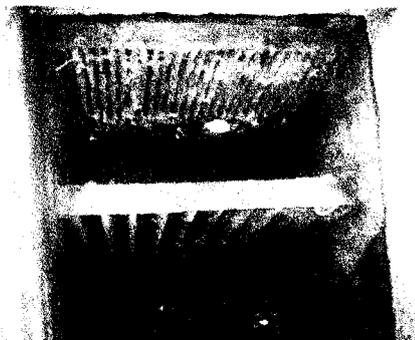
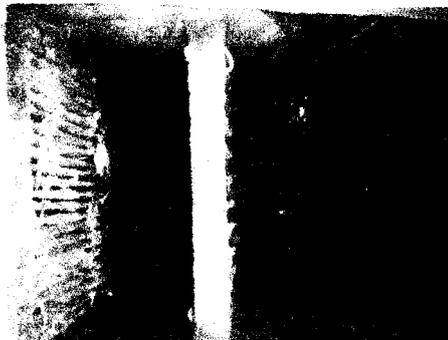
- d.1. Saluran buntu yang disebabkan oleh kurangnya kesadaran dari warga sehingga membuang benda padat ke dalam saluran, selain itu juga karena adanya padatan pasir dan tanah yang menyumbat saluran.
- d.2. Manhole atau bak kontrol yang penuh air hingga ke permukaan yang disebabkan karena tidak mengalirnya air dari manhole satu ke manhole berikutnya. Hal ini disebabkan karena pelaksana proyek kurang memperhatikan faktor elevasi tanah sehingga kecepatan aliran kurang terpenuhi. Selain itu juga adanya air hujan yang masuk dalam saluran air limbah
- d.3. Tidak berfungsinya instalasi pengolahan yang berupa UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*), yang disebabkan karena adanya rembesan air dari reaktor menuju bak kontrol sehingga bak kontrol penuh dengan

air. Rembesan ini disebabkan karena konstruksi bangunan yang kurang baik.

d.4. Permasalahan pada screen. Screen sering tersumbat sehingga air limbah tidak dapat masuk ke dalam reaktor dan mengakibatkan air pada manhole meluap.

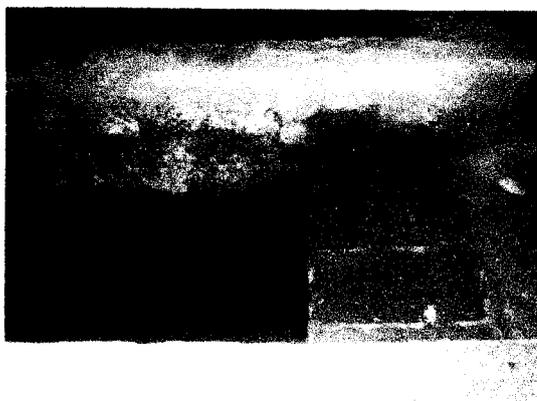
d.5. Terjadi endapan pada dasar reaktor, sehingga endapan ini lama kelamaan akan semakin tinggi dan menyumbat pipa inlet yang ada di dasar reaktor.

Permasalahan yang terjadi pada reaktor tidak mutlak disebabkan oleh warga, karena ada faktor teknis pelaksanaan proyek yang kurang baik sehingga terjadi lengkungan saluran yang menyebabkan air tidak mengalir. Permasalahan lain karena teknis pelaksanaan proyek yaitu kualitas beton yang kurang baik pada manhole UASB sehingga menyebabkan kebocoran pada manhole. Keadaan sekarang yang ada manhole pada UASB penuh air sehingga petugas pengontrol tidak dapat masuk ke dalam manhole. Selain itu, reaktor telah penuh dengan endapan lumpur yang mengakibatkan reaktor tidak berfungsi. Adanya endapan ini disebabkan karena kurang rutinnya pemeliharaan yang dilakukan oleh warga. Untuk penyedotan lumpur menurut keterangan dari YUDP harus dilakukan setiap 6 bulan sekali, akan tetapi karena faktor finansial penyedotan tidak dilakukan. Selain itu juga karena kurangnya pengetahuan dan kesadaran warga sehingga warga membuang benda padat ke dalam saluran yang menyebabkan saluran tersumbat. Adapun mengenai kondisi UASB sekarang ini dapat dilihat pada gambar 5.17, 5.18, 5.19 dan 5.20.

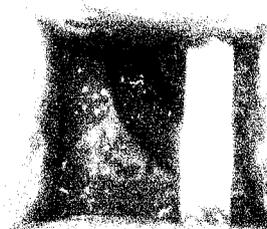


Sumber : dokumen pribadi

Gambar 5.17 Kondisi Screen



Gambar 5.18 Bak Pembagi



Sumber : dokumen pribadi

Gambar 5.19 Saluran Outlet



Sumber : dokumen pribadi

Gambar 5.20 Kondisi UASB

Dari penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa sistem pengaliran yang digunakan lebih cenderung menggunakan *shallow sewer*. Sistem ini digunakan pada daerah dimana sistem *on site* tidak dapat diterapkan. *Shallow sewer* biasanya paling ekonomis dari seluruh pembuangan air limbah secara *off site* sehingga sistem ini sangat tepat jika diterapkan di wilayah penelitian.

5.2.2. Konsentrasi COD

COD (*Chemical Oxygen Demand*) adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan organik dalam air secara kimia. Berdasarkan hasil analisa pada tabel 5.1 dan gambar 5.11 dapat diketahui secara jelas bahwa terjadi fluktuasi konsentrasi COD untuk tiap-tiap jam. Meskipun terjadi fluktuasi, tapi berdasarkan pada uji Anova satu jalur dapat diketahui bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara kadar rata-rata COD inlet dengan kadar rata-rata COD outlet.

Kenaikan konsentrasi COD terjadi pada jam 07.00, 08.00, 09.00, 10.00, 16.00 dan 17.00, sedangkan untuk penurunan konsentrasi COD terjadi pada jam 06.00, 11.00, 12.00, 13.00, 14.00 dan 15.00.

Berdasarkan pada tabel 5.2, kenaikan konsentrasi COD terbesar terjadi pada jam 09.00 dengan kenaikan sebesar 295,7389 mg/l. Sedangkan penurunan konsentrasi COD terbesar terjadi pada jam 11.00 sebesar 315,6800 mg/l. Jika semua data untuk inlet dan outlet dirata-ratakan, maka diperoleh konsentrasi inlet sebesar 339,5599 mg/l dan outlet sebesar 296,287 mg/l, sehingga secara rata-rata diperoleh penurunan konsentrasi COD sebesar 43,2729 mg/l atau 12,74 %.

Tabel 5.2 Penurunan Kadar COD

Waktu	Penurunan Kadar COD
06.00	256,2670
07.00	-17,4236
08.00	-113,9344
09.00	-295,7389
10.00	-204,8416
11.00	315,6800
12.00	204,3412
13.00	276,2428
14.00	207,2172
15.00	48,8580
16.00	-20,4226
17.00	-136,9712

Keterangan : + Terjadi penurunan kadar COD
- Terjadi kenaikan kadar COD

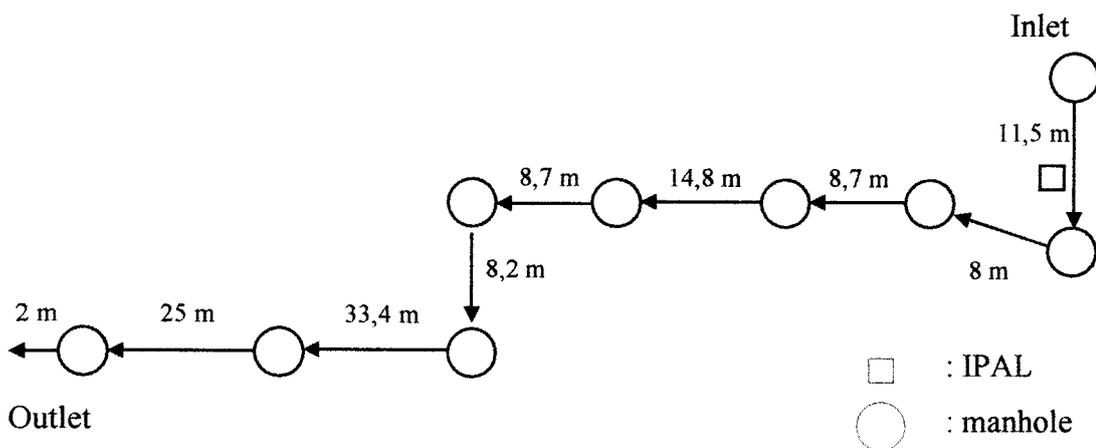
Fluktuasi konsentrasi COD yang signifikan terjadi pada inlet dengan kadar terendah 69,4221 mg/l pada jam 09.00 dan kadar terbesar 624,7987 mg/l pada jam 13.00. Akan tetapi meskipun terjadi fluktuasi pada inlet, kadar COD pada outlet cukup stabil yaitu berkisar antara 200 – 400 mg/l. Hal ini terjadi karena adanya pencampuran antara berbagai jenis air limbah yang masuk dalam saluran sehingga dalam perjalanannya hingga sampai di outlet terjadi proses stabilisasi untuk membuat campuran air limbah menjadi homogen.

Kenaikan kadar COD terjadi karena tidak adanya pengolahan air limbah, sehingga reaksi reduksi atau oksidasi hanya terjadi pada saluran air limbah saja. Tidak adanya pengolahan disebabkan karena tidak berfungsinya reaktor UASB yang ada di lokasi penelitian, sehingga air limbah dialirkan melalui pipa *by pass*

menuju badan air atau dalam hal ini adalah Sungai Code. Kenaikan kadar COD ini juga terjadi karena adanya berbagai macam buangan rumah tangga yang dapat menimbulkan gangguan terhadap mikroorganisme pada *manhole* dan saluran air buangan, sehingga pendegradasian oleh mikroorganisme tidak terjadi karena proses yang terjadi dalam saluran air buangan sendiri terdapat beberapa fase reaksi yaitu aerobik, anaerobik dan anoksik (Hari, 2005). Dilihat dari faktor lingkungan yang selalu berubah-ubah, ketiga fase tersebut dapat terjadi kapan saja sesuai dengan kondisi lingkungan yang sesuai. Selain itu, tidak terjadinya proses oksidasi disebabkan karena kondisi limbahnya dalam keadaan relatif basa sebab menurut Mara (1976) COD dapat mengoksidasikan semua zat organik menjadi CO_2 dan H_2O hampir sebesar 85 % pada suasana asam. Kenaikan kadar COD ini akan mengakibatkan berkurangnya kadar oksigen terlarut sehingga proses oksidasi oleh mikroorganisme juga terganggu. Selain mengganggu kinerja mikroorganisme, kadar COD yang tinggi akan mengganggu kehidupan biota air.

Dilihat dari tabel 5.2 dapat diketahui terjadinya penurunan kadar COD, walaupun tidak terlalu signifikan. Rata-rata penurunan kadar COD antara inlet dan outlet sebesar 43,2729 mg/l atau 12,74 %. Walaupun reaktor UASB tidak berfungsi, penurunan dapat terjadi karena adanya jarak antara inlet dan outlet yaitu sepanjang 120,3 meter, sehingga waktu kontak antara limbah dengan mikroorganisme dalam saluran lebih lama. Dengan demikian penguraian bahan organik yang terkandung dalam air secara biologi oleh mikroorganisme dapat berlangsung secara alamiah. Selain itu, penurunan kadar COD terjadi karena adanya *manhole-manhole* diantara saluran air limbah antara inlet dan outlet yang

berjumlah 8 buah (gambar 5.21). Dalam manhole ini terjadi proses aerasi yaitu penambahan kandungan oksigen yang terlarut dalam air sehingga oksigen terlarut akan dimanfaatkan oleh mikroorganisme aerobik untuk mengoksidasi bahan-bahan organik yang terdapat pada air limbah. Kenaikan dan penurunan kadar COD juga sangat dipengaruhi oleh variasi aktivitas rumah tangga.



Gambar 5.21 Jarak Inlet – Outlet

5.2.3. Konsentrasi TSS

TSS (*Total Suspended Solid*) adalah padatan yang melayang-layang dalam air dan tidak dapat mengendap secara alamiah. Berdasarkan hasil analisa pada tabel 5.1 dan gambar 5.12 dapat diketahui bahwa terjadi fluktuasi konsentrasi TSS untuk tiap-tiap jam meskipun tidak terlalu signifikan. Kenaikan konsentrasi TSS terjadi pada jam 06.00, 07.00, 12.00, 14.00, 15.00 dan 17.00, sedangkan untuk penurunan konsentrasi TSS terjadi pada jam 08.00, 09.00, 10.00, 11.00, 13.00 dan 16.00.

Hasil uji Anova menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan antara rata-rata inlet dan rata-rata outlet. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa hampir tidak ada perubahan yang berarti antara inlet dan outlet untuk konsentrasi TSS.

Tabel 5.3 Penurunan Kadar TSS

Waktu	Penurunan Kadar TSS
06.00	-222
07.00	-106
08.00	105
09.00	6
10.00	14
11.00	136
12.00	-316
13.00	62
14.00	-77
15.00	-31
16.00	388
17.00	-68

Keterangan : + Terjadi penurunan kadar TSS
- Terjadi kenaikan kadar TSS

Berdasarkan pada tabel 5.3, dapat dilihat adanya kenaikan dan penurunan kadar TSS. Kenaikan konsentrasi TSS terbesar terjadi pada jam 12.00 dengan kenaikan sebesar 316 mg/l. Sedangkan penurunan konsentrasi TSS terbesar terjadi pada jam 16.00 sebesar 388 mg/l. Jika semua data untuk inlet dan outlet dirata-ratakan, maka diperoleh konsentrasi inlet sebesar 303 mg/l dan outlet sebesar 312 mg/l, sehingga secara rata-rata tidak terjadi penurunan konsentrasi TSS, akan tetapi terjadi kenaikan kadar TSS sebesar 9 mg/l atau 3 %.

Kenaikan kadar TSS yang tidak teratur dalam air limbah terjadi karena reaktor UASB yang ada di lokasi penelitian tidak berfungsi, sehingga air limbah rumah tangga dialirkan melewati pipa air buangan dengan melalui 8 buah *manhole* hingga sampai ke badan air (Sungai Code). Keadaan seperti ini sangat tidak memungkinkan bagi partikel/padatan dalam air limbah untuk mengendap karena kecepatan horisontal lebih besar daripada kecepatan mengendap secara vertikal. Sedangkan untuk penurunan kadar TSS dapat terjadi pada saat partikel berada dalam *manhole* sehingga walaupun tidak terlalu lama, terdapat waktu bagi partikel untuk mengendap karena pengaruh gaya berat.

TSS (*Total Suspended Solid*) adalah zat padat tersuspensi yang menyebabkan kekeruhan pada air. Zat padat tersuspensi dapat diklasifikasikan menjadi zat padat tersuspensi organis dan inorganis. Zat padat tersuspensi sendiri dapat diklasifikasikan sekali lagi menjadi 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. Zat padat tersuspensi yang bersifat inorganis contohnya tanah liat, kwarts dan yang organis contohnya protein, sisa makanan, ganggang, bakteri. Air limbah rumah tangga banyak mengandung sisa makanan sehingga tergolong dalam sifat organis. Padatan tersuspensi dapat mengurangi penetrasi sinar cahaya kedalam air. Padahal sinar matahari sangat diperlukan oleh mikroorganisme untuk melakukan proses fotosintesis. Karena tidak ada sinar matahari yang masuk, maka proses

fotosintesis tidak dapat berlangsung. Akibatnya kehidupan mikroorganisme menjadi terganggu dan mempengaruhi regenerasi oksigen secara fotosintesis.

