

7/TL/2006/0079

PESPUSTAKAAN FTSP UII	
HARIAN/DELI	
TGL TERIMA :	6 Juli 2006
NO. JUDUL :	002016
NO. INV. :	51200002016001
NO. INDEK. :	

TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN SISTEM PENGOLAHAN AIR LIMBAH
DI RW 03 KELURAHAN NGAMPILAN,
KECAMATAN NGAMPILAN, KOTAMADYA JOGJAKARTA
DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM DEWATS
(DECENTRALIZED WASTEWATER TREATMENT SYSTEM)**

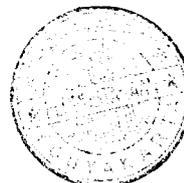
DIBACA DI TEMPAT
TEAK DIDAWA PULANG



Diajukan Oleh :

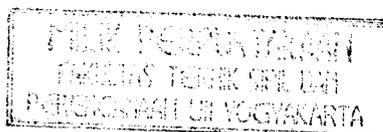
Irhamsyah Hasibuan

99 513 035



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

2006



TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN SISTEM PENGOLAHAN AIR LIMBAH
DI RW 03 KELURAHAN NGAMPILAN,
KECAMATAN NGAMPILAN, KOTAMADYA JOGJAKARTA
DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM DEWATS
(DECENTRALIZED WASTEWATER TREATMENT SYSTEM)**

Nama : Irhamsyah Hasibuan
No. Mahasiswa : 99 513 035
Program Studi : Teknik Lingkungan

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

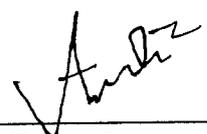
Dosen Pembimbing I

Ir. H. Kasam, MT


Tanggal : 10-5-06

Dosen Pembimbing II

Andik Yulianto, ST


Tanggal : 15-5-06

Perencanaan Sistem Pengolahan Air Buangan Di RW 03 Kel. Ngampilan Kotamadya Jogjakarta dengan menggunakan Sistem Dewats (*Decentralised Wastewater Treatment Sistem*)

Irhamsyah Hasibuan, Ir.H. Kasam, MT, Andik Yulianto, ST

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Abstraksi

Tuntutan akan sistem pengolahan limbah cair semakin meningkat didaerah perkotan, sedangkan sistem pengolahan limbah cair yang cukup memadai belum tersedia. Sementara itu, pemerintah telah mengeluarkan sejumlah peraturan lingkungan yang menetapkan bahwa penghasil air limbah seperti masyarakat, institusi dan industri harus bertanggungjawab atas polusi air limbah dan oleh karena itu limbah tersebut harus diolah sebelum dibuang ke lingkungan.

Luas wilayah RW 03 Kelurahan Ngampilan 4.5 ha dan dibagi atas 7 RT. Jumlah penduduk adalah sebanyak 904 jiwa dengan jumlah kepala keluarga sebanyak 178 KK.

Tahap perencanaan sistem penyaluran air buangan di RW 03 kelurahan ngampilan diproyeksikan selama 10 tahun, dan melayani 7 blok pelayanan. Untuk jaringan perpipaannya menggunakan pipa jenis PVC dan dilengkapi dengan bangunan manhole yang juga berfungsi sebagai penggelentor. Sistem jaringan pipa akan langsung menuju instalasi pengolahan air limbah.

Untuk sistem pengolahan air limbah di RW 03 Kelurahan Ngampilan menggunakan sistem *on-site* (setempat). Sistem DEWATS (*Decentralized Waste Water Treatment System*) merupakan sistem yang dipilih untuk mengolah air buangan di daerah tersebut yaitu suatu sistem pengolahan air buangan dengan konsep teknologi sederhana dan tepat guna. Unit pengolahan yang digunakan adalah : *Septic Tank, Anaerobik Filter dan Baffled Septic Tank*.

Keyword : RW 03 kelurahan Ngampilan, Penyaluran air buangan, DEWATS

ABSTRAC

The demand for wastewater treatment systems is increasing in urban where adequate wastewater treatment system do not yet exist. Meanwhile, national and regional goverments passed new enviromental regulation which stipulate that dischargers of wastewater such as communities, institutions and industries will be held responsible for wastewater pollution and must therefore treat wastewater on-site before it is released into the environment.

Wide of Region of RW 03 Ngampilan \pm 4.5 ha and divided to the 7 RT. Amount of the residents is counted 904 people with Family Heads amount counted 178 KK.

Wastewater sewerage at Region of RW 03 Ngampilan, is planned serve 6 service block. while For network of him use type pipe of PVC, and provided with manhole which also function as cleaning. The sewerage will direct go to installation processing of waste water.

The processing system of waste water in RW 02 Ngampilan use system of on-site (local). DEWATS (*Decentralized Waste Water Treatment System*) system is system selected to process wastewater in this area. that is a system processing of waste water with precise and simple technological concept utilize, Processing unit the used is : *Septic Tank, Anaerobik Filter dan Baffled Septic Tank.*

Keyword : RW 03 Ngampilan, the sewerage system, DEWATS

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah rasa syukur dipanjatkan hanya untuk Allah SWT, yang selalu memberikan kekuatan dan jalan bagi penyusun untuk dapat bertahan dan menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Segala puji bagi Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang pemilik segala Ilmu Pengetahuan, yang senantiasa memberikan jalan bagi setiap insannya yang berkeinginan untuk belajar dalam selaksa kemudahan dan keindahan.

Dalam penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penyusun ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. H. Kasam, MT, selaku Ketua jurusan Teknik Lingkungan dan Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan motivasi bagi saya.
2. Bapak Andik Yulianto, ST, selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan dorongan dan semangat dalam tugas akhir ini dengan sabar.
3. Semua Dosen-dosen Teknik Lingkungan yang memberikan ilmunya serta Mas Agus atas bantuan administrasinya selama ini.
4. Ayahanda dan Ibundaku tercinta yang selama ini mendidikku dan mendoakanku disetiap langkahku.

5. Abangku Irfansyah, Irwansyah, Erwinsyah & kakakku Ernisyah serta adikku tercinta Arjunisyah terimakasih atas doa dan supportnya selama ini, sehingga adinda bisa menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
6. Special banget buat temanku Roevhy Mizzan Salampessy & Pazli terimakasih banyak atas bantuannya dan dorongan semangat bagi saya, tanpa kalian tugas saya ini tidak akan pernah selesai, thanks ya.
7. Bapak Ibnu Singgih serta semua rekan-rekan di DEWATS, yang telah memberikan banyak masukan dan saran hingga tugas akhir ini terselesaikan.
8. Teman-temanku angkatan '99 yang senasib dan seperjuangan(Akbar, Fandi, Anggun, Deden, Nuzul, Putra, Inyong, Zaky dan Neneng) tetap semangat.
9. Teman-teman angkatan 00 dan 01 terimakasih atas bantuan selama ini.
10. Teman-teman kosku Agung Wicaksono terimakasih banyak atas pengetikannya serta Tommy, Bardan dan Kris terimakasih atas motivasinya dan bantuannya selama ini.
11. Sahabatku Asih dan Imel atas perhatian dan doanya selama ini serta masukannya buat saya dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
12. Semua Warga Dusun Degolan yang banyak membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Dan semua pihak yang telah membantu hingga selesainya tugas akhir ini, mudah-mudahan Allah SWT membalas segala kebaikan rekan-rekan semua.
Amien.

Jogjakarta, April 2006

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAKSI	
KATA PENGANTAR	
DAFTAR ISI	
DAFTAR GAMBAR	
DAFTAR RUMUS	
DAFTAR LAMPIRAN	
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Perencanaan	3
1.4. Manfaat Perencanaan	4
1.5. Batasan Masalah	4
BAB II GAMBARAN UMUM DAERAH PERENCANAAN	
2.1. Gambaran umum RW 03 Kelurahan Ngampilan	5
2.1.1. Geografi dan Keadaan Alam	5
2.1.2. Kependudukan	5
2.1.3. Lingkungan Hidup	8
2.1.4. Sanitasi dan Air Bersih	8

BAB III TINJAUAN PUSTAKA

3.1. Pengertian Air Buangan	11
3.2. Sistem Penyaluran Air Buangan	12
3.2.1. Aspek-aspek dalam system penyaluran air buangan	12
3.2.2. Sumber Air Buangan	12
3.2.3. Sistem Saluran Air Buangan	13
3.2.4. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan	14
3.2.5. Bahan-bahan Saluran	20
3.2.6. Bangunan pelengkap	24
3.3. Decentralized Wastewater Treatment System (DEWATS)	27
3.3.1. Teknik Pengolahan Limbah Sistem DEWATS	36
3.3.2. Sistem Pengolahan DEWATS	37

BAB IV KRITERIA PERENCANAAN

4.1. Umum	57
4.2. Kebutuhan Air Bersih	57
4.2.1. Kebutuhan air bersih rata-rata perorang	57
4.2.2. Kebutuhan air bersih tiap blok pelayanan	58
4.2.3. Kuantitas air buangan domestic	59
4.2.4. Kuantitas air buangan non domestik	59
4.2.5. Fluktuasi debit air buangan	59
4.3. Sistem Penyaluran Air Buangan	60
4.3.1. Alternatif Sistem Saluran Air Buangan	60
4.3.2. Dimensi Saluran	61

4.3.3. Kecepatan Aliran	62
4.3.4. Kedalaman Aliran	63
4.3.5. Penanaman Pipa	64
4.4. Bangunan Pelengkap	65
4.5. Bill of Quantity	65
4.6. Instalasi Pengolahan Air Limbah	66
 BAB V PERENCANAAN SISTEM PENYALURAN AIR BUANGAN	
5.1. Perhitungan Kebutuhan Air Bersih	67
5.1.1. Analisa Pemakaian Air Bersih	67
5.1.2. Pembagian Blok Pelayanan	75
5.1.3. Perhitungan Proyeksi Penduduk	76
5.1.4. Perhitungan Kebutuhan Air Bersih	77
5.2. Perhitungan Kuantitas Air Buangan	78
5.2.1. Perhitungan Air Buangan Domestik	78
5.2.2. Perhitungan Air Buangan Non Domestik	79
5.2.3. Perhitungan Fluktuasi Debit Air Buangan	81
5.3. Sistem Penyaluran Air Buangan	83
5.3.1. Sistem Jaringan Perpipaan	83
5.3.2. Pembebanan Air Buangan Pada Tiap Pipa	84
5.3.3. Perhitungan Dimensi Saluran	86
5.3.4. Kecepatan Aliran	91
5.3.5. Penanaman Pipa	94

BAB VI PERENCANAAN UNIT PENGOLAHAN AIR LIMBAH

6.1. Kualitas Air Limbah	97
6.2. Analisa Kualitas Air Limbah	97
6.3. Pengolahan Air Limbah	97
6.4. Perhitungan Instalasi pengolahan Air Limbah	98
6.4.1. Baffled Septic Tank	98
6.4.2. Hasil Perhitungan IPAL	102

BAB VII PROFIL HIDROLIS

7.1. Profil Hidrolis Sistem Penyaluran Air Buangan	104
7.1.1. Profil Hidrolis Saluran Pipa Laternal	104
7.1.2. Profil Hidrolis Saluran Pipa Utama	108

BAB VIII BILL OF QUANTITY (BOQ)

8.1. Bill of Quantity (BOQ) pipa	109
8.2. Bill of Quantity (BOQ) Manholo	109
8.3. Bill of Quantity Volume galian dan Timbunan	109

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR RUMUS

Rumus 4.1	Pengambilan Sampel Menggunakan Metode Yamane	57
Rumus 4.2	Kebutuhan air bersih	58
Rumus 4.3	Debit Air Buangan Domestik (Q_d)	59
Rumus 4.4	Debit Air Buangan Non Domestik (Q_{nd})	59
Rumus 4.5	Debit Infiltrasi (Q_{inf})	60
Rumus 4.6	Debit Air Buangan Rata-rata (Q_r)	60
Rumus 4.7	Debit Minimum Air Buangan (Q_{min})	60
Rumus 4.8	Debit Puncak (Q_{peak})	60
Rumus 4.9	Nilai Debit <i>Full</i> (Q_{full})	62
Rumus 4.10	Diameter Pipa Dengan Persamaan Manning	62
Rumus 4.11	Debit Full dengan Diameter pendekatan	63
Rumus 4.12	Hitung Q_p/Q_{fp}	63
Rumus 4.13	Hitung V_{full}	63
Rumus 4.14	Hitung V_p	63
Rumus 4.15	Perhitungan <i>Slope</i> muka Tanah	64
Rumus 4.16	Perhitungan penanaman pipa	65
Rumus 4.17	Tinggi Beton	65
Rumus 4.18	Volume Galian	65
Rumus 4.19	Volume Pipa	65
Rumus 4.20	Volume Timbunan	65
Rumus 4.21	Volume Beton	65
Rumus 4.22	Volume Tanah Urugan	66

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran I Kuisoner kebutuhan air bersih
- Lampiran II Peta Kota Jogjakarta
- Lampiran III Peta RW 03 Kelurahan Ngampilan
- Lampiran IV Peta Kontur Kecamatan Ngampilan
- Lampiran V Daftar Harga Serta Diameter Pipa PVC
- Lampiran VI Gambar-gambar Desain
- Lampiran VII Gambar-gambar Desain

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air limbah merupakan air bekas yang sudah tidak terpakai lagi sebagai hasil dari adanya berbagai kegiatan manusia sehari-hari, air limbah tersebut biasanya dibuang ke alam yaitu tanah dan badan air.

Jumlah air limbah yang akan dibuang selalu bertambah dengan meningkatnya jumlah penduduk dengan segala kegiatannya. Apabila jumlah air limbah yang dibuang berlebihan melebihi dari kemampuan alam untuk menerimanya maka akan terjadi kerusakan lingkungan. Lingkungan yang rusak akan menyebabkan menurunnya tingkat kesehatan manusia yang tinggal pada lingkungan itu sendiri, sehingga oleh karenanya perlu dilakukan penanganan air limbah yang lebih seksama baik yang dilakukan oleh pemerintah, swasta dan masyarakat. Ketiganya memiliki peran dalam mengelola air limbah mulai dari sumbernya sampai ketempat pembuangan akhir.

Berbagai usaha telah dilakukan oleh pemerintah yang dimulai dari pembuatan peraturan perundang-undangan mengenai pengelolaan lingkungan hidup, penyuluhan-penyuluhan kesehatan lingkungan sampai pada usaha pembangunan fisik berupa MCK umum, jaringan pipa pembuangan air limbah dan Instalasi pengolahan air limbah.

Pemilihan wilayah ini karena beberapa pertimbangan, antara lain :

1. Kelurahan Ngampilan merupakan kawasan padat penduduk
2. Masih banyak terdapat perumahan kumuh dengan tingkat kesejahteraan warga sangat rendah sekali.

3. Kondisi sungai Winongo yang tercemar oleh limbah rumah tangga

Pada saat ini kelurahan Ngampilan (RW III) belum memiliki pelayanan pengolahan air limbah, hal ini dikarenakan daerah tersebut terletak pada tofografi yang rendah, sehingga penyaluran air buangan terpusat (sentralisasi) yang ada tidak mungkin melayani daerah tersebut, karena sistem yang dipakai merupakan sistem penyaluran gravitasi. Air limbah yang dihasilkan masyarakat setempat berasal dari kamar mandi, dapur dan cucian, karena sebagian besar masyarakat setempat belum memiliki Septik Tank, maka limbah-limbah tadi biasanya langsung dibuang ke tanah atau badan air.

Pada umumnya limbah domestik mempunyai kandungan bahan organik yang tinggi dan dapat berfungsi sebagai sumber makanan untuk pertumbuhan mikroba. Dengan pasokan makanan tersebut, maka mikroba akan berkembang baik dan akan mereduksi oksigen terlarut yang terdapat dalam air limbah.

Sistem DEWATS (*Decentralized Wastewater Treatment System*) merupakan salah satu teknologi tepat guna yang baru dikembangkan pada beberapa tahun terakhir ini. Sistem DEWATS ini agak berbeda dengan sistem konvensional yang biasanya diterapkan pada saat ini. Penerapan sistem DEWATS berbasis pada prinsip *treatment* sederhana berbiaya rendah/murah, karena bagian paling penting dari sistem ini dapat dioperasikan tanpa memerlukan listrik atau bahan bakar serta pada suatu waktu tidak dapat dimatikan dan dihidupkan. Ruang lingkup pelayanan dari sistem DEWATS ini hanya sebatas pada daerah pemukiman-pemukiman penduduk yang padat, misalnya kawasan perindustrian, rumah tangga, hotel, rumah sakit dan lain-lain.

Berbagai usaha telah dilakukan oleh pemerintah mulai dari pembuatan peraturan dan perundang-undangan mengenai pengelolaan lingkungan hidup, penyuluhan-penyuluhan kesehatan lingkungan sampai pada usaha pembangunan fisik berupa MCK umum, jaringan pipa pembuangan air limbah dan instalasi pengolahan air limbah.

Dengan melihat persoalan yang ada, maka saat ini telah diperkenalkan suatu sistem pengolahan limbah yang tidak terpusat (*Decentralized wastewater Treatment System*), sistem ini sendiri merupakan teknologi tepat guna, selain karena pemeliharannya cukup mudah, biaya pengoperasiannya pun relatif terjangkau. Meskipun demikian, air limbah yang telah diolah hasilnya dinilai aman.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagaimana perencanaan sistem penyaluran air limbah rumah tangga di RW III Kelurahan Ngampilan.
2. Bagaimana perencanaan sistem sanitasi atau sistem pengolahan limbah rumah tangga di RW III Kelurahan Ngampilan dengan menggunakan sistem DEWATS.

1.3. Tujuan Perencanaan

Tujuan dari perencanaan ini adalah :

1. Merencanakan sistem penyaluran air limbah dan instalasi pengolahannya, dengan menggunakan Sistem DEWATS

2. Merencanakan *Bill of Quantity* (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

1.4. Manfaat Perencanaan

Manfaat dari Tugas Akhir ini adalah :

1. Menambah pengetahuan dalam merencanakan sebuah sistem pengolahan air limbah tepat guna.
2. Sebagai masukan kepada pemerintah Daerah kota jogjakarta, Kecamatan Ngampilan, kelurahan Ngampilan, dan semua masyarakat sekitarnya yang berhubungan dengan Sistem Pengolahan Air Limbah DEWATS.

1.5. Batasan Masalah

Agar menghindari melebar nya masalah, maka perlu dibuatkan batasan-batasan terhadap masalah yang berhubungan dengan tugas akhir ini, adapun batasan masalah pada perencanaan ini adalah :

1. Perencanaan Sistem penyaluran Air Limbah di RW III kelurahan Ngampilan bukan menggunakan sistem konvensional, tetapi sistem alternatif.
2. Perencanaan unit pengolahan DEWATS hanya sebatas perhitungan dimensi.
3. Tahap Perencanaan ini diproyeksikan selama 10 Tahun.

BAB II

GAMBARAN UMUM DAERAH PERENCANAAN

2.1. Gambaran Umum RW III Kelurahan Ngampilan, Kecamatan Ngampilan.

2.1.1. Geografis dan Keadaan Alam

Wilayah RW III Kelurahan Ngampilan, merupakan suatu wilayah yang terdapat di Kecamatan Ngampilan, Yogyakarta. Wilayah ini terletak ditengah-tengah kota, dan merupakan wilayah yang sangat padat bila dibandingkan dengan kecamatan-kecamatan lainnya di Kota Yogyakarta. Kalau dilihat dari penduduknya yang sangat padat, maka wilayah ini tidak mungkin lagi diadakan pembangunan/pengembangan rumah pemukiman baru. Wilayah ini banyak sekali terdapat rumah kumuh yang kurang layak huni dan sering terkena bencana alam setiap tahunnya, diantaranya tanah longsor dan banjir. Kehidupan masyarakat wilayah ini umumnya/kebanyakan menengah kebawah, sehingga kehidupan sehari-harinya sangat pas-pasan bila dilihat dari keluarga sejahtera, Dilihat dari segi Geografi wilayah RW III berbatasan dengan :

- a. Utara : Gang Dalem Ngampilan
- b. Selatan : Jln KH. Ahmad Dahlan
- c. Timur : Jln. Letjen Suprpto
- d. Barat : Kali Winongo

Luas Wilayah RW III adalah 4,5 ha dengan tinggi dari permukaan laut \pm 102 m dpl.

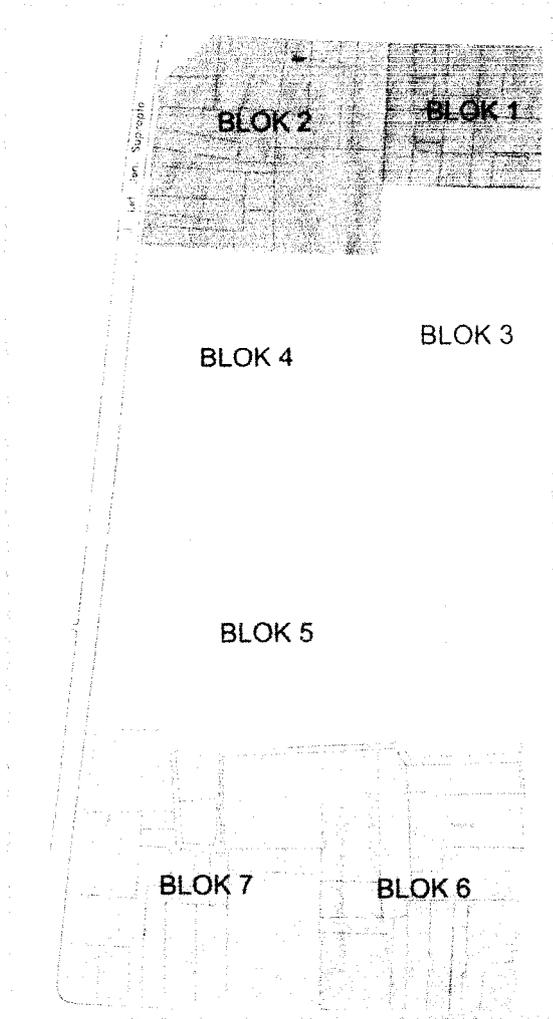
Pembagian daerah geografis / penggunaan tanah sebagai berikut :

- a. Tanah pekarangan : 796 m²

b. Tanah Perumahan : 44.204 m²

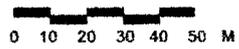
c. Lain-lain : 0,4 ha

Sedangkan kondisi tanah untuk wilayah RW III ini pada umumnya berpasir, kondisi iklimnya tropis dan curah hujan yang cukup dengan jumlah hari curah hujan terbanyak adalah 8 hari, sedangkan suhu maksimum – minimum adalah 32⁰ C – 23⁰ C.



PETA RW 03 KELURAHAN NGAMPILAN
(SUMBER PETA : BPN KOTA JOGJAKARTA)

SKALA 1 : 1000



2.1.2. Demografi (Kependudukan)

a. Jumlah penduduk

Dilihat dari kepadatan penduduk yang ada dan perumahan yang saling berhimpitan, maka wilayah ini sangat kecil sekali kemungkinannya melakukan pembangunan. Jumlah penduduk di RW III Kelurahan Ngampilan adalah sebanyak 904 jiwa.

Dibawah ini dapat dilihat jumlah penduduk yang ada pada wilayah perencanaan.

Tabel 2.1. jumlah penduduk RW III kelurahan Ngampilan.

Kategori	Wilayah RT							Jumlah total
	RT 13	RT 14	RT 15	RT 16	RT 17	RT 18	RT 19	
Jml Kepala Keluarga	25	19	27	32	29	18	28	178
Jml penduduk (jiwa)	133	195	121	97	108	92	158	904

Sumber : Data Rw III kelurahan Ngampilan

b. Kepadatan Penduduk

Kepadatan Penduduk di wilayah RW III ini sebesar 138 jiwa/ha, dimana kepadatan penduduk pada RT 14 merupakan kepadatan tertinggi dengan angka kepadatan 195 jiwa, sedangkan kepadatan terendah terletak pada RT 18 dengan angka kepadatan 92 jiwa.

2.1.3. Lingkungan Hidup

a) Kebersihan

Untuk masalah kebersihan lingkungan di wilayah ini sangat buruk, walaupun sudah ada tempat pembuangan sampah sementara (TPS) namun

masyarakat sekitar belum sepenuhnya mengoptimalkan TPS tersebut. Sehingga sering kali terlihat sampah yang berserakan dimana-mana.

b) Tempat buang air besar (Jamban)

Masyarakat pada umumnya sudah memiliki jamban sendiri dan sebagian kecil masih menggunakan sarana MCK umum. Namun jamban-jamban milik pribadi ini sebagian besar tak memiliki Septi tank, jadi limbah-limbah dari WC maupun dari dapur dan kamar mandi tersebut dialirkan lewat saluran riol yang ada kemudian dialirkan/dibuang ke Kali Winongo.

2.1.4. Fasilitas-fasilitas di Wilayah RW III

Tabel 2.2 Jumlah Fasilitas yang ada di wilayah RW III.

Fasilitas	Wilayah RT							Jumlah
	RT 13	RT 14	RT 15	RT 16	RT 17	RT 18	RT 19	total
Pendidikan								
Sekolah	-	-	-	-	1		-	1
Kesehatan								
Posyandu	-	1	-	-	-	-	-	1
Tempat Ibadah								
Masjid	-	-	-	-	1	-	1	2
Gereja	-	-	-	-	-	1	-	1
Industri Kecil								
	-	-	-	-	1	-	-	2
Komersil								
Toko	-	-	3	-	-	2	4	9
Institusional								
Kantor	1	-	-	-	-	-	-	1
Balai Pertemuan	-	-	-	-	1	-	-	1
Jasa								
Bengkel	-	-	-	-	-	-	-	-
Carter	-	-	-	-	1	-	-	1
MCK								
	-	1	-	1	1	-	1	4

Sumber : Data RW III Kelurahan Ngampilan

2.1.3 Sanitasi dan Air Bersih

Pada umumnya masyarakat RW III tidak mempunyai sarana sanitasi yang baik. Memang dapat dikatakan bahwa masyarakat menggunakan kloset untuk buang air besar ataupun buang air kecil, sehingga air limbah tersebut langsung dibuang ke sungai melalui saluran pipa yang mereka bangun sendiri. Untuk fasilitas sarana sanitasi, di RW III terdapat 4 buah MCK umum yang terdapat di RT 14, RT 16, RT 17, RT 19. MCK umum ini digunakan oleh warga yang rumahnya tidak terdapat sarana sanitasi.

Sedangkan untuk kebutuhan air bersih baik untuk air minum dan kebutuhan rumah tangga lainnya warga memanfaatkan air tanah dengan membuat sumur-sumur walaupun sebagian masyarakat ada juga yang memanfaatkan air bersih dari PDAM Kota Yogyakarta.

