

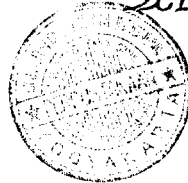
TA/TL/2007/226

PERPUSTAKAAN FTSP UIN	
HADIH/DELI	
TGL TERIMA :	12 - 12 - 2007
NO. JUDUL :	2768
NO. INV. :	5120002768007
NO. INDEK :	002768

TUGAS AKHIR

**PENURUNAN KADAR *TOTAL SUSPENDED SOLID* (TSS) PADA AIR
LIMBAH DOMESTIK DENGAN MENGGUNAKAN REAKTOR
“*AEROKARBON BIOFILTER*”**

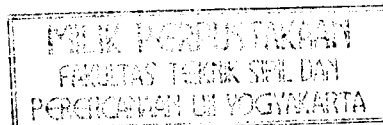
**Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia untuk memenuhi sebagian
persyaratan memperoleh derajat Sarjana Teknik Lingkungan**



Oleh :

Nama : Ika Ariani
No. Mahasiswa : 03513012
Program Studi : Teknik Lingkungan

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2007**



HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PENURUNAN KADAR *TOTAL SUSPENDED SOLID* (TSS) PADA AIR
LIMBAH *DOMESTIK* DENGAN MENGGUNAKAN REAKTOR
“*AEROKARBONBIOFILTER*”**

Nama : Ika Ariani
No.Mahasiswa : 003513012
Program Studi : Teknik Lingkungan

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I



Eko Siswoyo, ST

Dosen Pembimbing II



Any Juliani, ST,Msc

**Mengetahui,
Ketua Program Studi**



Luqman Hakim, ST. Msi

REDUCING TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) OF DOMESTIC WASTE WATER USING AEROCARBONBIOFILTER REACTOR

Eko Siswoyo¹⁾, Kasam²⁾, Ika Ariani³⁾

ABSTRACT

Environmental pollution problem represent the serious problem for human being and environmental. This matter is based by fact that not all resulted waste to be treatment and not all waste treatment compliance the standard quality of environment. So that require to domestic waste treatment before dispose to environment or irrigate.

In these research domestic waste is treated using Aerokarbonbiofilter reactor. The purpose of these research are to know the effectiveness of Aerokarbonbiofilter reactor and to evaluate its condition and to know the clogging time needed of Aerokarbonbiofilter reactor to removal the Total Suspended Solid (TSS) contamination. These research is using Aerokarbonbiofilter reactor which composed of 4 process; aeration, activated carbon, zeolit, (adsorption), seeding micro-organism medium and sand filter with kuarsa sand medium (bio sand filter).

These research is using Aerokarbonbiofilter reactor start with using to soak media (seeding) during 30 days with use domestic waste water from septic tank in FTSP Islamic university of Indonesia Seeding medium used is Styrofoam and than the medium soaked with the waste water. Styrofoam medium selected because owning pores and many gap for the growth of bacteria.

This research is measurement Total Suspended Solid (TSS) concentration every 2 days until clogging in the filter medium

On first day research got concentration inlet at septic tank waste 373 mg/litre and outlet concentration from aerocarbonbiofilter reactor amount 48 mg/litre, so that TSS concentration can degradation on first day research equal to 87%, inlet or outlet concentration and the percentage increasing and decreasing until day to 21 and day to 24 until the last day that is day to 29, where efficiency of aerokarbonbiofilter reactor continuously degradation that is equal to 40%, 34%, 23% and efficiency on last or day to 29 is equal to 19%. This matter is caused by filter medium of aerocarbonbiofilter reactor have Clogging, so that in the end unable to removal waste again.

Keywords: Domestic waste, TSS, Aerokarbonbiofilter reactor

¹ Staf Pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan - Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

² Staf Pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan - Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

³ Mahasiswa Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan - Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

PENURUNAN KADAR TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) PADA AIR LIMBAH DOMESTIK MENGGUNAKAN REAKTOR AEROKARBONBIOFILTER

Eko Siswoyo¹⁾, Kasam²⁾, Ika Ariani³⁾

Abstrak

Masalah pencemaran lingkungan merupakan masalah yang serius bagi manusia dan lingkungan. Hal ini didasarkan pada kenyataan bahwa tidak semua limbah yang dihasilkan diolah dan tidak semua limbah yang diolah telah memenuhi standar baku mutu lingkungan. Sehingga perlu dilakukannya pengolahan limbah domestic terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan atau badan air.

Pada penelitian ini dilakukan penelitian pengolahan limbah domestic dengan menggunakan reactor Aerokarbonbiofilter. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat efektifitas reactor Aerokarbonbiofilter dan waktu jenuh yang dibutuhkan oleh reactor Aerokarbonbiofilter dalam penurunan konsentrasi zat pencemaran Total Suspended Solid (TSS). Dimana reactor Aerokarbonbiofilter terdiri dari 4 tingkat tray aerasi, media karbon aktif dan zeolid (Adsorpsi), media pembibitan mikro organisme dan sand filter dengan media pasir kuarsa (biosand filter).

Penelitian dengan menggunakan Aerokarbonbiofilter ini dimulai dengan menggunakan perendaman media (seeding) selama 30 hari dengan menggunakan air limbah domestik dari septic tank yang berasal dari FTSP Universitas Islam Indonesia. Media seeding yang digunakan yaitu Styrofoam yang kemudian media tersebut direndam dengan air limbah. Media styrofoam dipilih karena memiliki pori – pori dan celah yang banyak untuk pertumbuhan bakteri.

Pada penelitian ini dilakukan pengujian konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) setiap 2 hari sekali sampai media filter mengalami kejenuhan (Clogging).

Pada hari pertama penelitian didapatkan konsentrasi inlet pada limbah septic tank 373 mg/liter dan konsentrasi outlet dari reactor Aerokarbonbiofilter terdapat 48 mg/liter sehingga konsentrasi penurunan TSS pada hari pertama penelitian sebesar 87%, dari hari ke hari konsentrasi baik inlet, outlet dan persentase mengalami kenaikan dan penurunan sampai pada hari ke 21 dan pada hari ke 24 sampai pada hari terakhir yaitu hari ke 29, dimana efisiensi pada reactor aerokarbonbiofilter terus – menerus mengalami penurunan yaitu sebesar 40%, 34%, 23% dan efisiensi pada hari terakhir atau hari ke 29 adalah sebesar 19%. Hal ini disebabkan media filter pada reactor Aerokarbonbiofilter telah

mengalami kejenuhan (Clogging) sehingga pada akhirnya tidak mampu lagi meremoval limbah tersebut.

Kata kunci : Air limbah domestik, TSS, Reaktor Aerokarbonbiofilter.

¹ Staf Pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan - Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

² Staf Pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan - Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

³ Mahasiswa Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan - Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Wr. Wb

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, Tuhan yang Maha Tunggal, Pencipta Alam semesta beserta isinya dan tempat berlindung bagi Umat-nya. Shalawat serta salam saya limpahkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW.

Alhamdulillahirobbil'alamin atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan judul **“PENURUNAN KADAR *TOTAL SUSPENDED SOLID* (TSS) PADA AIR LIMBAH DOMESTIK DENGAN MENGGUNAKAN REAKTOR *“AEROKARBONBIOFILTER”*”**.

Penyusunan tugas akhir ini dapat terselesaikan berkat dorongan dan motivasi, bantuan, bimbingan dan arahan, serta adanya kerja sama dari berbagai pihak. Untuk itu perkenankanlah penulis mengucapkan banyak terima kasih dan penghargaan yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Bapak Luqman Hakim, ST, MSi, selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Eko Siswoyo, ST, selaku Pembimbing I atas semua arahan , bimbingannya kesabaran dan waktunya, sehingga saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini. Makasih banyak....
3. Ibu Any Juliani, ST, Msc, selaku Pembimbing II atas arahan dan bimbingannya selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. H. Kasam, MT, selaku koordinator Tugas Akhir, atas bimbingannya selama pengerjaan tugas akhir ini.

5. Bapak Andik Yulianto, ST, selaku dosen Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.
6. Bapak Hudori, ST, selaku Dosen Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.
7. Mas Agus, yang banyak membantu dalam berbagai administrasi Tugas Akhir ini.
8. Maz Iwan Ardiyanta dan pak Tasyono atas bimbingan, arahan, masukan dan kesabarannya selama saya berada di Laboratorium Lingkungan.
9. Teman - teman seperjuanganqu “Enviro 03” yang senantiasa dalam 4 tahun ini selalu bersama hari – hariqu, cayooooo.....segera menyusulqu ya ????????
10. Teman - teman TAqu, Ayie, Anyem n ida cirebon...Makasih atas semua kerjasamanya selama ini. tanpa kalian aq ga akan bisa sejauh ini. Thank’s for All...
11. Temen - teman bareng ngelab, Ida lombok, pita solo n prasta.Makacih atas semuanya.
12. Temen - temen Solidifikasi Cayooooo....Kalian pasti bisa!!!!!!!!!!
13. Special buat Atur Ekarisma Dewi, ST Makacih banyak dah bantuin diriQu Translate buat seminar hasil....hehehehehe
14. Teman KKNqu BTL unit 81,epi kiyut, esti baik,chika cantik, ajeng hot, shinta maniez, zaky, ucok, bogel, jepri, krisna, rory,,,makasih banyak atas kebersamaan kalian, semua kenangan indah bersama kalian tak akan qu lupakan...Miss U
15. Teman - Teman satu atapqu“PONDOK BUNGURSARI” mb’ ann, tince, jempol, nelvi, neno, septin, jume, wiewie, eti, suci, tika, ayu n yang paling bontot wulan.. kalian adalah saudara-saudara Qu,makasih atas semuanya....
16. Dewi, Oky, Eko,Teguh...Makacih ya atas semuanya, kapan jalan2 lagi...Miss U

Akhir kata semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca yang berkaitan dengan keilmuan maupun dapat menjadi studi literatur bagi penelitian yang berhubungan.

Jogjakarta, 02 November 2007

Penulis

Ika Ariani

Qu PERSEMBAHKAN semua ini untuk:

Kedua orang tua Qu tercinta, atas segala doa, dorongan serta dukungan baik moral maupun materil....Insya 4ji anakmu ini kelak akan membahagiakanmu, Amien....

Adik2Qu tercinta, Nani, Wiwit n Dea..... Qu menyayangi kalian n jadilah anak2 yang bisa dibanggakan orang tua kita....!

Om Waluyo, Acil Iyung, Fajar, Endang n Ade yang baru lahir....Makasih banyak atas semuanya selama ini, semoga ika bisa membalas semuanya kelak,, Amien

AaQu Tercinta dan Tersayang, Makasih atas semua selama ini, kesabaran, kasih sayang, cintanya yang begitu besar sehingga ika bisa mencapai semua ini, dan izinkan ika tetap bersamau sampai akhir hayat kita. I Love U So Must...

Bapak, Ibu, hendry, Tyo, Oky, Neneng dan kel.diIndramayu...Makasih atas doanya dan Makasih selama ini telah menjadi bagian dari hidupQu...

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Abstract	iii
Abstrak	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	ix
Daftar Tabel	xii
Daftar Gambar	xii
Daftar Lampiran	xiii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4

BAB 11 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Limbah Cair.....	5.
2.2 Sumber Air Limbah.....	5
2.3 Komposisi Air Buangan Domestik.....	6
2.4 Karakteristik dan Sifat Air Limbah.....	8
2.5 Jenis-jenis Pengolahan Limbah	12
2.6 Proses Pertumbuhan Mikroba Terlekat.....	13
2.7 Proses Pengolahan Air Buangan Secara Aerobic.....	14.
2.8 Parameter Penelitian.....	16
2.9 Septik Tank.....	19

3.0 Media Styrofom.....	22
3.1 Fungsi Reaktor <i>Aerocarbon Biofilter</i>	23
3.1.1 Proses Aerasi.....	23
3.1.2 Adsorpsi.....	26
3.1.2.1 Karbon Aktif	30
3.1.2.2 Zeolit.....	35
3.1.3 Proses Pertumbuhan Mikroorganisme (<i>SEEDING</i>).....	41
3.1.4 Filtrasi.....	46

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian.....	51
3.2 Jenis Penelitian.....	51
3.3 Objek Penelitian.....	51
3.4 Variabel Penelitian.....	51
3.5 Kerangka Penelitian.....	52
3.6 Reaktor “Aerokarbon Biofilter”.....	53
3.7 Tahapan Penelitian.....	56
3.7.1 Persipan Media.....	56
3.7.2 Penumbuhan Bakteri (<i>Seeding</i>).....	57
3.7.3 Pelaksanaan Penelitian.....	58
3.7.4 Pemeriksaan Sampel.....	59
3.8 Analisa Data.....	59

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Tahapan Proses Penelitian.....	61
4.2 Total Suspended Solid (TSS).....	63
4.2.1 Pembahasan.....	68
4.1.2.1 Pengaruh TSS pada proses Aerasi.....	68
4.1.2.2 Pengaruh TSS pada proses Kimia.....	69
4.1.2.3 Pengaruh TSS pada Proses Biologi.....	72
4.1.2.4 Pengaruh TSS pada Proses Fisik.....	73

4.3 Penelitian yang telah dilakukan Sebelumnya.....	75
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	76
5.2 Saran.....	77
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tipikal Komposisi Limbah Domestik.....	8
Tabel 2.2	Sifat Fisik dari Air Limbah Domestik.....	10
Tabel 2.3	Karakteristik Efluen Septik tank.....	20
Tabel 2.4	Karakteristik Efluen dari Septik Tank Konvensional.....	21
Tabel 2.5	Baku Mutu Air Limbah Domestik.....	21
Tabel 2.6	Syarat Mutu Arang Aktif.....	31
Tabel 2.7	Penggunaan Karbon Aktif.....	35
Tabel 3.1	Dimensi Reaktor Aerokarbonbiofilter.....	54
Tabel 4.1	Baku Mutu Air Limbah Domestik.....	64
Tabel 4.2	Pengukuran Konsentrasi TSS.....	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Komposisi Air Buangan Domestik.....	7
Gambar 2.2	Septic Tank.....	20
Gambar 2.3	Macam-macam Bentuk Media Plastik.....	22
Gambar 2.4	Tetrahedra Alumina dan Silika pada struktur zeolit.....	36
Gambar 2.5	Kurva Pertumbuhan Mikroba Pada Sistem Tertutup.....	42
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	52
Gambar 3.2	Reaktor "Aerokarbonbiofilter".....	55
Gambar 3.3	Media pada Reaktor Aerokarbonbiofilter.....	56
Gambar 4.1	Penurunan Konsentrasi TSS pada inlet dan outlet.....	64
Gambar 4.2	Persentasi Efisiensi Penurunan TSS.....	65
Gambar 4.3	Konsep Adsorpsi pada permukaan pori.....	71
Gambar 4.4	Konsep Adsorpsi pada unsur anorganik.....	71

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran I Gambar Reaktor "*AEROKARBONBIOFILTER*"
- Lampiran II Tabel Hasil Penelitian Konsentrasi TSS
- Lampiran III Dokumentasi Penelitian
- Lampiran IV Peraturan "Tentang Baku Mutu Limbah Domestik"
- Lampiran V Hasil Uji Laboratorium TSS

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Semakin padat jumlah penduduk serta kegiatan yang dilakukan setiap harinya, semakin bertambah pula air buangan yang dihasilkan. Kualitas airnya pun saat ini bukannya tanpa masalah. Masuknya bahan pencemar ke dalam air menyebabkan kualitas air tidak sesuai lagi bagi berbagai keperluan, termasuk untuk keperluan minum. Untuk itu diperlukan pengolahan atau pengelolaan yang baik pada buangan sebelum buangan tersebut dibuang ke badan air. Secara umum tujuan utama dari setiap pengolahan air buangan adalah sebagai berikut :

1. Mencegah serta mengurangi timbulnya pencemaran lingkungan.
2. Mengubah dan mengkonversikan bahan-bahan yang terkandung di dalam air buangan menjadi bahan-bahan yang tidak berbahaya atau bahan berguna baik bagi manusia, hewan, ataupun organisme yang lain melalui proses tertentu.
3. Memusnahkan senyawa-senyawa beracun dan atau jasad-jasad pathogen.

Salah satu sumber limbah adalah berasal dari limbah domestik, yaitu yang bersumber dari perumahan, perdagangan, perkantoran dan daerah fasilitas rekreasi. Pada umumnya limbah domestik mempunyai kandungan padatan tersuspensi yang tinggi dimana padatan tersuspensi ini merupakan salah satu penyebab kekeruhan pada air yang tentu saja akan mempengaruhi dari segi estetika. Adanya padatan tersuspensi dalam air juga akan mempengaruhi penetrasi sinar matahari ke dalam air sehingga akan mempengaruhi regenerasi oksigen serta fotosintesis. sehingga apabila tidak dikelola secara baik maka akan dapat mengakibatkan pencemaran terhadap lingkungan baik udara, air dan tanah. Adapun dampak negative yang ditimbulkan antara lain : 1. Berbahaya bagi kesehatan manusia. 2. Dapat merusak kestabilan dan kehidupan ekosistem dalam suatu perairan dan dapat mengganggu estetika lingkungan.

Pencemaran air dapat menyebabkan kerugian ekonomi dan sosial, karena adanya gangguan oleh zat-zat beracun atau muatan bahan organik yang berlebih. Keadaan ini akan menyebabkan oksigen terlarut dalam air pada kondisi yang kritis, atau merusak kadar kimia air. Rusaknya kadar kimia air tersebut akan berpengaruh terhadap fungsi dari air. Besarnya beban pencemaran yang ditampung oleh suatu perairan, dapat diperhitungkan berdasarkan jumlah polutan yang berasal dari berbagai sumber aktifitas air buangan dari proses-proses industri dan buangan domestik yang berasal dari penduduk.

Untuk mengetahui kualitas air dalam suatu perairan, dapat dilakukan dengan mengamati beberapa parameter fisik, seperti TSS (*Total Suspended Solid*). Oleh karena itu diperlukan suatu alternatif pengolahan untuk mereduksi tingkat bahaya yang ditimbulkan dari limbah tersebut serta dengan menurunkan konsentrasi pencemar dengan parameter Total Suspended Solid (TSS). Alternatif pengolahan yang dapat dilakukan adalah melalui pengolahan dengan Reaktor "*Aerokarbonbiofilter*" dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) pada limbah domestik sehingga apabila dibuang tidak mencemari lingkungan sekitarnya. Reaktor *Aerokarbonbiofilter* tersusun atas aerasi tipe *tray* (*Tray aeration*) yang terdiri dari 4 *tray*, media karbon aktif, zeolit, media tempat tumbuh bakteri (*Fixed film*), dan pasir. Proses pengolahan limbah yang terjadi pada reaktor ini meliputi proses aerasi, adsorpsi karbon dan zeolit, proses biologis, dan proses filtrasi (*Sand filtration*).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu;

1. Bagaimana efektifitas reaktor *Aerokarbonbiofilter* dalam menurunkan konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) pada limbah domestik.
2. Berapa lama reaktor *Aerokarbonbiofilter* dapat menurunkan konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) pada limbah domestik sampai terjadi kejenuhan (*Clogging*).

1.3 Batasan Masalah

1. Alat yang digunakan adalah Reaktor *Aerokarbonbiofilter* yang terdiri dari 4 tingkatan aerasi, adsorpsi (karbon aktif dan zeolit) pengolahan biologis (*media seeding*) dan filtrasi (pasir).
2. Limbah yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah domestik yang berasal dari *Septic Tank* FTSP (selatan kantin FTSP).
3. Parameter air limbah yang diperiksa adalah *Total Suspended Solid* (TSS) dengan skala laboratorium.
4. Penggunaan karbon aktif dan zeolit sebagai *adsorban*, serta pasir sebagai media filter sampai pada titik kejenuhan.
5. Waktu yang digunakan untuk pengambilan sampel 2 hari sekali sampai terjadi kejenuhan (*clogging*).

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang akan dilakukan adalah :

1. Mengetahui besarnya penurunan konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) pada limbah domestik.
2. Untuk mengetahui waktu jenuh karbon aktif dan zeolit sebagai *adsorben*, serta pasir sebagai media filter pada Reaktor "*Aerokarbonbiofilter*" dalam menurunkan konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) pada limbah domestik.

1.5 Manfaat Penelitian

Pada penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain:

1. Memberikan data informasi tentang kemampuan Reaktor "*Aerokarbonbiofilter*" untuk menurunkan konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) pada limbah domestik.
2. Memberikan suatu alternatif pengolahan limbah domestik dengan menggunakan proses fisik dan biologis secara integrasi.
3. Dapat memberikan stimulus/pendorong untuk peneliti yang lain guna mempelajari alternatif-alternatif dalam pengolahan limbah domestik yang mudah, murah dan tepat guna.

BAB 11

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Limbah Cair

Secara umum beberapa pengertian limbah cair yang dikemukakan oleh para ahli antara lain sebagai berikut:

- a. Salvato (1982) : air limbah (*waste water*) adalah air bekas dari masyarakat, rumah tangga, dan berasal dari industri serta buangan lainnya.
- b. Tchobanoglaus (1972) : air limbah adalah air yang berasal dari air bersih masyarakat sesudah dicemari berbagai macam penggunaannya.
- c. Metcalf dan Eddy (1991) menyebutkan sebagai berikut : air limbah kombinasi dari cairan dan sampah-sampah cair yang berasal dari pemukiman, perkantoran, dan industri.
- d. PP / 81 / / 2001 : Air limbah adalah sisa dari suatu hasil usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair.

2.2 Sumber Air Limbah

Menurut Bell (1977) sumber limbah cair berasal:

1. Air limbah domestik, berasal dari rumah tangga, perkantoran, pusat perdagangan, rumah sakit dan mengandung berbagai bahan antara lain: kotoran, urine dan air bekas cucian yang mengandung detergen, bakteri dan virus.
2. Air limbah industri, berasal dari industri dan manufaktur dan pada limbah ini banyak mengandung bahan pelarut, mineral, logam berat, zat pewarna, nitrogen, sulfida, fospat, dan zat lain yang bersifat toxic.
3. Air limbah dari daerah pertanian, banyak mengandung kotoran hewan, herbisida dan pestisida.

