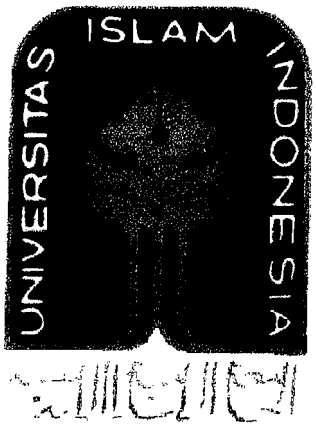
TA/TL/2005/0021

TUGAS AKHIR

PENURUNAN KADAR BOD_5 DAN COD
DALAM
SALURAN AIR BUANGAN KOTA JOGJAKARTA

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



Disusun Oleh :

HARRY SOFIYANDI HAKIM (00 513 015)

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2005

TUGAS AKHIR

PENURUNAN KADAR BOD_5 DAN COD DALAM SALURAN AIR BUANGAN KOTA JOGJAKARTA

Nama : **Harry Sofiyandi Hakim**

No. Mahasiswa : **00.513.015**

Program Studi : **Teknik Lingkungan**

Telah diperiksa dan disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing I
Ir.H.Kasam,MT.

Tanggal : 10-5-2005

Dosen pembimbing II
Andik Yulianto,ST

Tanggal : 10/5 05

MOTTO

"...dan janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada berputus asa dari rahmat, melainkan kaum kafir." (Q.S. Yusuf : 87)

" Kegagalan bukanlah suatu yang hina dan tak berharga namun kegagalan adalah awal dari suatu kesuksesan dan keberhasilan"

" Janganlah hidupmu menjadi beban orang lain,
buatlah hidupmu menjadi manfaat bagi orang lain dan alam sekitarmu"

" dua cara pasti untuk gagal:
berpikir dan tidak pernah berbuat atau berbuat dan tidak pernah berpikir "
(Zig Ziglar)

" Bukan hal memalukan kalau orang tidak punya gelar sarjana,
tetapi merupakan hal yang memalukan kalau orang tidak terdidik "

PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk.....
Kedua orangtuaku, ayahanda dan ibunda (alm) atas berkat dan didikan mereka ananda dapat masuk kuliah.
Ayahanda yang selalu memberikan materi serta semangat untuk selalu terus berjuang walaupun harus bekerja sangat keras demi membiayai kuliah ananda.
Terima kasaih ayahanda atas jasa serta bimbingannya yang tidak akan ananda lupakan sampai akhir hayat ananda.
Buat ibunda yang selalu memberikan nasehat,bimbingan dan kasih sayang sampai akhir hayat ibunda.
Walaupun ibunda tidak bisa mendampingi ananda pada saat wisuda tapi hati ibunda selalu dalam hati ananda sampai akhir hayat ananda.
Terima kasih buat kalian berdua.

Buat adinda dan kakanda yang selalu sabar serta pengertian membantu ananda dalam menyelesaikan kuliah ini
Teh Reni dan Aa Yudi yang selalu mengsuport ananda. Buat kedua adiku tersayang Rani dan Windi terima kasih banyak atas pengertian kalian.
Tidak lupa buat keponakanku yang lucu-lucu kalian jangan bandel dan nyusahin kedua orang tua kalian ya ^^.

Buat adinda Dwi endah lestari, u always in my heart because u is my soul and my spirit.
Thank u my lover.

Buat temen-temenku, aceh and kudel yang telah meminjamkan komputernya buat nyelesaikan tugas akhir ini.
Buat temen temen yang lain yang tidak bias kusebut satu-satu (kebanyakan sih ^^) makasih yah atas bantuan dan doanya.

Tidak lupa Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk AGAMAku dan BANGSAku semoga bermanfaat.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Segala puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada kami, sehingga kami dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul "PENURUNAN KADAR BOD_5 DAN COD DALAM SALURAN AIR BUANGAN KOTA JOGJAKARTA"

Penulisan tugas akhir ini dimaksudkan sebagai salah satu syarat yang harus ditempuh untuk memperoleh gelar kesarjanaan bagi mahasiswa S1 di Universitas Islam Indonesia, khususnya Teknik Lingkungan.

Terlepas dari ketidak sengajaan, penyusun sadar bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna oleh karena itu kritik dan saran yang konstruktif diperlukan guna menyempurnakan penyusunan tugas akhir ini.

Dalam penyusunan tugas akhir ini kami mendapatkan banyak bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof.Ir.H. Widodo, MSCE, Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia,
2. Bapak Ir. Kasam, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia Jogjakarta, sekaligus Dosen pembimbing tugas akhir yang telah membimbing, mendukung dan meluangkan waktunya hingga terselesainya tugas akhhir ini.

3. Andik Yulianto, ST selaku Koordinator Tugas Akhir sekaligus Dosen pembimbing tugas akhir Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia Jogjakarta, yang dengan sabar membimbing kami.
4. Dinas Kebersihan, Keindahan dan Pemakaman Kotamdya Jogjakarta selaku pihak yang berwenang dalam penanganan Sistem Penyaluran Air Buangan kota Jogjakarta
5. Bapak RB. Indro Sutoppo selaku pembimbing di lapangan.
6. Mas Agus yang selalu pengertian membuatkan surat kepada kami semua.
7. Bapak, ibu (alm) dan saudara-saudara kami yang di rumah, terimakasih atas segala doa dan dukungannya.
8. kepada Dwi Endah Lestari yang selalu pengertian, sabar, membantu ,serta dukungan dan kasih sayang hingga Tugas akhir ini dapat selesai.
9. Seluruh teman-teman TL '00 UII yang telah membantu sehingga laporan ini dapat terselesaikan.
10. Temanku Mohamad Mazlan dan Hakim Nur Huda yang telah meminjamkan komputer sehingga laporan ini bisa terselesaikan.

Semoga segala bantuan, bimbingan dan pengajaran yang telah diberikan kepada kami mendapatkan imbalan dari Allah S.W.T. Semoga Laporan Tugas akhir ini dapat berguna bagi kita semua. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Jogjakarta, April 2004

Penyusun

PENURUNAN KADAR BOD_5 DAN COD
DALAM
SALURAN AIR BUANGAN KOTA JOGJAKARTA

Oleh : Harry Sofiyandi Hakim

ABSTRAK

Menurut *Duncan Mara* (1975) dalam "*sewage treatment in hot climate*" mendefinisikan air buangan adalah air buangan dari kegiatan pembersihan rumah tangga (air buangan domestik).Oleh karena itu untuk mengetahui sejauh mana tingkat pencemaan yang di akibatkan oleh air buangan itu. Sehingga timbulah langkah-langkah untuk menangulangi atu menciptakan suatu teknologi yang befungsi untuk menangani masalah yang di timbulkan dari air buangan khusunya air buangan domestik. Dikarenakan lebih dititik beratkan terhadap pengolahan limbah tersebut dan hasilnya maka kebanyakan peneliti telah melupakan apa yang terjadi di dalam saluran yang menyambungkan antara sumber pencemar dengan tempat pengolahan limbah. Sehingga untuk mengetaui proses apa saja yang terjadi didalam saluran air buangan perlu adanya penelitian yang lebih lanjut. Untuk menindaklajutkan penelitian tersebut dilakukan penelitian mengenai sejauh penurunan konsentrasi BOD dan COD didalam saluran air buangan serta mengetahui beban BOD dan COD dalam saluran tersebut. Penelitian tersebut dilakukan di Jogjakarta yaitu di Jalan Sukrokarsan. Model pengukuran berdasarkan ruasan yang dilakukan selama 10 hari. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan hasil yang fluktuatif dari konsentrasi BOD dan COD, yaitu berkisar antara 50 sampai 90 mg/l untuk BOD sedangkan COD berkisar antara 110 sampai 300 mg/l. Untuk beban BOD dan COD didapatkan hasil berkisar antara 56 sampai 93 gr/l/orang untuk BOD dan untuk COD berkisar antara 298 sampai 592 gr/l/orang. Hal ini mengalami kenaikan yang cukup besar di bandingkan dengan penelitian sebelumnya yaitu berkisar antara 35 samapi 51 gr/l/orang untuk BOD dan 60 sampai 71 gr/l/orang untuk COD. Dikarenakan hasil yang didapatkan tidak terlalu bagus maka diharapkan untuk penelitian selanjutnya ketelitian dalam uji laboratorium lebih di perhatikan dan untuk pengukuran TSS harap dilakukan.

Kata Kunci: Penurunan BOD dan COD, Beban BOD dan COD.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

HALAMAN PENGESAHAN ii

MOTTO iii

PERSEMBAHAN iv

KATA PENGANTAR v

ABSTRAKSI vii

DAFTAR ISI..... viii

DAFTAR DIAGRAM xi

DAFTAR GAMBAR..... xii

DAFTAR TABEL..... xiii

DAFTAR GRAFIK..... xiv

DAFTAR LAMPIRAN..... xv

BAB I. PENDAHULUAN..... 1

1.1. Latar Belakang Masalah..... 1

1.2. Rumusan Masalah..... 2

1.3. Tujuan Penelitian..... 3

1.4. Manfaat Penelitian 3

1.5. Batasan Masalah 3

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA..... 5

2.1. Air Buangan..... 5

2.2. Sejarah dan Perkembangan Sistem Penyaluran Air Buangan..... 10

2.3. Pengolahan Air Limbah Domestik Secara Biologis..... 13

2.4. Bahan Organik Dalam Air Limbah..... 14

2.4.1. Biological Oxigen Demand..... 14

2.4.2. Uji BOD..... 14

2.4.3. Chemical Oxigen Demand..... 15

2.5. Sewer sebagai Reaktor Biologis..... 16

2.6. Penurunan Kadar BOD didalam Sewer..... 20

2.7. Penelitian Sebelumnya Yang Telah Dilakukan..... 21

2.8. Hipotesa..... 21

BAB III. Metedologi Penelitian 22

3.1. Langkah-Langkah Penelitian..... 22

3.2. Lokasi Penelitian..... 22

3.3. Jenis Penelitian..... 23

3.4. Waktu penelitian..... 23

3.5. Variabel Penelitian 23

3.6. Bahan Yang Diteliti..... 23

3.7. Metoda Analisis Dan Perhitungan..... 24

3.8 Prosedur Pengerjaan..... 26

BAB IV. ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN..... 29

4.1. Analisa Hasil..... 29

4.2. Pembahasan..... 29

4.2.1 Konsentrasi BOD_5 dan COD pada saluran air buangan kota Jogjakarta 30

4.2.2. Beban BOD_5 dan COD pada saluran air buangan kota Jogjakarta 30

4.2.3. Penurunan BOD_5 dan COD..... 34

4.2.4. Perbandingan COD/BOD..... 38

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN..... 40

5.1. Kesimpulan..... 40

5.2. Saran-Saran..... 40

DAFTAR PUSTAKA..... 42

LAMPIRAN

DAFTAR DIAGRAM

Diagram 2.1 Komposisi Air Buangan Domestik 6

Diagram 2.2 *Mass transfer* diantara bagian sistem proses 16

Diagram 4.1 Langkah-langkah pengerjaan 22

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk Saluran Bulat Telur 11

Gambar 2.2 Bentuk Saluran Bulat melingkar..... 13

Gambar 3.1 Peta Sistem Penyaluran Air Buangan..... 27

Gambar 3.2 Titik pengambilan sampel 28

Gambar 3.3 Jarak antar *Manhole* pengambilan sampel 28

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Limbah Domestik 7

Tabel 2.2 Perbandingan Rata-Rata angka BOD_5 / COD untuk beberapa jenis air 16

Tabel 2.3 Elektron penerima dan pemberi untuk proses reduksi secara mikrobiologi di dalam jaringan air buangan 17

Tabel 4.1 Konsentrasi kadar BOD_5 tiap hari 29

Tabel 4.2 Konsentrasi kadar COD tiap hari 29

Tabel 4.3 Konsentrasi BOD_5 dan COD per orang 31

Tabel 4.4 Beban pencemar BOD dan COD..... 31

Tabel 4.5 Beban pencemar BOD dan COD per orang 31

Tabel 4.6 Beban Pencemar BOD dan COD 32

Tabel 4.7 Fluktuasi Kadar BOD_5 34

Tabel 4.8 Penurunan kadar BOD_5 35

Tabel 4.9 Fluktuatif penurunan dan kenaikan Kadar COD 36

Tabel 4.10 Penurunan kadar BOD per meter 37

Tabel 4.11 Persen penurunan kadar BOD_5 38

Tabel 4.12 Persen Penurunan COD 38

Tabel 4.13 Persen penurunan rata-rata BOD dan COD dalam % 38

Tabel 4.14 Perbandingan BOD dan COD 39

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Perbandingan beban pencemaran BOD per orang di kota Jogjakarta 33

Grafik 4.2 Perbandingan beban pencemaran COD per orang di kota Jogjakarta 33

Grafik 4.3 Fluktuatif kadar BOD_5 34

Grafik 4.4 Fluktuatif Kadar COD 37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil pengujian kandungan DO

Lampiran 2 Hasil pengujian kandungan COD

Lampiran 3 Contoh hasil perhitungan debit dan beban BOD dan COD

Lampiran 4 Tabel Jarak, debit dan beban BOD dan COD

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Masalah pencemaran lingkungan di kota besar telah menunjukan gejala yang cukup serius, terutama masalah pencemaran air. Dengan semakin besarnya laju perkembangan penduduk dan industrialisasi, telah mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas lingkungan. Sejalan dengan tingkat peradaban manusia, pengetahuan mengenai dampak pencemaran lingkungan semakin berkembang. Masyarakat semakin menyadari bahwa air yang tercemar merupakan sumber dari penyakit baik secara langsung maupun tidak langsung malalui rantai makanan.

Air limbah secara garis besar dapat dibagi menjadi dua yaitu air limbah industri dan air limbah domestik, yakni yang berasal dari buangan rumah tangga dan dari perkantoran dan pertokoan (dacrah komersial). Dilihat dari sangat pentingnya pengolahan air limbah tersebut maka perlu adanya suatu pengolahan air limbah yang berfungsi untuk mengubah air limbah yang berbahaya menjadi air limbah yang tidak berbahaya bagi lingkungan dan manusia.

Untuk melakukan pengolahan air limbah maka air limbah perlu di salurkan ke tempat pengolahan dari sumber limbah. Tetapi sistem seperti itu kurang populer dilakukan sekarang ini karena beban yang terjadi menjadi semakin besar. Di Indonesia Sistem penyaluran limbah secara komunal masih dilakukan dikarenakan biaya yang cukup murah selain itu merupakan saluran peninggalan

Belanda. Untuk perencanaan penyaluran air limbah ini untuk sekarang khususnya di Indonesia hanya dilihat dari segi hidroliknya, padahal didalam penyaluran tersebut terdapat reaksi biologis yang dapat menurunkan kandungan BOD dan COD atau dalam kata lain saluran merupakan reaktor biologis. Dalam penurunan kandungan BOD dan COD di dalam ini dapat mengurangi kandungan BOD dan COD dalam air limbah sehingga diharapkan dengan berkurangnya kadar BOD dan COD dalam air limbah untuk pengolahnnya memerlukan biaya yang lebih kecil dari sebelumnya.

Kota Jogjakarta merupakan kota yang mempunyai jaringan Sistem Penyaluran Air Buangan yang cukup lama dan memiliki kapasitas air buangan yang lumayan besar tetapi dalam penanganan dan pemeliharaan air buangan sangat minim sekali. Ini terjadi karena biaya operasional untuk pengolahan limbah sangat besar sehingga biaya untuk pemeliharaan saluran sangat kecil. Dengan adanya sudut pandang yang lain dari penilaian tentang bahwa saluran Sistem Penyaluran Air Buangan dapat menurunkan kadar BOD dan COD diharapkan konsentrasi dana dan perhatian pemerintah untuk pemeliharaan dan pengembangan saluran Sistem Penyaluran Air Buangan semakin besar dari yang dahulu.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapakah konsentrasi BOD dan COD dalam saluran air buangan domestik kota Jogjakarta?