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1. Pengertian Air Buangan

Batasan mengenai air buangan yang banyak dikemukakan pada umumnya meliputi komposisi serta sumber air buangan tersebut berasal, misalnya air buangan rumah tangga, daerah pertanian, perdagangan dan lain-lain.

Menurut *Metcalf and Eddy*, yang dimaksud air buangan adalah kombinasi dari cairan dan sampah-sampah cair yang berasal dari pemukiman, perdagangan, perkantoran, dan industri bersama-sama dengan air tanah, dan air hujan yang mungkin ada.

Sedangkan menurut *Enders and Steel*, air buangan adalah cairan yang dibawa oleh saluran air buangan.

Sehingga pengertian secara umum untuk air buangan adalah cairan yang bersal dari rumah tangga, industri, maupun tempat-tempat umum lainnya dan biasanya mengandung zat-zat yang dapat membahayakan kehidupan dan megganggu kelestarian lingkungan hidup.

3.2. Sistem penyaluran air buangan

3.2.1. Aspek-aspek dalam sistem penyaluran air buangan.

Pemilihan daerah perencanaan harus dipertimbangkan sebaik mungkin sehingga perencanaan pengolahan air buangan tidak sia-sia. Oleh sebab itu dalam menentukan daerah perencanaan perlu mempertimbangkan beberapa aspek yaitu :

1. Aspek fisik

Aspek fisik adalah hal-hal yang berkaitan dengan kondisi fisik daerah perencanaan, hal ini erat kaitannya dengan pemilihan daerah perencanaan yang memerlukan penanganan khusus dalam pengolahan air buangan.

Hal-hal yang menjadi tinjauan fisik adalah :

- Kondisi wilayah
- Tata guna lahan
- Keadaan dan jumlah fasilitas
- Kepadatan penduduk
- Tinggi muka air tanah
- Iklim dan cuaca.

2. Aspek Ekonomis

Aspek ekonomis ini erat kaitannya dengan kuantitas air buangan yang dihasilkan.

3. Aspek Lingkungan

Jika ditinjau dari keadaan system penyaluran air buangan yang telah ada serta bila dikaitkan dengan laju pertumbuhan penduduk, maka sangatlah perlu direncanakan sarana dan system penyaluran air buangan yang baik dan memadai berdasarkan analisa mengenai dampak negatif yang ditimbulkan oleh air buangan terhadap aspek kesehatan masyarakat serta lingkungan, perlu sekali adanya system pengolahan yang baik.

3.2.2. Sumber air buangan.

Sumber air buangan ada tiga macam, yaitu :

- Air buangan domestik.
 - Meliputi limbah dari pemukiman, aliran air buangan diperhitungkan berdasarkan kepadatan penduduk dan rata-rata perorangan dalam menghasilkan air buangan.
- Air buangan non domestik.
 - Meliputi air buangan dari limbah perdagangan, Hotel, gedung perkantoran, masjid, lapangan terbang, pasar dan lain-lain.
 - Air buangan daerah kelembagaan meliputi sekolah, rumah sakit, asrama, rumah tahanan, dll.
- Air buangan industri

Kualitas dan kuantitas air buangan industri bervariasi tergantung pada

- Besar kecilnya industri
- Pengawasan pada proses industri
- Derajat penggunaan air
- Derajat pengolahan air buangan yang ada.

3.2.3. Sistem Saluran Air Buangan

Menurut asal airnya sistem penyaluran air buangan terbagi atas beberapa sistem, antara lain :

1. Sistem Terpisah

Air buangan dan hujan disalurkan secara terpisah melalui 2 saluran. Air hujan dapat disalurkan pada saluran terbuka maupun tertutup.

Keuntungan :

- Unit-unit relatif kecil karena tidak memperhitungkan debit air hujan.
- Dimensi saluran yang dipakai tidak terlalu besar.

Kerugian :

- Harus membuat dua buah saluran.
- Memerlukan jalur perpipaan yang berbeda.

2. Sistem Tercampur

Air buangan dan air hujan disalurkan secara langsung melalui pipa yang sama dan harus saluran tertutup. Sistem ini digunakan untuk daerah yang

mempunyai fluktuasi musim kering dan musim hujan relatif kecil atau daerah yang sedikit curah hujannya.

Keuntungan :

- Tidak memerlukan dua jaringan penyaluran.
- Adanya pengenceran air buangan oleh air hujan.

Kerugian :

- Memerlukan unit pengolahan air buangan yang lebih besar.

3. Sistem Kombinasi

Sistem penyaluran dimana air hujan dan air buangan disatukan penyalurannya hanya pada musim kemarau. Sedangkan pada musim hujan penyalurannya dipisahkan dengan alat pemisah.

Keuntungan :

- Beban instalasi pengolahan air buangan tidak terlalu besar.
- Air hujan sewaktu-waktu dapat digunakan sebagai penggelontor.

Kerugian :

Diperlukan adanya beberapa konstruksi khusus yang relatif akan menambah biaya dan perawatan

Menurut sarananya, terbagi atas :

a. Sistem *On Site*

Sistem yang tidak memerlukan pengorganisasian terpusat dalam pengoperasian dan pemeliharannya.

b. Sistem *Off Site*

Sistem ini memerlukan pengolahan terpusat. Off site merupakan alternative lain bila on site tidak bisa diterapkan.

Sedangkan menurut pengalirannya, sistem saluran air buangan adalah sebagai berikut :

1. *Small Bore System (Settled Sewer atau Solids Free Sewerage)*

Sistem penyaluran air buangan yang hanya mengalirkan fase *liquid* dari air buangan, sedangkan fase *solid grit grease* dibuang secara periodik dengan sistem lain (misalnya dengan truk).

Komponen : *House Connection, Interceptor Tank, Cleanout, Manhole, Vent, Lift Station* dan Pompa.

Keuntungan :

- Mengurangi konsumsi air untuk mengalirkan padatan.
- Mengurangi biaya penggalian dan material (20% - 70%)
- Mengurangi biaya operasional.
- Dapat diubah kebentuk *sewered septic tank system*.

- Tidak memerlukan *slope* (kemiringan) yang seragam (mengikuti bentuk *topografi*).
- Tangki *interceptor* maupun *septic tank* dapat menjadi pengolahan awal (sedimentasi, *anaerobic digestion*) sampai 80% *removal solid*.
- Mengurangi beban *hidrolis* pada jam-jam puncak.

Kerugian :

- Adanya *solid* yang dapat mengganggu sistem pengaliran.

Kriteria desain :

- Kecepatan aliran minimum : 0.46 m/dt ($d/D = 0.5$).
- Diameter pipa : 100 mm, 150 mm, 200 mm.
- Cover : 1 meter.
- *Manhole* : *intersection* tiap 24.5 m

2. *Shallow Sewer System (Simplified Sewerage)*

Sistem penyaluran air buangan rumah tangga (*solid* maupun *liquid*) dengan menggunakan pipa berdiameter kecil, pada *flat gradient* dan *shallow trenches*. Karena terletak di kedalaman yang dangkal biasanya dipasang di belakang rumah. Operasional tergantung pada besarnya frekuensi air buangan yang melewati sistem dan tidak tergantung jumlah air yang digelontorkan. Pengalirannya memanfaatkan efek tekanan (dorongan) dan digelontorkan pada waktu-waktu tertentu.

Komponen : *House Connection, Inspection Chamber, Block Sewer Line, Street Collector* dan pompa.

Keuntungan :

- Biaya lebih hemat (jaringan pipa lebih pendek, biaya penggalian lebih murah dan biaya material lebih hemat).
- Pemakaian air lebih hemat.

Kerugian :

- Waktu pengaliran lambat.
- Kemungkinan terjadinya penyumbatan sangat besar.

Kriteria desain :

- Kecepatan aliran minimum : 0.5 m/dt.
- Kedalaman aliran dalam pipa : 0.2 – 0.6 diameter pipa.
- Diameter pipa 100 mm (PVC) untuk \pm 1000 orang dengan debit sekitar 80 lt/org/hr.
- *Slope* (kemiringan) minimum : 1/167 m
- Kedalaman pipa : 0.2 -0.3 m.

3. *Pressure Sewer*

Sistem penyaluran air buangan dimana air buangan terlebih dahulu dikumpulkan pada *septic tank* dan kemudian secara periodik dipompa ke saluran air buangan.

Komponen : *House Connection, Holding Tank Septic tank dan Grinder pump.*

Keuntungan :

- Mengurangi kebutuhan pompa di jaringan sewer utama.
- Diameter pipa lebih kecil.
- Mempermudah terjadinya proses pengolahan air buangan (beban hidrolis lebih merata).
- *Slope* pipa lebih mendatar, dapat diletakkan di kedalaman yang dangkal dan mengikuti garis kontur.

Kerugian :

- Tiap rumah membutuhkan pompa dan alat tambahan (misalnya : *Check Valve*).
- Membutuhkan biaya tambahan untuk operasional dan pemeliharaan .

Kriteria desain :

- Diameter pipa (PVC) : 5 – 15 cm.
- Kedalaman pipa : 75 cm.
- Pompa (*grinder pump*) : 1 – 2 hp.

4. Vacuum Sewer

Sistem pengaliran air buangan yang memanfaatkan pompa vakum.

Komponen : *House Connection, Holding Tank Septic Tank* dan stasiun pompa vakum.

Keuntungan :

- Mengurangi kemungkinan terjadinya penyumbatan (*clogging*).
- Dapat diletakkan pada kedalaman yang rendah.

Kerugian :

- Membutuhkan alat tambahan (*Vacuum Valve*).

Kriteria desain :

- Diameter pipa (PVC) : 10 – 25 cm.
- *Slope* (kemiringan) : 0.2 %.

3.2.4. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan.

Dasar perencanaan system penyaluran air buangan berpedoman pada criteria-kriteria yang paling memungkinkan, untuk dapat diterapkan sesuai dengan kondisi dan situasi setempat.

Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk dasar-dasar perencanaan adalah :

1. Daerah pelayanan

- Jumlah penduduk yang dilayani pada suatu jalur pipa atau blok pelayanan dan akan mengikuti pola penjumlahan komulatif ke hilir saluran.
- Jumlah aktifitas bangunan-bangunan domestik

Faktor-faktor yang mempengaruhi pembagian jalur pelayanan pengumpulan air buangan antara lain. ;

- Sungai serta alirannya
- Elevasi tanah
- Daerah yang terendam banjir
- Perencanaan jalan
- Kepadatan penduduk disetiap daerah pelayanan
- Ketinggian permukaan air tanah
- Arah pengaliran air sungai
- Jenis tanah
- Tata guna lahan

2. kuantitas air buangan

- Kuantitas pemakaian air bersih
- Sumber air buangan
- Curah hujan, daya resap, dan keadaan air tanah.

Besarnya pemakaian air bersih domestik dihitung berdasarkan pemakaian perorangan dalam satu hari. Sedangkan untuk besar pemakaian air bersih untuk non domestik dihitung berdasarkan pemakaian per orang atau per unit sesuai dengan jenis pelayanan dalam satu hari.

Tabel 3.1. Tipikal unit konsumsi air konsumen non domestik.

No	Kategori Konsumen	Kebutuhan air	Jumlah Pemakai
1	Tempat Ibadah		
	Masjid	30 Lt/org/hr	300 orang
	musholla	30 Lt/org/hr	300 orang
	Gereja	10 Lt/org/hr	150 orang
	Vihara	10 Lt/org/hr	100 orang
2	Pendidikan		
	SD	10 Lt/org/hr	250 orang
	SLTP	20 Lt/org/hr	150 orang
	SLTA	25 Lt/org/hr	250 orang
3	Umum		
	Terminal	15 Lt/org/hr	100 orang
	Rumah Sakit	250 Lt/org/hr	100 orang
	Puskesmas	1000 Lt/org/hr	50 orang
	Bank	25 Lt/org/hr	50 orang
4	Komersial		
	Toko	10 Lt/org/hr	20 orang
	Hotel	90 Lt/org/hr	50 orang
	Pasar	3000 Lt/org/hr	
5	Institusional		
	Kantor	30 Lt/org/hr	200 orang

(Sumber : Ir. Sarwoko M.MSc. ES. " Penyediaan air Bersih" Volume 1)

Diperkirakan besarnya kehilangan air dari penggunaan air bersih sekitar 30 % - 20 %. Jadi besarnya jumlah debit air buangan yang mencapai saluran sekitar 70 % - 80 %.

Untuk system penyaluran air buangan ini harus diperhitungkan air yang masuk ke jaringan perpipaan yaitu infiltrasi air tanah. Adanya *infiltrasi* air tanah tidak dapat dihilangkan 100%, hal ini disebabkan karena :

- Pekerjaan yang kurang sempurna
- Jenis material saluran yang digunakan
- Tinggi muka air tanah.

3. Fluktuasi pengaliran

Debit air buangan yang ditampung dalam saluran air buangan mempunyai *Fluktuasi* yang bervariasi setiap jamnya dalam sehari sesuai dengan memuncaknya pemakaian air bersih.

4. Jenis bahan dan bentuk saluran

- Asbestos cement
- Concrete (Beton)
- Iron dan Steel
- Tanah liat
- PVC

Adapun pemilihan bentuk saluran yang dipergunakan, perlu diperhatikan kelebihan yang dimiliki oleh bentuk saluran yang dipilih, beberapa bentuk saluran yang biasa digunakan adalah :

- Segi empat digunakan untuk
 - Debit besar
 - Fluktuasi debit air buangan kecil
- Bulat datar, digunakan bila :

- Fluktuasi air buangan besar
- Fluktuasi air buangan besar sekali
- Bila diperlukan tinggi tertentu.
- Lingkaran, digunakan bila :
 - Debit agak kecil
 - Fluktuasi air buangan kecil.
 - Daerah yang memerlukan konstruksi kuat.

3.2.5. Bahan-bahan Saluran

Di negara-negara berkembang, dimana sumber daya bahan-bahan, perlengkapan, dan dananya terbatas, pemilihan bahan pipa perlu diperhitungkan dengan cermat. Beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan, antara lain:

1. Keadaan lapangan, drainase, topografi, tanah, kemiringan, dan sebagainya.
2. Sifat aliran dalam pipa, koefisien geseran.
3. Umur pakai yang diharapkan.
4. Tahan gesekan, asam, alkali, gas dan pelarut.
5. Mudah penanganan dan pemasangannya.
6. Kekuatan struktur dan tahan terhadap korosi tanah.
7. Jenis sambungan dan kemudahan pemasangannya, mudah didapat atau tersedia di pasaran.

8. Tersedianya bahan, adanya pabrik pembuatan dan perlengkapannya.
9. Tersedianya pekerja terampil.

Dalam penyaluran air buangan ada beberapa bahan pipa yang biasa digunakan, yaitu:

- a) Pipa tanah liat (*clay pipe*)
- b) Pipa beton (*concrete pipe*)
- c) Pipa asbes (*asbestos cement pipe*)
- d) Pipa besi (*cast ductile iron*)
- e) Pipa HDPE (*High Density Polyethilen*)
- f) Pipa UPVC (*polyvinil chlorida*)

Beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan dalam pemilihan bahan pipa adalah: umur pipa, kemudahan pelaksanaan, variasi ukuran, suku cadang, kedap air, daya tahan terhadap zat kimia dan korosi, daya tahan terhadap penggerusan, daya tahan terhadap beban, fleksibilitas terhadap pergeseran tanah atau gangguan alam seperti gempa bumi.

Tabel 3.2

Perbandingan Bahan Saluran

Bahan	Diameter (inch)	Panjang (m)	Standar	Korosif Erosi	Kekuatan	Jenis Sambungan
<i>Reinforced Concrete</i>	12-144	1.2-7.4	ASTM C76	Tidak tahan	Kuat	<i>Bell spigot ,cement mortar, rubber</i>
Tanah Liat	4-48	1-2	ASTM C700	Tahan	Mudah pecah	<i>Mortar,rubber gasket</i>
Pipa Asbes	4-42		AWWA C400	Tidak tahan	kuat	<i>Collar,rubber ring</i>
Cast Iron	2-48	6.1	AWWA C100	Tidak tahan	Sangat kuat	<i>Bell spigot Flanged mechanical,groove coupled,rubber ring, bell,dan socket</i>
Pipa Baja	8-252	1.2-4.6	AWWA C200	Tidak tahan	Kuat	<i>Bell spigot, ball socket/flange mechanical, groove coupled</i>
UPVC	4-15	3.2	ASTM D302	tahan	Cukup	<i>Fleksibel Rubber ,gasket,</i>
HDPE	6-36	6.3	ASTM D3212	tahan	kuat	<i>Rubber gasket,soil tight,Lok tight bell,coupler</i>

(Sumber : Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering, 1981).

3.2.6. Bangunan Pelengkap

A. *Manhole*.

Kegunaan dari bangunan *Manhole* adalah untuk memeriksa, memelihara dan memperbaiki saluran. Dalam penempatan bangunan *manhole* haruslah memperhatikan beberapa hal sesuai fungsinya. Adapun tempat-tempat yang memerlukan *manhole* antara lain :

- Pertemuan saluran
- Tempat terjadinya pertemuan saluran
- Perubahan diameter
- Perubahan kemiringan saluran.

Macam-macam *Manhole* :

- *Manhole* lurus
- *Manhole* belokan
- *Drop Manhole*, digunakan bila beda tinggi antara dua saluran atau lebih, terletak > 0.5 m pada saluran yang akan memotong kemiringan medan.

Bentuk dan dimensi *Manhole*

1. Bentuk persegi panjang/bujur sangkar

Digunakan bila:

- a) Kedalaman kecil (75 – 90) cm.
- b) Beban yang diterima kecil.

c) Pada bangunan siphon.

d) Dimensi : 60 cm x 75 cm dan 75 cm x 75 cm

(Tidak memerlukan tangga, karena pengoperasiannya cukup dari permukaan tanah.)

2. Bentuk bulat

Digunakan bila:

a) Beban yang diterima besar, baik vertikal maupun horisontal.

b) Kedalaman besar.

Syarat utama diameter *manhole* adalah mudah dimasuki oleh pekerja bila akan dilakukan pemeliharaan saluran, diameter *manhole* bervariasi sesuai kedalaman *manhole*.

Tabel 3.3 Diameter Manhole

Kedalaman	Diameter
(m)	(m)
< 0,8	0,75
0,8 - 2,5	1,00 - 1,20
>2,5	1,20 - 1,80

(Sumber : Metcalf & Eddy, *Wastewater Engineering*, 1981).

B. Terminal Clean Out

Bangunan terminal *clean out* berfungsi:

- 1) Untuk memasukkan alat pembersih pada ujung awal pipa service/lateral atau sebagai tempat pemasukan air penggelontor sewaktu diperlukan.
- 2) Tempat memasukkan alat penerangan sewaktu dilakukan pemeriksaan.
- 3) Membantu melangsungkan sirkulasi udara (sebagai alat ventilasi).
- 4) Menunjang kerja *manhole* dan membangun penggelontor.

Peletakannya:

- a. Pada ujung awal saluran.
- b. Dekat dengan '*fire hidrant*' guna memudahkan operasi penggelontoran.
- c. Pada jarak (45,72 – 60,96) m dari *manhole*.
- d. Jarak antara terminal *clean out* (76,2 – 91,44) m.

Ukuran pipa terminal *clean out* sama dengan diameter pipa air buangan, namun untuk menghemat biaya digunakan pipa tegak berdiameter 8”.

C. Bangunan penggelontor

- Fungsi Bangunan Penggelontor

Bangunan penggelontor merupakan sarana dalam sistem penyaluran air buangan yang berfungsi untuk:

- 1) Mencegah pengendapan kotoran dalam saluran.

- 2) Mencegah pembusukan kotoran dalam saluran.
- 3) Menjaga kedalaman air pada saluran agar selalu mencapai ketinggian berenang.

Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam merencanakan bangunan penggelontor, yaitu:

- a) Air penggelontor harus bersih, tidak mengandung lumpur atau pasir, dan tidak asam, basa atau asin.
 - b) Air penggelontor tidak boleh mengotori saluran. Untuk bangunan penggelontoran pada sistem penyaluran air buangan Kecamatan Semarang Barat Kota Semarang sumber air penggelontor akan diambil dari saluran pipa PDAM, selain kontinuitasnya, kebersihannyapun terjamin.
- Jenis Penggelontor

Menurut kesinambungannya penggelontor dibagi menjadi dua, yaitu:

- 1) Sistem kontinyu

Penggelontor dengan sistem kontinyu dilakukan terus-menerus dengan debit konstan, dalam perencanaan dimensi saluran, tambahan debit air buangan dari penggelontoran harus diperhitungkan.

Keuntungan dari sistem kontinyu, yaitu:

- a. Kedalaman renang selalu tercapai dan kecepatan aliran dapat diatur, syarat pengaliran dapat terpenuhi.
- b. Tidak memerlukan bangunan penggelontoran di sepanjang jalur pipa, cukup beberapa bangunan pada awal saluran atau dapat berupa terminal *clean out* yang dihubungkan dengan pipa transmisi air penggelontor.
- c. Terjadi pengenceran.
- d. Kemungkinan tersumbat kecil.
- e. Pengoperasiannya mudah.

Kerugian dari sistem kontinyu, yaitu:

- a. Debit penggelontoran yang konstan memerlukan dimensi saluran yang lebih besar.
- b. Terjadi penambahan beban hidrolis pada BPAB.
- c. Jika sumber airnya dari PDAM maka diperlukan unit tambahan.
- d. Jika sumber airnya dari sungai maka memungkinkan pengendapan bila tidak diolah terlebih dahulu.

2) Sistem periodik

Penggelontor dengan sistem periodik dilakukan secara berkala/periodik pada kondisi aliran minimum. Penggelontoran dengan sistem periodik paling sedikit dilakukan sekali dalam sehari.

Keuntungan dari sistem periodik, yaitu:

- a. Penggelontoran dapat diatur sewaktu diperlukan.
- b. Debit air penggelontor sesuai kebutuhan.
- c. Dimensi saluran relatif tidak besar karena debit penggelontor tidak diperhitungkan.
- d. Pada penggunaan air bersih sebagai penggelontor relatif ekonomis.
- e. Pertambahan debit dari penggelontor tidak mempengaruhi besar kapasitas unit pengolahan.

Kerugian dari sistem periodik, yaitu:

- a. Ada kemungkinan saluran tersumbat oleh kotoran yang tertinggal.
- b. Unit bangunan penggelontor lebih banyak di sepanjang saluran.
- c. Memerlukan keahlian dalam pengoperasian.

Volume air penggelontorannya tergantung pada:

1. Diameter saluran yang digelontor.
2. Panjang pipa yang digelontor.
3. Kedalaman minimum aliran pada pipa yang digelontor.

- Alternatif Sumber Air Penggelontor

- 1) **Alternatif 1: Air tanah**

Persyaratan:

1. Kapasitas yang tersedia memadai khususnya pada musim kering.

2. Bukan jenis air tanah payau.
3. Kedalamannya berkisar antara 2 – 4 m.

Keuntungan: kualitasnya sangat baik.

Kerugian:

1. Membutuhkan tenaga ahli untuk pengoperasian alat-alat, misalnya: pompa.
2. Dari segi ekonomis, membutuhkan biaya untuk konstruksi dan pemeliharaan.

2) Alternatif 2: Air sungai

Persyaratan:

1. Debit air sungai pada musim kering memadai.
2. Jumlah sungai yang mengalir di dalam kota banyak.

Keuntungan: Tidak memerlukan perawatan yang intensif.

Kerugian:

1. Kandungan lumpur di musim hujan relatif tinggi.
2. Diperlukan bangunan penangkap dan instalasi pemompaan.

Alternatif ini akan sangat mahal untuk membangun intake dan instalasi pemompaan selain ini fluktuasi kualitas dan kuantitas air sungai antara musim hujan dan musim kemarau sangat besar akan menyulitkan

operasi. Kandungan lumpur yang tinggi akan sangat mengganggu operasional.

3) Alternatif 3: Air dari PDAM

Persyaratan: Tersedia air yang cukup dari PDAM untuk kebutuhan penggelontoran.

Keuntungan: Kontinuitas, kuantitas dan kualitas air terjamin.

Kerugian:

1. Area pelayanan PDAM masih terbatas, tidak bisa diterapkan untuk daerah yang belum dilayani PDAM karena akan sangat mahal.
2. Dibutuhkan tenaga ahli untuk pengoperasiannya.

D. Peletakan Pipa

Demi praktisnya dalam pemasangan dan pemeliharaan saluran, maka hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penempatan dan pemasangan pipa/saluran di bawah tanah adalah sebagai berikut:

- 1) Jenis jalan yang akan dilalui/tempat saluran ditanam, mengingat gaya berat yang mempengaruhi.
- 2) Pengaruh bangunan-bangunan yang ada, mengingat pondasi dan gaya yang berpengaruh.
- 3) Jenis tanah yang akan ditanami pipa.

- 4) Adanya saluran-saluran lain seperti saluran air minum, saluran gas, saluran listrik. Jika saluran-saluran itu terlintasi, maka saluran air buangan ditempatkan di bawahnya.
- 5) Ketebalan tanah urugan dan kedalaman pipa dari muka tanah, harus disesuaikan dengan diameter saluran (minimum 1,20 m dan maksimum 7 m) untuk pipa lateral/induk. (Sumber : KRT. Tjokrokusumo, 1999)

Untuk saluran umum (*Public Sewer*), dimulai dari saluran lateral ditempatkan pada:

- a) Tepi jalan, sebaiknya dibawah trotoar atau tanggul jalan. Ini mengingat kemungkinan dilakukan penggalian dikemudian hari untuk perbaikan.
- b) Di bawah (di tengah jalan) bila jalan tidak lebar dan bila di bagian kiri dan kanan jalan terdapat jumlah rumah atau bangunan yang hampir sama banyaknya.
- c) Bila penerimaan air kotor dari kanan dan kiri tidak sama, dapat dipasang di tepi jalan, di bagian mana yang paling banyak sambungannya (paling banyak rumah-rumahnya).
- d) Jalan-jalan yang mempunyai jumlah rumah/bangunan sama banyak di kedua sisinya dan mempunyai elevasi lebih tinggi dari jalanan, maka penempatan pipa bisa diletakkan di tengah jalan.
- e) Saluran pipa dapat diletakkan disebelah kiri dan disebelah kanan jalan jika di sebelah sisi kiri dan kanan jalan terdapat banyak sekali rumah/bangunan.

Jalan-jalan dengan rumah/bangunan di sisi lainnya, maka penanaman saluran diletakkan pada sisi sebelah jalan dimana terdapat elevasi yang lebih tinggi.

(Sumber : KRT.Tjoktokusumo, 1999)

3.3. Decentralized Wastewater Treatment System (DEWATS)

3.3.1 Teknik Pengolahan Limbah Sistem DEWATS

Pengolahan pada dasarnya merupakan proses stabilisasi polutan melalui proses oksidasi, pemisahan bahan padatan (*solid*), serta penghilangan zat-zat beracun atau berbahaya. Penerapan rancang bangun DEWATS didasarkan pada prinsip perawatan yang sederhana berbiaya rendah/murah, karena bagian paling penting dari sistem ini beroperasi tanpa memerlukan input energi serta tidak dapat dimatikan dan dihidupkan dengan tiba-tiba.

