TA/TL/2006/0106

PERPUSTAKAAN FTSP UII
HADIAH/BELI
TGL. TERIMA : 26 Juni 2007
NO. JUDUL : 002390
NO. INV. : 520002390021
NO. INDUK. :

TUGAS AKHIR

STUDI LAJU PERUBAHAN BEBAN TS, TSS DAN TDS DI DALAM SISTEM PENYALURAN AIR BUANGAN (SPAB) KOTA JOGJAKARTA

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat Sarjana Teknik Lingkungan



Disusun oleh :

HIJRAH PURNAMA PUTRA

NIM. 02 513 032

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2006

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

STUDI LAJU PERUBAHAN BEBAN TS, TSS DAN TDS DI DALAM SISTEM PENYALURAN AIR BUANGAN (SPAB) KOTA JOGJAKARTA

Nama : **Hijrah Purnama Putra**

NIM : **02 513 032**

Program Studi : **Teknik Lingkungan**

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Ir. H. KASAM, MT
Pembimbing I

Tanggal: 6-9-2006

ANDIK YULIANTO, ST
Pembimbing II

Tanggal: 9/9 '06

"Bukankah Kami telah melapangkan untukmu dadamu? dan Kami telah menghilangkan daripadamu bebanmu yang memberatkan punggungmu? Dan Kami tinggikan bagimu sebutan mu, karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai , kerjakanlah dengan sungguh-sungguh yang lain dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap"

(QS. Alam Nasyrah [94] : 1-8)

"Keberhasilan tidak akan pernah tercapai oleh orang-orang yang selalu memikirkan persoalan kemungkinan akan gagal"

(William Feather)

"*Attitude is a little thing but that makes a big difference*"

(Hijrah P. Putra)

"Sesungguhnya, perumpamaan kehidupan duniawi itu adalah seperti air (hujan) yang Kami turunkan dari langit lalu tumbuhlah dengan suburnya karena air itu tanaman-tanaman di bumi, diantaranya ada yang dimakan manusia dan binatang ternak. Sehingga, apabila bumi itu telah sempurna keindahannya dan pemilik-pemiliknya mengira bahwa mereka pasti menguasainya, tiba-tiba datanglah kepadanya azab Kami diwaktu malam atau siang, lalu Kami jadikan (tanaman-tanaman) laksana tanaman yang sudah disabit seakan-akan belum pernah tumbuh kemarin. Demikianlah Kami menjelaskan tanda-tanda kekuasaan Kami kepada orang-orang yang berfikir"

(QS. Yunus [10] : 24)

Laporan Tugas Akhir ini Penulis Persembahkan untuk :

Ayahanda dan Ibunda Tercinta
Atas dukungan, doa, perjuangan dan kasih sayangnya

Abang ku Tercinta
Atas dukungan, doa dan kasih sayangnya

My Little Girl
Atas dukungan, doa, kesabaran, perhatian dan cinta kasihnya

Teman-teman Seperjuangan
Atas bantuan, motivasi dan kerjasamanya

KATA PENGANTAR

Assalamu'laikum Wr. Wb.

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Studi Laju Perubahan Beban TS, TSS dan TDS di dalam Sistem Penyaluran Air Buangan (SPAB) Jogjakarta" ini tepat pada waktunya.

Laporan ini memiliki arti yang sangat penting sebagai sarana untuk mempraktekkan teori yang diperoleh di bangku perkuliahan dan juga sebagai persyaratan menyelesaikan studi strata satu di perguruan tinggi Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Edy Suandi Hamid, M.Ec selaku Rektor Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
2. Bapak Dr. Ir. H. Ruzardi, MS selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Luqman Hakim ST, M.Si selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Eko Siswoyo, ST selaku Sekretaris Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia yang telah berusaha semaksimal mungkin membantu penulis agar dapat menyelesaikan studi tepat pada waktunya .
5. Bapak Ir. H. Kasam, MT selaku dosen pembimbing I, yang telah memberikan masukan, kritik dan saran serta meluangkan waktunya dengan tulus dan ikhlas dalam membimbing penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
6. Bapak Andik Yulianto, ST selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan masukan, kritik, saran, dan motivasi yang sangat besar serta meluangkan

waktunya dengan tulus dan ikhlas dalam membimbing penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.

7. Ayahanda dan Ibunda tercinta yang telah membesarkan dan mendidik dengan penuh perjuangan sehingga penulis dapat merasakan bangku perkuliahan, serta dukungan, doa dan kasih sayang yang tiada hentinya sehingga penulis dapat menyelesaikan studi ini tepat pada waktunya.
8. Abangku tercinta yang telah memberikan dukungan, doa, nasehat serta kasih sayangnya.
9. Erfina Rahmi tersayang yang telah memberikan dukungan, doa, kesabaran, dan cinta kasihnya yang tulus sehingga memacu penulis untuk menyelesaikan perkuliahan dan tugas akhir ini tepat pada waktunya.
10. Mas Agus selaku pegawai bagian administrasi jurusan Teknik Lingkungan yang telah membantu mengurus berbagai keperluan penulis.
11. Bapak Tasyono dan Mas Iwan Ardianta selaku laboran yang sangat banyak membantu penulis dalam menjalankan penelitian ini khususnya dalam hal yang berhubungan dengan laboratorium.
12. Bapak Ponidi selaku pegawai Dinas Lingkungan Hidup DIY yang telah mengantarkan serta menunjukkan lokasi pengambilan sampel untuk penelitian ini.
13. Teman-teman kos Lodadi 54, Ronal, Iwan, Ady, Dida, Yoyok, Akbar, Epos, Hoho', Fery, Siti, Mukhlis serta terutama buat Heri dan Eji yang telah memberi pinjaman *printer* untuk tugas akhir ini.
14. Teman-teman kos Turanggasari, Indra, Safik, Bowo, Gunawan, Toshi, Yusuf, Tio, Ibnu, Tomy yang telah mendukung penulis.
15. Teman-teman seperjuangan jurusan Teknik Lingkungan, Tangkas, Ady, Aulia, Akbar, Anyonk, Aconk, Vita, Yana, Lia bartender, Donan, Tuti, Rian, Ucok, Ruslan, Bom-bom, Ayu, Rintis, Uchi, Nefa, Dina, Mbak nunik yang sudah menjadi rekan dalam penelitian ini serta teman-teman yang lain, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah banyak membantu memberikan saran dan kritik yang membangun dalam penulisan tugas akhir ini.

Penulis sadar sepenuhnya dalam penulisan tugas akhir ini terdapat banyak kekurangan dan kekeliruan yang disebabkan karena pengetahuan penulis yang sangat terbatas. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun sebagai pedoman kelak dikemudian hari dalam penyempurnaan tugas akhir ini.

Akhirnya penulis mengharapkan semoga tugas akhir ini dapat diterima dan bermanfaat bagi semua pihak dimasa yang akan datang. Amin...

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, September 2006

Penulis

STUDI LAJU PERUBAHAN BEBAN TS, TSS DAN TDS DI DALAM SISTEM PENYALURAN AIR BUANGAN (SPAB) KOTA JOGJAKARTA

Hijrah Purnama Putra, Kasam, Andik Yulianto

Jurusan Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia

ABSTRAK

Air buangan muncul sebagai akibat dari berbagai macam aktivitas manusia, semakin tinggi aktivitas manusia maka akan semakin banyak air buangan yang akan dihasilkan. Air buangan yang dihasilkan akan dikumpul disuatu tempat untuk dilakukan pengolahan agar dapat dikembalikan ke lingkungannya. Untuk pengumpulan air buangan diperlukan adanya penyaluran atau sewer yaitu saluran bawah tanah (pipa, konstruksi baja, beton dll) untuk membawa sewage (material cair/padat, bahan buangan organik) dan atau air hujan menuju pusat pengolahan atau badan air. Pada awalnya SPAB menitikberatkan pada transportasi atau pemindahan air buangan, tetapi dengan semakin terintegrasinya sistem penanganan air buangan, maka permasalahan pada penyaluran air buangan tidak hanya berkisar pada kuantitas air yang dipindahkan tetapi juga kualitasnya. Pada desain SPAB, walaupun diketahui di dalam pipa terjadi reaksi mikroorganisme yang menurunkan konsentrasi pencemar, tetapi relatif sedikit perhatian pada hal tersebut. Untuk menindaklanjuti hal tersebut maka dilakukanlah penelitian mengenai studi laju perubahan beban TS, TSS dan TDS di dalam SPAB. Penelitian ini di lakukan di Jogjakarta tepatnya di Ring Road Selatan di dekat Terminal Giwangan. Pengukuran dilakukan pada 3 ruas penggalan pipa utama selama 6 hari. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan hasil yang fluktuatif dari konsentrasi TS, TSS dan TDS, yaitu berkisar 518 sampai 1178 mg/L untuk konsentrasi TS, 26 sampai 596 mg/L untuk konsentrasi TSS serta 376 sampai 634 mg/L untuk konsentrasi TDS dengan persentase rata-rata perubahan konsentrasinya berkisar 11.94 sampai 3.74% untuk TS, 40.47 sampai 14.79% untuk TSS serta –10.7 sampai 5.70% untuk TDS. Laju perubahan beban TS, TSS dan TDS per satuan jarak (m) mengalami penurunan untuk beban TS yaitu sebesar 1.4505 kg/hari/m, untuk beban TSS mengalami penurunan pula yaitu sebesar 1.4508 kg/hari/m, sedangkan untuk beban TDS mengalami kenaikan sebesar 0.0003 kg/hari/m. Dikarenakan hasil yang didapatkan tidak terlalu bagus maka diharapkan untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan perbandingan dengan lokasi lain, minimal satu lokasi lagi yang kondisinya sama dengan lokasi awal.

Kata Kunci : TS, TSS, TDS, SPAB, Air Buangan, Laju Perubahan Beban

A STUDY ON TS, TSS, AND TDS LOAD DIFFERENTIAL RATE IN JOGJAKARTA'S SEWER

Hijrah Purnama Putra, Kasam, Andik Yulianto

Departement of Environmental Engineering
Faculty of Civil Engineering and Planning
Islamic University of Indonesia

ABSTRACT

Wastewater comes as a result of many human activities, the more the activities the more wastewater will be produced. Wastewater that was produced will be gathered in one place to undergo reproducing and so to bring it back to the neighbourhood. To gather wastewater, a sewer is needed which is an underground channel (pipes, steel constructions, concretes, etc) to carry sewage (liquid/solid materials, organic wastes) and/or storm water to treatment center or river. In the beginning, sewer were focused on transportation or wastewater distribution, but as the sewer became more integrated, the problems of wastewater now are not only focused around water quantity that is removed but also its quality. In sewer design, eventhough it is known that inside the pipe there are microorganisms reaction that decrease the pollutant concentration, but relatively little attention to this issue. To take measures on this issue, a research on load differential rate of TS, TSS, and TDS in sewer has been done. This research was performed in Yogyakarta, exactly in South Ring Road near Giwangan Station. The measurements was perform on 3 main pipe joints in 6 days. The results are fluctuative, which range from 518 to 1178 mg/L for TS concentration, 26 to 596 mg/L for TSS concentration, and 376 to 634 mg/L for TDS concentration, with percentage of differential concentration average range from 11.94% to 3.74% for TS, 40.47% to 14.79% for TSS, and-10.7% to 5.70% for TDS. Load differential rate of TS, TSS, and TDS per interval unit (m) decrease for TS load: 1.4505 kg/day/m, for TSS load: 1.4508 kg/day/m, and as for TSD load increase until 0.0003 kg/day/m. Because the results of this are less satisfied, we expect an improvement for the next research which is s comparation with another location, at least one more location that its condition is the same with the location before.

Keywords: TS, TSS, TDS, Sewer, Wastewater, Load differential rate.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

HALAMAN PENGESAHAN ii

MOTTO iii

PERSEMBAHAN iv

KATA PENGANTAR v

ABSTRAKSI viii

DAFTAR ISI x

DAFTAR TABEL xiii

DAFTAR GAMBAR xv

DAFTAR LAMPIRAN xvi

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1. Latar Belakang 1

1.2. Rumusan Masalah 3

1.3. Tujuan Penelitian 4

1.4. Manfaat Penelitian 4

1.5. Batasan Masalah 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6

2.1. Pengertian Air Buangan 6

2.2. Komposisi dan Sifat Air Buangan 7

2.3. Efek Samping dari Air Buangan 13

2.4. Sistem Penyaluran Air Buangan 13

2.5. *Sewer* sebagai reaktor fisik 17

2.6. Konsentrasi *Solid* dalam Air Buangan 18

2.6.1. TS (*Total Solid*) 19

2.6.2. TSS (*Total Suspended Solid*) 19

2.6.3. TDS (*Total Disolved Solid*) 19
2.7. Penelitian yang Telah Dilakukan Sebelumnya 19
2.8. Hipotesa 20

BAB III METODE PENELITIAN 21
3.1. Jenis Penelitian 21
3.2. Lokasi Penelitian 21
3.3. Objek Penelitian 21
3.4. Variabel Penelitian 21
3.5. Alat yang Digunakan 22
3.6. Metode Analisis Laboratorium dan Perhitungan 22
3.7. Prosedur Pengerjaan 25

BAB IV ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN
4.1. Analisa Hasil 28
4.2. Uji Statistik 31
4.3. Pembahasan 33
4.3.1. Perubahan Konsentrasi TS,TSS dan TDS terhadap Jarak antar *Manhole* 33
4.3.2. Perbandingan antara Tingkat Perubahan Konsentrasi TS,TSS dan TDS dengan Slope 38
4.3.3. Laju Perubahan Beban TS, TSS dan TDS di dalam Saluran Air Buangan 41
4.3.4. Laju Perubahan Beban TS, TSS dan TDS terhadap Jarak antar *Manhole* 45

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan 49

5.2. Saran 50

DAFTAR PUSTAKA 51

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Karakteristik Fisik Limbah Domestik 10

Tabel 2.2. Konsentrasi *solid* dalam air buangan domestik 19

Tabel 4.1. Konsentrasi TS tiap hari 28

Tabel 4.2. Konsentrasi TSS tiap hari 29

Tabel 4.3. Konsentrasi TDS tiap hari 30

Tabel 4.4. Persentase Perubahan Konsentrasi TS Tiap Hari terhadap Jarak antar *Manhole* 34

Tabel 4.5. Persentase Perubahan Konsentrasi TSS Tiap Hari terhadap Jarak antar *Manhole* 35

Tabel 4.6. Persentase Perubahan Konsentrasi TDS Tiap Hari terhadap Jarak antar *Manhole* 36

Tabel 4.7. Persentase Perubahan Konsentrasi TS terhadap jarak (m) 37

Tabel 4.8. Persentase Perubahan Konsentrasi TSS terhadap jarak (m) 37

Tabel 4.9. Persentase Perubahan Konsentrasi TDS terhadap jarak (m) 37

Tabel 4.10. Perbandingan Persentase Perubahan Konsentrasi TS Tiap Hari dengan Slope (Kemiringan saluran) 38

Tabel 4.11. Perbandingan Persentase Perubahan Konsentrasi TSS Tiap Hari dengan Sloope (Kemiringan saluran) 39

Tabel 4.12. Perbandingan Persentase Perubahan Konsentrasi TDS Tiap Hari dengan Slope (Kemiringan saluran) 39

Tabel 4.13. Kecepatan Aliran pada tiap *manhole* 40

Tabel 4.14. Debit Harian Tiap Saluran 41

Tabel 4.15. Beban untuk Parameter TS, TSS dan TDS 42

Tabel 4.16. Beban untuk Parameter TS, TSS dan TDS per orang 42

Tabel 4.17. Laju Perubahan Beban TS tiap Saluran 43

Tabel 4.18. Laju Perubahan Beban TSS tiap Saluran 44

Tabel 4.19. Laju Perubahan Beban TDS tiap Saluran 45
Tabel 4.20. Laju Perubahan Beban TS per meter 47
Tabel 4.21. Laju Perubahan Beban TSS per meter 48
Tabel 4.22. Laju Perubahan Beban TDS per meter 48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Interaksi antar komponen di dalam *sewer* 18
Gambar 3.1. Peta Sistem Penyaluran Air Buangan 26
Gambar 3.2. Titik pengambilan sampel 27
Gambar 3.3. Jarak antar *manhole* pengambilan sampel 27
Gambar 3.4. Saluran berbentuk bulat 24
Gambar 4.1. Grafik Konsentrasi TS tiap hari 29
Gambar 4.2. Grafik Konsentrasi TSS tiap hari 30
Gambar 4.3. Grafik Konsentrasi TDS tiap hari 31
Gambar 4.4. Grafik Laju Perubahan Beban TS tiap Saluran 44
Gambar 4.5. Grafik Laju Perubahan Beban TSS tiap Saluran 44
Gambar 4.6. Grafik Laju Perubahan Beban TDS tiap Saluran 45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. SNI 06-6989.26-2005 mengenai Cara Uji Padatan Total secara Gravimetri

Lampiran 2. SNI SNI M-03. 1989-F mengenai Cara Uji Residu Tersuspensi secara Gravimetri

Lampiran 3. SNI 06-6989.27-2005 mengenai Cara Uji Padatan Terlarut Total secara Gravimetri

Lampiran 4. Pengujian Statistik *T-Test*

Lampiran 5. Contoh Perhitungan Debit dan Beban TS, TSS dan TDS

Lampiran 6. Jarak, Sloope, Temperatur, Debit dan Kadar TS, TSS dan TDS tiap hari

Lampiran 7. Peta Lokasi

Lampiran 8. Detail Manhole

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air sangat dibutuhkan oleh manusia, sebagai contohnya saja di dalam tubuh manusia, air berkisar antara 50-70% dari seluruh berat badan. Air terdapat di seluruh badan; di tulang air sebanyak 22% berat tulang, di darah dan ginjal sebanyak 83%. Kehilangan air 15% dari berat badan dapat mengakibatkan kematian. Konsumsi rata-rata air bersih sebesar 138,5 liter/orang/hari (Slamet, 1994) dan sebanyak 60-90% akan dikeluarkan sebagai air buangan (Metcalf & Eddy, 2003).