2. Berapakah persenkah perubahan kadar BOD dan COD dalam saluran air buangan domestik kota Jogjakarta terjadi?
3. Faktor-faktor apa yang dapat menggangu penurunan kadar BOD dan COD dalam saluran air buangan domestik kota Jogjakarta?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui sejauh mana penurunan kadar BOD dan COD dalam saluran air buangan domestik kota Jogjakarta.
2. Untuk mengetahui beban BOD dan COD dalam saluran air buangan domestik kota Jogjakarta.
3. Mengetahui besarnya perbandingan BOD/COD yang dikandung dalam saluran air buangan domestik kota Jogjakarta.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan pengetahuan bahwa saluran air buangan merupakan sebuah reaktor yang dapat menurunkan kadar BOD dan COD.
2. Memberikan pengetahuan bahwa saluran air buangan dapat dijadikan sebagai pengolahan air buangan pertama (*pre-treatment)*.

1.5 Batasan Masalah

1. Meneliti sejauh mana penurunan kadar BOD dalam saluran air buangan domestik kota Jogjakarta (Sistem Penyaluran Air Buangan kota Jogjakarta).

2. Meneliti sejauh mana penurunan kadar COD dalam saluran air buangan domestik kota Jogjakarta (Sistem Penyaluran Air Buangan kota Jogjakarta).
3. Meneliti penurunan kadar BOD dan COD tidak berdasarkan variable tetapi berdasarkan Ruasan.
4. Dalam penelitian ini tidak meneliti kadar TSS yang terkandung dalam air buangan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Buangan

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

2.1.1. Komposisi Dan Sifat-Sifat Air Buangan

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

Untuk mengetahui air buangan domestik secara lebih luas diperlukan pengetahuan yang mendetail tentang komposisi atau kandungan yang ada didalamnya. Setelah diadakan analis ternyata diketahui bahwa sekitar 75% dari

benda-benda terapung dan 40% dari benda-benda padat yang dapat disaring adalah berupa bahan organik. Komponen utama bahan-bahan organik tersebut tersusun oleh 40-60% protein, 25-50% karbohidrat dan 10% sisanya berupa lemak. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada diagram berikut:

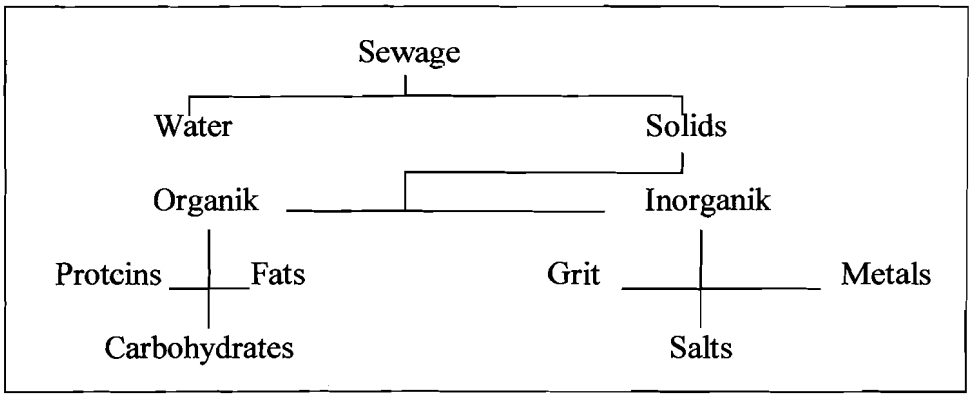


Diagram 2.1. Komposisi air buangan domestik
Sumber : T.H.Y. Tebbutt, Principles of Water Quality Control, Pergamon, Oxford,1970

Adapun sifat-sifat yang dimiliki oleh air buangan domestik adalah sifat fisik. Sifat kimia dan sifat biologi.

- 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 yang tidak segera mengendap. Penguraian bahan-bahan organik juga menimbulkan terbentuknya warna. Parameter ini dapat menunjukan kekuatan pencemaran.

  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.

Secara lengkap sifat-sifat fisik air buangan domestik dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2.1. Karakteristik Limbah domestik

Sifat-sifat	Penyebab	Pengaruh
Suhu	Kondisi udara sekitar	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, organisme kecil.	Memantulkan sinar, jadi mengurangi produksi oksigen yang dihasilkan.
Warna	Benda terlalur seperti sisa bahan organik dari daun dan tanaman	Umumnya tidak berbahaya, tetapi berpengaruh terhadap kualitas air
Bau	Bahan volatil, gas terlarut, hasil pembusukan bahan organik.	Menggangu estetika
Rasa	Bahan penghasil bau, benda terlarut dan beberapa ion.	
Benda padat	Benda organik dan anorganik yang terlarut atau tercampur.	Mempengaruhi jumlah organik padat.

Sumber : Sugiharto, 1987

- Sifat kimia

Pengaruh kandungan bahan kimia yang ada di dalam air buangan domestk 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 ialah struktur protein sangat komplek dan

tidak stabil serta mudah teurai menjadi bahan lain oleh proses dekomposisi (Sugiharto,1987).

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

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

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

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

- 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 didalam air buangan domestik adalah bakteri, jamur, protozoa dan alga.

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

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

Protozoa adalah kelompok mikroorganisme yang umumnya motil, bersel tunggal dan tidak berdinding sel. Kebanyakan protozoa merupakan predator yang sering kali memangsa bateri. Peranan protozoa penting bagi

penangan limbah organik karena protozoa dapat menekan jumlah bakteri yang berlebihan. Selain daripada itu protozoa dapat mengurangi bahan organik yang tidak dapat dimetabolisme oleh bakteri ataupun jamur dan membantu menghasilkan effluen yang lebih baik.

2.2. Sejarah Dan Perkembangan Sistem Penyaluran Air Buangan di Jogjakarta

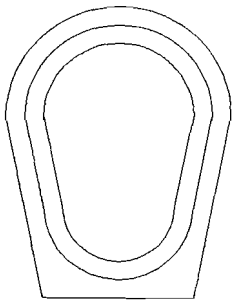
Sejarah dan perkembangan Sistem penyaluran air buangan dikota Jogjakarta dapat dipisahkan menjadi dua tahap yaitu:

2.2.1. Sistem penyaluran air buangan sebelum indonesia merdeka (1925 – 1945)

Sistem penyaluran air buangan di kota Jogjakarta mulai dibangun pada jaman Belanda yaitu pada tahun 1925 sampai dengan tahun 1938 untuk melayani penduduk perkotaan. Sistem penyaluran air buangan ini dibuat untuk mencegah terjadinya wabah disentri dan kolera di daerah kota Jogjakarta yang pada saat itu merupakan daerah yang cukup ramai dan menjadi kota utama di Indonesia setelah ibukota Jakarta. Desain pipa yang pertama kali dibuat yaitu berbentuk oval dengan diameter 20/30 cm sampai dengan 60/90 cm.

Adapun cakupan pelayanan sistem penyaluran air buangan tersebut meliputi daerah seputaran Kraton, seputar Jetis, Pakualaman, dan Gondokusuman dan dibagi dalam 18 kemandoran. Sistem operasional saluran tersebut menggunakan sistem campuran yaitu saluran air buangan tersebut tercampur dengan saluran air hujan tetapi dalam hal ini air hujan digunakan sebagai air

penggelontor untuk membersihkan saluran dari endapan yang terjadi didalam saluran. Selain itu sistem yang digunakan menggunakan sistem gravitasi ini dapat dilihat dari tidak adanya pemompaan dalam saluran tersebut sehingga beda tinggi sangat berpengaruh dalam perkembangan sistem penyaluran air buangan di kota Jogjakarta. Selain itu dapat dilihat dalam pembuangan akhir dari saluran tersebut dengan tidak memaksakan saluran tersebut untuk masuk ke instalasi pengololahan air buangan Ngasem yang saat ini sudah tidak digunakan lagi. Untuk saluran yang tidak dapat masuk ke Instalasi pengolahan air buangan tersebut di buang ke badan air yaitu : sungai Code, sungai Winongo sungai Belik dan sungai Gajah Wong.



Gambar 2.1. Bentuk saluran bulat telur

2.2.2. Setelah Indonesia merdeka (1945 – sekarang).

Sistem penyaluran air buangan dikota Jogjakarta setelah Indonesia merdeka lebih cenderung ke pengembangan dari sistem yang sudah ada walaupun terdapat sistem baru yang dibangun. Hal ini terjadi karena sistem yang telah ada keadaannya masih sangat bagus walaupun terdapat beberapa sistem yang sudah rusak seperti saluran air buangan untuk didaerah jalan Cik ditiro yang sudah mengalami pergantian pipa yang pada saat itu sudah rusak karena mengalami

penyumbatan sehingga tidak mungkin lagi untuk di perbaiki walaupun untuk bangunan pelengkapnya seperti *manhole* masih dapat dipergunakan.

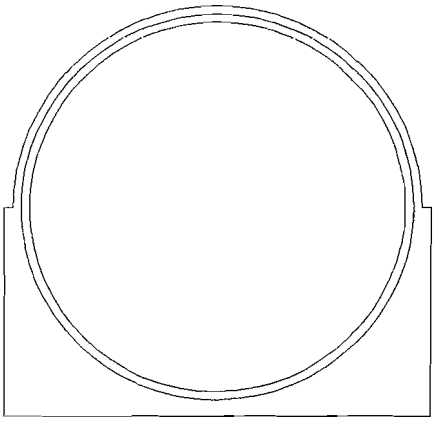
Desain pipa yang digunakanpun terjadi pergantian dari pipa yang berbentuk oval menjadi pipa yang berbentuk bulat hal ini terjadi karena tidak tersediannya pipa yang berbentuk oval di pasaran maka menggunakan pipa berbentuk bulat. Adapun untuk ukuran pipa yang digunakan yaitu pipa dengan diameter 30 cm sampai pipa dengan diameter 150 cm sedangkan untuk pipa sambungan rumah (*house connection*) dari pipa berdiameter 10 cm sampai 20 cm.

Untuk pembuangan akhir dari saluranpun berubah dari pembuangan ke badan air menjadi ke Instalasi Pengolahan Air Limbah yang berada di daerah Sewon Bantul Jogjakarta. Tetapi dalam kenyataannya tidak semua limbah air buangan dapat disalurkan ke Instalasi Pengolahan Air Buangan ada sebagian akhir dari buangan domestik dari sistem yang masih di buang ke sungai hal ini disebabkan bahwa sistem yang digunakan tidak menggunakan pemompaan sama sekali sehingga jika beda tinggi antara pipa lateral dengan pipa induk lebih tinggi pipa induk sehingga pipa lateral tidak dapat disalurkan ke pipa induk.

Untuk peletakan pipa juga terjadi perubahan posisi yang dulunya diletakan ditengah-tengah jalan menjadi di pinggir jalan. Hal ini disebabkan karena susahnya penggalian dalam pemasangan pipa karena mobilitas dijalan pada saat ini yang sangat tinggi.

Untuk perkembangan dari Intansi yang bertanggung jawab dalam penanganan sistem ini terjadi beberapa kali peralihan. Yang pertama kali menangani sistem ini adalah Dinas Perusahaan Umum propinsi DIY dan sekitar

tahun 1980-an terjadi peralaihan tanggung jawab dari Dinas perusahaan Umum Propinsi ke Dinas Perusahaan Umum Kodya/Kabupaten kemudian pada tahun 1992 terjadi peralihan lagi dari Dinas Perusahaan umum ke Dinas Kebersihan, keindahan dan pemakaman sub dinas air kotor.



Gambar 2.2. Bentuk saluran bulat melingkar

2.3. Pengolahan Air Limbah Domestik Secara Biologi

Pengolahan air limbah secara biologi adalah proses penghilangan berbagai senyawa yang tidak dikehendaki kehadirannya dengan cara memanfaatkan aktivitas decomposer yang akan memetabolisme bahan-bahan organik yang terkandung di dalam air limbah.

Proses penguraian yang terjadi yang dilakukan oleh mikroorganisme itulah yang diharapkan terjadi sehingga penurunan kadar bahan organik yang terkandung dalam air limbah dapat di turunkan. Dalam hal ini peran mikroorganisme sebagai subjek penting dalam menurunkan konsentrasi limbah sangatlah penting sehingga keberadaannya perlu dijaga dan diperhatikan dengan

baik. Seperti hal layaknya mahluk hidup lainnya mikroorganisme memerlukan makanan dan kondisi yang ideal untuk melakukan proses penguraian bahan organik tersebut.

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

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

2.4. Bahan organik dalam air limbah

Air limbah merupakan zat yang terdiri dari berbagai macam zat organik maupun zat kimia. Oleh karena itu untuk mengetahui parameter-parameter apa aja yang terkandung dalam air sangatlah sulit karena memerlukan pengujian yang sangat banyak dan memerlukan biaya yang cukup besar. Oleh karena itu dalam penelitian ini dibatasi cuma hanya meneliti parameter BOD (*Biological Oxygen Deman*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*).

2.4.1. *Biological Oxygen Deman* (BOD)

BOD adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme selama penguraian senyawa organik pada kondisi aerobik. Dalam hal ini dapat diinterprestasikan bahwa senyawa organik merupakan makanan bagi mikroorganisme.

2.4.2. Uji BOD (*Biological Oxygen Deman*)

Uji BOD adalah suatu analisa empiris yang mencoba mendekati secara global proses-proses mikrobiologi yang terjadi didalam air limbah domestik.

Angka BOD menunjukan jumlah DO yang dibutuhkan mikroorganisme untuk menguraikan hampir semua semua bahan organik terlarut dan sebagian bahan organik tersuspensi.

Dengan demikian uji BOD tidak menunjukan jumlah bahan organik yang sebenarnya, tetapi hanya mengukur jumlah DO yang dibutuhkan untuk proses dekomposisi. Jika BOD air limbah Domestik tinggi, yaitu ditandai dengan semakin kecilnya sisa DO, maka hal ini memberi arti bahwa kandungan bahan organik didalam air limbah Domestik juga tinggi.

Uji BOD berdasarkan atas reaksi oksidasi dari bahan-bahan organik oleh mikroorganisme aerob dengan hasil berupa karbondioksida, ammonium dan air. Reaksi BOD dilakukan dalam botol tertutup pada temperature 20°C selama 5 hari. Jumlah DO yang yang terpakai adalah perbedaaan antara DO pada hari ke-0 dan hari ke-5.

2.4.3. *Chemical Oxygen Demand* (COD)

COD adalah jumlah oksigen (mg O_2) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam 1 liter sampel air , dimana pengoksidasian $K_2 Cr_2 O_7$ digunakan sebagai sumber oksigen (*oxidizing agent*).

Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi oleh mikrobiologi, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut didalam air.