Dezentralized WasteWater Treatment Sistem merupakan teknologi dengan biaya terjangkau/murah, karena sebagian besar bahan / input tersedia di lokasi setempat. Kelebihan dari sistem DEWATS adalah :

- Sistem DEWATS dapat mengolah limbah dengan kapasitas aliran 1-500 m³ / hari
- Dapat diandalkan bangunanya tahan lama, dan toleran terhadap *fluktuasi* masukan limbah.
- Sistem DEWATS tidak memerlukan pemeliharaan yang rumit.

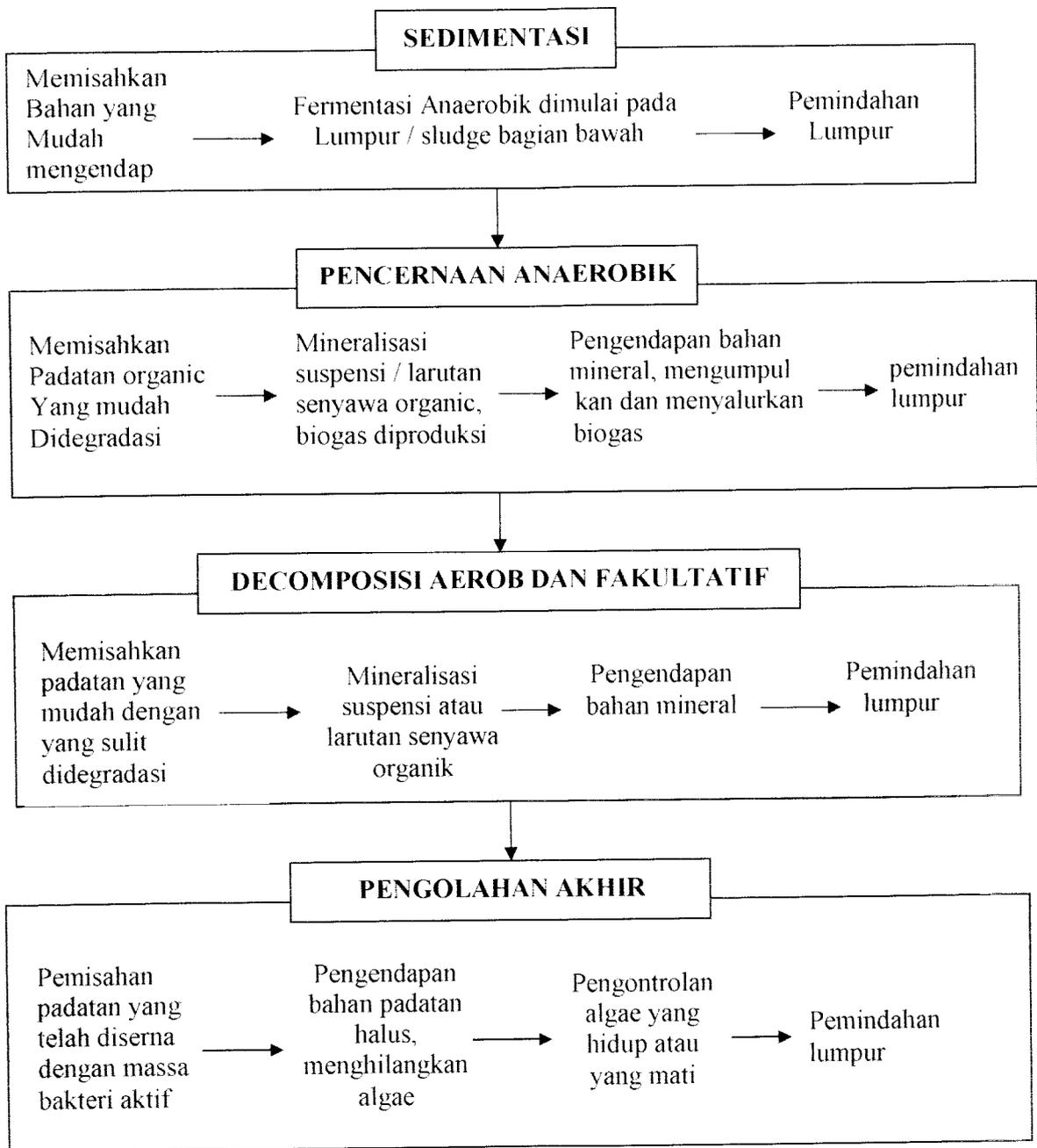
3.3.2 Sistem Pengolahan DEWATS

Aplikasi DEWATS berdasarkan pada sistem pengolahan sebagai berikut :

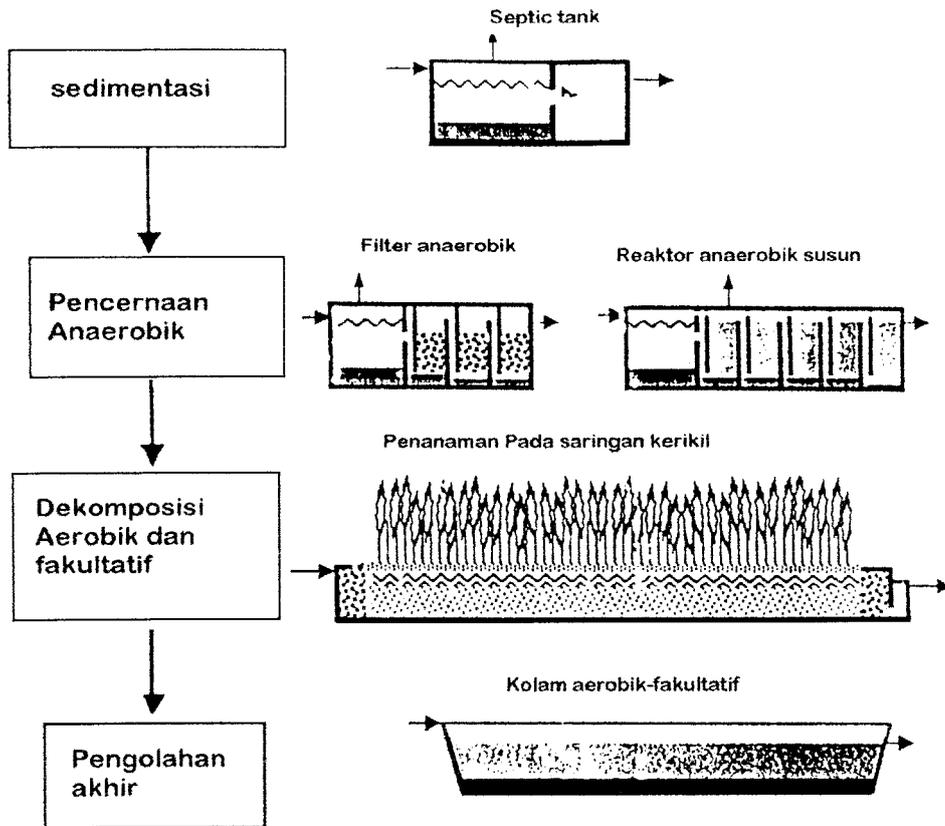
1. Pengolahan *Primer* dan *Sedimentasi* dengan sistem *Septik tank*
2. Pengolahan *Sekunder, anaerob* dengan *Fixed bed reactor* atau *haffle reactor*
3. Pengolahan *Tersier, aerob anaerob* pada sistem *filter* aliran bawah tanah.
4. Pengolahan *tersier, aerob anaerob* dengan sistem kolam.

DEWATS didesain sedemikian rupa sehingga air yang diolah memenuhi baku mutu sesuai yang dipersyaratkan oleh pemerintah.

Dibawah ini dapat dilihat cara kerja pengolahan air limbah DEWATS :



Gambar 1. Bagan alir Pengolahan Air Limbah DEWATS



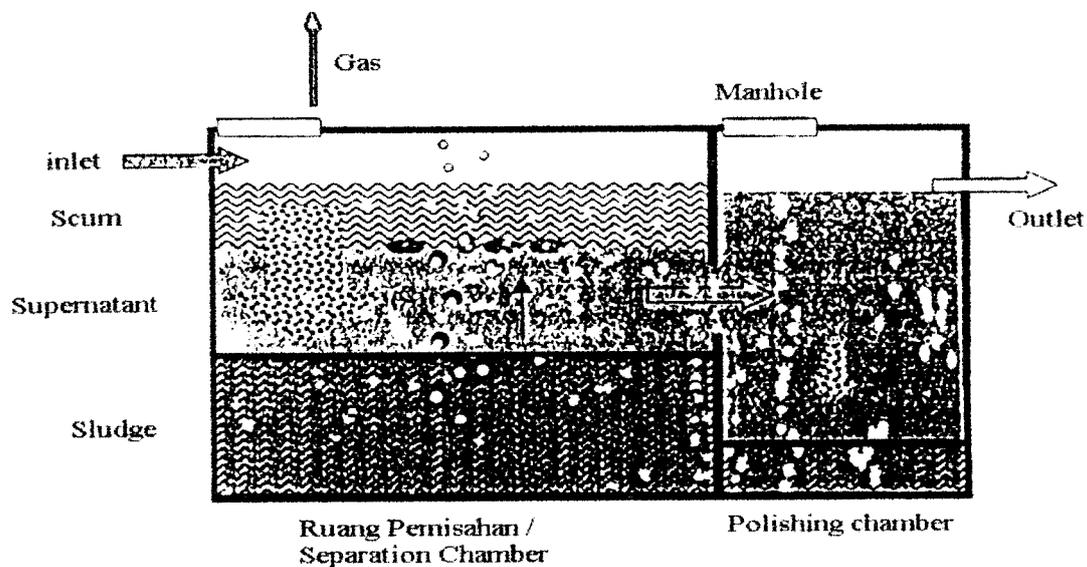
Gambar 3.2. Sistem pengolahan air limbah DEWATS

a. Septick tank

Septick tank adalah sistem pengolahan limbah setempat dalam skala kecil yang amat lazim digunakan didunia. Pada dasarnya proses yang terjadi pada septicktank adalah

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

Kelebihan *septic tank* adalah murah, konstruksinya mudah-sederhana dan dengan pengoperasian yang baik umur teknisnya bias amat panjang. Demikian juga tempat yang dibutuhkan relatife kecil dan biasanya dibawah permukaan tanah (*underground*). Sedangkan kelemahan *septic tank* adalah efisisensi pengolahannya (*treatment efficiency*) yang relatife rendah dan keluaran (*effluent*) yang dihasilkannya masih berbau, karena masih mengandung bahan yang belum terdekomposisi secara sempurna. (Ibnu singgih, 2002)



Gambar 3.3. *Septick tank*. (Sasse, 1998)

Karakteristik *Septic tank* :

- Jenis pengolahan : *Sedimentasi, stabilisasi Lumpur*, penurunan COD 20-50 %
- Macam air Limbah : Domestik dan lainnya yang disertai pengendapan padatan

- Kelebihan : Sederhana, tahan lama, dibawah permukaan tanah, kebutuhan lahan $0,5 \text{ m}^2 / \text{m}^3$ air limbah harian
- Kelemahan : Hanya untuk pengolahan awal, keluaran masih berbau.

Septick tank minimum terdiri dari 2 ruang (*chamber*). Pada ruang pertama (*treatment chamber 1*) berkisar antara 50%-70% dari total volume desain, karena sebagian besar dari Lumpur/*sludge* dan *scum* akan terjadi diruang ini.

Didalam ruang pertama air limbah yang masuk akan menjadi 3 bagian, yaitu :

- Lumpur/*sludge* yang mengendap pada bagian bawah, untuk selanjutnya Lumpur ini akan terurai lewat proses *anaerobic*.
- *Supernatant*, adalah cairan yang telah berkurang unsur padatnya, untuk selanjutnya akan mengalir keruang *chamber 2*.
- *Scum*, merupakan bahan yang lebih ringan, dari pada minyak, lemak, dan bahan ikutan lainnya. *Scum* ini bertambah lama bertambah tebal, karena itu sebenarnya tidak mengganggu reaksi yang terjadi selama proses pengolahan, tetapi apabila terlalu tebal akan memerlukan tempat hingga kapasitas *treatment* berkurang.

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

- Endapan Lumpur/*sludge*, khususnya partikel yang tidak terendapkan pada ruang pertama.
- *Supernatant* yang selanjutnya menjadi *inflow* bagi konstruksi selanjutnya (*baffle reactor* atau *anaerobic filter*)

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

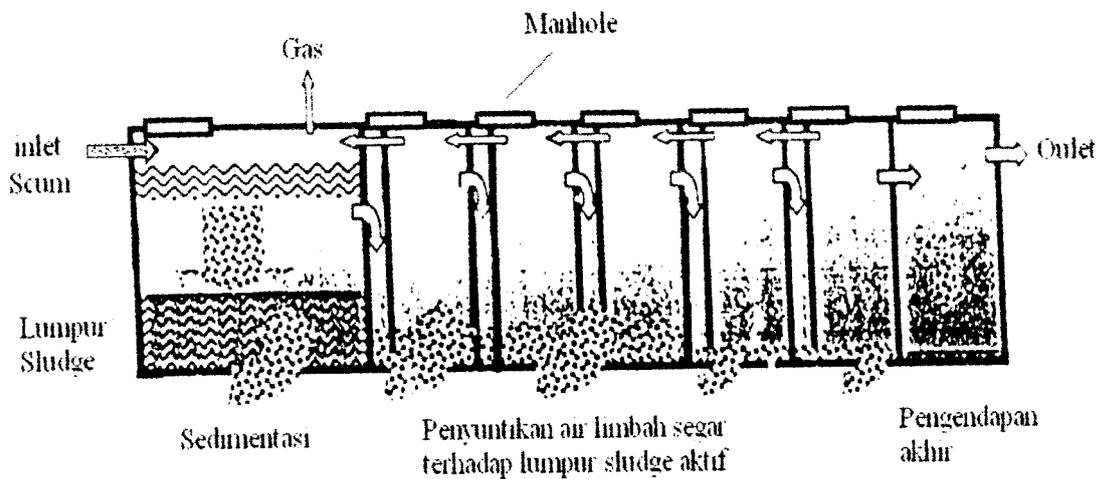
Dengan aliran yang tenang dan tidak terganggu, *supernatant* (cairan yang telah berkurang unsur padatnya) yang tertinggal di *septic tank* lebih segar dan baunya tidak terlalu menyengat, yang menunjukkan bahwa penguraian belum berlangsung. Dengan aliran *turbulen*, penguraian larutan dan penghancuran pada zat padat berlangsung cepat dikarenakan adanya kontak intensif antara limbah segar dan yang sudah aktif. Meski demikian, ketenangan untuk pengendapan tidak mencukupi, sehingga padatan terlarut yang berlebih akan keluar oleh aliran turbulen. Buangan tersebut berbau karena padatan aktif dalam bak belum terfermentasi secara sempurna. (Ibnu Singgih,2002)

b. *Septick tank susun (Anaerobic Baffled Reactor)*

Septick tank susun (yang juga dikenal dengan *baffle septic tank* atau *baffle reactor*) bukan sekedar *septic tank* yang ditambah kotak chambernya. Karena prosese yang terjadi didalam *septic tank* susun adalah berbagai ragam kombinasi proses *anaerobic* hingga hasil akhirnya lebih baik, proses-proses tersebut adalah :

- *Sedimentasi* padatan
- Pencernaan *anaerobic* larutan padatan melalui kontak dengan Lumpur/*sludge*

- Pencernaan *anaerobic* (*fermentasi*) Lumpur/sludge bagian bawah.
- *Sedimentasi* bahan mineral (*stabilisasi*)



Gambar 3.4. *Septic tank susun* (Sasse, 1998)

Karakteristik *Baffle Reaktor*

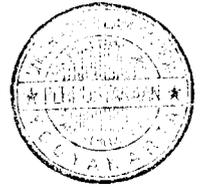
- Jenis pengolahan : *Degradasi anaerobic*, penurunan COD 60-90 %
- Macam air limbah : Air limbah domestic dan air limbah industri dengan rasio COD/BOD kecil
- Kelebihan : Sederhana, handal, tahan lama, efisiensi tinggi, dibawah permukaan bawah tanah, kebutuhan lahan $1 \text{ m}^2/\text{m}^3$

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

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

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

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



Variable desain berikutnya adalah hubungan antara panjang (L) dengan tinggi (h). agar limbah yang masuk terdistribusi secara merata maka dianjurkan L antara 0.5 – 0,6 dari h. Dengan demikian meskipun h tidak ada pengaruhnya terhadap *uplift velocity*, tetapi rasio antara h dan L perlu diperhatikan agar distribusi limbah bisa merata dan kontak dengan microorganismenya efisien. Variable desain yang lain adalah HRT (*Hydraulic Retention Time*) pada bagian cair (diatas Lumpur) pada *baffle reactor* minimum harus 8 jam.

Baffle reactor cocok untuk banyak macam limbah cair termasuk limbah domestic. Efisiensinya cukup besar pada beban organiknya yang tinggi. Efisiensi pengurangan COD dalam pengolahan antara 65%-90%, sedang BOD-nya antara 70%-95%. Namun perlu dicatat bahwa proses pembusukan memerlukan waktu sekitar 3 bulan.

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

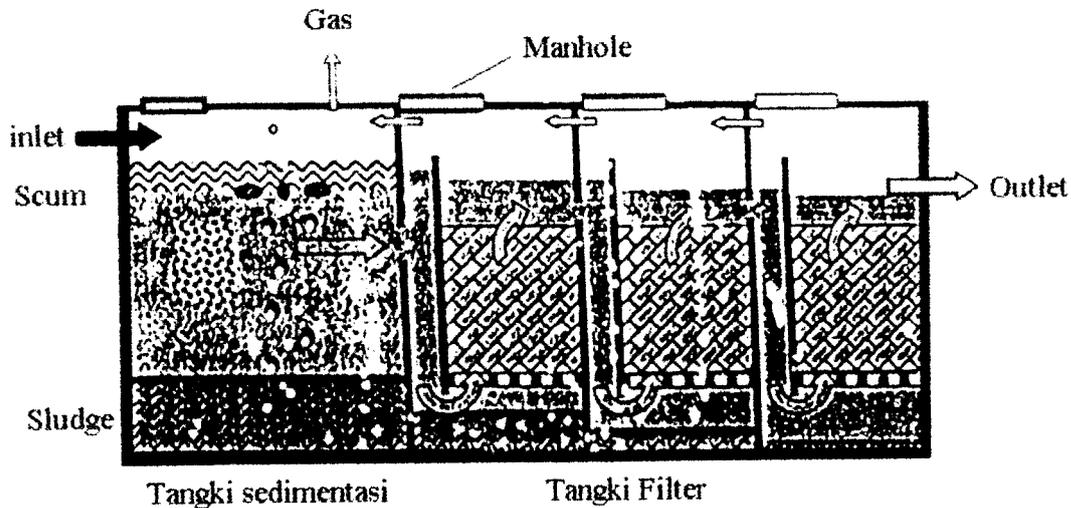
Hal yang perlu diperhatikan pada tahap permulaan penerapan *Baffle Reaktor* bahwa, efisiensi pengolahan tergantung pada perkembangan biakan bakteri aktif. Pencampuran limbah baru dengan Lumpur lama dari septic tank mempercepat pencapaian kinerja pengolahan yang optimal. Pada prinsipnya lebih baik mulai mengisi limbah dengan seperempat aliran harian dan bila memungkinkan dengan limbah cair yang sedikit lebih keras. Selanjutnya pengisian dinaikan secara perlahan setelah tiga bulan. Hal tersebut akan

memberi kesempatan yang cukup bagi bakteri untuk berkembang biak sebelum padatan tersuspensi keluar. Berawal dengan beban hidrolis penuh akan menunda proses pembusukan.

Meskipun interval pengurasan secara reguler diperlukan, hal penting yang perlu dijaga bahwa sebagian Lumpur aktif harus disisakan dalam ruangan untuk menjaga proses pengolahan secara stabil. (Ludwig Sasse,1998)

c. Filter Anaerobik (Fixed Bed/Fixed film Reaktor)

Filter anaerobic menggunakan prinsip yang berbeda dengan *septic tank*, karena sistem ini justru diharapkan untuk memproses bahan-bahan yang tidak terendapkan dan bahan padat terlarut (*dissolved solid*) dengan cara mengontakan dengan surplus bakteri yang aktif. Bakteri tersebut bersama bakteri lapar akan menguraikan bahan *organic* terlarut (*dissolved organic*) dan bahan *organic* yang terdispersi (*dispersed organic*) yang ada dalam limbah. Sebagian besar bakteri tersebut tidak bergerak. Bakteri cenderung diam dan menempel pada partikel padat seperti pada dinding reaktor atau tempat lain yang permukaannya bias digunakan sebagai tempat tempelan. (Ibnu singgih, 2002)



Gambar 3.5. *Filter Anaerobic* (Sasse, 1998)

Karakteristik *Filter Anaerobic*.

- Jenis Pengolahan : *Degradasi anaerobic* bahan padatan terlarut & tersuspensi, penurunan COD 65%-85%
- Macam air limbah : Air limbah domestic dan air limbah industri dengan rasio COD/BOD kecil.
- Kelebihannya : sederhana dan tahan lama, efisiensi pengolahan tinggi, bawah Tanah, kebutuhan lahan : $1 \text{ m}^2/\text{m}^3$.
- Kelemahan : ada kemungkinan tersumbat, keluaran sedikit berbau.

Bahkan *filter* yang dimaksud adalah media dimana bakteri dapat menempel dan air limbah dapat mengalir / melalui diantaranya. Selama aliran ini kandungan organik akan

diuraikan oleh berbagai bakteri dan hasilnya adalah pengurangan kandungan organik pada *effluent*.

Penggunaan media bisa bermacam-macam tetapi pada prinsipnya lebih luas permukaan akan lebih baik fungsinya. Meteri *filter* seperti kerikil, batu, batu bara atau kepingan plastik yang berbentuk khusus menyediakan area permukaan tambahan untuk tempat tinggal bakteri. Jadi limbah cair yang baru diperiksa untuk bersinggungan dengan bakteri aktif secara intensif. Semakin luas permukaan untuk pembiakan bakteri, semakin cepat untuk penguraiannya. Media yang baik luas permukaannya (*surface area*) kira-kira 90 – 300 m² per m³ *volume* yang ditempatinya.

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

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

Penurunan *efisiensi* pengolahan merupakan indikator penyumbatan pada beberapa bagian. Penyumbatan terjadi ketika limbah cair mengalir hanya melalui beberapa pori yang

terbuka, akibatnya aliran kecepatan tinggi akan menghanyutkan bakteri. Hasil akhir adalah penurunan waktu pembusukan dengan sedikit banyak rongga yang terbuka.

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

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

Lubang aliran kebawah dengan lebar penuh lebih disukai daripada pipa aliran kebawah. Ruang *filter* sebaiknya tidak lebih panjang daripada kedalaman air. *Volkanik-basalt* (diameter 5 sampai 15 cm) atau batu kali (diameter 5 sampai 10 cm) yang diletakan pada plat beton berlubang. *Filter* dimulai dengan lapisan batuan besar pada bagian bawah. Plat tersebut bertumpu pada balok kurang lebih 50 sampai 60 cm diatas dasar bak yang paralel dengan arah aliran. Pipa berdiameter setidaknya 15 cm atau lebih besar dari lubang kebawah memungkinkan pengambilan lumpur pada bagian dasar dengan

bantuan pompa dari atas. Bila bak pengurasan lumpur ditempatkan disamping *filter* , memungkinkan lumpur bisa diambil dengan pipa tekanan *hidrolik*.

HTR (*Hidrolic Retention Time*) pada *anaerob filter* berkisar 1 – 2 hari (24 – 18 jam) angka ini merupakan patokan umum mengingat proses *degradasi* pada proses *anaerobik* lebih lambat dibandingkan proses *aerobik*.

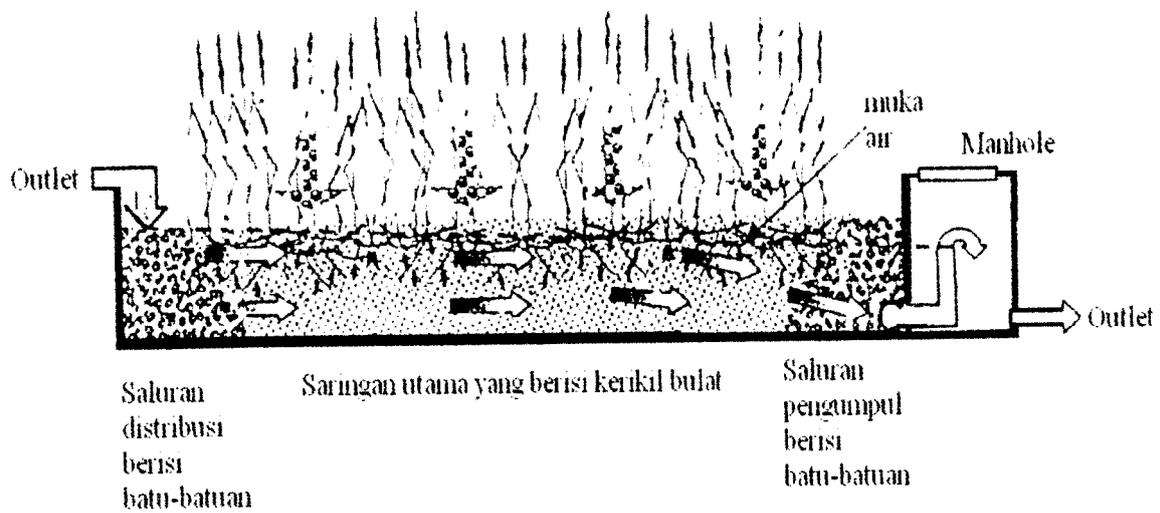
Pada tahap permulaan penerapan *anaerobik filter*. Kerena proses pengolahan tergantung dari surplus massa aktif bakteri. Lumpur aktif (misalnya dari *saptic tank*) sebaiknya disemprotkan pada bahan *filter* sebelum penerapan *anaerobic filter* dimulai. Bila memungkinkan, pelaksanaan dimulai dengan seperempat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

d. Filter Kerikil Horizontal

Filter kerikil *horizontal* bawah permukaan tanah juga disebut sebagai *Subsurface Flow Wetlands* (SSF), *Constructed Wetlands* atau *Root Zone Treatment Plants*. Limbah cair yang akan diolah dengan *filter* ini harus melalui pengolahan lebih dahulu terutama sehubungan dengan padatan tersuspensi, kerana berbagai pengalaman menunjukkan bahwa masalah terbesar pada *filter* ini adalah masalah penyumbatan.