Air buangan muncul sebagai akibat dari berbagai macam aktivitas manusia, semakin tinggi aktivitas manusia maka akan semakin banyak air buangan yang akan dihasilkan. Seperti yang kita ketahui bahwa pertambahan penduduk dunia semakin hari semakin meningkat dan diiringi dengan berbagai macam aktivitas yang dilakukan, maka akan semakin meningkat pula kuantitas air buangan yang dihasilkan. Sementara teknologi yang digunakan untuk pengolahan air buangan tidak sebanding dengan pertambahan kuantitas air buangan yang dihasilkan.

Air buangan yang dihasilkan akan dikumpulkan di suatu tempat untuk dilakukan pengolahan agar dapat dikembalikan ke lingkungannya. Untuk pengumpulan air buangan diperlukan adanya penyaluran atau *sewer* yaitu saluran bawah tanah (pipa, konstruksi baja, beton dll) untuk membawa *sewage* (material

cair/padat, bahan buangan organik) dan atau air hujan menuju pusat pengolahan atau badan air.

Penggunaan sistem perpipaan untuk mengalirkan air buangan (*sewer*, *sewerage*, *riool*, Sistem Penyaluran Air Buangan (SPAB)) bukanlah hal yang baru. Merujuk pada sejarah, kebudayaan Yunani kuno di Pulau Kreta telah diketahui memiliki sistem penyaluran air buangan kota (termasuk air hujan) sejak 1700-1500 SM, demikian pula Kekaisaran Romawi telah memiliki sistem ini sejak 125 SM (Anonim, 2002; Metcalf & Eddy, 1981). Pemanfaatan sistem penyaluran air buangan ini sempat tenggelam, tetapi muncul kembali pada pertengahan abad 17 seiring dengan merebaknya wabah kolera di kota-kota besar Eropa.

Di Indonesia sendiri penggunaan perpipaan untuk menangani air buangan kota masih relatif baru. Sistem ini diperkenalkan oleh Pemerintahan Belanda di awal abad 20 di beberapa kota yang tidak terlalu besar, seperti Bandung, Cirebon, Surakarta dan Jogjakarta (Sukarma & Pollard, 2001). Setelah memasuki masa kemerdekaan, maka sistem ini tidak menjadi semakin populer, dan tercatat hanya sedikit pertambahan kota yang mempunyai SPAB, antara lain Jakarta, Medan dan Tangerang.

Pada awalnya perencanaan SPAB hanya menitikberatkan pada transportasi atau pemindahan air buangan, yang berasal dari air buangan manusia (*black water*), air buangan aktivitas dapur dan kamar mandi (*grey water*) dan air hujan, menuju tempat pembuangan atau pengolahan. Tetapi dengan semakin terintegrasinya sistem penanganan air buangan, maka permasalahan pada

penyaluran air buangan tidak hanya berkisar pada kuantitas air yang dipindahkan tetapi juga kualitasnya. Titik tekan pada kualitas ini disebabkan oleh karena unjuk kerja dari pengolahan air buangan (IPAL, Instalasi Pengolahan Air Limbah) sangat dipengaruhi oleh kualitas air buangan yang masuk. Pada desain SPAB yang lama, walaupun diketahui di dalam pipa terjadi reaksi mikroorganisme yang menurunkan konsentrasi pencemar, tetapi relatif sedikit perhatian pada persentase penurunan konsentrasi kualitas air buangan.

Oleh karena di Indonesia sistem ini tidak terlalu populer, maka perhatian pada unjuk kerjanya dalam menurunkan kostituen bahan organik juga dirasakan sangat minim sekali.

Hal inilah yang melatarbelakangi pemilihan judul dan tema penelitian. Dalam penelitian ini dipilih kota Jogjakarta sebagai lokasi studi penurunan konsentrasi TS (*total solid*), TSS (*total suspended* solid) dan TDS (*total disolved solid*) di dalam air buangan. Alasan pemilihan kota Jogjakarta sebagai lokasi studi adalah keberadaan SPAB di Jogjakarta yang telah ada sebelum masa kemerdekaan, sehingga dengan demikian dapat diketahui prosentase penurunan TS, TSS dan TDS pada desain pipa air buangan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, maka dapat ditarik rumusan masalah, yaitu : seberapa besar kemampuan Sistem Penyaluran Air Buangan (SPAB) Kota Jogjakarta dapat menurunkan konsentrasi TS, TSS, dan TDS yang di ukur terhadap jarak.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian ini adalah :

1. Menentukan tingkat penurunan konsentrasi TS, TSS dan TDS pada perpipaan SPAB Kota Jogjakarta.
2. Mengetahui keterkaitan antara penurunan konsentrasi TS, TSS dan TDS dengan parameter jarak dan slope (kemiringan pipa).

1.4. Manfaat Penelitian

Diharapkan dengan adanya penelitian ini akan memberikan manfaat pada:

1. Memberi pengetahuan bahwa sewer dapat dijadikan *pre-treatment* dalam pengelolaan air buangan sehingga IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) dapat digunakan sebagai pengolahan lanjutan.
2. Kajian keterkaitan antara desain SPAB konvensional Kota Jogjakarta dengan laju penurunan konsentrasi TS, TSS dan TDS di dalamnya.
3. Dasar penelitian lanjutan untuk perancangan SPAB sebagai reaktor fisik dengan tingkat konsentrasi TS, TSS dan TDS influen sebagai salah satu parameternya.

1.5. Batasan Masalah

Sesuai dengan tujuan penelitian dan supaya penelitian dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan keinginan, sehingga tidak terjadi penyimpangan dalam penelitian, maka batasan-batasan masalah mengenai hal-hal yang akan dilaksanakan, yaitu :

1. Parameter yang diuji, yaitu : TS, TSS dan TDS;
2. Pada tiap zona diambil 3 ruas penggalan pipa utama (dilakukan pada *main sewer*);
3. Waktu pengambilan sampel pada pagi hari;
4. Sampling dilaksanakan selama 6 hari berturut-turut pada satu zona;
5. Limbah atau air buangan yang akan diuji, yaitu air buangan dari saluran air buangan Kota Jogjakarta;
6. Pengukuran debit air buangan (dengan mengukur tinggi aliran) dan temperatur udara dalam *sewer*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Air Buangan

Air buangan muncul sebagai akibat dari berbagai macam aktivitas manusia, semakin tinggi aktivitas manusia semakin banyak pula air buangan yang akan dihasilkan. Yang dimaksud dengan air buangan adalah semua air/zat yang tidak lagi dipergunakan, sekalipun kualitasnya mungkin baik (Slamet, 1994).

Menurut Metcalf and Eddy (2003) air buangan adalah kombinasi dari cairan atau limbah cair yang berasal dari daerah pemukiman, perdagangan, perkantoran, komersial dan industri, yang bersamaan ikut masuk seperti air tanah, air permukaan dan air hujan yang mungkin ada.

Pengertian air buangan juga didefinisikan oleh Tjokrokusumo (1995) yaitu air buangan diartikan sebagai kejadian masuknya atau dimasukkannya benda padat, cair dan gas ke dalam air dengan sifatnya yang berupa endapan/padatan tersuspensi, terlarut, sebagai koloid, emulsi yang menyebabkan air dimaksud harus dipisahkan atau dibuang dengan sebutan air buangan.

Pada dasarnya pengertian dari air buangan merupakan air bekas yang sudah tidak dapat terpakai lagi sebagai hasil dari adanya kegiatan manusia sehari-hari. Air buangan tersebut biasanya dikembalikan lagi ke alam yaitu tanah dan badan air penerima, tetapi sebelumnya harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu.

2.2. Komposisi dan Sifat-sifat Air Buangan

Air buangan merupakan campuran antara bahan organik dan anorganik dalam berbagai bentuk, seperti partikel-partikel benda padat yang berukuran besar dan kecil atau sisa-sisa bahan larutan dalam bentuk koloid. Air buangan juga mengandung unsur-unsur hara, sehingga dengan demikian merupakan wadah yang baik sekali untuk pembiakan mikrorganisme.

Komponen-komponen dalam pengaliran air buangan dari berbagai sumbernya dapat dibagi dalam 3 (tiga) kategori yaitu :

1. Air buangan domestik,

   Merupakan air buangan yang berasal dari rumah tinggal, apartemen, perkantoran, komersial dan fasilitas umum lainnya. Air buangan domestik adalah air bekas yang tidak dapat dipergunakan lagi untuk tujuan semula baik yang mengandung kotoran manusia (tinja) atau dari aktifitas dapur, kamar mandi dan cuci dimana kuantitasnya antara 50-70% dari rata-rata pemakaian air bersih (120-140 liter/orang/hari). Karena persentase air buangan yang cukup besar dari pemakaian air bersih dapat dipastikan air buangan domestik mengandung lebih dari 90% cairan. (Kodoatie, 2005).

2. Air buangan yang berasal dari industri (tidak semuanya),

   Air limbah yang berasal dari kegiatan industri seperti logam, tekstil, kulit, pangan (makanan dan minuman), industri kimia, dan lain sebagainya.

3. Sumber yang berasal dari infiltrasi dan *inflow*. Infiltrasi adalah air yang berasal dari luar yang masuk ke dalam SPAB melalui sambungan, retakan, patahan atau lubang pada saluran. *Inflow* adalah air hujan yang masuk ke

dalam SPAB yang berasal dari saluran drainase, pondasi atau dasar dari saluran drainase atau melalui *manhole*.

Besarnya laju infiltrasi dan kuantitasnya tergantung pada panjang *sewer*, luas area yang dilayani, kondisi tanah dan topografi, dan kepadatan penduduk. Infiltrasi dapat bervariasi berkisar antara 0,2-30 m^3/ha yaitu pada saat hujan dapat mencapai >500 m^3/ha.hari (Metcalf & Eddy, 2003).

Persentase dari komponen-komponen dalam pengaliran air buangan diatas sangat tergantung pada kondisi daerah pengaliran dan akan selalu berubah-ubah setiap waktu (Metcalf & Eddy, 2003).

Oleh karena sumber kebanyakan berasal dari sumber domestik, ataupun sumber yang mempunyai karakteristik domestik, maka komponen utamanya adalah bahan organik. Bahan organik ini bersumber dari buangan manusia (*human body waste*), deterjen, kosmetik, dan sisa makanan. Bahan organik ini merupakan kombinasi unsur-unsur karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, sulfur, serta unsur-unsur lain. Tipikal bahan organik dalam air buangan dalam bentuk protein (40-60%), karbohidrat (25-50%), dan minyak dan lemak (8-12%) (Anonim, 2002; Metcalf & Eddy, 2003). Konsentrasi bahan organik ini dapat dinyatakan sebagai BOD (*Biochemical Oxyygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), TOC (*Total Organic Carbon*) ataupun ThOD (*Theoritical Oxygen Demand*).

Zat-zat yang terdapat dalam air buangan diantaranya adalah unsur-unsur organik tersuspensi maupun terlarut dan juga unsur-unsur anorganik serta mikroorganisme. Unsur-unsur tersebut memberikan corak kualitas air buangan

dalam sifat fisik, kiwiawi maupun biologi. Berikut ini adalah beberapa sifat dan karakteristk dari air buangan yang terdiri dari :

1. Sifat fisik

Sebagian besar penyusun air buangan domestik berupa bahan-bahan organik. Penguraian bahan-bahan ini akan menyebabkan munculnya kekeruhan. Selain itu kekeruhan juga diakibatkan oleh lumpur, tanah liat, zat koloid, dan benda-benda terapung tidak segera mengendap. Penguraian bahan-bahan organik juga menimbulkan terbentuknya warna. Parameter ini dapat menunjukkan kekuatan pencemar.

Komponen penyusun bahan-bahan organik seperti protein, lemak, minyak, dan sabun cenderung mempunyai sifat yang tidak tetap dan mudah menjadi busuk. Keadaan ini menyebabkan air buangan domestik menjadi berbau.

Untuk lebih lanjut sifat-sifat air buangan domestik dapat di lihat pada tabel 2.1. di bawah berikut ini :

Tabel 2.1. Karakteristik Fisik Limbah Domestik

Sifat-sifat	Penyebab	Penjelasan	Pengaruh
Suhu	Kondisi udara sekitar.	Suhu dari air buangan biasanya sedikit lebih tinggi dari air minum.	Mempengaruhi kehidupan biologis, kelarutan oksigen atau gas lain. Juga kerapatan air, daya viskositas dan tekanan permukaan.
Kekeruhan	Benda-benda tercampur seperti limbah padat, garam, tanah, bahan organik yang halus,algae, dan organisme kecil.	Kekeruhan pada air buangan sangat tergantung sekali pada kandungan zat padat tersuspensi. Pada umumnya air buangan yang kuat mempunyai kekeruhan yang tinggi.	Memantulkan sinar, jadi mengurangi produksi oksigen yang dihasilkan.
Bau	Bahan volatil, gas terlarut, hasil pembusukan organik.	Air buangan segar biasanya mempunyai bau seperti sabun atau bau lemak. Dalam kondisi septic akan berbau sulfur dan kurang sedap	Mengganggu estetika.
Warna	Benda terlarut seperti sisa bahan organik dari daun dan tanaman.	Air buangan segar biasanya berwarna agak abu-abu. Dalam kondisi septic air buangan akan berwarna hitam	Umumnya tidak berbahaya, tetapi berpengaruh terhadap kualitas air.
Benda padat	Benda organik dan anorganik yang terlarut atau tercampur.		Mempengaruhi jumlah organik padat.
Rasa	Bahan penghasil bau, benda terlarut seperti beberapa ion.		

Sumber : Sugiharto, 1987; Kodoatie, 2005.

2. Sifat kimia

Pengaruh kandungan bahan kimia yang ada di dalam air buangan domestik dapat merugikan lingkungan melalui berbagai cara. Bahan-bahan

terlarut dapat menghasilkan DO atau oksigen terlarut dan dapat juga menyebabkan timbulnya bau. Protein merupakan penyebab utama terjadinya bau ini, sebabnya adalah struktur protein sangat komplek dan tidak stabil serta mudah terurai menjadi bahan lain oleh proses dekomposisi (Sugiharto, 1987).

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

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

3. Sifat biologi

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

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

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

Selain bakteri, jamur termasuk dekomposer pada air buangan domestik. Jamur adalah mikroorganisme non fotosistesis, bersel banyak, bersifat aerob dan bercabang atau berfilamen yang berfungsi untuk memetabolisme makanan. Bakteri dan jamur dapat memetabolisme bahan organik dari jenis yang sama.

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

2.3. Efek Samping dari Air Buangan

Air buangan yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan berbagai permasalahan antara lain adalah :

- Membahayakan kesehatan manusia, karena merupakan pembawa suatu penyakit seperti *cholera*, *disentri*, dan sebagainya;
- Merugikan segi ekonomi karena dapat menimbulkan kerusakan pada benda/bangunan maupun tanam-tanaman dan peternakan;
- Dapat merusak keindahan (estetika), karena bau busuk dan pemandangan yang tidak sedap dipandang;
- Dapat merusak/membunuh kehidupan yang ada di di dalam air seperti ikan dan binatang peliharaan lainnya (Sugiharto, 1987).

2.4. Sistem Penyaluran Air Buangan

Penggunaan Sistem Penyaluran Air Buangan (SPAB) dimaksudkan untuk mengalirkan air buangan dari suatu kota menuju suatu pengolahan air limbah yang terpusat. Pemusatan pengolahan air buangan disebabkan terutama oleh ketersediaan lahan yang terbatas pada suatu kota dan kemudahan penanganan serta kontrol. Di Indonesia Sistem Penyaluran Air Buangan (SPAB) dikenal sejak jaman penjajahan Belanda terutama di Bandung, Surabaya, Medan, Cirebon, dan Jogjakarta.

Menurut Babbit (1969) ada beberapa syarat yang harus diperhatikan di dalam penyaluran air buangan antara lain adalah :

- Air harus dapat membawa material yang terdapat dalam saluran meskipun dalam kondisi debit minimum sampai ke bangunan pengolahan;
- Dianjurkan dapat membersihkan secara sendiri (*self clensing*) dengan kecepatan yang disyaratkan, kecepatan tidak menimbulkan kerusakan (pengikisan pada permukaan saluran);
- Pengaliran dapat mensirkulasikan udara sehingga tidak terjadi akumulasi di dalam saluran;
- Pengaliran harus tiba secepatnya sampai ke bangunan pengolahan air buangan untuk menghindari pembusukan, lama pengaliran tidak lebih dari 18 jam.

Berikut ini adalah beberapa jenis dari sistem penyaluran air buangan yang pernah di terapkan di berbagai tempat yang terdiri dari :

1. Sistem penyaluran terpisah (*separated sewer*)

   Pada sistem ini menggunakan dua buah saluran yaitu saluran air buangan dan air hujan (*storm sewer*), dalam aplikasinya saluran ini memisahkan antara kedua air tersebut seperti pada *gravity separated sewer* dan *shallow sewer*.