2.3 Komposisi Air Buangan Domestik

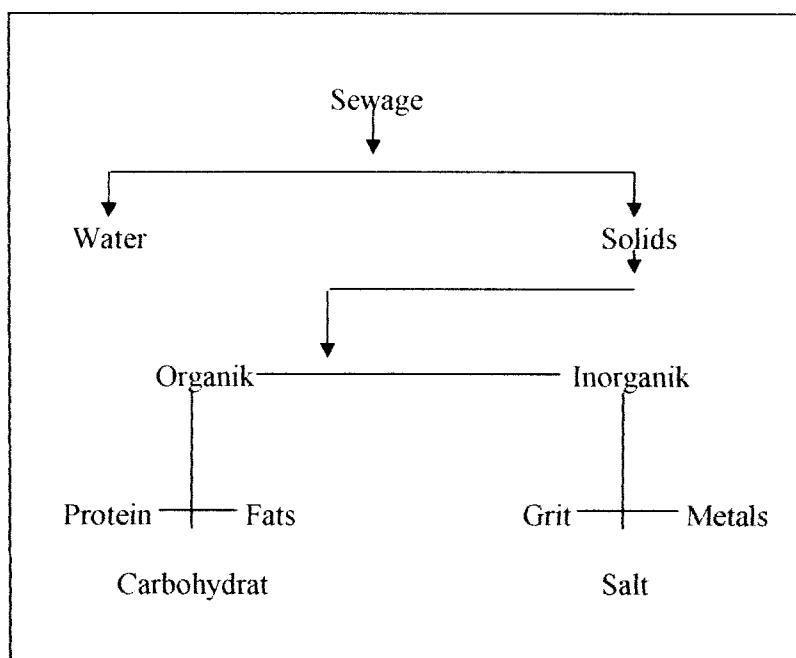
Air Buangan Domestik adalah semua limbah yang berasal dari kamar mandi, WC, dapur, tempat cuci pakaian, apotik, rumah sakit, dan sebagainya. secara kuantitatif limbah tadi terdiri atas zat organik, baik padat ataupun cair, bahan berbahaya dan beracun (B3), garam terlarut, lemak dan bakteri.

Air buangan domestik merupakan campuran yang rumit antara bahan organik dan anorganik dalam bentuk, seperti partikel-partikel benda padat besar dan kecil atau sisa-sisa bahan larutan dalam bentuk koloid (Mahida, 1986). Air buangan ini juga mengandung unsur-unsur hara, sehingga dengan demikian merupakan wadah yang baik sekali untuk pembiakan mikroorganisme.

Pada penelitian ini sumber air baku yang digunakan ialah berasal dari air buangan domestik, yang diambil dari septic tank FTSP, kampus terpadu UII. Adapun definisi air buangan itu sendiri ialah air bekas yang tidak dapat dipergunakan lagi untuk tujuan semula baik yang mengandung kotoran manusia (tinja) atau dari aktifitas kamar mandi, dapur dan mencuci 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.

Komponen utama pada air buangan domestik ialah berupa bahan organik. Bahan organik ini dapat 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 %). (Metcalf & Eddy, 2003). Konsentrasi bahan organik ini dapat dinyatakan sebagai BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), TOC (*Total Organic Carbon*) ataupun ThOD (*Theoretical Oxygen Demand*).

Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 2.1 dibawah ini :



Sumber : T. H. Y. Tebbutt, *Principles of Water Quality Control*, Pergamon, Oxford, 1970.

Gambar 2.1 Komposisi Air Buangan Domestik

Unsur-unsur yang terkandung pada limbah domestik dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut. Berdasarkan konsentrasi dari tiap unsur-unsur pokok tersebut, limbah domestik diklasifikasikan menjadi kuat, sedang, dan lemah atau ringan. Unsur-unsur pokok tersebut bervariasi tiap jam dalam sehari, tiap hari dalam seminggu, tiap bulan dalam setahun dan kondisi lokal lainnya.

Tabel 2.1 Tipikal Komposisi Limbah Domestik

Kontaminan	Satuan	Konsentrasi Rendah	Konsentrasi Medium	Konsentrasi Tinggi
Total Solid (TS)	mg/L	390	720	1230
Total Dissolved Solid (TDS)	mg/L	270	500	860
Fixed	mg/L	160	300	520
Volatil	mg/L	110	200	340
Total Suspended Solid (TSS)	mg/L	120	210	400
Fixed	mg/l	25	50	85
Volatil	mg/L	95	160	315
Settleable Solids	mL/L	5	10	20
BOD ₅ , 20°C	mg/L	110	190	350
Total Organik Karbon (TOC)	mg/L	80	140	260
COD	mg/L	250	430	800
Nitrogen (Total sbg N)	mg/L	20	40	70
Organik	mg/L	8	15	25
Amoniak bebas	mg/L	12	25	45
Nitrit	mg/L	0	0	0
Nitrat	mg/L	0	0	0
Phospor (Total Sbg Phospor)	mg/L	4	7	12
Organik	mg/L	1	2	4
InOrganik	mg/L	3	5	10
Klorida	mg/L	30	50	90
Sulfat	mg/L	20	30	50
Minyak dan Lemak	mg/L	50	90	100
VOCs	mg/L	<100	100-400	>400
Total Coliform	No./100mL	10 ⁶ -10 ⁸	10 ⁷ -10 ⁹	10 ⁷ -10 ¹⁰
Fecal Coliform	No./100mL	10 ³ -10 ⁵	10 ⁴ -10 ⁶	10 ⁵ -10 ⁸

Sumber: Metcalf & Eddy, 2003, Wastewater Engineering Treatment and Reuse, hal 186

2.4 Karakteristik Air Limbah

Sifat-sifat yang dimiliki oleh air limbah domestik dibagi menjadi 3 yaitu: sifat fisik, kimia dan biologis.

➤ Sifat Fisik

Sebagian besar air buangan domestik tersusun atas bahan-bahan organik. Pendegradasian bahan-bahan organik pada air buangan akan menyebabkan

kekeruhan. Selain itu kekeruhan yang terjadi akibat lumpur, tanah liat, zat koloid dan benda-benda terapung yang tidak segera mengendap. Pendegradasian bahan-bahan organik juga menimbulkan terbentuknya warna. Parameter ini dapat menunjukkan kekuatan pencemaran.

Penentuan derajat kekotoran air limbah sangat dipengaruhi oleh adanya sifat fisik yang mudah terlihat. Adapun sifat fisik yang penting adalah bau, jumlah zat padat terlarut (TDS), kekeruhan, rasa, suhu dan warna.

Penentuan derajat kekotoran air limbah sangat dipengaruhi oleh adanya sifat fisik yang mudah terlihat, Parameter yang sangat tergolong dalam sifat ini meliputi kandungan zat padat sebagai efek estetika dan kejernihan serta bau, warna dan temperatur.

Bau pada air mempunyai standar kualitas harus bebas dari bau atau tidak berbau. Adanya bau disebabkan oleh bahan-bahan organik yang dapat membusuk serta senyawa kimia lain seperti phenol dan jika air berbau maka akan mengganggu estetika. (Sanropie, dkk, 1984)

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

Warna jika berada dalam air terlihat dengan jelas akan mengurangi penetrasi sinar / cahaya ke dalam air, sehingga mempengaruhi regenerasi oksigen secara fotosintesis dan akan mengganggu aktivitas biologi yang ada didalamnya. Pada kenyataannya pencemaran oleh zat warna juga dapat menyebabkan

Temperatur air pada air diharapkan adalah antara 10-15°C, bila melebihi dari kadar tersebut maka akan mengakibatkan meningkatnya daya toksisitas bahan kimia atau bahan pencemar dalam air dan akan meningkatkan pertumbuhan mikrobiologi dalam air.

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

Tabel 2.2 Sifat Fisik dari Air limbah domestik

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

(Sumber : Sugiharto, 1987)

➤ Sifat Kimia

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

Bahan kimia penting yang terdapat dalam air limbah pada umumnya dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Bahan Organik

Pada umumnya zat organik beisikan kombinasi dari karbon, nitrogen, dan oksigen, bersama-sama dengan nitrogen. Elemen lainnya yang penting seperti belerang, fosfor, dan besi juga terdapat didalamnya. Semakin lama jumlah dan jenis bahan organik semakin meningkat hal ini menyebabkan sulit dalam mengolah air limbah karena beberapa zat tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme.

2. Bahan Anorganik

Beberapa komponen anorganik dari air limbah dan air alami sangat penting untuk peningkatan dan pengawasan kualitas air minum. Jumlah bahan anorganik meningkat sejalan dan dipengaruhi oleh formasi geologis dari asal air atau air limbah. Bahan anorganik meliputi pH, klorida, kebasaan, sulfur, zat beracun, logam berat, metan, nitrogen, fosfor, gas (Sugiarto, 1985).

➤ Sifat Biologis

Keterangan tentang sifat biologis air buangan domestik diperlukan untuk mengukur tingkat pencemaran sebelum dibuang ke badan air penerima. Mikroorganisme-mikroorganisme yang berperan dalam proses penguraian bahan-bahan organik di dalam air buangan domestik adalah bakteri, jamur, protozoa dan algae.

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

Selain bakteri, jamur juga termasuk dekomposer pada air buangan domestik. Jamur adalah mikroorganisme nonfotosintesis, bersel banyak, bersifat

aerob dan bercabang atau berfilamen yang berfungsi untuk memetabolisme makanan. Bakteri dan jamur dapat memetabolisme bahan organik dari jenis yang sama.

Protozoa adalah kelompok mikroorganisme yang umumnya motil, bersel tunggal dan tidak ber dinding sel. Kebanyakan protozoa merupakan predator yang sering kali memangsa bakteri. Peranan protozoa penting bagi penanganan limbah organik karena protozoa dapat menekan jumlah bakteri yang berlebihan. Selain itu protozoa dapat mengurangi bahan organik yang tidak dapat di metabolisme oleh bakteri ataupun jamur dan membantu menghasilkan effluen yang lebih baik.

Kebanyakan bakteri, baik dalam biakan murni maupun dalam kultur campuran seperti dalam bioreaktor air limbah, memiliki rentan pH untuk pertumbuhan antara 4 – 9. Secara umum pH optimum untuk pertumbuhan mikroba pada rentang 6.5 – 7.5. (Benefield (1980), menyarankan bahwa mikroba tumbuh dengan baik pada pH sedikit basa, sementara algae dan fungi tumbuh dengan baik pada kondisi pH sedikit asam. Dalam proses pengolahan air limbah secara biologis pH optimum untuk pertumbuhan sangat dipengaruhi oleh karakteristik air limbah yang diolah.

2.5 Jenis - Jenis Pengolahan Limbah

Berdasarkan karakteristik limbah, proses pengolahan dapat digolongkan menjadi tiga bagian, yaitu fisika, kimia, dan biologi.

a. Proses Fisika

Perlakuan terhadap air limbah dengan cara fisika, yaitu proses pengolahan secara mekanis dengan atau tanpa penambahan kimia. Proses - proses tersebut diantaranya adalah penyaringan, penghancuran, perataan air, penggumpalan, sedimentasi, pengapungan dan filtrasi.

b. Proses Kimia

Proses pengolahan secara kimia menggunakan bahan kimia untuk mengurangi konsentrasi zat pencemar di dalam limbah. Dengan adanya bahan kimia berarti akan terbentuk unsur baru dalam air limbah, yang mungkin berfungsi sebagai *katalisator*. Kegiatan yang termasuk dalam proses kimia diantaranya adalah

pengendapan, klorinasi, oksidasi dan reduksi, netralisasi, ion exchanger dan desinfektan.

c. Proses Biologi

Proses pengolahan limbah secara biologis adalah memanfaatkan *mikroorganisme* (ganggang, bakteri, protozoa) untuk menguraikan senyawa organik dalam air limbah menjadi senyawa yang sederhana dan dengan demikian mudah mengambilnya. Pengolahan ini terutama digunakan untuk menghilangkan bahan organik yang biodegradable dalam air buangan. Pengolahan biologis dapat dibedakan menurut pemakaian oksigennya, menjadi proses aerobik, anaerobic dan Fakultatif.

2.6 Proses Pertumbuhan Mikroba Terlekat

Proses pengolahan air limbah secara biologi dengan pola pertumbuhan mikroba terlekat memerlukan media untuk menempel, tumbuh dan berkembang. Proses biologis pada pertumbuhan melekat sebagian besar berhubungan dengan komposisi lapisan slime atau biofilm, yang menempel pada permukaan media. Proses pembentukan dan kolonisasi biofilm diawali dengan produksi slime dan kapsul bakteri yang menempel pada permukaan media. Penempelan pada awalnya terjadi karena ikatan kimia dan gaya Van Der Waals. Proses penempelan berlangsung sangat cepat dan bakteri *Z. Ramigera* adalah seringkali sebagai pembentuk koloni awal. Pembentukan koloni oleh bakteri heterotrop lain seperti *pseudomonas*, *flavobacterium* dan *alcaligenes* juga berjalan cepat. Setelah lima hari, komposisi pada biofilm akan terdiri dari bermacam-macam kumpulan bakteri, jenis-jenis filamen yang dominan. Setelah periode waktu lebih dari satu minggu, akan ditumbuhi sedikit jamur seperti *fusarium*, *geotrichum* dan *sporotrichum* akan tampak, yang akan ikut berperan dalam penurunan kandungan BOD dalam air. Lapisan biofilm yang sudah matang atau sempurna akan tersusun dalam tiga lapisan kelompok bakteri : lapisan paling luar adalah sebagian besar berupa jamur, lapisan tengah adalah jamur dan algae; dan lapisan paling dalam adalah bakteri, jamur dan algae. (Slamet dan Masduqi, 2002).

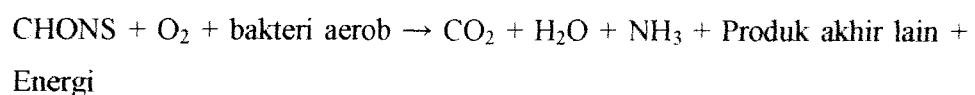
Ketika air limbah melintasi pada permukaan biofilm, material organik dalam air limbah bersama-sama dengan oksigen dan nutrisi, akan terdifusi kedalam biofilm dan teroksidasi oleh mikroorganisme heterotrop. Proses oksidasi oleh bakteri heterotrop ditujukan untuk mendapatkan energi dan senyawa-senyawa baru untuk pembentukan sel baru.

Ketebalan biofilm tergantung pada jumlah material organik dan oksigen yang tersedia untuk pertumbuhan mikroorganisme. Ketebalan biofilm memiliki keterbatasan sampai nutrisi mampu menjangkau mikroorganisme yang terletak pada lapisan yang paling dalam. Pada saat tertentu ketebalan biofilm akan mencapai ketebalan maksimum dimana pada kondisi ini, sumber makanan dan nutrisi tidak mampu berdifusi sampai ke lapisan paling dalam. Akibat terhentinya suplai makanan maka mikroorganisme pada lapisan bagian dalam akan mengalami respirasi endogenus dengan memanfaatkan sitoplasmanya untuk mempertahankan hidup. Pada kondisi seperti ini mikroorganisme akan kehilangan kemampuan untuk menempel pada media, kemudian terlepas dan terbawa keluar dari sistem biofilter bersama dengan aliran air, mekanisme pengelupasan ini dikenal sebagai "*Sloughing*". (Slamet dan Masduqi, 2002).

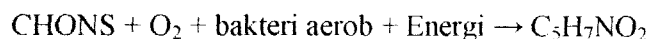
2.7 Pengolahan Limbah Secara Aerobik

Proses pengolahan secara aerob didefinisikan sebagai pengelolaan dengan kondisi ada oksigen, tempat dimana mikroorganisme akan menguraikan air limbah. Dengan penyediaan udara yang cukup dan keadaan lingkungan yang seimbang maka air limbah yang mengandung bahan organik akan diuraikan oleh mikroorganisme aerob menjadi CO_2 , H_2O dan sel-sel baru dalam keadaan ada oksigen: penguraian ini terjadi dalam tiga tahap, yaitu:

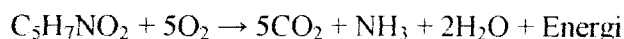
1. Oksidasi sebagian limbah menjadi produk akhir untuk mendapatkan energi guna pemeliharaan sel serta pembentukan serat-serat sel baru.



2. Sebagian limbah diubah menjadi jaringan sel baru dengan mempergunakan sebagian energi yang dilepaskan selama oksidasi.



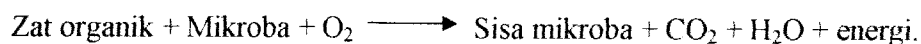
3. Sel-sel baru akhirnya memakan selnya sendiri untuk mendapatkan energi guna pemeliharaan sel.



Penguraian dilakukan oleh sejumlah bakteri. Proses metabolisme oleh bakteri dipengaruhi oleh faktor sumber nutrisi dan oksigen. Kedua faktor ini saling berkaitan didalam membantu pertumbuhan bakteri. Selama sumber nutrisi cukup dan oksigen tidak berkurang maka bakteri akan berkembang dengan baik dan akan menghasilkan energi yang cukup untuk menguraikan senyawa organik.

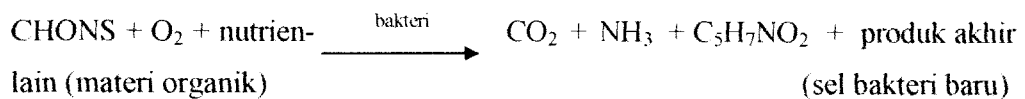
Proses aerobik pada dasarnya merupakan proses yang terjadi karena aktivitas mikroba dilakukan pada saat terdapat oksigen bebas. Proses biologis secara aerobik berarti proses dimana terdapat oksigen terlarut. Oksidasi bahan organik menggunakan molekul oksigen sebagai aseptor elektron akhir adalah proses utama yang menghasilkan energi kimia untuk mikroorganisme dalam proses ini. Mikroba yang menggunakan oksigen sebagai aseptor elektron akhir adalah mikroorganisme aerobik. Beberapa pengolahan limbah cair secara aerobik adalah lumpur aktif, tricliling filter, kolam oksidasi, lagoon aerasi dan parit oksidasi (Jenie, B.S.L, 1993).

Senyawa-senyawa organik yang terdapat dalam limbah cair dapat dipecahkan oleh mikroorganisme aerobik menjadi senyawa-senyawa yang tidak mencemari, dimana pemecahan ini berlangsung dalam suasana aerobik atau ada oksigen. Reaksi yang terjadi pada proses aerob sebagai berikut :



Pada temperatur 37° C dan pH antara 6,5-8,5 proses berjalan dengan baik dan setiap kenaikan sebesar 10° C menyebabkan kecepatan bereaksi akan berlipat. (Mahida, 1986).

Urutan mekanisme pengolahan aerobik air buangan dapat dinyatakan dalam bentuk seperti dibawah ini :



Kecepatan reaksi suatu oksidasi aerobik tidak dapat diubah sedemikian besar, namun dengan menyediakan populasi mikroorganisme yang banyak dalam bentuk "slime" atau lumpur biologi (*biosludge*) maka akan memungkinkan untuk mencapai kecepatan pemisahan material-material organik dari larutan yang lebih besar. Adanya jumlah mikroba yang lebih besar memberikan kesempatan berlangsungnya adsorpsi awal terhadap koloidal dan organik-organik terlarut disertai dengan sintesis sel-sel baru sehingga setelah waktu kontak yang relatif pendek sisa kandungan zat organik dalam larutan tersebut tinggal sedikit. Material organik yang terabsorpsi kemudian dioksidasi menjadi produk akhir sebagaimana lazimnya dalam proses aerobik.

2.8 Parameter Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan parameter sebagai berikut:

Total Suspended Solid (TSS)

Padatan tersuspensi total (Total Suspended Solid) adalah bahan-bahan tersuspensi (Diameter $>1\mu\text{m}$) yang tertahan pada saringan *millipore* dengan diameter pori $0,45\mu\text{m}$. Terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad renik.

TSS (Total Suspended Solid) merupakan padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat langsung mengendap, terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen, misalnya tanah liat, bahan-bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme, dan sebagainya. Misalnya, Air permukaan mengandung tanah liat dalam bentuk suspensi yang dapat bertahan sampai berbulan-bulan, kecuali jika keseimbangannya terganggu oleh zat-zat lain, sehingga mengakibatkan terjadinya penggumpalan yang kemudian diikuti dengan pengendapan. (Fardiaz,1992).

Pada limbah domestik banyak mengandung Total Suspended solid (TSS). Dengan adanya TSS tersebut akan mempengaruhi keseimbangan pada badan air. Konsentrasi yang tinggi pada badan air dapat menyebabkan banyak masalah untuk kesehatan dan ekosistem akuatik.

TSS yang tinggi menghalangi masuknya sinar matahari kedalam air, sehingga akan mengganggu proses fotosintesis menyebabkan turunnya oksigen terlarut yang dilepas kedalam air oleh tanaman. Jika sinar matahari terhalansi dari dasar tanaman maka tanaman akan berhenti memproduksi oksigen dan akan mati. TSS juga menyebabkan penurunan kejernihan dalam air, hal ini mempengaruhi kemampuan ikan untuk melihat dan menangkap makanan. Endapan tersuspensi dapat juga menyumbat insang ikan, mengurangi pertumbuhan rata-rata, menurunkan ketahanan terhadap penyakit dan mencegah telur dan larva berkembang. Ketika TSS tenang didasar badan air dapat menyebabkan menyembunyikan telur. (Murphy dari Mitchell and Stapp, 1992).

Kekeruhan air disebabkan oleh zat padat yang tersuspensi, baik yang bersifat anorganik maupun yang organik. Zat anorganik, biasanya berasal dari lapukan batuan dan logam, sedangkan zat organik dapat berasal dari lapukan tanaman atau hewan. Zat organik dapat menjadi makanan bakteri, sehingga mendukung perkembangbiakannya.

Jumlah padatan tersuspensi dalam air dapat diukur dengan Turbidimeter. Seperti halnya padatan terendap, padatan tersuspensi akan mengurangi penetrasi sinar matahari ke dalam air sehingga akan mempengaruhi regenerasi oksigen serta fotosintesis.

Materi yang tersuspensi adalah materi yang mempunyai ukuran lebih besar daripada molekul/ion yang terlarut. Dalam air alam ditemui dua kelompok zat, yaitu zat terlarut seperti garam dan molekul organik, dan zat padat tersuspensi dan koloidal seperti tanah liat, kwarts. Perbedaan pokok antara kedua kelompok zat ini ditentukan melalui ukuran/diameter partikel-partikel.

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

Zat-zat padat yang berada dalam suspensi dapat dibedakan menurut ukurannya sebagai partikel tersuspensi koloidal (partikel koloid) dan partikel tersuspensi biasa (partikel tersuspensi). Zat padat tersuspensi dapat mengendap apabila keadaan air cukup tenang, ataupun mengapung apabila sangat ringan, materi inipun dapat disaring. Koloid sebaliknya sulit mengendap dan tidak dapat disaring dengan saringan (filter) air biasa.

Seperti halnya ion-ion dan molekul-molekul (zat yang terlarut), zat padat koloidal dan zat padat tersuspensi dapat bersifat inorganik (tanah liat, kwarts) dan organik (protein, sisa makanan dan ganggang, bakteri). Dalam metode analisa zat padat, pengertian zat padat total adalah semua zat – zat yang tersisa sebagai residu dalam suatu bejana, bila sampel air dalam bejana tersebut dikeringkan pada suhu tertentu. Zat padat total terdiri dari zat padat terlarut dan zat padat tersuspensi yang dapat bersifat organik dan inorganik seperti pada keterangan dibawah ini :

Zat padat total , terbagi menjadi dua :

- Zat padat terlarut
- Zat padat tersuspensi, terbagi menjadi dua :
 1. Zat padat tersuspensi Organik
 2. Zat padat tersuspensi Inorganik

Zat padat tersuspensi sendiri dapat diklarifikasikan sekali lagi antara lain zat padat terapung yang selalu bersifat organik dan zat padat terendap yang dapat bersifat organik dan inorganik. Zat padat terendap adalah zat padat dalam suspensi yang dalam keadaan tenang dapat mengendap setelah waktu tertentu karena pengaruh gaya beratnya.