Prinsip kerikil horizontal adalah dimungkinkan ketersediaan *oksigen* yang berkesinambungan pada bagian lapisan atas, demikian juga pada bagian bawah perakaran

yang merupakan kondisi *anaerob-fakultatif* sehingga akan menyediakan lingkungan yang menguntungkan bagi kehidupan beragam bakteri. (Ibnu singgih, 2002)



Gambar 3.6. *Filter kerikil horizontal*. (Sasse, 1998)

Karakteristik *Filter Kerikil Horizontal*

- Jenis pengolahan : *Degradasi anaerobik - facultatif* padatan terlarut maupun padatan tersuspensi, penurunan COD 60 – 95 %
- Macam air limbah: Sesuai untuk pengolahan domestik dan limbah industri yang ringan
- Kelebihan : Tingkat efisiensi pengolahan yang tinggi dimungkinkan untuk memperindah pertamanan, air limbah tidak tampak di atas lahan.
- Kelemahan : Membutuhkan ruang yang luas, kebutuhan lahan $30\text{m}^2/\text{m}^3$ air limbah harian

Bahan *filter* sebaiknya menggunakan kerikil yang serupa dan berbentuk bulat berukuran 6 – 12 mm atau 8 – 16 mm. konduktivitas bisa jadi hanya bernilai setengah saja apabila menggunakan *filter* dengan batu yang berujung patah dibandingkan dengan kerikil bundar, hal ini dikarenakan arus kisanan dalam pori *filter* yang berujung patah – patah (tidak bulat) berlangsung tidak beraturan.

Bak *filter* tidak lebih dalam daripada kedalaman dimana akar tanaman dapat tumbuh (30 – 60 cm) karena air cenderung mengalir lebih cepat dibawah bantalan akar yang yang lebat. Namun efisiensi pengolahan yang lebih baik umumnya berada di bagian 15 cm ke atas karena adanya *difusi oksigen* dari permukaan. Jadi *filter* dangkal lebih efektif dibandingkan dengan *filter* yang lebih dalam, untuk kondisi volume yang sama.

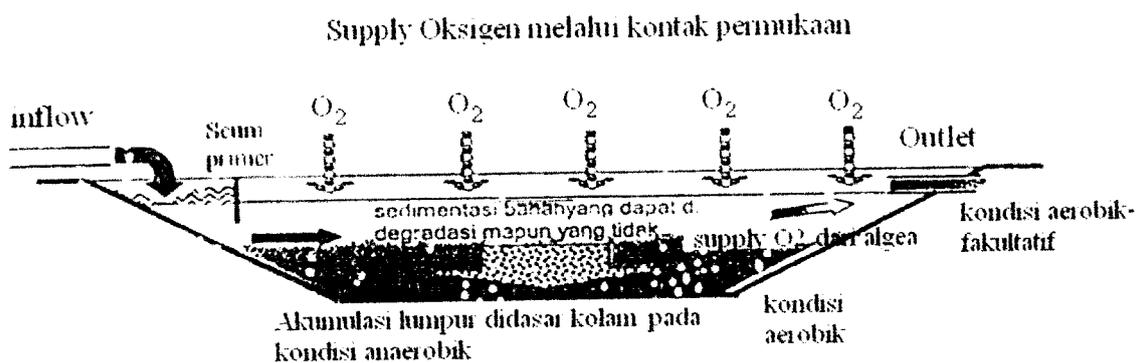
Tanaman pada *filter* tersebut biasanya tidak dipanen. *Phragmites australis* (glagah asu) dianggap sebagai tanaman yang paling baik kerana akarnya membentuk *rimpang rizoma horizontal* yang menjamin bak *filter* daerah akar yang sempurna. Kemungkinan ada tanaman lain yang cocok dengan air limbah lain. Misalnya, *Typha angustifolia* (*cattails*) serta *scirpus lacustris* (*bull rush*) telah diketahui bisa menurunkan kadar *E.coli* air limbah. Hampir semua rumput rawa dan rumput air cocok untuk air limbah, tapi tidak semua memiliki akar menjorok atau akar yang dalam.

Beberapa ahli menyarankan jenis tanaman tertentu untuk meningkatkan kualitas pengolahan. Namun tanaman sepertinya berperan sebagai “*katalisator*” daripada menjadi “*aktor*” tanaman mengangkut *oksigen* melalui akar mereka kedalam tanah. Beberapa ilmuwan tidak sependapat bahwa *oksigen* berlebih juga disediakan untuk menciptakan lingkungan *aerob* sementara ilmuwan lain telah mengetahui bahwa jumlah *oksigen* yang ditransfer hanya sebanyak yang diperlukan tanaman untuk mengubah keperluan nutrisinya sendiri. (Ibnu singgih, 2002)

e. Kolam Oksidasi

Kolam adalah danau buatan. Proses yang terjadi didalam kolam sangat mirip dengan proses pengolahan secara alami. Kolam ini relatif dangkal (<1,0 m) yang berguna untuk mempertahankan kondisi *aerobic*. Di daerah dimana lahan relatif datar dan harganya murah, kolam oksidasi akan lebih ekonomis dibandingkan jenis penanganan *biologik* lainnya.

Bakteri dan ganggang merupakan *mikroorganisme* kunci dalam kolam *oksidasi*. *Bakteri heterotrofik* bertanggung jawab untuk *stabilisasi* bahan *organik* dalam kolam. Sebagian BOD yang masuk akan mengendap dan melangsungkan *fermentasi anaerobic* dalam lumpur dibagian dasar. *Fermentasi* ini akan mengurangi volume lumpur bila suhu cukup sedangkan produk *fermentasi* dilepaskan kelapisan cairan. (Ibnu singih, 2002)



Gambar 3.7. Kolam *Oksidasi* (Sasse, 1998)

Karakteristik Kolam *Oksidasi* :

- Jenis pengolahan : *Degradasi aerobik-fakultatif*, penurunan *pathogen*,
Penurunan COD 60 – 95 %
- Macam air limbah : Pengolahan awal limbah domestik dan industri (ringan)

Kelebihan : Konstruksi sederhana, handal sebagaimana desainnya,
Menghilangkan *mikroorganisme pathogen* dengan cepat, Dimungkinkan ternak ikan.

- Kelemahan : Butuh lahan yang luas : $25 \text{ m}^2/\text{m}^3$ limbah harian, nyamuk dan bau bisa mengganggu jika tanpa pengelolaan, ganggang bisa meningkatkan BOD.

Ketika limbah *organik* memasuki kolam dan dilepaskan dari dasar kolam lumpur *dimetabolisme* oleh bakteri, dan produk akhir seperti *karbon dioksida*, *ion ammonium*, *ion nitrat*, dan *ion fosfat* dapat digunakan untuk pertumbuhan ganggang. Energi matahari melengkapi energi untuk pertumbuhan ganggang.

Bila penurunan BOD merupakan tujuan utama dari suatu kolam *oksidasi* maka kolam harus dirancang untuk penghilangan *karbon* dengan *fermentasi metana* atau *konversi* bahan berkarbon menjadi ganggang dengan penghilangan sel ganggang dari *effluent*.

Bakteri bertanggung jawab untuk proses-proses *oksidasi* dari *reduksi* yang berlangsung dalam kolam. Ganggang memegang peranan dalam menggunakan kelebihan *karbon dioksida* dan menghasilkan *oksigen*. Penampilan kolam *oksidasi* yang memuaskan tergantung pada kesetimbangan antara bakteri dan ganggang. Aktifitas bakteri yang melebihi aktifitas ganggang, seperti yang disebabkan oleh muatan limbah yang tinggi atau hambatan oleh *metabolisme* ganggang, akan menyebabkan pemecahan *oksigen*, bau yang mengganggu, dan mutu *effluent* yang buruk. Aktifitas ganggang dan kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhan ganggang, atau menyebabkan kelebihan sel-sel ganggang dalam *effluent*.

Konsep bahwa limbah *organic* distabilkan atau dioksidasikan dalam kolam oksidasi hanya berlaku dalam arti limbah *organic* diubah menjadi bentuk *organic* yang lebih stabil yaitu sel-sel ganggang. Kolam *oksidasi* adalah *generator* bahan *organic* karena sel-sel ganggang diproduksi. Pencampuran, suhu dan *radiasi* merupakan faktor-faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan dan konsentrasi ganggang dalam *oksidasi* .(Ibnu Singih, 2002)

BAB IV
KRITERIA PERENCANAAN

4.1 Umum

Dalam perencanaan suatu sistem penyaluran dan unit pengolahan air limbah, diperlukan adanya beberapa kriteria-kriteria desain yang digunakan sebagai dasar dan acuan perencanaan, tujuannya adalah untuk mendapatkan suatu hasil perencanaan yang tepat sesuai dengan kondisi daerah perencanaan. Sehingga hasil yang diperoleh dapat optimal dan mampu mengurangi gangguan atau kesulitan-kesulitan yang mungkin terjadi dalam pembangunan konstruksi, perawatan, operasional dan pembiayaan

4.2. Kebutuhan Air bersih

4.2.1 Kebutuhan air bersih rata-rata per orang

Untuk mendapatkan jumlah kebutuhan pemakaian air rata-rata orang/hari diperlukan adanya pengambilan sampel melalui kuisioner. Sampel ini berfungsi sebagai acuan untuk mendapatkan nilai kebutuhan pemakaian air. Dalam hal ini pengambilan sampel menggunakan Metode Yamane, yaitu :

$$n = \frac{N}{1 + N(moe)^2} \dots\dots\dots(4.1)$$

Dimana :

n = Jumlah sampel.

N = Jumlah populasi

moe = *margin of error* (tingkat kesalahan yang dapat ditoleransi)

4.2.2. Kebutuhan Air bersih tiap blok pelayanan.

Untuk menghitung kebutuhan air bersih tiap blok pelayanan, maka terlebih dahulu dilakukan pembagian blok pelayanan. Rumus yang digunakan untuk menghitung kebutuhan air bersih tiap blok pelayanan adalah.

$$Q_{ab} = \sum P_n \times Q_r \text{ perorang} \dots\dots\dots(4.2)$$

Dimana : Q_{ab} = Kebutuhan air bersih

$\sum P_n$ = Jumlah penduduk

Q_r perorang = Kebutuhan air bersih rata-rata tiap orang

4.3. Kuantitas Air Buangan

Tabel 4.1 Karakteristik air limbah domestik

Parameter	Satuan	Konsentrasi		
		<i>Weak</i>	<i>Medium</i>	<i>Strong</i>
Total Solid (TS)	Mg/l	350	720	1200
Total Dissolved Solid (TDS)	Mg/l	250	500	850
Total Suspended Solid (TSS)	Mg/l	100	220	350
BOD ₅	Mg/l	110	220	400
TOC	Mg/l	80	160	290
COD	Mg/l	250	500	1000
Total Nitrogen	Mg/l	20	40	85
Total Phosphat	Mg/l	4	8	15
Klorida	Mg/l	30	50	100
Sulfat	Mg/l	20	30	50
Alkalinitas	Mg/l	50	100	200
Lemak	Mg/l	50	100	150
Total Coliform	Mg/l	$10^5 - 10^7$	$10^7 - 10^8$	$10^8 - 10^9$

(Sumber : Veenstra, 1995)

4.3.2. Kuantitas air buangan domestik

Air buangan domestik berasal dari penggunaan air bersih untuk aktifitas sehari-hari seperti memasak, mandi, cuci, dll. Sehingga diasumsikan sekitar 70 s/d 18 % air bersih yang akan menjadi air buangan. Dalam perencanaan ini diambil 70 % air bersih yang akan menjadi air buangan, sehingga persamaan yang digunakan untuk menghitung kuantitas air buangan adalah : (Sumber : Metcalf & Eddy, *Wastewater Engineering*, 1981).

$$Q_d = 70 \% \times Q_{ab} \dots\dots\dots(4.3)$$

- Dimana :
- Qd = Debit air buangan domestik
 - Qab = Kebutuhan air bersih domestik
 - 70% = Asumsi air bersih yang akan menjadi air buangan

4.3.3. Kuantitas air buangan Non domestik

Air Buangan non domestik berasal dari selain aktifitas rumah tangga. Seperti komersial, industri, perkantoran, dan fasilitas umum. Perhitungan debit air buangan non domestik didasarkan pada jumlah fasilitas yang tersedia, dengan persamaan seperti dibawah ini : (Sumber : Metcalf & Eddy, *Wastewater Engineering*, 1981).

$$Q_{nd} = \sum \text{Fasilitas} \times \text{Pemakai} \times Q_{rf} \times 70 \% \dots\dots\dots(4.4)$$

- Dimana :
- Qd = Debit air buangan domestik
 - Qrf = Kebutuhan rata-rata air bersih fasilitas
 - 70% = Asumsi air bersih yang akan menjadi air buangan

Kebutuhan air bersih rata-rata tiap fasilitas diperoleh dari tabel 3.1

4.3.4. Fluktuasi debit air buangan

Persamaan-persamaan yang digunakan untuk menghitung fluktuasi debit air buangan adalah sebagai berikut (Sumber : Metcalf & Eddy, *Wastewater Engineering*, 1981).

- $Q_{inf} = 10 \% \times Q_d \dots\dots\dots(4.5)$

Dimana : Q_{inf} = Debit *infiltrasi*
 Q_d = Debit air buangan domestic

- $Q_r = Q_d + Q_n + Q_{inf} \dots\dots\dots(4.6)$

Dimana : Q_r = Debit air buangan rata-rata
 Q_n = Debit air buangan non domestik

- $Q_{min} = \frac{1}{5} \times \left(\frac{P}{1000} \right)^{0.2} \times Q_r \dots\dots\dots(4.7)$

Dimana : Q_{min} = Debit minimum air buangan
 P = Jumlah Penduduk

- $Q_{peak} = Q_r \times F_p \dots\dots\dots(4.8)$

Dimana : Q_{peak} = Debit puncak air buangan
 F_p = Faktor *peak*

4.4. Sistem Penyaluran Air Buangan

4.4.1 Alternatif Sistem Saluran Air Buangan

Secara teoritis penyaluran air buangan ada beberapa system yang dipakai, namun dalam perencanaan system penyaluran air buangan pada wilayah RW 03 Kelurahan Ngampilan ini menggunakan *Shallow Sewer System (Simplified Sewerage)*, dimana Sistem *shallow sewer* ini cocok digunakan untuk daerah pemukiman yang padat karena jaringan perpipaannya bisa dibuat lebih pendek sehingga dapat menghemat biaya konstruksi dan dapat mempercepat waktu pembangunan. Dan juga operasional sistem ini tergantung pada besarnya frekuensi air buangan dan tidak tergantung pada debit air yang digelontorkan. Sebagai contoh sistem ini sudah diterapkan pada negara yang juga mempunyai tingkat kepadatan yang tinggi yaitu : Brazil dan Pakistan.(sumber: *Alternative collection system US EPA,2004*).

Dibawah ini dapat dilihat keuntungan, kerugian serta kriteria dari *Shallow Sewer System*.

Komponen : *House Connection, Inspection Chamber, Block Sewer Line, Street Collector* dan pompa.

Keuntungan :

- Biaya lebih hemat (jaringan pipa lebih pendek, biaya penggalian lebih murah dan biaya material lebih hemat).
- Pemakaian air lebih hemat.

Kerugian :

- Waktu pengaliran lambat.
- Kemungkinan terjadinya penyumbatan sangat besar.

Kriteria desain :

- Kecepatan aliran minimum : 0.5 m/dt.
- Kedalaman aliran dalam pipa : 0.2 – 0.6 diameter pipa.
- Diameter pipa 100 mm (PVC) untuk \pm 1000 orang dengan debit sekitar 80 lt/org/hr.
- *Slope* (kemiringan) minimum : 1/167 m
- Kedalaman pipa : 0.2 -0.3 m.

Sedangkan system yang dipakai pada wilayah RW 03 ini merupakan system terpisah Dengan melihat beberapa pertimbangan pada wilayah perencanaan serta desain Instalasi DEWATS. Dimana air hujan dan air buangan dari rumah pemukiman dan dari fasilitas tidak disalurkan dalam saluran yang sama, selain kerugiannya adalah harus membuat 2 buah saluran dan juga memerlukan jalur pipa tertentu, keuntungannya unit-unit pengolahan limbah relatif kecil, karena tidak memperhitungkan debit air hujan dan dimensi saluran yang digunakan tidak terlalu besar.

4.4.2 Dimensi Saluran

Ada beberapa langkah yang dapat digunakan untuk menghitung dimensi saluran, yaitu :

- Tentukan jalur pipa

- Tentukan debit *peak* kumulatif dari jalur pipa air buangan, dihitung berdasarkan debit yang melalui pipa sebelumnya.
- Tentukan d/D (perbandingan tinggi renang dengan diameter pipa)
- Tentukan nilai $\left(\frac{Q_p}{Q_f}\right)$ berdasarkan grafik
- Tentukan Q_{full} :

$$Q_f = \frac{Q_p}{\left(\frac{Q_p}{Q_f}\right)} \dots\dots\dots(4.9)$$

- Tentukan nilai n berdasarkan pipa yang digunakan
- Tentukan nilai *slope*.
- Diameter diperoleh dengan persamaan manning :

$$D = \left[\frac{Q \cdot n}{(0.3117 \cdot S^{0.5})} \right]^{1.486} \dots\dots\dots(4.10)$$

4.4.3. Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran di dalam saluran air buangan dibagi dalam dua golongan besar yaitu:

1. Kecepatan minimum
2. Kecepatan maksimum

Pembatasan kedua kecepatan ini sangat penting artinya, baik di saat merencanakan maupun di saat saluran telah berfungsi menyalurkan air buangan, sehingga kesalahan yang dapat merugikan sistem selama pengalirannya dapat diperkecil. Dengan perkataan lain saluran pada kondisi kecepatan minimum masih dapat mengalirkan air buangan dan bahan-bahan yang terdapat di dalam saluran, sedangkan pada saat kondisi kecepatan maksimum aliran tidak merusak/menggerus bagian dalam saluran. (Sumber : KRT. Tjokrokusumo, 1999)

- **Kecepatan Minimum**

Kecepatan minimum tergantung pada kemampuan pengaliran untuk memberikan daya pembilas sendiri terhadap

endapan-endapan. Sesuai dengan kriteria desain untuk *shallow sewer* kecepatan minimum yang biasa digunakan dalam perencanaan penyaluran air buangan adalah 0,5 m/detik.

- **Kecepatan Maksimum**

Kecepatan maksimum didasarkan pada kemampuan saluran terhadap adanya gerusan-gerusan oleh aliran yang mengandung partikel kasar. Agar tidak menimbulkan gerusan, maka kecepatan maksimum yang diperbolehkan adalah 2,5 m/detik sampai dengan 3,0 m/detik.

Untuk kontrol kecepatan aliran pada masing-masing saluran, dilakukan langkah-langkah perhitungan sebagai berikut (sumber : *Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering*, 1981).

- Dengan Diameter pendekatan dihitung Q_{Full} Penduduk
- $Q_{Full} = 0,3117 \times D^{2,667} \times S^{0,5} \times (1/n)$ (4.11)
- Hitung Q_p/Q_{fp} (4.12)
- Dari Q_p/Q_{fp} , tentukan d/D dari Grafik
- Dari d/D , tentukan V_p/V_f pada kondisi diameter pendekatan
- Tentukan nilai V_{Full}
- $V_{Full} = Q_{fp} / (0,25 \times \pi \times D^2)$ (4.13)
- Tentukan kecepatan pada saat Q_{peak} dengan diameter pendekatan, melalui persamaan :
- $V_p = (V_{peak} / V_{full}) \times V_{full}$ (4.14)

4.4.4. Kedalaman aliran

Kedalaman air (tinggi renang) minimum dalam saluran adalah 5 cm pada saat Q minimum. Dan pada saat debit puncak (Q maksimum) adalah:

$$d/D = 0,6 \text{ (pada awal saluran)}$$

$$d/D = 0,8 - 0,9 \text{ (pada akhir saluran)}$$

dimana:

d = Kedalaman air dalam saluran

D = Diameter pipa

4.4.5. Penanaman pipa

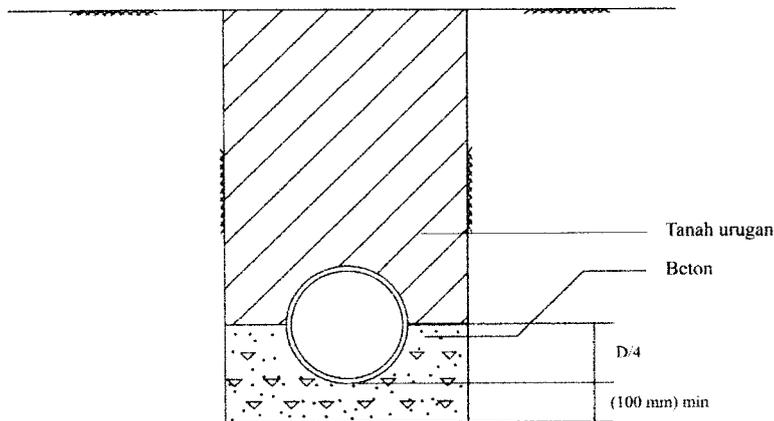
- **Kedalaman Penanaman pipa**

Kedalaman penanaman pipa air buangan tergantung dari fungsi pipa itu sendiri. Jenis pipa menurut fungsinya adalah pipa *persil*, pipa *service*, dan pipa *lateral*.

Kedalaman awal penanaman pipa:

- a) Pipa *persil* = 0,45 meter
- b) Pipa *service* = 0,60 meter
- c) Pipa *lateral* = (1,00 – 1,20) meter

Pada sistem *shallow sewer* untuk penanaman pipa, kedalaman pipa didalam tanah yang ditetapkan adalah antara 0.2 – 0.3 m. Kedalaman pipa tersebut berdasarkan pada diameter pipa yang digunakan biasanya relatif kecil.



Gambar 4.1. Penanaman Pipa Yang Digunakan

- **Perhitungan Slope muka Tanah**

Perhitungan Slope tanah ditentukan dengan persamaan berikut :

$$St = \frac{Ta - Tr}{Da - Dr} \dots\dots\dots(4.15)$$

- Dimana :
- St = Slope tanah
 - Ta = Tinggi muka tanah awal
 - Tr = Tinggi muka tanah akhir
 - Da-Dr = jarak antara titik awal dengan akhir

- **Perhitungan Penanaman Pipa**

Rumus perhitungan Pipa(4.16)

- Elevasi dasar saluran awal = Ta - Ked pipa awal - Dpipa
- Headlosse = Panjang Saluran x Slope pipa
- Elevasi dasar saluran akhir = Elevasi dasar sal awal – headlosse
- Kedalaman Saluran akhir = Tanah akhir – elevasi dasar saluran akhir.

4.5. Bangunan Pelengkap

Bangunan-bangunan pelengkap yang dipasang pada saluran air buangan domestik RW III Kelurahan Ngampilan antara lain: *Manhole*, *Drop manhole*, dan Bangunan penggelontor.

4.6. Bill Of Quantity

Bill Of Quantity akan memuat tentang kebutuhan material-material yang dibutuhkan dalam perencanaan sistem penyaluran air buangan wilayah perencanaan RW III Kel Ngampilan. Rumus-rumus yang akan digunakan antara lain:

- 1) Lebar galian untuk penanaman pipa → yang memungkinkan pekerja dapat masuk
- 2) Tinggi beton (m)
= $(0,2 + (D/4))$ (4.17)
- 3) Volume galian (m^3)
= $((\text{Kedalaman saluran awal} + \text{Kedalaman saluran akhir})/2 + \text{Tinggi beton}) * \text{Lebar galian} * \text{Panjang saluran}$ (4.18)
- 4) Volume pipa (m^3)
= $\frac{1}{4} * 3,14 * (\text{Diameter pipa})^2 * \text{Panjang pipa}$ (4.19)
- 5) Volume timbunan (m^3)
= Volume galian – Volume pipa(4.20)
- 6) Volume beton (m^3)
= Lebar galian * Tinggi beton * Panjang pipa(4.21)

7) Volume tanah urugan
 = Volume galian – Volume beton(4.22)

4.7. Instalasi Pengolahan Air Limbah

Dalam perencanaan Instalasi Air limbah pada wilayah Rw 03 Ngampilan, dipakai unit-unit instalasi dengan kriteria perencanaan sebagai berikut : (Sumber, Ibnu Singgih 2002, Ludwig Sasse 1998)

- **Reaktor Anaerobik Susun**

Fungsi bangunan ini tidak berbeda dengan *septic tank*, hanya penambahan ruang *chamber*nya membuat proses yang terjadi dalam bangunan ini berbagai ragam kombinasi proses *anaerobik* hingga hasilnya lebih baik. Proses-proses tersebut adalah :

- *Sedimentasi* padatan
- Pencernaan *Anaerobik* larutan padatan melalui kontak dengan lumpur
- Pencernaan *Anaerobik (fermentasi)* lumpur/*sludge* bagian bawah.
- *Sedimentasi* bahan mineral (*Stabilisasi*)

Kriteria Desain ;

- Kebutuhan lahan : $1 \text{ m}^2/\text{m}^3$ limbah harian.
- Minimal terdapat 4 ruang *chamber*
- Kecepatan aliran keatas (*Uplift UpStream*) : 2 m/jam
- Panjang Bangunan (L) : 0,5 – 0,6 m dari Tinggi bangunan (h)
- HRT (*Hydraulic Retention Time*) : 8 jam.

BAB V

PERENCANAAN SISTEM PENYALURAN AIR BUANGAN

5.1. Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Dalam menghitung jumlah kebutuhan air bersih, ada beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu : jumlah penduduk tiap blok pelayanan dan jumlah kebutuhan air bersih per orang tiap harinya. Dalam tugas perencanaan ini, wilayah perencanaan dibagi dalam 7 blok pelayanan berdasarkan atas 7 RT yang ada, sedangkan untuk kebutuhan air bersih per orang tiap harinya diperoleh melalui hasil survey langsung dilapangan yakni dengan cara membagikan kuisisioner kepada warga masyarakat yang berada didalam wilayah perencanaan.