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

Tabel 2.2. Perbandingan Rata-rata angka BOD_5 / COD untuk beberapa jenis air

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

Sumber : Metode penelitian air

2.5. *Sewer* Sebagai Reaktor Biologi

Sewer adalah suatu saluran yang memiliki karakteristik yang berbeda dengan saluran air bersih, oleh karena itu memerlukan penanganan yan berbeda pula. Secara garis besar transfer massa (*mass Transfer*) didalam sewer dibagi dalam 4 bagian besar yaitu: *Bulkwater phase, Biofilm phase, Sewer sediment dan Sewer atmosphere.*

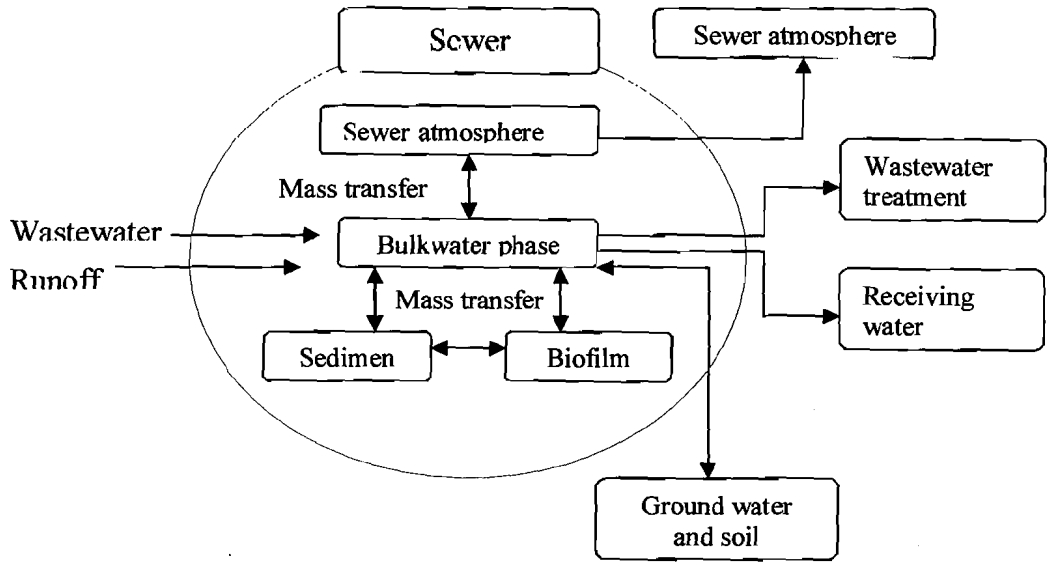


Diagram 2.2. *Mass transfer* diantara bagian sistem proses (*Hvitved-Jacobsen*, 2002)

Transformations zat organik didalam sewer terjadi dalam beberapa kondisi yaitu kondisi *aerobik*, *anaerobik* dan *anoxic*. Didalam sewer proses biologis lebih cenderung didominasi oleh mikroorganisme *heterophic.* Proses yang terjadi lebih ditentukan oleh jenis elektron penerima yang tersedia didalam sewer (*Nielsen et. al.*,1992) misalnya : oksigen untuk *aerobik respiration*, nitrat untuk *denitrification*, zat organik untuk permentasi dan lain-lain.

Tabel 1.2. Elektron penerima dan pemberi untuk proses reduksi secara mikrobiologi didalam jaringan air buangan.

Kondisi proses	Elektron penerima
Aerobik	+ oksigen
Anoxic	- Oksigen + nitrate
Anaerobik	- oksigen - nitrat + sulfate + CO_2

Sumber : Hvitveld- jacobsen, 2002

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

a. Proses pengolahan biologis secara aerobik.

b. Proses pengolahan biologis secara anaerobik.

a. Proses pengolahan biologis secara aerobik

Proses pengolahan biologis secara aerobik berarti suatu proses biologis yang melibatkan oksigen didalamnya.

b. Proses pengolahan biologis secara anaerobik

Proses pengolahan biologis secara aerobik berarti suatu proses biologis yang tanpa melibatkan oksigen didalamnya. Pada dekomposisi anaerobik hasil proses penguraian bahan organik memproduksi biogas yang mengandung metana (50-70%), CO_2 (25-45%) dan sejumlah kecil unsur H_2,N_2,H_2S (Ye-Shi Cao,1994).

Reaksinya dapat dijelaskan sebagai berikut:

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[mikroorganisme]{} CH_4 + CO_2 + H_2 + N_2 + H_2S \quad \text{persamaan ..(1)}$$

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

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

Penguraian secara anaerobik sering pula disebut fermentasi metan, karena proses penguraian bahan organik dengan produk akhirnya menghasilkan gas metana.

Proses pengolahan anaerobik dalam pengolahan biologi terjadi dalam tiga tahap pemecahan bahan organik yang menghasilkan gas metana, yaitu:

- Hidrolisis.

  Disebut juga dengan proses pencairan. Bahan-bahan organik pertama-tama harus diuraikan terlebih dahulu menjadi molekul yang lebih kecil yang dapat larut dan dapat diasimilasi oleh sel bakteri.

  Proses hidrolisis merupakan proses yang paling lambat dari ketiga proses lainnya terutama jika berada pada suhu rendah dan pH lebih kecil dari 6.

  Proses degradasi hidrolisis ini merupakan proses yang paling menentukan dalam menghasilkan substrat-substrat untuk berhailnya tahap-tahap degradasi berikutnya.

- Pembentukan asam.

  Selain menjadi bentuk molekul yang lebih sederhana, tejadi proses pembentukan senyawa-senyawa asam melalui proses fermentasi dahulu. Proses fermentasi ini berlangsung cepat, menguraikan hasil hidrolisis menjadi senyawa hidrogen (format), bikarbonat piruvat, alkohol dan asam lemak yang lebih sederhana.

  Proses pembentukan asam ini tidak mempengaruhi laju proses kescluruhan dan akibat proses ini tidak seberap berarti. pH pada proses ini cenderung pH netral.

- Proses pembentukan asam.

  Proses ini disebut dengan fermentasi metana sebagai fase pembentukan gas metana baik dari senyawa asetat maupun dari H dan CO_2. proses ini

menggunakan bakteri methanogen. Bakteri metana sangat sensitif terhadap pH, bila pH berada di bawah 6 maka pembentukan methana akan berhenti. Bakteri metana sangat lambat tumbuh tetapi mempunyai kemampuan untuk mempertahnkan diri dalm waktu lama asalkan suhu tetap stabil di bawah 15°C.

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

2.6. Penurunan kadar BOD di dalam *sewer*

Penurunan kadar BOD dalam air buangan di dalam sewer terjadi karena adanya kontak antara air buangan dengan biofilm didalam saluran. Sedangkan Biofilm sendiri terdiri dari kumpulan mikroorganisme. Reaksi diatas dapat ditulis dalam persamaan :

Wasted + Oxygen $\xrightarrow{\text{bacteria}}$ Treated waste +New bacteria .....Persamaan (2)

Atau

Air buangan + oksigen $\xrightarrow{\text{bakteri}}$ zat-zat lain + CO_2 + H_2O ..... Persamaan (3)

Untuk mendapatkan hasil yang maksimal dari penurunan BOD harus adanya keseimbangan antara jumlah bakteri dengan nutrien yang terdapat dalam air buangan tersebut. Adapaun nutrient yang dibutuhkan oleh bakteri antara lain : N, P , C , S. Bakteri memakan zat organik yang terkandung didalam air buangan untuk melakukan siklus hidupnya ini dapat dilihat pada persamaan (2).

2.7. Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan

Sebelum penelitian ini dilakukan telah dilakukan penelitian yang sama yang dilakukan oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) yang bekerjasama dengan BTKL pada tahun 1994 yang meneliti kadar limbah yang terkandung dalam air buangan domestik kota Jogjakarta yang berlokasi di tiga titik yaitu:

1. Matri Jeron
2. Gedong Tengen
3. Jetis

2.8. Hipotesa

1. Dalam saluran air buangan domestik terjadi penurunan konsentrasi BOD dan COD yang kemungkinan dipengaruhi oleh jarak yang dilalui oleh air limbah.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Langkah-langkah Penelitian

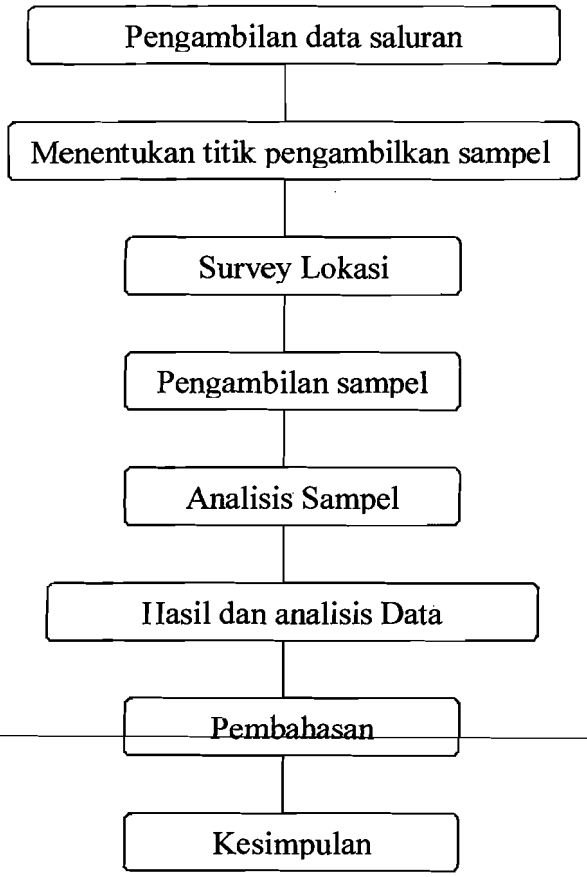


Diagram 4.1. langkah-langkah pengerjaan

3.2. Lokasi penelitian

Sistem Penyaluran Air Buangan kota Jogjakarta yang berada di jalan Taman Siswa dengan bentuk saluran oval dengan ukuran 25/20. Untuk penelitian sampel dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Teknik Lingkungan Fakultas

Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Untuk lokasi pengambilan sampling didasarkan pada ruasan yang mempunyai kriteria sebagai berikut:

- Saluran yang akan diambil sampling tidak terjadi penambahan debit.
- Lingkungan sekitar saluran tidak terlalu ramai sehingga memudahkan dalam pengambilan sampling.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.1, 3.2, 3.3 berikut ini:

3.3. Jenis penelitian

Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium

3.4. Waktu penelitian

Dapat dilihat di jadwal pelaksanaan tugas akhir. Untuk pengambilan sampel dilakukan pada saat puncak yaitu: pada pukul 6.30 - 10.00 WIB (*Metcalf & Edy*).

3.5. Variabel penelitian

BOD (*Biological Oxygen demand*) dan COD (***Chemical Oxygen Demand)*** dalam sewer, Temperatur dalam sewer, debit air buangan dalam sewer, Diameter saluran, dan Kecepatan air buanagan dalam saluran.

3.6. Bahan yang diteliti

Air buangan Sistem Penyaluran Air Buangan kota Jogjakarta.

3.7. Metoda analisis laboratorium dan perhitungan

a. Metoda analisis laboratorium

Dalam penelitian ini untuk mengetahui hasil BOD_5 dan COD digunakan rumusan:

1. BOD_5

$$BOD_5 \text{ mg/l} = \frac{(D1 - D2) - (B1 - B2)f}{p} \quad \text{..... Persamaan (3.1)}$$

Dimanan:

D1 = DO_s air campuran, mg/l

D2 = DO_5^{20} air campuran, mg/l

P = volume sampel yang digunakan

B1 = DO_s air pengencer, mg/l

B2 = DO_5^{20} air pengencer, mg/l

f = pengenceran

2. COD

$$COD = \frac{(A - B) \times M \times 8000}{mlsampel} \quad \text{..... Persamaan (3.2)}$$

Dimana:

A = ml FAS yang digunakan untuk blanko

B = ml FAS yang digunakan untuk sampel

M = molarity FAS

8000 = milliequvalent berat dari oksigen x 1000 ml/l

b. Metoda perhitungan

Untuk analisis perhitungan Hidrolis dicari dengan menguunakan persamaan:

$Q = V \times A$ ..... persamaan (3.3)

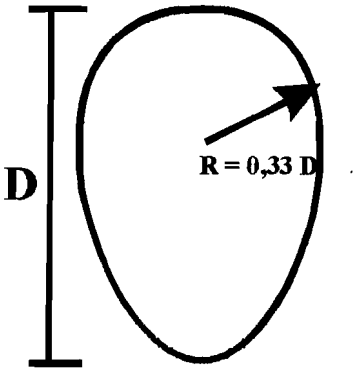
Dimana :

Q = debit, M^3

V = Kecepatan M/dtk (didapat dari perhitungan lapangan)

A = luas area, M^2

Untuk perhitungan A dikarenakan bentuknnya ellips maka di gunakan rumusan:



$A\ full = 0{,}510 \times D^2$ ..... persamaan (3.4)

Dimana:

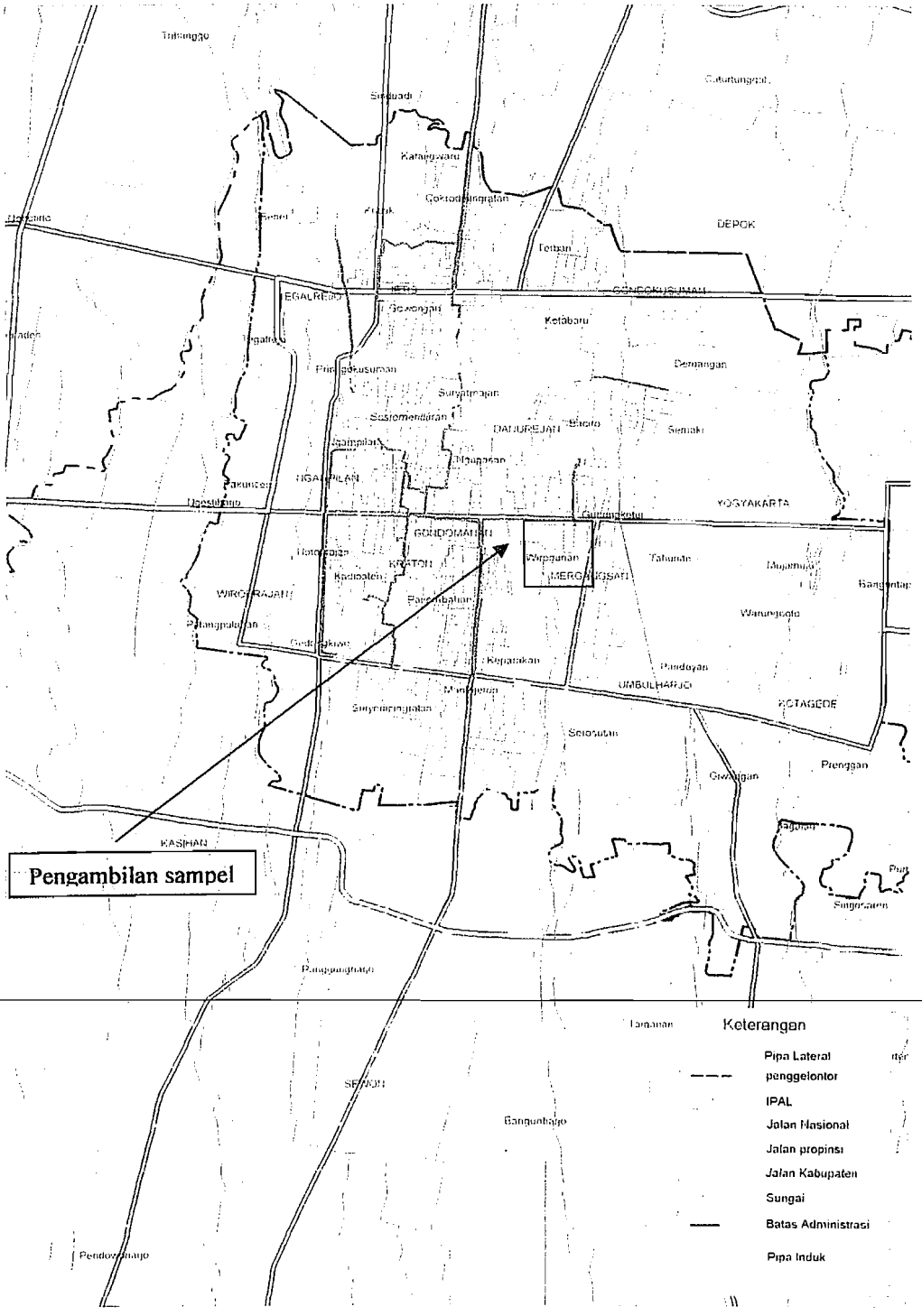
D = diameter ellips = $\frac{R}{0.33}$, M

Yang kemudian dapat diplotkan ke grafik *Hydroulic elemens of noncircular sewer* (lampiran) sehingga akan di dapat area Basah.