Apabila jumlah materi tersuspensi ini banyak dan kemudian mengendap, maka pembentukan lumpur dapat sangat mengganggu aliran dalam saluran, pendangkalan cepat terjadi, sehingga diperlukan pengerukan lumpur yang lebih sering. apabila zat-zat ini sampai di muara sungai dan bereaksi dengan air yang asin, maka baik koloid maupun zat terlarut dapat mengendap di muara-muara dan proses inilah yang menyebabkan terbentuknya delta - delta.

2.9 Septik Tank

Pada tahun 1895 seseorang kelahiran dari negara Inggris bernama Donald Cameron lebih banyak mengoreksi penjelasan dari proses-proses yang terjadi di dalam septik tank. (Crites and Tchobanoglous, 1997). Setelah itu konfigurasi dari jenis tangki telah dikembangkan meskipun mengingat konsepnya tetap sama, yang pada dasarnya sebagai tempat untuk proses fisik, kimiawi dan biologis pada pengolahan air limbah.

Septik tank adalah tangki yang tertutup rapat untuk menampung aliran limbah yang melewatinya sehingga kandungan bahan padat dapat dipisahkan, diendapkan atau diuraikan oleh aktivitas bakteriologis didalam tangki. Fungsinya bukan untuk memurnikan air limbah tetapi untuk mencegah bau dan menghancurkan kandungan bahan padat. (Salvato, 1992).

Septik tank mempunyai beberapa fungsi diantaranya:

1. Sedimentasi

Fungsi yang paling pokok dari septik tank adalah kemampuannya mereduksi kandungan bahan padat terlarut (SS) pada limbah cair domestik.

2. Penyimpanan

Septik tank diharapkan menampung akumulasi endapan.

3. Penguraian

Penguraian lumpur oleh bakteri secara anaerobik merupakan akses dari lama waktu penyimpanan endapan dalam tangki. Bakteri akan menghasilkan oksigen yang akan terlarut jika ia mengurai bahan organik yang terkandung didalam limbah. Bakteri ini juga akan mengurai bahan organik kompleks dan mereduksinya menjadi selulosa dan menghasilkan gas meliputi H_2 , CO_2 , NH_3 , H_2S dan CH_4 .

4. Menahan laju aliran

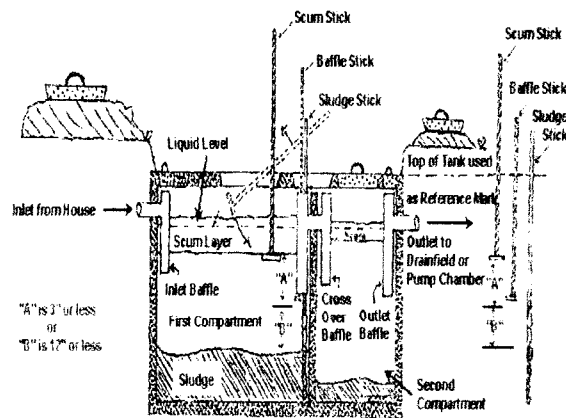
Septik tank akan mereduksi terjadinya beban aliran puncak. Proses utama yang terjadi didalam septik tank adalah:

1. Sedimentasi SS
2. Flotasi lemak dan material lain ke permukaan air
3. Terjadinya proses biofisik kimia di ruang lumpur.

Tabel 2.3 Karakteristik Efluen Septik tank

Komponen	Range konsentrasi	Tipikal konsentrasi
TSS	36–85 mg/L	60 mg/L
BOD ₅	118–189 mg/L	120 mg/L
pH	6,4–7,8	6,5
Fecal Coliform	10 ⁶ – 10 ⁷ CFU / 100 m/L	10 ⁶ CFU / 100 mL

(Sumber : EPA, 2002)

**Gambar 2.2 septic tank**

Ditinjau dari segi kuantitasnya air buangan yang masuk ke dalam *septic tank* berupa Sullage (*Grey water*) yang berasal dari aktivitas pencucian, dapur, kamar mandi. **Black water** (*human body waste*) yang berasal dari feces dan urin.

Proses pengolahan pada septic tank adalah sedimentasi dan stabilisasi lumpur lewat proses anaerobik. Untuk jenis limbah yang diolah pada septic tank adalah limbah yang mengandung padatan terendapkan, khususnya limbah domestik.

Selama limbah ditahan dalam septic tank maka benda-benda padat akan mengendap didasar tangki, dimana benda-benda tersebut dirombak secara anaerobik. Lapisan tipis yang terbentuk di permukaan akan membantu memelihara kondisi anaerobik. Keluaran dari septic tank, dari sudut pandang kesehatan masyarakat sama bahayanya dengan air limbah segar sehingga memerlukan pengolahan lebih lanjut sebelum dibuang (Mara, 1978).

Waktu tinggal limbah pada septik tank berukuran besar tidak boleh kurang dari 12 jam. Detensi selama 24 hingga 72 jam direkomendasikan untuk septik tank berukuran besar. (Salvato, 1992).

Tabel 2.4 Karakteristik efluen dari septik tank konvensional

Parameter	Range	Rata-rata
COD,mg/l	165 - 1,487	296
COD filtered,mg/l	12 - 78	29
BOD,mg/l	50 - 440	165
TS,mg/l	236 - 1,383	599
TSS,mg/l	62 - 1.100	290
Alkalinity,mg/l as CaCO ₃	240-365	275
pH	7 - 7.7	7.3
TKN,mg/l	34-60	43
TP,mg/l	7-31	17
Faecal coliforms, MPN/100mL	$5 \times 10^4 - 5.8 \times 10^5$	4.3×10^5

(Sumber : Metcalf & Eddy, 2003)

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

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

Menurut Kep MenLH 112/2003 Baku mutu air limbah domestik untuk perumahan yang diolah secara individu akan ditentukan sebagai berikut :

Tabel 2.5 Baku Mutu Air Limbah Domestik

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

(Sumber : KepMenLH 112/2003)

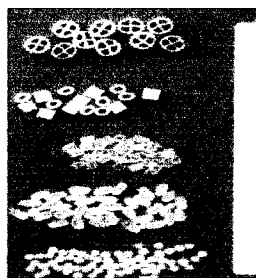
3.0 Media Styrofoam

Styrofoam sendiri, menurut Prof Winarno, dibuat dari *kopolimer polistiren* yang terdiri dari monomer stiren. Sedang stiren merupakan salah satu produk sampingan minyak bumi. Stiren pertama kali diproduksi secara komersial pada tahun 1930-an dan berperan penting selama Perang Dunia II dalam pembuatan karet sintetik. Sekarang peranan stiren telah bergeser dalam pembuatan produk polistiren komersial, salah satunya adalah wadah makanan dan minuman.

Pakar teknologi pangan Institut Pertanian Bogor (IPB) Prof Dr FG Winarno membenarkan bahwa kemasan plastik yang mengandung PVC memang berisiko bagi kesehatan, karena diketahui bersifat karsinogenik dan jika terurai mengeluarkan dioksin yang berbahaya bagi tubuh. Namun, tentang kemasan *styrofoam* yang mengandung polistiren, Winarno menyatakan, masyarakat tak perlu khawatir. Berbagai penelitian internasional menunjukkan molekul monomer stiren dari kemasan *styrofoam* yang terlarut dalam air panas, tidak bersifat karsinogenik dan tidak berakumulasi di dalam tubuh (Winarno, 2000). *Styrofoam* adalah bahan yang tahan terhadap temperatur tinggi dan tak bakal terurai selama 500 tahun..

Styrofoam merupakan media dengan densitas rendah yang merupakan bagian dari *Static Low Density Media* yang juga dikenal dengan *Floating bead filters* (FBFs) atau *Floating Bead Bioclarifier* (FBBs).

Media plastic berdensitas rendah dapat dilihat sebagai berikut:



Various shapes of plastic media have been tested in SLDM Filters in the past. From top to bottom: KMT-type, large tubes, smaller tubes, Enhanced Nitrification (EN) modified, and spheres.

Gambar 2.3 Macam-macam Bentuk Media Plastik Sebagai *Low Density Media*

3.1 Pengolahan Limbah Menggunakan Reaktor *Aerocarbonbiofilter*

Pada penelitian ini akan menggunakan proses pengolahan secara aerob yaitu suatu pengolahan yang membutuhkan oksigen dimana terdapat mikroorganisme yang berfungsi untuk melakukan dekomposisi/menguraikan air limbah.

3.1.1 Aerasi

a) Proses Aerasi

Aerasi adalah suatu bentuk perpindahan molekul-molekul gas di udara dengan cairan pada *gas-liquid interface*. Karena pertukaran gas hanya terjadi pada permukaan (*interface*), maka proses tersebut harus dilakukan dengan kontak sebanyak-banyaknya antara ke dua permukaan tersebut.

Adapun aerasi bertujuan (Agustjik, 1991) :

- 1). Mengurangi *teste* dan *odor*
- 2). Mengurangi tingkat korosif air (CO_2)
- 3). Menghilangkan gas-gas terlarut yang tidak dikehendaki (H_2S , NH_3 , dan VOC).
- 4). Oksidasi senyawa-senyawa terlarut dalam air (Fe, Mn dll).
- 5). Penambahan jumlah oksigen
- 6). Penurunan jumlah karbon dioksida (CO_2)
- 7). Menghilangkan hidrogen sulfida (H_2S), metan (CH_4) dan berbagai senyawa organik yang bersifat volatile (menguap) yang berkaitan untuk rasa dan bau.

Salah satu kegunaan dari aerasi pada pengolahan air limbah adalah memberikan suplai oksigen pada proses pengolahan biologi secara aerobik. Pengaruh lamanya waktu pada proses oksidasi akan mempengaruhi kemampuan mikroorganisme untuk mendegradasikan bahan organik yang terdapat dalam air buangan. Semakin lamanya waktu yang diberikan pada proses oksidasi maka akan memberi kesempatan bagi mikroorganisme untuk tumbuh dan melakukan degradasi bahan organik. (Droste, Ronald L, 1997).

b) Mekanisme Transfer gas yaitu:

Gas-gas yang terlarut didalam bahan cair akan mencari kondisi *equilibrium* atau seimbang. Konsentrasi gas yang terlarut didalam bahan cair pada keadaan seimbang disebut nilai penjuhan. Nilai penjuhan gas bergantung pada temperatur bahan cair, tekanan gas sebagian dan konsentrasi bahan-bahan padat yang terlarut pada bahan cair. nilai penjuhan secara langsung seimbang dengan tekanan sebagian dan secara terbalik seimbang dengan temperatur dan konsentrasi bahan-bahan padat terlarut.

Perbedaan antara nilai penjuhan dan konsentrasi aktual memberikan kekuatan dorong untuk pertukaran gas-gas dari sifat gas menjadi sifat terlarut dan demikian pula sebaliknya. Tingkat pertukaran secara langsung seimbang dengan perbedaan antara konsentrasi aktual dan nilai penjuhan.

Pengambilan zat pencemar yang terkandung didalam air merupakan pengolahan didalam air. Pemanbahan oksigen adalah salah satu uasaha dari pengambilan zat pencemar tersebut, sehingga konsentrasi zat pecemar akan berkurang atau bahkan dapat dihilangkan sama sekali. Zat yang diambil dapat berupa gas, cairan, ion, koloid atau bahan tercampur.

c) Jenis-jenis aerasi

1. Gravity aerator

Gravity aerator menggunakan bendungan (*weirs*), air terjun (*water falls*), air terjun kecil (*cascades*), bidang miring dengan piringan penderas, menara vertikal dengan udara yang naik, menara piringan yang dilubangi (*perporated filled towers*), atau *towers filled* dengan media kontak seperti coke atau batu (*stone*), diantaranya :

a. Multiple Tray Aerator

Aerator ini perlengkapannya sangat sederhana dan persiapannya tidak mahal serta menempati ruang yang sangat sempit. Tipe ini terdiri dari 4-8 tray dengan lubang dibagian bawah pada interval 30-50 cm. Lubang air dibuat sama dengan tray yang di atasnya, dan aliran kebawahnya rata-rata sekitar 0,02 m³/detik. Air diterjunkan dan dikumpulkan lagi pada tiap-tiap tray. Tray dapat dibuat dari

beberapa bahan yang sesuai seperti papan asbes yang berlubang-lubang, pipa-pipa plastik dengan diameter kecil atau bilah-bilah kayu yang disusun paralel.

b. Cascade Aerator

Aerator ini terdiri dari 4-6 anak tangga, ketinggian masing – masing sekitar 10 cm dengan kapasitas 0.01 m³/detik. Untuk turbelansi dan meningkatkan efisiensi aerasi, rintangan – rintangan sering kali ditempatkan pada ujung tiap anak tangga. Dibandingkan dengan tray aerator memerlukan ruang yang lebih luas tetapi mempunyai headloss lebih rendah.

c. Multiple Platform Aerator

Aerator ini menggunakan prinsip yang sama dengan cascade aerator. Piringan berlapis (platform) untuk terjunan air dibuat terbuka sehingga air dapat kontak dengan udara.

2. *Spray Aerator*

Merupakan aerasi yang dapat menghasilkan semprotan air, sehingga yang jatuh keluar akan berupa butiran – butiran. Hal ini sangat menguntungkan karena air yang dihasilkan semakin kecil, karena dengan butiran yang kecil kepermukaan air yang kontak langsung dengan udara semakin luas.

3. *Diffused – Air Aerator*

Tipe ini terdiri dari sebuah basin dengan pipa – pipa perlokasi, tabung – tabung porous yang di gunakan untuk memompakan udara yang akan dilewatkan ke air, sehingga air tersebut teraerasikan. Tingkat terjadinya gelembun – gelembung itu banyak di pengaruhi oleh spray aerator, tetapi meskipun demikian udara harus di tekan diatas tekanan kedalam air dimana diffuse itu ditetapkan.

4. *Mechanical Aerator*

Aerator tipe ini terdiri dari sebuah propeller seperti daun pengaduk terpasang pada ujung – ujung sumbu vertical yang dikendalikan oleh sebuah

motor. Akibat putaran daun pengaduk yang cepat di dalam air, maka terjadi pencampuran antara udara dan air. Tipe – tipe aerator mekanik pada umumnya yaitu aerator permukaan (tipe air kedalam udara), aerator rendam (tipe udara ke dalam air), dan aerator kombinasi.

3.1.2 Adsorpsi

a) Proses Adsorpsi

Adsorpsi (penyerapan) adalah suatu proses pemisahan dimana komponen dari suatu fase fluida berpindah ke permukaan zat padat yang menyerap (adsorben). Biasanya partikel-partikel kecil zat penyerap dilepaskan pada adsorpsi kimia yang merupakan ikatan kuat antara penyerap dan zat yang diserap sehingga tidak mungkin terjadi proses yang bolak-balik (Tinsley, 1979).

Dalam adsorpsi digunakan istilah adsorbat dan adsorban, dimana adsorbat adalah substansi yang terjerap atau substansi yang akan dipisahkan dari pelarutnya, sedangkan adsorban adalah merupakan suatu media penyerap yang dalam hal ini berupa senyawa karbon (Webar, 1972).

b) Mekanisme Adsorpsi

Proses adsorpsi dapat digambarkan sebagai proses dimana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat adsorben akibat kimia dan fisika (Reynolds, 1982).

Proses adsorpsi tergantung pada sifat zat padat yang mengadsorpsi, sifat atom/molekul yang diserap, konsentrasi, temperatur dan lain-lain. Pada proses adsorpsi terbagi menjadi 4 tahap yaitu :

1. Transfer molekul-molekul zat terlarut yang teradsorpsi menuju lapisan film yang mengelilingi adsorben.
2. Difusi zat terlarut yang teradsorpsi melalui lapisan film (*film diffusion process*).
3. Difusi zat terlarut yang teradsorpsi melalui kapiler/pori dalam adsorben (*pore diffusion process*).

4. Adsorpsi zat terlarut yang teradsorpsi pada dinding pori atau permukaan adsorben. (proses adsorpsi sebenarnya), (Reynolds, 1982).

Operasi dari proses adsorpsi dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu :

1. Proses adsorpsi dilakukan dalam suatu bak dengan sistem pengadukan, dimana penyerap yang biasanya berbentuk serbuk dibubuhkan, dicampur dan diaduk dengan air dalam suatu bangunan sehingga terjadi penolakan antara partikel penyerap dengan fluida.
2. Proses adsorpsi yang dijalankan dalam suatu bejana dengan sistem filtrasi, dimana bejana yang berisi media penyerap di alirkan air dengan model pengaliran gravitasi. Jenis media penyerap sering digunakan dalam bentuk bongkahan atau butiran/granular dan proses adsorpsi biasanya terjadi selama air berada di dalam media penyerap (Reynold, 1982).

c) Faktor-faktor yang mempengaruhi adsorpsi.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi;

1. Agitation (Pengadukan)

Tingkat adsorpsi dikontrol baik oleh difusi film maupun difusi pori, tergantung pada tingkat pengadukan pada sistem.
2. Karakteristik Adsorban (Karbon Aktif)

Ukuran partikel dan luas permukaan merupakan karakteristik penting karbon aktif sesuai dengan fungsinya sebagai adsorban. Ukuran partikel karbon mempengaruhi tingkat adsorpsi; tingkat adsorpsi naik dengan adanya penurunan ukuran partikel. Oleh karena itu adsorpsi menggunakan karbon PAC (*Powdered Activated Carbon*) lebih cepat dibandingkan dengan menggunakan karbon GAC (*Granular Activated Carbon*).

Kapasitas total adsorpsi karbon tergantung pada luas permukaannya. Ukuran partikel karbon tidak mempengaruhi luas permukaannya. Oleh sebab itu GAC atau PAC dengan berat yang sama memiliki kapasitas adsorpsi yang sama.

3. Kelarutan Adsorbat

Senyawa terlarut memiliki gaya tarik-menarik yang kuat terhadap pelarutnya sehingga lebih sulit diadsorbsi dibandingkan senyawa tidak larut.

4. Ukuran Molekul Adsorbat

Tingkat adsorbsi pada aliphatic, aldehyde, atau alkohol biasanya naik diikuti dengan kenaikan ukuran molekul. Hal ini dapat dijelaskan dengan kenyataan bahwa gaya tarik antara karbon dan molekul akan semakin besar ketika ukuran molekul semakin mendekati ukuran pori karbon. Tingkat adsorbsi tertinggi terjadi jika pori karbon cukup besar untuk dilewati oleh molekul.

5. pH

Asam organik lebih mudah teradsorbsi pada pH rendah, sedangkan adsorbsi basa organik efektif pada pH tinggi.

6. Temperatur

Tingkat adsorbsi naik diikuti dengan kenaikan temperatur dan turun diikuti dengan penurunan temperatur (Benefield, 1982).

Menurut Dlouhy (1982) proses penjerapan dalam adsorpsi dipengaruhi

1. Bahan penjerap

Bahan yang digunakan untuk menjerap mempunyai kemampuan berbeda-beda, tergantung dari bahan asal dan juga metode aktivasi yang digunakan.

2. Ukuran butir

Semakin kecil ukuran butir, maka semakin besar permukaan sehingga dapat menjerap kontaminan makin banyak. Secara umum kecepatan adsorpsi ditunjukkan oleh kecepatan difusi zat terlarut ke dalam pori-pori partikel adsorben. Ukuran partikel yang baik untuk proses penjerapan antara -100 / +200 mesh.

3. Derajat keasaman (pH larutan)

Pada pH rendah, ion H^+ akan berkompetisi dengan kontaminan yang akan dijerap, sehingga efisiensi penjerapan turun. Proses penjerapan akan berjalan baik bila pH larutan tinggi. Derajat keasaman mempengaruhi adsorpsi karena pH menentukan tingkat ionisasi larutan, pH yang baik berkisar antara 8-9. Senyawa asam organik dapat diadsorpsi pada pH rendah dan sebaliknya basa organik dapat diadsorpsi pada pH tinggi.

4. Waktu jerap

Waktu jerap yang lama akan memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul zat terlarut yang terjerap berlangsung dengan baik.

5. Konsentrasi

Pada konsentrasi larutan rendah, jumlah bahan dijerap sedikit, sedang pada konsentrasi tinggi jumlah bahan yang dijerap semakin banyak. Hal ini disebabkan karena kemungkinan frekuensi tumbukan antara partikel semakin besar.

Beberapa adsorben pada proses adsorpsi sangat mempengaruhi sorpsi. Beberapa adsorben yang sering digunakan pada proses adsorpsi misalnya benzonit, tuff, pumice, zeolit, dan silika gel. Pemilihan adsorben juga mempengaruhi kapasitas adsorpsi.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas adsorpsi yaitu:

1. Luas permukaan adsorben

Semakin luas permukaan adsorben, semakin banyak adsorbat yang dapat diserap, sehingga proses adsorpsi dapat semakin efektif. Semakin kecil ukuran diameter partikel maka semakin luas permukaan adsorben.

2. Ukuran partikel

Makin kecil ukuran partikel yang digunakan maka semakin besar kecepatan adsorpsinya. Ukuran diameter dalam bentuk butir adalah lebih dari 0,1mm, sedangkan ukuran dalam bentuk serbuk adalah 200 mesh (Tchobanoglous,1991).

3. Waktu kontak

Waktu kontak merupakan suatu hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi. Waktu kontak yang lebih lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik. Konsentrasi zat-zat organik akan turun apabila waktu kontakannya cukup dan waktu kontak berkisar 10-15 menit (Reynolds,1982).

4. Distribusi ukuran pori

Distribusi pori akan mempengaruhi distribusi ukuran molekul adsorbat yang masuk kedalam partikel adsorben.

3.1.2.1 Karbon Aktif

a) Pengertian Karbon Aktif

Karbon aktif adalah karbon yang diproses sedemikian rupa sehingga pori – porinya terbuka, dan dengan demikian akan mempunyai daya serap yang tinggi. Karbon aktif merupakan karbon yang akan membentuk amorf, yang sebagian besar terdiri dari karbon yang bebas serta memiliki permukaan dalam (internal surface), sehingga mempunyai daya serap yang baik. Keaktifan menyerap dari karbon aktif ini tergantung dari jumlah senyawa karbonnya yang berkisar antara 85 % sampai 95 % karbon bebas.

Karbon aktif yang berwarna hitam, tidak berbau, tidak berasa, dan mempunyai daya serap yang jauh lebih besar dibandingkan dengan karbon yang belum menjalani proses aktivasi, serta mempunyai permukaan yang luas, yaitu antara 300 sampai 2000 m²/gram. Luas permukaan yang luas disebabkan karbon mempunyai kemampuan menyerap gas dan uap atau zat yang berada didalam suatu larutan. Sifat dari karbon aktif yang dihasilkan tergantung dari bahan yang

di gunakan, misalnya, tempurung kelapa menghasilkan arang yang lunak dan cocok untuk menjernihkan air.