Untuk perhitungan jumlah sampel yang akan diberikan kuisisioner untuk mendapatkan kebutuhan air bersih, berdasarkan perhitungan dengan metode Yamane pada rumus (4.1) adalah sebagai berikut :

Diketahui : Jumlah KK = 178 KK

$$\text{Error (E)} = 14 \%$$

$$n = \frac{N}{1 + N(\text{moe})^2}$$

$$n = \frac{178}{1 + 178(14\%)^2}$$

$$n = 38,46$$

$$= 38 \text{ sampel}$$

5.1.1. Analisa Pemakaian Air Bersih

Perhitungan jumlah kebutuhan air bersih berdasarkan pada jumlah pemakaian air bersih tiap harinya dan banyaknya jumlah pemakai (anggota

keluarga). Untuk jumlah pemakaian air bersih tiap harinya dibagi atas beberapa penggunaan, yaitu : mandi, kakus, mencuci, memasak dan aktifitas-aktifitas lainnya (wudhu, menyiram bunga, cuci piring, dsb). Dari hasil pengolahan data dari kuisisioner yang telah disebarakan kepada 38 sampel (*sesuai perhitungan jumlah sampel*), maka didapat jumlah pemakaian air bersih untuk tiap harinya sebagai berikut :

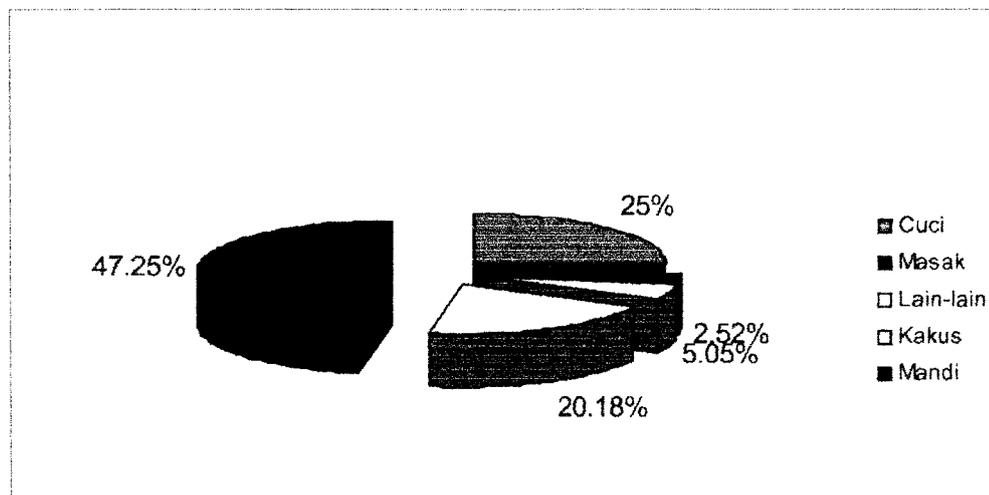
Tabel 5.1 Hasil perhitungan Kebutuhan Air Bersih perorang

Asal RT	Nama KK	Jumlah anggota keluarga (orang)	Sumber Air Bersih	Pemakaian Air Bersih tiap hari						Jumlah Rata-rata Rekening (PDAM)	Jmln kbttn air bersih(L/hr)	
				Mandi (Liter)	Kakus (Liter)	Mencuci (Liter)	Memasak (Liter)	Lain-lain (Liter)	Tiap KK (L/hr)		Tiap orang (L/hr)	
13	Partijan	7	PDAM						20.9	696.64	99.52	
	Baktiar	6	PDAM						13.7	456.66	76.11	
	Wawan	6	Sumur Pribadi	270	50	70	10	10		387	64.5	
	Sunaryanto	5	PDAM						17	566.65	113.33	
	Hartono	5	Sumur Pribadi	202.5	60	80	15	10		344.65	68.93	
	Agustinus	7	PDAM						15.8	533.33	76.19	
	Suitkno	6	Sumur Pribadi	320	30	25	15	20		549.42	91.57	
14	Hendro	4	Sumur Umum	270	40	60	15	20		324	81	
	Darwin	5	PDAM						14	466.65	93.33	
	Marjoko	5	PDAM						13.8	460	92	
	Sukarjo	6	Sumur Umum	187.5	60	75	20	10		396	66	
	Edy Santoso	4	Sumur Umum	279	50	75	15	10		429	107.25	
15	Tejo	6	PDAM						14.5	483.32	80.55	
	Purnomo	5	Sumur Pribadi	250	50	70	10	10		350	70	
	Agung Subekti	4	PDAM						13.7	456.68	114.17	

Asal RT	Nama KK	Jumlah anggota keluarga (orang)	Sumber Air Bersih	Pemakaian Air Bersih tiap hari						Jumlah Rata-rata Rekening (PDAM)	Jmlh kbthn air bersih(L/hr)	
				Mandi (Liter)	Kakus (Liter)	Mencuci (Liter)	Memasak (Liter)	Lain-lain (Liter)	Tiap KK (L/hr)		Tiap orang (L/hr)	
18	Jumali	6	PDAM						21	696	116	
	Pulung S	4	PDAM						10	333.32	83.33	
	Rudiman	5	PDAM						15	500	100	
19	Teguh	4	PDAM						14.5	483.32	120.83	
	Tugiman	5	Sumur Pribadi	202.5	40	60	15	10		447.5	89.5	
										Rata²	84.89=85	

Dari hasil pengolahan data diatas diperoleh kebutuhan air rata-rata per orang adalah 84.89 L/org/hari =85 L/org/hari .

Persentase pemakaian air bersih dalam satu hari berdasarkan aktifitas penggunaan (mandi, kakus, cuci, masak dan aktifitas lainnya) adalah : mandi 47.25 %, kakus 20.18 %, cuci 25 %, masak 2.52 % dan aktifitas lainnya 5.047 %.

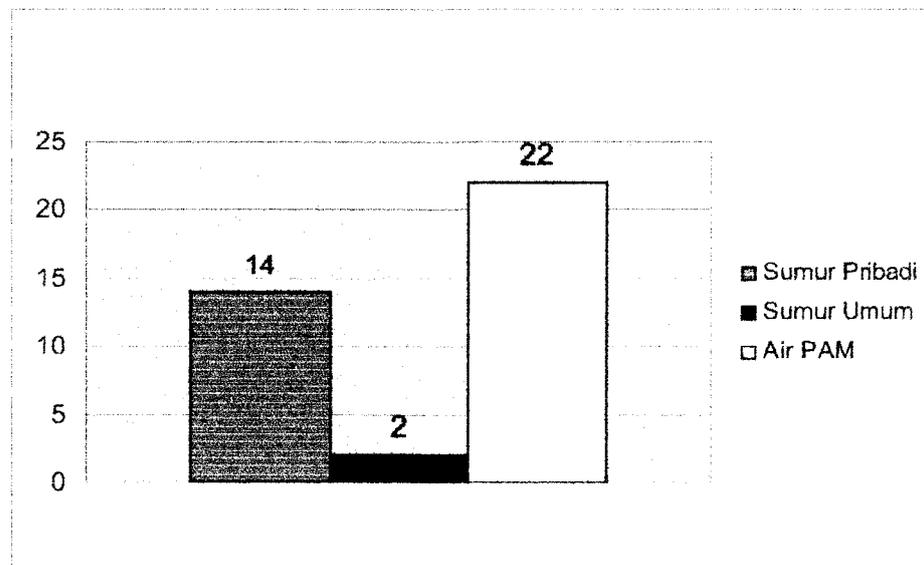


Gambar 5.1 Grafik persentase Pemakaian air bersih (hasil pengolahan data.2005)

Perhitungan jumlah kebutuhan air bersih menurut sumber air bersih dibagi dalam tiga bagian :

1. Sumur pribadi (menggunakan pompa air).
2. Sumur umum (menggunakan pompa air).
3. Air PAM.

Untuk jumlah pengguna air bersih menurut sumber air bersih adalah sumur pribadi sebanyak 14 sampel, sumur umum sebanyak 2 sampel dan sisanya air PAM sebanyak 22 sampel.

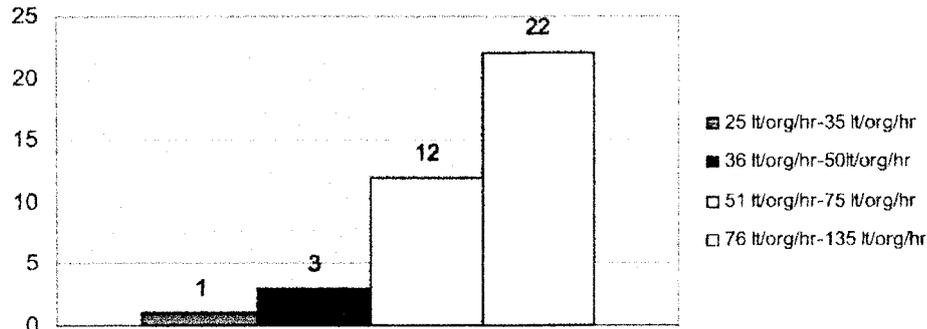


Gambar 5.2 Grafik Pengguna air bersih. (Hasil pengolahan data, 2005)

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa pada umumnya warga masyarakat memiliki sumur sendiri dan menggantungkan kebutuhan air bersih tiap hari dari sumur tersebut.

Untuk menganalisa data kebutuhan air bersih, maka jumlah kebutuhan air bersih dapat dikelompokkan atas beberapa kategori :

- Sangat sedikit (25 lt/org/hr – 35 lt/org/hr) = 1 sampel
- Sedikit (36 lt/org/hr – 50 lt/org/hr) = 3 sampel
- Cukup (51 lt/org/hr – 75 lt/org/hr) = 12 sampel
- Cukup banyak (76 lt/org/hr – 135 lt/org/hr) = 22 sampel



Gambar 5.3 Grafik kategori pemakaian air bersih. (Hasil pengolahan data, 2005)

Dengan melihat hasil pengolahan data diatas dapat dilihat bahwa rata-rata pemakaian air tiap orang terbesar adalah berkisar antara 76 – 135 L/org/hari

Dilihat dari hasil pengolahan data jumlah kebutuhan air bersih tiap sampel sangat bervariasi. Hal ini terjadi karena beberapa faktor, antara lain :

1. Tingkat ekonomi masyarakat (mata pencaharian masyarakat).

Dari hasil perhitungan kebutuhan air bersih terlihat bahwa pada umumnya warga masyarakat yang mata pencahariannya sebagai buruh dan pedagang kaki lima menggunakan air lebih sedikit daripada warga masyarakat yang pekerjaannya sebagai pegawai negeri sipil atau karyawan swasta.

2. Asal sumber air bersih (seperti : Sumur pribadi, sumur umum dan PDAM). Disini terlihat bahwa warga masyarakat yang biasa menggunakan air bersih berasal dari PDAM cenderung menghabiskan air lebih banyak (dalam liter/org/hari) ketimbang warga yang

menggunakan air sumur. Hal ini terjadi karena masyarakat yang menggunakan air sumur (biasanya menggunakan pompa air) berpikir bahwa dengan seringnya mereka menyalakan pompa air tentu akan menambah jumlah rekening listrik mereka tiap bulannya. Masalah ini tentu akan memberatkan mereka yang mana rata-rata mata pencaharian mereka hanya sebagai buruh dan pedagang kaki lima.

5.1.2 Pembagian Blok Pelayanan

Untuk menghitung jumlah kebutuhan air bersih serta menghitung kuantitas air buangan domestik dan non domestik perlu dilakukan pembagian terhadap wilayah perencanaan menjadi beberapa blok pelayanan. Hal ini dilakukan untuk mempermudah dalam menghitung sistem penyaluran air buangan.

Pembagian blok pelayanan berdasarkan kepada letak tiap-tiap RT. Hal ini dilakukan agar nantinya saat menghitung debit air buangan tiap blok disesuaikan dengan jumlah penduduk tiap RT.

Adapun pembagian blok pelayanan wilayah perencanaan RW 03 Kelurahan Ngampilan yang dibagi atas 7 blok pelayanan adalah sebagai berikut :

Tabel 5.1 Pembagian blok pelayanan RW 03 Kelurahan Ngampilan

No	Blok Pelayanan	Luas daerah (ha)	Jumlah Penduduk (Jiwa)
1	I	0.2	153
2	II	0.52	225
3	III	0.43	139
4	IV	0.55	112
5	V	1.2	124
6	VI	0.7	106
7	VII	0.9	182
Jumlah		4.5	1042

5.1.3 Perhitungan Proyeksi Penduduk

Berdasarkan hasil perhitungan dalam proyeksi kecamatan Ngampilan pada tahun 2016, digunakan rumus Geometri :

Proyeksi Penduduk kecamatan Ngampilan menggunakan metode Geometri

$$P_t = P_o(1+r)^n$$

Dimana : P_t = Jumlah pddk tahun rencana (jiwa)

P_o = Jumlah pddk tahun awal (jiwa)

r = Rata-rata persentase pertumbuhan pddk

n = tahun proyeksi

Cth perhitungan : Proyeksi pddk blok 1 tahun 2002

Dik : P_o = 904 jiwa

r = 1,02 %

n = 14 tahun

Dit : Pt =?

Jwb :

$$\begin{aligned} P_{2016} &= P_{2002}(1+r)^n \\ &= 904(1+1,02)^{14} \\ &= 904(1,15266) \\ &= 1042 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

Tabel. Data penduduk Kecamatan Ngampilan

Blok	Jumlah pddk tahun 2002	Jumlah pddk tahun 2016
I	133	153
II	195	225
III	121	139
IV	97	112
V	108	124
VI	92	106
VII	158	182

5.1.4. Perhitungan Kebutuhan Air bersih Tiap Blok Pelayanan

Contoh perhitungan kebutuhan air bersih untuk Blok I

Diketahui : Q air bersih rata-rata = 85 Lt/org/hari

$$\begin{aligned} Q \text{ air bersih} &= \text{Jml pddk} * Q \text{ air bersih rata-rata} \\ &= 153 \text{ orang} * 85 \text{ Lt/org/hari} \\ &= 13005 \text{ Lt/har} \\ &= 0.00015052 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Asal RT	Nama KK	Jumlah anggota keluarga (orang)	Sumber Air Bersih	Pemakaian Air Bersih tiap hari						Jumlah Rata-rata Rekening (PDAM)	Jmlh kbthn air bersih(L/hr)	
				Mandi (Liter)	Kakus (Liter)	Mencuci (Liter)	Memasak (Liter)	Lain-lain (Liter)	Tiap KK (L/hr)		Tiap orang (L/hr)	
	Sigit	5	PDAM						16	533.35	106.67	
	Soekirno	4	PDAM						13	433.32	108.33	
	Ridwan	5	PDAM						14	466.65	93.33	
16	Budi S	7	Sumur Pribadi	202.5	40	75	10	10	17.3	412.51	58.93	
	Sugiman	7	PDAM							576.66	82.38	
	Wardoyo	3	Sumur Pribadi	187.5	40	70	10	10		166.5	55.5	
	Warsito	5	PDAM						13.5	450	90	
	Ariyanto	6	PDAM						14	466.68	77.78	
	Purwanto	5	PDAM						14.5	483.35	96.67	
	Iskandar	6	Sumur Pribadi	187.5	40	50	10	10		354.42	59.07	
17	Saryanto	5	Sumur Pribadi	202.5	35	45	15	20		291.8	58.36	
	Bambang	4	PDAM						12	400	100	
	Dasiman	5	Sumur Pribadi	240	60	75	15	20		388.5	77.71	
	Laksono	6	PDAM						14.2	473.39	78.89	
	Firman	5	Sumur Pribadi	240	60	80	15	20		392.15	78.43	
	Sarjono	7	PDAM						14.5	483.35	69.05	
	Wahyudi	4	Sumur Umum	202.5	45	30	15	20		236.32	59.08	
	Rahmat	6	PDAM						13.5	450	75	

Tabel 5.2 Hasil perhitungan kebutuhan air bersih tiap blok pelayanan

Blok	Jumlah Penduduk (jiwa)	Keb. air rata-rata (Lt/org/hr)	Q air bersih (m ³ /dt)
1	153	85	0.00015052
2	225	85	0.000221354
3	139	85	0.000136747
4	112	85	0.000110185
5	124	85	0.00012199
6	106	85	0.000104282
7	182	85	0.00017905

5.2.1. Perhitungan Air Buangan Domestik

Contoh perhitungan kuantitas air buangan domestik untuk blok 1

Diketahui : Q air bersih Blok 1 = 0.00015052 m³/dt

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}
 Q_d &= 70 \% * Q \text{ air bersih} \\
 &= 70 \% * 0.00015052 \text{ m}^3/\text{dt} \\
 &= 0.000105364 \text{ m}^3/\text{dt}
 \end{aligned}$$

Tabel 5.3 Debit air buangan domestik tiap blok.

Blok	Jumlah Penduduk (jiwa)	Q air bersih (m ³ /dt)	Qd (m ³ /dt)
1	153	0.00015052	0.000105364
2	225	0.000221354	0.000154947
3	139	0.000136747	0.000095723
4	112	0.000110185	0.000077129
5	124	0.00012199	0.000085393
6	106	0.000104282	0.000072997
7	182	0.00017905	0.000125335

5.2.2. Perhitungan Air Buangan Non Domestik

Air buangan non domestik berasal dari selain aktifitas rumah tangga. Seperti komersial, industri, perkantoran, dan fasilitas umum. Perhitungan debit air buangan non domestik didasarkan pada jumlah fasilitas yang tersedia, dengan persamaan seperti dibawah ini :

$$Q_{nd} = \Sigma \text{ Fasilitas} * \text{Jumlah pemakai} * Q \text{ air bersih rata-rata} * 70 \%$$

Contoh perhitungan debit air buangan fasilitas untuk blok I

Diketahui : Jumlah Industri Kecil = 2 Unit

Jumlah Pemakai = 10 orang

Keb. Air bersih = 50 Lt/org/hr

Penyelesaian :

$$Q_{nd} = 2 \text{ unit} * 10 \text{ orang} * 50 \text{ Lt/org/hr} * 70\%$$

$$Q_{nd} = 0.7 \text{ m}^3 / \text{hr}$$

$$Q_{nd} = 0.000008 \text{ m}^3 / \text{dt}$$

Tabel 5.4 Debit air buangan non domestik tiap blok.

Fasilitas	Jml Pemakai (Orang)	Keb Air (Lt/org/hr)	Asumsi Air buangan (%)	Blok I		Blok II		Blok III		Blok IV		Blok V		Blok VI		Blok VII	
				Jml	Qnd (m ³ /dt)	Jml	Qnd (m ³ /dt)	Jml	Qnd (m ³ /dt)	Jml	Qnd (m ³ /dt)	Jml	Qnd (m ³ /dt)	Jml	Qnd (m ³ /dt)	Jml	Qnd (m ³ /dt)
Pendidikan																	
SLTA	250	25	70	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5,06.10 ⁵	-	-	-	-
Kesehatan																	
Posyandu	25	10	70	1	2.026.10 ⁶	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ibadah																	
Musholla	300	30	70	-	-	1	7.292.10 ⁵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Industri																	
Ind. Kecil	10	50	70	2	8.10.10 ⁶	-	-	1	4,05.10 ⁶	-	-	-	-	-	-	1	4,05.10 ⁶
Institusional																	
Kantor	200	30	70	1	4.861.10 ⁵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Komersial																	
Pasar	300	3000	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toko	10	10	70	-	-	2	1.62.10 ⁶	-	-	-	-	-	-	2	1.62.10 ⁶	4	6,48.10 ⁵
Bengkel	10	30	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total jumlah fasilitas dan Q ab tiap blok				3	5,67.10 ⁵	3	7,452.10 ⁵	1	4,05.10 ⁶	-	-	2	5,46.10 ⁶	2	1,62.10 ⁶	5	6,88.10 ⁵

5.2.3. Perhitungan Fluktuasi Debit Air Buangan

Contoh perhitungan fluktuasi debit air buangan untuk Blok I

Diketahui : Jumlah Penduduk = 153 jiwa
Q domestik = 0.000105364 m³/dt
Q non domestik = 0.0000567 m³/dt

Penyelesaian :

- $Q_{inf} = 10\% * Q_d$
 $= 10\% * 0.000105364 \text{ m}^3/\text{dt}$
 $= 0.0000105364 \text{ m}^3/\text{detik}$
- $Q_r = Q_d + Q_{nd} + Q_{inf}$
 $= 0.000105364 \text{ m}^3/\text{dt} + 0.0000567 \text{ m}^3/\text{dt} + 0.0000105364 \text{ m}^3/\text{dt}$
 $= 0.0001726 \text{ m}^3/\text{dt}$
- $Q_{min} = \frac{1}{5} * \left(\frac{p}{1000} \right)^{0.2} * Q_r$
 $= \frac{1}{5} * \left(\frac{153}{1000} \right)^{0.2} * 0.0001726 \text{ m}^3/\text{dt}$
 $= 0.000074805 \text{ m}^3/\text{dt}$
- $Q_{peak} = Q_r * F_p$ (Berdasarkan rumus Babbitt, < 20.000 faktor *peak* = 3)
 $= 0.0001726 \text{ m}^3/\text{detik} * 3$
 $= 0.001580718 \text{ m}^3/\text{dt}$

Tabel 5.5 Fluktuasi debit air buangan tiap blok

Blok	Luas	JmlPddk (m ² /dtk)	Qd (m ³ /dtk)	Qnd (m ³ /dtk)	Qinf (m ³ /dtk)	Qr (m ³ /dtk)	Qmin (m ³ /dtk)	Fp	Qpeak (m ³ /dtk)
I	0,2	153	0.000105364	0.0000567	0.0000105364	0.0001726	0.000023714	3	0.0005178
II	0,52	225	0.000154947	0.00007452	0.0000154947	0.000244961	0.000036354	3	0.000734883
III	0,43	139	0.000095723	0.00000405	0.0000095723	0.000109345	0.000014737	3	0.000328035
IV	0,55	112	0.000077129	0	0.0000077129	0.000084841	0.000010951	3	0.000254523
V	1,2	124	0.000085393	0.00000546	0.0000085393	0.000099392	0.000013093	3	0.000298176
VI	0,7	106	0.000072997	0.00000162	0.0000072997	0.000081916	0.000010458	3	0.000245748
VII	0,9	182	0.000072997	0.00000688	0.0000072997	0.000149096	0.000021208	3	0.000447288
Jumlah		1041	0.000716888	0.000211	0.0000716888	0.000942151	0.000130515		0.002826453

5.3. Sistem Penyaluran Air Buangan

5.3.1. Sistem Jaringan Perpipaan

Untuk sistem penyaluran air buangan pada wilayah perencanaan RW 3 Kelurahan Ngampilam akan menggunakan sistem pengaliran air buangan *shallow sewer*. Alasan menggunakan sistem *shallow sewer* adalah karena sistem ini sangat cocok untuk digunakan pada daerah dengan kepadatan penduduk yang tinggi seperti pada wilayah perencanaan, mampu mengalirkan limbah baik berupa *solid* maupun *liquid*. Jaringan perpipaannya menggunakan pipa berdiameter kecil dengan penanaman yang tidak terlalu dalam.

Untuk operasional sistem ini adalah tergantung pada besarnya frekuensi air buangan yang melewati sistem dan tidak tergantung pada jumlah air yang digelontorkan dan pengalirannya memanfaatkan efek tekanan (dorongan) dan digelontorkan secara berkala (periodik). Keuntungan menggunakan sistem *shallow sewer* ini adalah dapat menghemat biaya karena jaringan perpipaannya relatif pendek.

Pembangunan jaringan perpipaan berdasarkan pada debit air buangan yang dihasilkan dari daerah pemukiman pada wilayah perencanaan. Hal tersebut dikarenakan jaringan pipa penyaluran air buangan tersebut harus benar-benar menjangkau daerah pemukiman yang padat agar perencanaan penyaluran air buangan tidak sia-sia dilakukan.

5.3.2. Pembebanan Air Buangan Pada Tiap Pipa

Pembebanan air buangan tiap pipa dibagi atas dua bagian yaitu pipa utama (*main pipe*) dan pipa lateral. Pipa utama berfungsi untuk menyalurkan air buangan dari pipa lateral menuju ke IPAL, sedangkan pipa lateral adalah pipa yang mengalirkan air buangan dari pemukiman masuk ke pipa utama.

Tabel 5.6 Pembebanan air buangan pada saluran pipa lateral

Jalur Pipa	Asal Air buangan	Qmin (m ³ /dt)	Qpeak (m ³ /dt)
1-A	Blok I	0.000023714	0.0005178
2-B	Blok II	0.000036354	0.000734883
3-C	Blok III	0.000014737	0.000328035
4-D	Blok IV	0.000010951	0.000254523
5-F	Blok V	0.000013093	0.000298176
6-G	Blok VI	0.000010458	0.000245748
7-H	Blok VII	0.000021208	0.000447288

Untuk menghitung pembebanan air buangan pada jaringan pipa utama, tergantung dari blok mana air buangan tersebut berasal. Contoh : pada jalur pipa utama A – B, air buangan berasal dari blok I dan Blok II.