3.7. Prosedur Pengerjaan

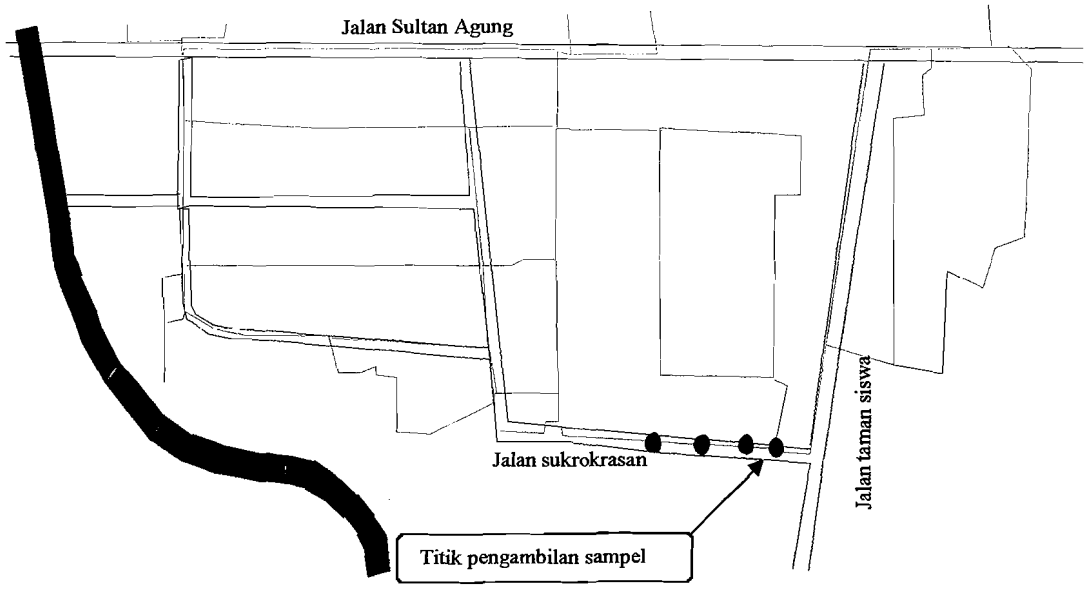
Mengacu pada *Standar Methods for the Examination of Water and Wastewater*, edisi ke 20 bagian 5210 dan 5220. Untuk pemeriksaan COD menggunakan *Closed reflux, titrimetric method.*

Saluran Air limbah Existing Yogyakarta

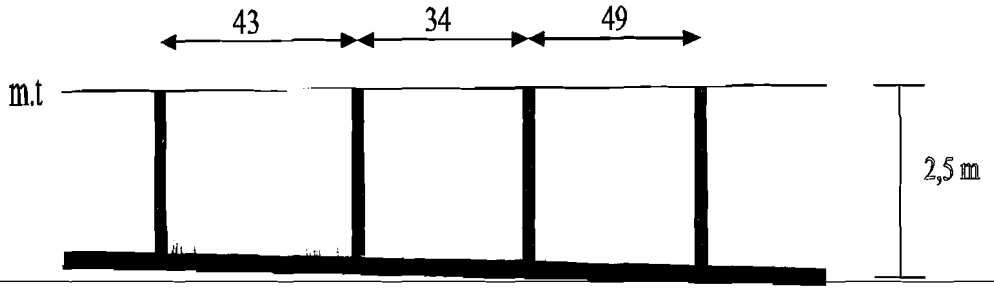


Sumber : YUDP kota Jogiakarta. 2004

Gambar 3.1. Peta Sistem Penvaluran Air Buangan



Gambar 3.2. Titik pengambilan sampel.



Manhole

Saluran air buangan

Gambar.3.3. Jarak antar *Manhole* pengambilan sampel.

BAB IV

ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Hasil.

Data yang terkumpul setelah diproses kemudian ditabelkan dan dilanjutkan dengan grafik. Data yang terkumpul berupa data awal hasil dari penelitian BOD dan COD serta data hasil pengukuran di lapangan yang telah diolah terlebih. Dikarenakan data BOD yang didapat banyak terdapat perbedaan antara pengukuran 1 dan 2 (lampiran 1) maka data tersebut dibandingkan dengan data COD yang lebih akurat hasilnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada table 4.1 dan 4.2 berikut:

Tabel 4.1 Konsentrasi kadar BOD_5 tiap hari (dalam mg/l)

Lokasi	Hari ke 1	Hari ke 2	Hari ke 3	Hari ke 4	Hari ke 5	Hari ke 6	Hari ke 7	Hari ke 8	Hari ke 9	Hari ke 10
1	57.23	98.18	2.43	59.51	34.49	19.71	27.20	6.22	60.01	33.40
2	62.60	84.76	15.85	96.42	54.62	13.00	27.20	12.93	46.59	6.55
3	43.81	57.91	9.14	72.93	27.78	6.29	27.20	6.22	6.32	33.40
4	57.23	71.33	15.85	25.28	21.07	13.00	27.20	26.35	6.32	53.53

Tabel 4.2 Konsentrasi kadar COD tiap hari (dalam mg/l)

Lokasi	Hari ke 1	Hari ke 2	Hari ke 3	Hari ke 4	Hari ke 5	Hari ke 6	Hari ke 7	Hari ke 8	Hari ke 9	Hari ke 10
1	144	240	296	192	272	104	304	344	240	216
2	128	248	280	184	160	144	264	272	160	144
3	176	200	280	224	152	112	256	272	176	144
4	144	240	336	196	176	144	264	232	176	136

4.2. Pembahasan

Berdasarkan evaluasi dari hasil pemeriksaan BOD dan COD yang di tunjukan pada table 4.1 sampai 4.2 secara garis besar dapat dijelaskan sebagai berikut:

4.2.1. Konsentrasi BOD_5 dan COD per orang pada saluran air buangan kota Jogjakarta

Hasil perhitungan konsentrasi BOD_5 dan COD dan dengan jumlah pelayananan sebesar 5500 orang untuk jaringan yang disampling (*Rencana Pengembangan Sistem Penyaluran Air Buangan kota Jogjakart,* Dinas Keindahan Kebersihan dan Pemakaman), sehingga di dapat konsentrasi BOD_5 dan COD per orang yang dapat dilihat pada tabel 4.3.

Dilihat dari konsentrasi BOD_5 dan COD per orang perhari dapat ditarik kesimpulan bahwa konsentrasi BOD_5 dan COD tidak mewakili konsentrasi per orang hal ini dikarenakan dalam pengukuran mengabaikan kondisi ekonomi tiap orang dan jumlah fasilitas pelayanan yang ada di daerah pelayanan sehingga mempengaruhi besarnya konsentrasi BOD_5 dan COD.

4.2.2. Beban BOD_5 dan COD pada saluran air buangan kota Jogjakarta

Hasil perhitungan beban BOD dan COD pada saluran air buangan kota Jogjakarta berdasarkan besarnya debit yang mengalir pada saluran maka di dapat beban BOD dan COD dari daerah yang dilayani. Jika dibandingkan dengan jumlah penduduk pelayan yang dilayani maka akan didapat beban BOD dan COD per orang. Untuk mengetahui besarnya debit digunakan persamaan (3.3) (untuk contoh pehitungan dapat dilihat di lampiran 3). Hasil yang didapat dijelaskan dalam tabel 4.4 dan 4.5

Tabel 4.3. Konsentrasi BOD_5 dan COD per orang

Lokasi	Hari ke-1		Hari ke-2		Hari ke-3		Hari ke-4		Hari ke-5		Hari ke-6		Hari ke-7		Hari ke-8		Hari ke-9		Hari ke-10	
	BOD	COD	BOD	COD	BOD	COD	BOD	COD	BOD	COD	BOD	COD	BOD	COD	BOD	COD	BOD	COD	BOD	COD
1	0.011	0.033	0.021	0.046	0.001	0.053	0.011	0.035	0.005	0.048	0.004	0.022	0.004	0.057	0.001	0.061	0.008	0.046	0.005	0.041
2	0.009	0.024	0.023	0.051	0.004	0.052	0.018	0.033	0.009	0.032	0.003	0.030	0.004	0.051	0.002	0.050	0.007	0.029	0.004	0.027
3	0.013	0.038	0.022	0.036	0.002	0.053	0.013	0.041	0.004	0.036	0.002	0.028	0.004	0.052	0.005	0.047	0.004	0.032	0.004	0.027
4	0.011	0.030	0.020	0.040	0.008	0.058	0.005	0.036	0.005	0.031	0.002	0.036	0.004	0.051	0.004	0.045	0.001	0.030	0.007	0.026

Tabel 4.4. Beban pencemar BOD dan COD (dalam gr/l)

Lokasi	Hari ke-1		Hari ke-2		Hari ke-3		Hari ke-4		Hari ke-5		Hari ke-6		Hari ke-7		Hari ke-8		Hari ke-9		Hari ke-10	
	BOD	COD	BOD	COD	BOD	COD	BOD	COD	BOD	COD	BOD	COD	BOD	COD	BOD	COD	BOD	COD	BOD	CO
1	449361	1130665	592374	1448053	13371	1628680	355074	1145571	314109	2477172	163698	863752	296229	3310789	63460	3509712	629112	2516030	297211	1922(
2	491525	1005036	511404	1496321	87211	1540643	575315	1097839	497438	1457160	107969	1195964	296229	2875159	131920	2775121	488424	1677353	58285	12813
3	600700	2413219	692214	2390653	96247	2948473	787111	2417429	306973	1679620	68742	1224015	328913	3095656	76729	3355364	82100	2286325	400507	17267
4	1339866	3371322	1019272	3429487	207303	4394552	394158	3055609	322815	2696505	194068	2149676	372814	3618493	427457	3763572	91661	2552580	728017	18496

Tabel 4.5. Beban pencemar BOD dan COD per orang (dalam gr/l)

Lokasi	Σ pelayanan	Hari ke-1		Hari ke-2		Hari ke-3		Hari ke-4		Hari ke-5		Hari ke-6		Hari ke-7		Hari ke-8		Hari ke-9		Hari ke-10	
		BOD	COD	BOD	COD	BOD	COD	BOD	COD	BOD	COD	BOD	COD	BOD	COD	BOD	COD	BOD	COD	BOD	COD
1	5500	82	206	108	263	2	296	65	208	57	450	30	157	54	602	12	638	114	457	54	349
2	5500	89	183	93	272	16	280	105	200	90	265	20	217	54	523	24	505	89	305	11	233
3	5500	109	439	126	435	17	536	143	440	56	305	12	223	60	563	14	610	15	416	73	314
4	5500	244	613	185	624	38	799	72	556	59	490	35	391	68	658	78	684	17	464	132	336

Jika dilihat dari hasil yang didapatkan beban BOD dan COD yang terkandung dalam limbah Domestik kota Jogjakarta sudah sangat besar sehingga memerlukan perhatian yang lebih dari pihak pemerintah daerah setempat karena jika tidak segera mendapatkan perhatian khusus akan menyebabkan masalah pencemaran yang sangat berbahaya bagi lingkungan maupun manusia. Selain dari itu sistem penyaluran air buangan kota Jogjakarta yang tidak seluruh keluarannya masuk ke Instalasi Pengolahan Limbah yang berada di Sewon Bantul, Cuma 80% keluaran saluran air buangan yang masuk ke Instalasi Pengolahan Air Limbah sedangkan sisanya disalurkan ke badan air penerima seperti : sungai code, gajah wong,dan sungai Winongo, sehingga persentasi untuk mencemari badan air penerima itu sangatlah besar. Jika kita bandingkan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh pihak BTKL yang bekerjasama dengan PDAM untuk meneliti pencemaran air limbah yang dilakukan pada tahun 1994 yang mempunyai hasil yang dapat dilihat pada Tabel 4.6 berikut ini:

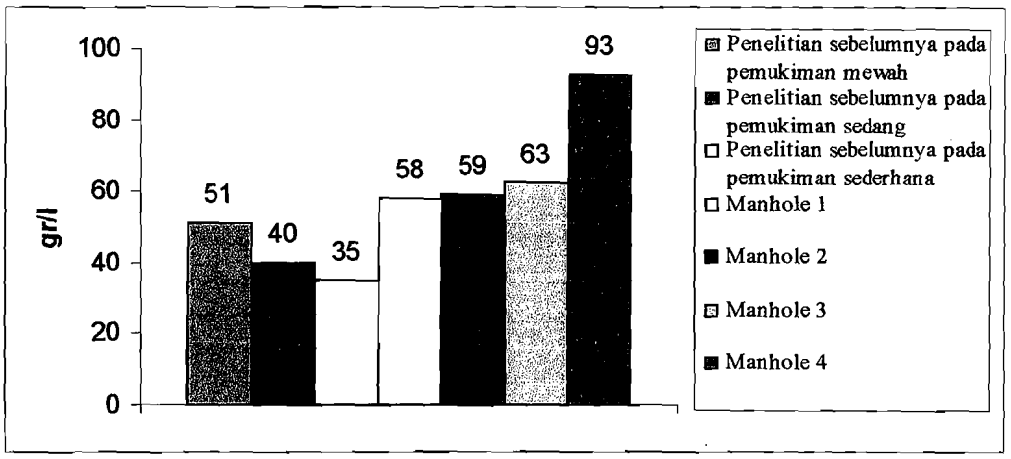
Tabel 4.6. Beban Pencemar BOD dan COD

Parameter	Lokasi		
	I	II	III
BOD	51	40	35
COD	71	63	60

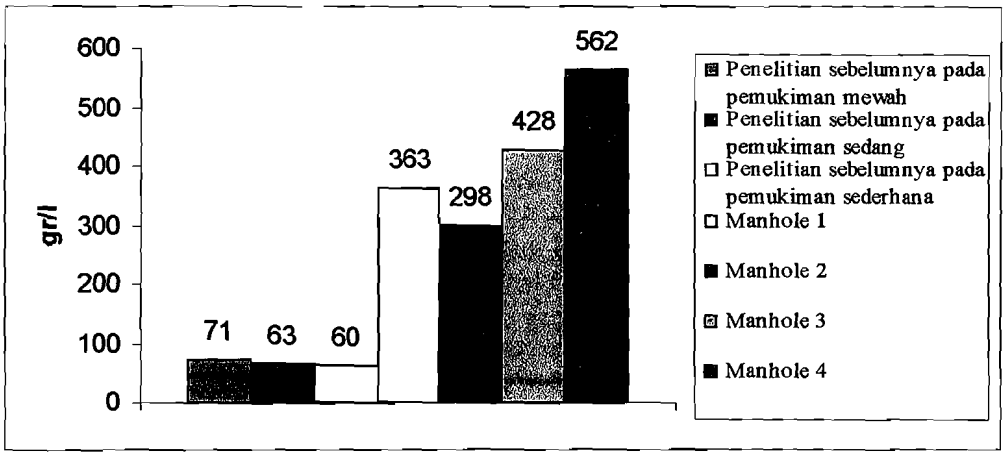
Keterangan :
Lokasi I : pemukiman baik s/d mewah
Lokasi II : pemukiman sedang/biasa
Lokasi III : pemukiman sederhana atau kota kecil
Satuan dalam gram/ kapita per hari

Jika dibandingkan maka terdapat kenaikan angka BOD dan COD yang cukup besar hal ini dikarenakan jumlah pemakai yang semakin banyak setelah dikeluarkannya Keputusan Gubernur kepala Daerah Istimewa Jogjakarta Nomor:

24/KPTS/1992 tentang pengolahan air buangan Domestik. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik berikut ini:



Grafik 4.1. Perbandingan beban pencemaran BOD per orang di kota Jogjakarta



Grafik 4.2. Perbandingan beban pencemaran COD per orang di kota Jogjakarta

Jika dlihat dari angka kenaikan antara penelitian sebelumnya antara beban BOD dan COD dapat dilihat kenaikan angka COD mempunyai angka kenaikan yang cukup besar dibandingkan dengan BOD. Hal ini dikarenakan dalam saluran air buangan limbah domestik yang diambil untuk diteliti terdapat masukan air buangan dari kegiatan non domestik antara lain masukan air buangan

dari kegiatan limbah rumah sakit. Ini dapat dilihat dari jalur pelayanan sistem tersebut (*Rencana Pengembangan Sistem Penyaluran Air Buangan kota Jogjakarta,DKKP Jogjakarta)*. Hal ini yang menyebabkan kenaikan angka COD yang cukup besar dibandingkan dengan angka BOD yang relatif normal.