5.2.4. Konsentrasi Amonium

Keberadaan Nitrogen, seperti halnya amonium (NH_4^+) merupakan parameter yang penting untuk mencermati kualitas air limbah. Amoniak dapat larut dengan cepat di air. Gas amoniak bereaksi dengan air membentuk amonium hidroksida dengan melepaskan panas yang tinggi. Perubahan amoniak menjadi amonium dan ion hidroksida berlangsung dengan cepat dan cenderung menaikkan pH larutan (limbah).

Berdasarkan hasil analisa pada tabel 5.1 dan gambar 5.13 dapat diketahui bahwa terjadi kenaikan dan penurunan konsentrasi Amonium untuk masing-masing waktu. Kenaikan konsentrasi Amonium terjadi pada jam 06.00, 07.00, 08.00, 10.00, 14.00, 15.00, 16.00 dan 17.00, sedangkan untuk penurunan konsentrasi TSS terjadi pada jam 09.00, 11.00, 12.00 dan 13.00. Kenaikan dan penurunan kadar Amonium dapat dilihat pada tabel 5.4.

Dari hasil uji Anova dapat diketahui bahwa konsentrasi rata-rata inlet dan outlet untuk parameter Amonium tidak menunjukkan adanya perubahan yang signifikan.

Berdasarkan tabel 5.4 kenaikan kadar Amonium maksimum adalah sebesar 2,3130 mg/l pada jam 10.00 dan penurunan maksimum sebesar 2,3660 mg/l pada jam 13.00. Jika semua data untuk inlet dan outlet dirata-ratakan, maka diperoleh konsentrasi inlet sebesar 3,8067 mg/l dan outlet sebesar 4,2231 mg/l, sehingga

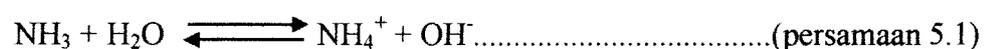
secara rata-rata terjadi kenaikan konsentrasi Amonium sebesar 0,4164 mg/l atau 9,86 %.

Tabel 5.4 Penurunan Kadar Amonium

Waktu	Penurunan Kadar Amonium
06.00	-1,1940
07.00	-0,2070
08.00	-0,2980
09.00	0,0020
10.00	-2,3130
11.00	0,5850
12.00	1,2660
13.00	2,3660
14.00	-1,0870
15.00	-1,6090
16.00	-2,1810
17.00	-0,3270

Keterangan : + Terjadi penurunan kadar Amonium
- Terjadi kenaikan kadar Amonium

Kenaikan kadar Amonium disebabkan karena gas amoniak (NH_3) yang berasal dari urin, tinja dan proses oksidasi zat organik secara mikrobiologis mengalami keterlarutan dalam air sehingga gas amoniak bereaksi dengan air membentuk amonium hidroksida dengan melepaskan panas. Perubahan amoniak menjadi amonium dan ion hidroksida berlangsung dengan cepat dan cenderung menaikkan pH air limbah. Proses ini dapat ditunjukkan dengan persamaan 5.1.



Sedangkan penurunan kadar Amonium dapat terjadi karena adanya oksigen dalam air. Dengan adanya oksigen dalam air, maka amonium (NH_4^+) akan bereaksi dengan oksigen (O_2) membentuk nitrit (NO_2). Proses ini sesuai dengan reaksi pada persamaan 5.2.



Dalam hal ini oksigen yang digunakan untuk oksidasi berasal dari proses aerasi yang terjadi pada saluran dan manhole. Air limbah yang masuk ke dalam manhole mengalir seperti terjunan sehingga air limbah akan mengalami kontak dengan udara sehingga proses ini akan meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air yang akhirnya akan bereaksi dengan amonium hingga terbentuk nitrat. Dengan terbentuknya nitrat, maka kandungan amonium akan menurun dengan sendirinya.

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

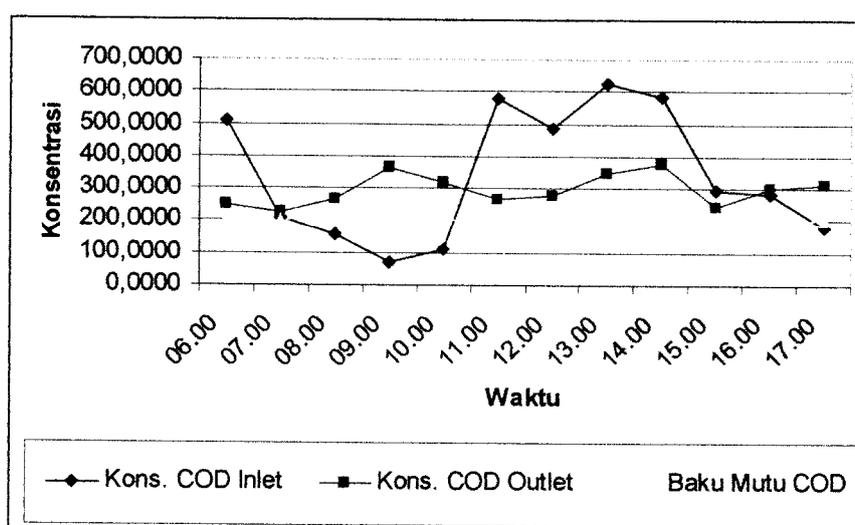


5.2.5. Perbandingan Konsentrasi COD, TSS, Amonium dengan Standar Baku Mutu

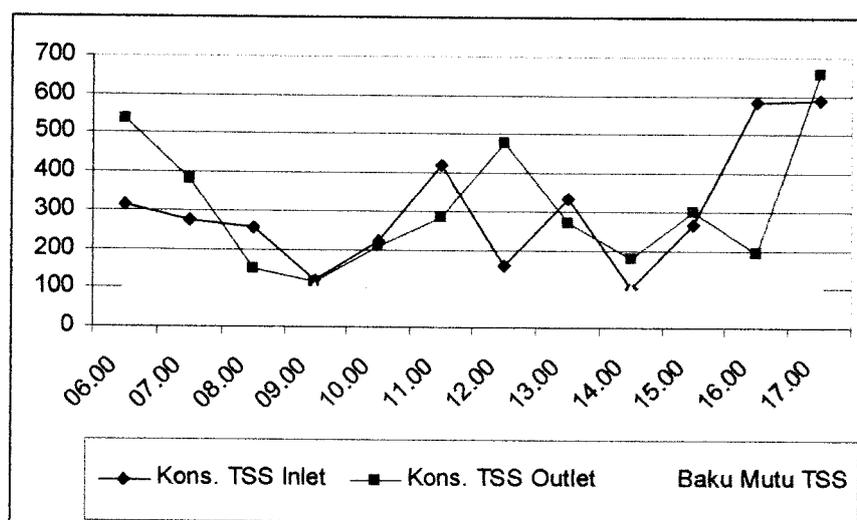
Berdasarkan Keputusan KepMenLH 112/2003 tentang pedoman penetapan Baku Mutu Limbah Domestik, baku mutu air limbah domestik dalam keputusan ini hanya berlaku untuk perumahan yang diolah secara individu. Untuk parameter BOD batas maksimum yang diperbolehkan tidak boleh dari 100 mg/L, sedangkan perbandingan antara BOD/COD adalah 0,4-0,6 (Metode Penelitian Air) maka untuk parameter COD batas maksimum yang diperbolehkan tidak boleh lebih dari 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. Berdasarkan Keputusan Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 214/KPTS/1991 tentang Baku Mutu Limbah Cair, untuk parameter amonium batas maksimum yang diperbolehkan adalah 1 mg/L.

Hasil pengukuran rata-rata kadar COD sebesar 296,2870 mg/L (tabel 5.1) dengan efisiensi penurunan sebesar 12,74 %. Dengan mengacu pada baku mutu air limbah domestik sesuai KepMenLH 112/2003 maka untuk kadar COD dalam air limbah tersebut belum memenuhi standar yang diperbolehkan untuk dapat dibuang ke sungai. Adanya indikasi kenaikan kadar COD di outlet pada jam-jam tertentu dikarenakan lebih banyak senyawa-senyawa dalam air buangan domestik yang dapat dioksidasi secara kimia dari pada biologis. Untuk lebih jelasnya perbandingan mengenai tingkat konsentrasi COD pada masing-masing waktu dengan standar baku mutu dapat dilihat pada gambar 5.22.

Berdasarkan hasil analisa di laboratorium didapatkan rata-rata kadar TSS dalam air limbah domestik sebesar 312 mg/L (tabel 5.1) dengan efisiensi penurunan sebesar -3 %, dengan demikian kadar TSS yang dihasilkan masih melebihi baku mutu sehingga belum layak untuk dibuang langsung ke sungai. Untuk lebih jelasnya perbandingan mengenai tingkat konsentrasi TSS pada masing-masing waktu dengan standar baku mutu dapat dilihat pada gambar 5.23.

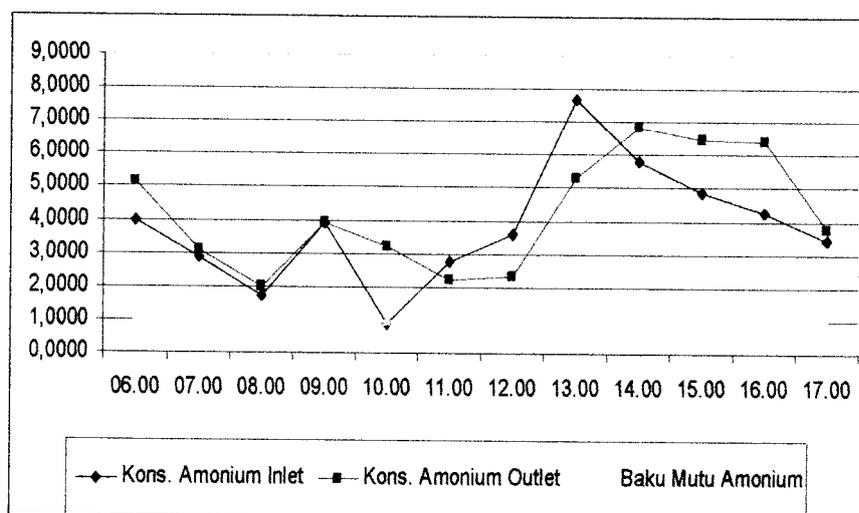


Gambar 5.22
Perbandingan Konsentrasi COD terhadap Standar Baku Mutu COD



Gambar 5.23
Perbandingan Konsentrasi TSS terhadap Standar Baku Mutu TSS

Dari hasil pengukuran laboratorium didapatkan rata-rata kadar Amonium sebesar 4,2231 mg/L (tabel 5.1) dengan tingkat efisiensi penurunan sebesar -9,86 %. Dengan demikian untuk kadar Amonium yang dihasilkan belum memenuhi standar baku mutu sehingga belum layak untuk dibuang langsung ke sungai. Untuk lebih jelasnya perbandingan mengenai tingkat konsentrasi Amonium pada masing-masing waktu dengan standar baku mutu dapat dilihat pada gambar 5.24.



Gambar 5.24
Perbandingan Konsentrasi Amonium terhadap Standar Baku Mutu Amonium

5.2.6. Kemungkinan Penggabungan Antara Sistem komunal dengan Sewer Kota

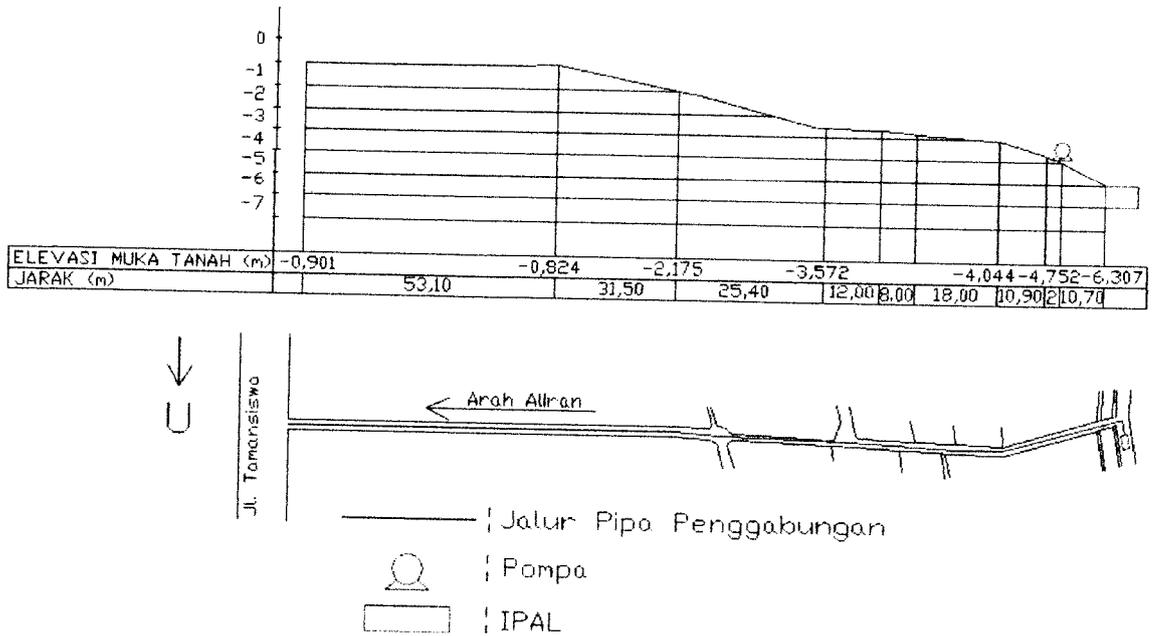
Sesuai dengan rumusan masalah pada bab I maka akan dibahas mengenai kemungkinan penggabungan antara sistem komunal dengan sistem sewer kota Jogjakarta. Pada dasarnya secara teknis penggabungan antara sistem komunal dengan sewer kota dapat dilakukan, akan tetapi untuk pelaksanaannya diperlukan

berbagai macam pertimbangan. Pertimbangan yang utama adalah masalah ekonomi, kondisi lahan dan topografi.

Dengan melihat keadaan yang ada pada lokasi penelitian, lokasi reaktor berada pada elevasi -6,307 m (data sekunder) dan saluran sewer kota berada di jalan Tamansiswa dengan elevasi -0,901 m (data sekunder). Dengan demikian untuk penggabungan diperlukan berbagai komponen, diantaranya jaringan pipa dan stasiun pompa. Jaringan pipa diperlukan untuk mengangkut air limbah dari outlet air buangan menuju sewer kota yang terdekat yaitu di jalan Tamansiswa. Sedangkan stasiun pompa digunakan untuk menaikkan air limbah dari outlet saluran dengan elevasi -6,307 menuju sewer kota dengan elevasi -0,901. Dengan adanya komponen ini maka secara otomatis akan berpengaruh terhadap perekonomian masyarakat. Sedangkan untuk penempatan jaringan pipa diperlukan tempat untuk menempatkan jalur pipa, padahal area yang ada adalah jalan kampung yang telah dilalui pipa air limbah dan saluran drainase menuju ke sungai, sehingga pipa untuk menaikkan air limbah dari bawah tidak mendapatkan tempat. Dari keterangan di atas maka penggabungan antara sistem komunal dengan sewer kota sangat sulit untuk dilakukan mengingat berbagai pertimbangan yang ada.

Dengan adanya data elevasi dan jarak antara outlet saluran sampai dengan pipa sewer kota terdekat (Jalan Tamansiswa), diameter pipa dan debit aliran, maka head (H) pompa dapat diketahui. Dari perhitungan pada lampiran 6 diperoleh kebutuhan head pompa sebesar 5,5177354 m dengan debit rata-rata 37,584 m³/hr.

Untuk lebih jelasnya mengenai jarak dan elevasi pipa penggabungan dapat dilihat pada gambar 5.25.