Menurut Standard Industri Indonesia (SII No. 0258-79) persyaratan arang aktif adalah sebagai berikut :

Tabel 2.6 Syarat mutu arang aktif

Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1. Bagian yang hilang pada pemanasan 950° C	%	Maksimum 15
2. Air	%	Maksimum 10
3. Abu	%	Maksimum 2,5
4. Bagian yang tidak mengarang	%	Tidak ternyata
5. Daya serap terhadap larutan I	%	Maksimum 20

Karbon aktif untuk semua tujuan, dan dapat di bagi menjadi dua kelompok, yaitu bubuk dan granular. Karbon bentuk bubuk digunakan untuk adsorpsi dalam larutan. Misalnya untuk menghilangkan warna (*decolourisasi*), sedangkan karbon bentuk granular digunakan untuk adsorpsi gas dan uap, dikenal pula sebagai karbon pengadsorpsi gas. Karbon bentuk granuler kadang – kadang juga digunakan didalam media larutan khususnya untuk deklorinasi air dan untuk menghilangkan klor dalam larutan serta pemisahan komponen – komponen dalam suatu system yang mengalir.

b) Daya Serap Karbon Aktif

Pada proses adsorpsi ada dua yaitu proses adsorpsi secara fisika dan adsorpsi secara kimia. Adsorpsi secara fisika yaitu proses berlangsung cepat, dan dapat balik dengan panas adsorpsi kecil ($\pm 5-6$ kkal/mol), sehingga diduga gaya yang bekerja di dalamnya sama dengan seperti cairan (*gaya Van Deer Wals*). Unsur yang terjerap tidak terikat secara kuat pada bagian permukaan penjerap. Adsorpsi fisika dapat balik (*reversibel*), tergantung pada kekuatan daya tarik antar molekul penjerap dan bahan terjerap lemah maka terjadi proses adsorpsi, yaitu pembebasan molekul bahan penjerap. (Tinsley, 1979).

Adsorpsi kimia adalah merupakan hasil interaksi kimia antara penjerap dengan zat-zat terjerap, kekuatan ikatan kimia sangat bervariasi dan ikatan kimia sebenarnya tidak benar-benar terbentuk tetapi kekuatan adhesi yang terbentuk lebih kuat dibanding dengan daya ikat penjerap fisika. Panas adsorpsi kimia lebih besar dibanding dengan adsorpsi fisika ($\pm 10-100$ kkal/mol). Pada proses kimia tidak dapat balik (*inreversibel*) dikarenakan memerlukan energi untuk membentuk senyawa kimia baru pada permukaan adsorben sehingga proses balik juga diperlukan energi yang tinggi. (Tinsley, 1979).

c) Proses Pembuatan Karbon Aktif

Pembuatan karbon aktif telah banyak yang telah diteliti, dan dalam pustaka telah didapat data yang cukup banyak. Diantaranya dituliskan bahwa karbonisasi untuk memperoleh karbon yang baik untuk di aktivasi arang dan uap air sangat baik pada temperature $900-1000^{\circ}\text{C}$, dan penambahan garam KCNS akan mempertinggi daya adsorpsi karbon aktif yang diperoleh.

Secara umum dalam pembuatan karbon aktif terdapat dua tingkatan proses yaitu ;

1. Proses pengarangan (karbonisasi)

Proses ini merupakan proses pembentukan arang dari bahan baku. Secara umum, karbonisasi sempurna adalah pemanasan bahan baku tanpa adanya udara, sampai temperature yang cukup tinggi untuk mengeringkan dan menguapkan senyawa dalam karbon. Hasil yang diperoleh biasanya kurang aktif dan hanya mempunyai luas permukaan beberapa meter persegi pergram. Selama proses karbonisasi dengan adanya dekomposisi pirolitik bahan baku, sebagian elemen – elemen bukan karbon, yaitu hydrogen dan oksigen dikeluarkan dalam bentuk gas dan atom – atom yang terbebaskan dari karbon elementer membentuk Kristal yang tidak teratur, yang disebut sebagai Kristal grafit elementer. Struktur kristalnya tidak teratur dan celah – celah Kristal ditempati oleh zat dekomposisi tar. Senyawa ini menutupi pori – pori karbon, sehingga hasil proses karbonisasi hanya mempunyai kemampuan adsorpsi yang kecil. Oleh

karena itu karbon aktif dapat juga dibuat dengan cara lain, yaitu dengan mengkarbonisasi bahan baku yang telah dicampur dengan garam dehidrasi atau zat yang dapat mencegah terbentuknya tar, misalnya ZnCl, MgCl, dan CaCl. Perbandingan garam dengan bahan baku adalah penting untuk menaikkan sifat – sifat tertentu dari karbon.

2. Proses aktivasi

Secara umum, aktivasi adalah perubahan karbon dengan daya serap rendah menjadi karbon yang mempunyai daya serap tinggi. Untuk menaikkan luas permukaan dan memperoleh karbon yang berpori, karbon diaktivasi, misalnya dengan menggunakan uap panas, gas karbondioksida dengan temperature antara 700-1100°C, atau penambahan bahan – bahan mineral sebagai activator. Selain itu aktivasi juga berfungsi untuk mengusir tar yang melekat pada permukaan dan pori – pori karbon. Aktivasi menaikkan luas permukaan dalam (internal area), menghasilkan volume yang besar, berasal dari kapiler – kapiler yang sangat kecil, dan mengubah permukaan dalam dari struktur pori.

Jadi karbon aktif dapat dibuat dengan dua metode aktivasi (Smisek, 1970), yaitu :

1. Aktivasi fisika, pada aktivasi ini menggunakan gas pengaktif, misalnya Uap air atau CO, yang dialirkan pada karbon hasil yang dibuat dengan metode karbonisasi biasa. Pada saat ini senyawa – senyawa hasilikutan akan hilang dan akhirnya akan memperluas hasil permukaan. Aktivasi ini dilakukan sampai derajat aktivasi cukup, yaitu sampai kehilangan berat bekisar antara 30-70 %.
2. Aktivasi kimia, pada aktivasi ini bahan dikarbonisasi dengan tambahan Zat pengaktif (activator) yang mempengaruhi jalannya pirolisis. Kemudian dicuci dengan air dan kemudian dikeringkan. Biasanya proses aktivasi fisika merupakan awal dari proses aktivasi kimia.

Pembuatan karbon aktif akan melalui beberapa tahapan sebagai berikut : penghilangan air (dehidrasi), pemecahan bahan – bahan organik menjadi karbon, dan ikomposisi tar yang juga memperluas pori – pori.

d) Kegunaan Karbon Aktif

Karbon aktif dapat digunakan sebagai bahan pemucat, penyerap gas, penyerap logam, menghilangkan polutan micro misalnya zat organic, detergen, bau, senyawa phenol dan lain sebagainya. Pada saringan arang aaktif ini terjadi proses adsorpsi, yaitu proses penyerapan zat – zat yang akan dihilangkan oleh permukaan arang aktif. Apabila seluruh permukaan arang aktif sudah jenuh, atau sudah tidak mampu lagi menyerap maka kualitas air yang disaring sudah tidak baik lagi, sehingga arang aktif harus diganti dengan arang aktif yang baru.

Banyak penelitian yang mempelajari tentang manfaat/kegunaan dari kegunaan karbon aktif yang dapat menyerap senyawa organik maupun anorganik, penyerap gas, penyerap logam, menghilangkan polutan mikro misalnya detergen, bau, senyawa phenol dan lain sebagainya. Pada saringan arang aktif ini terjadi proses adsorpsi, yaitu proses penyerapan zat-zat yang akan dihilangkan oleh permukaan arang aktif. Apabila seluruh permukaan arang aktif sudah jenuh, atau sudah tidak mampu lagi menyerap maka kualitas air yang di saring sudah tidak baik lagi, sehingga arang aktif harus di ganti dengan arang aktif yang baru.

Tabel 2.7 Penggunaan karbon aktif

Untuk Zat Cair	
1. Industri obat dan makanan	Menyaring dan menghilangkan warna, bau, rasa yang tidak enak pada makanan.
2. Minuman ringan dan minuman keras	Menghilangkan warna, bau pada arak/minuman keras dan minuman ringan
3. Kimia perminyakan	Penyulingan bahan mentah, zat perantara
4. Pembersih air	Menyaring/menghilangkan bau, warna zat pencemar dalam air, sebagai pelindung dan penukaran resin dalam alat/penyulingan air
5. Pembersih air buangan	Mengatur dan membersihkan air buangan dan pencemar, warna, bau dan logam berat
6. Penambakan udang dan benur	Pemurnian, menghilangkan bau dan warna
7. Pelarut yang digunakan kembali	Penarikan kembali berbagai pelarut, sisa metanol, etil acetat dan lain-lain

3.1.2.2 Zeolit

a) Pengertian Zeolit

Zeolit berasal dari kata Zein yang berarti mendidih dan Lithos yang berarti batuan. Dengan demikian zeolit dapat diartikan sebagai batuan yang bersifat mendidih dan mengembang bila dipanaskan. Komposisi zeolit terdiri dari SiO_2 , AlO_3 , FeO_3 , CaO , H_2O , MgO , Na_2O , K_2O dan TiO_2 . Mineral zeolit terbentuk dari reaksi antara debu vulkanis dan air garam. Disamping itu ada juga beberapa jenis zeolit yang dihasilkan dari metamorpose batuan yang terdapat dilaut.

Mineral alam zeolit yang merupakan senyawa alumino-silikat dengan struktur sangkar terdapat di Indonesia seperti di Bayah, Banten, Cikalong, Tasikmalaya, Cikembar, Sukabumi, Nanggung, Bogor dan Lampung dalam jumlah besar dengan bentuk hampir murni dan harga murah. Mineral zeolit mempunyai struktur "*framework*" tiga dimensi dan menunjukkan sifat penukar ion, sorpsi, "*molecular sieving*" dan katalis sehingga memungkinkan digunakan dalam pengolahan limbah industri dan limbah nuklir (Las, T, 1996).

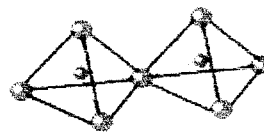
Zeolit juga ditemukan sebagai batuan endapan pada bagian tanah jenis basalt dan komposisi kimianya tergantung pada kondisi hidrotermal lingkungan lokal, seperti suhu, tekanan uap air setempat dan komposisi air tanah lokasi kejadiannya. Hal itu menjadikan zeolit dengan warna dan tekstur yang sama mungkin berbeda komposisi kimianya bila diambil dari lokasi yang berbeda, disebabkan karena kombinasi mineral yang berupa partikel halus dengan impuritis lainnya.

Stuktur zeolit adalah terbuka dan mengandung rongga-rongga yang diisi oleh ion-ion dan molekul air. Rongga-rongga dapat saling berhubungan dan membentuk sistem saluran kesegala arah.

Pada tahun 1984 Professor Joseph V. Smith ahli kristalografi Amerika Serikat mendefinisikan zeolit sebagai :

"A zeolite is an aluminosilicate with a framework structure enclosing cavities occupied by large ions and water molecules, both of which have considerable freedom of movement, permitting ion-exchange and reversible dehydration".

Dengan demikian, zeolit merupakan mineral yang terdiri dari kristal alumino silikat terhidrasi yang mengandung kation alkali atau alkali tanah dalam kerangka tiga dimensi. Ion-ion logam tersebut dapat diganti oleh kation lain tanpa merusak struktur zeolit dan dapat menyerap air secara reversibel. Zeolit biasanya ditulis dengan rumus kimia oksida atau berdasarkan satuan sel kristal $M_{cn} \{ (AlO_2)_c (SiO_2)_d \} b H_2O$.



Gambar 2.4 Tetrahedra alumina dan silika (TO_4) pada struktur zeolit

b) Proses Pembentukan Zeolit

Menurut proses pembentukannya zeolit digolongkan menjadi dua kelompok, yaitu

1. Zeolit Alam

Di alam banyak dijumpai zeolit dalam lubang-lubang lava, dan dalam batuan piroklasik berbutir halus (tuf). Berdasarkan proses pembentukannya zeolit alam dibagi menjadi dua kelompok yaitu :

- a. Zeolit yang terdapat di antara celah-celah atau di antara lapisan batuan. Zeolit jenis ini biasanya terdiri dari beberapa jenis mineral zeolit bersama-sama dengan mineral lain, seperti kalsit, kwarsa, renit, klorit, flourit, mineral sulfide dan lain-lain.

- b. Zeolit yang berupa batuan

Zeolit ini dapat dibedakan menjadi 7 (tujuh) kelompok, yaitu :

- Mineral zeolit yang terbentuk dari gunung api di danau asin yang tertutup.
- Mineral zeolit yang terbentuk di dalam danau air tawar atau di dalam lingkungan air tanah terbuka.
- Mineral zeolit yang terbentuk di lingkungan laut
- Mineral zeolit yang terbentuk karena proses metamorphose berderajat rendah, karena pengaruh timbunan.
- Mineral zeolit yang terbentuk oleh aktivitas hidrotermal atau air panas.
- Mineral zeolit yang terbentuk dari gunung api di dalam tanah yang bersifat alkali
- Mineral zeolit yang terbentuk dari batuan atau mineralisasi yang tidak menunjukkan bukti adanya hubungan langsung dengan kegiatan vulkanis.

2. Zeolit Sintetis

Susunan atom maupun komposisi zeolit dapat dimodifikasi, maka dapat dibuat zeolit sintetis yang mempunyai sifat khusus sesuai dengan keperluannya. Sifat zeolit sangat tergantung dari jumlah komponen Al dan Si dari zeolit tersebut. Oleh karena itu zeolit sintetis dikelompokkan sesuai

dengan perbandingan kadar komponen Al dan Si dalam zeolit menjadi zeolit kadar Si rendah, zeolit kadar Si sedang dan zeolit kadar Si tinggi.

c) Sifat Zeolit

1. Dehidrasi

Sifat dehidrasi dari zeolit berpengaruh terhadap sifat adsorbsinya. Zeolit dapat melepaskan molekul air dari dalam permukaan rongga yang menyebabkan medan listrik meluas kedalam rongga utama dan efektif terinteraksi dengan molekul yang diadsorpsi. Jumlah molekul air sesuai dengan jumlah pori-pori atau volume ruang hampa yang terbentuk apabila unit sel kristal tersebut dipanaskan

2. Adsorpsi

Dalam keadaan normal ruang hampa dalam kristal zeolit terisi oleh molekul air bebas yang berada disekitar kation. Apabila kristal zeolit dipanaskan pada suhu 300°C - 400°C maka air tersebut akan keluar sehingga zeolit dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan. Selain mampu menyerap gas atau zat, zeolit juga mampu memisahkan molekul zat berdasarkan ukuran dan kepolarannya.

3. Penukar Ion

Ion-ion pada rongga atau kerangka elektrolit berguna untuk menjaga kenetralan zeolit. Ion-ion ini akan bergerak bebas sehingga pertukaran ion yang terjadi tergantung dari ukuran dan muatan maupun jenis zeolitnya. Penukaran kation dapat menyebabkan perubahan beberapa sifat zeolit seperti stabilitas terhadap panas, sifat adsorpsi dan aktivitas katalis.

4. Katalis

Ciri khusus zeolit yang secara praktis menentukan sifat khusus mineral ini adalah adanya ruang kosong yang membentuk saluran di dalam struktur. Apabila zeolit digunakan pada proses penyerapan atau katalis maka akan terjadi difusi molekul ke dalam ruang bebas di antara kristal. Zeolit merupakan katalisator yang baik karena mempunyai pori-pori besar dan permukaan yang maksimum.

5. Penyaring/ pemisah

Zeolit dapat memisahkan molekul gas atau zat lain dari campuran tertentu, karena mempunyai ruang hampa yang cukup besar dengan garis tengah yang bermacam-macam (berkisar antara 2A-8A tergantung dari jenis zeolit). Volume dan ukuran ruang hampa dalam kisi-kisi kristal ini menjadi dasar kemampuan zeolit untuk bertindak sebagai penyaring.

d) Manfaat zeolit

1) Dalam Bidang Pengolahan Limbah Industri dan nuklir

zeolit digunakan untuk memisahkan ammonia/ammonium ion dari air limbah industri. Dengan menggunakan Clinoptilolit dapat memisahkan 99% amoniak/ ammonium dari limbah industri.

2) Bidang Proses Produksi

Berdasarkan sifat adsorpsi terhadap gas dan hidrasi molekul air, zeolit digunakan untuk pengeringan pada berbagai produk industri. Sebagai “Drying agent” dari senyawa organik, zeolit digunakan antara lain :

- Pada proses pemurnian metil Klorida dalam industri karet
- Pemurnian fraksi alkohol, metanol, benzen, xylene, LPG, LNG pada industri petro kimia
- Untuk hidrokarbon *Propellents-fillers aerosol* untuk pengganti freons industri
- Penyerap klorin, bromin dan florin
- Menurunkan humiditas ruangan
- Penyerapan gas dan penghilangan warna dari cairan gula pada pabrik gula
- Campuran filter pada rokok

Dalam industri petrokimia zeolit digunakan pada proses isomerisasi, hidrosulforisasi, hidrokraking, reforming, dehidrasi, dehidrogenasi, dealkilasi, kraking parafin, dispersi toluen/ benzen dan xylen. (Las, 2004)

3) Bidang Pertanian dan Peternakan

Dalam bidang pertanian Zeolit digunakan sebagai "*soil conditioning*" yang dapat mengontrol dan menaikkan pH tanah serta kelembaban tanah dan sebagai carrier pestisida/herbisida dan fungisida sedangkan dalam bidang peternakan zeolit juga digunakan sebagai "*food supplement*" pada ternak ruminansia dan non-ruminansia masing-masing dengan dosis 2.5 - 5% dari rasio pakan perhari yang dapat meningkatkan produktivitas baik susu, daging dan telur, laju pertumbuhan serta memperbaiki kondisi lingkungan kandang dari bau yang tidak sedap. Dalam hal fauna laut, zeolit berperan sebagai pengontrol pH air dan penyerap NH_3NO_3^- dan H_2S , filter air masuk ketambak, pengontrol kandungan alkali, oksigen dan perbaikan lahan dasar tambak melalui penyerapan logam berat Pb, Fe, Hg, Bi dan As.

4) Bidang Lingkungan

Dalam masalah lingkungan terutama masalah polusi udara zeolit juga pernah ditaburkan dari pesawat terbang diatas reaktor *Chernobil* untuk maksud menyerap hasil fisi yang terdapat dalam jatuhnya debu radioaktif (*Fall out*) akibat kebakaran reaktor sovyet tahun 1985.

Zeolit digunakan dalam proses penyerapan gas seperti :

- Gas mulia antara lain Ar, Kr dan gas He
- Gas rumah kaca (NH_3 , CO_2 , SO_2 , SO_3 dan NO_3)
- Gas organik CS_2 , CH_4 , CH_3CN , CH_3 , OH, termasuk pirogas dan fraksi etanan /etilen.
- Pemurnian udara bersih mengandung O_2
- Penyerapan gas N_2 dari udara sehingga meningkatkan kemurnian O_2 di udara (Las, 2004).

3.1.3 Proses Pertumbuhan Mikroorganisme (*SEEDING*)

- **Pertumbuhan Mikroorganisme**

Mikroorganisme sangat berperan dalam proses degradasi bahan buangan dari kegiatan yang dibuang ke air lingkungan, baik sungai, danau, maupun laut. Jika bahan buangan yang harus didegradasi cukup banyak, berarti mikroorganisme akan ikut berkembang biak.

Pada perkembangbiakan mikroorganisme ini tidak tertutup kemungkinan bahwa mikroba pathogen ikut berkembang pula. Mikroba pathogen adalah penyebab timbulnya berbagai macam penyakit. Pada umumnya industri pengolahan bahan makanan berpotensi untuk menyebabkan berkembangbiaknya mikroorganisme, termasuk mikroba pathogen (Wardhan,1995).

Populasi bakteri atau mikroorganisme bisa sangat tergantung pada jenis sampah/buangan yang ditangani. Bakteri atau mikroorganisme yang terdapat pada sampah/buangan dapat bertahan hidup pada pH berkisar antara 6-9 dan mendapatkan nutrisi untuk kebutuhan hidupnya dari mineralisasi atau mendegradasikan bahan-bahan organik disekitarnya.

Pengolahan Air Buangan secara biologi biasanya merupakan pengolahan sekunder, dimana pengolahan dilakukan dengan memanfaatkan kegiatan mikrobial untuk melakukan degradasi atau transformasi. Proses biologi ini dilakukan untuk menguraiakan bahan organik melalui oksidasi biokimia. Pada prinsipnya pengolahan secara biologi merupakan pengembangan dari proses penjernihan air secara alami (*self purification*) (Mangunwijaya,1994).

Menurut Metcalf and Eddy (1979) reaktor pengolahan secara biologi dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu :

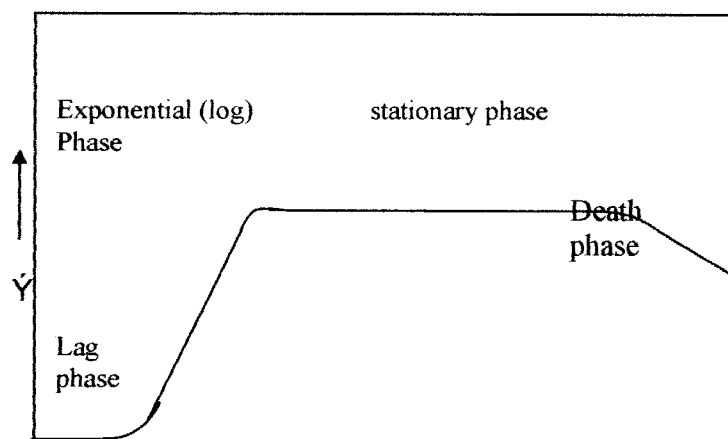
- a. Reaktor pertumbuhan tersuspensi (*Suspended Solid*): didalam reaktor ini mikroorganisme tumbuh dan berkembang dalam keadaan tersuspensi. Reaktor jenis ini antara lain proses lumpur aktif dan kolam oksidasi. Proses lumpur aktif yang banyak dikenal berlangsung dalam reaktor. Proses lumpur aktif terus berkembang dengan berbagai modifikasinya, antara lain : Oksidation ditch dan kontak stabilisasi, , yaitu efisiensi yang tinggi antara 90%-95% dan lumpur yang

dihasilkan lebih sedikit dan waktu detensi hidrolis total yang lebih pendek (4-6 jam).

b. Reaktor pertumbuhan lekat (*attached growth reactor*): mikroorganisme tumbuh diatas media pendukung dengan membentuk lapisan film untuk melekatkan dirinya. Oleh karena itu reaktor ini disebut juga sebagai bioreaktor film tetap. Berbagai modifikasi yang banyak dikembangkan, antara lain : *activated sludge reaktor*, *trickling filter*, *biorotor*, *biofilm*, *aerated lagoon*.