   Berikut adalah beberapa pertimbangan dalam pemilihan sistem ini, yaitu:

   - Periode antara musim kemarau dan musim hujan setempat lama;
   - Terdapat cukup lahan untuk membuat dua saluran dan secara tidak langsung akan mempengaruhi pada biaya konstruksi;
   - Terdapat perbedaan pengolahan pada ujung sistem yaitu air buangan memerlukan pengolahan terlebih dahulu sedangkan air hujan tidak memerlukan pengolahan;

- Bila salah satu penyaluran membutuhkan sistem pemompaan dan yang lain tidak membutuhkannya; dan
- Terdapat perbedaan debit yang cukup besar antara air buangan dan air hujan.

Keuntungan dari pemakaian sistem ini adalah :

- Dimensi saluran yang diperlukan tidak terlalu besar;
- Penghematan untuk biaya pemompaan;
- Tidak ada *back flow* dan pengaliran tidak terpengaruh pada fluktuasi debit;
- Unit pengolahan air buangan relatif kecil karena tidak tercampur dengan air hujan.

Kerugian dari pemakaian sistem ini adalah :

- Diperlukan dua saluran untuk air buangan dan air hujan;
- Biaya konstruksi, pemeliharaan dan pengoperasian relatif mahal.

2. Sistem penyaluran tercampur (*combined sewer*)

Pada sistem ini hanya menggunakan satu saluran saja, yaitu air buangan dan air hujan dialirkan secara bersamaan di dalam satu saluran.

Berikut adalah beberapa pertimbangan dalam pemilihan sistem ini, yaitu:

- Periode antara musim kemarau dan musim hujan relatif pendek;
- Kemiringan cukup, sehingga penempatan saluran air buangan tidak terlalu jauh dibawah permukaan tanah;
- Lahan yang tersedia tidak mencukupi untuk membuat dua saluran;
- Pada kasus di Indonesia yang sering terjadi adalah keduanya dapat dibuang langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu.

Keuntungan dari pemakaian sistem ini adalah :

- Biaya investasi tidak terlalu besar karena tidak memerlukan dua jaringan penyaluran;
- Terjadi pengenceran bahan organik yang diakibatkan oleh air hujan.

Kerugian dari pemakaian sistem ini adalah :

- Memerlukan unit pengolahan air buangan yang besar;
- Memerlukan bangunan pelengkap tambahan;
- Dimensi saluran yang digunakan lebih besar.

3. *Pseudo separated sewer*

Pada sistem ini pengaliran antara air buangan dan air hujan terpisah, tetapi ada saluran limpahan (sistem *intercep*) yang menghubungkan antara saluran drainase dan saluran air buangan, sehingga di musim hujan akan terjadi pencampuran.

Keuntungan dari pemakaian sistem ini adalah :

- Adanya efek penggelontoran dan pengenceran.

Berdasarkan data *Final Report* YUDP (*Yogyakarta Urban Development Project*, 1992), Sistem Penyaluran Air Buangan Kota Jogjakarta menggunakan sistem terpisah dengan air hujan dengan bentuk saluran bulat telur 20/30 cm – 40/60 cm, beroperasi dengan sistem gravitasi dengan slope pipa rata-rata 0.5%. Secara garis besar SPAB di Jogjakarta didesain berdasarkan pada desain konvensional dimana aspek hidrolis menjadi titik tekan utama. Sistem ini terdiri atas sistem lama (buatan Belanda, 1936-1938), terkonsentrasi pada SPAB

Keraton, dan sistem baru, merupakan perluasan sistem lama, yang terletak antara Sungai Code dan Sungai Winongo. Sedangkan sistem atau jalur baru terutama berada jalur utama (*main sewer*) menuju ke IPAL Pendowoharjo dengan bentuk saluran bulat melingkar.

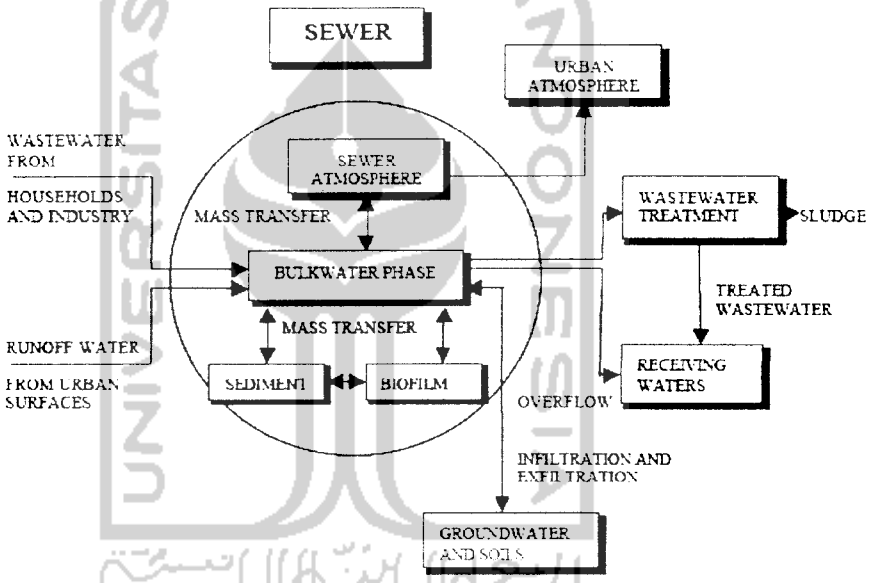
2.5. Sewer sebagai Reaktor Fisik

Sewer adalah saluran bawah tanah (pipa, kontruksi bata, beton dll) untuk membawa *sewage* (material cair/padat, bahan buangan organik) dan atau air hujan menuju pusat pengolahan atau badan air untuk pembuangan. *Sewer* ini memiliki karakteristik yang berbeda dengan saluran air bersih, oleh karena itu memerlukan penanganan yang berbeda pula. Secara garis besar transfer massa *(mass Transfer)* di dalam *sewer* dibagi menjadi empat (4) bagian besar, yaitu : *Bulkwater Phase, Biofilm Phase, Sewer Sediment, Sewer Atmosfer.*

Walaupun telah diketahui bahwa air buangan yang dialirkan melalui SPAB banyak mengandung bahan-bahan organik, tetapi dalam desain umum secara konvensional hanya menitik beratkan pada aspek-aspek hidrolisnya saja (Abdul-Thalib *et al,* 2003). Beberapa aspek tersebut adalah (Metcalf & Eddy, 1981):

1. Debit air buangan
2. Kemiringan pipa
3. Bentuk saluran dan potongan melintang saluran
4. Angka kekasaran pipa
5. Karakter, spesifik gravitasi, dan viskositas cairan

Tujuan dari kajian aspek penurunan konsentrasi TS, TSS dan TDS adalah terutama untuk memperluas fungsi SPAB dari sekedar fungsi transport menjadi fungsi reaktor, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pengolahan awal sebelum air buangan masuk ke IPAL. Hal ini dapat terjadi dengan adanya interaksi transfer massa antar komponen dalam sistem *sewer* sehingga terjadi degradasi bahan organik (Metcalf & Eddy, 1981; Abdul-Thalib, 2003). Keterkaitan antar komponen ini dapat dilihat pada gambar 2.1. dibawah ini.



Gambar 2.1. Interaksi antar komponen di dalam *sewer*

2.6. Konsentrasi *Solid* dalam Air Buangan

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

penelitian ini dibatasi hanya untuk meneliti parameter TS (*total solid*), TSS (*total suspended* solid) dan TDS (*total disolved solid*). Analisa *solid* berfungsi untuk mengontrol proses pengolahan air buangan secara biologi dan fisik serta mengontrol kesesuaian terhadap baku mutu yang telah ditetapkan.

2.6.1. TS (*Total Solid*)

Mengacu pada SNI 06-6989. 26-2005.

2.6.2. TSS (*Total Suspended Solid*)

Mengacu pada SNI M-03. 1989-F.

2.6.3. TDS (*Total Disolved Solid*)

Mengacu pada SNI 06.6989.27.2005.

Tabel 2.2. Konsentrasi *solid* dalam air buangan domestik

Parameter	Satuan	Konsentrasi		
		Low	Medium	High
Total Solid (TS)	mg/L	390	720	1230
Total Disolved Solid (TDS)	mg/L	270	500	860
Fixed	mg/L	160	300	520
Volatile	mg/L	110	200	340
Total Suspended Solid (TSS)	mg/L	120	210	400
Fixed	mg/L	25	50	85
Volatile	mg/L	95	160	315
Settleable solid	mg/L	5	10	20

Sumber : Metclaf & Eddy, 2003

2.7. Penelitian yang Telah Dilakukan Sebelumnya

Sebelum penelitian ini dilakukan telah dilakukan penelitian yang sama yang dilakukan oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) yang bekerja sama

dengan BTLK pada tahun 1994 yang meneliti kadar limbah yang terkandung dalam air buangan domestik kota Jogjakarta yang berlokasi di tiga (3) titik, yaitu :

1. Mantri Jeron.
2. Gedong Tengen.
3. Jetis.

Studi lain yang pernah dilakukan yaitu oleh Hakim (2005), dalam penelitian yang pernah dilakukan terdapat kelemahan dalam saluran primer maupun sekunder terdapat jalur pipa yang tidak terpetakan sehingga mengakibatkan kadar BOD dan COD yang diharapkan semakin berkurang tetapi sebaliknya yaitu terjadi kenaikan, diharapkan dalam setiap perhitungan debit tidak bertolak ukur terhadap banyaknya orang yang dilayani karena hampir semua jaringan di kota Jogjakarta terdapat tambahan air dari pipa penggelontor serta untuk penelitian selanjutnya diharapkan untuk melakukan pengujian terhadap konsentrasi *solid* di dalam penyaluran air buangan.

2.8. Hipotesa

Di dalam Sistem penyaluran Air Buangan (SPAB) kota Jogjakarta dapat terjadi penurunan konsentrasi TS, TSS, dan TDS yang dipengaruhi oleh parameter jarak.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini termasuk penelitian eksperimen skala laboratorium.

3.2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium kualitas lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Jalan Kaliurang Km. 14,5 Sleman Jogjakarta.

Untuk lokasi pengambilan sampling pada Sistem Penyaluran Air Buangan (SPAB) kota Jogjakarta didasarkan pada ruasan yang mempunyai kriteria desain sebagai berikut : lingkungan sekitar saluran tidak terlalu ramai, sehingga memudahkan dalam pengambilan sampling. Lokasi ini terletak di *Ring Road* Selatan di dekat Terminal Giwangan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.1. dibawah ini.

3.3. Objek Penelitian

Pada Penelitian ini obyek penelitian yang akan dilakukan yaitu air limbah pada Sistem Penyaluran Air Buangan (SPAB) kota Jogjakarta.

3.4. Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu :

1. Variabel tetap, yaitu parameter TS, TSS dan TDS

2. Variabel bebas, yaitu variasi suhu (temperatur) saluran, debit air buangan dalam saluran, diameter saluran, jarak dan slope saluran (kemiringan pipa).

3.5. Alat yang Digunakan

Alat-alat uji TS, TSS dan TDS yang antara lain terdiri dari :

1. Neraca analitik;
2. cawan terbuat dari porselen atau platina atau silika;
3. oven;
4. tanur yang dipakai dapat dipanaskan sampai suhu 550^0 C;
5. Kertas saring;
6. Penjepit kertas saring;
7. Penjepit cawan;
8. Alat penyering yang dilengkapi dengan pompa penghisap;
9. penangas air;
10. pipet; dan
11. desikator.

3.6. Metode Analisis Laboratorium dan Perhitungan

3.6.1. Metode Analisis Laboratorium

Dalam penelitian ini untuk mengetahui TS, TSS dan TDS digunakan metode sebagai berikut :

1. TS (*Total Solid*)

   Mengacu pada SNI 06-6989.26-2005

- Perhitungan

$$TS\ mg/L = \frac{(B - A_1) \times 10^6}{ml\ contoh\ uji} \quad \text{..... (pers. 3.1)}$$

dimana :

B = berat tetap (g) cawan berisi padatan total setelah pemanasan 103^0 C – 105^0 C;

A_1 = berat tetap (g) cawan kosong setelah pemanasan 103^0 C – 105^0 C;

2. TSS (*Total Suspended Solid*)

Mengacu pada SNI M-03. 1989-F

- Perhitungan

$$TTS\ mg/L = \frac{(A - B) \times 1000}{c} \quad \text{..... (pers. 3.2)}$$

dimana :

a = Berat filter dan residu sesudah pemanasan 105^0 C (mg)

b = Berat filter kering sesudah pemanasan 105^0 C (mg)

c = Volume sampel (ml)

3. TDS (*Total Disolved Solid*)

Mengacu pada SNI 06.6989.27.2005

- Perhitungan

$$TDS\ mg/L = \frac{(B - A_1) \times 10^6}{ml\ contoh\ uji} \quad \text{..... (pers. 3.3)}$$

dimana :

A_1 = berat tetap (g) cawan kosong setelah pemanasan 180^0C

B = berat tetap (g) cawan berisi padatan terlarut total setelah pemanasan 180^0 C.

3.6.2. Metode Perhitungan

Untuk analisis perhitungan hidrolis di air dengan menggunakan persamaan :

$Q = V \times A$ ..... (pers. 3.4)

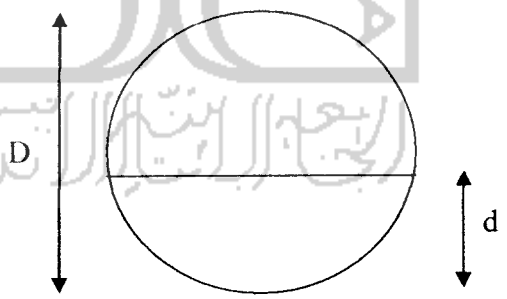
Di mana :

Q = Debit (m^3)

V = Kecepatan (m / dt) di dapat dari perhitungan lapangan

A = Luas area (m^2)

Untuk perhitungan A (luas) dikarenakan berbentuk bulat, maka digunakan rumus :



Gambar 3.4. Saluran berbentuk bulat

Afull = $\frac{1}{4}$ x π x D^2 ..... (pers. 3.5)

d = tinggi renang (m)

Yang kemudian dapat diplotkan ke grafik *hydrolic elemens for circular sewer*, sehingga akan didapatkan area basah.

3.7. Prosedur Pengerjaan

1. TS (*Total Solid*)

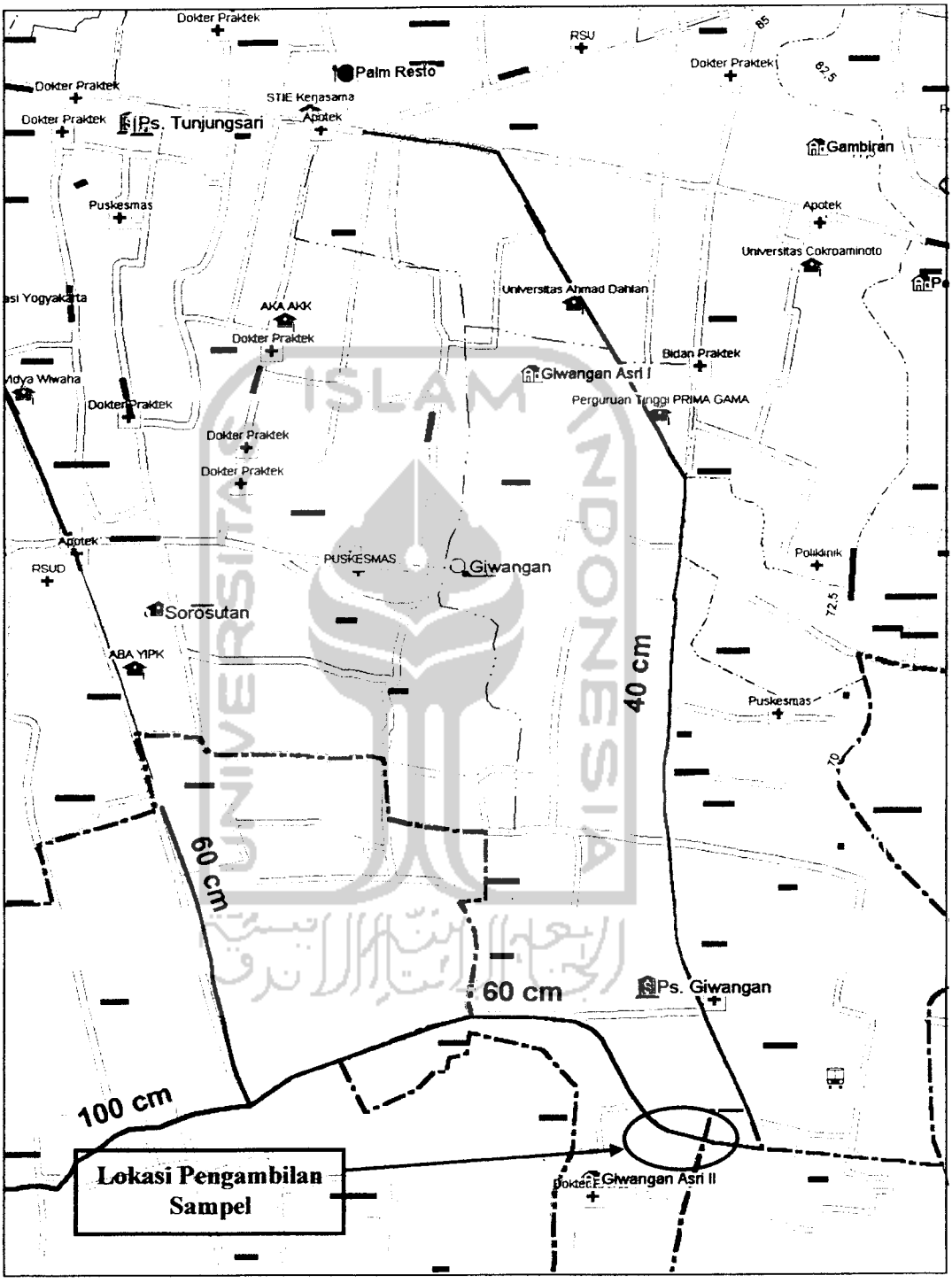
   Mengacu pada SNI 06-6989.26-2005 (Lampiran 1)