Gambar 5.25 Skema Jalur Pipa Penggabungan

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari hasil analisa data dengan metode statistik dan uji laboratorium serta pembahasan, maka diperoleh kesimpulan secara sebagai berikut :

1. Penurunan kadar COD pada sistem pengelolaan air limbah warga Rw 16 Kelurahan Wirogunan, Mergangsan, Jogjakarta sebesar 43,2729 mg/l atau 12,74 % dan tidak ada penurunan untuk parameter TSS dan Amonium.
2. Kadar COD, TSS dan Amonium pada air limbah domestik warga Rw 16 Kelurahan Wirogunan Mergangsan Jogjakarta melebihi baku mutu yang ditetapkan (KepMenLH 112/2003 untuk COD dan TSS, Kep. Gub. DIY No.214/KPTS/1991 untuk Amonium).
3. Reaktor pengolahan air limbah tidak berfungsi. Masalah yang timbul dalam sistem pengelolaan air limbah domestik warga Rw 16 Kelurahan Wirogunan, Mergangsan, Jogjakarta disebabkan karena kurangnya usaha perawatan.
4. Penggabungan antara sistem komunal dengan sistem sewer kota sulit untuk dilakukan. Head (H) pompa yang dibutuhkan adalah sebesar 5,5177354 m dengan debit rata-rata 37,584 m³/hr.

6.1. Saran

1. Diperlukan usaha perencanaan untuk memfungsikan kembali (mengganti) unit pengolahan air limbah yang sudah ada untuk menurunkan beban pencemar.
2. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) komunal untuk daerah pemukiman dengan kepadatan penduduk tinggi lebih sesuai menggunakan Anaerobic Baffle Reactor (ABR).
3. Usaha perawatan sangat penting dilakukan untuk kelancaran sistem pengelolaan air limbah.
4. Dalam merencanakan unit pengolahan air limbah domestik, perhatian perlu ditekankan pada kondisi masyarakat sebagai pengguna.
5. Perlu adanya keterlibatan warga dalam perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) secara komunal.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts dan Santika, 1984, *Metode Penelitian Air*, Usaha Nasional, Surabaya.
- Anonim 1996. *Final Report, Feasibility Study on Neighborhood Sanitation System Yogyakarta*, YUDP Yogyakarta.
- Anonim 1995. *Sistem Pengumpulan Air Limbah dan Rancang Bangun*, Pusat Pelatihan Bidang Air Bersih Dan Penyehatan Lingkungan Pemukiman, DPU Cipta Karya, Bekasi.
- Benefield, D, Larry and Randall, W, Clifford, *Biological Process Design for Wastewater Treatment*, Prentice Hall, Eng Lewood, Cliffs, NJ 07632.
- Clesceri, L.S et al. "Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water", 20th Edition, 1998, Metode 5220 D (*Closed Reflux, Colorimetric Method*), Metode 2540 D (*Total Suspended Solids Dried at 103^o C-105^o C*).
- Crites & Tchobanoglous, *Small & Decentralized Wastewater Management Systems*, McGraw-Hill, Singapore.5
- Dinas Keindahan Kebersihan dan Pemakaman, 2004, *Rencana Pengembangan Sistem Penyaluran Air Buangan Kota Jogjakarta*, Dinas Keindahan Kebersihan dan Pemakaman.
- Mara, 1976, *Sewage Treatment in Hot Climates*, John Wiley & Sons Chichester.
- Mahmoud, N. (1998). *Anaerobik Pre-Treatment of Sewage Under Low Temperature (15°C) Conditions in an Integrated UASB Digester System*. EAWAG/AIT. Unpublished report.
- Metcalf and Eddy, 1981, *Wastewater Engineering: Collection and pumping of wastewater*, McGraw-hill, New York.
- Metcalf and Eddy, 1991, *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*, McGraw-Hill, New York.

- Pranoto, I.S. *Proses Biokimia DEWATS*, DEWATS LPTP BORDA, Yogyakarta, Juli 2002.
- Saridewi. SR, 2005, *Evaluasi Penurunan Kadar Amoniak dan Fosfat Pada Pengolahan Limbah Cair Tipe Horizontal Gravel Filter di Rumah Sakit Baktiningsih Klepu Jogjakarta*.
- Sasse, Ludwig, 1998, DEWATS “ *Decentralized Wastewater Treatment in Developing Countries* “.
- Sawyer, C.N.,P.L. McCarty, and G.F. Parkin, 1994, *Chemistry for Environmental Engineering*, 4th ed., McGraw-Hill , Inc., NewYork, NY.
- Standard Method, 1998, *Standard Method for The Examination of Water and Waste Water*, 20th ed., American Public Health Assosiation, Washington , D.C.
- Sugiharto, 1987, *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*, Universitas Indonesia.
- Sunjoto, 2002, *Gambaran Umum Permasalahan Limbah Cair di Indonesia*, PUSTEKLIM Jogjakarta.
- Tchobanoglous, 2003, *Wastewater Engineering ; Treatment, Disposal and Reuse*, 4 rd edition, McGraw-Hill, New York.
- YUDP, 1995, *Rencana Induk Air Limbah dan Sanitasi*, Departemen Pekerjaan Umum Jogjakarta.

LAMPREAN

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN 1. ANALISA DATA KUISIONER
- LAMPIRAN 2. PERHITUNGAN RATA-RATA
- LAMPIRAN 3. UJI ANOVA
- LAMPIRAN 4. HASIL ANALISA LABORATORIUM
- LAMPIRAN 5. HASIL UJI AIR BUANGAN SECARA IN SITU
- LAMPIRAN 6. PERHITUNGAN HEAD POMPA
- LAMPIRAN 7. KUISIONER
- LAMPIRAN 8. KEPMENLH NO. 112 TAHUN 2003 TENTANG BAKU
MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK
- LAMPIRAN 9. IJIN PENELITIAN
- LAMPIRAN 10. DETAILED ENGINEERING DESIGN

LAMPIRAN 1

ANALISA DATA KUISIONER

Lampiran 1. Analisa Data Kuisisioner

Tabel 1. Kelompok Responden Menurut Jumlah Anggota Keluarga

Jumlah anggota keluarga	Jumlah	%
2	3	8,57
3	6	17,14
4	11	31,43
5	8	22,86
>5	7	20,00
Jumlah	35	100,00

Tabel 2. Kelompok Responden Menurut Pekerjaan

Pekerjaan	Jumlah	%
PNS	4	11,43
Wiraswasta	12	34,29
TNI/POLRI	0	0,00
Karyawan / Swasta	6	17,14
Petani	0	0,00
Buruh	7	20,00
Pensiun	4	11,43
Tidak bekerja	2	5,71
Jumlah	35	100,00

Tabel 3. Kelompok Responden Menurut Tingkat Pendapatan

Pendapatan	Jumlah	%
< Rp 100.000	6	17,14
Rp 100.000-Rp 300.000	11	31,43
Rp 300.000-Rp 500.000	7	20,00
Rp 500.000-Rp 1000.000	7	20,00
> 1000.000	4	11,43
Jumlah	35	100,00

Tabel 4. Kelompok Responden Menurut Tingkat Pendidikan

Pendidikan	Jumlah	%
Tidak Sekolah	3	8,57
TK	0	0,00
SD	6	17,14
SMP	8	22,86
SMA/SMU/SMK	12	34,29
Perguruan Tinggi	6	17,14
Jumlah	35	100,00

Tabel 5. Kelompok Responden Menurut Tingkat Pemakaian Air Bersih

Debit Air	Jumlah	%
< 50 Lt/hr	12	34,29
50 - 100 Lt/hr	6	17,14
100 - 150 Lt/hr	6	17,14
150 - 200 Lt/hr	4	11,43
> 200 Lt/hr	6	17,14
Tidak tahu	1	2,86
Jumlah	35	100,00

Tabel 6. Jenis Limbah Cair Yang Dihasilkan dari Rumah Tangga

Jenis Limbah	Jumlah	%
Air mandi	1	2,86
Air Cuci pakaian	3	8,57
Air dapur	0	0,00
Sisa minuman	0	0,00
Air WC	0	0,00
campur	30	85,71
Tidak tahu	1	2,86
Jumlah	35	100,00

Tabel 7. Jenis Limbah Cair Yang Masuk ke Dalam Saluran Air Limbah

Jenis Limbah	Jumlah	%
Kamar mandi	5	14,29
WC	2	5,71
Air dapur	0	0,00
Tempat cuci	0	0,00
Campur	27	77,14
Tidak tahu	1	2,86
Jumlah	35	100,00

Tabel 8. Kelompok Responden Menurut Pengetahuan Tentang Adanya IPAL

Pengetahuan	Jumlah	%
Tahu	26	74,29
Tidak	8	22,86
Kosong	1	2,86
Jumlah	35	100,00

Tabel 9. Pengetahuan Responden Terhadap Adanya Masalah Dengan IPAL Komunal

Pengetahuan	Jumlah	%
Ada masalah	16	45,71
Tidak ada masalah	16	45,71
Tidak tahu	3	8,57
Jumlah	35	100,00

Tabel 10. Pengetahuan Responden Tentang Letak Saluran Air Buangan

Pengetahuan	Jumlah	%
Tahu, di tengah jalan	15	42,86
Tahu, di pinggir jalan	7	20,00
Tahu, di tengah dan pinggir jalan	7	20,00
Tahu	1	2,86
Tidak tahu	1	2,86
Kosong	4	11,43
Jumlah	35	100,00

Tabel 11. Kelompok Responden Menurut Ada Tidaknya Bak Penangkap Lemak (BPL) dalam Rumah Tangga

Keberadaan BPL	Jumlah	%
Ada	12	34,29
Tidak	18	51,43
Tidak Tahu	5	14,29
Jumlah	35	100,00

LAMPIRAN 2

PERHITUNGAN RATA-RATA

Lampiran 2 Perhitungan Rata-rata

Tabel 12. Perhitungan Rata-rata Jumlah Anggota Keluarga

Jumlah anggota keluarga	Jumlah	skala	skala x jml	kumulatif
2	3	1	3	3
3	6	2	12	9
4	11	3	33	20
5	8	4	32	28
>5	7	5	35	35
Jumlah	35		115	
Rata-rata		3		

Rata-rata dari jumlah anggota keluarga dari responden dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Rata-rata} = \frac{\sum(\text{skalaxjml})}{\text{jml responden}} = \frac{115}{35} = 3,28 \approx 3$$

Dari perhitungan diperoleh skala rata-rata sama dengan 3, sehingga dapat disimpulkan bahwa rata-rata jumlah anggota keluarga untuk 35 responden adalah 4 orang.

Tabel 13. Perhitungan Rata-rata Tingkat Pendapatan

Pendapatan	Jumlah	skala	skala x jml	kumulatif
< Rp 100.000	6	1	6	6
Rp 100.000-Rp 300.000	11	2	22	17
Rp 300.000-Rp 500.000	7	3	21	24
Rp 500.000-Rp 1000.000	7	4	28	31
> 1000.000	4	5	20	35
Jumlah	35		97	
Rata-rata		3		

Rata-rata tingkat pendapatan responden didapatkan dari perhitungan berikut :

$$\text{Rata - rata} = \frac{\sum(\text{skalaxjml})}{\text{jml responden}} = \frac{97}{35} = 2,77 \approx 3$$

Dari perhitungan di atas diperoleh skala rata-rata sama dengan 3, sehingga dapat disimpulkan bahwa rata-rata tingkat pendapatan responden untuk 35 responden adalah antara Rp 300.000 – Rp 500.000.

Tabel 14. Perhitungan Tingkat Pemakaian Air Rata-rata

Debit Air	frek.	tanda kelas	produk	kumulatif
	fi	xi	fi.xi	
< 50 Lt/hr	12	25	300	12
50 - 100 Lt/hr	6	75	450	18
100 - 150 Lt/hr	6	125	750	24
150 - 200 Lt/hr	4	175	700	28
> 200 Lt/hr	6	225	1350	34
Tidak tahu	1			
Jumlah	35		3550	
Rata-rata		101		

Metode yang digunakan untuk menghitung tingkat pemakaian air rata-rata sama dengan yang digunakan pada perhitungan di atas yaitu dengan metode rata-rata hitung sebagai berikut :

$$\text{Rata - rata} = \frac{\sum(\text{skalaxjml})}{\text{jml responden}} = \frac{3550}{35} = 101,42 \text{ Lt/hr}$$

Dalam perhitungan di atas, diambil tanda kelas yaitu setengah dari ujung bawah dan ujung atas, sebagai wakil tiap kelas interval. Jadi telah dianggap ada 12 kepala keluarga yang menggunakan air 25 Lt/hr, ada 6 KK yang menggunakan air 75 Lt/hr dan begitu seterusnya. Nilai-nilai asli telah digantikan oleh tanda kelas. Dengan demikian dapat diperoleh nilai rata-rata pemakaian air bersih di daerah penelitian adalah sebanyak 101, 42 Lt/hr, atau jika dibuat menjadi interval maka tingkat pemakaian rata-rata air bersih antara 100-150 Lt/hr.

LAMPIRAN 3

UJI ANOVA

Lampiran 3. Uji Anova

1. Uji Anova untuk parameter COD

Hipotesis :

H_0 : Tidak ada perbedaan data yang signifikan antara kedua lokasi pengujian

H_1 : Ada perbedaan data yang signifikan antara kedua lokasi pengujian

Tingkat signifikansi :

v_1 : 1; v_2 : 46 F_{tabel} : 4,05

Daerah kritis :

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

Jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$, maka H_0 ditolak

Statistik uji : (lihat tabel 15)

Tabel 15. Uji Anova COD

NO	WAKTU	I	I ²	O	O ²
1	6.A	523,33568	273880,23396	235,83312	55617,26049
2	6.B	491,29472	241370,50190	266,26320	70896,09167
3	7.A	213,60640	45627,69412	210,47472	44299,60776
4	7.B	202,92608	41178,99394	240,90480	58035,12266
5	8.A	152,19456	23163,18409	261,19152	68221,01012
6	8.B	157,53472	24817,18801	276,40656	76400,58641
7	9.A	56,07168	3144,03330	377,84016	142763,18651
8	9.B	82,77248	6851,28345	352,48176	124243,39113
9	10.A	109,47328	11984,39903	327,12336	107009,69266
10	10.B	114,80344	13179,82984	306,83664	94148,72365
11	11.A	579,40736	335712,88882	281,47824	79229,99959
12	11.B	579,40736	335712,88882	245,97648	60504,42871
13	12.A	477,94432	228430,77302	286,54992	82110,85665
14	12.B	488,62464	238754,03882	271,33488	73622,61710
15	13.A	638,14912	407234,29936	347,41008	120693,76369
16	13.B	611,44832	373869,04803	349,70176	122291,32095
17	14.A	579,40736	335712,88882	382,40768	146235,63372
18	14.B	584,74752	341929,66215	367,31264	134918,57550
19	15.A	291,62160	85043,15759	246,55232	60788,04650
20	15.B	296,69328	88026,90240	244,03648	59553,80357
21	16.A	271,33488	73622,61710	301,90080	91144,09304
22	16.B	291,62160	85043,15759	301,90080	91144,09304
23	17.A	190,18800	36171,47534	316,99584	100486,36258
24	17.B	164,82960	27168,79704	311,96416	97321,63712
STATISTIK					TOTAL
N		24		24	48
$\sum X$		8149,43800		7110,87792	15260,31592
$\sum X^2$		3677629,93653		2161679,90484	5839309,84136
\bar{x}		339,55992		296,28658	635,84650
$(\sum X)^2/n_{Ai}$		2767222,48816		2106857,69971	4874080,18787
JK _A		22470,98000			
dk _A		1,00000			
KR _A		22470,98000			
JK _D		965229,65349			
dk _D		46,00000			
KR _D		20983,25334			
F _{hitung}		1,07090			
F _{tabel}		4,05			

Keterangan :

- A : Pengujian I
- B : Pengujian II

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

Dari uji anova di atas diperoleh $F_{hitung} = 1,0709$ dan $F_{tabel} = 4,05$

Kesimpulan :

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

Artinya : tidak ada perbedaan data yang signifikan antara kedua lokasi pengujian.