Dalam reaktor pertumbuhan terlekat, mikroorganisme tumbuh dan berkembang dalam keadaan terlekat pada suatu media dengan membentuk lapisan *biofilm*. Dalam reaktor pertumbuhan melekat (*attached growth reactor*), populasi dari mikroorganisme yang aktif berkembang disekeliling media padat (seperti batu dan plastik). Mikroorganisme yang tumbuh terlekat ini akan menstabilisasi bahan organik pada air buangan yang lewat disekitar mereka. Contoh reaktor ini yaitu *Trickling Filter* dan *Rotating Biological Contactors (RBC)* (Qasim, 1985).

Menurut Jenie (1995), pertumbuhan mikrobial akan melekat bila mikrobial tersebut tumbuh pada media padat sebagai pendukung dari aliran limbah yang kontak dengan mikroorganisme. Media pendukung antara lain batu – batu besar, karang, lembar plastik bergelombang, atau cakram berputar. Contoh unit pertumbuhan melekat untuk pengolahan limbah cair adalah filter yang menetes atau *trickling filter*, cakram biologis berputar dan filter anaerobik.



Gambar 2.5 Kurva Pertumbuhan Mikroba pada Sistem Tertutup
Sumber : Prescott, 1999

Keterangan :
Y = Konsentrasi biomassa
X = Waktu

Menurut Prescott (1994) pertumbuhan mikroorganisme dapat diplotkan sebagai logaritma dari jumlah sel dengan waktu inkubasi. Dari hasil kurva terdiri dari empat fase (gambar 2.5).

➤ *Fase awal (Lag phase)*

Ketika mikroorganisme diperkenalkan kepada media kultur segar, biasanya tidak ada penambahan jumlah sel atau massa, periode ini disebut fase awal.

Fase awal (lag) merupakan masa penyesuaian mikroba, sejak inokulasi sel mikroba diinokulasikan ke mediabiakan. Selama periode ini tidak terjadi penangkaran sel (Mangunwidjaja, 1994). Oleh karena itu :

$$X = X_0 = \text{tetap} \dots\dots\dots(3.1)$$

dengan X_0 = Konsentrasi sel, pada $t = 0$

Laju pertumbuhan sama dengan nol.

➤ *Fase Ekponensial (Exponential phase)*

Menurut fase Ekponensial, mikroorganisme tumbuh dan terbagi pada angka maksimal. Pada fase ini pertumbuhannya adalah konstan mengikuti fase ekponensial. Mikroorganisme terbagi dan terbelah di dalam jumlah pada interval regular.

➤ *Fase Stasioner (Stationary phase)*

Fase ini yaitu ketika populasi pertumbuhan berhentidan kurva pertumbuhan menjadi horizontal.

Pada fase stasioner, konsentrasi biomassa mencapai maksimal, pertumbuhan berhenti dan menyebabkan terjadinya modifikasi struktur biokimiawi sel (Mangunwidjaja, 1994).

➤ *Fase kematian (Death phase)*

Kondisi lingkungan yang merugikan mengubah seperti penurunan nutrient dan menimbulkan limbah racun, mengantarkan berkurangnya jumlah dari sel hidup sehingga menyebabkan kematian.

Populasi pertumbuhan mikroba dipelajari dengan menganalisis kurva pertumbuhan dari sebuah kultur media (Prescott, 1999). Teknik evaluasi suatu populasi mikroba baik secara kuantitatif maupun kualitatif dapat digunakan untuk memantau dan mengkaji fenomena pertumbuhan (Mangunwidjaja, 1994).

Bakteri diperlukan untuk menguraikan bahan organik yang ada didalam air limbah. Oleh karena itu, diperlukan jumlah bakteri yang cukup untuk menguraikan bahan-bahan tersebut. Bakteri itu sendiri akan berkembang biak apabila jumlah makanan yang terkandung di dalamnya cukup tersedia, sehingga pertumbuhan bakteri dapat dipertahankan secara konstan. Pada permulaannya bakteri berbiak secara konstan dan agak lambat pertumbuhannya karena adanya suasana baru pada air limbah tersebut, keadaan ini dikenal dengan *lag phase*. Setelah beberapa jam berjalan maka bakteri mulai tumbuh berlipat ganda dan fase ini dikenal sebagai *fase akselerasi (acceleration phase)*. Setelah tahap ini berakhir maka terdapat bakteri yang tetap dan bakteri yang terus meningkat jumlahnya. Pertumbuhan yang dengan cepat setelah fase kedua ini disebut sebagai *log phase*. Selama *log phase* diperlukan banyak persediaan makanan, sehingga suatu saat terdapat pertemuan antara pertumbuhan bakteri yang meningkat dan penurunan jumlah makanan yang terkandung didalamnya. Apabila tahap ini berjalan terus, maka akan terjadi keadaan dimana jumlah bakteri akan habis dan kematian bakteri akan terus meningkat sehingga tercapai suatu keadaan dimana jumlah bakteri yang mati dan yang tumbuh mulai berimbang yang dikenal dengan *statinary phase*.

Setelah jumlah makanan habis dipergunakan, maka jumlah kematian akan lebih besar dari jumlah pertumbuhannya maka keadaan ini disebut *endogeneous phase* dan pada saat ini bakteri menggunakan energi simpanan ATP untuk pernafasannya sampai ATP habis yang kemudian akan mati. (Sugiharto, 1987).

- **Pematangan Lapisan Biofilm**

Biofilm merupakan suatu lapisan unsur-unsur biologi yang terjadi karena proses aerasi. Konsentrasi tinggi dari senyawa organik dalam pengaruh air dapat memacu pematangan *biofilm*. Selama periode pemasakan, penyaringan tidak

mampu merubah keefektifan bakteri karena hanya mekanisme kimia – fisika yang bekerja meremoval bakteri.

Biofilm terdiri dari sel-sel mikroorganisme yang melekat erat ke suatu permukaan sehingga berada dalam keadaan diam, tidak mudah lepas atau berpindah tempat (*irreversible*). Pelekatan ini seperti pada bakteri disertai oleh penumpukan bahan-bahan organik yang diselubungi oleh matrik *polimer ekstraseluler* yang dihasilkan oleh bakteri tersebut. Matrik ini berupa struktur benang-benang bersilang satu sama lain yang dapat berupa perekat bagi *biofilm* (Yung, 2003).

Biofilm terbentuk karena adanya interaksi antara bakteri dan permukaan yang ditempli. Interaksi ini terjadi dengan adanya faktor-faktor yang meliputi kelembaban permukaan, makanan yang tersedia, pembentukan matrik *ekstraseluler* (exopolimer) yang terdiri dari *polisakarida*, faktor-faktor fisikokimia seperti interaksi muatan permukaan dan bakteri, ikatan ion, ikatan Van Der Waals, pH dan tegangan permukaan serta pengkondisian permukaan. Dengan kata lain terbentuknya *biofilm* adalah karena adanya daya tarik antara kedua permukaan (*psikokimia*) dan adanya alat yang menjembatani pelekatan (*matrik eksopolisakarida*) (Yung, 2003).

Biofilm melibatkan serangkaian mekanisme biologis dimana tidak mudah untuk menunjukkan mekanisme yang tepat dan yang mendukung penghilangan *E.coli* tersebut, saat sistem beroperasi dalam berbagai mekanisme. Mekanisme biologis diantaranya:

- a. Predasi/predator, dimana mikrobiologi dalam *biofilm* mengkonsumsi bakteri dan patogen-patogen lain yang ditemukan dalam air (misalnya penyapuan bakteri oleh protozoa).
- b. Kematian alami/inaktivasi, sebagian besar organisme akan mati dalam lingkungan yang relative berbahaya karena meningkatnya kompetisi. Sebagai contoh: ditemukan bahwa jumlah *E.coli* menurun segera saat di dalam air.



- c. Pengolahan ini menuntut aliran yang terus-menerus untuk memberikan pemasukan oksigen yang konstan ke *biofilm* (Yung, 2003).

Dalam bahasa Jerman *biofilm* disebut *Schmutzdecke* yaitu berarti 'Lapisan kotor'. Lapisan film yang lengket ini, yang mana berwarna merah kecoklatan, terdiri dari bahan organik yang terdekomposisi, besi, mangan dan silika dan oleh karena itu bertindak sebagai suatu saringan yang baik yang berperan untuk meremoal partikel - partikel koloid dalam air baku. *Schmutzdecke* juga merupakan suatu zone dasar untuk aktivitas biologi, yang dapat mendegradasi beberapa bahan organik yang dapat larut pada air baku, yang mana bermanfaat untuk mengurangi rasa, bau dan warna.

Biasanya istilah *schmutzdecke* digunakan untuk menandakan zone aktivitas biologi yang umumnya terjadi di dalam *bed* pasir. *Schmutzdecke* perlu didiamkan tanpa adanya gangguan. Hal ini dilakukan sehingga populasi biologi yang ada di puncak pasir tidaklah diganggu atau ditekan, yang mana tidak membiarkan lapisan *film* yang penuh untuk dihancurkan, yang akan mengurangi efek ketegangan pada *film* tersebut sedangkan partikel padatan akan terdorong lebih lanjut ke dalam pasir itu.

3.1.4 Filtrasi

Filtrasi adalah suatu proses pemisahan bahan tersuspensi dari air dengan cara melewati air pada media berpori.

Media filter yang paling banyak digunakan adalah media pasir, hal ini dikarenakan memiliki nilai ekonomis yang rendah/murah. Pada umumnya pasir mempunyai senyawa kimia antara lain : SiO_2 , Na_2O , CaO , MgO , Fe_2O_3 , dan Al_2O_3 . Senyawa yang terpenting dalam pasir sebagai media filter adalah kandungan SiO_2 , yang tinggi, karena SiO_2 yang tinggi memberikan kekerasan pasir semakin tinggi pula.

Pasir adalah media filter yang paling umum dipakai dalam proses penjernihan air, karena pasir dinilai ekonomis. Tetapi tidak semua pasir dapat

dipakai sebagai media filter. Artinya diperlukan pemilahan jenis pasir sehingga diperoleh pasir yang sesuai dengan syarat-syarat media pasir.

Dalam memilih jenis pasir sebagai media filter hal-hal yang harus diperhatikan adalah :

- Senyawa kimia pada pasir.
- Karakteristik fisik pasir.
- Persyaratan kualitas pasir yang diisyaratkan.
- Jenis pasir dan ketersediaannya.

a) Susunan Kimia Pasir

Pada umumnya pasir mempunyai senyawa kimia antara lain : SiO_2 , Na_2O , CaO , MgO , Fe_2O_3 , dan Al_2O_3 . Senyawa yang terpenting dalam pasir sebagai media filter adalah kandungan SiO_2 yang tinggi, karena SiO_2 yang tinggi memberikan kekerasan pasir semakain tinggi pula.. Proses yang terpenting dalam filter yang berhubungan dengan kekerasan pasir adalah pencucian pasir.

b) Karakteristik Pasir

Karakteristik fisik pasir yang perlu diperhatikan untuk media filter antara lain adalah :

1. Bentuk Pasir

Bentuk pasir sangat berpengaruh terhadap kelolosan/permeabilitas, menurut bentuknya pasir dapat dibagi menjadi 3, yaitu : bundar, menyudut tanggung dan bundar menyudut. Umumnya dalam satu jenis pasir ditemukan bentuk lebih dari satu bentuk butir. Pasir dengan bentuk bundar memberikan kelolosan lebih tinggi dari pada pasir bentuk lain.

2. Ukuran Butiran Pasir

Butiran pasir berukuran kasar dengan diameter > 2 mm memberikan kelolosan yang besar, sedangkan ukuran pasir berukuran halus dengan diameter 0,15-0,45 mm memberikan kelolosan yang rendah. Faktor yang penting dalam memilih ukuran butiran pasir sebagai media saring adalah *effective size* (ES).

3. Kemurnian Pasir

Pasir yang digunakan sebagai media saringan semurni mungkin, artinya pasir benar-benar bebas dari kotoran, misalnya lempung. Pasir dengan kandungan lempung yang tinggi jika digunakan sebagai media filter akan berpengaruh pada kualitas filtrasi yang dihasilkan.

4. Kekerasan Pasir

Kekerasan pasir dihubungkan dengan kehancuran pasir selama pemakaian sebagai media filter. Kekerasan berhubungan erat dengan kandungan SiO_2 yang tinggi, maka akan memberikan kekerasan yang tinggi pula.

c) Jenis Pasir dan Ketersediaannya

Mudah tidaknya jenis pasir yang dijadikan media filter untuk mengambil sangat mempengaruhi harga dari pasir tersebut, sedangkan jumlah atau cadangan pasir hendaknya cukup untuk sejumlah kebutuhan bagi filter yang direncanakan.

Pasir yang diambil dari sungai progo ternyata cukup baik digunakan sebagai media filter karena mempunyai kekerasan yang tinggi juga mempunyai persediaan yang cukup banyak. Berdasarkan hasil pemeriksaan pasir yang berasal dari Sungai Progo diketahui bahwa derajat kerja sebesar 0,398mm.derajat keseragaman sebesar 2.03 serta kelarutan sebesar 3,5% dan berat jenis sebesar 2,857 gr/cm³.

Saringan pasir bertujuan mengurangi kandungan lumpur dan bahan-bahan padat yang ada di air. Ukuran pasir untuk menyaring bermacam-macam,tergantung jenis bahan pencemar yang akan disaring. Pengamatan tentang bahan padat terapung,seperti potogan kayu,dedaunan sampah dan kekeruhan air perlu dilakukan untuk menentukan ukuran yang akan dipakai. semakin besar bahan padat yang perlu disaring,semakin besar ukuran pasir.

Umumnya,air kotor yang akan disaring oleh pasir mengandung bahan padat dan endapan lumpur. Karena itu, ukuran pasir yang dipakai pun tidak terlalu besar. Yang lazim dimanfaatkan adalah pasir berukuran 0,2mm -0,8mm.

Berdasarkan ukuran pasir,maka dapat dibedakan dua tipe saringan pasir,yakni saringan cepat dan saringan lambat. Saringan cepat dapat menghasilkan air bersih sejumlah 1,3-2,7 liter/m³.Diameter pasir yang dipakai 0,4

mm – 0,8mm dengan ketebalan 0,4m - 0,7m. Saringan pasir lambat menghasilkan air bersih 0,034-0,10 liter/m³/detik. Diameter pasir yang dipakai sekitar 0,2mm-0,35mm dengan ketebalan 0,6mm-1,2mm. Saringan pasir hanya mampu menahan bahan padat terapung. Ia tidak dapat menyaring virus atau bakteri pembawa bibit penyakit. Itulah sebabnya air yang sudah melewati saringan pasir masih tetap harus disaring lagi oleh media lain. Saringan pasir ini harus dibersihkan secara teratur pada waktu-waktu tertentu.

d) Jenis Operasi Saringan Pasir

Operasi filtrasi pada alat filter media butiran bertujuan untuk menyisahkan padatan tersuspensi dari dalam air, dimana padatan tersuspensi tersebut paling besar memberikan sifat keruh yang dimiliki air.

Pada umumnya operasi unit filter media butiran dibagi menjadi tiga jenis yaitu:

- 1) Filter Pasir Lambat (*Slow Sand Filter*).
- 2) Filter Pasir Cepat (*Rapid Sand Filter*).
- 3) Filter Bertekanan.

Terdapat banyak perbedaan diantara ketiga unit operasi tersebut baik pada rancangannya ataupun pengoperasiannya. Untuk jenis filter lambat maka ukuran diameter yang digunakan adalah 0,15-0,45mm dengan ketinggian media antara 60-120mm dan laju alir *influent* dalam besaran kecepatan linier pada rentang 1-2m/jam, sedang pada filter pasir cepat ukuran media filter 0,40-0,70mm.

Faktor yang mempengaruhi efisiensi penyaringan ada 4 faktor dan menentukan hasil penyaringan dalam bentuk kualitas *effluent* serta masa operasi saringan yaitu:

- 1) Kualitas air baku, semamkin baik kualitas air baku yang diolah maka akan baik pula hasil penyaringan yang diperoleh.
- 2) Suhu, suhu yang baik yaitu antara 20-30°C, temperatur akan mempengaruhi kecepatan reaksi-reaksi kimia.
- 3) Kecepatan penyaringan, pemisahan bahan-bahan tersuspensi dengan penyaringan tidak dipengaruhi oleh kecepatan penyaringan. Berbagai hasil penelitian membuktikan kecepatan penyaringan tidak mempengaruhi terhadap kualitas

effluent. Kecepatan penyaringan lebih banyak terhadap masa operasi saringan. (Huisman, 1975).

- 4) Diameter butiran, serta umum kualitas *effluent* yang dihasilkan akan lebih baik bila lapisan saringan pasir terdiri dari butiran-butiran halus. Jika diameter butiran yang digunakan kecil maka yang terbentuk juga kecil. Hal ini akan meningkatkan efisiensi penyaringan.

e) Mekanisme Filtrasi

Menurut Razif (1985), proses filtrasi adalah kombinasi dari beberapa fenomena yang berbeda, yang paling penting adalah:

- 1) *Mechanical Straining*, yaitu proses penyaringan partikel *suspended matter* yang terlalu besar untuk bisa lolos melalui lubang antara butiran pasir, yang berlangsung diseluruh permukaan saringan pasir dan sama sekali tidak bergantung pada kecepatan penyaringan.
- 2) Sedimentasi, akan mengendapkan partikel *suspended matter* yang lebih halus ukurannya dari lubang pori pada permukaan butiran. Proses pengendapan terjadi pada seluruh permukaan pasir.
- 3) *Adsorption* adalah proses yang paling penting dalam proses filtrasi. Proses adsorpsi dalam saringan pasir lambat terjadi akibat tumbukan antara partikel-partikel tersuspensi dengan butiran pasir saringan dan dengan bahan pelapis seperti gelatin yang pekat yang terbentuk pada butiran pasir oleh endapan bakteri dan pada partikel koloid. Proses ini yang lebih penting terjadi sebagai hasil daya tarik menarik elektrostatis, yaitu antara partikel-partikel yang mempunyai muatan listrik yang berlawanan.
- 4) Aktivitas kimia, beberapa reaksi kimia akan terjadi dengan adanya oksigen maupun bikarbonat.
- 5) Aktivitas biologis yang disebabkan oleh mikroorganisme yang hidup dalam filter.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 LOKASI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kualitas Air dan Laboratorium Rancang Bangun , Jurusan Teknik Lingkungan FTSP UII Yogyakarta.

3.2 JENIS PENELITIAN

Penelitian ini termasuk dalam penelitian eksperimen yang dilaksanakan dalam skala laboratorium. dengan maksud untuk mengetahui penurunan TSS air limbah *Septick tank* dengan menggunakan Aerokarbon Biofilter Reaktor media *Styrofoam*

3.3 OBJEK PENELITIAN

Obyek penelitian adalah limbah domestik yang berasal dari *Septick tank* di belakang kampus Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. *Septick tank* ini merupakan pengolahan primer untuk buangan dari orang-orang yang melakukan aktifitas di kampus Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.

3.4 VARIABEL PENELITIAN

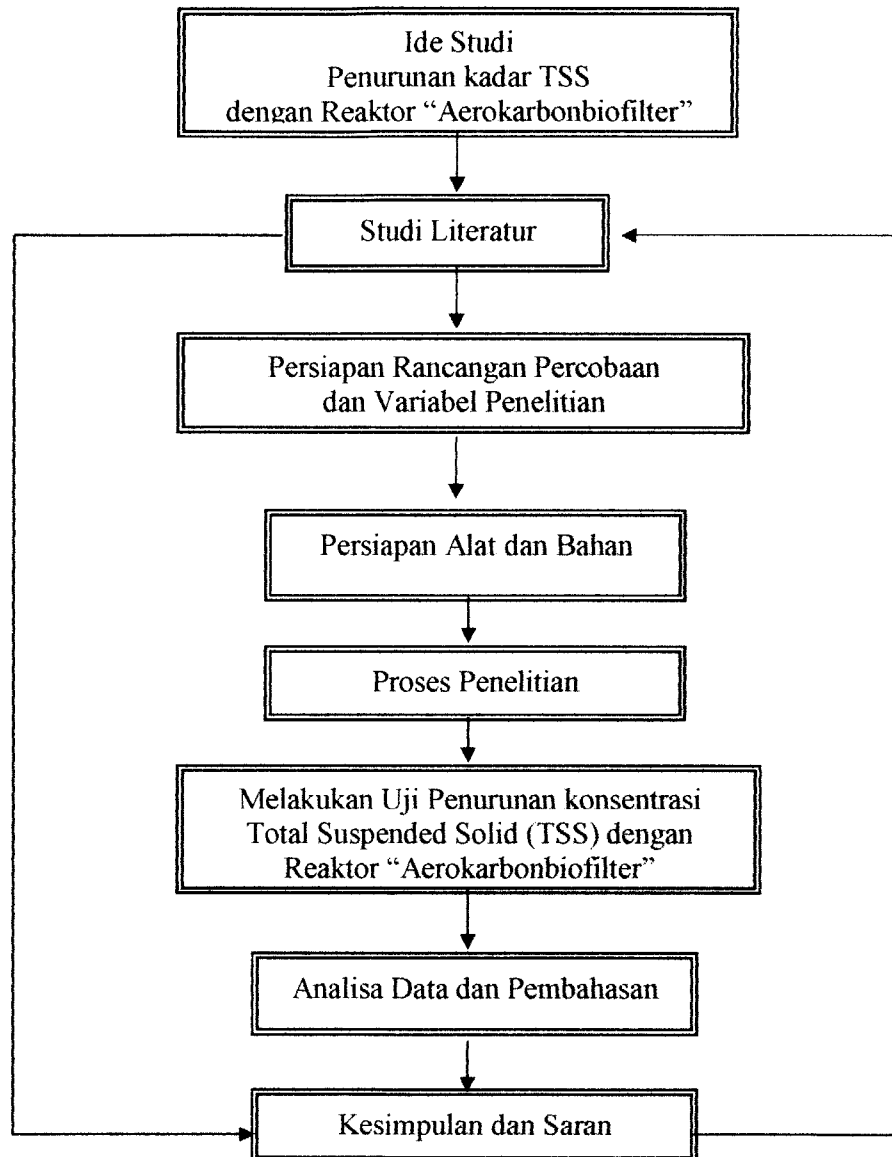
Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

1. Variabel bebas (*Independent Variable*)
 - Waktu yang digunakan untuk analisa sampel sampai terjadi *clogging* pada media adsorpsi (karbon aktif dan zeolit) dan media filter (pasir) pada Reaktor "Aerokarbonbiofilter".
2. Variabel Terikat (*Dependent Variabel*)

Parameter yang diteliti adalah Total Suspended Solid (TSS) pada air limbah Septic Tank FTSP.