2. TSS (*Total Suspended Solid*)

   Mengacu pada SNI M-03. 1989-F (Lampiran 2)

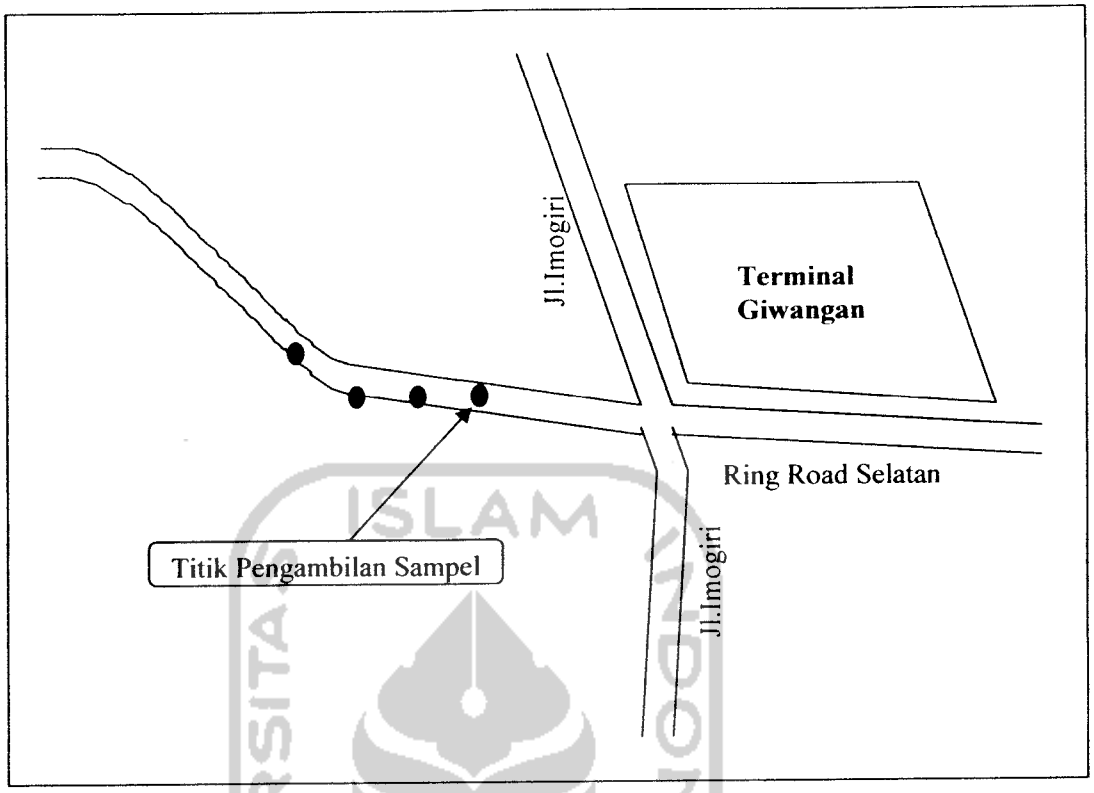
3. TDS (*Total Disolved Solid*)

   Mengacu pada SNI 06.6989.27.2005 (Lampiran 3)

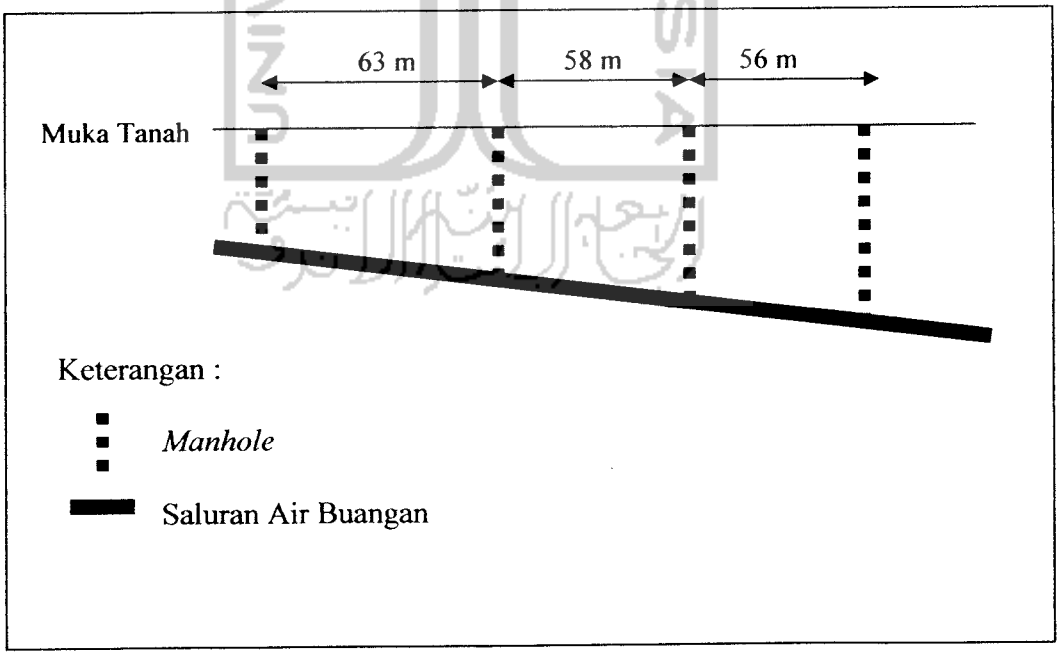


Sumber : YUDP Kota Jogjakarta, 2006

Gambar 3.1. Peta Sistem Penyaluran Air Buangan



Gambar 3.2. Titik Pengambilan Sampel



Gambar 3.3. Jarak antar *Manhole* Pengambilan Sampel

BAB IV

ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Hasil

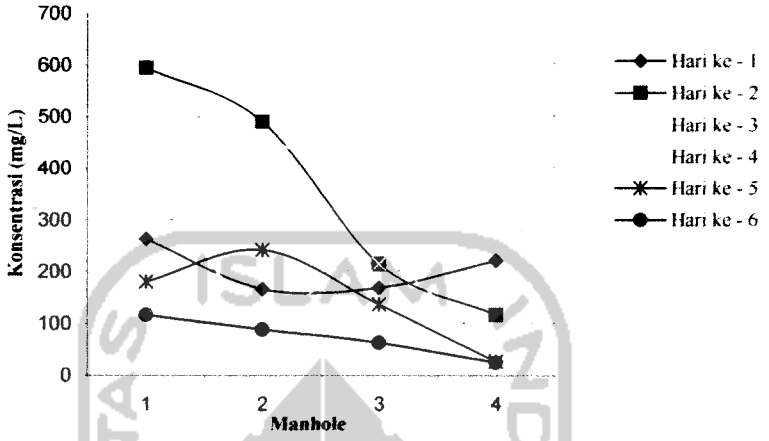
Analisa hasil ini diperoleh dari pengumpulan data di lapangan kemudian dilanjutkan dengan pengujian di laboratorium. Pengujian untuk kadar *solid* ini terdiri dari 3 jenis yaitu (1) pengujian TS (*Total Solid*) yang mengacu pada SNI 06-6989.26-2005, (2) pengujian TSS (*Total Suspended Solid*) yang mengacu pada SNI M-02-1989-F, dan (3) pengujian TDS (*Total Disolved Solid*) mengacu pada SNI 06-6989.27-2005. Setelah semua data diproses kemudian ditabelkan dan dilanjutkan dengan grafik. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel dan grafik di bawah ini :

Tabel 4.1. Konsentrasi TS tiap hari (dalam mg/L)

Lokasi *Manhole*	Hari ke - 1	Hari ke - 2	Hari ke - 3	Hari ke - 4	Hari ke - 5	Hari ke - 6
1	834	1178	1010	870	568	752
2	578	1068	920	686	662	616
3	726	710	832	592	610	540
4	812	572	780	650	518	522

Pada tabel 4.1 di atas dapat dilihat bahwa hasil yang didapat untuk konsentrasi TS sangat fluktuatif yaitu berkisar 518 sampai 1178 mg/L. Konsentrasi tertinggi terjadi pada pengukuran hari ke-2 di *manhole* 1 yaitu sebesar 1178 mg/L dan yang terendah terjadi pada pengukuran hari ke-5 di *manhole* 4. Jika dilihat sekilas dari konsentrasi tertinggi sampai ke rendah dapat diketahui

bahwa terjadi penurunan dari *manhole* 1 sampai 4. Untuk lebih mengenai fluktuasinya dapat dilihat pada gambar 4.1. dibawah ini.

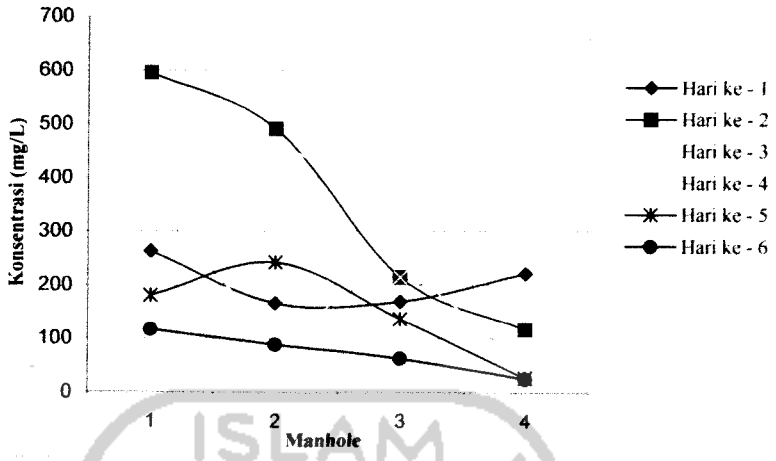


Gambar 4.1. Grafik Konsentrasi TS tiap hari

Tabel 4.2. Konsentrasi TSS tiap hari (dalam mg/L)

Lokasi *Manhole*	Hari ke - 1	Hari ke – 2	Hari ke - 3	Hari ke - 4	Hari ke - 5	Hari ke - 6
1	264	596	536	356	182	118
2	168	492	462	136	244	90
3	170	216	368	216	138	64
4	222	118	320	52	28	26

Pada tabel 4.2 di atas dapat dilihat bahwa hasil yang didapat untuk konsentrasi TSS sangat fluktuatif yaitu berkisar 26 sampai 596 mg/L. Konsentrasi tertinggi terjadi pada pengukuran hari ke-2 di *manhole* 1 yaitu sebesar 596 mg/L dan yang terendah terjadi pada pengukuran hari ke-6 di *manhole* 4. Jika dilihat sekilas dari konsentrasi tertinggi sampai ke rendah dapat diketahui bahwa terjadi penurunan dari *manhole* 1 sampai 4. Untuk lebih mengenai fluktuasinya dapat dilihat pada gambar 4.2. dibawah ini.

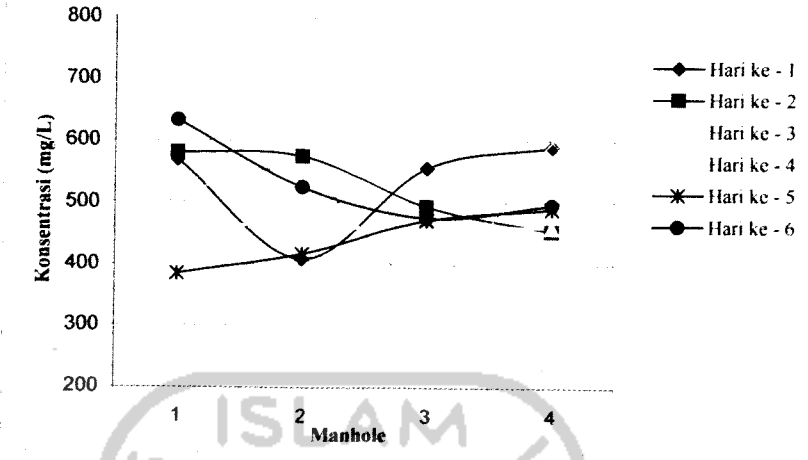


Grafik 4.2. Grafik Konsentrasi TSS tiap hari

Tabel 4.3. Konsentrasi TDS tiap hari (dalam mg/L)

Lokasi *Manhole*	Hari ke - 1	Hari ke – 2	Hari ke - 3	Hari ke - 4	Hari ke - 5	Hari ke - 6
1	570	582	474	514	386	634
2	410	576	458	550	418	526
3	556	494	464	376	472	476
4	590	454	460	598	490	496

Pada tabel 4.3 di atas dapat dilihat bahwa hasil yang didapat untuk konsentrasi TDS sangat fluktuatif yaitu berkisar 376 sampai 634 mg/L. Konsentrasi tertinggi terjadi pada pengukuran hari ke-6 di *manhole* 1 yaitu sebesar 634 mg/L dan yang terendah terjadi pada pengukuran hari ke-4 di *manhole* 3. Jika dilihat sekilas dari konsentrasi tertinggi sampai ke rendah dapat diketahui bahwa terjadi penurunan dari *manhole* 1 sampai 3, sedangkan untuk *manhole* 4 mengalami kenaikan. Untuk lebih mengenai fluktuasinya dapat dilihat pada gambar 4.3. dibawah ini.



Grafik 4.3. Grafik Konsentrasi TDS tiap hari

4.2. Uji Statistik

Untuk menguji hasil analisa di atas diperlukan suatu uji statistik untuk mendukung hipotesa yang telah dibuat. Pengujian statistik yang digunakan adalah Uji T atau *T-Test* (untuk perhitungan yang lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran 4). Berikut ini adalah Pengujian *T-Test* untuk setiap parameter analisa :

4.2.1. *T-Test* untuk Analisa TS (*Total Solid*)

Setelah dilakukan pengujian statistik menggunakan metode *T-Test* (dapat dilihat pada lampiran) didapatkan hasil sebagai berikut :

Membandingkan t tabel (t *critical*) dengan t hitung (t *stat*) yaitu :

a. - 2.228138842 < 0.972147753 < 2.228138842

b. - 2.228138842 < 0.955518214 < 2.228138842

c. - 2.228138842 < 0.380287873 < 2.228138842, maka Ho diterima dan Ha ditolak

Kesimpulan :

Ha : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TS pada tiap *manhole* DITOLAK

Ho : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TS pada tiap *manhole* DITERIMA

4.2.2. *T-Test* untuk Analisa TSS (*Total Suspended Solid*)

Membandingkan t tabel (t *critical*) dengan t hitung (t *stat*) yaitu :

a. - 2.228138842 < 0.729154881 < 2.228138842

b. - 2.228138842 < 0.858828545 < 2.228138842

c. - 2.228138842 < 1.053250871 < 2.228138842, maka Ho diterima dan Ha ditolak

Kesimpulan :

Ha : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada tiap *manhole* DITOLAK

Ho : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada tiap *manhole* DITERIMA

4.2.3. *T-Test* untuk Analisa TDS (*Total Disolved Solid*)

Membandingkan t tabel (t *critical*) dengan t hitung (t *stat*) yaitu :

a. - 2.228138842 < 0.800569132 < 2.228138842

b. - 2.228138842 < 0.44687767 < 2.228138842

c. - 2.228138842 < -1.185241511 < 2.228138842, maka Ho diterima dan Ha ditolak

Kesimpulan :

Ha : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TDS pada tiap *manhole* DITOLAK

Ho : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TDS pada tiap *manhole* DITERIMA

4.3. Pembahasan

Berdasarkan evaluasi dari hasil pemeriksaan TS, TSS dan TDS yang ditunjukkan pada tabel dan grafik 4.1, 4.2 dan 4.3 di atas, secara garis besar dapat dijelaskan sebagai berikut :

4.3.1. Perubahan Konsentrasi TS,TSS dan TDS terhadap Jarak antar *Manhole*

Dari hasil pemeriksaan konsentrasi TS, TSS dan TDS yang dilakukan pada saluran air buangan Kota Jogjakarta yang berlokasi di *Ring Road* Giwangan (untuk lebih jelas mengenai lokasi dapat dilihat pada lampiran). Pemeriksaan ini dilakukan selama 6 hari berturut yang dimulai dari tanggal 10 sampai 15 Juli 2006 pada pukul 09.00 WIB, pemeriksaan ini mengalami fluktuasi baik penurunan maupun kenaikan seperti yang terlihat pada gambar 4.1, 4.2, dan 4.3 di atas. Dari gambar tersebut dibuatlah persentase penurunan/kenaikan untuk TS, TSS dan TDS yang dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.4. Persentase Perubahan Konsentrasi TS Tiap Hari terhadap Jarak antar *Manhole*

Lokasi *Manhole*	Jarak (m)	Persentase Perubahan Konsentrasi TS						Rata-rata
		Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	
I - II	63	30.70	9.34	8.91	21.15	-16.55	18.09	11.94
II - III	58	-25.61	33.52	9.57	13.70	7.85	12.34	8.56
III - IV	56	-11.85	19.44	6.25	-9.80	15.08	3.33	3.74

Keterangan : tanda (–) menunjukkan kenaikan
tanda (+) menunjukkan penurunan

Dilihat dari tabel 4.4. di atas bahwa *manhole* I ke II dengan jarak 63 m mempunyai persentase penurunan konsentrasi rata-rata tertinggi yaitu sebesar 11.94%. Jika dilihat setiap harinya pada lokasi *manhole* I ke II penurunan tertinggi terjadi pada hari ke 1 yaitu sebesar 30.70% dan kenaikan tertinggi terjadi pada hari ke 5 sebesar 16.55%. *Manhole* II ke III dengan jarak 58 m mempunyai persentase penurunan konsentrasi rata-rata yaitu sebesar 8.56% dan jika diperhatikan per harinya terjadi penurunan tertinggi pada hari ke 2 sebesar 33.52% dan kenaikan tertinggi pada hari ke 1 sebesar 25.61%. *Manhole* III ke IV dengan jarak 56 m mempunyai persentase penurunan konsentrasi rata-rata terendah dibandingkan dengan yang lainnya yaitu sebesar 3.74% dan jika diperhatikan per harinya terjadi penurunan tertinggi pada hari ke 2 sebesar 19.44% dan kenaikan tertinggi pada hari ke 1 sebesar 11.85%. Dari evaluasi di atas dapat ditarik kesimpulan untuk laju konsentrasi TS (*Total Solid*) terjadi penurunan tertinggi pada *manhole* I ke II, kemudian diikuti dengan *manhole* II ke III dan *manhole* III ke IV. Maka persentase penurunan konsentrasi TS ini berbanding lurus dengan jarak antar *manhole* yaitu semakin besar jarak antar *manhole* maka akan semakin tinggi tingkat penurunannya dan sebaliknya.