Tabel 5.7 Pembebanan air buangan pada saluran pipa utama

Jalur Pipa	Asal Air Buangan	Qmin (m ³ /dt)	Qpeak (m ³ /dt)
A – B	Blok I+blok II+blok III	0.000074805	0.001580718
B – C	Blok II+blok III+BlokIV	0.000062042	0.001317441
C – D	blokIII+blokIV	0.000025688	0.000582558
D – E	BlokV	0.000013093	0.000298176
E – F	Blok V	0.000013093	0.000298176
F – G	Blok VI+blokVII	0.000031666	0.000693036
G – H	Blok VI+blokVII	0.000031666	0.000693036
H-I	Blok VII	0.000021208	0.000447288

Tabel 5.8 Elevasi tanah awal dan akhir saluran pipa lateral

Titik saluran	Elevasi tanah (m)
1	103.1
2	102.85
3	102.68
4	102.57
5	100
6	94.87
7	94.52

Tabel 5.9 Elevasi tanah awal dan akhir saluran pipa utama

Titik Saluran	Elevasi tanah (m)
A	102.9
B	102.731
C	102.6
D	102.48
E	100.3
F	99.2
G	94.5
H	94.2
I	94

5.3.3. Perhitungan Dimensi Saluran

Contoh perhitungan dimensi saluran pipa lateral

Jalur 1 – A :

- Q_{peak} jalur 1 – A = 0.0005178 m³/dt
- d/D (asumsi) = 0.6
- $\left(\frac{Q_p}{Q_f}\right)$ (grafik) = 0.68
- n (PVC) = 0.01
- Panjang saluran = 65
- $Slope$ pipa yang digunakan = 0,0125m/m
- $Q_{full} = \frac{Q_{peak}}{\left(\frac{Q_p}{Q_f}\right)} = \frac{0.0005178}{0.68} = 0.000761471 m^3 / dt$

Penyelesaian :

$$D = \left[\frac{Q * n}{(0.3117 * S^{0.5})} \right]^{1.667}$$

$$D = \left[\frac{0.000761471 * 0,01}{(0.3117 * 0,0125^{0.5})} \right]^{1.667}$$

$$D = 0.042411245 \text{ m}$$

Diameter pipa pendekatan yang diambil adalah 0,1 m

Tabel 5.10 Perhitungan diameter saluran pipa lateral

Saluran	Panjang Saluran (m)	Q_{min} (m ³ /dt)	Q_{peak} (m ³ /dt)	d/D	$\left(\frac{Q_p}{Q_f}\right)$	Q_{full} (m ³ /dt)	n	Slope pipa	Diameter (m)	Dp (m)
1-A	65	0.000023714	0.0005178	0,6	0,68	0.000761471	0,01	0.005	0.050359896	0.1
2-B	100	0.000036354	0.00073488	0,6	0,98	0.00108071	0,01	0.00119	0.075157879	0.1
3-C	63	0.000014737	0.00032804	0,6	0,68	0.000482404	0,01	0.005	0.042437915	0.1
4-D	100	0.000010951	0.00025452	0,6	0,68	0.000374299	0,01	0.0017	0.047235999	0.1
5-F	60	0.000013093	0.00029818	0,6	0,68	0.000438494	0,01	0.015	0.033324604	0.1
6-G	80	0.000010458	0.00024575	0,6	0,68	0.000361394	0,01	0.0053	0.037668625	0.1
7-H	35	0.000021208	0.00044729	0,6	0,68	0.000657776	0,01	0.015	0.03879709	0.1

Contoh perhitungan dimensi saluran pipa utama

Jalur A – B :

- Q_{peak} jalur A – B = 0.00158072 m³/dtk
- d/D (asumsi) = 0.6
- $\left(\frac{Q_p}{Q_f}\right)$ (grafik) = 0.68
- n (PVC) = 0.01
- Panjang saluran = 30 m
- $Slope$ pipa yang digunakan = 0.0056 m/m

$$- Q_{full} = \frac{Q_{peak}}{\left(\frac{Q_p}{Q_f}\right)} = \frac{0.00158072}{0.68} = 0.002324585 \text{ m}^3 / dt$$

Penyelesaian :

$$D = \left[\frac{Q * n}{(0.3117 * S^{0.5})} \right]^{1.486}$$
$$D = \left[\frac{0.002324585 * 0.01}{(0.3117 * 0.0056^{0.5})} \right]^{1.486}$$

$$D = 0.07491919 \text{ m}$$

Diameter pipa pendekatan yang diambil adalah 0,1 m

5.3.4. Kecepatan Aliran

Contoh perhitungan kecepatan aliran saluran pipa lateral

Jalur 1 – A :

- $Q_{peak} = 0.0005178 \text{ m}^3/\text{dt}$
- Diameter pendekatan (D_p) = 0.1m
- n (PVC) = 0.01
- Slope pipa = 0.0125

$$Q_{fp} = 0.3117 * D^{2.667} * S^{0.5} * \left(\frac{1}{n}\right)$$

$$Q_{fp} = 0.3117 * 0.1^{2.667} * 0.0125^{0.5} * \left(\frac{1}{0.01}\right)$$

$$Q_{fp} = 0.3117 * 0.002152 * 0.111803399 * 100$$

$$Q_{fp} = 0.00500150 \text{ m}^3 / \text{dt}$$

$$\left(\frac{Q_{peak}}{Q_{full}}\right) = \frac{Q_{peak}}{Q_{fp}}$$

$$\left(\frac{Q_{peak}}{Q_{fp}}\right) = \frac{0.0005178}{0.00500150}$$

$$\left(\frac{Q_{peak}}{Q_{fp}}\right) = 0.103528875$$

d/D diperoleh dari grafik *Hydraulic elements* = 0.4

$\left(\frac{V_{peak}}{V_{full}}\right)$ diperoleh dari grafik *Hydraulic elements* = 0.7

$$V_{full} = \frac{Q_{fp}}{(0.25 * 3.14 * (D)^2)}$$

$$V_{full} = \frac{0.005001503}{(0.25 * 3.14 * (0.1)^2)}$$

$$V_{full} = 0.637134164 \text{ m} / \text{dt}$$

$$V_{peak} = \left(\frac{V_{peak}}{V_{full}}\right) * V_{full}$$

$$V_{peak} = 0.7 * 0.637134164 \text{ m} / \text{dt}$$

$$V_{peak} = 0.35042379 \text{ m} / \text{dt}$$

Maka kecepatan aliran dalam pipa pada saat Q_{peak} adalah 0.35042379 m/dt.

5.3.5 Penanaman pipa

Contoh perhitungan pada saluran pipa lateral

Untuk jalur 1 – A :

- Elevasi tanah awal = 103.1 m
- Elevasi tanah akhir = 102.9 m
- Panjang pipa = 65 m
- *Slope* pipa = 0.005
- Diameter pipa = 0,1 m
- Kedalaman saluran awal = 0.2 m

Elevasi saluran awal :

$$\begin{aligned} &= \text{Elevasi tanah awal} - \text{Kedalaman saluran awal} - \text{Diameter pipa} \\ &= 103.1 - 0.2 - 0,1 \text{ m} \\ &= 102.8999 \text{ m} \end{aligned}$$

Head loss :

$$\begin{aligned} &= \text{Panjang pipa} * \text{Slope pipa} \\ &= 65\text{m} * 0.005 \\ &= 0.325 \text{ m} \end{aligned}$$

Elevasi saluran akhir :

$$\begin{aligned} &= \text{Elevasi saluran awal} - \text{Head loss} \\ &= 102,8999 \text{ m} - 0.325\text{m} \\ &= 102,5749 \text{ m} \end{aligned}$$

Kedalaman saluran akhir :

$$\begin{aligned} &= \text{Elevasi tanah akhir} - \text{Elevasi saluran akhir} \\ &= 102,9 \text{ m} - 102,5749 \text{ m} \\ &= 0,3251 \text{ m} \end{aligned}$$

5.11 Perhitungan diameter saluran pipa utama

Saluran Saluran	Panjang Saluran (m)	Q _{min} (m ³ /dt)	Q _{peak} (m ³ /dt)	d/D	$\left(\frac{Q_p}{Q_f}\right)$	Q _{fill} (m ³ /dt)	n	Slope pipa	Diameter (m)	Dp (m)
A-B	30	0.000074805	0.00158072	0.6	0.68	0.002324585	0,01	0.0056	0.07491919	0.1
B-C	50	0.000062042	0.00131744	0.6	0.68	0.001937413	0,01	0.005	0.071474804	0.1
C-D	32	0.000025688	0.00058256	0.6	0.68	0.000856703	0,01	0.0037	0.055691572	0.1
D-E	110	0.000013093	0.00029818	0.6	0.68	0.000438494	0,01	0.0198	0.031634458	0.1
E-F	27	0.000013093	0.00029818	0.6	0.68	0.000438494	0,01	0.0407	0.027637197	0.1
F-G	50	0.000031666	0.00069304	0.6	0.68	0.001019171	0,01	0.094	0.032409954	0.1
G-H	20	0.000031666	0.00069304	0.6	0.68	0.001019176	0,01	0.015	0.045719744	0.1
H-I	62	0.000021208	0.00044727	0.6	0.68	0.000657744	0,01	0.0042	0.049253283	0.1

Tabel 5.12 Perhitungan kecepatan aliran saluran pipa lateral

Saluran	Q_{peak} (m^3/dt)	Dp (m)	n	Slope pipa	Q_{fp} (m^3/dt)	$\left(\frac{Q_{peak}}{Q_{fp}}\right)$	d/D	$\left(\frac{V_{peak}}{V_{full}}\right)$	V_{full} (m/dt)	V_{peak} (m/dt)
1-A	0.0005178	0.1	0.01	0.005	0.004744843	0.109129017	0.55	0.85	0.60443854	0.5138
2-B	0.000734883	0.1	0.01	0.00119	0.002314783	0.31747382	0.58	0.88	0.294876814	0.2595
3-C	0.000328035	0.1	0.01	0.005	0.004744843	0.069135066	0.56	0.87	0.60443854	0.5259
4-D	0.000254523	0.1	0.01	0.0017	0.002766695	0.091995328	0.52	0.8	0.352445205	0.282
5-F	0.000298176	0.1	0.01	0.015	0.008218308	0.036281919	0.52	0.8	1.046918261	0.8375
6-G	0.000245748	0.1	0.01	0.0053	0.004885114	0.050305475	0.58	0.88	0.622307565	0.5476
7-H	0.000447288	0.1	0.01	0.015	0.008218308	0.054425799	0.58	0.88	1.046918261	0.9213

Tabel 5.13 Perhitungan kecepatan aliran saluran pipa utama

Saluran	Panjang Saluran (m)	Q_{peak} (m ³ /dt)	Dp (m)	n	Slope pipa	Q_{fp} (m ³ /dt)	$\left(\frac{Q_{peak}}{Q_{fp}}\right)$	d/D	$\left(\frac{V_{peak}}{V_{full}}\right)$	V_{full} (m/dt)	V_{peak} (m/dt)
A-B	30	0.00158072	0.1	0.01	0.0056	0.005021469	0.314791925	0.43	0.74	0.639677624	0.0056
B-C	50	0.00131744	0.1	0.01	0.005	0.004744843	0.277657475	0.65	0.9	0.60443854	0.005
C-D	32	0.00058256	0.1	0.01	0.0037	0.004081668	0.142725478	0.55	0.85	0.519957692	0.0037
D-E	110	0.00029818	0.1	0.01	0.0198	0.009442117	0.031579357	0.55	0.85	1.202817507	0.0198
E-F	27	0.00029818	0.1	0.01	0.0407	0.013537361	0.022026154	0.61	0.89	1.724504572	0.0407
F-G	50	0.00069304	0.1	0.01	0.094	0.020573147	0.033686436	0.55	0.85	2.620783056	0.094
G-H	20	0.00069304	0.1	0.01	0.015	0.008218308	0.08432879	0.55	0.85	1.046918261	0.015
H-I	62	0.00044727	0.1	0.01	0.0042	0.00434872	0.102850034	0.55	0.85	0.553977072	0.0042

5.3.5 Penanaman pipa

Contoh perhitungan pada saluran pipa lateral

Untuk jalur 1 – A :

- Elevasi tanah awal = 103.1 m
- Elevasi tanah akhir = 102.9 m
- Panjang pipa = 65 m
- *Slope* pipa = 0.005
- Diameter pipa = 0,1 m
- Kedalaman saluran awal = 0.2 m

Elevasi saluran awal :

$$\begin{aligned} &= \text{Elevasi tanah awal} - \text{Kedalaman saluran awal} - \text{Diameter pipa} \\ &= 103.1 - 0.2 - 0,1 \text{ m} \\ &= 102.8999 \text{ m} \end{aligned}$$

Head loss :

$$\begin{aligned} &= \text{Panjang pipa} * \text{Slope pipa} \\ &= 65\text{m} * 0.005 \\ &= 0.325 \text{ m} \end{aligned}$$

Elevasi saluran akhir :

$$\begin{aligned} &= \text{Elevasi saluran awal} - \text{Head loss} \\ &= 102,8999 \text{ m} - 0.325\text{m} \\ &= 102,5749 \text{ m} \end{aligned}$$

Kedalaman saluran akhir :

$$\begin{aligned} &= \text{Elevasi tanah akhir} - \text{Elevasi saluran akhir} \\ &= 102,9 \text{ m} - 102,5749 \text{ m} \\ &= 0,3251 \text{ m} \end{aligned}$$

Tabel 5.14 Perhitungan penanaman saluran pipa lateral

Saluran	Panjang Saluran (m)	Dp (m)	Elevasi tanah awal (m)	Elevasi tanah akhir (m)	Slope pipa (m)	Kedalaman awal (m)	Elevasi saluran awal (m)	Head loss (m)	Elevasi saluran akhir (m)	Kedalaman akhir (m)
1-A	65	0.1	103.1	102.9	0.005	0.2	102.8999	0.325	102.5749	0.3251
2-B	100	0.1	102.85	102.731	0.00119	0.2	102.6499	0.119	102.5309	0.2001
3-C	63	0.1	102.68	102.6	0.005	0.2	102.4799	0.315	102.1649	0.4351
4-D	100	0.1	102.57	102.48	0.0017	0.2	102.3699	0.17	102.1999	0.2801
5-F	60	0.1	100	99.2	0.015	0.2	99.7999	0.9	98.8999	0.3001
6-G	80	0.1	94.87	94.5	0.0053	0.2	94.6699	0.424	94.2459	0.2541
7-H	35	0.1	94.52	94.2	0.015	0.2	94.3199	0.525	93.7949	0.4051

BAB VI

PERENCANAAN UNIT PENGOLAHAN AIR LIMBAH

6.1. Kualitas Air Limbah

Data kualitas air limbah untuk RW 03 Kelurahan Ngampilan ini tidak diketahui secara pasti karena memang belum ada yang meneliti tentang parameter air limbah di daerah RW 03 Kelurahan Ngampilan tersebut. Namun dengan melihat dari karakteristik dari wilayah perencanaan yang merupakan daeran pemukiman kumuh, maka menurut Veenstra daerah tersebut dapat digolongkan pada tipikal “*STRONG*” yaitu : Kandungan BOD₅ sebesar 400 mg/l dan Kandungan COD sebesar 1000 mg/l.

6.2. Analisa Kualitas Air Limbah

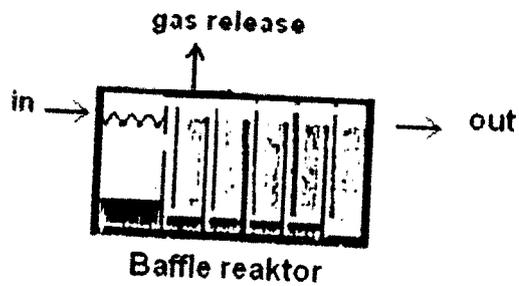
Tabel 6.1. Analisa kualitas air limbah

Parameter	Satuan	Kualitas	Baku mutu	Keterangan
BOD ₅	mg/l	400	100	Perlu diolah
COD	mg/l	1000	160	Perlu diolah

Sumber : Kep. Men. LH/No: 112/Tahun 2003

6.3. Pengolahan Air Limbah

Secara teoritis unit-unit instalasi pengolahan air limbah dengan sistem DEWATS ada beberapa bangunan pengolahan, namun dalam perencanaan instalasi pada wilayah RW 03 ini hanya digunakan beberapa bangunan saja, karena kualitas air limbah dapat diturunkan atau diremoval sesuai dengan baku mutu yang dipersyaratkan pemerintah. Proses yang ada pada unit-unit pengolahan ini adalah proses anaerobik. Dibawah ini dapat dilihat unit-unit pengolahan yang akan direncanakan pada wilayah RW 03 Kelurahan Ngampilan.



Gambar 6.1. unit pengolahan pada RW 03 Ngampilan (Sasse, 1998)

6.4. Perhitungan Instalasi Pengolahan Air Limbah

6.4.1 *Baffled Septic Tank*

Diketahui :

- $Q_r = 0.000942151 \text{ m}^3/\text{dt}$
- $= 81.4018 \text{ m}^3/\text{hari}$
- COD in = 1000 mg/l
- BOD₅ in = 400 mg/l
- Waktu pengaliran air limbah = 13 jam
- Temperatur terendah *digester* = 25°C
- Interval limbah = 12 bulan
- HRT dalam *settler* = 1,5 jam
- Lebar *settler* = 2,5 m
- Tinggi air di *settler* = 2,5 m
- Maksimal *upflow velocity* = (1,4-2,0 m/jam) = 2 m/jam
- Lebar batang arus kebawah (*baffle reactor*) = 0.25 m

Hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel :

Asal RT	Nama KK	Jumlah anggota keluarga (orang)	Sumber Air Bersih	Pemakaian Air Bersih tiap hari						Jumlah Rata-rata Rekening (PDAM)	Jmlh kbtm air bersih(L/hr)	
				Mandi (Liter)	Kakus (Liter)	Mencuci (Liter)	Memasak (Liter)	Lain-lain (Liter)	Tiap KK (L/hr)		Tiap orang (L/hr)	
	Sigit	5	PDAM						16	533.35	106.67	
	Soekirno	4	PDAM						13	433.32	108.33	
	Ridwan	5	PDAM						14	466.65	93.33	
16	Budi S	7	Sumur Pribadi	202.5	40	75	10	10	17.3	412.51	58.93	
	Sugiman	7	PDAM							576.66	82.38	
	Wardoyo	3	Sumur Pribadi	187.5	40	70	10	10		166.5	55.5	
	Warsito	5	PDAM						13.5	450	90	
	Ariyanto	6	PDAM						14	466.68	77.78	
	Purwanto	5	PDAM						14.5	483.35	96.67	
	Iskandar	6	Sumur Pribadi	187.5	40	50	10	10		354.42	59.07	
17	Saryanto	5	Sumur Pribadi	202.5	35	45	15	20		291.8	58.36	
	Bambang	4	PDAM						12	400	100	
	Dasiman	5	Sumur Pribadi	240	60	75	15	20		388.5	77.71	
	Laksono	6	PDAM						14.2	473.39	78.89	
	Firman	5	Sumur Pribadi	240	60	80	15	20		392.15	78.43	
	Sarjono	7	PDAM						14.5	483.35	69.05	
	Wahyudi	4	Sumur Umum	202.5	45	30	15	20		236.32	59.08	
	Rahmat	6	PDAM						13.5	450	75	

Tabel 5.2 Hasil perhitungan kebutuhan air bersih tiap blok pelayanan

Blok	Jumlah Penduduk (jiwa)	Keb. air rata-rata (Lt/org/hr)	Q air bersih (m ³ /dt)
1	153	85	0.00015052
2	225	85	0.000221354
3	139	85	0.000136747
4	112	85	0.000110185
5	124	85	0.00012199
6	106	85	0.000104282
7	182	85	0.00017905

5.2.1. Perhitungan Air Buangan Domestik

Contoh perhitungan kuantitas air buangan domestik untuk blok 1

Diketahui : Q air bersih Blok 1 = 0.00015052 m³/dt

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} Q_d &= 70 \% * Q \text{ air bersih} \\ &= 70 \% * 0.00015052 \text{ m}^3/\text{dt} \\ &= 0.000105364 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Tabel 5.3 Debit air buangan domestik tiap blok.

Blok	Jumlah Penduduk (jiwa)	Q air bersih (m ³ /dt)	Qd (m ³ /dt)
1	153	0.00015052	0.000105364
2	225	0.000221354	0.000154947
3	139	0.000136747	0.000095723
4	112	0.000110185	0.000077129
5	124	0.00012199	0.000085393
6	106	0.000104282	0.000072997
7	182	0.00017905	0.000125335

5.3.4. Kecepatan Aliran

Contoh perhitungan kecepatan aliran saluran pipa lateral

Jalur 1 – A :

- $Q_{peak} = 0.0005178 \text{ m}^3/\text{dt}$
- Diameter pendekatan (D_p) = 0.1m
- n (PVC) = 0.01
- Slope pipa = 0.0125

$$Q_{fp} = 0.3117 * D^{2.667} * S^{0.5} * \left(\frac{1}{n}\right)$$

$$Q_{fp} = 0.3117 * 0.1^{2.667} * 0.0125^{0.5} * \left(\frac{1}{0.01}\right)$$

$$Q_{fp} = 0.3117 * 0.002152 * 0.111803399 * 100$$

$$Q_{fp} = 0.00500150 \text{ m}^3 / \text{dt}$$

$$\left(\frac{Q_{peak}}{Q_{full}}\right) = \frac{Q_{peak}}{Q_{fp}}$$

$$\left(\frac{Q_{peak}}{Q_{fp}}\right) = \frac{0.0005178}{0.00500150}$$

$$\left(\frac{Q_{peak}}{Q_{fp}}\right) = 0.103528875$$

d/D diperoleh dari grafik *Hydraulic elements* = 0.4

$\left(\frac{V_{peak}}{V_{full}}\right)$ diperoleh dari grafik *Hydraulic elements* = 0.7

$$V_{full} = \frac{Q_{fp}}{(0.25 * 3.14 * (D)^2)}$$

$$V_{full} = \frac{0.005001503}{(0.25 * 3.14 * (0.1)^2)}$$

$$V_{full} = 0.637134164 \text{ m} / \text{dt}$$

$$V_{peak} = \left(\frac{V_{peak}}{V_{full}}\right) * V_{full}$$

$$V_{peak} = 0.7 * 0.637134164 \text{ m} / \text{dt}$$

$$V_{peak} = 0.35042379 \text{ m} / \text{dt}$$

Maka kecepatan aliran dalam pipa pada saat Q_{peak} adalah 0.35042379 m/dt.

5.3.5 Penanaman pipa

Contoh perhitungan pada saluran pipa lateral

Untuk jalur 1 – A :

- Elevasi tanah awal = 103.1 m
- Elevasi tanah akhir = 102.9 m
- Panjang pipa = 65 m
- *Slope* pipa = 0.005
- Diameter pipa = 0,1 m
- Kedalaman saluran awal = 0.2 m

Elevasi saluran awal :

$$\begin{aligned} &= \text{Elevasi tanah awal} - \text{Kedalaman saluran awal} - \text{Diameter pipa} \\ &= 103.1 - 0.2 - 0,1 \text{ m} \\ &= 102.8999 \text{ m} \end{aligned}$$

Head loss :

$$\begin{aligned} &= \text{Panjang pipa} * \text{Slope pipa} \\ &= 65\text{m} * 0.005 \\ &= 0.325 \text{ m} \end{aligned}$$

Elevasi saluran akhir :

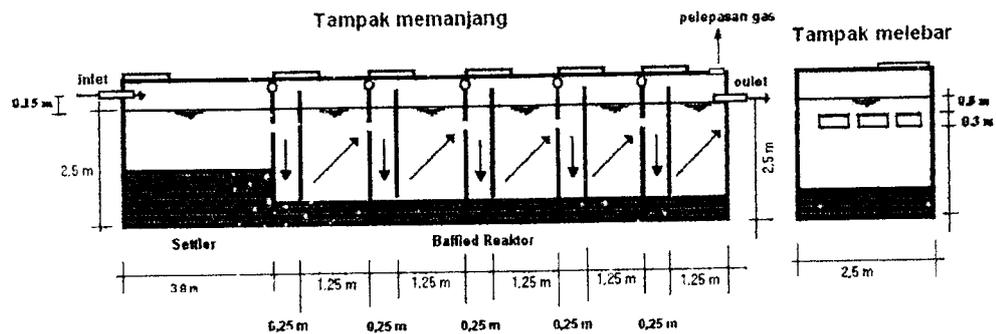
$$\begin{aligned} &= \text{Elevasi saluran awal} - \text{Head loss} \\ &= 102,8999 \text{ m} - 0.325\text{m} \\ &= 102,5749 \text{ m} \end{aligned}$$

Kedalaman saluran akhir :

$$\begin{aligned} &= \text{Elevasi tanah akhir} - \text{Elevasi saluran akhir} \\ &= 102,9 \text{ m} - 102,5749 \text{ m} \\ &= 0,3251 \text{ m} \end{aligned}$$

Tabel 5.15 Perhitungan penanaman pipa saluran pipa utama

Saluran	Panjang Saluran (m)	Dp (m)	Elevasi tanah awal (m)	Elevasi tanah akhir (m)	Slope pipa (m)	Kedalaman awal (m)	Elevasi saluran awal (m)	Head loss (m)	Elevasi saluran akhir (m)	Kedalaman akhir (m)
A - B	30	0,1	102,9	102,731	0,0056	0,3251	102,5749	0,168	102,4069	0,3241
B - C	50	0,1	102,731	102,6	0,005	0,3241	102,4069	0,25	102,1569	0,4431
C - D	32	0,1	102,6	102,48	0,0037	0,4431	102,1569	0,1184	102,0385	0,4415
D - E	110	0,1	102,48	100,3	0,0198	0,4415	102,0385	2,178	99,8605	0,4395
E - F	27	0,1	100,3	99,2	0,0407	0,4395	99,8605	1,0989	98,7616	0,4384
F - G	50	0,1	99,2	94,5	0,094	0,4384	98,7616	4,7	94,0616	0,4384
G - H	20	0,1	94,5	94,2	0,015	0,4384	94,0616	0,3	93,7616	0,4384
H - I	62	0,1	94,2	94	0,0042	0,4384	93,7616	0,2604	93,5012	0,4988



Gambar 6.4 Rencana Dimensi Baffled Septic Tank

Formula pengolahan data treatment input Baffled Septic Tank

$$C5 = A5/B5$$

$$F5 = D5/E5$$

$$K5 = G5/0.6IF(J5<1;J5*0.3;IF(J5<3;(J5-1)*0.1/2+0.3;IF(J5<30;(J5-3)*0.15/27+0.4;0.55)))$$

$$A11 = K5*A12$$

$$B11 = D5*(1-K5)$$

$$C11 = E5*(1-A11)$$

$$D11 = B11/C11$$

$$E11 = IF(J23<8;1;IF(J23<15;1(J23-8)*0.18/7;0.82-(J23-15)*0.9/5))$$

$$F11 = IF(B11<2000;B11*0.17/2000+0.87;IF(B11<3000;(B11-2000)*0.02/1000+1.04;1.06))$$

$$G11 = IF(H5<20;(H5-10)*0.39/20+0.4;IF(H5<25;(H5-20)*0.14/5+0.86;IF(H5<30;(H5-25)*0.08/5+1;1)))$$

$$H11 = IF(I23<5;I23*0.51/5;IF(I23<10;(I23-5)*0.31/5+0.51;IF(I23<20;(I23-10)*0.13/10+0.82;0.95)))$$

$$I11 = E11*F11*G11*H11$$

$$\begin{aligned}
J11 &= \text{IF}(J17 < 7; E11 * F11 * G11 * H11 * (J17 * 0.04 + 0.82); E11 * F11 \\
&\quad * G11 * H11 * 0.98) \\
K11 &= (1 - J11) * B11 \\
A12 &= \text{IF}(K5 < 0.5; 1.06; \text{IF}(K5 < 0.75; (K5 - 0.5) * 0.063 / 0.25 + 1.06; \text{IF}(K5 < 0.85; \\
&\quad 1.125 - (K5 - 0.75) * 0.1 / 0.1; 1.025))) \\
K12 &= \text{IF}(A17 < 0.5; 1.06; \text{IF}(A17 < 0.75; (A17 - 0.5) * 0.065 / 0.25 + 1.06; \\
&\quad \text{IF}(A17 < 0.85; 1.125 - (A17 - 0.75) * 0.1 / 0.1; 1.025))) \\
A17 &= 1 - K11 / D5 \\
B17 &= A17 * K12 \\
C17 &= (1 - B17) * E5 \\
F17 &= 0.005 * \text{IF}(I5 < 36; 1 - I5 * 0.014; \text{IF}(I5 < 120; 0.5 - (I5 - 36) * 0.002; 1/3) \\
G17 &= \text{IF}(A11 > 0; \text{IF}(F17 * (E5 - C11) / 1000 * 30 * I5 * A5 + J5 * C5 < 2 * J5 * C5; 2 * J5 \\
&\quad * C5; F17 * (E5 - C11) / 1000 * 30 * I5 * A5 + J5 * C5); 0) / D17 / E17 \\
A23 &= K17 * 0.5 \\
C23 &= C5 / I17 \\
D23 &= C23 / B23 \\
F23 &= C5 / B23 / E23 \\
H23 &= (G23 + B23) * J17 * K17 * E23 \\
I23 &= H23 / (A5 / 24) / 105\% \\
J23 &= B11 * C5 * 24 / H23 / 1000 \\
K23 &= (D5 - K11) * A5 * 0.35 / 1000 / 0.7 * 0.5
\end{aligned}$$