3.5 KERANGKA PENELITIAN

Adapun kerangka penelitian untuk tugas akhir ini dapat dilihat pada diagram penelitian yaitu pada Gambar 3.4



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.6 REAKTOR “AEROKARBONBIOFILTER”

1. DESAIN REAKTOR

Dalam penelitian ini akan digunakan reaktor yang terdiri dari sebagai berikut :

a. Aerasi

Aerasi yang digunakan adalah tipe *multipletray* aerasi dengan tingkatan tray 4 buah dengan jarak tiap tray 0,1 m.

b. Karbon aktif

Ketebalan karbon aktif dalam reaktor 30 cm.

c. Zeolit

Ketebalan zeolit yang digunakan adalah 20 cm.

d. Pasir

Media penyaring yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah pasir kuarsa dengan ketebalan 20 cm.

e. Media *seeding*

Media *seeding* menggunakan plastik sebagai tempat pertumbuhan melekat bagi mikroorganisme dengan ketebalan 20 cm.

2. DIMENSI REAKTOR “AEROKARBONBIOFILTER”

Reaktor yang direncanakan terbuat dari kaca. Reaktor yang digunakan adalah jenis reaktor bertingkat yang susunannya terdiri atas aerasi, karbon aktif, zeolit, media *seeding*, filter pasir, dan outlet.

Perhitungan dimensi reaktor dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut ini :

Tabel 3.1 Dimensi Reaktor Aerokarbonfilter

Dimensi	Simbol	Hasil perhitungan	Satuan	Pers.yang digunakan
Panjang	L	0,3	M	
Lebar	W	0,3	M	
Tinggi tray aerasi	Tt	4 x 0,1	M	
Tinggi karbon aktif	Tka	0,3	M	
Tinggi zeolit	Tz	0,2	M	
Tinggi media <i>seeding</i>	Tms	0,2	M	
Tinggi pasir	Tp	0,2	M	
Tinggi ruang outlet	Tro	0,1	M	
Luas area	A	0,09	M ²	L x W
Volum reaktor	Vr	0,13	M ³	Ax(Tt+Tka+Tz+Tms+Tp+Tro)
Debit	Q	0,01	L/detik	

3. PEMBUATAN REAKTOR "AEROKARBONBIOFILTER"

a. Alat

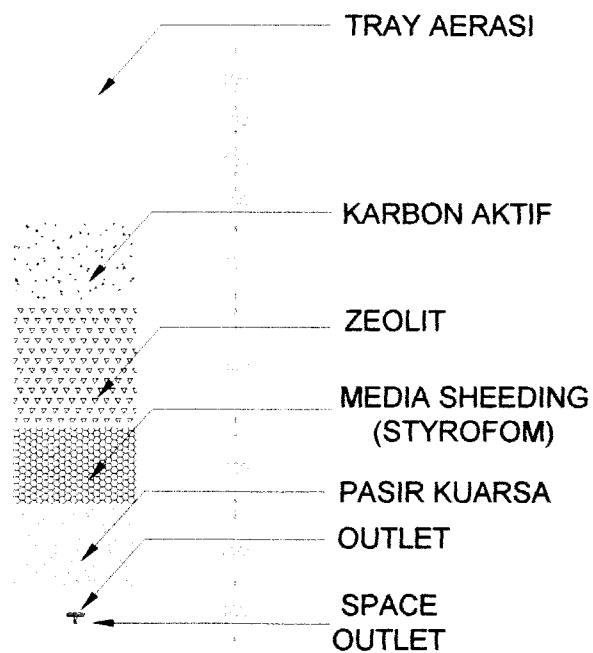
Alat yang digunakan dalam pembuatan reaktor aerokarbonfilter, antara lain:

- a) Gergaji besi
- b) Cutter
- c) Penggaris
- d) Spidol
- e) Bor

b. Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan reaktor aerokarbonfilter, antara lain:

- | | |
|--------------|------------------|
| a) Kaca | h) Selan plastik |
| b) Akrilik | i) Gate Valve |
| c) Besi siku | j) Pompa |
| d) Pipa PVC | k) Lem |
| e) Sekrup | l) Ember |
- f) Selang plastik
- g) Media penyaring
- a. Lubang aerasi
 - b. Karbon Aktif
 - c. Zeolit
 - d. Pasir Kuarsa
 - e. Proses *seeding* mikroorganisme.



Gambar 3.2 Reaktor "Aerokarbonbiofilter".

3.7 Tahapan Penelitian

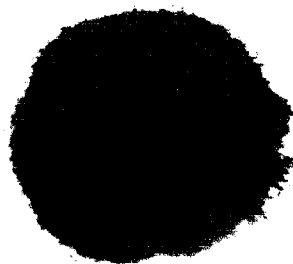
Tahapan pelaksanaan dalam penelitian ini dimulai dari persiapan media atau bahan, proses penumbuhan bakteri (*seeding*), pelaksanaan penelitian dan proses pemeriksaan sampel.

3.7.1 Persiapan Media

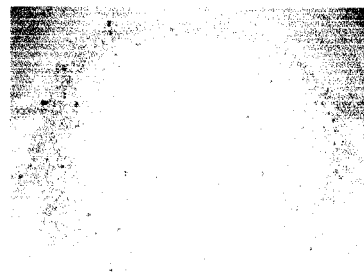
Pada tahapan ini media-media yang akan digunakan pada penelitian dipersiapkan terlebih dahulu. Media-media yang digunakan meliputi pasir kuarsa sebagai media filter, kerikil, karbon aktif dan zeolit sebagai media adsorban, dan *styrofoam* sebagai media untuk proses *seeding*. Sebelum digunakan, bahan-bahan seperti pasir kuarsa dan kerikil dicuci dan dipanaskan/dijemur terlebih dahulu. Pencucian dilakukan agar kotoran/debu yang menempel pada pasir atau kerikil hilang. Sedangkan pemanasan dilakukan dengan tujuan agar bahan-bahan tersebut steril.

Karbon aktif dan zeolit terlebih dahulu diaktivasi sebelum keduanya digunakan untuk mengolah limbah. Untuk karbon aktif, proses aktivasi dilakukan dengan cara merendamnya pada larutan garam selama 24 jam, kemudian dipanaskan dalam oven selama kurang lebih 2 jam. Sedangkan untuk zeolit, hanya dicuci dan dipanaskan dalam oven selama kurang lebih 2 jam. Proses aktivasi ini bertujuan untuk membuka pori-pori pada kedua media tersebut, sehingga nantinya kedua media ini mampu untuk mengadsorpsi kontaminan-kontaminan yang ada pada air limbah. Setelah media-media tersebut siap, barulah kemudian dimasukkan kedalam reaktor dengan ketebalan sesuai dengan desain perencanaan.

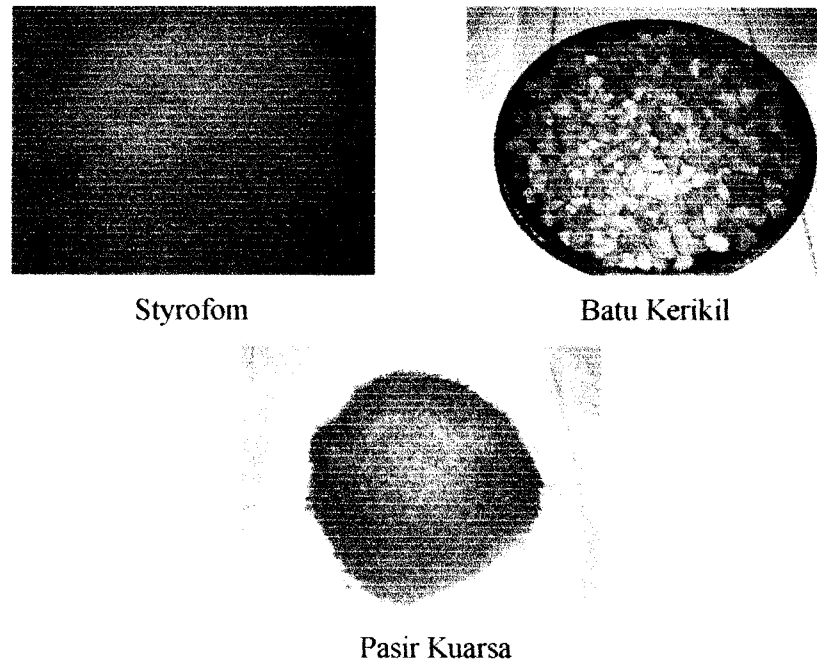
Dibawah ini adalah gambar media pada reaktor *Aerocarbonbiofilter* adalah sebagai berikut:



Karbon Aktif



Zeolit



Gambar 3.3 Media pada Reaktor *Aerokarbonbiofilter*

3.7.2 Penumbuhan Bakteri (*Seeding*)

Sebelum dilakukan proses pengaliran limbah (*running*), terlebih dahulu dilakukan *seeding* atau proses penumbuhan mikroorganisme pada reaktor. Pada penelitian ini proses *seeding*-nya ialah berupa *attached growth* atau proses penumbuhan mikroorganisme secara melekat, dengan media *styrofoam* sebagai tempat tumbuh mikroorganisme.

Proses *seeding* dilakukan dengan cara merendam *styrofoam* pada air limbah yang bersal dari *septic tank* dalam reaktor selama 40 hari. Selama proses *seeding*, suplai oksigen diperoleh dari *bubble aerator* dan suplai nutrisi dilakukan dengan cara menambahkan urea (kurang lebih 1 sendok makan) pada rendaman limbah tersebut.

Proses *seeding* dilakukan selama 40 hari dengan tujuan agar diperoleh waktu yang cukup untuk proses pembentukan lapisan biologis (*biofilm*). Lapisan ini merupakan kumpulan populasi mikroorganisme yang tumbuh melekat pada

media *seeding*. Selanjutnya mikroorganisme inilah yang berperan dalam proses pendegradasian kontaminan pada limbah.

Pada proses *seeding* ini dilakukan pencampuran lumpur yang berasal dari kolam *facultative ponds* IPAL Sewon. Tujuannya ialah sebagai stimulus agar lapisan biologis dapat cepat terbentuk.

3.7.3 Pelaksanaan Penelitian

Setelah semua alat dan bahan telah disiapkan dan terpasang pada reaktor maka selanjutnya kegiatan penelitian dapat dilakukan. Cara kerja penelitian ini meliputi;

1. Limbah yang berasal dari *septic tank* diambil dengan pompa dan dimasukkan ke dalam jerigen.
2. Limbah dimasukkan ke dalam bak penampung. Biasanya setiap 3 hari persediaan limbah habis dan diambil tambahan limbah baru dari *septic tank*.
3. Limbah dipompa menuju reservoir yang terletak diatas.
4. Memeriksa kadar *Total Suspended Solid* (TSS) awal yang terkandung dalam air limbah sebelum dialirkan kedalam reaktor.
5. Mengalirkan air limbah kedalam reaktor dengan debit sebesar 2,75 L/jam.
6. Limbah mengalir melalui *spray*, sehingga limbah keluar memancar dan terjadi kontak dengan udara (aerasi).
7. Limbah jatuh pada media karbon aktif dan zeolit dan terjadi proses adsorpsi kontaminan-kontaminan yang ada pada air limbah.
8. Limbah mengalir menuju *styrofoam* (sebagai tempat media *seeding* mikroorganisme). Pada saat terjadi kontak antara air limbah dengan permukaan *styrofoam*, kontaminan-kontaminan yang ada pada air limbah akan didegradasi oleh mikroorganisme yang tumbuh melekat pada *styrofoam*.
9. Limbah mengalir menuju filter pasir dan terjadi penyaringan oleh media pasir dan keluar menuju pipa outlet

10. Mengambil sampel serta memeriksa parameter *Total Suspended Solid* (TSS) pada outlet reaktor. Kegiatan pengambilan dan pemeriksaan sampel dilakukan setiap 2 hari sekali.

3.7.4 Pemeriksaan Sampel

Sampel dari inlet dan outlet reaktor *Aerokarbonbiofilter* diperiksa setiap 2 hari sekali di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Metode uji yang digunakan pada kegiatan analisa parameter *Total Suspended Solid* (TSS) ini ialah metode Refluks Terbuka Secara Gravimetri berdasarkan Dengan menggunakan metode pengujian kualitas fisika air SK SNI 06-6989.3-2004 .(lihat lampiran).

3.8 Analisa Data

Setelah dilakukan pemeriksaan terhadap parameter uji, maka untuk mengetahui tingkat efisiensi reaktor *Aerokarbonfilter* dalam menurunkan kadar *Total Suspended Solid* (TSS) dihitung dengan cara membandingkan kadar TSS dititik inlet dan outlet reaktor dan dinyatakan dalam persen.

Perhitungan efisiensi :

$$E = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100\%$$

Dimana :

E = Efisiensi

C₁ = Kadar TSS sebelum *treatment*

C₂ = Kadar TSS sesudah *treatment*

Data mengenai tingkat efisiensi reaktor yang diperoleh dari hasil penelitian kemudian diujikan secara statistik dengan menggunakan metode statistik Paired Sample T-test. Tujuan analisa data menggunakan metode statistik ini ialah untuk mengetahui apakah terjadi perbedaan penurunan yang signifikan

atau tidak terhadap konsentrasi TSS sebelum dan sesudah pengolahan (*treatment*). Metode statistik Paired Sample T-test digunakan untuk analisa perbandingan untuk dua sampel yang berpasangan. Dua sampel berpasangan diartikan sebagai sebuah sampel dengan subjek yang sama namun mengalami dua perlakuan atau pengukuran yang berbeda.

Pada penelitian ini terdiri atas dua sampel yang berhubungan atau berpasangan satu dengan yang lain, yaitu sampel sebelum mengalami pengolahan (dititik inlet) dan sampel yang sudah mengalami pengolahan (dititik outlet).

Adapun hipotesisnya ialah sebagai berikut;

H_0 = Kedua rata-rata populasi adalah identik (rata-rata konsentrasi TSS sebelum dan sesudah mengalami pengolahan adalah sama/tidak berbeda secara nyata).

H_1 = Kedua rata-rata populasi adalah tidak identik (rata-rata konsentrasi TSS sebelum dan sesudah mengalami pengolahan adalah tidak sama/berbeda secara nyata).

Dengan syarat jika taraf signifikansi (α) > 0.05 maka H_0 diterima

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efisiensi dari reaktor *Aerokarbonbiofilter* dalam menurunkan konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) serta waktu jenuh (*Clogging*) dari *adsorben* dalam mengadsorpsi bahan pencemar tersebut.

Reaktor *Aerokarbonbiofilter* yang digunakan tersusun dari aerasi, karbon aktif, zeolit, media sheeding dan pasir kuarsa. Pemeriksaan sample dilakukan dua hari sekali, dengan pengambilan sampel pada inlet dan outlet sampai terjadi kejenuhan pada media filter (*Clogging*).

4.1 Proses *Seeding* Pada Reaktor Aerokarbon Biofilter.

Penelitian dengan menggunakan Aerokarbonbiofilter ini dimulai dengan melakukan perendaman media (*seeding*) selama 40 hari dengan menggunakan air limbah domestik dari *septik tank* yang berasal dari FTSP Universitas Islam Indonesia. Proses *seeding* sendiri bertujuan untuk memaksimalkan jumlah bakteri yang berperan dalam proses degradasi zat organik. Sehingga dengan semakin banyaknya jumlah bakteri maka akan semakin banyak zat organik pada air limbah yang akan terdegradasi sehingga diharapkan dapat memberikan hasil yang maksimal dalam penurunan konsentrasi TSS pada air limbah. Untuk mempercepat proses pertumbuhan bakteri pada proses *Seeding* pada reaktor *Aerokarbonbiofilter* maka pada hari ke 30 ditambahkan lumpur (*sludge*) yang berasal dari *aerated pond* IPAL Sewon, sebanyak 5 % dari volume media *seeding*, yakni sekitar 0.9 Lt. hal ini bertujuan untuk mempersingkat pertumbuhan bakteri pada proses *Seeding* yang biasanya memerlukan waktu yang lama. Media *Seeding* yang digunakan yaitu *Styrofom* yang kemudian media tersebut direndam dengan air limbah. Media *styrofoam* dipilih karena memiliki pori-pori dan celah yang banyak untuk pertumbuhan bakteri. Karena bentuknya yang berupa butiran-

butiran kecil dengan diameter kira-kira 50 mm. sehingga dengan luas permukaan yang banyak ini akan memberikan kesempatan bagi banyak bakteri tumbuh melekat pada media.

Pada penelitian ini dilakukan pengecekan awal antara inlet dan outlet pada Aerokarbonbiofilter pada hari ke 40 tanpa menggunakan media *adsorpsi* (karbon aktif dan zeolit). Hal ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar efisiensi peran mikroorganisme pada media *Sheeding* dalam mendegradasi bahan Suspended Solid yang terdapat dalam air limbah.

Hasil Pengujian awal yang dilakukan dilaboratorium maka konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) pada inlet sebesar 374 mg/l. Dan konsentrasi pada outlet proses biologis ialah sebesar 179 mg/l. Dan efisiensi removal mencapai 52%. Hal ini cukup menggambarkan bahwa kondisi bakteri sudah *steady* dan siap untuk digunakan.

Dimana sesuai dengan Kep MenLH 112/2003 Tentang Baku Mutu Limbah Domestik menyebutkan batas maksimum untuk TSS sebesar 100 mg/l untuk air limbah yang akan dibuang ke badan air.

Tabel 4.1 Baku Mutu Air Limbah Domestik

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

(Sumber : KepMenLH 112/2003)

Maka dapat dipastikan apabila limbah domestik ini dibuang langsung begitu saja ke lingkungan atau badan air tanpa pengolahan lebih dahulu akan menyebabkan menurunnya kualitas lingkungan yang akan mengarah pada pencemaran. Untuk meminimalisasi dampak tersebut maka perlunya dilakukan pengelolaan pada limbah domestik sebelum dibuang ke lingkungan, yaitu salah satu alternatifnya dengan menggunakan Reaktor *Aerocarbonbiofilter*.

Dari penelitian tahap awal tersebut maka efisiensi penurunan konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) adalah sebesar 52%. Hal ini dapat dibuktikan

dengan melihat secara fisik pada media styrofoam terlihat seperti berlendir, berubah warna agak kecoklatan dan pada air limbah *Seeding* tidak berbau seperti pada sebelum *Sheeding*. Sehingga dengan ini cukup menggambarkan bahwa telah terjadi perkembangan mikroorganisme pada saat proses *Seeding* dan media *Sheeding* pada *Aerokarbonbiofilter* sudah dapat digunakan untuk meremoval air limbah dan telah dapat dilakukannya pengolahan limbah secara kontinyu.

Pada proses *Sheeding* menggunakan bakteri *aerob* sehingga diperlukan suplai oksigen yang cukup, untuk menambah suplai oksigen tersebut maka digunakan *buble aerator* yang terpasang pada bak proses *seeding*. Selain suplai oksigen, diberikan juga suplai nutrisi yang berupa urea yang diberikan setiap 3 hari sekali. Selain itu setiap hari dilakukan pengukuran pH dan Temperatur inlet maupun outlet air limbah tersebut.

4.2 Total Suspended Solid (TSS).

Pada penelitian ini dilakukan pengujian konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) setiap 2 hari sekali sampai media filter mengalami kejenuhan (*Clogging*).

Pada hari pertama penelitian didapatkan konsentrasi inlet pada limbah *septic tank* 373 mg/liter dan konsentrasi outlet dari reaktor *Aerokarbonbiofilter* terdapat 48 mg/liter sehingga persentasi penurunan TSS pada hari pertama penelitian sebesar 87%, dari hari ke hari konsentrasi baik inlet, outlet dan persentase mengalami kenaikan dan penurunan sampai pada hari ke 21 dan setelah itu persentase mengalami penurunan secara terus menerus sampai pada hari ke 29 dan persentasi mencapai 19%.

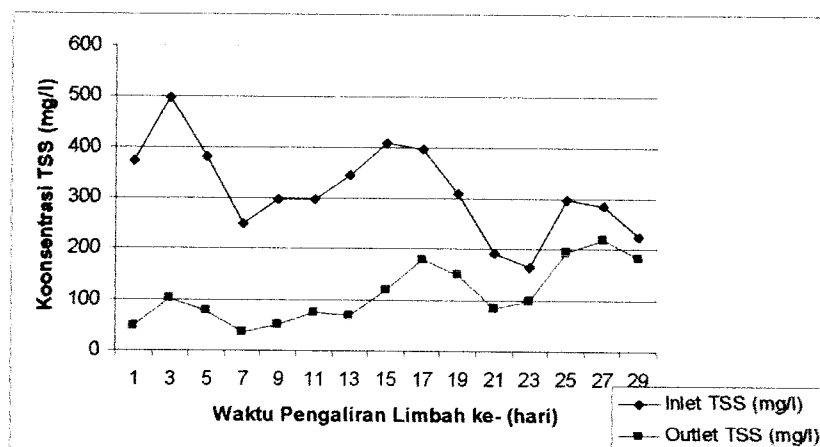
Pada penelitian ini kejenuhan mulai terjadi pada hari ke 24 sampai pada hari terakhir yaitu hari ke 29, dimana efisiensi pada reaktor *Aerokarbonbiofilter* terus-menerus mengalami penurunan yaitu sebesar 40%,34%,23% dan efisiensi pada hari terakhir atau hari ke 29 adalah sebesar 19%. Hal ini disebabkan media filter pada reaktor *Aerokarbonbiofilter* telah mengalami kejenuhan (*Clogging*) sehingga pada akhirnya tidak mampu lagi meremoval limbah tersebut.

Pengujian dilakukan pada dua titik yaitu inlet pada bak penampung dan outlet pada reaktor *Aerokarbonbiofilter*.

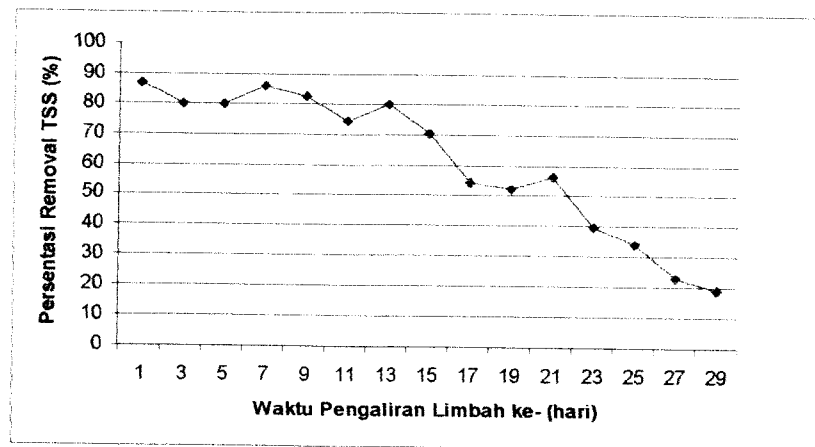
Dan dari hasil penelitian diperoleh hasil penelitian terhadap konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 Pengukuran Konsentrasi TSS.

Sampel Ke-	Konsentrasi inlet	Konsentrasi outlet	Persen(%) Removal
1	373	48	87
2	499	101	80
3	381	77	80
4	250	35	86
5	296	52	82
6	297	75	75
7	345	69	80
8	408	121	70
9	395	181	54
10	310	149	52
11	191	84	56
12	165	99	40
13	296	195	34
14	286	220	23
15	226	183	19
rata-rata	289	113	61



Gambar 4.1 Penurunan Konsentrasi TSS pada inlet dan outlet.