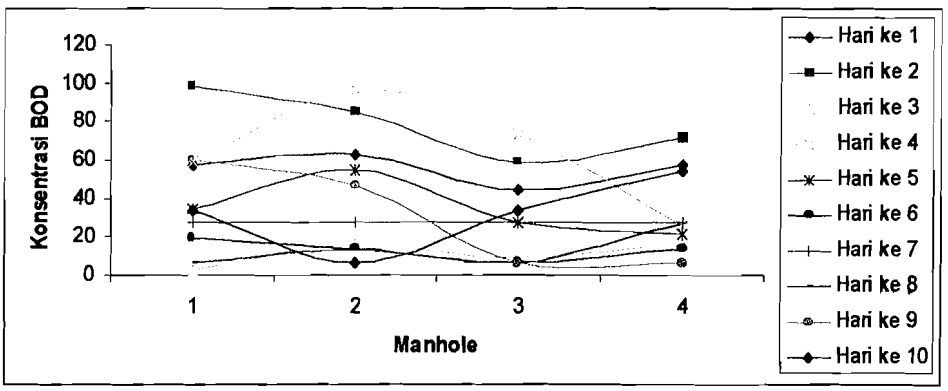
4.2.3. Penurunan BOD_5 dan COD

Dari hasil pemeriksaan kadar BOD dan COD yang dilakukan pada saluran air buangan kota Jogjakarta yang berlokasi di jalan Sukrokrasan pada bulan Oktober sampai Januari sebanyak 10 kali menunjukan bahwa parameter BOD_5 dan COD mengalami fluktuatif penurunan dan kenaikan walaupun tidak terjadi pada hari ke-6 pada tanggal 10 Desember 2004 itupun hanya berlaku pada pengukuran COD. Untuk rata-rata fluktuasi kadar BOD_5 dan COD dapat dilihat pada table 4.7 dan grafik 4.3 berikut ini:

Table 4.7. Fluktuasi Kadar BOD_5

Lokasi	Penurunan Kadar BOD									
	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5	Hari ke-6	Hari ke-7	Hari ke-8	Hari ke-9	Hari ke-10
1 - 2	14,09	-10,07	-16,78	-36,91	-23,49	3,36	-3,36	-6,71	6,71	3,36
2 - 3	-20,81	6,71	13,42	23,49	26,85	6,71	0,00	-13,42	20,13	3,36
3 - 4	9,40	6,71	-33,56	47,65	-3,36	-3,36	0,00	6,71	13,42	-16,78

Keterangan : - Menunjukan bahwa terjadi penambahan BOD
+ Menunjukan bahwa terjadi penurunan BOD



Grafik 4.3. Fluktuatif kadar BOD_5

Table 4.8. Penurunan kadar BOD_5

Lokasi	Penurunan Kadar BOD									
	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5	Hari ke-6	Hari ke-7	Hari ke-8	Hari ke-9	Hari ke-10
1 - 2	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.16	0.08
2 - 3	0.00	0.20	0.39	0.69	0.79	0.20	0.00	0.00	0.59	0.10
3 - 4	0.19	0.14	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.14	0.27	0.00

Dilihat dari tabel 4.7 diatas dapat dilihat bahwa angka tertinggi untuk penurunan BOD yaitu 47,65 mg/l yang terjadi pada hari ke-4 lokasi 3 ke 4, sedangkan untuk penambahan kadar BOD tertinggi yaitu sebesar 33,65 mg/l yang terjadi pada hari ke-3 lokasi 3 ke 4. Jika dibandingkan antara jarak dengan penurunan kadar BOD dapat ditarik kesimpulan bahwa untuk *Manhole* 1-2 dengan jarak sebesar 43 M didapat angka tertinggi penurunan sebesar 14,09 mg/l yang terjadi pada hari ke-1. Untuk *Manhole* 2-3 dengan jarak sebesar 34 M didapat angka tertinggi penurunan sebesar 26,85 mg/l yang terjadi pada hari ke-5. Untuk *Manhole* 3-4 dengan jarak sebesar 49 M didapat angka tertinggi penurunan sebesar 47,65 mg/l yang terjadi pada hari ke-4. Dilihat dari data diatas terjadinya penurunan BOD tertinggi yang terjadi pada *Manhole* 3-4 terjadi dikarenakan jalur yang ditempuh air limbah mempunyai jarak yang paling jauh sebesar 49 M dibandingkan dengan jalur-jalur lainnya sehingga waktu kontak antar air limbah dengan mikroorganisme semakin jauh sehingga penguraian secara biologis untuk menguraikan zat-zat organik yang terkandung dalam air limbah dapat dilakukan dengan baik. Selain itu hal ini terjadi dikarenakan adanya reaerasi pada *manhole* 3 yang mengakibatkan proses pedegradasian menjadi semakin cepat. Hal ini sesui dengan reaksi yang terjadi dalam pendegradasian zat organik yang dilakukan oleh

mikroorganisme memerlukan oksigen (O_2) ini dapat dilihat pada persamaan 1 dan 2 yaitu:

Wasted + Oxsigen ⟶ Treated Wasted + New bakteria

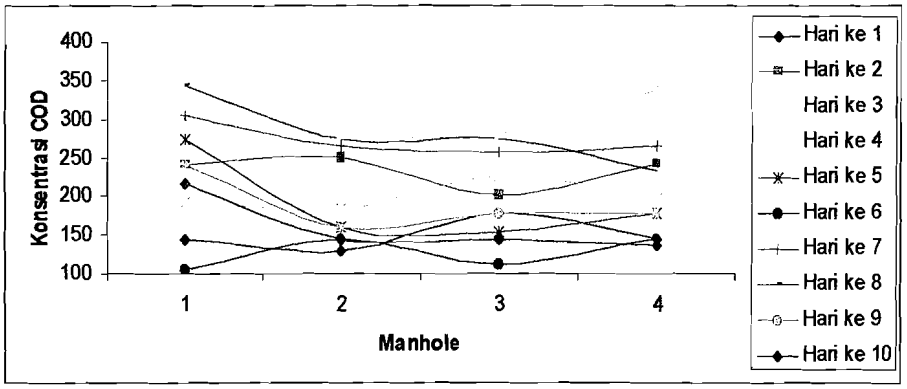
Untuk penambahan BOD yang terbesar pada jalur 1-2 sebesar 46,98 mg/l yang terjadi pada hari ke-4 pengujian ke-1. untuk jalur 2-3 sebesar 60,40 mg/l terjadi pada hari ke-1 pengukuran ke-2, sedangkan untuk jalur 3-4 sebesar 60,40 mg/l terjadi pada hari ke-3 pengukuran ke-1. Terjadinya penambahan ini dikarenakan adanya gangguan yang terjadi pada mikroorganisme sehingga proses pendegradasian oleh mikroorganisme tidak terjadi karena proses yang terjadi dalam sewer tersendiri terdapat beberapa fase reaksi yaitu aerobik,anaerobik serta anoksik. Dilihat dari faktor lingkungan yang selalu berubah-ubah ketiga fase tersebut bisa terjadi kapan saja sesuai dengan kondisi lingkungan yang sesuai.

Untuk Fluktuatif penurunan dan kenaikan kadar COD yang terjadi dapat dilihat pada table 4.9 dan grafik 4.4 berikut ini:

Table 4.9. Fluktuatif penurunan dan kenaikan Kadar COD

Lokasi	Penurunan Kadar COD									
	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5	Hari ke-6	Hari ke-7	Hari ke-8	Hari ke-9	Hari ke-10
1 - 2	51	-29	4	8	88	-44	32	60	92	80
2 - 3	-75	84	-4	-40	-24	8	-8	16	-16	0
3 - 4	42	-24	-28	28	32	-40	8	12	12	4

Keterangan : - Menunjukan bahwa terjadi penambahan COD
+ Menunjukan bahwa terjadi penurunan COD



Grafik 4.4. Fluktuatif Kadar COD

Tabel 4.10. Penurunan kadar BOD per meter

Lokasi	Penurunan Kadar COD										
	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5	Hari ke-6	Hari ke-7	Hari ke-8	Hari ke-9	Hari ke-10	Rata-rata
1 - 2	1.19	0.00	0.09	0.19	2.05	0.00	0.74	1.40	2.14	1.86	0,97
2 - 3	0.00	1.95	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.37	0.00	0.00	0,25
3 - 4	0.98	0.00	0.00	0.65	0.74	0.00	0.19	0.28	0.28	0.09	0,32

Dilihat dari tabel 4.9 Fluktuatif penurunan dan kenaikan COD yang berada diatas angka tertinggi untuk penurunan COD adalah 92 mg/l yang terjadi pada hari ke-9 jalur 1-2 dan untuk penambahan COD terbesar terjadi pada hari ke-4 pada jalur 2-3 sebesar 40 mg/l.

Dilihat dari terjadinya penurunan angka COD yang terjadi dapat dijelaskan bahwa didalam sewer itu sendiri terjadi reaksi pengoksidasian zat-zat organis secara alamiah dan untuk penambahan angka COD itu dikarenakan adanya adanya gangguan yang terjadi terhadap proses pengoksidasian tersebut. Tidak terjadinya proses pengoksidasian ini dikarenakan akibat dari kondisi limbahnya dalam keadaan basa sebab menurut Mara (1976) COD dapat mengoksidasikan semua zat organis menjadi CO_2 dan H_2O hampir sebesar 85% itu hal dapat terjadi pada suasana asam.

Tabel 4.11. Persen penurunan kadar BOD_5

Lokasi	Persen Penurunan Kadar BOD									
	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5	Hari ke-6	Hari ke-7	Hari ke-8	Hari ke-9	Hari ke-10
1 - 2	22,51	-8,76	-289,97	-62,03	-84,56	17,02	-16,38	-107,89	14,41	12,57
2 - 3	-42,89	5,37	59,49	24,36	52,36	41,04	0,00	-103,79	50,49	14,38
3 - 4	13,56	5,67	-367,06	65,33	-13,74	-34,80	0,00	25,47	67,99	-83,99

Tabel 4.12. Persen Penurunan COD

Lokasi	Persen Penurunan Kadar COD									
	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5	Hari ke-6	Hari ke-7	Hari ke-8	Hari ke-9	Hari ke-10
1 - 2	27,72	-11,55	1,37	4,17	33,33	-36,67	10,26	17,86	36,51	35,09
2 - 3	-56,39	30,00	-1,39	-21,74	-13,64	4,88	-2,86	5,80	-10,00	0,00
3 - 4	20,19	-12,24	-9,59	12,50	16,00	-25,64	2,78	4,62	6,82	2,70

Jika dari tabel 4.11 dan 4.12 diatas dapat di tarik persen rata-rata dengan menghilangkan faktor-faktor yang eror yaitu yang terdapat tanda (-) maka di dapat persen rata-rata BOD dan COD perlokasi yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.13. Persen penurunan rata-rata BOD dan COD dalam %

Lokasi	BOD	COD
1 - 2	6,65	16,63
2 - 3	24,75	6,07
3 - 4	17,80	6,56

Dilihat dari table 4.13 diatas maka persen penurunan COD maksimal yang terjadi adalah sebesar 16,63 %. Dan persen penurunak BOD adalah sebesar 24,75%.

4.2.4. Perbandingan COD/BOD

Dilihat dari hasil pengukuran kadar BOD dan COD yang dilakukan dapat diketahui perbandingan kadar antara BOD dan COD yang dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.14. Perbandingan BOD dan COD

Lokasi	Perbandingan BOD /COD									
	Hari ke-1	**Hari ke-2**	**Hari ke-3**	**Hari ke-4**	**Hari ke-5**	**Hari ke-6**	**Hari ke-7**	**Hari ke-8**	**Hari ke-9**	**Hari ke-10**
I	1:3	1:2	1:50	1:3	1:10	1:6	1:15	1:54	1:5	1:9
II	1:3	1:2	1:13	1:2	1:3	1:10	1:12	1:21	1:4	1:6
III	1:3	1:2	1:32	1:3	1:8	1:16	1:12	1:10	1:9	1:7
IV	1:3	1:2	1:7	1:8	1:6	1:15	1:12	1:13	1:26	1:4

* tanda merah diindikasikan error

Jika dilihat dari hasil tabel di atas menunjukan bahwa perbandingan BOD dan COD dalam air buangan domestik kota jogjakarta dari hari ke hari bervariasi yang berkisar rata rata sebesar 1 : 3. Hal ini merupakan hal wajar karena untuk perbandingan BOD/COD untuk karakteristik limbah domestik sebesar 1: 2 sampai 1:5.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.

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

- Dalam saluran air buangan domestik terjadi fluktuatif kenaikan dan penurunan angka BOD dan COD sehingga tidak dapat diketahui angka penurunan kadungan BOD dan COD secara jelas.
- Perbandingan BOD dan COD di saluran air buangan kota Jogjakarta yang di teliti berkisar antara 1 : 2 sampai 1 : 5.
- Besarnya beban BOD yang terkandung dalam saluran air buangan yang diteliti berkisar antara 58 sampai 93 gr/hari per orang. Jika di bandingkan dengan penelitian sebelumnya terdapat kenaikan angka yang cukup besar yaitu rata-rata sebesar 40 gram/hari per orang.
- Besarnya beban COD yang terkandung dalam saluran air buangan yang diteliti berkisar antara 363 sampai 562 gr/hari per orang. Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya maka didapatkan kenaikan angka yang cukup besar yaitu rata-rata sebesar 500 gr/hari per orang.

5.2. Saran-Saran.

- Dalam pengukuran BOD harus lebih teliti karena tingkat kesalahan yang timbul sangatah besar dibandingkan COD.

- Harus dilakukannya pengukuran TSS.
- Dalam perhitungan debit jangan bertolak ukur terhadap banyaknya orang yang dilayani karena hampir semua jaringan di kota Jogjakarta terdapat tambahan air dari pipa pengelontor.

DAFTAR PUSTAKA

Dinas Keindahan Kebersihan dan Pemakaman, 2004, *Rencana Pengembangan Sistem Penyaluran Air Buangan kota Jogjakarta,* Dinas Keindahan Kebersihan dan Pemakaman.