2. Uji Anova parameter TSS

Hipotesis :

H_0 : Tidak ada perbedaan data yang signifikan antara kedua lokasi pengujian

H_1 : Ada perbedaan data yang signifikan antara kedua lokasi pengujian

Tingkat signifikansi :

$$v_1 : 1; \quad v_2 : 46 \quad F_{tabel} : 4,05$$

Daerah kritis :

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

Jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$, maka H_0 ditolak

Statistik uji : (lihat tabel 16)

Tabel 16. Uji Anova TSS

NO	WAKTU	I	I ²	O	O ²
1	6.A	302	91204	580	336400
2	6.B	322	103684	488	238144
3	7.A	264	69696	338	114244
4	7.B	284	80656	422	178084
5	8.A	254	64516	144	20736
6	8.B	254	64516	154	23716
7	9.A	88	7744	136	18496
8	9.B	154	23716	94	8836
9	10.A	218	47524	228	51984
10	10,B	228	51984	190	36100
11	11,A	426	181476	294	86436
12	11,B	416	173056	276	76176
13	12,A	78	6084	468	219024
14	12,B	242	58564	484	234256
15	13,A	336	112896	244	59536
16	13,B	332	110224	300	90000
17	14,A	94	8836	232	53824
18	14,B	108	11664	124	15376
19	15,A	258	66564	310	96100
20	15,B	274	75076	284	80656
21	16,A	530	280900	230	52900
22	16,B	634	401956	158	24964
23	17,A	648	419904	620	384400
24	17,B	526	276676	690	476100
STATISTIK					TOTAL
n		24		24	48
$\sum X$		7270,00000		7488,00000	14758,00000
$\sum X^2$		2789116,00000		2976488,00000	5765604,00000
\bar{x}		302,91667		312,00000	614,91667
$(\sum X)^2/n_{Ai}$		2202204,16667		2336256,00000	4538460,16667
JK _A		990,08333			
dk _A		1,00000			
KR _A		990,08333			
JK _D		1227143,83333			
dk _D		46,00000			
KR _D		26677,03986			
F _{hitung}		0,03711			
F _{tabel}		4,05			

Keterangan :

- A : Pengujian I
- B : Pengujian II

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

Dari uji anova di atas diperoleh $F_{hitung} = 0,03711$ dan $F_{tabel} = 4,05$

Kesimpulan :

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

Artinya : tidak ada perbedaan data yang signifikan antara kedua lokasi pengujian.

3. Uji Anova parameter Amonium

Hipotesis :

H_0 : Tidak ada perbedaan data yang signifikan antara kedua lokasi pengujian

H_1 : Ada perbedaan data yang signifikan antara kedua lokasi pengujian

Tingkat signifikansi :

$v_1 : 1$; $v_2 : 46$ $F_{tabel} : 4,05$

Daerah kritis :

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

Jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$, maka H_0 ditolak

Statistik uji : (lihat tabel 17)

Tabel 17. Uji Anova Amonium

NO	WAKTU	I	I ²	O	O ²
1	6.A	4,020	16,16040	5,141	26,42988
2	6.B	3,896	15,17882	5,162	26,64624
3	7.A	2,875	8,26563	3,093	9,56665
4	7.B	2,897	8,39261	3,092	9,56046
5	8.A	1,719	2,95496	2,010	4,04010
6	8.B	1,701	2,89340	2,005	4,02003
7	9.A	4,019	16,15236	3,945	15,56303
8	9.B	3,866	14,94596	3,936	15,49210
9	10.A	0,844	0,71234	3,198	10,22720
10	10,B	0,929	0,86304	3,202	10,25280
11	11,A	2,773	7,68953	2,191	4,80048
12	11,B	2,769	7,66736	2,181	4,75676
13	12,A	3,568	12,73062	2,309	5,33148
14	12,B	3,577	12,79493	2,304	5,30842
15	13,A	7,654	58,58372	5,306	28,15364
16	13,B	7,683	59,02849	5,300	28,09000
17	14,A	5,774	33,33908	6,864	47,11450
18	14,B	5,779	33,39684	6,864	47,11450
19	15,A	4,824	23,27098	6,458	41,70576
20	15,B	4,878	23,79488	6,462	41,75744
21	16,A	4,254	18,09652	6,432	41,37062
22	16,B	4,248	18,04550	6,432	41,37062
23	17,A	3,401	11,56680	3,736	13,95770
24	17,B	3,406	11,60084	3,725	13,87563
STATISTIK					TOTAL
N		24		24	48
$\sum X$		91,35400		101,34800	192,70200
$\sum X^2$		418,12559		496,50604	914,63162
\bar{x}		3,80642		4,22283	8,02925
$(\sum X)^2/n_{Ai}$		347,73139		427,97571	775,70710
JK _A	2,08083				
dk _A	1,00000				
KR _A	2,08083				
JK _D	138,92452				
dk _D	46,00000				
KR _D	3,02010				
F _{hitung}	0,68900				
F _{tabel}	4,05				

Keterangan :

- A : Pengujian I
- B : Pengujian II

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

Dari uji anova di atas diperoleh $F_{hitung} = 0,689$ dan $F_{tabel} = 4,05$

Kesimpulan :

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

Artinya : tidak ada perbedaan data yang signifikan antara kedua lokasi pengujian.

LAMPIRAN 4

HASIL ANALISA LABORATORIUM

Lampiran 4. Hasil Analisa Laboratorium

Tabel 18. Standarisasi FAS (Kamis, 24 Nov 2005)

KODE	V K ₂ Cr ₂ O ₇	N K ₂ Cr ₂ O ₇	V FAS	N FAS	N FAS
1	5 ml	0,02	5,9	0,016949	0,016688
2	5 ml	0,02	6	0,016667	
3	5 ml	0,02	6,08	0,016447	

Tabel 19. Standarisasi FAS (Sabtu, 26 Nov 2005)

KODE	V K ₂ Cr ₂ O ₇	N K ₂ Cr ₂ O ₇	V FAS	N FAS	N FAS
1	5 ml	0,02	6,32	0,015823	0,015849
2	5 ml	0,02	6,36	0,015723	
3	5 ml	0,02	6,25	0,016000	

Tabel 20. Standarisasi FAS (Minggu, 27 Nov 2005)

KODE	V K ₂ Cr ₂ O ₇	N K ₂ Cr ₂ O ₇	V FAS	N FAS	N FAS
1	5 ml	0,02	6,42	0,015576	0,015724
2	5 ml	0,02	6,3	0,015873	
3	5 ml	0,02	6,36	0,015723	

Tabel 21. Analisa COD (Inlet)

SAMPEL	V FAS	N FAS	COD (mg/lit)	Rata-rata V FAS
Kamis, 24 Nov 2005				
BL 1	6,92	0,016688		7,24
BL 2	7,22	0,016688		
BL 3	7,26	0,016688		
I. 6 A	6,5	0,016688	395,17184	
I. 6 B	6,26	0,016688	523,33568	
I. 6 C	6,32	0,016688	491,29472	
I. 7 A	6,5	0,016688	395,17184	
I. 7 B	6,84	0,016688	213,6064	
I. 7 C	6,86	0,016688	202,92608	
Jum'at, 25 Nov 2005				
BL 1	7,1	0,016688		8,79
BL 2	8,84	0,016688		
BL 3	8,74	0,016688		

I. 8 A	8,26	0,016688	141,51424	
I. 8 B	8,22	0,016688	152,19456	
I. 8 C	8,2	0,016688	157,53472	
I. 9 A	8,58	0,016688	56,07168	
I. 9 B	8,48	0,016688	82,77248	
I. 9 C	8,08	0,016688	189,57568	
I. 10 A	8,38	0,016688	109,47328	
I. 10 B	8,1	0,016688	184,23552	
I. 10 C	8,36	0,016688	114,81344	
I. 11 A	6,72	0,016688	552,70656	
I. 11 B	6,62	0,016688	579,40736	
I. 11 C	6,62	0,016688	579,40736	
I. 12 A	7	0,016688	477,94432	
I. 12 B	6,96	0,016688	488,62464	
I. 12 C	7,18	0,016688	429,88288	
I. 13 A	6,4	0,016688	638,14912	
I. 13 B	6,5	0,016688	611,44832	
I. 13 C	6,74	0,016688	547,3664	
I. 14 A	6,62	0,016688	579,40736	
I. 14 B	6,54	0,016688	600,768	
I. 14 C	6,6	0,016688	584,74752	
Sabtu, 26 Nov 2005				
BL 1	7,6	0,015849		
BL 2	8	0,015849		
BL 3	7,9	0,015849		7,95
I. 15 A	6,8	0,015849	291,6216	
I. 15 B	6,95	0,015849	253,584	
I. 15 C	6,78	0,015849	296,69328	
I. 16 A	6,88	0,015849	271,33488	
I. 16 B	6,8	0,015849	291,6216	
I. 16 C	7	0,015849	240,9048	
I. 17 A	7,2	0,015849	190,188	
I. 17 B	7,6	0,015849	88,7544	
I. 17 C	7,3	0,015849	164,8296	

Tabel 22. Analisa COD (Outlet)

SAMPEL	V FAS	N FAS	COD (mg/lit)	Rata-rata
Sabtu, 26 Nov 2005				
BL 1	7,6	0,015849		7,95
BL 2	8	0,015849		
BL 3	7,9	0,015849		
O. 6 A	6,32	0,015849	413,34192	
O. 6 B	7,02	0,015849	235,83312	
O. 6 C	6,9	0,015849	266,2632	
O. 7 A	6,48	0,015849	372,76848	
O. 7 B	7,12	0,015849	210,47472	
O. 7 C	7	0,015849	240,9048	
O. 8 A	6,78	0,015849	296,69328	
O. 8 B	6,92	0,015849	261,19152	
O. 8 C	6,86	0,015849	276,40656	
O. 9 A	6,68	0,015849	322,05168	
O. 9 B	6,46	0,015849	377,84016	
O. 9 C	6,56	0,015849	352,48176	
O. 10 A	7,04	0,015849	230,76144	
O. 10 B	6,66	0,015849	327,12336	
O. 10 C	6,74	0,015849	306,83664	
O. 11 A	6,84	0,015849	281,47824	
O. 11 B	6,98	0,015849	245,97648	
O. 11 C	7,18	0,015849	195,25968	
O. 12 A	6,82	0,015849	286,54992	
O. 12 B	6,7	0,015849	316,98	
O. 12 C	6,88	0,015849	271,33488	
O. 13 A	6,58	0,015849	347,41008	
O. 13 B	6,5	0,015849	367,6968	
O. 13 C	6,56	0,015724	349,70176	
Minggu, 27 Nov 2005				
BL 1	7,86	0,015724		7,86
BL 2	7,9	0,015724		
BL 3	7,82	0,015724		

O. 14 A	6,34	0,015724	382,40768	
O. 14 B	5,9	0,015724	493,10464	
O. 14 C	6,4	0,015724	367,31264	
O. 15 A	6,88	0,015724	246,55232	
O. 15 B	6,89	0,015724	244,03648	
O. 15 C	6,8	0,015724	266,67904	
O. 16 A	6,66	0,015724	301,9008	
O. 16 B	6,68	0,015724	296,86912	
O. 16 C	6,66	0,015724	301,9008	
O. 17 A	6,6	0,015724	316,99584	
O. 17 B	6,62	0,015724	311,96416	
O. 17 C	6,56	0,015724	327,0592	

Tabel 23. Konsentrasi Rata-rata COD Untuk Tiga Kali Pengujian (Triplo)

KODE	INLET	Rata-rata	KODE	OUTLET	Rata-rata
I. 6 A	395,17184	469,93408	O. 6 A	413,34192	305,1461
I. 6 B	523,33568		O. 6 B	235,83312	
I. 6 C	491,29472		O. 6 C	266,26320	
I. 7 A	395,17184	270,5681067	O. 7 A	372,76848	274,716
I. 7 B	213,60640		O. 7 B	210,47472	
I. 7 C	202,92608		O. 7 C	240,90480	
I. 8 A	141,51424	150,4145067	O. 8 A	296,69328	278,0971
I. 8 B	152,19456		O. 8 B	261,19152	
I. 8 C	157,53472		O. 8 C	276,40656	
I. 9 A	56,07168	109,47328	O. 9 A	322,05168	350,7912
I. 9 B	82,77248		O. 9 B	377,84016	
I. 9 C	189,57568		O. 9 C	352,48176	
I. 10 A	109,47328	136,1707467	O. 10 A	230,76144	288,2405
I. 10 B	184,23552		O. 10 B	327,12336	
I. 10 C	114,80344		O. 10 C	306,83664	
I. 11 A	552,70656	570,5070933	O. 11 A	281,47824	240,9048
I. 11 B	579,40736		O. 11 B	245,97648	
I. 11 C	579,40736		O. 11 C	195,25968	
I. 12 A	477,94432	465,4839467	O. 12 A	286,54992	291,6216
I. 12 B	488,62464		O. 12 B	316,98000	
I. 12 C	429,88288		O. 12 C	271,33488	
I. 13 A	638,14912	598,9879467	O. 13 A	347,41008	354,9362
I. 13 B	611,44832		O. 13 B	367,69680	
I. 13 C	547,36640		O. 13 C	349,70176	
I. 14 A	579,40736	588,3076267	O. 14 A	382,40768	414,275
I. 14 B	600,76800		O. 14 B	493,10464	
I. 14 C	584,74752		O. 14 C	367,31264	

I. 15 A	291,62160	280,63296	O. 15 A	246,55232	252,4226
I. 15 B	253,58400		O. 15 B	244,03648	
I. 15 C	296,69328		O. 15 C	266,67904	
I. 16 A	271,33488	267,95376	O. 16 A	301,90080	300,2236
I. 16 B	291,62160		O. 16 B	296,86912	
I. 16 C	240,90480		O. 16 C	301,90080	
I. 17 A	190,18800	147,924	O. 17 A	316,99584	318,6731
I. 17 B	88,75440		O. 17 B	311,96416	
I. 17 C	164,82960		O. 17 C	327,05920	

Tabel 24. Konsentrasi Rata-rata COD Untuk Dua Kali Pengujian Terdekat (Duplo)

KODE	INLET	Rata-rata In	OUTLET	Rata-rata Out
6.A	523,33568	507,3152	235,83312	251,0482
6.B	491,29472		266,26320	
7.A	213,60640	208,2662	210,47472	225,6898
7.B	202,92608		240,90480	
8.A	152,19456	154,8646	261,19152	268,7990
8.B	157,53472		276,40656	
9.A	56,07168	69,4221	377,84016	365,1610
9.B	82,77248		352,48176	
10.A	109,47328	112,1384	327,12336	316,9800
10.B	114,80344		306,83664	
11.A	579,40736	579,4074	281,47824	263,7274
11.B	579,40736		245,97648	
12.A	477,94432	483,2845	286,54992	278,9424
12.B	488,62464		271,33488	
13.A	638,14912	624,7987	347,41008	348,5559
13.B	611,44832		349,70176	
14.A	579,40736	582,0774	382,40768	374,8602
14.B	584,74752		367,31264	
15.A	291,62160	294,1574	246,55232	245,2994
15.B	296,69328		244,03648	
16.A	271,33488	281,4782	301,90080	301,9008
16.B	291,62160		301,90080	
17.A	190,18800	177,5088	316,99584	314,4800
17.B	164,82960		311,96416	

Tabel 25. Analisa TSS (Inlet)