**Gambar 4.2 Persentasi Efisiensi
Penurunan TSS.**

Berdasarkan grafik diatas reaktor Aerocarbonbiofilter sangat efektif dalam menurunkan konsentrasi Total Suspended Solid (TSS). Dari data hasil penelitian diatas yang terdapat pada Grafik bahwa efisiensi penurunan konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) pada reaktor *Aerocarbonbiofilter* cenderung fluktuatif dan mengalami trend penurunan yang signifikan dari hari ke hari. Hal ini dapat dibuktikan dengan melakukan Analisa Statistik dengan metode Uji T- Test Berpasangan (*Paired Sample T-Test*). Uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah terjadi perbedaan penurunan yang signifikan atau tidak terhadap konsentrasi TSS pada titik inlet dan outlet (sebelum dan sesudah mengalami pengolahan).

➤ **Hipotesis**

H_0 = Kedua rata-rata populasi adalah identik (rata-rata konsentrasi TSS sebelum dan sesudah mengalami pengolahan adalah sama/tidak berbeda secara nyata).

H_1 = Kedua rata-rata populasi adalah tidak identik (rata-rata konsentrasi TSS sebelum dan sesudah mengalami pengolahan adalah tidak sama/berbeda secara nyata).

Dengan tingkat keyakinan atau *Confidence Interval* ($\alpha = 0.05$), berikut disajikan tabel output dari uji *T-paired*. Pada output bagian pertama terlihat ringkasan statistik dari kedua sampel. Untuk konsentrasi TSS sebelum mengalami

pengolahan (pada titik inlet), konsentrasi rata-ratanya 88.4210 mg/L dan setelah mengalami pengolahan konsentrasi rata-ratanya 59.1255 mg/L. Sedangkan pada output bagian kedua merupakan hasil korelasi antara kedua variabel, yang menghasilkan angka 0.27 dengan nilai probabilitas jauh dibawah 0.05 (lihat nilai signifikansi output yang 0.925). Hal ini menyatakan bahwa korelasi antara konsentrasi TSS sebelum dan sesudah mengalami pengolahan adalah sangat erat dan benar-banar berhubungan secara nyata.

➤ Pengambilan Keputusan

Pengambilan keputusan pada uji statistik ini diambil berdasarkan nilai probabilitasnya,

- Jika probabilitas > 0.05 , maka H_0 diterima
- Jika probabilitas < 0.05 , maka H_0 ditolak

Dengan melihat output bagian ketiga, dapat diketahui bahwa nilai t hitung yang diperoleh ialah sebesar 7.264 dengan probabilitas 0.000. Oleh karena probabilitas < 0.05 , maka H_0 ditolak, atau konsentrasi TSS sebelum dan sesudah pengolahan tidak sama/berbeda secara nyata. Dengan kata lain, reaktor *Aerokarbinbiofilter* efektif dalam menurunkan konsentrasi TSS secara nyata.

Dari hasil penelitian konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) pada inlet di setiap pengambilan sampel tergolong kecil dibandingkan dengan limbah-limbah lain pada umumnya, hal ini dikarenakan pada septik tank kandungan bahan padat secara langsung dipisahkan, diendapkan atau diuraikan oleh aktivitas bakteriologis didalam tangki. Dan fungsi dari septik tank itu sendiri adalah mereduksi kandungan bahan padat terlarut TSS pada limbah cair domestik. Sehingga kandungan TSS yang terdapat pada limbah domestik yang berasal dari *septik tank* secara tidak langsung sudah mereduksi kandungan TSS dan konsentrasi yang akan diolah oleh Reaktor *Aerocarbo biofilter* lebih kecil.

Pada inlet konsentrasi limbah berbeda dan mengalami fluktuatif, Hal ini disebabkan karena perbedaan waktu pengambilan sampel air limbah yang digunakan dan kondisi limbah yang tersebut berkaitan erat dengan besarnya beban pencemar yang diterima oleh sumber limbah (*septik tank*). Hal ini terjadi dikarenakan perbedaan waktu pengambilan pada sampel limbah karena

keterbatasan bak penampung sehingga kondisi limbah pada bak penampung berbeda pada setiap harinya.

Konsentrasi yang paling tinggi terjadi pada hari ke 3 sebesar 449 mg/l sedangkan konsentrasi inlet terendah pada hari ke 23 sebesar 165 mg/l. Dan Konsentrasi rata-rata TSS pada inlet sebesar 289 mg/l. Konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) pada outlet juga mengalami fluktuatif. Konsentrasi outlet yang paling tinggi terjadi pada hari ke 27 sebesar 220 mg/l sedangkan konsentrasi outlet terendah pada hari ke 7 sebesar 35 mg/l. Dan konsentrasi rata-rata TSS pada outlet sebesar 113 mg/l.

Terjadi kenaikan konsentrasi outlet dari hari 1 sampai pada hari ke 29 hal ini disebabkan dari hari ke hari kondisi reaktor mengalami kejenuhan terutama pada pengolahan fisik yaitu media *filtrasi* (pasir) proses kerja pada media kurang maksimal yang dimungkinkan pada media ini terjadi *clogging*, mengingat media ini terdapat lumpur (*sludge*) dari *aerated pond* IPAL Sewon dan media *filtrasi* ini bekerja lebih awal dibandingkan dengan media lainnya.

Pada hasil penelitian diperoleh rata-rata persentasi dari penurunan parameter *Total Suspended Solid* (TSS) yaitu sebesar 61 %. Persentasi penurunan TSS ini mengalami variasi yang berbeda-beda pada setiap harinya dan mengalami kenaikan dan penurunan akan tetapi cenderung mengalami penurunan.

Pada hari pertama persentasi penurunan TSS sebesar 87%, dari hari ke hari persentase mengalami kenaikan dan penurunan sampai pada hari ke 21 dan setelah itu persentase mengalami penurunan secara terus menerus sampai pada hari ke 29 persentasi mencapai 19%. Penurunan persentasi ini disebabkan karena media filter pada *Aerokarbonbiofilter* mengalami kejenuhan (*Clogging*). Cepatnya kejenuhan (*Clogging*) pada media filter ini disebabkan karena sifat fisik dari limbah yang terdapat banyak faktor pengganggu seperti sampah-sampah dari sekitar *septic tank* dan uget-uget atau jentik-jentik nyamuk yang terdapat pada limbah *septic tank* tersebut.

4.2.1 Pembahasan

Proses penurunan konsentrasi TSS pada reaktor Aerokarbonbiofilter ini melalui 4 tahap mekanisme. Dibawah ini dijelaskan mekanisme ataupun proses yang terjadi pada setiap tahapan dari reaktor terhadap penurunan konsentrasi TSS.

4.2.1.1 Proses Aerasi

Aerasi didefinisikan sebagai perpindahan gas dari fase gas ke fase cair. Aerasi melibatkan adanya kontak antara udara atau gas lain dengan air yang menyebabkan berpindahnya suatu senyawa dari fase gas ke fase cair. Perpindahan massa zat dari fase gas ke fase cair atau sebaliknya (absorpsi-desorpsi), terjadi bila ada kontak antar permukaan cairan dengan gas atau udara. Mekanisme ini terjadi secara difusi. Gaya penggerak perpindahan massa dari udara ke dalam air atau sebaliknya dikendalikan oleh perbedaan konsentrasi zat dalam larutan dan keluaran gas pada kondisi tertentu (Masduqi, A dan Agus S, 2002).

Pada penelitian ini jenis aerasi yang digunakan adalah Tray Aerasi yang tersusun atas empat tray. Pada tiap-tiap tray terdapat lubang-lubang untuk memperluas permukaan air sehingga oksigen yang terlarut diharapkan akan lebih banyak. Pada proses aerasi ini TSS juga dapat tersaring dan mengendap pada permukaan tray aerasi tetapi pada proses ini tidak terlalu berpengaruh pada penurunan konsentrasi TSS atau proses fisik pada air limbah.

Namun dengan adanya pengendapan TSS pada tray aerasi akan menurunkan efektifitas alat tray aerasi dalam menurunkan konsentrasi parameter zat organik yang lainnya. Karena apabila endapan tersebut dibiarkan terus-menerus akan menyumbat lubang tray aerasi dan mengurangi pemerataan aliran air keseluruhan permukaan dan hanya sebagian permukaan yang terlewati air limbah, serta mengurangi debit aliran dan memperlama waktu detensi saat proses aerasi dan membuat cepat jenuh media pada karbon aktif dan zeolit yang teraliri air terus-menerus.

4.2.1.2 Proses Kimia (Adsorpsi).

Pada reaktor Aerokarbonbiofilter ini menggunakan proses adsorpsi dengan 2 media, yaitu media karbon aktif dan zeolit. dimana TSS terserap pada permukaan karbon aktif dan zeolit. karbon aktif mampu menyerap molekul lain yang mempunyai ukuran lebih kecil dari ukuran porinya. Proses adsorpsi oleh karbon aktif terjadi karena terjebaknya molekul adsorbat dalam rongga karbon aktif, sedangkan pada sisi aktifnya terjadi karena interaksi antara sisi tersebut dengan molekul adsorbat.

Adsorpsi (penyerapan) adalah suatu proses pemisahan dimana komponen dari suatu fase fluida berpindah ke permukaan zat padat yang menyerap (adsorben). Biasanya partikel-partikel kecil zat penyerap dilepaskan pada adsorpsi kimia yang merupakan ikatan kuat antara penyerap dan zat yang diserap sehingga tidak mungkin terjadi proses yang bolak-balik (Tinsley, 1979).

Fungsi utama adsorpsi karbon ialah untuk menghilangkan senyawa organik, senyawa anorganik seperti nitrogen, sulfida, dan logam berat. Aplikasi lainnya ialah untuk menghilangkan senyawa yang dapat menyebabkan rasa dan bau pada air limbah. (Metcif & Eddy, 2003).

Proses adsorpsi pada media karbon aktif dan zeolit ini merupakan mekanisme removal yang paling efektif dalam penurunan TSS, Menurut Ahmad Nur (2006) Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa zeolit efektif dalam menurunkan konsentrasi TSS dengan Angka efisiensi penurunannya dapat mencapai 91,67 % sedangkan jika menggunakan karbon aktif angka efisiensi penurunannya hanya mencapai 77,78%. Hal ini cukup membuktikan bahwa adsorpsi dengan menggunakan media karbon aktif dan zeolit sangat efektif.

Terjadinya penurunan efisiensi removal limbah secara terus-menerus mulai pada hari ke 24 disebabkan karena penyebaran limbah yang tidak merata sehingga menyebabkan *clogging* pada spray aerasi dan menyebabkan cepat jenuhnya media karbon aktif yang secara kontinyu yang dialiri air limbah sehingga tidak mengenyanya sebagian karbon aktif dan menyebabkan kejenuhan terjadi pada sebagian karbon aktif. Hal ini menyebabkan terjadinya penyempitan pori pada permukaan adsorben akibat *fouling* atau dapat dikatakan diameter pori

adsorban semakin mengecil. Hal inilah yang menyebabkan penurunan efisiensi removal secara terus menerus pada dari hari-kehari. *Clogging* terjadi ketika jumlah molekul terlarut pada limbah sama dengan molekul terlarut yang terserap pada adsorban (karbon aktif). Banyaknya molekul yang terakumulasi pada partikel karbon membuat pori karbon tersumbat serta tidak mampu lagi menyerap molekul lain yang terus terbawa bersama aliran limbah. Penurunan tingkat adsorpsi molekul disebabkan karena terjadinya penyempitan pori pada permukaan adsorben atau dapat dikatakan diameter pori adsorban semakin kecil. Semakin kecilnya diameter pori, akan mengakibatkan molekul-molekul yang lebih kecil dari pori tersebut akan lolos. Molekul-molekul yang lolos ini akan teradsorpsi pada media zeolit. Semakin banyak molekul yang lolos dari proses adsorpsi karbon aktif menyebabkan beban zeolit dalam mengadsorpsi molekul-molekul tersebut semakin besar. Selanjutnya hal ini akan menyebabkan media zeolit juga cepat jenuh.

Selain itu, juga disebabkan karena waktu kontak yang dibutuhkan oleh karbon aktif tidak memenuhi persyaratan yang sesuai dengan waktu kontak ideal bagi karbon aktif untuk melakukan proses adsorpsi. Pada unit karbon aktif waktu tinggal yang terjadi hanya ± 4 menit sedangkan waktu kontak merupakan suatu hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi. Waktu kontak yang lebih lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik. Konsentrasi zat-zat organik akan turun apabila waktu kontak cukup dan waktu kontak berkisar 10-15 menit (Reynolds, 1982) dan juga disebabkan karena semakin kecilnya konsentrasi TSS pada inlet. Dimana pada konsentrasi larutan rendah, jumlah bahan yang terserap akan sedikit, sedangkan pada konsentrasi yang tinggi bahan yang terserap juga semakin banyak. Hal ini dikarenakan kemungkinan frekuensi tumbukan antara partikel semakin besar. (Droste 1997).

Karbon aktif adalah adsorben zat organik yang baik, dimana dapat meremoval zat organik dalam air dan partikulat yang menyebabkan rasa dan bau bila karbon aktif menyerap molekul yang lebih besar terlebih dahulu maka akan menutupi pori sehingga menyulitkan molekul yang ukuran lebih kecil untuk masuk dalam pori sehingga mempengaruhi proses adsorpsi (Cheremisinoff, 1978).

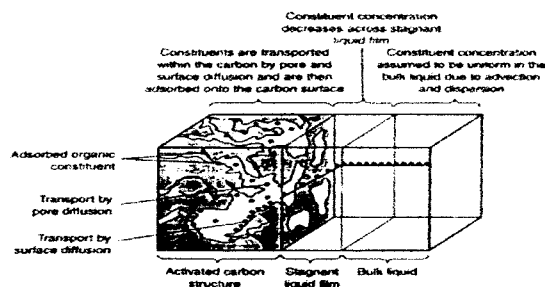
Zeolit kadang juga disebut dengan penyaring molekuler sehingga mampu memisahkan /menyaring molekul dengan ukuran tertentu.

Pada proses adsorpsi dengan media adsorban berupa karbon, terdiri dari 2 proses, yaitu proses adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia. Adsorpsi fisika ialah suatu mekanisme dimana kontaminan organik akan terremoval dari suatu aliran udara. Melalui gaya Van Der Waal's suatu kontaminan akan terjebak didalam, dan tertahan oleh struktur pori media adsorben. Mekanisme ini sangat efektif untuk menghilangkan kontaminan organik. Sedangkan adsorpsi kimia ialah suatu mekanisme dimana kontaminan yang lebih kecil dan lebih ringan (yang sukar teradsorpsi secara fisik) dapat dihilangkan dari suatu aliran udara. Media adsorban terisi secara kimia, maksudnya ialah media diberi bahan-bahan pengisi kimia tertentu (*Chemical Impregnant*) yang terendapkan pada permukaan dan struktur pori media. *Chemical Impregnant* ini bereaksi dengan kontaminan pada fase gas dan mengikatnya pada permukaan media. Contohnya ialah penggunaan bahan pengisi berupa asam (*Acid Impregnant*) untuk menghilangkan amonia dan basa lainnya dari suatu aliran udara (Donaldson Chemical Engineering, 2005).

Secara umum konsep adsorpsi pada permukaan pori dapat ditunjukkan seperti gambar berikut :



Gambar 4.3 Konsep adsorpsi pada permukaan pori (Cheremisinoff, 1978)



Gambar 4.4 Konsep adsorpsi pada unsur anorganik (Crittenden, 1999).

4.2.1.3 Proses Biologi

Ketika kontaminan yang mengandung senyawa organik kontak dengan Penurunan konsentrasi TSS ini disebabkan karena pada reaktor Aerokarbonbiofilter terjadi proses biologi yaitu ketika air limbah yang mengandung TSS ini melewati media styrofoam dan *biofilter* maka TSS akan tertahan pada pori atau celah-celah media styrofoam dan *biofilter* tersebut. TSS yang telah tertahan pada pori atau celah-celah media tersebut akan mengalami proses biologi yaitu TSS didegradasi oleh mikroorganisme yang melekat pada media tersebut (*attached growth microorganism*). Hal ini terjadi karena TSS atau zat padat tersuspensi terdiri dari zat padat tersuspensi organik dan zat padat tersuspensi inorganis. Dimana zat padat tersuspensi organik ini dan juga bahan-bahan organik lainnya diperlukan bakteri untuk pertumbuhan selnya, bahan-bahan tersebut juga akan dirombak menjadi asam volatile, alkohol, H₂, dan CO₂ (pranoto,2002).

Organisme, material organik akan dihilangkan / didegradasi oleh mikroorganisme melalui proses metabolik. Senyawa organik dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk membentuk sel baru atau menghasilkan energi yang dibutuhkan organisme untuk sistem kehidupannya. Menurut Tabak et. Al (1981); Kincannon dan Stover (1981); Kincannon, Stover dan Chung (1981); dan Kincannon et. Al (1981;1982), banyak senyawa organik toksik dapat didegradasi oleh organisme jika lingkungannya sesuai (Canter, W and R. C. Knox, 1985).

Pada penelitian ini, proses pengolahan secara biologis dilakukan pada kondisi lingkungan secara aerob dengan pertumbuhan melekat (*attached growth*). Dimulai dengan melakukan proses *Sheeding* (pembibitan bakteri pada media styrofom) selama 10 hari dengan penambahan sluge dari *aerated pond* IPAL Sewon yang bertujuan untuk mepersingkat waktu *sheeding* yang biasanya memakan waktu yang lama. Suplai oksigen pada proses ini menggunakan *buble Aerator*.

Sheeding ini sendiri bertujuan untuk menumbuhkan mikroorganisme dalam mendegradasi kandungan zat organik pada air limbah, karena dengan

Sheeding akan memperbanyak jumlah mikroorganisme sehingga dengan semakin banyaknya jumlah mikroorganisme maka akan semakin banyak zat organik pada air limbah yang akan terdegradasi sehingga memberikan hasil yang maksimal dalam penurunan konsentrasi TSS pada air limbah.

Adanya proses ini dibuktikan dari hasil pengujian konsentrasi TSS mengalami penurunan. Pada hari pertama diperoleh efisiensi tertinggi yaitu sebesar 87%. Hal ini dikarenakan pada hari pertama terjadi pertumbuhan mikroba dari sebuah kultur media sesuai dengan kurva pertumbuhan yaitu adanya log phase, eksponensial phase, stationary phase dilanjutkan dengan dead phase yang menyebabkan nilai efisiensi penurunan pada konsentrasi TSS mengalami penurunan sehingga pada hari ke 29 diperoleh efisiensi terendah sebesar 19%. (Prescott, 1999).

4.2.1.4 Proses Fisik

Dari rata – rata data hasil penelitian terjadi penurunan konsentrasi TSS yaitu rata-rata sebesar 61%. Penurunan konsentrasi TSS dapat terjadi karena di dalam reaktor Aerokarbonbiofilter terjadi mekanisme fisik yaitu proses screening (penyaringan) dengan media pasir kuarsa. Selain adsorpsi pada media karbon aktif dan zeolit, proses filtrasi ini merupakan mekanisme removal yang paling efektif dalam penurunan TSS, karena proses screening ini akan meremoval partikel-partikel yang lebih besar dari pori atau celah media filter. Ketika air limbah yang mengandung TSS ini melewati media styrofoam, maka TSS akan tertahan pada pori atau celah-celah media pasir. TSS yang telah tertahan pada pori atau celah-celah media pasir ini akan mengalami proses biologi yaitu TSS didegradasi oleh bakteri. Suspended Solid tertahan dibukaan media filtrasi atau terendapkan dipermukaan media penyaring, sehingga tidak terbawa aliran Partikel tersebut terakumulasi dalam filter sampai pada suatu waktu dimana keberadaanya menyebabkan *headloss* yang tinggi dalam filter, sehingga filter harus di *backwash*.

TSS terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad renik yang terutama disebabkan oleh kikisan yang terutama disebabkan oleh kikisan tanah oleh erosi

tanah yang terbawa ke badan air. *Suspended solid* dapat dihasilkan oleh bahan organik maupun bahan anorganik (Alaert dan Santika 1987). Efisiensi penyisihan zat organik yang terjadi sampai dengan proses pengolahan difilter mencapai 85,41%, proses pengolahan dengan filter dapat menyingkirkan beberapa kontaminan dalam air baku seperti zat padat terlarut (TDS), zat padat tersuspensi (TSS), besi, mangan, kalsium, MBAS CO₂ agresif, CO₂ total, bikarbonat dan zat organik. (ITB Sains, 2004)

Biosand filter adalah kombinasi proses biologis dan mekanisme. Air mengalir di atas filter, zat organik yang dibawa terperangkap di permukaan pasir halus membentuk lapisan biologis atau *scmutzdecke*, lebih dari satu sampai 3 minggu membentuk koloni *scmutzdecke*, dimana makanan organik dan oksigen didapat dari air sepenuhnya.

4 proses dalam menghilangkan pathogen dan kontaminan lain dalam filter :

- *Predation* yaitu mikroorganisme *scmutzdecke* mengkonsumsi bakteri dan pathogen lain yang ditemukan dalam air dengan cara menyediakan pengolahan air memiliki efektifitas tinggi.
- *Natural death* yaitu pathogen dihilangkan karena kekurangan makanan dan kurang dari temperatur optimal.
- *Adsorption* yaitu virus yang teradsorp (menempel) pada butiran pasir sekali menempel maka akan termetabolisme oleh sel atau tidak diaktifkan oleh antivirus kimia yang diproduksi oleh organisme dalam filter. Beberapa kandungan organik teradsorp pada pasir dan hilang dari air.
- *Mechanical trapping* yaitu sedimen, *cysts worms* dihilangkan dari air dengan terperangkap dalam ruang butiran pasir. Dimana pengendapan filter dapat menghilangkan beberapa kandungan anorganik dan logam dari air.

Biosand filter dapat menghilangkan lebih dari 90% *fecal coliform*, 100% protozoa dan helminths, 50-90% toksin organik dan anorganik, 95-99% *zinc*, *cadmium* dan *timah*, < 67% besi dan *manganase*, < 47% *arsenic*, seluruh sedimen tersuspensi (CAWST, 2007).

4.3 Penelitian Yang Telah Dilakukan Sebelumnya

Sebelum penelitian ini dilakukan, telah ada penelitian serupa yang menggunakan reaktor “Aerokarbonfilter”, yaitu penyisihan TSS, dan pada limbah industri batik Nakula, Sleman yang dilakukan oleh Ahmad Nur (2006). Penelitian tersebut dilakukan untuk mengetahui perbandingan efektifitas karbon aktif dan zeolit yang digunakan sebagai media adsorben dalam menurunkan parameter uji. Pemeriksaan parameter uji dilakukan pada inlet, outlet aerasi, outlet karbon aktif, dan outlet reaktor yang dilakukan pada menit ke 0, 30, 60, 90, dan 120.

Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa zeolit lebih efektif dalam menurunkan konsentrasi TSS dibandingkan dengan karbon aktif. Angka efisiensi penurunannya dapat mencapai 91,67 %. Sedangkan jika menggunakan karbon aktif, angka efisiensi penurunannya hanya mencapai 77,78%. Kedua nilai tersebut didapat pada saat pengambilan sampel pada menit ke 0. Selanjutnya pada menit ke 30 nilai tersebut mengalami penurunan, dan pada menit-menit berikutnya media adsorben sudah tidak dapat menurunkan konsentrasi parameter tersebut, bahkan cenderung terjadi kenaikan konsentrasi pada parameter yang diuji.

Untuk parameter TSS penggunaan media karbon aktif justru lebih efektif dalam menurunkan konsentrasi parameter tersebut, angka efisiensi penurunan terbesar terjadi pada menit ke 0 dan mengalami penurunan yang tidak stabil pada menit-menit berikutnya.

Pada penelitian kali ini dengan *Aerokarbonbiofilter* dilakukan sedikit modifikasi, yaitu dengan cara menumbuhkan mikroorganisme didalam reaktor. Keterlibatan mikroorganisme tersebut diharapkan mampu meningkatkan efisiensi removal parameter uji, mengingat air baku yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari limbah domestik, yang komponen utamanya berupa bahan organik dan fungsi dari mikroorganisme itu sendiri ialah untuk menguraikan bahan organik yang ada didalam air limbah.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dengan menggunakan Aerokarbonbiofilter untuk menurunkan konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) dengan waktu pengambilan sampel sebanyak 15 kali selama 30 hari, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, reaktor *Aerokarbonbiofilter* mampu dan sangat efektif dalam menurunkan konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) pada limbah domestik dengan rata - rata sebesar 61% dan efisiensi removal tertinggi pada hari ke-1 sebesar 87% dan hari ke-7 sebesar 86%.
2. Dalam penelitian diketahui bahwa waktu jenuh karbon aktif dan zeolit sebagai *adsorben*, serta pasir sebagai media filter pada Reaktor "*Aerokarbonbiofilter*" dalam menurunkan konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) pada limbah domestik adalah 24 hari.
3. Penurunan konsentrasi TSS terjadi karena adanya proses fisik (penyaringan) dengan pasir kuarsa, proses kimia secara adsorpsi dengan karbon aktif dan zeolit dan proses biologis (penguraian zat-zat organik) dengan mikroorganisme.
4. Menurut MenLH 112/2003 Tentang Baku Mutu Limbah Domestik, Dari hasil penelitian yang dilakukan maka outlet dari reaktor *Aerokarbon biofilter* berada dibawah baku mutu limbah domestik yang diizinkan dan aman untuk dibuang pada badan air.

5.2 Saran

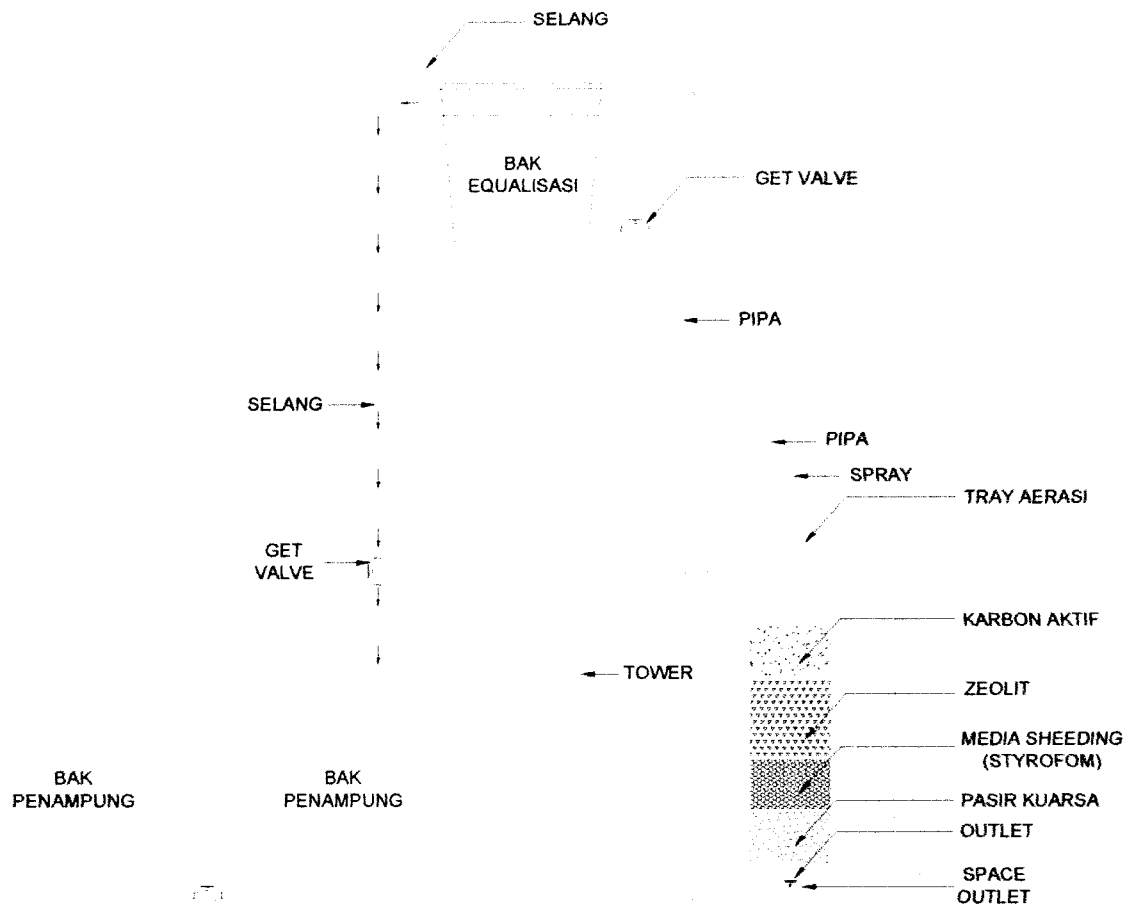
1. Bagi peneliti selanjutnya perlu melakukan penambahan variasi diameter media, jenis media, dan tinggi media untuk mengoptimalkan penurunan konsentrasi TSS.
2. Pada saat memilih media untuk tumbuhnya bakteri, pilihlah media yang mempunyai permukaan kasar, tidak licin atau halus karena hal ini akan mempengaruhi pertumbuhan mikroba pada media

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1991, Kumpulan SNI Kualitas Air, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta
- Alaerts G., dan S.S Santika., 1984, "Metode Penelitian Air, Usaha Nasional, Surabaya, Indonesia.
- Masduqi, A, dan S. Agus , 2002, *Satuan Operasi Untuk Pengolahan Air*, Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP, ITS.
- Benefield D.L, 1982 " Process Chemistry for water and wastewater treatment " Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs, New jersey.
- Cheremisinoff, Paul N.,Handbook of Water and Wastewater Treatment Tecnology, Marcel Decker Inc.,New York,1995.
- Djajadiningrat, A.H,1992 "Pengendalian pencemaran limbah industry; Jurusan TL, FTSP,ITB.
- Droste, Ronald L, 1997 "Theory and practice of water and wastewater treatment",John Wiley & Sons, Inc, United State of Amerika.
- Effendi, H, 1995, *Telaah Kualitas Air*, Kanisius, Yogyakarta.
- Fardiaz, S, 1992, *Polusi Air dan Udara*, Kanisius, Yogyakarta.
- Jenie,B.S.L,1993, *Penanganan Limbah Industri Pangan*, Kanisius, Yogyakarta.
- Las. T, 1996, "Zeolit Untuk Industri", Proceed Seminar/ Kolokium Lembaga Ilmu Dasar ITI, Institut Teknologi Indonesia , Serpong.
- Mahida U.N, 1986, *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah industri*, Rajawali, Jakarta.
- Mangunwidjaja, D. dan Suryani, A, 1994. *Teknologi Bioproses*, Swadaya, Jakarta.
- Mara, 1976, *Sewage Treatment inHot Climate*, Jhon Wiley and Sons Chichester .
- Metcalf, and Eddy, 2003, *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*, 4thEdition, McGraw-Hill, New York.

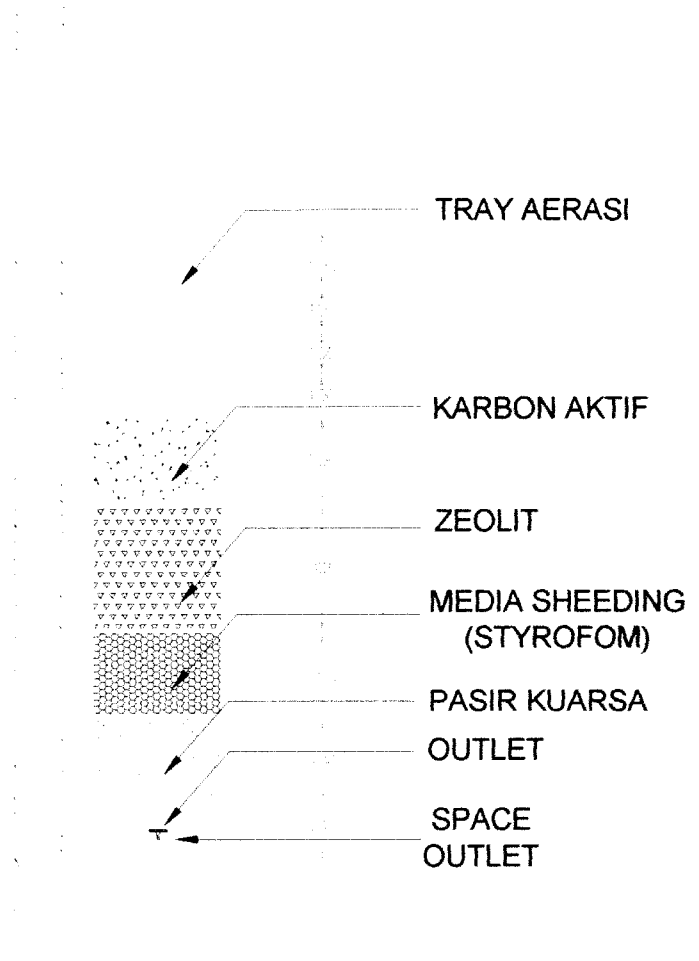
- Nur, A, 2006, *Pemurunan Kadar COD, Warna, dan Kekeruhan Pada Limbah Cair Industri Batik Dengan Menggunakan Aerokarbonfilter*, Skripsi, Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
- Prescott, L. M., Harley, J. P., and Klein, D. A, 1999. *Microbiology*, McGraw-Hill Companies, USA.
- Pranoto, I.S, 2002, *Ekologi Industri*, Andi, Yogyakarta
- Qasim,S.R ,1999 “*Second Edition Waste Water Treatment*”, Techomic Publishing, United States of America.
- Reynolds, Tom D, 1982, “*Unit Operations and Process in Environmental Engineering*”, Texas A&M University, Brooks/Cole Engineering Division, Monterey, California, USA, pp. 165 – 166.
- Sanropie D.et.al.1984. *Pedoman Bidang Studi Penyediaan Air Bersih*. APK-TS Proyek Pengembangan Pendidikan Tenaga dan Sanitasi Pusat.
- Sugiharto, 1987 “*Dasar-dasar pengolahan air limbah*”, cetakan pertama, UI Press, Jakarta
- Wardana, 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Penerbit: Andi Offset, Yogyakarta.
- Webar, Wbend. M, (1972), “*Adsorption in heterogenes Aqua in Sistem*”, Jaour AWWA.
- Winarno, 2000 “*Styrofom*” Institut Pertanian Bandung, Bandung
- T. H. Y Tebbut dkk, 1982, “*Principles of Water Quality Control*”, Departemen of Civil Engineering University of Bimingham.
- Tinsley, “*Chemical Concepts in Pollutant Behavior*”, Oregon State University, Carvallis.
- Tjokrokusumo.1995. *Pengantar Konsep Teknologi Bersih Khusus Pengelolaan dan Pengolahan Air*. Yogyakarta:STTL YLH.

LAMPIRAN



Gambar Sketsa Pengolahan Limbah Domestik Dengan Menggunakan Reaktor Aerokarbonbiofilter

Gambar Detail Reaktor "Aerokarbonbiofilter"

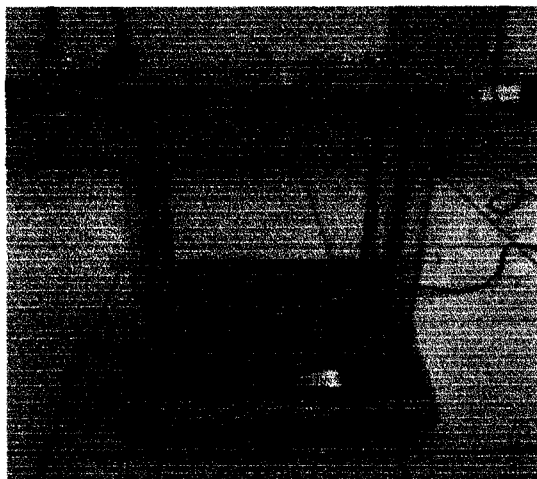


Pengukuran Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS).

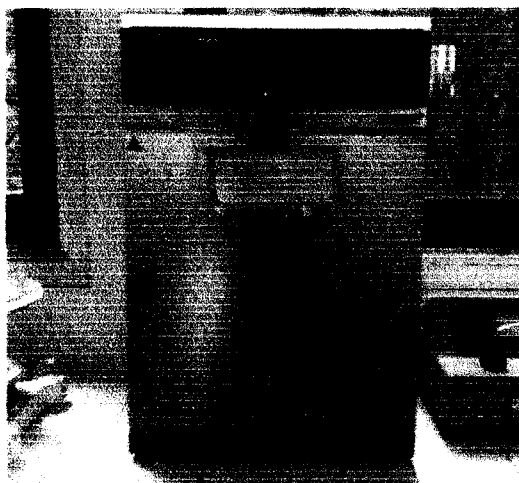
Sampel Ke-	Konsentrasi inlet	Konsentrasi outlet	Persen(%) Removal
1	373	48	87
2	499	101	80
3	381	77	80
4	250	35	86
5	296	52	82
6	297	75	75
7	345	69	80
8	408	121	70
9	395	181	54
10	310	149	52
11	191	84	56
12	165	99	40
13	296	195	34
14	286	220	23
15	226	183	19
rata-rata	289	113	61

DOKUMENTASI PENELITIAN

Alat-alat yang digunakan pada saat penelitian dilaboratorium.



→ **Timbangan Digital**

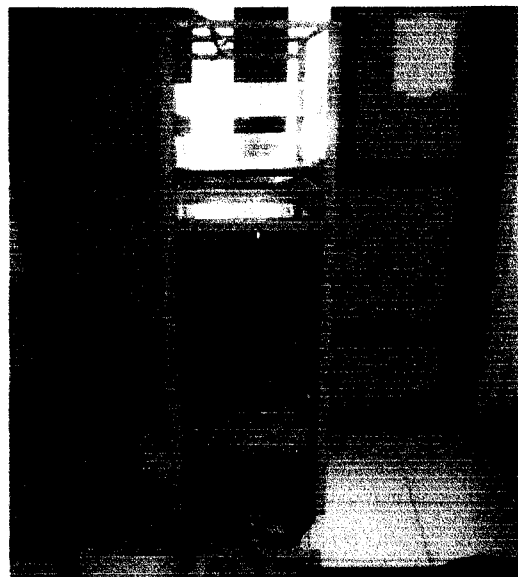
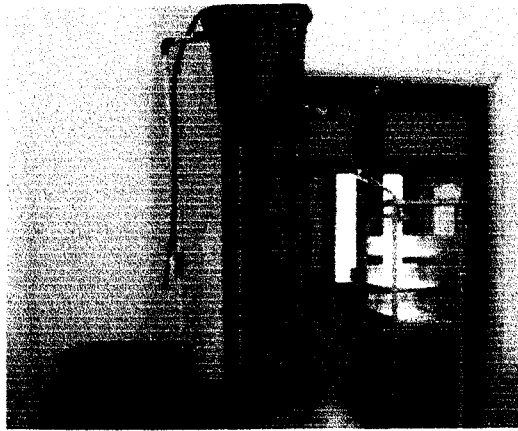


→ **Oven**



→ **Desikator**

Gambar Reaktor Aerokarbonbiofilter



**KEPUTUSAN
MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP
NOMOR 112 TAHUN 2003**

**TENTANG
BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK
MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP,**

Menimbang :

bahwa untuk melaksanakan ketentuan Pasal 21 ayat (1) Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, maka dipandang perlu menetapkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik;

Mengingat :

1. Undang-undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Tahun 1997 Nomor 68, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3699);
2. Undang-undang Nomor 22 Tahun 1999 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Tahun 1999 Nomor 60, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3839);
3. Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 1999 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Tahun 1999 Nomor 59, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3838);
4. Peraturan Pemerintah Nomor 25 Tahun 2000 tentang Kewenangan Pemerintah dan Kewenangan Provinsi Sebagai Daerah Otonom (Lembaran Negara Tahun 2000 Nomor 54, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3952);
5. Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Lembaran Negara Tahun 2001 Nomor 153, Tambahan Lembaran Negara Nomor 4161);
6. Keputusan Presiden Nomor 2 Tahun 2002 tentang Perubahan Atas Keputusan Presiden Nomor 101 Tahun 2001 tentang Kedudukan, Tugas, Fungsi, Kewenangan, Susunan Organisasi, Dan Tata Kerja Menteri Negara;

M E M U T U S K A N :

Menetapkan :

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

Pasal 1

Dalam Keputusan ini yang dimaksud dengan :

1. Air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (restauran), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama;

2. Baku mutu air limbah domestik adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah domestik yang akan dibuang atau dilepas ke air permukaan;
3. Pengolahan air limbah domestik terpadu adalah sistem pengolahan air limbah yang dilakukan secara bersama-sama (kolektif) sebelum dibuang ke air permukaan;
4. Menteri adalah Menteri yang ditugasi untuk mengelola lingkungan hidup dan pengendalian dampak lingkungan.

Pasal 2

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

Pasal 3

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

Pasal 4

Baku mutu air limbah domestik dalam keputusan ini berlaku bagi :

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

Pasal 5

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

Pasal 6

- (1) Baku mutu air limbah domestik daerah ditetapkan dengan Peraturan Daerah Provinsi dengan ketentuan sama atau lebih ketat dari ketentuan sebagaimana tersebut dalam Lampiran Keputusan ini.
- (2) Apabila baku mutu air limbah domestik daerah sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) belum ditetapkan, maka berlaku baku mutu air limbah domestik sebagaimana tersebut dalam Lampiran Keputusan ini.

Pasal 7

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

Pasal 8

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

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

Pasal 9

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

Pasal 10

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

Pasal 11

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

Pasal 12

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

Pasal 13

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

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

Pasal 14

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

Pasal 15

Keputusan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di: Jakarta
pada tanggal : 10 Juli 2003
Menteri Negara Lingkungan Hidup,
ttd
Nabiel Makarim, MPA, MSM

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

BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK

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

Menteri Negara Lingkungan Hidup,
Ttd

Nabiel Makarim,MPA,MSM.

No : /XI/ 07L.K.L TSP UII
Hal : 1 dari 1

SERTIFIKAT HASIL UJI KUALITAS AIR
Tugas Akhir

Nama Mahasiswa : IKA ARIANI
Jenis Contoh Uji : Treatment Air Limbah Domestik
Asal Contoh Uji : Septic Tank FTSP, UII
Pengambil Contoh Uji : IKA ARIANI
Tanggal Pengambilan Contoh : 1 Agustus
Tanggal Pengujian Contoh : 1 Agustus – 1 September 2007
Parameter yang diuji : TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS)
Kode Contoh Uji : 2007.06.11.TSS
Kode Lab. : 03LKL FTSP

Sampel Ke -	Satuan	Hasil pengujian		Metode Uji
		Inlet Aerokarbonbiofilter	Outlet Aerokarbonbiofilter	
1	mg/L	373	48	SNI 06 – 6989.3 - 2004
2	mg/L	499	101	SNI 06 – 6989.3 - 2004
3	mg/L	381	77	SNI 06 – 6989.3 - 2004
4	mg/L	250	35	SNI 06 – 6989.3 - 2004
5	mg/L	296	52	SNI 06 – 6989.3 - 2004
6	mg/L	297	75	SNI 06 – 6989.3 - 2004
7	mg/L	345	69	SNI 06 – 6989.3 - 2004
8	mg/L	408	121	SNI 06 – 6989.3 - 2004
9	mg/L	395	181	SNI 06 – 6989.3 - 2004
10	mg/L	310	149	SNI 06 – 6989.3 - 2004
11	mg/L	191	84	SNI 06 – 6989.3 - 2004
12	mg/L	165	99	SNI 06 – 6989.3 - 2004
13	mg/L	296	195	SNI 06 – 6989.3 - 2004
14	mg/L	286	220	SNI 06 – 6989.3 - 2004
15	mg/L	226	183	SNI 06 – 6989.3 - 2004

- Catatan :
1. Hasil uji ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji
 2. Sertifikat Hasil Uji ini tidak boleh digandakan tanpa izin dari Kepala Laboratorium Kualitas Lingkungan FTSP UII.

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	NAMA	NO MHS	PRODI
1	Ika Ariani	03513012	Teknik Lingkungan
2			

JUDUL TUGAS AKHIR : Penurunan Kadar Total Suspended Solid (TSS) Pada Air Limbah Domestik Menggunakan Reaktor " Aerokarbon Biofilter "

PERIODE : Genap
TAHUN AKADEMIK : 2006/2007

No	kegiatan	Bulan Ke						
		Apr	Mei	Juni	Juli	Agt	Sept	
1	Pendaftaran							
2	Penentuan Dosen pembimbing							
3	Pembuatan Proposal							
4	Seminar proposal							
5	Konsultasi Penyusunan TA							
6	Sidang - sidang							
7	Pendadaran							

DOSEN PEMBIMBING I : Eko Siswoyo, ST
 DOSEN PEMBIMBING II : Any Juliana, ST, MSc - Ir. H. KASAM, MT
 DOSEN PEMBIMBING III :







Yogyakarta, 16-Apr-07
Koordinator TA

(Eko Siswoyo, ST)

Catatan

Seminar
 Sidang
 Pendadaran

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

No	Tanggal	Catatan Konsultasi	Tanda Tangan	
			Pemb I	Pemb II
1.	14/07 09	Balrus 1 Revisi awal juga diperbaiki.		
2.	24/07 09	- Redaksi nomor muka banyak yg salah - Perbaikan dpt yg ada pd tulisan juga di dua laporan - Uj. sedang sudah di hadi ksmnya apa agar dijelaskan!		
3.	27/10 07	- Koreksi pd Bab IV di letakkan Membayar ke dalam teori - Diagram periplessis pd halaman yang ada tanda tanya (?) - Perbaikan sesuai catatan & temp kembali.		
4.	28/10 07	catatan lda!	