Tabel 4.5. Persentase Perubahan Konsentrasi TSS Tiap Hari terhadap Jarak antar *Manhole*

Lokasi *Manhole*	Jarak (m)	Persentase Perubahan Konsentrasi TSS						Rata-rata
		Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	
I - II	63	36.36	17.45	13.81	61.80	-34.07	23.73	19.85
II - III	58	-1.19	56.10	20.35	-58.82	43.44	28.89	14.79
III - IV	56	-30.59	45.37	13.04	75.93	79.71	59.37	40.47

Keterangan : tanda (–) menunjukkan kenaikan
tanda (+) menunjukkan penurunan

Dilihat dari tabel 4.5. di atas bahwa *manhole* I ke II dengan jarak 63 m mempunyai persentase penurunan konsentrasi rata-rata yaitu sebesar 19.85%. Jika dilihat setiap harinya pada lokasi *manhole* I ke II penurunan tertinggi terjadi pada hari ke 4 yaitu sebesar 61.80% dan kenaikan tertinggi terjadi pada hari ke 5 sebesar 34.07%. *Manhole* II ke III dengan jarak 58 m mempunyai persentase penurunan konsentrasi rata-rata terendah yaitu sebesar 40.47% dan jika diperhatikan per harinya terjadi penurunan tertinggi pada hari ke 2 sebesar 56.10% dan kenaikan tertinggi pada hari ke 4 sebesar 58.82%. *Manhole* III ke IV dengan jarak 56 m mempunyai persentase penurunan konsentrasi rata-rata tertinggi dibandingkan dengan yang lainnya yaitu penurunan sebesar 14.79% dan jika diperhatikan per harinya terjadi penurunan tertinggi pada hari ke 5 sebesar 79.71 % dan kenaikan tertinggi pada hari ke 1 sebesar 30.59 %. Dari evaluasi di atas dapat ditarik kesimpulan untuk laju konsentrasi TSS (*Total Suspended Solid*) terjadi penurunan tertinggi pada *manhole* III ke IV, kemudian diikuti dengan *manhole* I ke II dan *manhole* II ke III. Maka persentase penurunan konsentrasi TSS ini tidak berbanding lurus dengan jarak antar *manhole*.

Tabel 4.6. Persentase Perubahan Konsentrasi TDS Tiap Hari terhadap Jarak antar *Manhole*

Lokasi *Manhole*	Jarak (m)	Persentase Perubahan Konsentrasi TDS						Rata-rata
		Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	
I - II	63	28.07	1.03	3.38	-7.00	-8.29	17.03	5.70
II - III	58	-35.61	14.24	-1.31	31.64	-12.92	9.51	0.92
III - IV	56	-6.12	8.10	0.86	-59.04	-3.81	-4.20	-10.70

Keterangan : tanda (–) menunjukkan kenaikan
tanda (+) menunjukkan penurunan

Dilihat dari tabel 4.6. di atas bahwa *manhole* I ke II dengan jarak 63 m mempunyai persentase penurunan konsentrasi rata-rata tertinggi yaitu sebesar 5.70%. Jika dilihat setiap harinya pada lokasi *manhole* I ke II penurunan tertinggi terjadi pada hari ke 1 yaitu sebesar 28.07% dan kenaikan tertinggi terjadi pada hari ke 5 sebesar 8.29%. *Manhole* II ke III dengan jarak 58 m mempunyai persentase penurunan konsentrasi rata-rata yaitu sebesar 0.92% dan jika diperhatikan per harinya terjadi penurunan tertinggi pada hari ke 4 sebesar 31.64% dan kenaikan tertinggi pada hari ke 1 sebesar 35.61%. Pada *Manhole* III ke IV dengan jarak 56 m mengalami kenaikan dengan persentase kenaikan konsentrasi rata-rata yaitu sebesar 10.70% dan jika diperhatikan per harinya terjadi penurunan tertinggi pada hari ke 2 sebesar 8.10% dan kenaikan tertinggi pada hari ke 4 sebesar 59.04 %. Pada *Manhole* III ke IV rata-rata setiap harinya mengalami kenaikan kecuali pada hari ke 2 dan 3, itu pun mengalami penurunan yang cukup kecil. Dari evaluasi di atas dapat ditarik kesimpulan untuk persentase penurunan/kenaikan konsentrasi TDS (*Total Solid*) terjadi penurunan tertinggi pada *manhole* I ke II, kemudian diikuti dengan *manhole* II ke III dan sebaliknya

pada *manhole* III ke IV terjadi kenaikan. Maka persentase penurunan konsentrasi TDS ini tidak berbanding lurus dengan jarak antar *manhole*.

Pada tabel 4.7, 4.8 dan 4.9 di bawah ini dapat dilihat persentase perubahan setiap parameter yang diuji pada setiap saluran per meter jaraknya.

Tabel 4.7. Persentase Perubahan Konsentrasi TS terhadap jarak (m)

Lokasi	Jarak (m)	Persentase Perubahan Konsentrasi TS						Rata-rata
		Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	
I - II	63	0.49	0.15	0.14	0.34	-0.26	0.29	0.19
II - III	58	-0.44	0.58	0.16	0.24	0.14	0.21	0.15
III - IV	56	-0.21	0.35	0.11	-0.17	0.27	0.06	0.07

Keterangan : tanda (–) menunjukkan kenaikan
tanda (+) menunjukkan penurunan

Tabel 4.8. Persentase Perubahan Konsentrasi TSS terhadap jarak (m)

Lokasi	Jarak (m)	Persentase Perubahan Konsentrasi TSS						Rata-rata
		Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	
I - II	63	0.58	0.28	0.22	0.98	-0.54	0.38	0.32
II - III	58	-0.02	0.97	0.35	-1.01	0.75	0.50	0.26
III - IV	56	-0.55	0.81	0.23	1.36	1.42	1.06	0.72

Keterangan : tanda (–) menunjukkan kenaikan
tanda (+) menunjukkan penurunan

Tabel 4.9. Persentase Perubahan Konsentrasi TDS terhadap jarak (m)

Lokasi	Jarak (m)	Persentase Perubahan Konsentrasi TDS						Rata-rata
		Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	
I - II	63	0.45	0.02	0.05	-0.11	-0.13	0.27	0.09
II - III	58	-0.61	0.25	-0.02	0.55	-0.22	0.16	0.02
III - IV	56	-0.11	0.02	-1.05	-0.07	-0.08	-0.19	-0.25

Keterangan : tanda (–) menunjukkan kenaikan
tanda (+) menunjukkan penurunan

4.3.2. Perbandingan antara Tingkat Perubahan Konsentrasi TS,TSS dan TDS dengan Slope

Pada bagian ini akan membandingkan antara persentase perubahan konsentrasi TS, TSS dan TDS yang telah didapat dengan slope saluran yang menghubungkan satu *manhole* dengan *manhole* lainnya. Untuk lebih lebih jelasnya mengenai keterkaitan tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.10. Perbandingan Persentase Perubahan Konsentrasi TS Tiap Hari dengan Slope (Kemiringan saluran)

Lokasi *Manhole*	Slope (m/m)	Persentase Perubahan Konsentrasi TS (%)						Rata-rata
		Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	
I - II	0.00094	30.70	9.34	8.91	21.15	-16.55	18.09	11.94
II - III	0.00078	-25.61	33.52	9.57	13.70	7.85	12.34	8.56
III - IV	0.00080	-11.85	19.44	6.25	-9.80	15.08	3.33	3.74

Keterangan : tanda (–) menunjukkan kenaikan
tanda (+) menunjukkan penurunan

Dari tabel di atas dapat dilihat perbedaan slope yang tidak begitu signifikan, slope ini didapatkan dari pengamatan dan pengukuran di lapangan. Ini berbeda dengan slope yang tercantum di gambar perencanaan yang ada di Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Jogjakarta yaitu sebesar 0.0009 m/m (untuk lebih jelas dapat dilihat pada lampiran). Perbedaan seperti ini sering terjadi karena perencanaan dengan apa yang terjadi di lapangan dapat saja mengalami perbedaan, mungkin karena penyesuaian dengan kondisi lapangan atau kondisi lainnya yang memaksakan terjadinya perbedaan ini. Seharusnya jika hal ini terjadi pihak pengelola harus membuat dua buah peta yaitu peta perencanaan dan peta kondisi lapangan setelah pembangunan.

Dari hasil evaluasi tabel 4.10. di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa saluran yang memiliki slope (kemiringan) lebih besar memiliki rata-rata persentase penurunan konsentrasi lebih besar pula (ditunjukkan pada *manhole* I ke II), kecuali pada *manhole* III ke IV. Hal ini dapat terjadi karena berbagai faktor seperti laju pengaliran (kecepatan) dan variasi waktu pengambilan sampel pada tiap *manhole* yang berbeda-beda.

Tabel 4.11. Perbandingan Persentase Perubahan Konsentrasi TSS Tiap Hari dengan Sloope (Kemiringan saluran)

Lokasi *Manhole*	Slope (m/m)	Persentase Perubahan Konsentrasi TSS (%)						Rata-rata
		Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	
I - II	0.00094	36.36	17.45	13.81	61.80	-34.07	23.73	19.85
II - III	0.00078	-1.19	56.10	20.35	-58.82	43.44	28.89	14.79
III - IV	0.00080	-30.59	45.37	13.04	75.93	79.71	59.37	40.47

Keterangan : tanda (–) menunjukkan kenaikan
tanda (+) menunjukkan penurunan

Hasil evaluasi tabel 4.11. di atas menunjukkan hubungan yang sama seperti pada laju konsentrasi TS di atas yaitu khusus pada *manhole* I ke II dan II ke III laju penurunan konsentrasi TSS berbanding lurus dengan slope yang dimiliki saluran tersebut. Hal ini tidak berlaku pada *manhole* III ke IV yang menunjukkan laju penurunan rata-rata yang cukup signifikan.

Tabel 4.12. Perbandingan Persentase Perubahan Konsentrasi TDS Tiap Hari dengan Slope (Kemiringan saluran)

Lokasi *Manhole*	Slope (m/m)	Persentase Perubahan Konsentrasi TDS (%)						Rata-rata
		Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	
I - II	0.00094	28.07	1.03	3.38	-7.00	-8.29	17.03	5.70
II - III	0.00078	-35.61	14.24	-1.31	31.64	-12.92	9.51	0.92
III - IV	0.00080	-6.12	8.10	0.86	-59.04	-3.81	-4.20	-10.70

Keterangan : tanda (–) menunjukkan kenaikan
tanda (+) menunjukkan penurunan

Hasil evaluasi tabel 4.12. di atas menunjukkan hubungan yang sama seperti pada laju konsentrasi TSS di atas yaitu khusus pada *manhole* I ke II dan II ke III laju penurunan konsentrasi TDS berbanding lurus dengan slope yang dimiliki saluran tersebut. Hal ini tidak berlaku pada *manhole* III ke IV yang menunjukkan laju kenaikan rata-rata yang cukup signifikan. Hal ini dapat terjadi karena berbagai faktor yaitu salah satunya akibat dari laju pengaliran yang akan ditunjukkan pada tabel 4.13 dibawah ini :

Tabel 4.13. Kecepatan Aliran pada tiap *manhole*

Lokasi *Manhole*	Slope (m/m)	Jarak (m)	Kecepatan Aliran (m/s)						Rata-rata
			Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	
I - II	0.00094	63	0.092	0.117	0.098	0.111	0.124	0.141	0.114
II - III	0.00078	58	0.124	0.146	0.136	0.150	0.151	0.180	0.148
III - IV	0.00080	56	0.136	0.134	0.131	0.141	0.136	0.167	0.141

Dari evaluasi kecepatan pengaliran pada tabel di atas dapat dilihat bahwa kecepatan yang ada tidak berbanding lurus dengan slope saluran. Hal ini bertolak belakang dengan teori yang ada bahwa semakin besar slope maka akan semakin besar pula kecepatannya (pada rumus *Manning*). Perbedaan ini dapat terjadi karena berbagai kemungkinan seperti angka kekasaran *Manning* (n) dan tinggi renang (d) yang berbeda-beda, serta faktor pengukuran di lapangan yang kurang akurat. Kecepatan minimum yang ada di dalam saluran air buangan adalah 0.6 m/s atau 2.0 ft/s (Metcalf & Eddy, 1981). Kecepatan dibawah 0.6 m/s ini akan menyebabkan terjadinya pengendapan di dalam saluran dan bila endapan sudah terbentuk dalam jumlah besar akan menghambat aliran serta mengakibatkan tersumbatnya saluran. Adanya endapan yang berbeda-beda pada setiap saluran merupakan salah satu faktor terjadinya perbedaan pada hasil pemeriksaan.

4.3.3. Laju Perubahan Beban TS, TSS dan TDS di dalam Saluran Air Buangan

Hasil perhitungan beban TS, TSS dan TDS pada saluran air buangan kota Jogjakarta berdasarkan besarnya debit yang mengalir pada saluran maka didapat beban TS, TSS dan TDS dari daerah yang dilayani. Jika dibandingkan dengan jumlah penduduk pelayanan maka akan didapat beban TS, TSS dan TDS per orang. Untuk mengetahui besarnya debit digunakan persamaan 3.4 (untuk contoh perhitungan dapat dilihat pada lampiran 5). Berikut ini adalah debit harian tiap saluran.

Tabel 4.14. Debit Harian Tiap Saluran

Hari	Lokasi Manhole		
	I - II	II - III	III - IV
1	11.508	12.622	13.894
2	15.152	14.912	13.261
3	11.303	13.409	12.964
4	14.187	16.063	16.345
5	16.128	16.224	14.175
6	18.339	19.393	17.471

Debit yang didapat merupakan hasil perhitungan dari data-data yang didapat di lapangan seperti slope (s), kecepatan (v), tinggi renang (d) dan lain sebagainya, maka debit yang didapat akan berbeda-beda setiap salurannya. Dengan tingkat perbedaan rata-rata sekitar 1.76% per saluran per harinya. Perbedaan ini dapat dimungkinkan karena ketidak akuratan dalam pengukuran di lapangan. Hasil perhitungan beban TS, TSS dan TDS pada saluran air buangan kota Jogjakarta yang didapat dijelaskan pada tabel 4.14 dan 4.15 di bawah ini.