1	2	3	4	5
SAMPEL	BRT KSG (gr)	BRT ISI (gr)	SELISIH (gr)	TSS (mg/lt)
I. 6 A	1,0597	1,0793	0,0196	392,00
I. 6 B	1,0499	1,0650	0,0151	302,00
I. 6 C	1,0594	1,0755	0,0161	322,00
I. 7 A	1,1786	1,1918	0,0132	264,00
I. 7 B	1,1206	1,1379	0,0173	346,00
I. 7 C	1,1628	1,1770	0,0142	284,00
I. 8 A	1,0605	1,0790	0,0185	370,00
I. 8 B	1,0323	1,0450	0,0127	254,00
I. 8 C	1,0247	1,0374	0,0127	254,00
I. 9 A	1,1672	1,1716	0,0044	88,00
I. 9 B	1,1353	1,1430	0,0077	154,00
I. 9 C	1,1730	1,1870	0,0140	280,00
I. 10 A	1,0481	1,0574	0,0093	186,00
I. 10 B	1,0305	1,0414	0,0109	218,00
I. 10 C	1,0246	1,0360	0,0114	228,00
I. 11 A	1,1461	1,1674	0,0213	426,00
I. 11 B	1,1549	1,1750	0,0201	402,00
I. 11 C	1,1380	1,1588	0,0208	416,00
I. 12 A	1,0368	1,0590	0,0222	444,00
I. 12 B	1,0396	1,0435	0,0039	78,00
I. 12 C	1,0222	1,0343	0,0121	242,00
I. 13 A	1,1502	1,1670	0,0168	336,00
I. 13 B	1,1319	1,1445	0,0126	252,00
I. 13 C	1,1285	1,1451	0,0166	332,00
I. 14 A	1,0408	1,0455	0,0047	94,00
I. 14 B	1,0312	1,0404	0,0092	184,00
I. 14 C	1,0272	1,0326	0,0054	108,00
I. 15 A	1,1371	1,1525	0,0154	308,00
I. 15 B	1,1853	1,1982	0,0129	258,00
I. 15 C	1,1531	1,1668	0,0137	274,00
I. 16 A	1,0222	1,0487	0,0265	530,00
I. 16 B	1,0308	1,0473	0,0165	330,00
I. 16 C	1,0130	1,0447	0,0317	634,00
I. 17 A	1,0558	1,0971	0,0413	826,00
I. 17 B	1,0319	1,0643	0,0324	648,00
I. 17 C	1,0397	1,0660	0,0263	526,00

Tabel 26. Analisa TSS (Outlet)

	2	3	4	5
SAMPEL	BRT KSG (gr)	BRT ISI (gr)	SELISIH (gr)	TSS (mg/lt)
O. 6 A	1,0248	1,0538	0,0290	580,00
O. 6 B	1,0478	1,0578	0,0100	200,00
O. 6 C	1,0328	1,0572	0,0244	488,00

O. 7 A	1,1371	1,1630	0,0259	518,00
O. 7 B	1,1390	1,1559	0,0169	338,00
O. 7 C	1,1813	1,2024	0,0211	422,00
O. 8 A	1,0669	1,0753	0,0084	168,00
O. 8 B	1,0330	1,0402	0,0072	144,00
O. 8 C	1,0588	1,0665	0,0077	154,00
O. 9 A	1,1687	1,1755	0,0068	136,00
O. 9 B	1,1602	1,1720	0,0118	236,00
O. 9 C	1,1604	1,1651	0,0047	94,00
O. 10 A	1,0526	1,0640	0,0114	228,00
O. 10 B	1,0587	1,0767	0,0180	360,00
O. 10 C	1,0512	1,0607	0,0095	190,00
O. 11 A	1,1385	1,1532	0,0147	294,00
O. 11 B	1,1570	1,1776	0,0206	412,00
O. 11 C	1,1728	1,1866	0,0138	276,00
O. 12 A	1,0282	1,0384	0,0102	204,00
O. 12 B	1,0423	1,0657	0,0234	468,00
O. 12 C	1,0393	1,0635	0,0242	484,00
O. 13 A	1,1780	1,1902	0,0122	244,00
O. 13 B	1,1289	1,1439	0,0150	300,00
O. 13 C	1,1024	1,1247	0,0223	446,00
O. 14 A	1,0577	1,0693	0,0116	232,00
O. 14 B	1,0258	1,0446	0,0188	376,00
O. 14 C	1,0680	1,0742	0,0062	124,00
O. 15 A	1,1305	1,1460	0,0155	310,00
O. 15 B	1,1193	1,1335	0,0142	284,00
O. 15 C	1,1704	1,1885	0,0181	362,00
O. 16 A	1,0415	1,0530	0,0115	230,00
O. 16 B	1,0519	1,0724	0,0205	410,00
O. 16 C	1,0363	1,0442	0,0079	158,00
O. 17 A	1,0711	1,1021	0,0310	620,00
O. 17 B	1,0340	1,0685	0,0345	690,00
O. 17 C	1,0515	1,0934	0,0419	838,00

Ket : I.6 - I.16 menggunakan kertas saring No 1

Ket : I.17 - O.17 menggunakan kertas saring No 4

Tabel 27. Konsentrasi Rata-rata TSS Untuk Tiga Kali Pengujian (Triplo)

KODE	INLET	Rata-rata Inlet	KODE	OUTLET	Rata-rata Outlet
I. 6 A	392,00	338,67	O. 6 A	580,00	422,67
I. 6 B	302,00		O. 6 B	200,00	
I. 6 C	322,00		O. 6 C	488,00	
I. 7 A	264,00	298,00	O. 7 A	518,00	426,00
I. 7 B	346,00		O. 7 B	338,00	
I. 7 C	284,00		O. 7 C	422,00	
I. 8 A	370,00	292,67	O. 8 A	168,00	155,33
I. 8 B	254,00		O. 8 B	144,00	
I. 8 C	254,00		O. 8 C	154,00	

I. 9 A	88,00	174,00	O. 9 A	136,00	155,33
I. 9 B	154,00		O. 9 B	236,00	
I. 9 C	280,00		O. 9 C	94,00	
I. 10 A	186,00	210,67	O. 10 A	228,00	259,33
I. 10 B	218,00		O. 10 B	360,00	
I. 10 C	228,00		O. 10 C	190,00	
I. 11 A	426,00	414,67	O. 11 A	294,00	327,33
I. 11 B	402,00		O. 11 B	412,00	
I. 11 C	416,00		O. 11 C	276,00	
I. 12 A	444,00	254,67	O. 12 A	204,00	385,33
I. 12 B	78,00		O. 12 B	468,00	
I. 12 C	242,00		O. 12 C	484,00	
I. 13 A	336,00	306,67	O. 13 A	244,00	330,00
I. 13 B	252,00		O. 13 B	300,00	
I. 13 C	332,00		O. 13 C	446,00	
I. 14 A	94,00	128,67	O. 14 A	232,00	244,00
I. 14 B	184,00		O. 14 B	376,00	
I. 14 C	108,00		O. 14 C	124,00	
I. 15 A	308,00	280,00	O. 15 A	310,00	318,67
I. 15 B	258,00		O. 15 B	284,00	
I. 15 C	274,00		O. 15 C	362,00	
I. 16 A	530,00	498,00	O. 16 A	230,00	266,00
I. 16 B	330,00		O. 16 B	410,00	
I. 16 C	634,00		O. 16 C	158,00	
I. 17 A	826,00	666,67	O. 17 A	620,00	716,00
I. 17 B	648,00		O. 17 B	690,00	
I. 17 C	526,00		O. 17 C	838,00	

Tabel 28. Rata-rata Konsentrasi TSS Untuk Dua Kali Pengujian Terdekat (Duplo)

KODE	INLET	Rata-rata Inlet	OUTLET	Rata-rata Outlet
6.A	302	312	580	534
6.B	322		488	
7.A	264	274	338	380
7.B	284		422	
8.A	254	254	144	149
8.B	254		154	
9.A	88	121	136	115
9.B	154		94	
10.A	218	223	228	209
10.B	228		190	
11.A	426	421	294	285
11.B	416		276	

12,A	78	160	468	476
12,B	242		484	
13,A	336	334	244	272
13,B	332		300	
14,A	94	101	232	178
14,B	108		124	
15,A	258	266	310	297
15,B	274		284	
16,A	530	582	230	194
16,B	634		158	
17,A	648	587	620	655
17,B	526		690	

Tabel 29. Konsentrasi Rata-rata Amonium Untuk Tga Kali Pengujian (Triplo)

KODE	Inlet	Rata-rata Inlet	KODE	Outlet	Rata-rata Outlet
I. 6 A	5,876	4,597333	O. 6 A	5,091	5,131333
I. 6 B	4,02		O. 6 B	5,141	
I. 6 C	3,896		O. 6 C	5,162	
I. 7 A	2,677	2,816333	O. 7 A	3,093	3,095
I. 7 B	2,875		O. 7 B	3,1	
I. 7 C	2,897		O. 7 C	3,092	
I. 8 A	1,756	1,725333	O. 8 A	2,022	2,012333
I. 8 B	1,719		O. 8 B	2,01	
I. 8 C	1,701		O. 8 C	2,005	
I. 9 A	4,019	4,042667	O. 9 A	3,954	3,945
I. 9 B	4,243		O. 9 B	3,945	
I. 9 C	3,866		O. 9 C	3,936	
I. 10 A	0,844	0,957333	O. 10 A	3,198	3,195667
I. 10 B	1,099		O. 10 B	3,202	
I. 10 C	0,929		O. 10 C	3,187	
I. 11 A	2,773	2,820667	O. 11 A	2,209	2,193667
I. 11 B	2,92		O. 11 B	2,191	
I. 11 C	2,769		O. 11 C	2,181	
I. 12 A	3,568	3,518333	O. 12 A	2,309	2,309333
I. 12 B	3,577		O. 12 B	2,304	
I. 12 C	3,41		O. 12 C	2,315	
I. 13 A	7,654	7,579	O. 13 A	5,274	5,293333
I. 13 B	7,683		O. 13 B	5,306	
I. 13 C	7,4		O. 13 C	5,3	
I. 14 A	5,871	5,808	O. 14 A	6,86	6,862667
I. 14 B	5,774		O. 14 B	6,864	
I. 14 C	5,779		O. 14 C	6,864	
I. 15 A	4,824	4,895333	O. 15 A	6,472	6,464
I. 15 B	4,878		O. 15 B	6,458	
I. 15 C	4,984		O. 15 C	6,462	

I. 16 A	4,254	4,265	O. 16 A	6,432	6,430667
I. 16 B	4,248		O. 16 B	6,428	
I. 16 C	4,293		O. 16 C	6,432	
I. 17 A	3,401	3,406	O. 17 A	3,878	3,779667
I. 17 B	3,411		O. 17 B	3,736	
I. 17 C	3,406		O. 17 C	3,725	

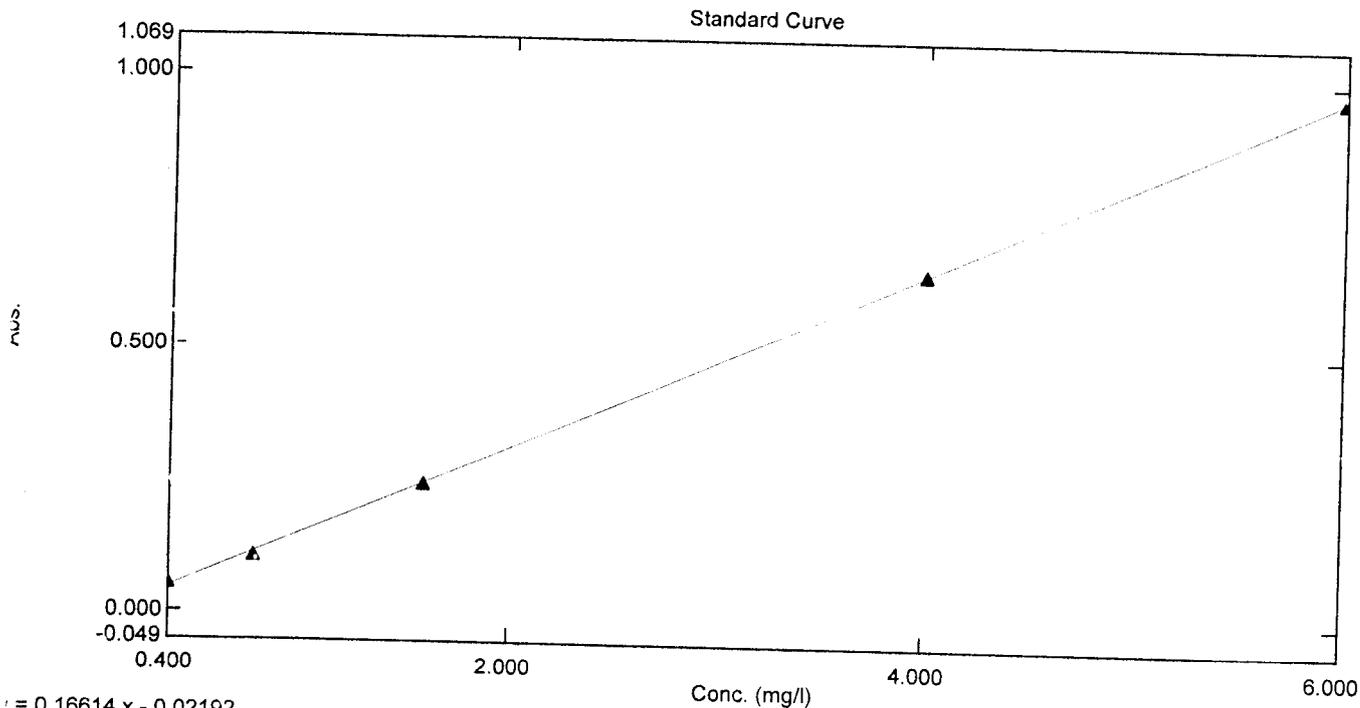
Tabel 30. Konsentrasi Rata-rata Amonium Untuk Dua Kali Pengujian (Duplo)

KODE	Inlet	Rata-rata Inlet	Outlet	Rata-rata Outlet
6.A	4,020	3,9580	5,141	5,1520
6.B	3,896		5,162	
7.A	2,875	2,8860	3,093	3,0930
7.B	2,897		3,092	
8.A	1,719	1,7100	2,010	2,0080
8.B	1,701		2,005	
9.A	4,019	3,9430	3,945	3,9410
9.B	3,866		3,936	
10.A	0,844	0,8870	3,198	3,2000
10.B	0,929		3,202	
11.A	2,773	2,7710	2,191	2,1860
11.B	2,769		2,181	
12.A	3,568	3,5730	2,309	2,3070
12.B	3,577		2,304	
13.A	7,654	7,6690	5,306	5,3030
13.B	7,683		5,300	
14.A	5,774	5,7770	6,864	6,8640
14.B	5,779		6,864	
15.A	4,824	4,8510	6,458	6,4600
15.B	4,878		6,462	
16.A	4,254	4,2510	6,432	6,4320
16.B	4,248		6,432	
17.A	3,401	3,4040	3,736	3,7310
17.B	3,406		3,725	

Standard Table Report

11/27/2005 00:40:40 AM

File Name: C:\Program Files\Shimadzu\UVPProbe\Data\agung data amonium.pho



$y = 0.16614x - 0.02192$
 2 Correlation Coefficient = 0.99986
 Standard Error of Estimate = 0.00544