Eko .W .Irianto, Anong Sudarna, 1994, *Karakteristik Beban Pencemaran Air Limbah Penduduk di Bandung dan Yogyakarta,* Draff Penelitian Unit KLTA Puslitbang Pengairan Bandung, Bandung.

Hvitved Jocobsen, T Vollertsen J, Youngsiri C.H.A, Abdul Talib S, 2002, *Sewers microbial Processes-emmision and impacts, Journal sewers processes and Networks,* Paris-France

Mara, Duncan, 1976, *Sewage Treatment in Hot Climates,* John Wiley & Sons Chichester.

Metcalf and Eddy, 1991, *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse,* McGraw-Hill, New York.

Metcalf and Eddy, 1981, *Wastewater Engineering: Collection and pumping of wastewater,* McGraw-Hill, New York

Standard Methods for the examination of water and wastewater 20 edition, 1998

Suhaimi Abdul –Thalib, Zaini Ujang, Hvitved Jacobsen, 2002, *Sewer Network As Bioreactors – extending the transfor funcion of sewers, Journal sewers processes and Networks,* Paris-France

Ternce J. Mc Ghee, 1991, *Water Supply and Sewerage 6th Edition,* McGraw-Hill, Ncw York.

Ussy Andawayanti,1998, *Analisis dan Prediksi Beban Limbah Domestik dengan Metoda Keseimbangan* (*Study Kasus di kali Surabaya*), Jurnal teknik/ volume V no.3.

Ye-Shi Cao, 1994, *Aerobic Heterotrophic biodegradation in polluted drains and sewers*, A.A Bakema, Rotterdam.

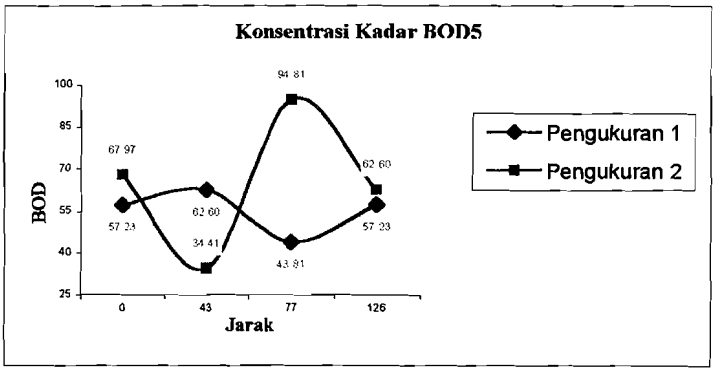
YUDP,1995, *Rencana Induk Air Limbah dan Sanitasi,* Departemen Pekerjaan Umum Jogjakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil pengujian Kandungan DO

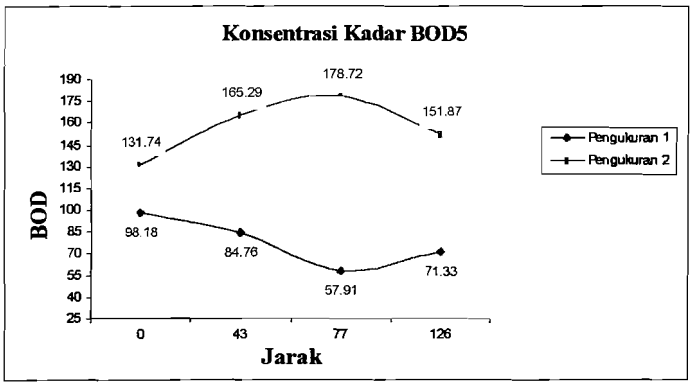
Tabel 1. Hasil pengujian kandungan DO hari ke-1

sampel		DO	DO5	Waktu inkubasi	BOD_5
blk	1	0.00	0.00	4 hari 23 jam	
	2	1.50	0.00		
1	1	1.14	0.00	4 hari 23 jam	57.23
	2	0.99	0.00		67.97
2	1	1.01	0.00	4 hari 23 jam	62.60
	2	1.01	0.00		34.41
3	1	1.30	0.00	4 hari 23 jam	43.81
	2	1.21	0.00		94.81
4	1	1.02	0.00	4 hari 23 jam	57.23
	2	1.06	0.00		62.60



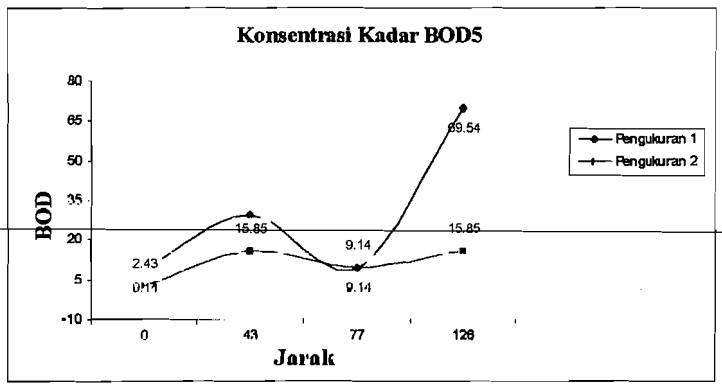
Tabel 2 Hasil pengujian kandungan DO hari ke-2

sampel		DO	DO5	Waktu inkubasi	BOD_5
blk	1	2.21	2.95	4 hari 23 jam	
	2	2.08	3.09		
1	1	2.08	1.95	4 hari 23 jam	98.18
	2	2.28	1.81		131.74
2	1	2.08	2.08	4 hari 23 jam	84.76
	2	2.21	1.41		165.29
3	1	1.95	2.21	4 hari 23 jam	57.91
	2	2.15	1.21		178.72
4	1	2.28	2.42	4 hari 23 jam	71.33
	2	2.42	1.74		151.87



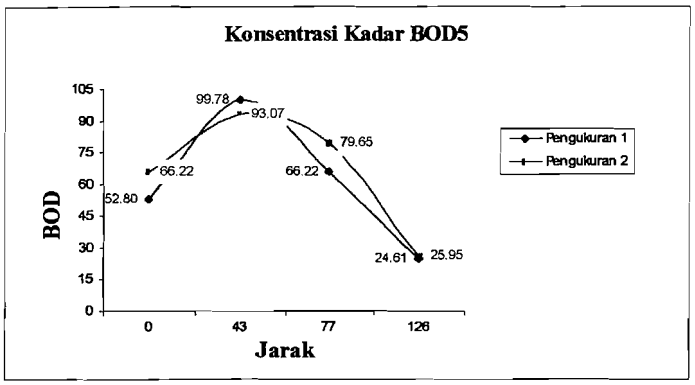
Tabel 3 Hasil pengujian kandungan DO hari ke-3

sampel		DO	DO5	Waktu inkubasi	BOD_5
blk	1	2.01	1.88	4 hari 23 jam	
	2	2.01	1.95		
1	1	2.08	1.88	4 hari 23 jam	9.14
	2	2.15	2.01		2.43
2	1	2.01	1.61	4 hari 23 jam	29.28
	2	2.01	1.74		15.85
3	1	2.08	1.88	4 hari 23 jam	9.14
	2	2.01	1.81		9.14
4	1	2.01	1.21	4 hari 23 jam	69.54
	2	2.01	1.74		15.85



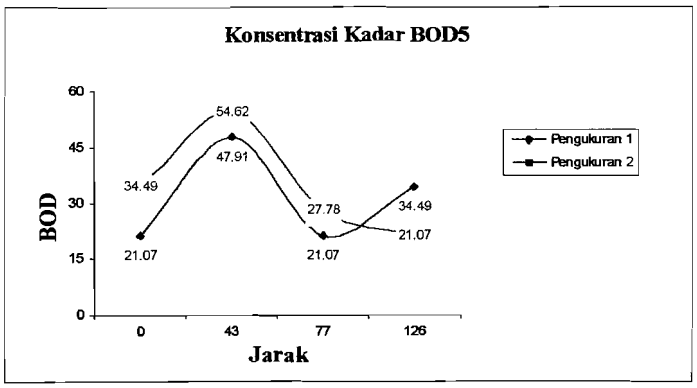
Tabel 4 Hasil pengujian kandungan DO hari ke-4

sampel		DO	DO5	Waktu inkubasi	BOD_5
blk	1	2.62	2.35	4 hari 23 jam	
	2	1.48	1.48		
1	1	2.15	1.88	4 hari 23 jam	12.53
	2	2.42	1.48		79.65
2	1	2.68	1.54	4 hari 23 jam	99.78
	2	1.61	1.88		-41.16
3	1	2.55	1.74	4 hari 23 jam	66.22
	2	1.68	2.21		-68.01
4	1	2.62	2.23	4 hari 23 jam	24.61
	2	1.61	1.54		-7.60



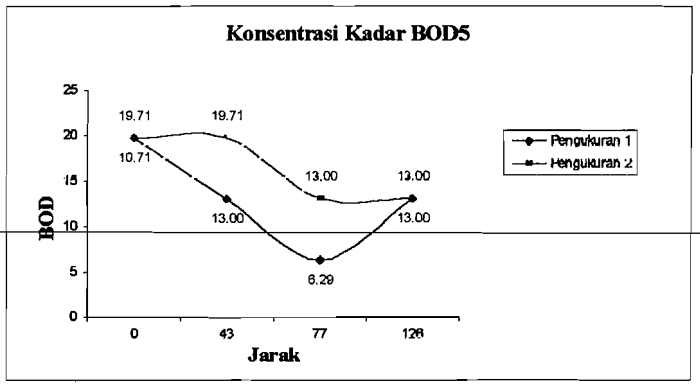
Tabel 5 Hasil pengujian kandungan DO hari ke-5

sampel		DO	DO5	Waktu inkubasi	BOD_5
blk	1	1.95	1.14	4 hari 23 jam	
	2	2.08	1.14		
1	1	2.15	0.81	4 hari 23 jam	47.24
	2	2.21	1.01		33.82
2	1	2.08	1.01	4 hari 23 jam	20.39
	2	2.01	1.01		13.68
3	1	2.01	1.01	4 hari 23 jam	13.68
	2	2.15	1.07		20.39
4	1	2.15	1.01	4 hari 23 jam	27.11
	2	1.14	0.94		-66.85



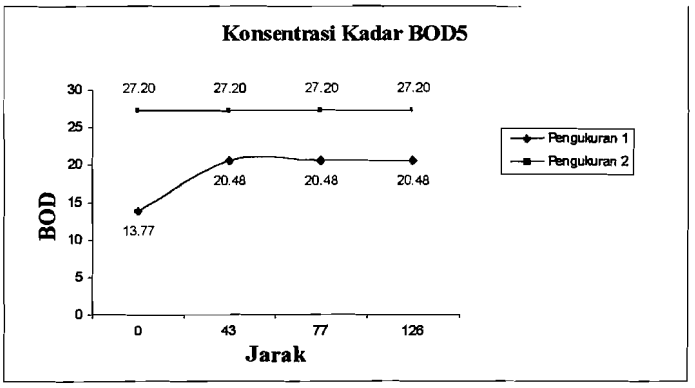
Tabel 6 Hasil pengujian kandungan DO hari ke-6

sampel		DO	DO5	Waktu inkubasi	BOD_5
blk	1	1.01	0.94	4 hari 23 jam	
	2	1.34	1.14		
1	1	1.21	0.87	4 hari 23 jam	19.71
	2	1.21	0.87		19.71
2	1	1.28	0.87	4 hari 23 jam	26.42
	2	1.07	0.87		6.29
3	1	1.21	0.87	4 hari 23 jam	19.71
	2	1.14	0.87		13.00
4	1	1.14	0.87	4 hari 23 jam	13.00
	2	1.21	0.94		13.00



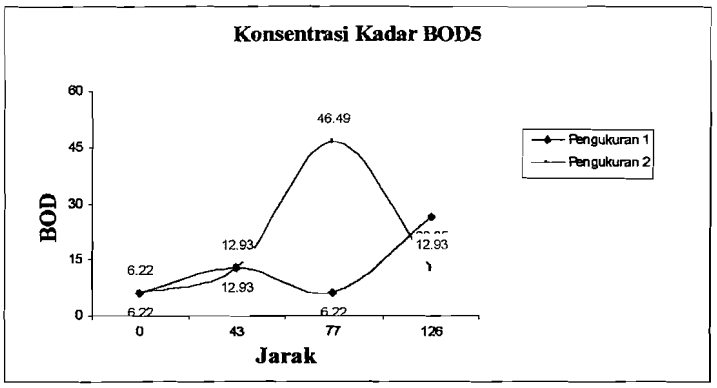
Tabel 7 Hasil pengujian kandungan DO hari ke-7

sampel		DO	DO5	Waktu inkubasi	BOD_5
blk	1	1.81	0.94	4 hari 23 jam	
	2	1.88	1.01		
1	1	2.15	1.14	4 hari 23 jam	13.77
	2	2.15	1.01		27.20
2	1	2.08	1.01	4 hari 23 jam	20.48
	2	2.01	0.87		27.20
3	1	2.01	0.94	4 hari 23 jam	20.48
	2	2.08	0.94		27.20
4	1	2.08	1.01	4 hari 23 jam	20.48
	2	2.01	0.87		27.20



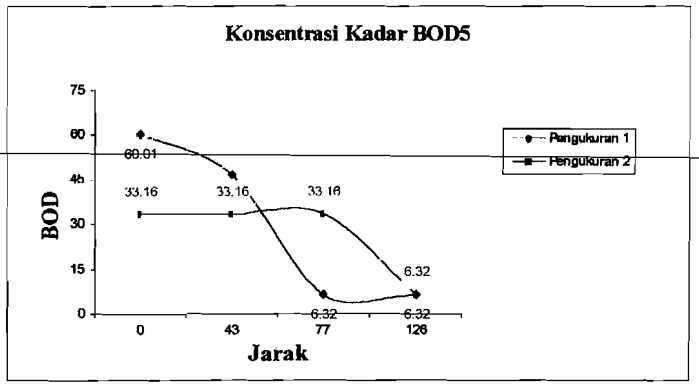
Tabel 8 Hasil pengujian kandungan DO hari ke-8

sampel		DO	DO5	Waktu inkubasi	BOD_5
blk	1	1.07	1.01	4 hari 23 jam	
	2	1.14	1.07		
1	1	1.01	0.87	4 hari 23 jam	6.22
	2	1.01	0.87		6.22
2	1	1.21	1.01	4 hari 23 jam	12.93
	2	1.14	1.14		-7.20
3	1	1.14	1.01	4 hari 23 jam	6.22
	2	1.21	0.67		46.49
4	1	1.14	0.81	4 hari 23 jam	26.35
	2	1.07	0.87		12.93



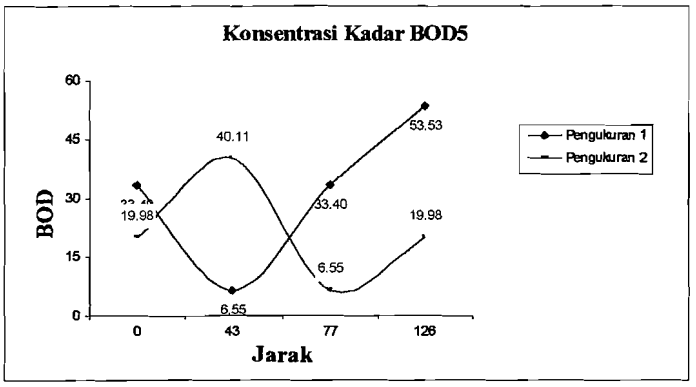
Tabel 9 Hasil pengujian kandungan DO hari ke-9

sampel		DO	DO5	Waktu inkubasi	BOD_5
blk	1	1.34	1.07	4 hari 23 jam	
	2	1.28	1.14		
1	1	1.41	0.60	4 hari 23 jam	60.01
	2	1.34	0.81		33.16
2	1	1.48	0.81	4 hari 23 jam	46.59
	2	1.41	0.87		33.16
3	1	1.28	1.01	4 hari 23 jam	6.32
	2	1.41	0.87		33.16
4	1	1.34	1.07	4 hari 23 jam	6.32
	2	1.34	1.07		6.32