Tabel 4.15. Beban untuk Parameter TS, TSS dan TDS (dalam kg/hari)

Lokasi Manhole	Hari ke-1			Hari ke-2			Hari ke-3			Hari ke-4			Hari ke-5			Hari ke-6		
	TS	TSS	TDS	TS	TSS	TDS	TS	TSS	TDS	TS	TSS	TDS	TS	TSS	TDS	TS	TSS	TDS
1	829.214	262.485	566.729	1542.180	780.254	761.926	986.316	523.431	462.885	1066.382	436.359	630.023	791.469	253 605	537.865	1191.519	186.967	1004.552
2	574.683	167.036	407.647	1398.174	644.102	754.071	898.426	451.166	447.260	840.848	166.699	674.149	922.452	339.997	582.454	976.031	142.602	833.429
3	791.711	185.387	606.324	914.755	278.292	636.463	963.911	426.345	537.566	821.585	299.768	521.818	855.060	193.440	661.620	904.817	107.238	797.579
4	974.759	266.498	708.261	655.353	135.195	520.157	873.655	358.423	515.233	917.957	73.437	844.521	634.420	34.293	600.127	787.943	39.246	748.697

Tabel 4.16. Beban untuk Parameter TS, TSS dan TDS per orang (dalam kg/hari/orang)

Lokasi Manhole	Σ Pelayanan	Hari ke-1			Hari ke-2			Hari ke-3			Hari ke-4			Hari ke-5			Hari ke-6		
		TS	TSS	TDS	TS	TSS	TDS	TS	TSS	TDS	TS	TSS	TDS	TS	TSS	TDS	TS	TSS	TDS
1	2890	0.287	0.091	0.196	0.534	0.270	0.264	0.341	0.181	0.160	0.369	0.151	0.218	0.274	0.088	0.186	0.412	0.065	0.348
2	2890	0.199	0.058	0.141	0.484	0.223	0.261	0.311	0.156	0.155	0.291	0.058	0.233	0.319	0.118	0.202	0.338	0.049	0.288
3	2890	0.274	0.064	0.210	0.317	0.096	0.220	0.334	0.148	0.186	0.284	0.104	0.181	0.296	0.067	0.229	0.313	0.037	0.276
4	2890	0.337	0.092	0.245	0.227	0.047	0.180	0.302	0.124	0.178	0.318	0.025	0.292	0.220	0.012	0.208	0.273	0.014	0.259

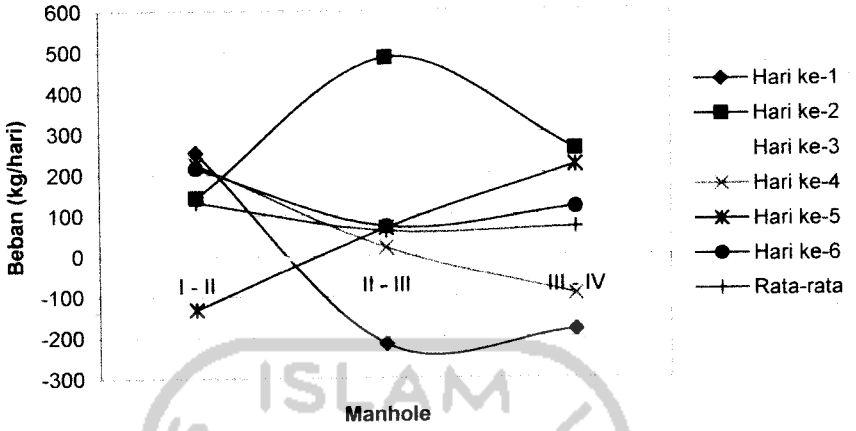
Jika diperhatikan dari hasil pada tabel 4.14 dan 4.15 di atas bahwa beban TS, TSS dan TDS yang ada di dalam saluran air buangan sangat besar sehingga diperlukan perhatian khusus dari semua pihak terutama pengelola saluran. Agar pencemar-pencemar tersebut tidak mencemari wilayah yang dilewati oleh saluran yang akan menyebabkan masalah pencemaran yang sangat berbahaya bagi lingkungan maupun manusia. Karena jika diperhatikan sistem penyaluran air buangan kota Jogjakarta yang tidak seluruh keluarannya masuk ke Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Sewon Bantul, hanya sekitar 80% saja. Sedangkan sisanya dialirkan ke badan air penerima seperti : Sungai Code, Gajah Wong, dan Sungai Winongo, sehingga persentase untuk mencemari badan air penerima sangatlah besar (Hakim, 2005).

Dari tabel 4.14 di atas maka dapat diketahui laju beban untuk parameter TS, TSS dan TDS setiap salurannya. Dari laju beban tersebut maka dapat diketahui kenaikan dan penurunan beban TS, TSS dan TDS yang nantinya akan dihubungkan dengan parameter jarak untuk mengetahui penurunan dan kenaikan setiap satuan panjangnya. Berikut ini adalah tabel 4.17, 4.18 dan 4.19 yang menunjukkan laju beban TS, TSS dan TDS untuk setiap saluran :

Tabel 4.17. Laju Perubahan Beban TS tiap Saluran

Lokasi Manhole	Laju Perubahan Beban TS (kg/hari)						Rata-rata
	Hari ke 1	Hari ke 2	Hari ke 3	Hari ke 4	Hari ke 5	Hari ke 6	
I - II	254.531	144.007	87.890	225.534	-130.983	215.487	132.744
II - III	-217.028	483.419	-65.484	19.263	67.392	71.215	59.796
III - IV	-183.048	259.402	90.255	-96.372	220.640	116.874	67.959
						Rata-rata	86.833

Keterangan : tanda (–) menunjukkan kenaikan
tanda (+) menunjukkan penurunan

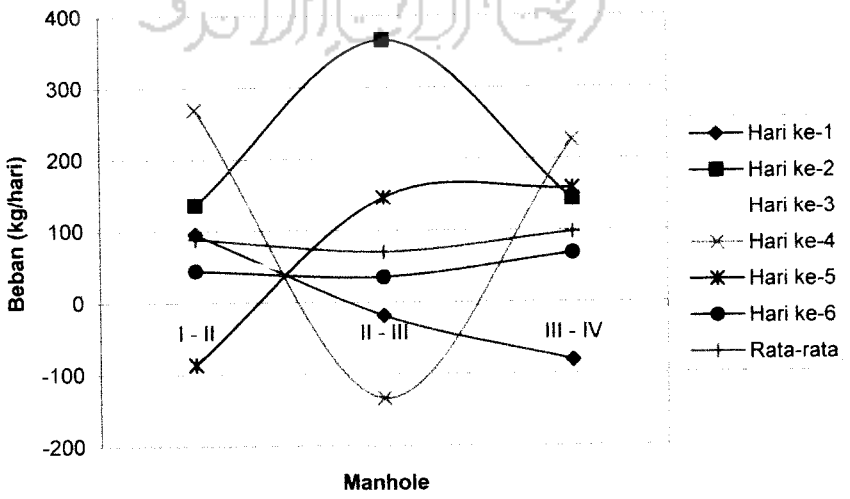


Gambar 4.4. Grafik Laju Perubahan Beban TS tiap Saluran

Tabel 4.18. Laju Perubahan Beban TSS tiap Saluran

Lokasi Manhole	Laju Perubahan Beban TSS (kg/hari)						Rata-rata
	Hari ke 1	Hari ke 2	Hari ke 3	Hari ke 4	Hari ke 5	Hari ke 6	
I - II	95.449	136.152	72.265	269.660	-86.393	44.365	88.583
II - III	-18.351	365.811	24.821	-133.069	146.558	35.364	70.189
III - IV	-81.111	143.096	67.922	226.331	159.147	67.991	97.229
						Rata-rata	85.334

Keterangan : tanda (–) menunjukkan kenaikan
tanda (+) menunjukkan penurunan

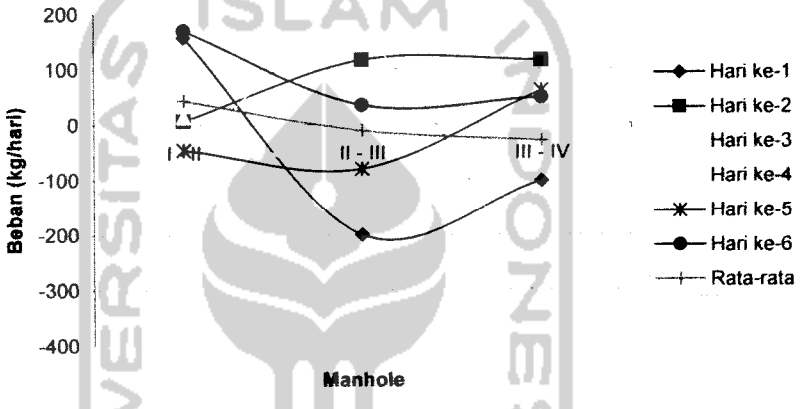


Gambar 4.5. Grafik Laju Perubahan Beban TSS tiap Saluran

Tabel 4.19. Laju Perubahan Beban TDS tiap Saluran

Lokasi Manhole	Laju Perubahan Beban TDS (kg/hari)						Rata-rata
	Hari ke 1	Hari ke 2	Hari ke 3	Hari ke 4	Hari ke 5	Hari ke 6	
I - II	159.082	7.855	15.625	-44.126	-44.590	171.122	44.161
II - III	-198.677	117.608	-90.306	152.332	-79.166	35.850	-10.393
III - IV	-101.936	116.306	22.333	-322.703	61.493	48.882	-29.271
						Rata-rata	1.499

Keterangan : tanda (–) menunjukkan kenaikan
tanda (+) menunjukkan penurunan



Gambar 4.6. Grafik Laju Perubahan Beban TDS tiap Saluran

Untuk mempermudah pembahasan mengenai laju beban TS, TSS dan TDS ini maka dibagi kedalam beberapa sub bab sebagai berikut :

4.3.4. Laju Perubahan Beban TS, TSS dan TDS terhadap Jarak antar *Manhole*

Mengacu pada tabel 4.16, 4.17 dan 4.18 di atas maka dibuatlah hubungan antara laju penurunan/kenaikan beban TS, TSS dan TDS dengan parameter jarak antar *manhole*.

Untuk laju perubahan beban TS dapat dilihat bahwa angka tertinggi untuk penurunan beban TS terjadi pada hari ke-2 lokasi *manhole* II-III sebesar 483.419 kg/hari sedangkan untuk penambahan beban TS tertinggi terjadi pada hari ke-1 lokasi *manhole* II-III yaitu sebesar 217.028 kg/hari. Jika dibandingkan antara jarak dengan penurunan beban TS dapat diketahui bahwa untuk *manhole* I-II dengan jarak sejauh 63 m didapat angka tertinggi penurunan sebesar 254.531 kg/hari yang terjadi pada hari ke-1. Untuk *manhole* II-III dengan jarak sejauh 58 m didapat angka tertinggi penurunan sebesar 483.419 kg/hari yang terjadi pada hari ke-2. Untuk *manhole* III-IV dengan jarak sejauh 56 m didapat angka tertinggi penurunan sebesar 259.402 kg/hari yang terjadi pada hari ke-2

Untuk laju perubahan beban TSS dapat dilihat bahwa angka tertinggi untuk penurunan beban TSS terjadi pada hari ke-2 lokasi *manhole* II-III sebesar 365.811 kg/hari sedangkan untuk penambahan beban TSS tertinggi terjadi pada hari ke-4 lokasi *manhole* II-III yaitu sebesar 133.069 kg/hari. Jika dibandingkan antara jarak dengan penurunan beban TSS dapat dilihat bahwa untuk *manhole* I-II dengan jarak sejauh 63 m didapat angka tertinggi penurunan sebesar 269.660 kg/hari yang terjadi pada hari ke-4. Untuk *manhole* II-III dengan jarak sejauh 58 m didapat angka tertinggi penurunan sebesar 365.811 kg/hari yang terjadi pada hari ke-2. Untuk *manhole* III-IV dengan jarak sejauh 56 m didapat angka tertinggi penurunan sebesar 226.331 kg/hari yang terjadi pada hari ke-4.

Untuk laju perubahan beban TDS dapat dilihat bahwa angka tertinggi untuk penurunan beban TDS terjadi pada hari ke-1 lokasi *manhole* I-II sebesar 171.122 kg/hari sedangkan untuk penambahan beban TDS tertinggi terjadi pada

hari ke-4 lokasi *manhole* II-III yaitu sebesar 198.677 kg/hari. Jika dibandingkan antara jarak dengan penurunan beban TDS dapat dilihat bahwa untuk *manhole* I-II dengan jarak sejauh 63 m didapat angka tertinggi penurunan sebesar 171.122 kg/hari yang terjadi pada hari ke-1. Untuk *manhole* II-III dengan jarak sejauh 58 m didapat angka tertinggi penurunan sebesar 152.332 kg/hari yang terjadi pada hari ke-4. Untuk *manhole* III-IV dengan jarak sejauh 56 m didapat angka tertinggi penurunan sebesar 116.306 kg/hari yang terjadi pada hari ke-2. Dilihat dari data di atas terjadinya penurunan beban TDS tertinggi terjadi pada lokasi *manhole* I-II dikarenakan jalur yang ditempuh air imbah mempunyai jarak yang paling jauh yaitu sebesar 63 m dibandingkan dengan jalur-jalur yang lainnya. Sehingga waktu tunggu air limbah di dalam saluran semakin banyak, ini mengakibatkan terjadinya proses penguraian secara fisik semakin baik.

Untuk mempermudah analisa mengenai laju perubahan beban TS, TSS dan TDS terhadap jarak antar *manhole*, maka dibuatlah penurunan/kenaikan per satuan jarak. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.20. Laju Perubahan Beban TS per meter

Lokasi Manhole	Jarak	Laju Perubahan Beban TS (kg/hari/m)						Rata-rata
		Hari ke 1	Hari ke 2	Hari ke 3	Hari ke 4	Hari ke 5	Hari ke 6	
I - II	63	4.040	2.286	1.395	3.580	-2.079	3.420	2.107
II - III	58	-3.742	8.335	-1.129	0.332	1.162	1.228	1.031
III - IV	56	-3.269	4.632	1.612	-1.721	3.940	2.087	1.214
							Rata-rata	1.4505

Tabel 4.21. Laju Perubahan Beban TSS per meter

Lokasi Manhole	Jarak	Laju Perubahan Beban TSS (kg/hari/m)						Rata-rata
		Hari ke 1	Hari ke 2	Hari ke 3	Hari ke 4	Hari ke 5	Hari ke 6	
I - II	63	1.515	2.161	1.147	4.280	-1.371	0.704	1.406
II - III	58	-0.316	6.307	0.428	-2.294	2.527	0.610	1.210
III - IV	56	-1.448	2.555	1.213	4.042	2.842	1.214	1.736
							Rata-rata	1.4508

Tabel 4.22. Laju Perubahan Beban TDS per meter

Lokasi Manhole	Jarak	Laju Perubahan Beban TDS (kg/hari/m)						Rata-rata
		Hari ke 1	Hari ke 2	Hari ke 3	Hari ke 4	Hari ke 5	Hari ke 6	
I - II	63	2.525	0.125	0.248	-0.700	-0.708	2.716	0.701
II - III	58	-3.425	2.028	-1.557	2.626	-1.365	0.618	-0.179
III - IV	56	-1.820	2.077	0.399	-5.763	1.098	0.873	-0.523
							Rata-rata	-0.0003

Dari tabel 4.19, 4.20 dan 4.21 di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa laju perubahan beban dari *manhole* I-IV adalah sebagai berikut : (1) untuk beban TS terjadi penurunan sebesar 1.4505 kg/hari/m; (2) untuk TSS terjadi penurunan sebesar 1.4508 kg/hari/m; dan (3) untuk TDS mengalami kenaikan sebesar 0.0003 kg/hari/m. Nilai penurunan dan kenaikan tersebut didapatkan dari rata-rata sederhana (*mean* sederhana) yang dilakukan terhadap rata-rata laju perubahan setiap saluran. Ini dilakukan untuk mempermudah kegiatan analisa dan penarikan kesimpulan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil analisa data dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Di dalam saluran air buangan terjadi fluktuasi konsentrasi TS, TSS dan TDS, yaitu berkisar 518 sampai 1178 mg/l untuk konsentrasi TS, 26 sampai 582 mg/l untuk konsentrasi TSS serta 376 sampai 634 mg/l untuk konsentrasi TDS.
2. Persentase penurunan/kenaikan konsentrasi berkisar 11.94% sampai 3.74% untuk TS, 40.47% sampai 14.79% untuk TSS serta –10.7% sampai 5.70% untuk TDS.
3. Laju penurunan/kenaikan rata-rata beban TS per harinya adalah penurunan sebesar 86.833 kg/hari, untuk beban TSS mengalami penurunan sebesar 85.334 kg/hari dan untuk beban TDS mengalami penurunan terendah dibandingkan dua parameter lainnya yaitu sebesar 1.499 kg/hari.
4. Laju penurunan/kenaikan beban TS, TSS dan TDS per satuan jarak (m) mengalami penurunan untuk beban TS yaitu sebesar 1.4505 kg/hari/m, untuk beban TSS mengalami penurunan pula yaitu sebesar 1.4508 kg/hari/m, sedangkan untuk beban TDS mengalami kenaikan sebesar 0.0003 kg/hari/m.

5.2. Saran

1. Sebelum menentukan lokasi sampling terlebih dahulu mencari data sekunder seperti jumlah penduduk layanan, peta detail meliputi jenis pipa, diameter, dan lain sebagainya. Karena banyak saluran air buangan yang tidak dilengkapi dengan data-data tersebut.
2. Dalam pengukuran kecepatan saluran diperlukan ketelian lebih dan harus menggunakan alat pengukur.
3. Perlu dilakukan perbandingan dengan lokasi lain, minimal satu lokasi lagi yang kondisinya sama dengan lokasi awal.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2002, The Evolution of Sewage Treatment, http://www.cet.nau.edu/Projects/WDP/resources/History/History.htm (diakses 16 Maret 2006).

Anonim, 2002, *The Fundamental Microbiology of Sewage*, http://www.cet.nau.edu/Projects/WDP/resources/Microbiology/index.html (diakses 16 Maret 2006).

Abdul-Thalib, S., Ujang, Z., Jacobsen, H., Vollertsen, *et al.*, 2003, Sewer Networks as Bio-Reactors -Extending The Transport Function of Sewers, *Proceeding on Water & Drainage Conference*, Kuala Lumpur.

APHA, AWWA & WEF, 1998, *Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater*, 20th Edition, United Book Press, Maryland.

Babbit., and Robert, B.E., 1969, *Sewerage and Sewage Treatment*, John Willey and Sons, Inc., New York.

Hakim, H.S., 2005, Penurunan Kadar BOD_5 dan COD Dalam Saluran Air Buangan Kota Jogjakarta, *Skripsi*, Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Kodoatie, R.J., dan Sjarief, R., 2005, *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*, Penerbit Andi, Yogyakarta.

Metcalf, and Eddy, 1981, *Wastewater Engineering Collection and Pumping of Wastewater*, McGraw-Hill, New York.

Metcalf, and Eddy, 2003, *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*, 4th Edition, McGraw-Hill, New York.

Slamet., Soemirat, J., 1994, *Kesehatan Lingkungan*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Sugiharto, 1987, *Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah*, Universitas Indonesia Press, Jakarta.