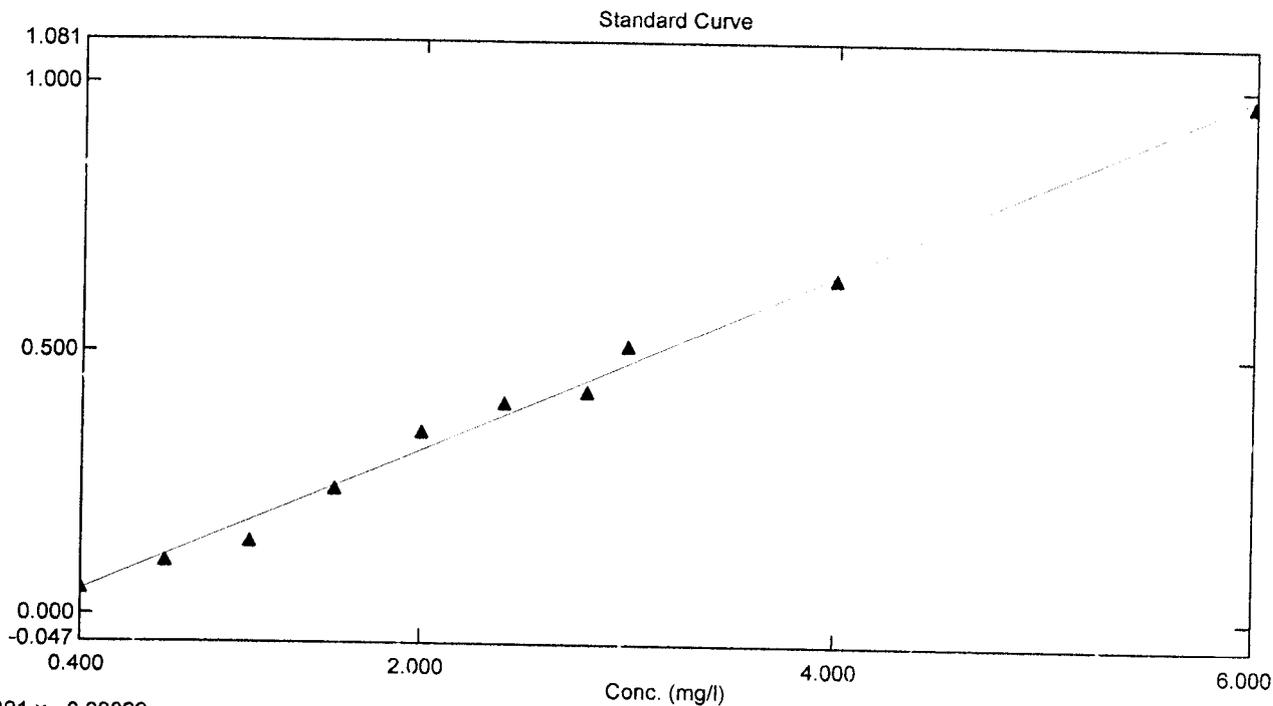
Standard Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL420.0	Wgt.Factor	Comments
	Std 1	Standard		0.400	0.051	1.000	
	Std 2	Standard		0.800	0.105	1.000	
	Std 3	Standard	✓	1.200	0.139	1.000	
	Std 4	Standard		1.600	0.242	1.000	
	Std 5	Standard	✓	2.000	0.352	1.000	
	Std 6	Standard	✓	2.400	0.409	1.000	
	Std 7	Standard	✓	2.800	0.431	1.000	
	Std 8	Standard	✓	3.000	0.516	1.000	
	Std 9	Standard		4.000	0.643	1.000	
0	Std 10	Standard		6.000	0.975	1.000	
1							

Standard Table Report

11/27/2005 00:42:05 AM

File Name: C:\Program Files\Shimadzu\UVProbe\Data\lagung data amonium.pho



$y = 0.16801x - 0.02029$
 Correlation Coefficient = 0.99224
 Standard Error of Estimate = 0.02618

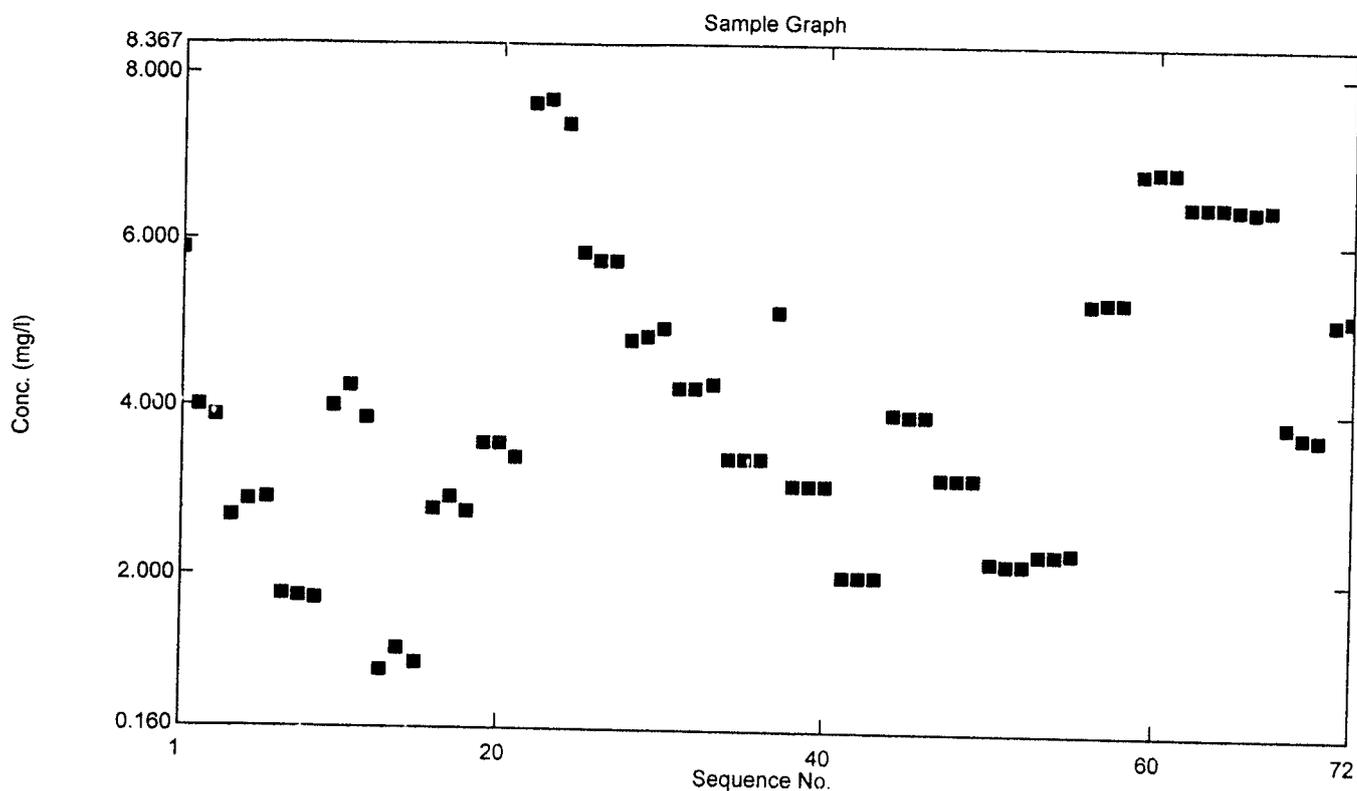
Standard Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL420.0	Wgt.Factor	Comments
Std 1	Standard		0.400	0.051	1.000	
Std 2	Standard		0.800	0.105	1.000	
Std 3	Standard		1.200	0.139	1.000	
Std 4	Standard		1.600	0.242	1.000	
Std 5	Standard		2.000	0.352	1.000	
Std 6	Standard		2.400	0.409	1.000	
Std 7	Standard		2.800	0.431	1.000	
Std 8	Standard		3.000	0.516	1.000	
Std 9	Standard		4.000	0.643	1.000	
Std 10	Standard		6.000	0.975	1.000	

Sample Table Report

11/27/2005 00:43:07 AM

File Name: C:\Program Files\Shimadzu\UVProbe\Data\agung data amonium.pho



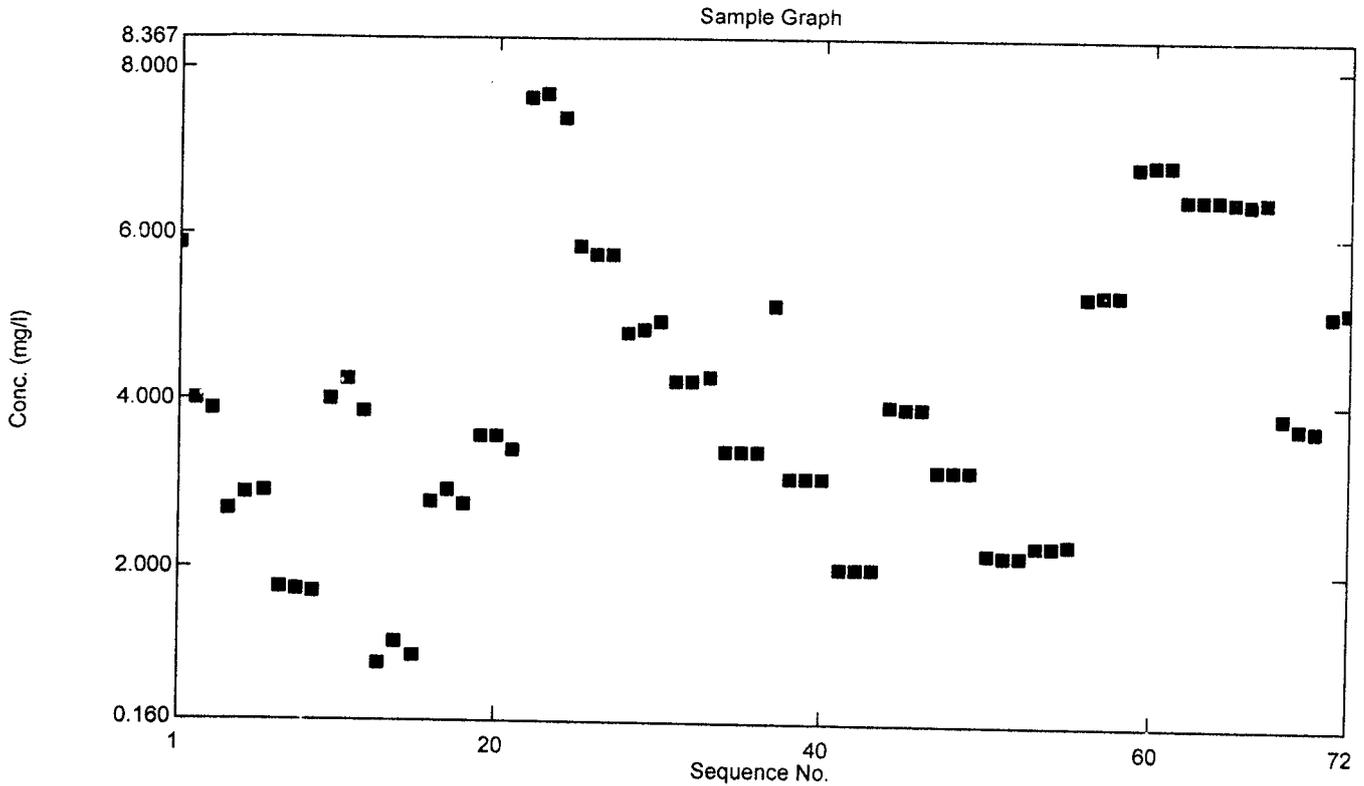
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL420.0	Comments
1	inlet 06.00a	Unknown		5.876	0.967	
2	inlet 06.00b	Unknown		4.020	0.655	
3	inlet 06.00c	Unknown		3.896	0.634	
4	inlet 07.00a	Unknown		2.677	0.429	
5	inlet 07.00b	Unknown		2.875	0.463	
6	inlet 07.00c	Unknown		2.897	0.466	
7	inlet 08.00a	Unknown		1.756	0.275	
8	inlet 08.00b	Unknown		1.719	0.269	
9	inlet 08.00c	Unknown		1.701	0.266	
10	inlet 09.00a	Unknown		4.019	0.655	
11	inlet 09.00b	Unknown		4.243	0.693	
12	inlet 09.00c	Unknown		3.866	0.629	
13	inlet 10.00a	Unknown		0.844	0.121	
14	inlet 10.00b	Unknown		1.099	0.164	
15	inlet 10.00c	Unknown		0.929	0.136	
16	inlet 11.00a	Unknown		2.773	0.446	
17	inlet 11.00b	Unknown		2.920	0.470	
18	inlet 11.00c	Unknown		2.769	0.445	

Sample Table Report

11/27/2005 00:43:07 AM

File Name: C:\Program Files\Shimadzu\UVProbe\Data\agung data amonium.pho



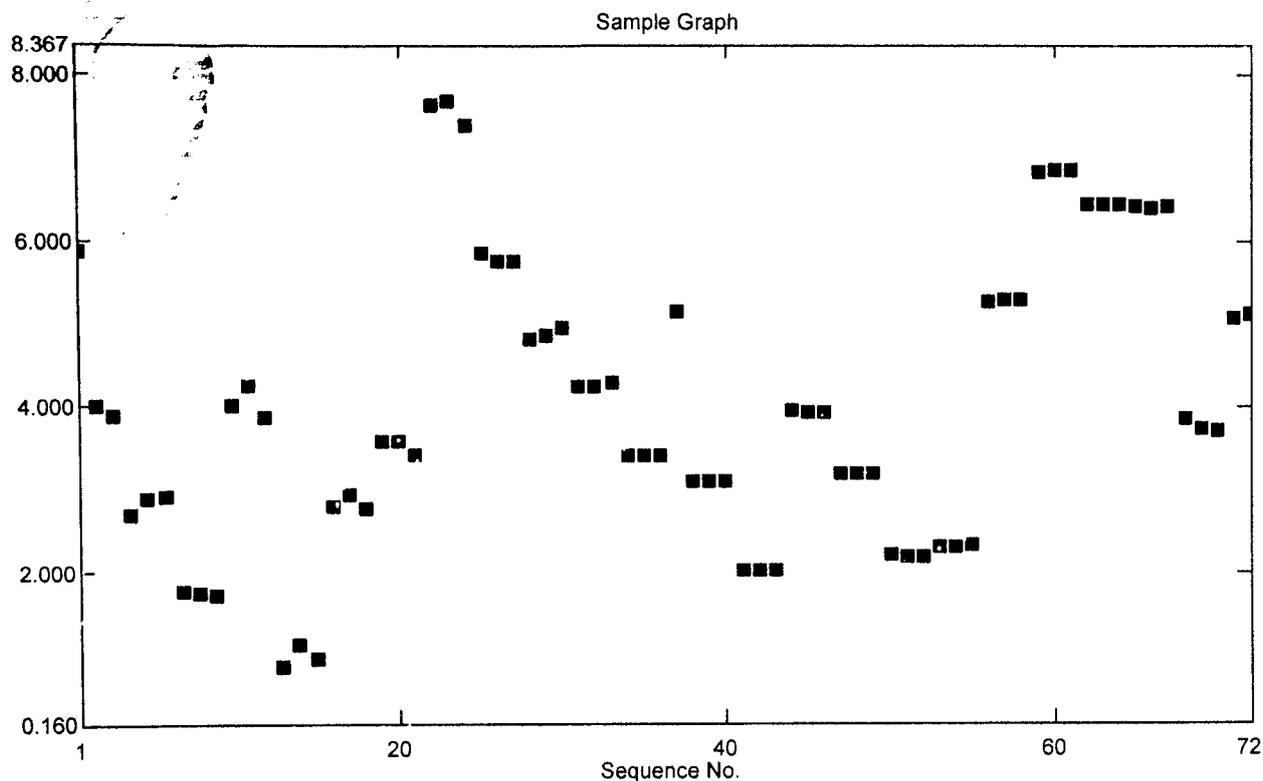
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL420.0	Comments
19	inlet 12.00a	Unknown		3.568	0.579	
20	inlet 12.00b	Unknown		3.577	0.581	
21	inlet 12.00c	Unknown		3.410	0.553	
22	inlet 13.00a	Unknown		7.654	1.266	
23	inlet 13.00b	Unknown		7.683	1.271	
24	inlet 13.00c	Unknown		7.400	1.223	
25	inlet 14.00a	Unknown		5.871	0.966	
26	inlet 14.00b	Unknown		5.774	0.950	
27	inlet 14.00c	Unknown		5.779	0.951	
28	inlet 15.00a	Unknown		4.824	0.790	
29	inlet 15.00b	Unknown		4.878	0.799	
30	inlet 15.00c	Unknown		4.984	0.817	
31	inlet 16.00a	Unknown		4.254	0.694	
32	inlet 16.00b	Unknown		4.248	0.693	
33	inlet 16.00c	Unknown		4.293	0.701	
34	inlet 17.00a	Unknown		3.401	0.551	
35	inlet 17.00b	Unknown		3.411	0.553	
36	inlet 17.00c	Unknown		3.406	0.552	