Tabel 10 Hasil pengujian kandungan DO hari ke-10

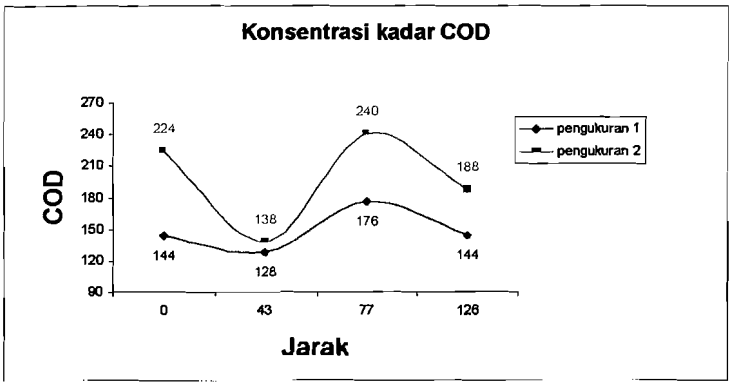
sampel		DO	DO5	Waktu inkubasi	BOD_5
blk	1	2.21	1.48	4 hari 23 jam	
	2	2.21	1.61		
1	1	2.28	1.28	4 hari 23 jam	33.40
	2	2.28	1.41		19.98
2	1	2.21	1.48	4 hari 23 jam	6.55
	2	2.42	1.34		40.11
3	1	2.35	1.34	4 hari 23 jam	33.40
	2	1.95	1.21		6.55
4	1	2.48	1.28	4 hari 23 jam	53.53
	2	2.48	1.61		19.98



Lampiran 2 hasil pengujian kandungan COD

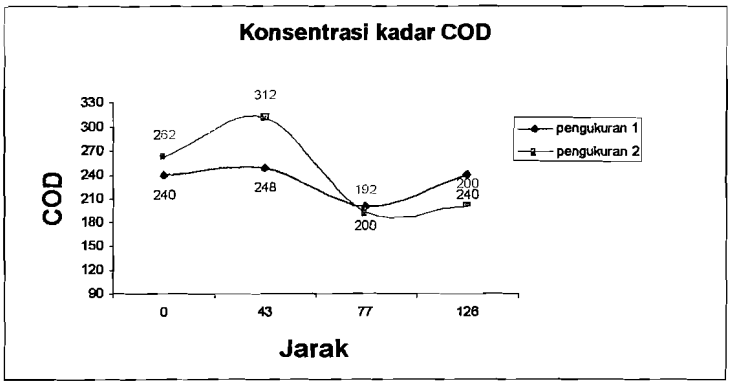
Tabel 11 Hasil pengujian kandungan COD hari ke-1

sampel		ml k2Cr2O7	Nor K2 Cr2O7	ml FAS			Nor vas	mg COD
				awal	akhir	hasil		
blk	1	1.5	0.0025	6.22	6.82	0.6	0.25	
	2	1.5	0.0025	6.94	7.66	0.72	0.25	
1	1	1.5	0.0025	2.7	3.12	0.42	0.25	144
	2	1.5	0.0025	3.12	3.56	0.44	0.25	224
2	1	1.5	0.0025	3.56	4	0.44	0.25	128
	2	1.5	0.0025	4	4.38	0.38	0.25	272
3	1	1.5	0.0025	4.38	4.76	0.38	0.25	176
	2	1.5	0.0025	4.76	5.18	0.42	0.25	240
4	1	1.5	0.0025	5.18	5.6	0.42	0.25	144
	2	1.5	0.0025	5.84	6.22	0.38	0.25	272



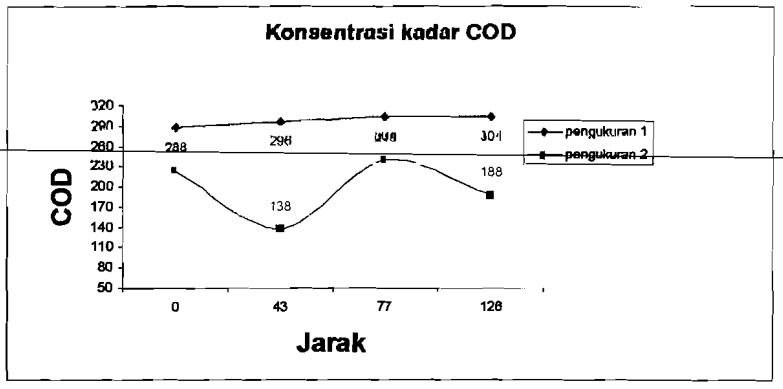
Tabel 12 Hasil pengujian kandungan COD hari ke-2

sampel		ml k2Cr2O7	Nor K2 Cr2O7	ml FAS			Nor vas	mg COD
				awal	akhir	hasil		
blk	1	1.5	0.0025	17.5	22.7	5.2	0.025	
	2	1.5	0.0025	22.7	27.5	4.8	0.025	
1	1	1.5	0.0025	0	2.2	2.2	0.025	240
	2	1.5	0.0025	2.2	4.9	2.7	0.025	168
2	1	1.5	0.0025	4.9	7	2.1	0.025	248
	2	1.5	0.0025	7	7.9	0.9	0.025	312
3	1	1.5	0.0025	7.9	10.6	2.7	0.025	200
	2	1.5	0.0025	10.6	13	2.4	0.025	192
4	1	1.5	0.0025	13	15.2	2.2	0.025	240
	2	1.5	0.0025	15.2	17.5	2.3	0.025	200



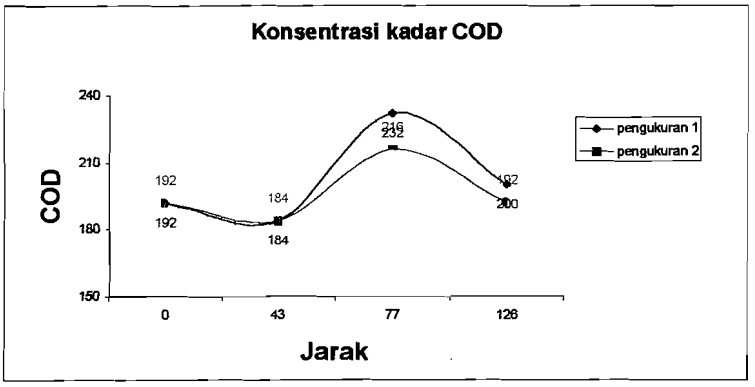
Tabel 13 Hasil pengujian kandungan COD hari ke-3

sampel		ml k2Cr2O7	Nor K2 Cr2O7	ml FAS			Nor vas	mg COD
				awal	akhir	hasil		
blk	1	1.5	0.0025	11.9	17.2	5.3	0.025	
	2	1.5	0.0025	17.2	22.3	5.1	0.025	
1	1	1.5	0.0025	0.1	1.8	1.7	0.025	288
	2	1.5	0.0025	1.8	3.2	1.4	0.025	296
2	1	1.5	0.0025	3.2	4.8	1.6	0.025	296
	2	1.5	0.0025	4.8	6.4	1.6	0.025	280
3	1	1.5	0.0025	6.4	7.9	1.5	0.025	304
	2	1.5	0.0025	7.9	9.5	1.6	0.025	280
4	1	1.5	0.0025	9.5	11	1.5	0.025	304
	2	1.5	0.0025	11	11.9	0.9	0.025	336



Tabel 14 Hasil pengujian kandungan COD hari ke-4

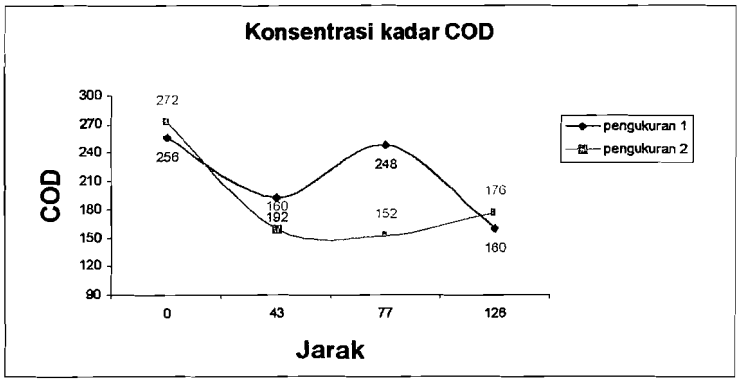
sampel		ml k2Cr2O7	Nor K2 Cr2O7	ml FAS			Nor vas	mg COD
				awal	akhir	hasil		
blk	1	1.5	0.0025	24	29.1	5.1	0.025	
	2	1.5	0.0025	29.1	34.3	5.2	0.025	
1	1	1.5	0.0025	34.3	36.7	2.4	0.025	216
	2	1.5	0.0025	36.7	39.5	2.8	0.025	192
2	1	1.5	0.0025	39.5	42.3	2.8	0.025	184
	2	1.5	0.0025	42.3	44.7	2.4	0.025	224
3	1	1.5	0.0025	23.2	25.4	2.2	0.025	232
	2	1.5	0.0025	25.4	27.9	2.5	0.025	216
4	1	1.5	0.0025	27.9	30.3	2.4	0.025	216
	2	1.5	0.0025	30.3	33.1	2.8	0.025	192



Tabel 15 Hasil pengujian kandungan COD hari ke-5

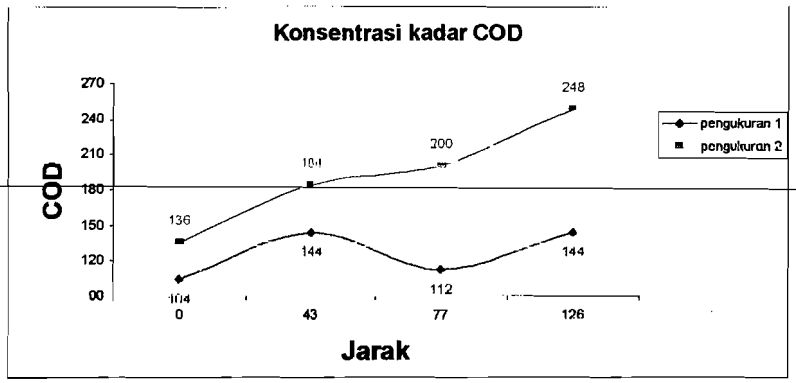
sampel		ml k2Cr2O7	Nor K2 Cr2O7	ml FAS			Nor vas	mg COD
				awal	akhir	hasil		
blk	1	1.5	0.0025	0	5.1	5.1	0.025	
	2	1.5	0.0025	5.1	10.4	5.3	0.025	
1	1	1.5	0.0025	10.4	12.3	1.9	0.025	256
	2	1.5	0.0025	12.3	14.2	1.9	0.025	272
2	1	1.5	0.0025	14.2	16.9	2.7	0.025	192
	2	1.5	0.0025	16.9	20.2	3.3	0.025	160
3	1	1.5	0.0025	20.2	22.2	2	0.025	248
	2	1.5	0.0025	22.2	25.6	3.4	0.025	152
4	1	1.5	0.0025	25.6	28.7	3.1	0.025	160
	2	1.5	0.0025	28.7	31.8	3.1	0.025	176

PERPUSTAKAAN YOGYAKARTA



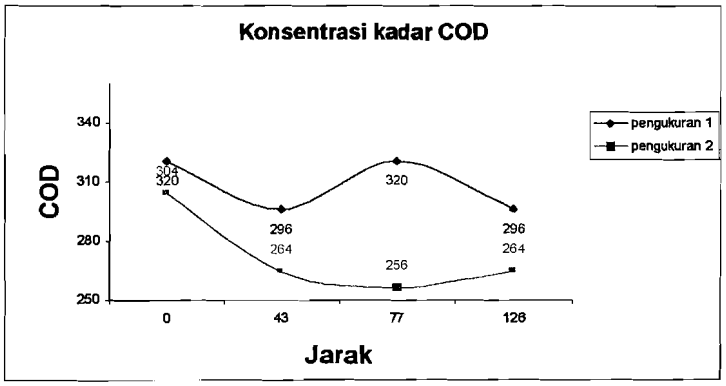
Tabel 16 Hasil pengujian kandungan COD hari ke-6

sampel		ml k2Cr2O7	Nor K2 Cr2O7	ml FAS			Nor vas	mg COD
				awal	akhir	hasil		
blk	1	1.5	0.0025	0	4.5	4.5	0.025	
	2	1.5	0.0025	5.5	11	5.5	0.025	
1	1	1.5	0.0025	11	14.2	3.2	0.025	104
	2	1.5	0.0025	14.2	18	3.8	0.025	136
2	1	1.5	0.0025	18	20.7	2.7	0.025	144
	2	1.5	0.0025	20.7	23.9	3.2	0.025	184
3	1	1.5	0.0025	23.9	27	3.1	0.025	112
	2	1.5	0.0025	27	30	3	0.025	200
4	1	1.5	0.0025	30	32.7	2.7	0.025	144
	2	1.5	0.0025	32.7	35.1	2.4	0.025	248



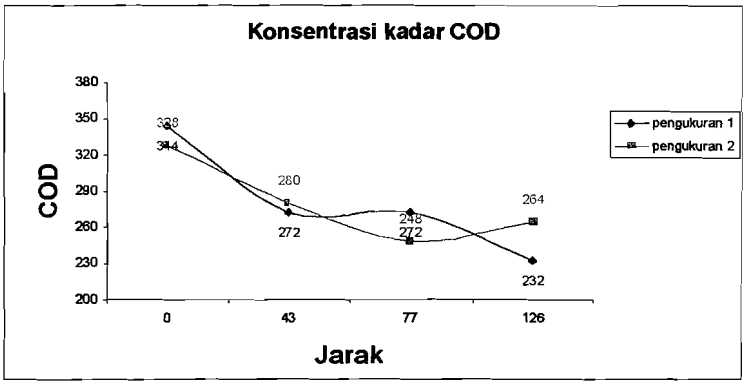
Tabel 17 Hasil pengujian kandungan COD hari ke-7

sampel		ml k2Cr2O7	Nor K2 Cr2O7	ml FAS			Nor vas	mg COD
				awal	akhir	hasil		
blk	1	1.5	0.0025	0	5.5	5.5	0.025	
	2	1.5	0.0025	5.5	10.6	5.1	0.025	
1	1	1.5	0.0025	10.6	12.1	1.5	0.025	320
	2	1.5	0.0025	12.1	13.4	1.3	0.025	304
2	1	1.5	0.0025	13.4	15.2	1.8	0.025	296
	2	1.5	0.0025	15.2	17	1.8	0.025	264
3	1	1.5	0.0025	17	18.5	1.5	0.025	320
	2	1.5	0.0025	18.5	20.4	1.9	0.025	256
4	1	1.5	0.0025	20.4	22.2	1.8	0.025	296
	2	1.5	0.0025	22.2	24	1.8	0.025	264