Sukarma, R., and Pollard, R., 2001, Indonesia Overview of Sanitation and Sewerage Experience and Policy Options, *Report for World Bank*, Urban Development Sector Unit Indonesia Country Management Unit East Asia and Pacific Region, Jakarta.

Tjokrokusumo, KRT., 1995, *Pengantar Konsep Teknologi Bersih*, Sekolah Tinggi Tenik Lingkungan Yayasan Lingkungan Hidup, Yogyakarta.

White, J.B., 1970, *The Design of Sewers and Sewage Treatment Works*, Edward Arnold Ltd, London

YUDP, 1992, *Final Report Feasibility Study Sewerage System*, Directorate General Cipta Karya, Yogyakarta.

Lampiran 1.

SNI 06-6989.26-2005 mengenai Cara Uji Padatan Total secara Gravimetri

1. Ruang Lingkup

   Cara uji untuk menentukan kadar padatan total dalam air dan air limbah, termasuk padatan total yang menguap dan padatan total yang terikat. Dalam pengujiannya, penimbangan padatan total tidak boleh lebih dari 200 mg.

2. Istilah dan Definisi

   2.1. Berat tetap

   Berat penimbangan dengan perbedaan hasil lebih kecil dari 4% dibandingkan penimbangan sebelumnya.

   2.2. Contoh uji

   Air atau air limbah untuk keperluan pemeriksaan kualitas air

   2.3. Padatan total

   Semua bahan yang terdapat dalamcontoh air setelah dipanaskan 103^0C sampai dengan 105^0C selama tidak kurang dari 1 jam.

   2.4. Padatan total yang menguap

   Padatan total yang menghilang setelah pemanasan pada suhu 550^0C selama tidak kurang dari 15 menit.

   2.5. Padatan total yang terikat

   Padatan total yang tersisa setelah pemanasan pada suhu 550^0C tidakkurang dari 15 menit.

3. Cara Uji

   3.1. Prinsip

   Penguapan contoh uji pada suhu 103^0C sampai dengan 105^0C kemudian ditimbang hingga berat tetap.

   3.2. Peralatan

   a. neraca analitik;

b. cawan terbuat dari porselen atau platina atau silika;
c. desikator;
d. oven;
e. tanur;
f. penjepit kertas saring;
g. penjepit cawan;
h. alat penyaring yang dilengkapi dengan pompa penghisap;
i. penangas air; dan
j. pipet.

3.3. Persiapan Cawan

a. Masukkan cawan ke oven pada suhu 103^0 C sampai dengan 105^0 C selama 1 jam;
b. Keluarkan cawan dari oven dan didinginkan dalam desikator;
c. Segera timbang dengan neraca analitik;
d. Ulangi langkah a sampai c sehingga diperoleh berat tetap (catat sebagai A_1 (g));
e. Jika ingin menguji total solid yang menguap, maka masukkan cawan ke dalam tanur pada suhu 550^0 C selama 60 menit;
f. Keluarkan cawan dari tanur dan biarkan pada suhu kamar;
g. Dinginkan dalam desiaktor, segera timbang dengan neraca analitik (catat sebagai A_2 (g)).

3.4. Pengujian padatan total

a. Kocok contoh uji sampai homogen;
b. Pipet 50 ml sampai dengan 100 ml comtoh uji, masukkan ke dalam cawan. Volume contoh uji ini disesuaikan agar padatan tersuspensi yang ditimbang tidak lebih besar dari 200 mg;
c. Uapkan contoh uji yang ada dalam cawan sehingga kering pada penangas air;

d. Masukkan cawan yang berisi padatan total yang sudah kering ke dalam oven pada suhu 103^0 C – 105^0 C selama tidak kurang dari 1 jam;

e. Pindahkan cawan dari oven dengan penjepit dan dinginkan dalam desikator;

f. Keluarkan cawan dari desikator dan segera timbang dengan neraca analitik;

g. Ulangi langkah f sehingga diperoleh berat tetap (catat sebagai B (g)).

3.5. Pengujian padatan total yang menguap

a. Lanjutkan langkah 3.4. g) dengan memanaskan cawan yang berisi padatan total yang sudah ditimbang di dalam tanur pada suhu 550^0C selama 15 sampai 20 menit;

b. Keluarkan cawan dari tanur dan biarkan pada suhu kamar;

c. Dinginkan dalam desikator dan segera timbang dengan neraca analitik;

d. Ulangi langkah 3.5. a) sampai c) sehingga diperoleh berat tetap (catat sebagai C (g)).

3.6. Perhitungan

3.6.1. Kadar padatan total

$$\text{Kadar padatan total (mg/L)} = \frac{(B - A_1) \times 10^6}{\text{ml contoh uji}}$$

dimana :

B = berat tetap (g) cawan berisi padatan total setelah pemanasan 103^0 C-105^0 C;

A_1 = berat tetap (g) cawan kosong setelah pemanasan 103^0 C-105^0 C;

3.6.2. Kadar padatan total yang terikat

$$\text{Kadar padatan total yang terikat (mg/L)} = \frac{(C - A_2) \times 10^6}{\text{ml contoh uji}}$$

dimana :

C = berat tetap (g) cawan berisi padatan total setelah pembakaran 550^0C;

A_2 = berat tetap (g) cawan kosong setelah pembakaran 550^0C.

3.6.3. Kadar padatan total yang menguap

Kadar padatan total yang menguap (mg/l) = kadar padatan total (mg/l) – kadar padatan total yang terikat (mg/l)

4. Jaminan Mutu dan Pengendalian Mutu

4.1. Jaminan mutu

a. Gunakan alat gelas bebas kontaminasi
b. Gunakanalat ukur yang terkalibrasi
c. Lakukan analisis dalam jangka waktu yang tidak melampui waktu penyimpanan maksimum
d. Dikerjakan oleh analis yang kompeten

4.2. Pengendalian mutu

a. Lakukan analisa duplo untukkontrol ketelitian analisis
b. Perbedaan kadar yang diperoleh pada penetapan duplo harus kurang dari 5%. Apabila diperoleh kadar lebih dari 5% pengujian harus diulangi, apabila perbedaan kadarnya lebih kecil atau sama dengan 5% hasilnya dirata-ratakan.

5. Rekomendasi

Kontrol akurasi

Buat *control chart* untuk akurasi

Lampiran 2.

SNI SNI M-03. 1989-F mengenai Cara Uji Residu Tersuspensi secara Gravimetri

1. Prinsip Kerja

   Pemeriksaan residu tersuspensi dilakukan dengan cara menimbang berat residu di dalam contoh yang tertahan pada kertas saring yang berpori 0.45 μm dan telah dikeringkan pada suhu 103-105^{0}C hingga diperoleh berat tetap.

2. Gangguan

   Gangguan yang terdapat dalam analisis ialah :

   a. Partikel yang besar, partikel yang mengapung, dan zat-zat menggumpal yang tidak dapat tercampur dalam air terlebih dahulu dipisahkan sebelum pengujian;
   b. Contoh yang mengandung kadar garam tinggi untuk menghilangkan gangguan ini diperlukan pembilasan yang sempurna dengan air suling setelah contoh disaring.

3. Peralatan

   Peralatan yang digunakan adalah :

   a. Cawan Goch atau alat penyaring lain yang dilengkapi penghisap atau penekan;
   b. Kertas saring yang berpori 0.45 μm misalnya Gelman tipe A/E atau Whatman tipe 934 AH atau Millipore tipe AP40 atau yang sejenis;
   c. Tempat khusus untuk menaruh kertas saring yang terbuat dari baja anti karat atau alumunium;
   d. Oven untuk pemanasan pada suhu 103-105^{0}C;
   e. Desikator
   f. Neraca analitik dengan kapasitas 200 gram dengan ketelitian 0.1 mg;
   g. Penjepit

4. Cara Kerja

Tahapan cara kerja adalah sebagai berikut :

- Penimbangan kertas saring kosong dilakukan dengan urutan :
  a. Taruh kertas saringan ke dalam alat penyaring;
  b. Bilas kertas saring denganair suling sebanyak20ml dan operasikan alat penyaring;
  c. Ulangi pembilasan hingga bersih dari partikel-partikel halus pada kertas saring;
  d. Ambil kertas saring dan taruh di atas tempat khusus kertas saring;
  e. Keringkan kertas saring tersebut di dalam oven pada temperatur 103 – 105 ^{0}C selama 1 jam;
  f. Dinginkan dalamdesikator selama 10 menit;
  g. Timbang dengan neraca analitik;
  h. Ulangi langkah e sampai g hingga diperoleh berat tetap (kehilangan berat < 4 %) misalnya B mg;
  i. Taruh kertas saring tersebut di dalam desikator.
- Penyaringan contoh dan penimbangan residu tersuspensi dilakukan dengan urutan sebagai berikut :
  a. Siapkan kertas saring yang telah diketahui baratnya pada alat penyaring;
  b. Contoh dikocok hingga merata dan masukkan ke dalam alat penyaring; banyaknya contoh yang diambil disesuaikan dengan kadar residu tersuspensi sehingga berat residu tersuspensi antara 2,5 mg sampai 200 mg;
  c. Saring contoh,kemudian residu tersuspensi dibilas dengan air suling sebanyak 10ml dan dilakukan 3 kali pembilasan;
  d. Ambil kertas saring dan taruh di tempat khusus;
  e. Keringkan di dalam alat pengering pada suhu 103 – 105 ^{0}C selama 1 jam;
  f. Dinginkan di dalamdesikator selama 10 menit;

g. Timbang dengan neraca analitik;

h. Ulangi langkah e, f dan g hingga diperoleh berat tetap (kehilangan < 4 %) misalnya A mg;

i. Hasil tersebut dapat dilanjutkan untuk penetapan residu tersuspensi terurai;

j. Air saringan yang diperoleh dapat digunakan untukpenetapan residu terlarut.

5. Perhitungan

Rumus yang digunakan dalam perhitungan ialah :

$$\text{Residu Tersuspensi (mg/L)} = \frac{(A - B) \times 1000}{c}$$

dimana :

a = Berat filter dan residu sesudah pemanasan 105^0 C (mg)

b = Berat filter kering sesudah pemanasan 105^0 C (mg)

c = Volume sampel (ml)

Lampiran 3.

SNI 06-6989.27-2005 mengenai Cara Uji Padatan Terlarut Total secara Gravimetri

1. Ruang Lingkup

   Cara uji untuk menentukan kadar padatan terlarut total dalam air dan air limbah, termasuk padatan terlarut total yang menguap dan padatan terlarut total yang terikat. Dalam pengujiannya, penimbangan padatan terlarut total tidak boleh lebih dari 200 mg.

2. Istilah dan Definisi

   2.1. Berat tetap

   Berat penimbangan dengan perbedaan hasil lebih kecil dari 4% dibandingkan penimbangan sebelumnya.

   2.6. Contoh uji

   Air atau air limbah untuk keperluan pemeriksaan kualitas air

   2.7. Padatan terlarut total

   Semua bahan yang terdapat dalam contoh air yang lolos melalui membran yang berpori 2.0 μm atau lebih kecil dan dipanaskan 180^0C selama tidak kurang dari 1 jam.

   2.8. Padatan terlarut total yang menguap

   Padatan total yang menghilang setelah pemanasan pada suhu 550^0C selama tidak kurang dari 15 menit.

   2.9. Padatan terlarut total yang terikat

   Padatan total yang tersisa setelah pemanasan pada suhu 550^0C tidakkurang dari 15 menit.

3. Cara Uji

   3.1. Prinsip

Penguapan contoh yang sudah disaring dengan kertas saring berpori 2 µm pada suhu 180^0C kemudian ditimbang sampai berat tetap.

3.2. Bahan

a. air suling dengan daya hantar listrik kurang dari 2 µS/cm;
b. kertas saring bebas abu.

3.3. Peralatan

a. neraca analitik;
b. cawan terbuat dari porselen atau platina atau silika;
c. desikator;
d. oven;
e. tanur;
f. penjepit kertas saring;
g. penjepit cawan;
h. alat penyaring yang dilengkapi dengan pompa penghisap;
i. penangas air; dan
j. pipet.

3.4. Persiapan kertas saring

a. Masukkan kertas saring ke dalam alat penyaring;
b. Hubungkan alat saring dengan pompa penghisap dan bilas dengan air suling sebanyak 3 kali masing-masing 20 ml;
c. Lanjutkan pengisapan untuk menghilangkan seluruh kotoran yang halus dalam kertas saring;
d. Buang air hasil pembilasan;
e. Kertas saring ini siap digunakan untuk pengujian padatan terlarut.

3.5. Persiapan cawan

a. Panaskan cawan yang telah bersih pada suhu 180^0 C selama 1 jam di dalam oven;
b. Pindahkan cawan dari oven dengan penjepit dan dinginkan dalam desikator;

c. Setelah dingin segera timbang dengan neraca analitik;
d. Ulangi langkah a sampai c sehingga diperoleh berat tetap (catat sebagai A_1 (g));
e. Jika ingin menguji padatan terlarut total yang menguap, maka masukkan cawan ke dalam tanur pada suhu 550^0 C selama 60 menit;
f. Keluarkan cawan dari tanur menggunakan penjepit dan biarkan pada suhu kamar;
g. Dinginkan dalam desikator, segera timbang dengan neraca analitik (catat sebagai A_2 (g)).

3.6. Pengujian padatan terlarut total
a. Kocok contoh uji sampai homogen;
b. Pipet 50 ml sampai 100 ml contoh uji, masukkan ke dalam alat penyaring yang telah dilengkapi dengan alat pompa penghisap dan kertas saring;
c. Operasikan alat penyaringnya;
d. Setelah contoh tersaring semuanya bilas kertas saring dengan air suling sebanyak 10 ml dan dilakukan 3 kali pembilasan;
e. Lanjutkan penghisapan selama kira-kira 3 menit setelah penyaringan sempurna;
f. Pindahkan seluruh hasil saringan termasuk air bilasan ke dalam cawan yang telah mempunyai berat tetap;
g. Uapkan hasil saringan yang ada dalam cawan sehingga kering pada penangas air;
h. Masukkan cawan yang berisi padatan terlarut yang sudah kering ke dalam oven pada suhu 180^0 C $\pm$ 2^0 C selama tidak kurang dari 1 jam;
i. Pindahkan cawan dari oven dengan penjepit dan dinginkan dalam desikator;
j. Setelah dingin segera timbang dengan neraca analitik;

k. Ulangi langkah h sampai j sehingga diperoleh berat tetap (catat sebagai B (g)).

3.7. Pengujian padatan terlarut total yang menguap

a. Lanjutkan langkah 3.6 k) dengan memansakan cawan yang berisi padatan terlarut yang sudah ditimbang di dalam tanur pada suhu 550^0C selama 15 menit sampai 20 menit;

b. Keluarkan cawan dari tanur menggunakan penjepit dan biarkan pada suhu kamar;

c. Dinginkan dalam desikator dan segera timbang dengan neraca analitik;

d. Ulangi langkah a) sampai c) sehingga diperoleh berat tetap (catat sebagai C gram).

3.8. Perhitungan

3.8.1. Kadar padatan terlarut total

$$\text{Kadar padatan terlarut total (mg/L)} = \frac{(B - A_1) \times 10^6}{\text{ml contoh uji}}$$

dimana :

B = berat tetap (g) cawan berisi padatan terlarut total setelah pemanasan 180^0 C;

A_1 = berat tetap (g) cawan kosong setelah pemanasan 180^0 C;

3.8.2. Kadar padatan terlarut total yang terikat

$$\text{Kadar padatan total yang terikat (mg/L)} = \frac{(C - A_2) \times 10^6}{\text{ml contoh uji}}$$

dimana :

C = berat tetap (g) cawan berisi padatan terlarut total setelah pembakaran 550^0C;

A_2 = berat tetap (g) cawan kosong setelah pembakaran 550^0C.

3.8.3. Kadar padatan total yang menguap

Kadar padatan total yang menguap (mg/l) = kadar padatan terlarut total (mg/l) – kadar padatan terlarut total yang terikat (mg/l)

4. Jaminan Mutu dan Pengendalian Mutu

   4.3. Jaminan mutu

   a. Gunakan alat gelas bebas kontaminasi
   b. Gunakanalat ukur yang terkalibrasi
   c. Lakukan analisis dalam jangka waktu yang tidak melampui waktu penyimpanan maksimum
   d. Dikerjakan oleh analis yang kompeten

   4.4. Pengendalian mutu

   c. Lakukan analisa duplo untukkontrol ketelitian analisis
   d. Perbedaan kadar yang diperoleh pada penetapan duplo harus kurang dari 5%. Apabila diperoleh kadar lebih dari 5% pengujian harus diulangi, apabila perbedaan kadarnya lebih kecil atau sama dengan 5% hasilnya dirata-ratakan.