ample Table Report

11/27/2005 00:43:07 AM

e Name: C:\Program Files\Shimadzu\UVProbe\Data\agung data amonium.pho



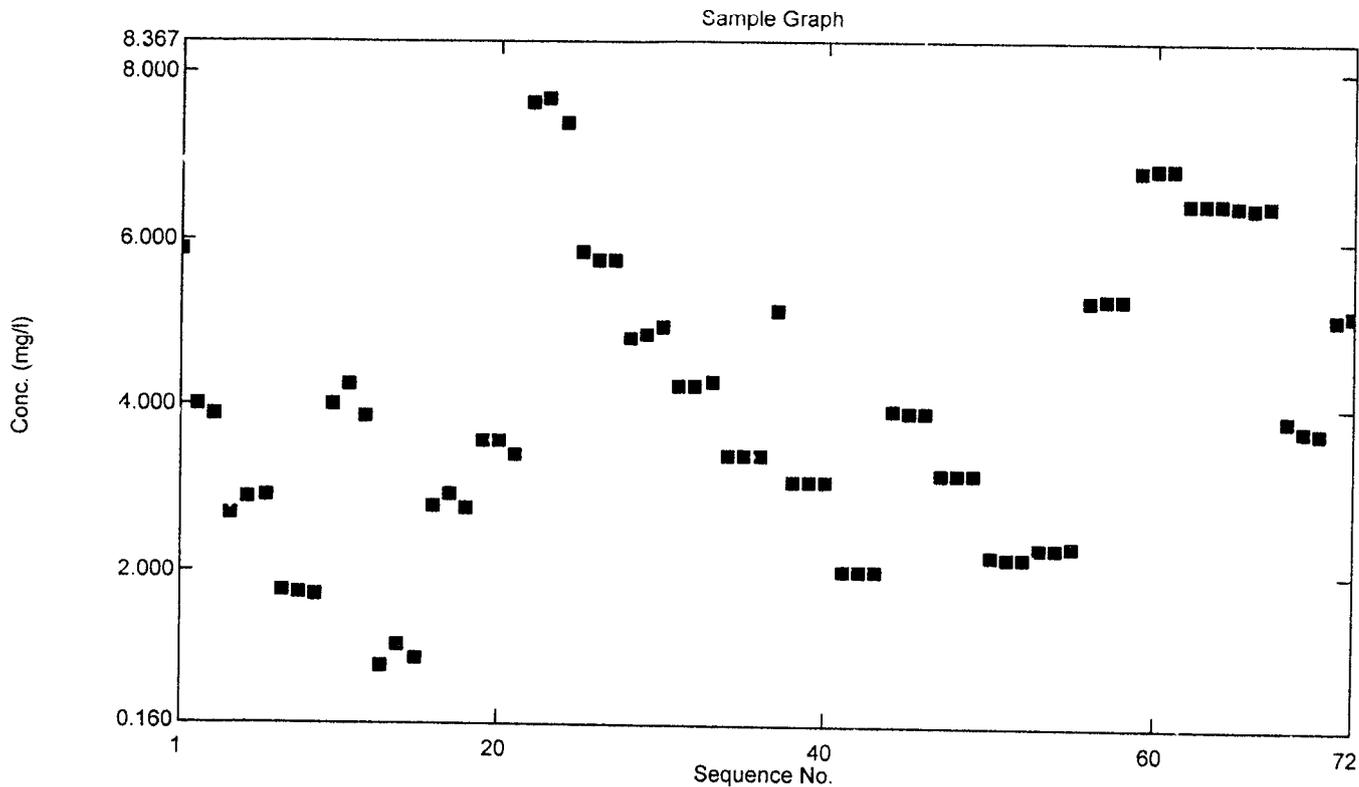
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL420.0	Comments
37	outlet 06.00c	Unknown		5.162	0.847	
38	outlet 07.00a	Unknown		3.093	0.499	
39	outlet 07.00b	Unknown		3.100	0.501	
40	outlet 07.00c	Unknown		3.092	0.499	
41	outlet 08.00a	Unknown		2.022	0.319	
42	outlet 08.00b	Unknown		2.010	0.317	
43	outlet 08.00c	Unknown		2.005	0.317	
44	outlet 09.00a	Unknown		3.954	0.644	
45	outlet 09.00b	Unknown		3.945	0.643	
46	outlet 09.00c	Unknown		3.936	0.641	
47	outlet 10.00a	Unknown		3.198	0.517	
48	outlet 10.00b	Unknown		3.202	0.518	
49	outlet 10.00c	Unknown		3.187	0.515	
50	outlet 11.00a	Unknown		2.209	0.351	
51	outlet 11.00b	Unknown		2.191	0.348	
52	outlet 11.00c	Unknown		2.181	0.346	
53	outlet 12.00a	Unknown		2.309	0.368	
54	outlet 12.00b	Unknown		2.304	0.367	

Sample Table Report

11/27/2005 00:43:07 AM

File Name: C:\Program Files\Shimadzu\UVProbe\Data\agung data amonium.pho



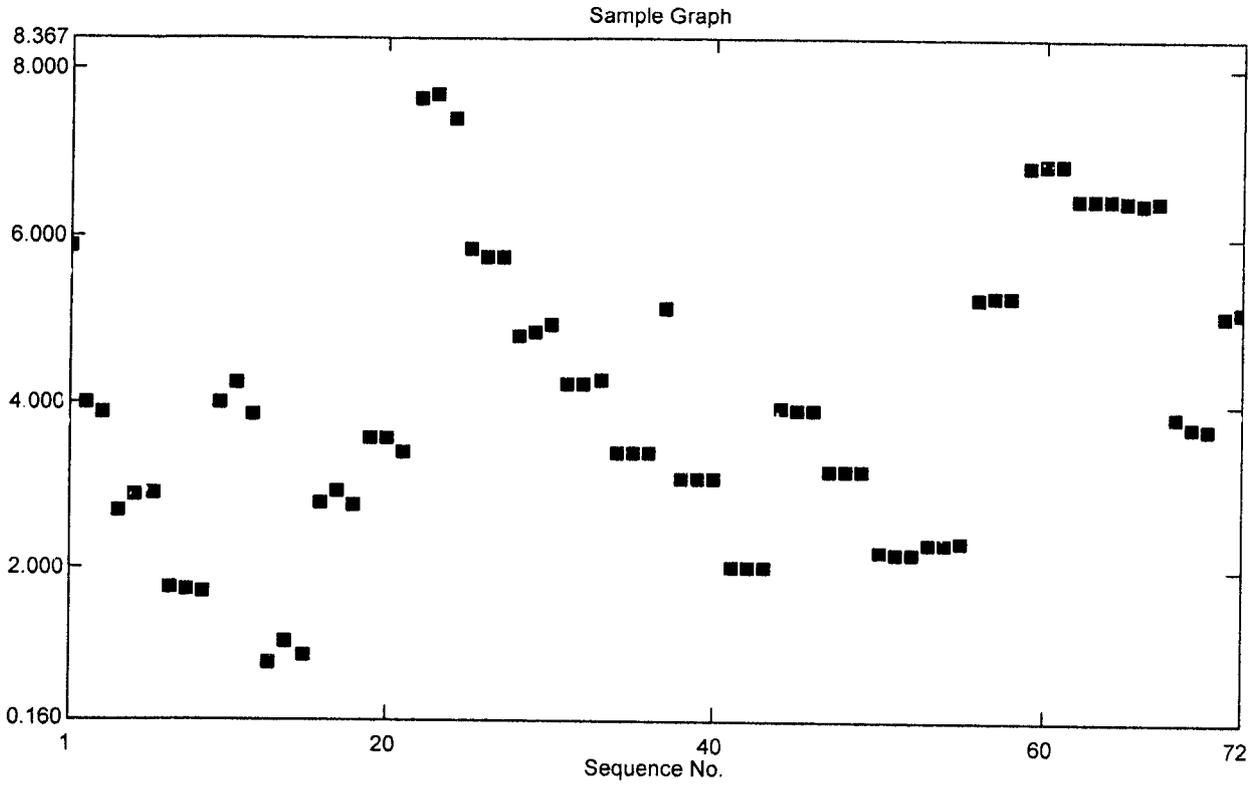
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL420.0	Comments
55	outlet 12.00c	Unknown		2.315	0.369	
56	outlet 13.00a	Unknown		5.274	0.866	
57	outlet 13.00b	Unknown		5.306	0.871	
58	outlet 13.00c	Unknown		5.300	0.870	
59	outlet 14.00a	Unknown		6.860	1.132	
60	outlet 14.00b	Unknown		6.864	1.133	
61	outlet 14.00c	Unknown		6.864	1.133	
62	outlet 15.00a	Unknown		6.472	1.067	
63	outlet 15.00b	Unknown		6.458	1.065	
64	outlet 15.00c	Unknown		6.462	1.065	
65	outlet 16.00a	Unknown		6.432	1.060	
66	outlet 16.00b	Unknown		6.428	1.060	
67	outlet 16.00c	Unknown		6.432	1.060	
68	outlet 17.00a	Unknown		3.878	0.631	
69	outlet 17.00b	Unknown		3.736	0.607	
70	outlet 17.00c	Unknown		3.725	0.605	
71	outlet 06.00a	Unknown		5.091	0.835	
72	outlet 06.00b	Unknown		5.141	0.844	

Sample Table Report

11/27/2005 00:43:07 AM

File Name: C:\Program Files\Shimadzu\UVProbe\Data\agung data amonium.pho



Sample Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL420.0	Comments

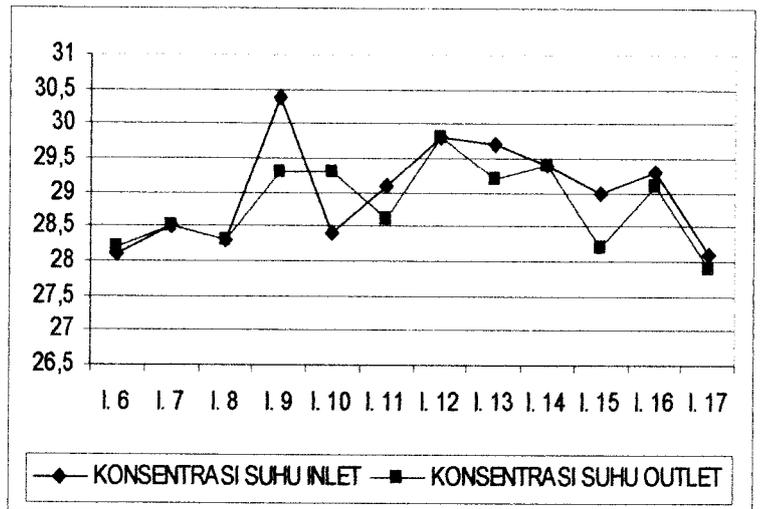
LAMPIRAN 5

HASIL UJI AIR BUANGAN SECARA IN SITU

Lampiran 5. Hasil Uji Air Buangan Secara In Situ

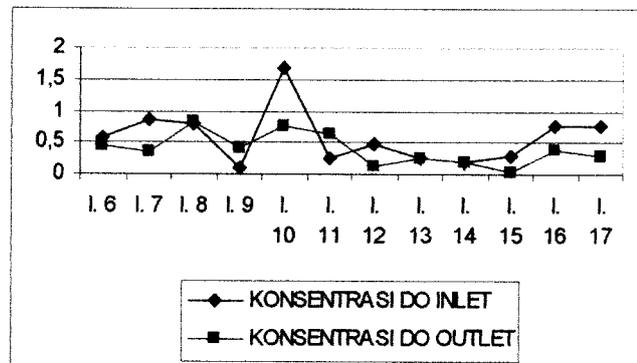
Tabel 19. Konsentrasi Suhu

KODE	KONSENTRASI SUHU	
	INLET	OUTLET
I. 6	28,1	28,2
I. 7	28,5	28,5
I. 8	28,3	28,3
I. 9	30,4	29,3
I. 10	28,4	29,3
I. 11	29,1	28,6
I. 12	29,8	29,8
I. 13	29,7	29,2
I. 14	29,4	29,4
I. 15	29	28,2
I. 16	29,3	29,1
I. 17	28,1	27,9



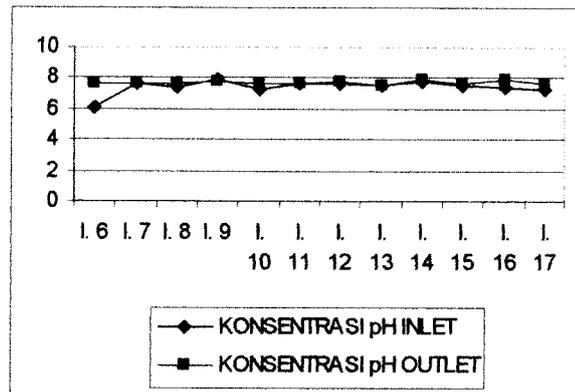
Tabel 20. Konsentrasi DO

KODE	KONSENTRASI DO	
	INLET	OUTLET
I. 6	0,58	0,43
I. 7	0,85	0,35
I. 8	0,8	0,82
I. 9	0,1	0,41
I. 10	1,67	0,76
I. 11	0,26	0,64
I. 12	0,49	0,12
I. 13	0,26	0,24
I. 14	0,2	0,2
I. 15	0,29	0,02
I. 16	0,76	0,39
I. 17	0,75	0,28



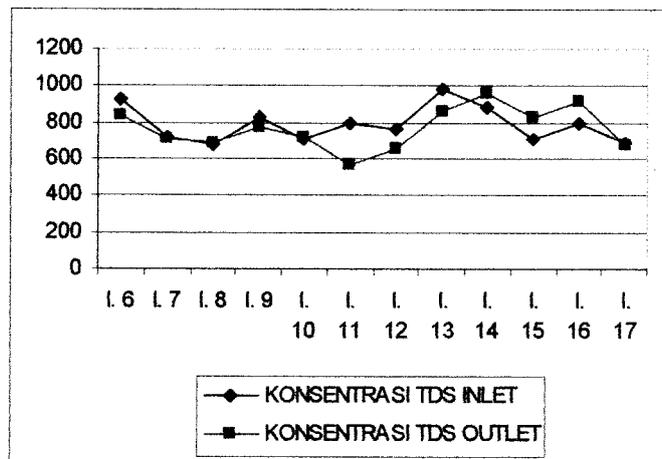
Tabel 21. Konsentrasi pH

KODE	KONSENTRASI pH	
	INLET	OUTLET
I. 6	6,11	7,67
I. 7	7,62	7,6
I. 8	7,37	7,7
I. 9	7,863	7,828
I. 10	7,3	7,7
I. 11	7,6	7,65
I. 12	7,7	7,74
I. 13	7,503	7,588
I. 14	7,76	7,88
I. 15	7,5	7,7
I. 16	7,4	7,9
I. 17	7,3	7,6



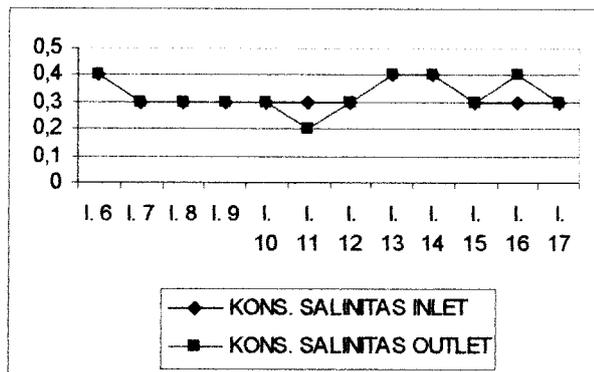
Tabel 22. Konsentrasi TDS

KODE	KONSENTRASI TDS	
	INLET	OUTLET
I. 6	925	844
I. 7	716	712
I. 8	678	685
I. 9	829	775
I. 10	710	722
I. 11	794	569
I. 12	764	656
I. 13	982	860
I. 14	881	959
I. 15	708	831
I. 16	800	915
I. 17	683	680