6.4.2. Hasil Perhitungan IPAL

Secara Keseluruhan Kapasitas dan Dimensi IPAL Sistem DEWATS untuk pemukiman RW 03, Kelurahan Ngampilan Yogyakarta adalah Sebagai Berikut :

1. Jumlah Pengguna (Warga RW 03 Ngampilan) adalah 178 KK dengan Total jumlah penduduk = 1042 pada tahun 2016
2. Debit Limbah Yang dihasilkan per hari = 81.1084 m³/hari
3. Kedalaman pipa yang masuk ke instalasi (pipa inlet) = 0,4988 m

4. Beban BOD dan COD yang masuk ke Instalasi adalah $BOD_5 = 400 \text{ mg/l}$ dan $COD = 1000 \text{ mg/l}$

5. Dimensi IPAL dan HRT (Waktu tinggal)

► *Baffled Septik Tank* (Reaktor Anaerobik Susun)

- Panjang Settler = 3,9 m
- Panjang Baffled Reaktor = 7,5 m
- Panjang keseluruhan = 11,4 m
- Lebar Settler = 2,5 m
- Lebar Baffled Reaktor = 2,5 m
- Tinggi air = 2,5 m
- Jumlah Chamber = 5 Chamber
- HRT Total = 13.162222 jam
- Luas Area yang di butuhkan = $11,4 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}$
= $28,5 \text{ m}^2$
- Peletakan Instalasi Pengolahan Air Limbah tepat dibawah Jalan yang lebarnya 2,5 m

► Output yang dihasilkan dari IPAL ini adalah

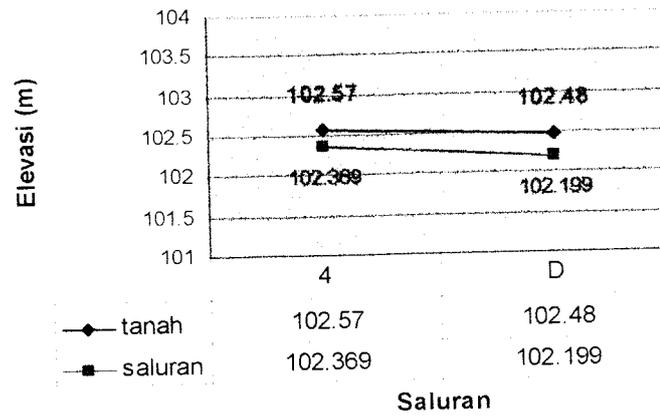
- $BOD_5 = 46.433604 \text{ mg/l}$
- $COD = 137.64293 \text{ mg/l}$

Removal Kualitas air Limbah

Tabel 6.3. Removal Kualitas air limbah

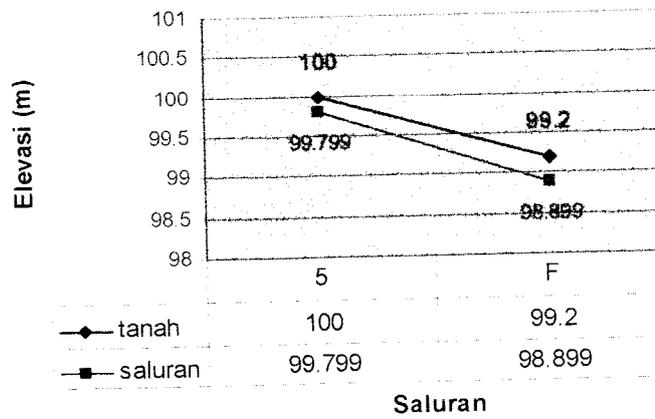
Parameter	<i>Settler</i>		<i>Baffled Reaktor</i>		
	<i>inflow</i>	% Rem	<i>inflow</i>	% Rem	<i>outflow</i>
BOD₅	400	24 %	303,54	88 %	46,433604
COD	1000	22 %	772,5	86 %	137,642930

PROFIL HIDROLIS SALURAN 4 - D



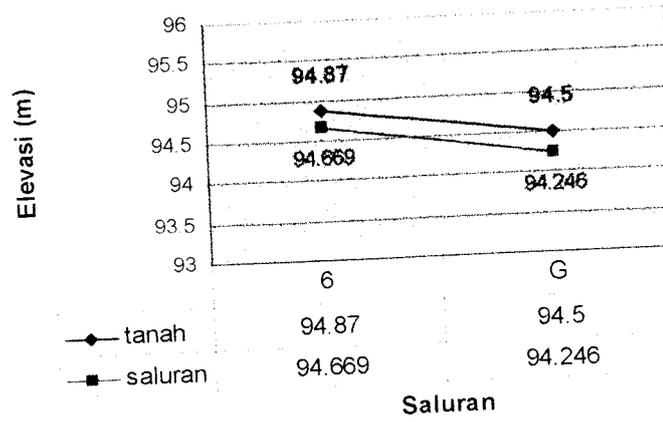
Gambar 7.4. Profil Hidrolis Saluran 4 - D

PROFIL HIDROLIS SALURAN 5 - F



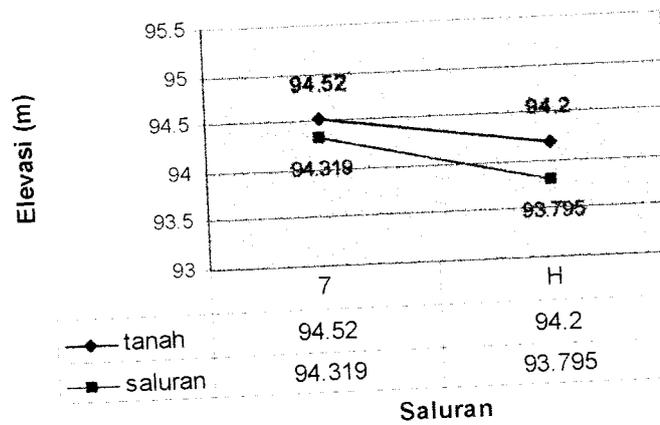
Gambar 7.5. Profil Hidrolis Saluran 5 - F

PROFIL HIDROLIS SALURAN 6 - G



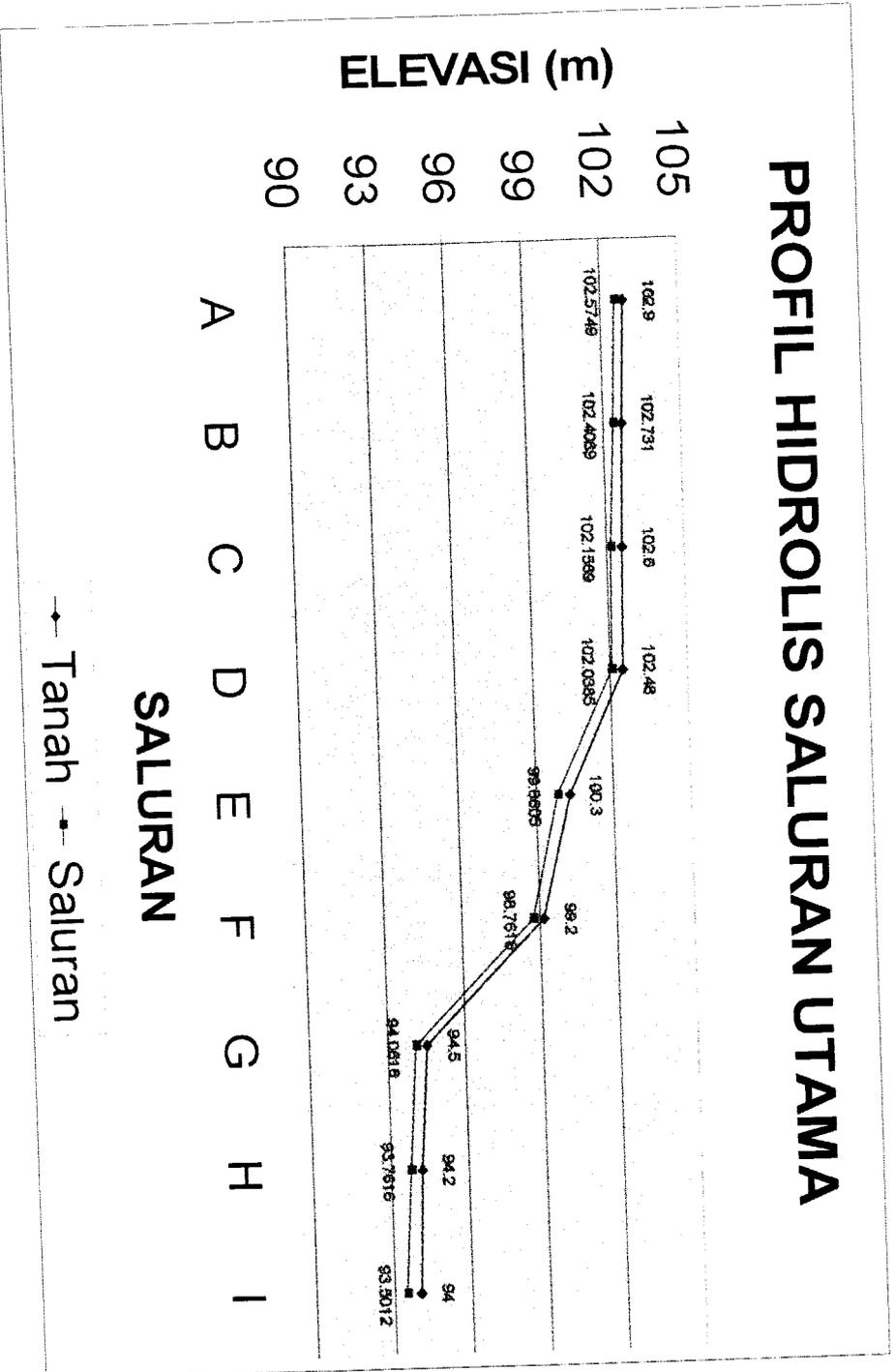
Gambar 7.6. Profil Hidrolis Saluran 6 – G

PROFIL HIDROLIS SALURAN 7 - H



Gambar 7.7. Profil Hidrolis Saluran 7 – H

Gambar 7.8. Profil Hidrolis Saluran utama



- Volume galian

$$= (((\text{Kedalaman awal} + \text{Kedalaman akhir})/2 + \text{Tinggi beton}) * \text{Lebar galian} * \text{Panjang saluran})$$

$$= ((0.2 + 0.3251)/2 + 0.225) * 0.6 * 65$$

$$= 19.01445 \text{ m}^3$$
- Volume pipa

$$= 0.25 * 3.14 * (\text{Diameter pipa})^2 * \text{Panjang saluran}$$

$$= 0.25 * 3.14 * (0.01)^2 * 65$$

$$= 0,51025 \text{ m}^3$$
- Volume timbunan

$$= \text{Volume galian} - \text{Volume pipa}$$

$$= 19.01445 - 0,51025$$

$$= 18.5042 \text{ m}^3$$
- Volume beton

$$= \text{Lebar galian} * \text{Tinggi beton} * \text{Panjang saluran}$$

$$= 0.6 * 0.225 * 65$$

$$= 8,775 \text{ m}^3$$
- Volume urugan

$$= \text{Volume galian} - \text{Volume beton}$$

$$= 19.01445 - 8,775$$

$$= 10.23945 \text{ m}^3$$

untuk saluran lainnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 8.4. Bill Of Quantity (BOQ) Volume galian dan Volume timbunan saluran utama

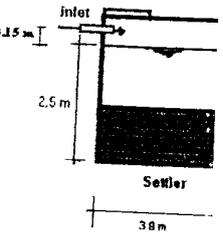
Jalur Pipa	Diameter Pipa (m)	Panjang Saluran (m)	Lebar Galian (m)	Kedalaman Awal (m)	Kedalaman Akhir (m)	Tinggi Beton (m)	Volume galian (m ³)	Volume Pipa (m ³)	Volume Timbunan (m ³)	Volume Beton (m ³)	Volume Urugan (m ³)
A-B	0.1	30	0.6	0.3251	0.3241	0.225	9.8928	0.2355	9.6573	4.05	5.8428
B-C	0.1	50	0.6	0.3241	0.4431	0.225	18.258	0.3925	17.8655	6.75	11.508
C-D	0.1	37	0.6	0.4431	0.4415	0.225	14.81406	0.29045	14.52361	4.995	9.81906
D-E	0.1	110	0.6	0.4415	0.4395	0.225	43.923	0.8635	43.0595	14.85	29.073
E-F	0.1	27	0.6	0.4395	0.4384	0.225	10.75599	0.21195	10.54404	3.645	7.11099
F-G	0.1	50	0.6	0.4384	0.4384	0.225	19.902	0.3925	19.5095	6.75	13.152
G-H	0.1	13	0.6	0.4384	0.4384	0.225	5.17452	0.10205	5.07247	1.755	3.41952
H-I	0.1	70	0.6	0.4384	0.4988	0.225	29.1312	0.5495	28.5817	9.45	19.6812

DAFTAR PUSTAKA

1. KRT, Tjokrokusumo, 1991, **“PENGANTAR ENJINIRING LINGKUNGAN”**, Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan YLH, Yogyakarta.
2. Metcalf and Eddy, 1981, **“WASTEWATER ENGINEERING COLLECTION AND PUMPING OF WASTEWATER”**, McGraw – Hill *International Book Company*, USA.
3. Metcalf and Eddy, 1991, **“ WASTEWATER ENGINEERING”**, McGraw – Hill *International Book Co*, Singapore.
4. McGhee, Terence, J , 1991, **“WATER SUPPLY AND SEWERAGE / MCGRAW HILL SERIES IN WATER RESOURCES AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING”**, 6th edition, McGraw – Hill *International Book Co*, Singapore.
5. Singgih Pranoto, Ibnu, 2002, **“PROSES BIOKIMIA DEWATS”**, LPTP – BORDA, Jogjakarta.
6. Sasse, Ludwig, 1998, **“DEWATS : DECENTRALISED WASTEWATER TREATMENT IN DEVELOPING COUNTRIES”**, BORDA, Germany.
7. Sugiharto, 1987, **“DASAR-DASAR PENGELOLAAN AIR LIMBAH”**, Universitas Indonesia, Jakarta.
8. Supramono dan Oktavian Haryanto, Jony, 2005, **“DESAIN PROPOSAL PENELITIAN STUDI PEMASARAN”**, Penerbit Andi, Jogjakarta.
9. Suriawiria, U, 1996, **“MIKROBIOLOGI AIR”**, Alumni, Bandung

Tabel 6.5. Data Treatment Input Dan Dimensi Baffled Septic Tank

TREATMENT DATA BAFFLED SEPTIC TANK AND SETTLER											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Debit air limbah harian	Waktu pengaliran air limbah	Aliran maks saat jam puncak	COD inflow Dari AF	BOD ₅ inflow Dari AF	COD/BOD ratio	Settleable SS (COD) ratio	Suhu dalam ruang	Interval lumpur	HRT dlm Settle (no settler)	COD removal rate dlm settler
2	M ³ /hari	Jam	m ³ /jam	mg/l	mg/l	Ratio	mg/l	°C	Bulan	Jam	%
3	Rata-rata	Diambil	Total	mg/l	mg/l	Ratio	mg/l	°C	Bulan	Jam	%
4	M ³ /hari	Jam	m ³ /jam	mg/l	mg/l	Ratio	mg/l	°C	Bulan	Jam	%
5	81.4018	13	6.2616769	1000	400	2.5	0.42	25	12	1.5 jam	0.2275
6											
7											
8	BOD ₅ removal rate dlm settler	COD inflow Dari settler	BOD ₅ inflow Dari settler	COD/BOD ₅ Ratio setelah settler	Faktor yang mempengaruhi removal (COD)			COD remi 25%	Theor rem rate calculate by factor	COD rem. Rate baffled only	COD out
9	Kalkulasi	Kalkulasi	Kalkulasi	Kalkulasi	Calculated according to graphs			COD 1500			
10	%	mg/l	mg/l	mg/l	F-coverload	F-kekuatan	F-suhu	F-HRT	%	%	mg/l
11	0.24115	772.5	303.54	2.544969	1	0.9356625	1	0.8611088	0.8057072	0.821821	137.64293



rumula pengolahan

- = A5/B5
- = D5/E5
- = G5/0.6IF(J5 /27+0.4;0.5
- = K5*A12
- = D5*(1-K5)
- = E5*(1-A11)
- = B11/C11
- = IF(J23<8;1;
- = IF(B11<200 /1000+1.04;
- = IF(H5<20;1
- = IF(H5<30;1
- = IF(I23<5;I2. (I23-10)*0.1
- = E11*F11*G

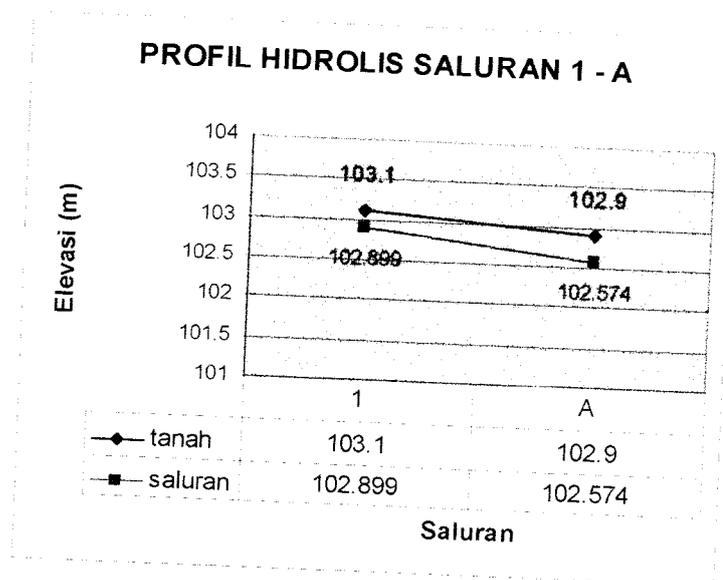
BAB VII PROFIL HIDROLIS

7.1. Profil Hidrolis Sistem Penyaluran Air Buangan

7.1.1 Profil Hidrolis Saluran Pipa Lateral

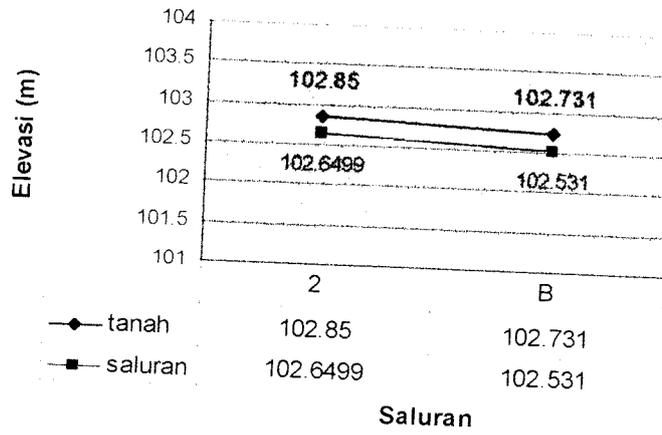
Untuk menghitung profil hidrolis diperlukan data dari elevasi tanah (elevasi tanah awal dan elevasi tanah akhir) serta data penanaman pipa (kedalaman awal dan kedalaman akhir pipa).

Adapaun profil hidrolis untuk saluran pipa lateral adalah sebagai berikut :



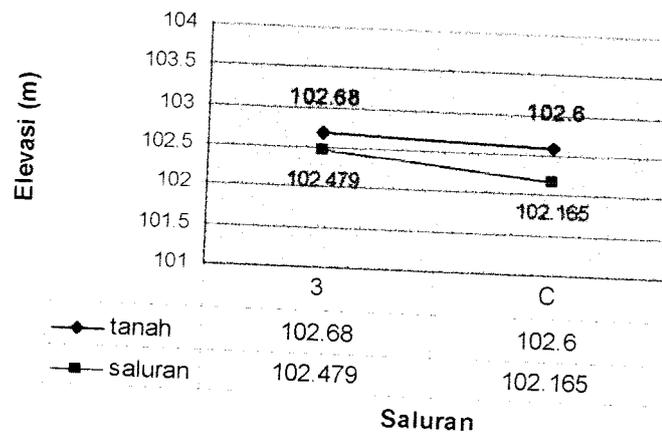
Gambar 7.1. Profil Hidrolis Saluran 1 – A

PROFIL HIDROLIS SALURAN 2 - B



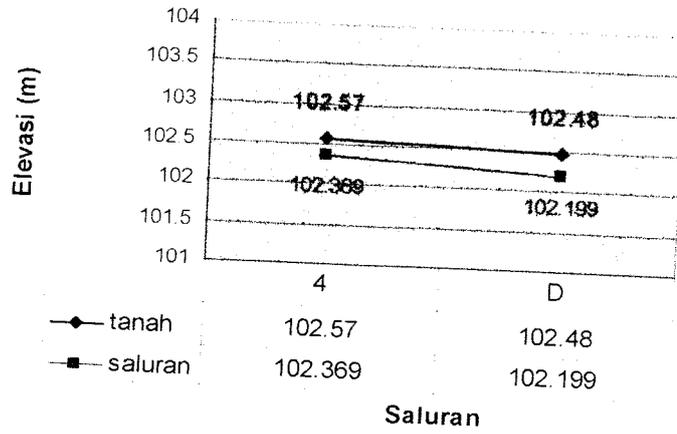
Gambar 7.2. Profil Hidrolis Saluran 2 - B

PROFIL HIDROLIS SALURAN 3 - C



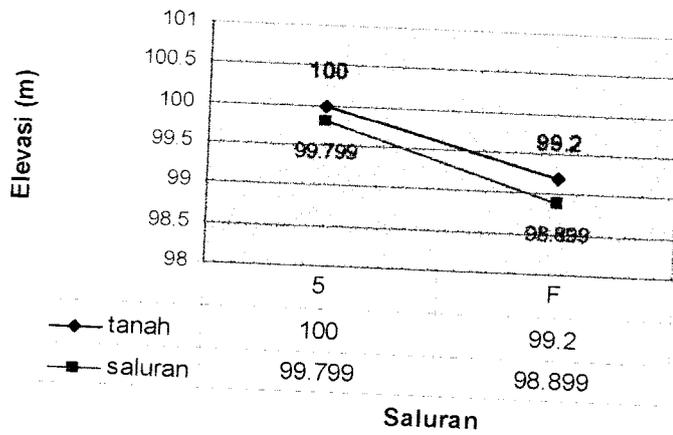
Gambar 7.3. Profil Hidrolis Saluran 3 - C

PROFIL HIDROLIS SALURAN 4 - D



Gambar 7.4. Profil Hidrolis Saluran 4 – D

PROFIL HIDROLIS SALURAN 5 - F



Gambar 7.5. Profil Hidrolis Saluran 5 – F

BAB VIII
BILL OF QUANTITY (BOQ)

8.1. Bill Of Quantity (BOQ) Pipa

Jumlah pipa PVC yang digunakan dalam perencanaan sistem penyaluran air buangan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 8.1. Jumlah pipa PVC yang dibutuhkan pada RW 03 Kel. Ngampilan

No	Diameter Pipa (mm)	Diameter Pipa (inch)	Panjang Pipa (m)	Panjang Satuan (m)	Jumlah Pipa (buah)
1	100	4	890	6	149

8.2. Bill Of Quantity (BOQ) Manhole

Tabel 8.2. Jumlah Manhole Yang dibutuhkan pada RW 03 Kelurahan Ngampilan

No	Jenis Manhole	Diameter Manhole (m)	Jumlah Manhole
1	Pertemuan	0,75	5

8.3 Bill Of Quantity (BOQ) Volume Galian Dan Volume Timbunan untuk saluran Air Buangan.

Contoh perhitungan

Untuk jalur 1 – A :

Diketahui : Lebar galian = 0.6 m

Kedalaman saluran awal = 0.2 m

Kedalaman saluran akhir = 0.3251 m

Diameter pipa = 0,1 m

Panjang saluran = 65 m

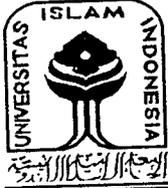
- Tinggi beton = $(0.2 + (\text{Diameter pipa}/4))$
= $(0.2 + (0.1/4))$
= 0.225 m

Tabel 8.4. Bill Of Quantity (BOQ) Volume galian dan Volume timbunan saluran utama

Jalur Pipa	Diameter Pipa (m)	Panjang Saluran (m)	Lebar Galian (m)	Kedalaman Awal (m)	Kedalaman Akhir (m)	Tinggi Beton (m)	Volume galian (m ³)	Volume Pipa (m ³)	Volume Timbunan (m ³)	Volume Beton (m ³)	Volume Urugan (m ³)
A-B	0.1	30	0.6	0.3251	0.3241	0.225	9.8928	0.2355	9.6573	4.05	5.8428
B-C	0.1	50	0.6	0.3241	0.4431	0.225	18.258	0.3925	17.8655	6.75	11.508
C-D	0.1	37	0.6	0.4431	0.4415	0.225	14.81406	0.29045	14.52361	4.995	9.81906
D-E	0.1	110	0.6	0.4415	0.4395	0.225	43.923	0.8635	43.0595	14.85	29.073
E-F	0.1	27	0.6	0.4395	0.4384	0.225	10.75599	0.21195	10.54404	3.645	7.11099
F-G	0.1	50	0.6	0.4384	0.4384	0.225	19.902	0.3925	19.5095	6.75	13.152
G-H	0.1	13	0.6	0.4384	0.4384	0.225	5.17452	0.10205	5.07247	1.755	3.41952
H-I	0.1	70	0.6	0.4384	0.4988	0.225	29.1312	0.5495	28.5817	9.45	19.6812

LAMPIRAN

LAMPIRAN I
KUISONER KEBUTUHAN AIR BERSIH



Kuisoner kebutuhan Air bersih penduduk di RW 03 Kelurahan Ngampilan

Nama Kepala Keluarga :

Pekerjaan :

Jumlah anggota Keluarga :

Asal RT :

Mohon di isi dengan benar dan Sejujur-jujurnya

Pertanyaan :

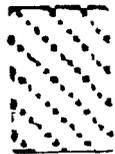
a. Kebutuhan air bersih

1. Dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari (mandi, masak, cuci,) dari mana keluarga bapak/ibu memperoleh air bersih.
 - a. sumur pribadi
 - b. sumur umum
 - c. PAM
 - d. sungai
 - e. lain-lain.....