5. Rekomendasi

   Kontrol akurasi

   Buat *control chart* untuk akurasi

Lampiran 4

1. *T-Test* untuk Analisa TS (*Total Solid*)

Ha : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TS pada tiap *manhole*

Ho : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TS pada tiap *manhole*

Tabel 1. *T-Test untuk Analisa* TS (*Total Solid*) pada M-1 dan M-2

	Manhole 1	***Manhole 2***
Mean	868.6666667	755
Variance	44175.46667	37850.8
Observations	6	6
Pooled Variance	41013.13333	
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	10	
t Stat	0.972147753	
P(T<=t) one-tail	0.176952156	
t Critical one-tail	1.812461102	
P(T<=t) two-tail	0.353904312	
t Critical two-tail	2.228138842	

Tabel 2. *T-Test untuk Analisa* TS (*Total Solid*) pada M-2 dan M-3

	Manhole 2	***Manhole 3***
Mean	755	668.3333333
Variance	37850.8	11509.46667
Observations	6	6
Pooled Variance	24680.13333	
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	10	
t Stat	0.955518214	
P(T<=t) one-tail	0.18092192	
t Critical one-tail	1.812461102	
P(T<=t) two-tail	0.36184384	
t Critical two-tail	2.228138842	

Tabel 3. *T-Test untuk Analisa* TS (*Total Solid*) pada M-3 dan M-4

	Manhole 3	***Manhole 4***
Mean	668.3333333	642.3333333
Variance	11509.46667	16536.66667
Observations	6	6
Pooled Variance	14023.06667	
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	10	
t Stat	0.380287873	
P(T<=t) one-tail	0.355842233	
t Critical one-tail	1.812461102	
P(T<=t) two-tail	0.711684466	
t Critical two-tail	2.228138842	

Kaidah pengujian :

- Taraf signifikan (α) = 0.05
- Kriteria pengujian dua pihak yaitu jika - t tabel $\leq$ t hitung $\leq$ + t tabel, maka Ho diterima dan Ha ditolak

Membandingkan t tabel (t *critical*) dengan t hitung (t *stat*) yaitu :

a. - 2.228138842 < 0.972147753 < 2.228138842

b. - 2.228138842 < 0.955518214 < 2.228138842

c. - 2.228138842 < 0.380287873 < 2.228138842, maka Ho diterima dan Ha ditolak

Kesimpulan :

Ha : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TS pada tiap *manhole* DITOLAK

Ho : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TS pada tiap *manhole* DITERIMA

2. ***T-Test* untuk Analisa TSS (*Total Suspended Solid*)**

Ha : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TS pada tiap *manhole*

Ho : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TS pada tiap *manhole*

Tabel 4. *T-Test untuk Analisa* TSS (*Total Suspended Solid*) pada M-1 dan M-2

	Manhole 1	***Manhole 2***
Mean	342	265.3333333
Variance	36841.6	29490.66667
Observations	6	6
Pooled Variance	33166.13333	
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	10	
t Stat	0.729154881	
P(T<=t) one-tail	0.241317578	
t Critical one-tail	1.812461102	
P(T<=t) two-tail	0.482635156	
t Critical two-tail	2.228138842	

Tabel 5. *T-Test untuk Analisa* TSS (*Total Suspended Solid*) pada M-2 dan M-3

	Manhole 2	***Manhole 3***
Mean	265.3333333	195.3333333
Variance	29490.66667	10369.06667
Observations	6	6
Pooled Variance	19929.86667	
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	10	
t Stat	0.858828545	
P(T<=t) one-tail	0.205274476	
t Critical one-tail	1.812461102	
P(T<=t) two-tail	0.410548952	
t Critical two-tail	2.228138842	

Tabel 6. *T-Test untuk Analisa* TSS (*Total Suspended Solid*) pada M-3 dan M-4

	Manhole 3	***Manhole 4***
Mean	195.3333333	127.6666667
Variance	10369.06667	14395.86667
Observations	6	6
Pooled Variance	12382.46667	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	10	
t Stat	1.053250871	
P(T<=t) one-tail	0.158505003	
t Critical one-tail	1.812461102	
P(T<=t) two-tail	0.317010006	
t Critical two-tail	2.228138842	

Kaidah pengujian :

- Taraf signifikan (α) = 0.05
- Kriteria pengujian dua pihak yaitu jika - t tabel $\leq$ t hitung $\leq$ + t tabel, maka Ho diterima dan Ha ditolak

Membandingkan t tabel (t *critical*) dengan t hitung (t *stat*) yaitu :

a. - 2.228138842 < 0.729154881 < 2.228138842

b. - 2.228138842 < 0.858828545 < 2.228138842

c. - 2.228138842 < 1.053250871 < 2.228138842, maka Ho diterima dan Ha ditolak

Kesimpulan :

Ha : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada tiap *manhole* DITOLAK

Ho : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada tiap *manhole* DITERIMA

3. *T-Test* untuk Analisa TDS (*Total Disolved Solid*)

Ha : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TS pada tiap *manhole*

Ho : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TS pada tiap *manhole*

Tabel 7. *T-Test untuk Analisa* TDS (*Total Disolved Solid*) pada M-1 dan M-2

	Manhole 1	***Manhole 2***
Mean	526.6666667	489.6666667
Variance	7836.266667	4979.866667
Observations	6	6
Pooled Variance	6408.066667	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	10	
t Stat	0.800569132	
P(T<=t) one-tail	0.22099281	
t Critical one-tail	1.812461102	
P(T<=t) two-tail	0.441985621	
t Critical two-tail	2.228138842	

Tabel 8. *T-Test untuk Analisa* TDS (*Total Disolved Solid*) pada M-2 dan M-3

	Manhole 2	***Manhole 3***
Mean	489.6666667	473
Variance	4979.866667	3366
Observations	6	6
Pooled Variance	4172.933333	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	10	
t Stat	0.44687767	
P(T<=t) one-tail	0.332242968	
t Critical one-tail	1.812461102	
P(T<=t) two-tail	0.664485937	
t Critical two-tail	2.228138842	

Tabel 9. *T-Test untuk Analisa* TDS (*Total Disolved Solid*) pada M-3 dan M-4

	Manhole 3	***Manhole 4***
Mean	473	514.6666667
Variance	3366	4049.066667
Observations	6	6
Pooled Variance	3707.533333	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	10	
t Stat	-1.185241511	
P(T<=t) one-tail	0.13166166	
t Critical one-tail	1.812461102	
P(T<=t) two-tail	0.26332332	
t Critical two-tail	2.228138842	

Kaidah pengujian :

- Taraf signifikan (α) = 0.05
- Kriteria pengujian dua pihak yaitu jika - t tabel $\leq$ t hitung $\leq$ + t tabel, maka Ho diterima dan Ha ditolak

Membandingkan t tabel (t *critical*) dengan t hitung (t *stat*) yaitu :

d. - 2.228138842 < 0.800569132 < 2.228138842

e. - 2.228138842 < 0.44687767 < 2.228138842

f. - 2.228138842 < -1.185241511 < 2.228138842, maka Ho diterima dan Ha ditolak

Kesimpulan :

Ha : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TDS pada tiap *manhole* DITOLAK

Ho : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TDS pada tiap *manhole* DITERIMA

Lampiran 5

Contoh Perhitungan Debit dan Beban TS, TSS dan TDS

Contoh Perhitungan : Sampel *manhole* I-II hari ke-1

Diketahui : Diameter Saluran (D) = 0.6 m

Tinggi Renang (d) = 0.268 m

Kecepatan (V) = 0.093 m/s

Jadi, didapat $\frac{d}{D} = \frac{0.268}{0.6} = 0.45$ setelah diplot kan pada grafik *hydrolic elemens for circular sewer* maka didapatlah $\frac{A}{Afull} = 0.44$.

Dapat dihitung,

$$Afull = \frac{1}{4} \times \pi \times (D)^2$$
$$= \frac{1}{4} \times \pi \times (0.6)^2$$
$$= 0.283\ m^2$$

maka, $A = 0.44 \times 0.283\ m^2$

$= 0.124\ m^2$

Untuk perhitungan debit :

$Q = V \times A$

$= 0.093\ m/s \times 0.124\ m^2$

$= 0.12\ m^3/s \rightarrow 11.508\ ltr/s$

Untuk perhitungan Beban (*load*) TS, TSS dan TDS :

$TS_L = Q \times$ konsentrasi TS

$= 11.508\ ltr/s \times 834\ mg/ltr$

$= 9597.672\ mg/s \rightarrow 829213.921\ gr/hari \rightarrow 829.214\ kg/hari$

TSS_L = Q x konsentrasi TSS

= 11.508 ltr/s x 264 mg/ltr

= 3038.112 mg/s → 262484.982 gr/hari → 262.485 kg/hari

TDS_L = Q x konsentrasi TDS

= 11.508 ltr/s x 570 mg/ltr

= 6559.56 mg/s → 566728.939 gr/hari→ 566.729 kg/hari

Untuk perhitungan Beban (*load*) TS, TSS dan TDS per orang :

TS_L per orang = TS_L / Σ Pelayanan

= 829.214 kg/hari / 2890 orang

= 286.925 kg/hari/orang

TSS_L per orang = TSS_L / Σ Pelayanan

= 262.485 kg/hari / 2890 orang

= 90.825 kg/hari/orang

TDS_L per orang = TDS_L / Σ Pelayanan

= 566.729 kg/hari / 2890 orang

= 196.100 kg/hari/orang

Untuk perhitungan hasil selanjutnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Lampiran 6

Jarak, Sloope, Temperatur, Debit dan Kadar TS, TSS dan TDS Hari ke-1

Lokasi Manhole	TS (mg/l)	TSS (mg/l)	TDS (mg/l)	Jarak (m)	Sloope (m/m)	Suhu Udara (^{0}C)	Suhu Air (^{0}C)	Kec. (m/s)	D Sal (m)	H air (m)	H air rata^2 (d) (m)	d /D	A / Afull	Afull (m^2)	A (m^2)	Q (m^3/s)	Q (l/dtk)	TS L (kg/hari)	TSS L (kg/hari)	TDS L (kg/hari)	Jumlah Pelayan an	TS L per org (kg/hari)	TSS L per org (kg/hari)	TDS L per org (kg/hari)
1	834	264	570			32.5	28.9			0.29								829.214	262.485	566.729	2890	0.287	0.091	0.196
				63	0.00094			0.093			0.268	0.45	0.44	0.28 3	0.12 4	0.012	11.508							
2	578	168	410			33.5	29.2			0.245								574.683	167.036	407.647	2890	0.199	0.058	0.141
				58	0.00078			0.124	0.6		0.233	0.39	0.36	0.28 3	0.10 2	0.013	12.622							
3	726	170	556			34.5	29			0.22								791.711	185.387	606.324	2890	0.274	0.064	0.210
				56	0.00080			0.137			0.235	0.39	0.36	0.28 3	0.10 2	0.014	13.894							
4	812	222	590			35.5	29			0.25								974.759	266.498	708.261	2890	0.337	0.092	0.245

Jarak, Sloope, Temperatur, Debit dan Kadar TS, TSS dan TDS Hari ke-2

Lokasi Manhole	TS (mg/l)	TSS (mg/l)	TDS (mg/l)	Jarak (m)	Sloope (m/m)	Suhu Udara (^{0}C)	Suhu Air (^{0}C)	Kec. (m/s)	D Sal (m)	H air (m)	H air rata^2 (d) (m)	d /D	A / Afull	Afull (m^2)	A (m^2)	Q (m^3/s)	Q (l/dtk)	TS L (kg/hari)	TSS L (kg/hari)	TDS L (kg/hari)	Jumlah Pelayan an	TS L per org (kg/hari)	TSS L per org (kg/hari)	TDS L per org (kg/hari)
1	1178	596	582			33	29			0.3								1542.180	780.254	761.926	2890	0.534	0.270	0.264
				63	0.00094			0.117			0.280	0.47	0.46	0.283	0.130	0.015	15.152							
2	1068	492	576			33	28.9			0.26								1398.174	644.102	754.071	2890	0.484	0.223	0.261
				58	0.00078			0.147	0.6		0.235	0.39	0.36	0.283	0.102	0.015	14.912							
3	710	216	494			33	28.9			0.21								914.755	278.292	636.463	2890	0.317	0.096	0.220
				56	0.0008			0.134			0.225	0.38	0.35	0.283	0.099	0.013	13.261							
4	572	118	454			33	29			0.24								655.353	135.195	520.157	2890	0.227	0.047	0.180

Jarak, Sloope, Temperatur, Debit dan Kadar TS, TSS dan TDS Hari ke-3

Lokasi Manhole	TS (mg/l)	TSS (mg/l)	TDS (mg/l)	Jarak (m)	Sloope (m/m)	Suhu Udara (^{0}C)	Suhu Air (^{0}C)	Kec. (m/s)	D Sal (m)	H air (m)	H air rata^2 (d) (m)	d /D	A / Aful l	Afull (m^2)	A (m^2)	Q (m^3/s)	Q (l/dtk)	TS L (kg/hari)	TSS L (kg/hari)	TDS L (kg/hari)	Jumlah Pelayan an	TS L per org (kg/hari)	TSS L per org (kg/hari)	TDS L per org (kg/hari)
1	1010	536	474	63	0.00094	29	29	0.098	0.6	0.27	0.255	0.43	0.41	0.283	0.116	0.011	11.303	986.316	523.431	462.885	2890	0.341	0.181	0.160
2	920	462	458	58	0.00078	34	29.2	0.136		0.24	0.230	0.38	0.35	0.283	0.099	0.013	13.409	898.426	451.166	447.260	2890	0.311	0.156	0.155
3	832	368	464	56	0.0008	33	29.3	0.131		0.22	0.230	0.38	0.35	0.283	0.099	0.013	12.964	963.911	426.345	537.566	2890	0.334	0.148	0.186
4	780	320	460			33	29.1			0.24								873.655	358.423	515.233	2890	0.302	0.124	0.178

Jarak, Sloope, Temperatur, Debit dan Kadar TS, TSS dan TDS Hari ke-4

Lokasi Manhole	TS (mg/l)	TSS (mg/l)	TDS (mg/l)	Jarak (m)	Sloope (m/m)	Suhu Udara (^{0}C)	Suhu Air (^{0}C)	Kec. (m/s)	D Sal (m)	H air (m)	H air rata^2 (d) (m)	d /D	A / Aful l	Afull (m^2)	A (m^2)	Q (m^3/s)	Q (l/dtk)	TS L (kg/hari)	TSS L (kg/hari)	TDS L (kg/hari)	Jumlah Pelayan an	TS L per org (kg/hari)	TSS L per org (kg/hari)	TDS L per org (kg/hari)
1	870	356	514	63	0.00094	23	28.2	0.112	0.6	0.3	0.278	0.46	0.45	0.283	0.127	0.014	14.187	1066.382	436.359	630.023	2890	0.369	0.151	0.218
2	686	136	550	58	0.00078	24	28.4	0.150		0.255	0.248	0.41	0.38	0.283	0.107	0.016	16.063	840.848	166.699	674.149	2890	0.291	0.058	0.233
3	592	216	376	56	0.0008	25	27.8	0.141		0.24	0.255	0.43	0.41	0.283	0.116	0.016	16.345	821.585	299.768	521.818	2890	0.284	0.104	0.181
4	650	52	598			24	28.3			0.27								917.957	73.437	844.521	2890	0.318	0.025	0.292

Jarak, Sloope, Temperatur, Debit dan Kadar TS, TSS dan TDS Hari ke-5

Lokasi Manhole	TS (mg/l)	TSS (mg/l)	TDS (mg/l)	Jarak (m)	Sloope (m/m)	Suhu Udara (^{0}C)	Suhu Air (^{0}C)	Kec. (m/s)	D Sal (m)	H air (m)	H air rata^2 (d) (m)	d /D	A / Aful l	Afull (m^2)	A (m^2)	Q (m^3/s)	Q (l/dtk)	TS L (kg/hari)	TSS L (kg/hari)	TDS L (kg/hari)	Jumlah Pelayan an	TS L per org (kg/hari)	TSS L per org (kg/hari)	TDS L per org (kg/hari)
1	568	182	386			24	28			0.29								791.469	253.605	537.865	2890	0.274	0.088	0.186
				63	0.00094			0.124			0.280	0.47	0.46	0.283	0.130	0.016	16.128							
2	662	244	418			26	28.2			0.27								922.452	339.997	582.454	2890	0.319	0.118	0.202
				58	0.00078			0.151	0.6		0.245	0.41	0.38	0.283	0.107	0.016	16.224							
3	610	138	472			26	28.2			0.22								855.060	193.440	661.620	2890	0.296	0.067	0.229
				56	0.0008			0.136			0.240	0.40	0.37	0.283	0.105	0.014	14.175							
4	518	28	490			28	28.3			0.26								634.420	34.293	600.127	2890	0.220	0.012	0.208

Jarak, Sloope, Temperatur, Debit dan Kadar TS, TSS dan TDS Hari ke-6

Lokasi Manhole	TS (mg/l)	TSS (mg/l)	TDS (mg/l)	Jarak (m)	Sloope (m/m)	Suhu Udara (^{0}C)	Suhu Air (^{0}C)	Kec. (m/s)	D Sal (m)	H air (m)	H air rata^2 (d) (m)	d /D	A / Aful l	Afull (m^2)	A (m^2)	Q (m^3/s)	Q (l/dtk)	TS L (kg/hari)	TSS L (kg/hari)	TDS L (kg/hari)	Jumlah Pelayan an	TS L per org (kg/hari)	TSS L per org (kg/hari)	TDS L per org (kg/hari)
1	752	118	634			23	27			0.3								1191.519	186.967	1004.552	2890	0.412	0.065	0.348
				63	0.00094			0.141			0.280	0.47	0.46	0.283	0.130	0.018	18.339							
2	616	90	526			25	27.1			0.26								976.031	142.602	833.429	2890	0.338	0.049	0.288
				58	0.00078			0.181	0.6		0.245	0.41	0.38	0.283	0.107	0.019	19.393							
3	540	64	476			26	27.2			0.23								904.817	107.238	797.579	2890	0.313	0.037	0.276
				56	0.0008			0.167			0.240	0.40	0.37	0.283	0.105	0.017	17.471							
4	522	26	496			25	27			0.25								787.943	39.246	748.697	2890	0.273	0.014	0.259