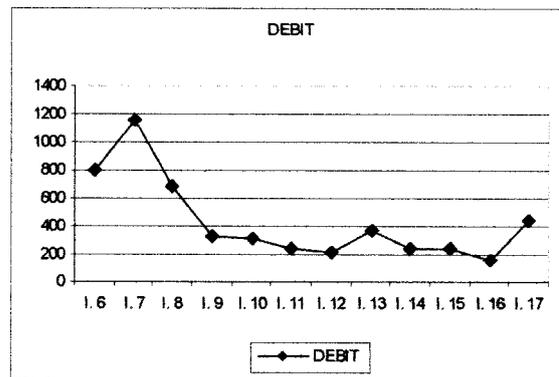
Tabel 23. Konsentrasi Salinitas

KODE	KONS. SALINITAS	
	INLET	OUTLET
I. 6	0,4	0,4
I. 7	0,3	0,3
I. 8	0,3	0,3
I. 9	0,3	0,3
I. 10	0,3	0,3
I. 11	0,3	0,2
I. 12	0,3	0,3
I. 13	0,4	0,4
I. 14	0,4	0,4
I. 15	0,3	0,3
I. 16	0,3	0,4
I. 17	0,3	0,3



Tabel 24. Konsentrasi Debit

KODE	DEBIT
I. 6	800
I. 7	1152,5
I. 8	690
I. 9	335
I. 10	310
I. 11	249
I. 12	217
I. 13	375
I. 14	240
I. 15	242,5
I. 16	160
I. 17	445
Rata-rata	434,63889



LAMPIRAN 6

PERHITUNGAN HEAD POMPA

Lampiran 6. Perhitungan Head Pompa

Diketahui :

$$Q = 0,000435 \text{ m}^3/\text{det} = 37,584 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$C = 130$$

$$L_{\text{total}} = 171,6 \text{ m}$$

$$L_{\text{suction}} = 10,7 \text{ m (pompa diletakkan 10 m dari outlet saluran)}$$

$$L_{\text{discharge}} = 171,6 - 10,7 = 160,9 \text{ m}$$

$$D = 0,15 \text{ m}$$

$$H = ?$$

Perhitungan :

1. Head statik = $6,307 - 0,901 = 5,406 \text{ m}$

2. Mayor losses

$$\begin{aligned} \text{a. Hf discharge} &= \left[\frac{Q}{0,2785 \times C \times D^{2,63}} \right]^{1,85} \times L^{0,54} \\ &= \left[\frac{0,000435}{0,2785 \times 130 \times 0,15^{2,63}} \right]^{1,85} \times 160,9 \\ &= 0,090165 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Hf suction} &= \left[\frac{Q}{0,2785 \times C \times D^{2,63}} \right]^{1,85} \times L^{0,54} \\ &= \left[\frac{0,000435}{0,2785 \times 130 \times 0,15^{2,63}} \right]^{1,85} \times 10,7 \\ &= 0,020862 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Hf mayor losses} &= \text{Hf discharge} + \text{Hf suction} \\ &= 0,090165 + 0,020862 \\ &= 0,111027 \text{ m} \end{aligned}$$

3. Minor losses

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0,000435}{0,25 \times 3,14 \times 0,15^2} = 0,0246 \text{ m/s}$$

$$\frac{V^2}{2 \cdot g} = \frac{0,0246^2}{2 \times 9,81} = 0,0000308$$

a. Katup hisap ($k = 0,2$)

$$H_f = k \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} = 0,2 \times 0,0000308 = 0,00000616 \text{ m}$$

b. Belokan ($k = 1,5$) ada 5 belokan

$$H_f = 3k \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} = 3 \times 1,5 \times 0,0000308 = 0,0001386 \text{ m}$$

c. Check valve ($k = 0,3$)

$$H_f = k \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} = 0,3 \times 0,0000308 = 0,00000924 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} H_f \text{ minor losses} &= 0,00000616 + (5 \times 0,0001386) + 0,00000924 \\ &= 0,0007084 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Head total untuk pompa} &= \text{Head statis} + \text{mayor losses} + \text{minor losses} \\ &= 5,406 + 0,111027 + 0,0007084 \\ &= 5,5177354 \text{ m} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas dapat diketahui bahwa H (head) pompa yang dibutuhkan adalah 5,5177354 m dengan debit rata-rata 37,584 m³/hr.

LAMPIRAN 7

KUISIONER

Lampiran 7

**KUISIONER
PENGELOLAAN AIR BUANGAN
KELURAHAN WIROGUNAN
JOGJAKARTA**

Mohon diisi dengan jelas dan sejujur-jujurnya.

A. Biodata Penduduk

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

B. Tingkat Sosial Ekonomi

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

C. Pendidikan terakhir

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

D. Status Rumah dan Fasilitasnya

1. Jumlah Kamar Mandi/WC : buah

2. Jumlah Dapur : buah
3. Berapakah pemakaian rata - rata air minum / air bersih dirumah anda setiap hari?
 - a. < 50 L/hari
 - b. 50 - 100 L/hari
 - c. 100 - 150 L/hari
 - d. 150 - 200 L/hari
 - e. > 200 L/hari
4. Apakah anda memiliki sambungan air minum/PDAM ?
 - a. Ya
 - b. Tidak

Jika tidak

 - Dari mana sumber air minum / air bersih yang anda gunakan?
 - a. Air sumur
 - b. Air hujan
 - c. Air sungai Code
 - d. Membeli

E. Fasilitas Umum

1. Apakah disekitar tempat tinggal anda terdapat fasilitas tempat ibadah ?
 - a. Masjid/Mushola
 - b. Gereja
 - c.

..... buah buah buah
2. Apakah disekitar tempat tinggal anda terdapat sekolah?
 - a. Play Group
 - b. TK
 - c. SD
 - d. SMP
 - e. SMA/SMU/SMK
 - f. Perguruan Tinggi
3. Apakah disekitar tempat tinggal anda terdapat pabrik/industri?
 - a. Jika ada, Industri apa yang ada?
 - Industri makanan dan minuman
 - Industri
 - b. Tidak
4. Apakah disekitar tempat tinggal anda terdapat MCK umum?
 - a. Jika ada, ada.....buah
 - b. Tidak
6. Apakah disekitar tempat anda terdapat fasilitas kesehatan?
 - a. ya
 - b. tidak
7. Penyakit yang sering/pernah diderita :

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

1. Padat

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

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

2. Cair

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

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

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

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

Alasan:

.....
.....

3. Aspek pembiayaan

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

Jawab :

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

Ya Tidak

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

Jawab :

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

- a. Ya b. Tidak

Jika ya, masalah apa yang pernah ada ?

Jawab:

Bagaimana cara warga untuk mengatasi masalah tersebut ?

Jawab:

5. Adakah pengelolaan IPAL komunal di daerah anda ?

Jawab

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

- a. Ya b. Tidak

Jika ya berupa apa

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

- a. Ya b. Tidak

Jika ya, dimanakah letak saluran tersebut ?

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

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

- a. Ada b. Tidak

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

.....
.....

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

.....
.....

LAMPIRAN 8

KEPMENLH NO. 112 TAHUN 2003

TENTANG BAKU MUTU

AIR LIMBAH DOMESTIK



Lampiran 8

MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP
REPUBLIK INDONESIA

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

MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP,

- Menimbang : bahwa untuk melaksanakan ketentuan Pasal 21 ayat (1) Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, maka dipandang perlu menetapkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik;
- Mengingat : 1. Undang-undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Tahun 1997 Nomor 68, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3699);
2. Undang-undang Nomor 22 Tahun 1999 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Tahun 1999 Nomor 60, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3839);
3. Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 1999 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Tahun 1999 Nomor 59, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3838);
4. Peraturan Pemerintah Nomor 25 Tahun 2000 tentang Kewenangan Pemerintah dan Kewenangan Provinsi Sebagai Daerah Otonom (Lembaran Negara Tahun 2000 Nomor 54, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3952);
5. Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Lembaran Negara Tahun 2001 Nomor 153, Tambahan Lembaran Negara Nomor 4161);

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

MEMUTUSKAN:

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

Pasal 1

Dalam Keputusan ini yang dimaksud dengan :

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

Pasal 2

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

Pasal 3

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

Pasal 4

Baku mutu air limbah domestik dalam keputusan ini berlaku bagi :

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

Pasal 5

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

Pasal 6

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

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

Pasal 7

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

Pasal 8

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

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

Pasal 9

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

Pasal 10

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

Pasal 11

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

Pasal 12

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

Pasal 13

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

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

Pasal 14

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

Pasal 15

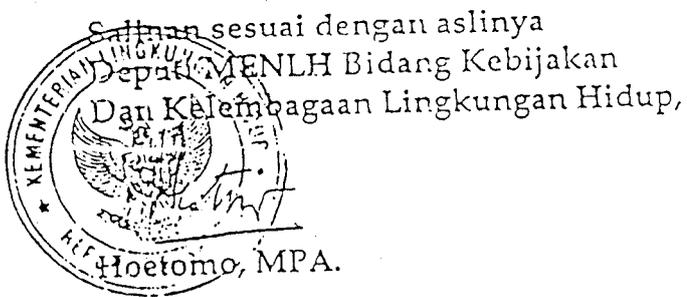
Keputusan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di: Jakarta
pada tanggal : 10 Juli 2003

Menteri Negara
Lingkungan Hidup,

ttd

Nabiel Makarim, MPA, MSM



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

BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK

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

Menteri Negara
Lingkungan Hidup,

ttd

Nabiel Makarim, MPA, MSM.

Salinan sesuai dengan aslinya
Deputi Menteri Negara
Dan Kelembagaan Lingkungan Hidup,



Agotomo, MPA.

LAMPIRAN 9.

IJIN PENELITIAN



PEMERINTAH KOTA YOGYAKARTA
BADAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN DAERAH

Jalan Kenari 56 Telp. 515207, 515865, 515866 Pesawat 153, 154, Fax. 554432

YOGYAKARTA KODE POS 55165

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

HOTLINE SMS : 081 2278 0001, 2740; HOTLINE TELP : (0174) 555242; HOTLINE EMAIL : upik@jogja.go.id

SURAT KETERANGAN / IJIN

070/1395

mbaca Surat : Dari Kajur Fak.TSP Ull Yogyakarta

Nomor : 168/Kajur.TL/10/V1/2005 Tanggal : 18/06/2005

- ngingat : 1. 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
2. Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor : 38/I.2/2004
Tentang : Pemberian izin / Rekomendasi Penelitian/Pendataan/Survei/KKN
/PKL di Daerah Istimewa Yogyakarta

nkan Kepada Nama : AGUNG TRIONO NO MHS / NIM : 01513084
Pekerjaan : Mahasiswa Fakultas Teknik Sipil Ull
Alamat : Jl.Kaliurang KM 14,4 Yogyakarta
Penanggungjawab : Andik Yulianto, ST
Keperluan : Melakukan penelitian dengan judul: EVALUASI SISTEM
PENGELOLAAN AIR BUANGAN TERDESENTRALISASI
(DEWATS) KELURAHAN WIROGUNAN YOGYAKARTA

asi/Responden : Kota Yogyakarta

ktu : 01/07/2005 Sampai 01/09/2005

mpiran : Proposal dan Daftar Pertanyaan

- ngan Ketentuan : 1. Wajib Memberi Laporan hasil Penelitian kepada Walikota Yogyakarta
(Cq. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Yogyakarta)
2. Wajib Menjaga Tata tertib dan mentaatai ketentuan-ketentuan yang berlaku setempat
3. Ijin ini tidak dislahgunakan untuk tujuan tertentu yang dapat mengganggu kesetabilan
Pemerintah dan hanya diperlukan untuk keperluan ilmiah
4. Surat ijin ini sewaktu-waktu dapat dibatalkan apabila tidak dipenuhinya
ketentuan -ketentuan tersebut diatas

Kemudian diharap para Pejabat Pemerintah Setempat dapat memberi
bantuan seperlunya

Dikeluarkan di : Yoovakrta

bu
N.
16
9.
8.
7.
6.
Kaj
Ka
Di
Ka
Ka



PEMERINTAH KOTA YOGYAKARTA
BADAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN DAERAH

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

SURAT KETERANGAN / IJIN

070/1795

Isi Surat : Dari Ka.Jur. FTSP -UII Yogyakarta

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

Referensi : 1. 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

2. Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor : 38/I.2/2004
Tentang : Pemberian izin / Rekomendasi Penelitian/Pendataan/Survei/KKN
/PKL di Daerah Istimewa Yogyakarta

Diberikan Kepada Nama : AGUNG TRIYONO NO MHS / NIM : 1513084
Pekerjaan : Mahasiswa Fak/TSP-UII
Alamat : Jl. Kaliurang KM.14,4 Yogyakarta
Penanggungjawab : Andik Yulianto, ST
Keperluan : Perpanjangan penelitian dengan judul : EVALUASI SISTEM
PENGELOLAAN AIR BUANGAN TERDESENTRALISASI
(DEWATS) KELURAHAN WIROHUNAN YOGYAKARTA

Asas/Responden : Kota Yogyakarta

Masa Berlaku : 01/09/2005 Sampai 01/12/2005

Objek : Proposal dan Daftar Pertanyaan

Asas Ketentuan : 1. Wajib Memberi Laporan hasil Penelitian kepada Walikota Yogyakarta
(Cq. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Yogyakarta)

2. Wajib Menjaga Tata tertib dan mentaatai ketentuan-ketentuan yang berlaku setempat
3. Ijin ini tidak disalahgunakan untuk tujuan tertentu yang dapat mengganggu kesetabilan Pemerintah dan hanya diperlukan untuk keperluan ilmiah
4. Surat ijin ini sewaktu-waktu dapat dibatalkan apabila tidak dipenuhinya ketentuan -ketentuan tersebut diatas

Kemudian diharap para Pejabat Pemerintah Setempat dapat memberi bantuan seperlunya

Dikeluarkan di : Yogyakarta



PEMERINTAH KOTA YOGYAKARTA
 KECAMATAN MERGANGSAN
 Jalan Tamansiswa Nomor 39 Tl (0274) 375792
 YOGYAKARTA

Kode Pos 55151

SURAT KETERANGAN/IJIN
 Nomor : 070/R29.

Dasar : Surat keterangan/ijin dari Walikota Yogyakarta Nomor : 070/A395 tanggal 01 Juli 2005

Dijinkan kepada :

Nama : **AQUINO TRIKONO.....**

NIK/No.KTP : **01513084.....**

Pekerjaan : **Mahasiswa Fakultas Teknik, Sipil UIN**

Alamat : **Jln. Kaliurang KM 14.4 Yogyakarta**

Tanggung jawab : **Andik Yulianto, ST**

Bermaksud : Mengadakan Penelitian dengan judul :
**Melakukan Penelitian dengan Judul: EVALUASI SISTEM PEMER
 LOLAAH AIR BUANGAN DERDESENTRALISASI (DENATS) KELURAHAN
 WIROGUNAN YOGYAKARTA.....**

Okasi : 1. Kelurahan **Kelurahan Wirogunan**
 2. Kelurahan

Waktu : Mulai tanggal **01 Juli 2005.....** s/d **01 September 2005**

Dengan ketentuan : 1. Wajib melaporkan diri kepada Lurah setempat
 2. Wajib menjaga tata tertib dan mentaati ketentuan yang berlaku di wilayah setempat
 3. Ijin ini tidak disalahgunakan untuk tujuan tertentu yang dapat mengganggu kestabilan Pemerintah dan hanya dipergunakan untuk keperluan ilmiah
 4. Surat ijin ini sewaktu-waktu dapat dibatalkan apabila tidak terpenuhinya ketentuan-ketentuan tersebut di atas.

Shuk
 Lem'
 3-8
 2.
 1.
 Ten

LAMPIRAN 10

DETAILED ENGINEERING DESIGN