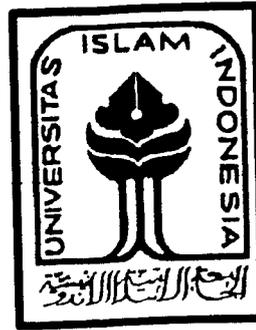
2. Berapa kapasitas bak mandi keluarga bapak/ibu ?
 - a. 125 liter
 - b. 135 liter
 - c. 160 liter
 - d. 186 liter
 - e. lain-lain.....

3. Dalam sehari, berapa bak air yang dihabiskan keluarga bapak/ibu untuk mandi?
- a. 1 bak
 - b. 1,5 bak
 - c. 2 bak
 - d. 2,5 bak
 - e. lain-lain.....
4. Dalam sehari, berapa ember air yang dihabiskan untuk buang air besar dan kecil ?
- a. 1 ember
 - b. 2 ember
 - c. 3 ember
 - d. 4 ember
 - e. lain-lain.....
5. Dalam seminggu, berapa kali keluarga bapak/ibu mencuci pakaian ?
- a. 1 kali
 - b. 2 kali
 - c. 3 kali
 - d. lain-lain.....
6. Disaat mencuci pakaian, berapa ember air yang dihabiskan ?
- a. 1 ember
 - b. 2 ember
 - c. 3 ember
 - d. 4 ember
 - e. lain-lain.....

LAMPIRAN II
PETA KOTA YOGYAKARTA



KECINGAMPILAN



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERANCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

NAMA

IRHAMSYAH HASIBUAN
99513035

DOSEN PEMBIMBING I

IR. H. KASAM, MT

DOSEN PEMBIMBING II

ANDIK YULIANTO, ST

GAMBAR

PETA KOTA JOGJAKARTA

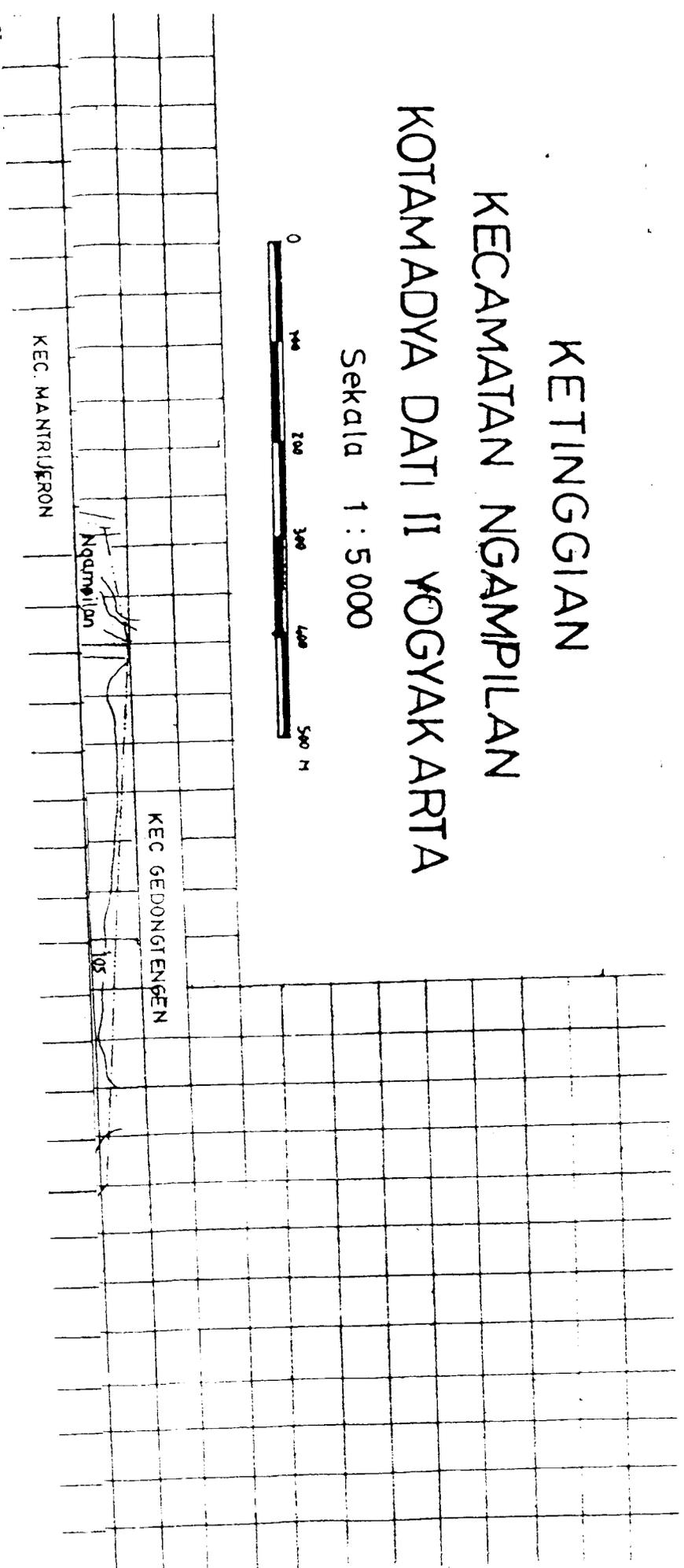
SKALA	NO. GBR	JML. GBR
NON SKALA	2	4

LAMPIRAN III
PETA RW 03 KELURAHAN NGAMPILAN

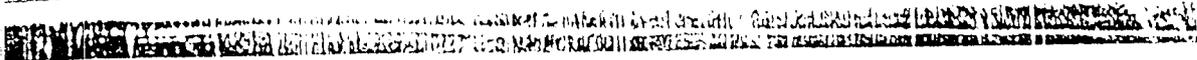
LAMPIRAN IV
PETA KONTUR KECAMATAN NGAMPILAN

KETINGGIAN
KECAMATAN NGAMPILAN
KOTAMADYA DATI II YOGYAKARTA

Skala 1 : 5 000



LAMPIRAN V
DAFTAR HARGA SERTA DIAMETER PIPA PVC



PVC Double Socket RR BS 5000



Diagram showing the connection of two pipes using a double socket joint.

Ø 75 mm	Rp	134.500
Ø 90 mm	Rp	154.500
Ø 110 mm	Rp	174.500
Ø 150 mm	Rp	234.500
Ø 200 mm	Rp	314.500
Ø 250 mm	Rp	394.500
Ø 315 mm	Rp	474.500
Ø 355 mm	Rp	514.500
Ø 400 mm	Rp	554.500
Ø 450 mm	Rp	594.500
Ø 500 mm	Rp	634.500
Ø 630 mm	Rp	714.500

PVC Tee All Socket RR BS 5000



Ø 250 x 200 mm	Rp	1.21.700
Ø 250 x 200 mm	Rp	1.00.000
Ø 315 x 215 mm	Rp	1.673.900
Ø 315 x 215 mm	Rp	1.265.000
Ø 355 x 215 mm	Rp	2.720.000
Ø 355 x 215 mm	Rp	2.650.000
Ø 400 x 400 mm	Rp	3.930.000
Ø 400 x 455 mm	Rp	3.830.000
Ø 450 x 450 mm	Rp	5.138.000
Ø 450 x 450 mm	Rp	5.020.000
Ø 500 x 500 mm	Rp	6.950.000
Ø 500 x 500 mm	Rp	6.430.000
Ø 630 x 630 mm	Rp	7.690.000
Ø 630 x 630 mm	Rp	7.150.000

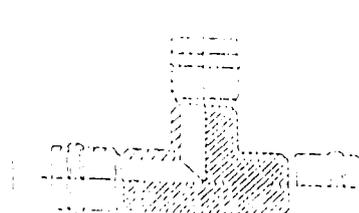
PVC Tee All Socket RR BS 5000



Diagram showing the connection of two pipes using a tee joint.

Ø 75 mm	Rp	134.500
Ø 90 mm	Rp	154.500
Ø 110 mm	Rp	174.500
Ø 150 mm	Rp	234.500
Ø 200 mm	Rp	314.500
Ø 250 mm	Rp	394.500
Ø 315 mm	Rp	474.500
Ø 355 mm	Rp	514.500
Ø 400 mm	Rp	554.500
Ø 450 mm	Rp	594.500
Ø 500 mm	Rp	634.500
Ø 630 mm	Rp	714.500

PVC Tee All Socket RR BS 5000



Ø 75 mm	Rp	134.500
Ø 90 mm	Rp	154.500
Ø 110 mm	Rp	174.500
Ø 150 mm	Rp	234.500
Ø 200 mm	Rp	314.500
Ø 250 mm	Rp	394.500
Ø 315 mm	Rp	474.500
Ø 355 mm	Rp	514.500
Ø 400 mm	Rp	554.500
Ø 450 mm	Rp	594.500
Ø 500 mm	Rp	634.500
Ø 630 mm	Rp	714.500

PVC Tee All Socket RR BS 5000



Diagram showing the connection of two pipes using a tee joint.

Ø 75 mm	Rp	134.500
Ø 90 mm	Rp	154.500
Ø 110 mm	Rp	174.500
Ø 150 mm	Rp	234.500
Ø 200 mm	Rp	314.500
Ø 250 mm	Rp	394.500
Ø 315 mm	Rp	474.500
Ø 355 mm	Rp	514.500
Ø 400 mm	Rp	554.500
Ø 450 mm	Rp	594.500
Ø 500 mm	Rp	634.500
Ø 630 mm	Rp	714.500

PVC Double Socket P



Ø 75 mm	Rp	134.500
Ø 90 mm	Rp	154.500
Ø 110 mm	Rp	174.500
Ø 150 mm	Rp	234.500
Ø 200 mm	Rp	314.500
Ø 250 mm	Rp	394.500
Ø 315 mm	Rp	474.500
Ø 355 mm	Rp	514.500
Ø 400 mm	Rp	554.500
Ø 450 mm	Rp	594.500
Ø 500 mm	Rp	634.500
Ø 630 mm	Rp	714.500

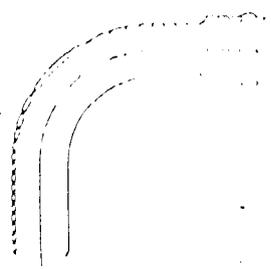
PVC Cap & SC Joint



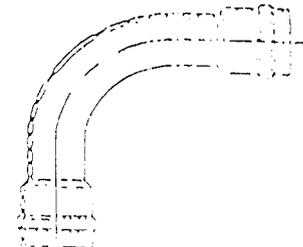
Ø 75 mm	Rp	134.500
Ø 90 mm	Rp	154.500
Ø 110 mm	Rp	174.500
Ø 150 mm	Rp	234.500
Ø 200 mm	Rp	314.500
Ø 250 mm	Rp	394.500
Ø 315 mm	Rp	474.500
Ø 355 mm	Rp	514.500
Ø 400 mm	Rp	554.500
Ø 450 mm	Rp	594.500
Ø 500 mm	Rp	634.500
Ø 630 mm	Rp	714.500

Long Bend Fitting PVC (PVC) (mm)

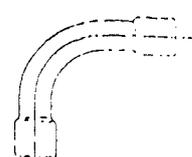
Ukuran	90°	45°	22.5°	11°
∅ 63 mm	18.000	15.300	14.700	11.000
∅ 75 mm	24.000	20.300	20.000	15.000
∅ 90 mm	30.000	25.100	24.800	19.000
∅ 110 mm	37.000	31.700	31.400	24.000
∅ 140 mm	48.000	40.000	39.200	30.000
∅ 160 mm	55.000	46.200	45.400	34.000
∅ 200 mm	71.000	59.300	58.000	44.000
∅ 250 mm	90.000	75.200	73.500	56.000
∅ 315 mm	1.270.000	1.058.000	1.035.000	780.000
∅ 355 mm	1.934.000	1.588.000	1.558.000	1.100.000
∅ 400 mm	2.220.000	1.858.000	1.825.000	1.300.000
∅ 450 mm	2.585.000	2.150.000	2.085.000	1.500.000
∅ 500 mm	3.176.000	2.624.000	2.550.000	1.800.000
∅ 600 mm	4.197.000	3.451.000	3.389.000	2.400.000



Ukuran	90°	45°	22.5°	11°
∅ 63 mm	28.100	23.800	21.600	16.000
∅ 75 mm	37.850	32.000	28.100	21.000
∅ 90 mm	45.000	38.400	34.800	26.000
∅ 110 mm	54.100	46.500	42.900	32.000
∅ 140 mm	66.000	56.800	52.000	39.000
∅ 160 mm	74.100	64.500	59.100	44.000
∅ 200 mm	90.100	77.700	72.400	54.000
∅ 250 mm	119.200	101.100	94.800	70.000
∅ 315 mm	1.379.300	1.141.100	1.065.000	790.000
∅ 355 mm	2.058.800	1.698.000	1.623.800	1.100.000
∅ 400 mm	2.298.000	1.872.500	1.775.100	1.300.000
∅ 450 mm	2.658.000	2.150.000	2.055.000	1.500.000
∅ 500 mm	3.201.200	2.577.000	2.472.100	1.800.000
∅ 600 mm	4.130.000	3.336.000	3.176.600	2.400.000



Ukuran	90°	45°	22.5°	11°
∅ 40 mm	7.800	6.600	6.250	4.500
∅ 50 mm	11.000	9.350	8.950	6.500
∅ 63 mm	15.600	13.200	12.300	9.000
∅ 75 mm	28.500	24.100	22.600	16.000
∅ 90 mm	32.600	26.100	24.700	18.000
∅ 110 mm	66.600	56.700	53.900	39.000
∅ 160 mm	162.800	138.700	131.800	96.000



PVC Reducer Socket RR Joint

∅ 90 x 63 mm Rp	30.200
∅ 110 x 90 mm Rp	43.200
∅ 110 x 63 mm Rp	43.800
∅ 160 x 110 mm Rp	84.000
∅ 200 x 160 mm Rp	135.000
∅ 250 x 200 mm Rp	205.000
∅ 315 x 250 mm Rp	386.000
∅ 355 x 315 mm Rp	780.000
∅ 400 x 355 mm Rp	888.000
∅ 450 x 400 mm Rp	1.280.000
∅ 500 x 450 mm Rp	1.750.000
∅ 600 x 500 mm Rp	2.250.000

PVC Flanges Socket

∅ 63 mm Rp	63.300
∅ 90 mm Rp	86.900
∅ 110 mm Rp	108.000
∅ 160 mm Rp	175.500
∅ 200 mm Rp	263.400
∅ 250 mm Rp	430.100
∅ 315 mm Rp	699.000
∅ 355 mm Rp	1.126.000
∅ 400 mm Rp	1.325.000
∅ 450 mm Rp	1.658.000
∅ 500 mm Rp	2.350.000
∅ 600 mm Rp	3.620.000

PVC Repair Socket RR

∅ 63 mm Rp	1
∅ 90 mm Rp	2
∅ 110 mm Rp	2
∅ 160 mm Rp	6
∅ 200 mm Rp	10
∅ 250 mm Rp	18
∅ 315 mm Rp	31
∅ 355 mm Rp	68
∅ 400 mm Rp	95
∅ 450 mm Rp	118
∅ 500 mm Rp	125
∅ 600 mm Rp	228

90° BEND SOCKET / SPIGOT (Rubber Ring)



ø 63 mm x 11'	Rp. 12,700	ø 63 mm x 22'	Rp. 14,700	ø 63 mm x 45'	Rp. 15,300	ø 63 mm x 90'	Rp. 19,000
ø 90 mm x 11'	Rp. 26,400	ø 90 mm x 22'	Rp. 29,800	ø 90 mm x 45'	Rp. 34,100	ø 90 mm x 90'	Rp. 41,200
ø 110 mm x 11'	Rp. 41,000	ø 110 mm x 22'	Rp. 46,400	ø 110 mm x 45'	Rp. 52,700	ø 110 mm x 90'	Rp. 77,600
ø 160 mm x 11'	Rp. 114,900	ø 160 mm x 22'	Rp. 134,700	ø 160 mm x 45'	Rp. 160,200	ø 160 mm x 90'	Rp. 185,700
ø 200 mm x 11'	Rp. 199,900	ø 200 mm x 22'	Rp. 228,800	ø 200 mm x 45'	Rp. 271,300	ø 200 mm x 90'	Rp. 391,500
ø 250 mm x 11'	Rp. 351,000	ø 250 mm x 22'	Rp. 393,500	ø 250 mm x 45'	Rp. 470,200	ø 250 mm x 90'	Rp. 704,300
ø 315 mm x 11'	Rp. 563,700	ø 315 mm x 22'	Rp. 679,700	ø 315 mm x 45'	Rp. 830,900	ø 315 mm x 90'	Rp. 1,270,000

90° BEND DOUBLE SOCKET (Solvent Cement)



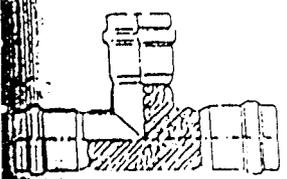
ø 63 mm x 11'	Rp. 9,600	ø 63 mm x 22'	Rp. 11,300	ø 63 mm x 45'	Rp. 11,900	ø 63 mm x 90'	Rp. 15,600
ø 90 mm x 11'	Rp. 19,300	ø 90 mm x 22'	Rp. 22,700	ø 90 mm x 45'	Rp. 26,100	ø 90 mm x 90'	Rp. 32,600
ø 110 mm x 11'	Rp. 31,200	ø 110 mm x 22'	Rp. 36,200	ø 110 mm x 45'	Rp. 43,700	ø 110 mm x 90'	Rp. 66,600
ø 160 mm x 11'	Rp. 94,200	ø 160 mm x 22'	Rp. 111,800	ø 160 mm x 45'	Rp. 130,700	ø 160 mm x 90'	Rp. 162,600

90° BEND DOUBLE SOCKET (Rubber Ring)



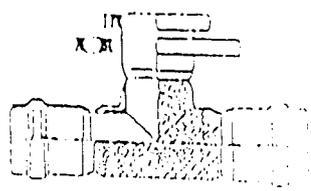
ø 63 mm x 11'	Rp. 21,000	ø 63 mm x 22'	Rp. 24,500	ø 63 mm x 45'	Rp. 26,600	ø 63 mm x 90'	Rp. 35,100
ø 90 mm x 11'	Rp. 38,400	ø 90 mm x 22'	Rp. 44,500	ø 90 mm x 45'	Rp. 51,400	ø 90 mm x 90'	Rp. 55,400
ø 110 mm x 11'	Rp. 55,800	ø 110 mm x 22'	Rp. 65,900	ø 110 mm x 45'	Rp. 77,500	ø 110 mm x 90'	Rp. 104,100
ø 160 mm x 11'	Rp. 154,700	ø 160 mm x 22'	Rp. 177,400	ø 160 mm x 45'	Rp. 205,500	ø 160 mm x 90'	Rp. 241,100
ø 200 mm x 11'	Rp. 260,600	ø 200 mm x 22'	Rp. 304,600	ø 200 mm x 45'	Rp. 355,700	ø 200 mm x 90'	Rp. 450,800
ø 250 mm x 11'	Rp. 467,000	ø 250 mm x 22'	Rp. 546,600	ø 250 mm x 45'	Rp. 641,700	ø 250 mm x 90'	Rp. 890,800
ø 315 mm x 11'	Rp. 718,200	ø 315 mm x 22'	Rp. 872,000	ø 315 mm x 45'	Rp. 1,030,300	ø 315 mm x 90'	Rp. 1,379,300

WELDED TEE (FRP Reinforced)
Socket Rubber Ring



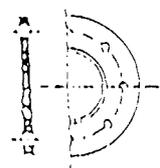
200 x 200 mm	Rp. 447,800
160 x 200 mm	Rp. 358,000
110 x 200 mm	Rp. 344,300
90 x 200 mm	Rp. 319,700
250 x 250 mm	Rp. 749,900
315 x 315 mm	Rp. 1,129,900
200 x 315 mm	Rp. 845,900
160 x 315 mm	Rp. 772,300
110 x 315 mm	Rp. 702,000

WELDED TEE (FRP Reinforced)
Socket / Flange



ø 200 x 200 x 200 mm	Rp. 462,700
ø 200 x 150 x 200 mm	Rp. 367,200
ø 200 x 100 x 200 mm	Rp. 342,500
ø 200 x 50 x 200 mm	Rp. 305,800
ø 250 x 250 x 250 mm	Rp. 1,121,700
ø 315 x 300 x 315 mm	Rp. 1,523,700
ø 315 x 250 x 315 mm	Rp. 1,091,200
ø 315 x 150 x 315 mm	Rp. 788,000
ø 315 x 50 x 315 mm	Rp. 650,000

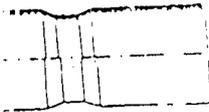
BLIND FLANGE



ø 40 mm	Rp. 39,900
ø 50 mm	Rp. 51,700
ø 60 mm	Rp. 64,200
ø 80 mm	Rp. 76,100
ø 100 mm	Rp. 137,000
ø 150 mm	Rp. 160,000
ø 200 mm	Rp. 297,000
ø 250 mm	Rp. 364,700

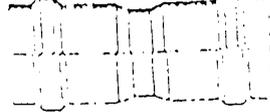
ated Fitting

CKET (Solvent)



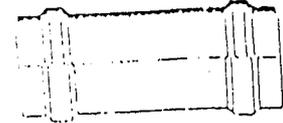
50	Rp. 1.400
63	Rp. 1.800
75	Rp. 2.000
90	Rp. 2.400
110	Rp. 3.000
125	Rp. 3.200
150	Rp. 4.000
175	Rp. 5.000
200	Rp. 6.000

DOUBLE SOCKET (Rubber Ring)



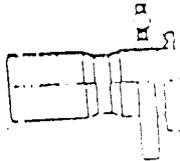
ø 63 mm	Rp. 15.000
ø 75 mm	Rp. 16.000
ø 90 mm	Rp. 18.000
ø 110 mm	Rp. 22.000
ø 125 mm	Rp. 24.000
ø 150 mm	Rp. 30.000
ø 175 mm	Rp. 36.000
ø 200 mm	Rp. 42.000

REPAIR SOCKET (Rubber Ring)



ø 63 mm	Rp. 13.000
ø 75 mm	Rp. 14.000
ø 90 mm	Rp. 16.000
ø 110 mm	Rp. 20.000
ø 125 mm	Rp. 22.000
ø 150 mm	Rp. 28.000
ø 175 mm	Rp. 34.000
ø 200 mm	Rp. 40.000

CKET (Solvent)



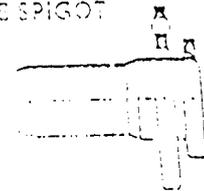
50 x 40 mm	Rp. 51.000
63 x 50 mm	Rp. 61.000
75 x 60 mm	Rp. 68.000
90 x 80 mm	Rp. 84.000
110 x 100 mm	Rp. 104.000
125 x 100 mm	Rp. 114.000

FLANGE SOCKET (Rubber Ring)



ø 63 x 50 mm	Rp. 41.000
ø 75 x 60 mm	Rp. 44.000
ø 90 x 80 mm	Rp. 51.000
ø 110 x 100 mm	Rp. 61.000
ø 125 x 100 mm	Rp. 64.000
ø 150 x 120 mm	Rp. 74.000
ø 175 x 150 mm	Rp. 84.000

FLANGE SPIGOT



ø 63 x 50 mm	Rp. 51.000
ø 75 x 60 mm	Rp. 54.000
ø 90 x 80 mm	Rp. 64.000
ø 110 x 100 mm	Rp. 74.000
ø 125 x 100 mm	Rp. 77.000
ø 150 x 120 mm	Rp. 87.000
ø 175 x 150 mm	Rp. 97.000

REDUCER SOCKET/SOCKET



ø 50 mm	Rp. 22.000
ø 63 mm	Rp. 23.000
ø 75 mm	Rp. 24.000
ø 90 mm	Rp. 25.000
ø 110 mm	Rp. 26.000
ø 125 mm	Rp. 27.000
ø 150 mm	Rp. 28.000
ø 175 mm	Rp. 29.000
ø 200 mm	Rp. 30.000

REDUCER SOCKET/SOCKET (Rubber Ring)



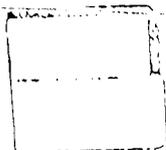
ø 63 x 50 mm	Rp. 41.000
ø 75 x 60 mm	Rp. 44.000
ø 90 x 80 mm	Rp. 51.000
ø 110 x 100 mm	Rp. 61.000
ø 125 x 100 mm	Rp. 64.000
ø 150 x 120 mm	Rp. 74.000
ø 175 x 150 mm	Rp. 84.000

REDUCER SOCKET/SOCKET (Rubber Ring)



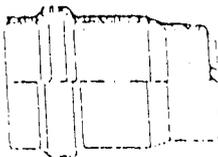
ø 63 x 50 mm	Rp. 30.700
ø 75 x 60 mm	Rp. 33.200
ø 90 x 80 mm	Rp. 37.700
ø 110 x 100 mm	Rp. 44.200
ø 125 x 100 mm	Rp. 46.700
ø 150 x 120 mm	Rp. 54.200
ø 175 x 150 mm	Rp. 64.700
ø 200 x 150 mm	Rp. 74.200
ø 250 x 200 mm	Rp. 94.700
ø 300 x 250 mm	Rp. 114.200
ø 350 x 300 mm	Rp. 134.700
ø 400 x 350 mm	Rp. 154.200

(Solvent Cement)



ø 63 mm	Rp. 1.500
ø 90 mm	Rp. 1.800
ø 110 mm	Rp. 2.000
ø 160 mm	Rp. 2.800

GAP (Rubber Ring)



ø 63 mm	Rp. 14.000
ø 90 mm	Rp. 16.000
ø 110 mm	Rp. 18.000
ø 160 mm	Rp. 24.000

WAVIN

SALINAN

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);

Pasal 4

Standar mutu air limbah domestik dalam keputusan ini berlaku bagi :

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

Pasal 5

Standar mutu air limbah domestik untuk perumahan yang diolah secara individual ditentukan kemudian.

Pasal 6

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.

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 standar mutu air limbah domestik lebih ketat, maka diberlakukan baku mutu air limbah domestik sebagaimana yang dipersyaratkan oleh Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup atau Upaya Pengelolaan Lingkungan dan Upaya Pemantauan Lingkungan .

Pasal 8

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

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

Pasal 9

Pengolahan air limbah domestik sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 dapat dilakukan secara bersama-sama (kolektif) melalui pengolahan limbah domestik terpadu.

Pengolahan air limbah domestik terpadu harus memenuhi baku mutu limbah domestik yang berlaku

Pasal 10

Pengolahan air limbah domestik terpadu sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 menjadi tanggung jawab pengelola.

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

Pati/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, niagaan, apartemen dan asrama.

Pasal 12

enteri 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 :

lebih ketat atau sama dengan baku mutu air limbah sebagaimana dimaksud dalam Lampiran Keputusan ini, maka baku mutu air limbah domestik tersebut tetap berlaku;

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

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, niagaan, apartemen dan asrama yang telah ada, tetap berlaku sepanjang tidak bertentangan dengan Keputusan ini.