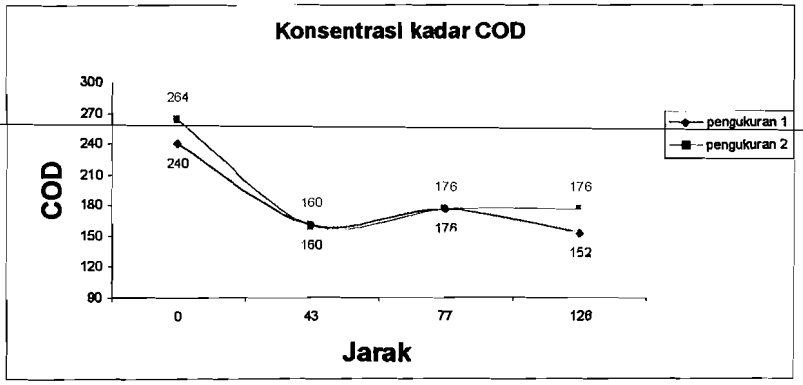
Tabel 18 Hasil pengujian kandungan COD hari ke-8

sampel		ml k2Cr2O7	Nor K2 Cr2O7	ml FAS			Nor vas	mg COD
				awal	akhir	hasil		
blk	1	1.5	0.0025	0	5.1	5.1	0.025	
	2	1.5	0.0025	5.1	10.1	5	0.025	
1	1	1.5	0.0025	10.1	10.9	0.8	0.025	344
	2	1.5	0.0025	10.9	11.8	0.9	0.025	328
2	1	1.5	0.0025	11.8	13.5	1.7	0.025	272
	2	1.5	0.0025	13.5	15	1.5	0.025	280
3	1	1.5	0.0025	15	16.7	1.7	0.025	272
	2	1.5	0.0025	16.7	18.6	1.9	0.025	248
4	1	1.5	0.0025	18.6	20.8	2.2	0.025	232
	2	1.5	0.0025	20.8	22.5	1.7	0.025	264



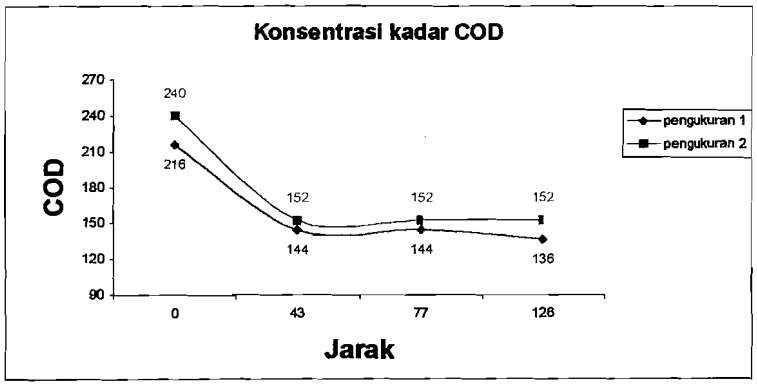
Tabel 19 Hasil pengujian kandungan COD hari ke-9

sampel		ml k2Cr2O7	Nor K2 Cr2O7	ml FAS			Nor vas	mg COD
				awal	akhir	hasil		
blk	1	1.5	0.0025	0	5	5	0.025	
	2	1.5	0.0025	5.1	10.4	5.2	0.025	
1	1	1.5	0.0025	10.4	12.3	2	0.025	240
	2	1.5	0.0025	12.3	14.2	1.9	0.025	264
2	1	1.5	0.0025	14.2	16.9	3	0.025	160
	2	1.5	0.0025	16.9	20.2	3.2	0.025	160
3	1	1.5	0.0025	20.2	22.2	2.8	0.025	176
	2	1.5	0.0025	22.2	25.6	3	0.025	176
4	1	1.5	0.0025	25.6	28.7	3.1	0.025	152
	2	1.5	0.0025	28.7	31.8	3	0.025	176



Tabel 20 Hasil pengujian kandungan COD hari ke-10

sampel		ml k2Cr2O7	Nor K2 Cr2O7	ml FAS			Nor vas	mg COD
				awal	akhir	hasil		
blk	1	1.5	0.0025	0	4.8	4.8	0.025	
	2	1.5	0.0025	5.1	10.4	5	0.025	
1	1	1.5	0.0025	10.4	12.3	2.1	0.025	216
	2	1.5	0.0025	12.3	14.2	2	0.025	240
2	1	1.5	0.0025	14.2	16.9	3	0.025	144
	2	1.5	0.0025	16.9	20.2	3.1	0.025	152
3	1	1.5	0.0025	20.2	22.2	3	0.025	144
	2	1.5	0.0025	22.2	25.6	3.1	0.025	152
4	1	1.5	0.0025	25.6	28.7	3.1	0.025	136
	2	1.5	0.0025	28.7	31.8	3.1	0.025	152



Lampiran 3 contoh perhitungan perhitungan debit dan beban BOD dan COD

Contoh Perhitungan :

- Sample 1 pengujian ke-1 hari ke-1

Diketahui R = 0.1 m , maka

R = 0.33 D

$$D = \frac{R}{0,33} = \frac{0,25}{0,33} = 0,3 \text{ m}$$

$\frac{H}{Hfull} = \frac{0,195}{0,3} = 0,65$ setelah di plotkan ke grafik didapat:

$$\frac{A}{Afull} = 0,65$$

untuk mengetahui A full = 0,510 x D^2 = 0,510 x $0,3^2$ m = 0,0732 m^2 ,maka:

$\frac{A}{0,0732} = 0,65$ didapat A = 0,65 x 0,0732 = 0,0476 m^2

Untuk perhitungan debit :

Q = V x A = 1,91 m/dt x 0,0732 m^2 = 0,0909 m^3/dt − 90,89 l/dt

Untuk perhitungan BOD load COD load :

BOD_L = Q x konsentrasi BOD

BOD_L = 90,89 l/dt x 57,23 mg/l = 5200,99 mg/dt = 449361 gr/hari

COD_L = Q x konsentrasi COD

COD_L = 90,89 l/dt x 144 mg/l = 13086 mg/dt = 1130665 gr/hari

BOD_L per orang = BOD_L / Σ pelayanan

BOD_L per orang = 449361 gr/hari / 5500 orang = 82 gr/hari/orang

COD_L per orang = COD_L / Σ pelayanan

COD_L per orang = 13086 gr/hari / 5500 orang = 206 gr/hari/orang

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

Lampiran 4 Tabel jarak, debit dan beban BOD dan COD.

Tabel 22. Jarak,debit dan beban BOD dan COD hari ke-1

Sampel	BOD	COD	Jarak	V	H air	H air rata2	H / Hfull	A / Afull	A full	A	Q m3/dt	Q l/dt	BOD L mg/dt	COD L mg/dt	BOD L gr/hr	COD L gr/hr	Σ pelayanan	BOD L per orang	COD L per orang
1	57.23	144			0.16								5201	13086	449361	1130665	5500	82	206
			43	1.91		0.195	0.65	0.65	0.073	0.048	0.09	90.88							
2	62.60	128			0.23								5689	11632	491525	1005036	5500	89	183
			34	2.71		0.235	0.78	0.8	0.073	0.059	0.16	158.70							
3	43.81	176			0.24								6953	27931	600700	2413219	5500	109	439
			49	4.46		0.24	0.8	0.83	0.073	0.061	0.27	270.97							
4	57.23	144			0.24								15508	39020	1339866	3371322	5500	244	613

Tabel 23. Jarak,debit dan beban BOD dan COD hari ke-2

Sampel	BOD	COD	Jarak	V	H air	H air rata2	H / Hfull	A / Afull	A full	A	Q m3/dt	Q l/dt	BOD L mg/dt	COD L mg/dt	BOD L gr/hr	COD L gr/hr	Σ pelayanan	BOD L per orang	COD L per orang
1	98.18	240			0 12								6856	16760	592374	1448053	5500	108	263
			43	1.80		0.17	0.57	0.53	0.073	0.039	0.07	69.83							
2	84.76	248			0.22								5919	17319	511404	1496321	5500	93	272
			34	2.52		0.225	0.75	0.75	0.073	0.055	0.14	138.35							
3	57.91	200			0.23								8012	27670	692214	2390653	5500	126	435
			49	2.86		0.23	0.77	0.79	0.073	0.058	0.17	165.39							
4	71.33	240			0.23								11797	39693	1019272	3429487	5500	185	624

Tabel 24. Jarak,debit dan beban BOD dan COD hari ke-3

Sampel	BOD	COD	Jarak	V	H air	H air rata2	H / Hfull	A / Afull	A full	A	Q m3/dt	Q l/dt	BOD L mg/dt	COD L mg/dt	BOD L gr/hr	COD L gr/hr	Σ pelayanan	BOD L per orang	COD L per orang
1	2.43	296			0.115								155	18850	13371	1628680	5500	2	296
			43	1.74		0.168	0.56	0.5	0.073	0.037	0.06	63.68							
2	15.85	280			0.22								1009	17832	87211	1540643	5500	16	280
			34	2.22		0.225	0.75	0.75	0.073	0.055	0.12	121.88							
3	9.14	280			0.23								1114	34126	96247	2948473	5500	17	536
			49	2.35		0.255	0.85	0.88	0.073	0.064	0.15	151.38							
4	15.85	336			0.28								2399	50863	207303	4394552	5500	38	799

Tabel 25. Jarak,debit dan beban BOD dan COD hari ke-4

Sampel	BOD	COD	Jarak	V	H air	H air rata2	H / Hfull	A / Afull	A full	A	Q m3/dt	Q l/dt	BOD L mg/dt	COD L mg/dt	BOD L gr/hr	COD L gr/hr	Σ pelayanan	BOD L per orang	COD L per orang
1	59.51	192			0.11								4110	13259	355074	1145571	5500	65	208
			43	1.78		0.17	0.57	0.53	0.073	0.039	0.07	69.06							
2	96.42	184			0.23								6659	12706	575315	1097839	5500	105	200
			34	2.16		0.23	0.77	0.79	0.073	0.058	0.12	124.91							
3	72.93	224			0.23								9110	27979	787111	2417429	5500	143	440
			49	2.90		0.245	0.83	0.85	0.073	0.062	0.18	180.44							
4	25.28	196			0.265								4562	35366	394158	3055609	5500	72	556

Tabel 26. Jarak,debit dan beban BOD dan COD hari ke-5

Sampel	BOD	COD	Jarak	V	H air	H air rata2	H / Hfull	A / Afull	A full	A	Q m3/dt	Q l/dt	BOD L mg/dt	COD L mg/dt	BOD L gr/hr	COD L gr/hr	Σ pelayanan	BOD L per orang	COD L per orang
1	34.49	272			0.2								3636	28671	314109	2477172	5500	57	450
			43	1.92		0.22	0.73	0.75	0.073	0.055	0.11	105.41							
2	54.62	160			0.24								5757	16865	497438	1457160	5500	90	265
			34	2.08		0.245	0.82	0.84	0.073	0.061	0.13	127.90							
3	27.78	152			0.25								3553	19440	306973	1679620	5500	56	305
			49	2.85		0.25	0.83	0.85	0.073	0.062	0.18	177.33							
4	21.07	176			0.25								3736	31210	322815	2696505	5500	59	490

Tabel 27. Jarak,debit dan beban BOD dan COD hari ke-6

Sampel	BOD	COD	Jarak	V	H air	H air rata2	H / Hfull	A / Afull	A full	A	Q m3/dt	Q l/dt	BOD L mg/dt	COD L mg/dt	BOD L gr/hr	COD L gr/hr	Σ pelayanan	BOD L per orang	COD L per orang
1	19.71	104			0.17								1895	9997	163698	863752	5500	30	157
			43	1.96		0.2	0.67	0.67	0.073	0.049	0.10	96.13							
2	13.00	144			0.23								1250	13842	107969	1195964	5500	20	217
			34	2.16		0.235	0.78	0.8	0.073	0.059	0.13	126.49							
3	6.29	112			0.24								796	14167	68742	1224015	5500	12	223
			49	2.81		0.245	0.82	0.84	0.073	0.061	0.17	172.78							
4	13.00	144			0.25								2246	24881	194068	2149676	5500	35	391

Tabel 28. Jarak,debit dan beban BOD dan COD hari ke-7

Sampel	BOD	COD	Jarak	V	H air	H air rata2	H / Hfull	A / Afull	A full	A	Q m3/dt	Q l/dt	BOD L mg/dt	COD L mg/dt	BOD L gr/hr	COD L gr/hr	Σ pelayanan	BOD L per orang	COD L per orang
1	27.20	304			0.2								3429	38319	296229	3310789	5500	54	602
			43	2.46		0.21	0.7	0.7	0.073	0.051	0.13	126.05							
2	27.20	264			0.22								3429	33277	296229	2875159	5500	54	523
			34	2.39		0.23	0.77	0.8	0.073	0.059	0.14	139.96							
3	27.20	256			0.24								3807	35829	328913	3095656	5500	60	563
			49	2.58		0.245	0.82	0.84	0.073	0.061	0.16	158.64							
4	27.20	264			0.25								4315	41881	372814	3618493	5500	68	658

Tabel 29. Jarak,debit dan beban BOD dan COD hari ke-8

Sampel	BOD	COD	Jarak	V	H air	H air rata2	H / Hfull	A / Afull	A full	A	Q m3/dt	Q l/dt	BOD L mg/dt	COD L mg/dt	BOD L gr/hr	COD L gr/hr	Σ pelayanan	BOD L per orang	COD L per orang
1	6.22	344			0.2								734	40622	63460	3509712	5500	12	638
			43	2.18		0.215	0.72	0.74	0.073	0.054	0.12	118.09							
2	12.93	272			0.23								1527	32119	131920	2775121	5500	24	505
			34	2.35		0.24	0.8	0.83	0.073	0.061	0.14	142.78							
3	6.22	272			0.25								888	38835	76729	3355364	5500	14	610
			49	2.85		0.26	0.87	0.9	0.073	0.066	0.19	187.76							
4	26.35	232			0.27								4947	43560	427457	3763572	5500	78	684

Tabel 30. Jarak,debit dan beban BOD dan COD hari ke-9

Sampel	BOD	COD	Jarak	V	H air	H air rata2	H / Hfull	A / Afull	A full	A	Q m3/dt	Q l/dt	BOD L mg/dt	COD L mg/dt	BOD L gr/hr	COD L gr/hr	Σ pelayanan	BOD L per orang	COD L per orang
1	60.01	240			0.21								7281	29121	629112	2516030	5500	114	457
			43	2.24		0.215	0.72	0.74	0.073	0.054	0.12	121.34							
2	46.59	160			0.22								5653	19414	488424	1677353	5500	89	305
			34	2.60		0.23	0.77	0.79	0.073	0.058	0.15	150.35							
3	6.32	176			0.24								950	26462	82100	2286325	5500	15	416
			49	2.73		0.245	0.82	0.84	0.073	0.061	0.17	167.86							
4	6.32	176			0.25								1061	29544	91661	2552580	5500	17	464

Tabel 31. Jarak,debit dan beban BOD dan COD hari ke-10

Sampel	BOD	COD	Jarak	V	H air	H air rata2	H / Hfull	A / Afull	A full	A	Q m3/dt	Q l/dt	BOD L mg/dt	COD L mg/dt	BOD L gr/hr	COD L gr/hr	Σ pelayanan	BOD L per orang	COD L per orang
1	33.40	216			0.2								3440	22246	297211	1922085	5500	54	349
			43	2.01		0.21	0.7	0.7	0.073	0.051	0.10	102.99							
2	6.55	144			0.22								675	14831	58285	1281390	5500	11	233
			34	2.40		0.23	0.77	0.79	0.073	0.058	0.14	138.79							
3	33.40	144			0.24								4635	19985	400507	1726735	5500	73	314
			49	2.56		0.245	0.82	0.84	0.073	0.061	0.16	157.41							
4	53.53	136			0.25								8426	21408	728017	1849622	5500	132	336

Tabel 32. Foto-foto manhole saluran

