

TA/TL/2007/0200

PERPUSTAKAAN FTSP UII
HANDRI ANEPLI
TGL. TERIMA : 12 - 12 - 2007
NO. JUDUL : 2778
NO. INV. : 5120002778001
NO. INDUK : 002778

TUGAS AKHIR

PENURUNAN KONSENTRASI *SUSPENDED SOLID* (SS) DAN PHOSPAT (PO₄) PADA LIMBAH CAIR PENCUCIAN KENDARAAN BERMOTOR MENGGUNAKAN REAKTOR “AEROKARBONBIOFILTER”

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

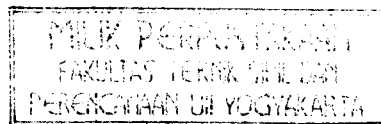


Nama : Atur Ekharisma Dewi
NIM : 03513007
Program Studi : Teknik Lingkungan

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

YOGYAKARTA

2007




LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
PENURUNAN KONSENTRASI *SUSPENDED SOLID* (SS) DAN
PHOSPAT (PO₄) PADA LIMBAH CAIR PENCUCIAN
KENDARAAN BERMOTOR MENGGUNAKAN REAKTOR
“AEROKARBONBIOFILTER”

Nama : Atur Ekharisma Dewi
NIM : 03513007
Program Studi : Teknik Lingkungan

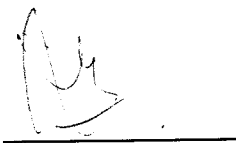
Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I
Eko Siswoyo, ST



Tanggal :

Dosen Pembimbing II
Ani Juliani, ST, Msc



Tanggal :

ABSTRACTION

In Yogyakarta every year progressively increasing motorcycle amount 11,8% and car amount 6,9%. This matter flowed too with increasing of motorcycle and car washing service. Although still many motorcycle and car washing service haven't wastewater treatment, so needed water pollution prevention with wastewater treatment especially for car and motorcycle washing service. However we needed a more technology which efficiency utilizes to reach the maximal result as an aerocarbonbiofilter reactor to degrade Suspended Solid and phosphate (PO_4). Where aerocarbonbiofilter reactor consist of 4 level tray aeration, activated carbon and Zeolite medium, combine microorganism seeding medium and sand filter with medium kuarsa sand (biosand filter).

Before running this research the first step is preparing microorganism seeding during 40 days. In this research use paralon pipe as microorganism seeding medium (attached growth media) because this medium had large surface, so it make more possibility microorganism growth. This process under aerobic condition so need additional oxygen supply using bubble aerator when microorganism growth. And to increase microorganism growth gives nutrient containing microbe, that is degra samba.

In this research takes a sample during 10 days and once every day. The result research at the first day got inlet concentration 447 mg/l and outlet concentration 36 mg/l, and the removal efficiency equal to 92 % for the Suspended Solid. The removal efficiency relative constant for suspended solid concentration. The highest removal efficiency occur at day to six, seven, eight amount 96%. And for phosphate (PO_4) removal concentration less occur significant removal. At the first day result of research got inlet concentration 0,8793 mg/l and outlet concentration 0,8063 mg/l with the removal efficiency equal to 8,8 %, The highest efficiency occur at third day equal to 8,8 %. And the next continuously decreasing the phosphate removal efficiency until day to ten become 6,9%.

Key word : Aerocarbonbiofilter reactor, tray aeration, activated carbon and zeolite medium, biosand filter.

ABSTRAK

Di Yogyakarta setiap tahun semakin meningkat jumlah kendaraan bermotor sekitar 11,8% dan mobil 6,9%. Hal ini diikuti pula dengan peningkatan jumlah jasa pencucian kendaraan bermotor dan mobil. Namun masih banyak jasa pencucian kendaraan bermotor dan mobil yang tidak mengolah air buangan dari proses pencucian, sehingga dibutuhkan pencegahan pencemaran air dengan pengolahan air limbah khususnya untuk jasa pencucian kendaraan bermotor. Akan tetapi diperlukan suatu teknologi yang lebih efisien guna mencapai hasil yang maksimal yaitu reaktor aerokarbonbiofilter untuk mendegradasi Suspended Solid dan phospat (PO_4). Dimana reaktor aerokarbonbiofilter terdiri dari 4 tingkat tray aerasi, media karbon aktif dan zeolit, Kombinasi media pembibitan mikroorganisme dan sandfilter dengan media pasir kuarsa (biosand filter).

Sebelum melakukan penelitian ini langkah pertama adalah persiapan pembibitan mikroorganisme selama 40 hari. Pada penelitian ini menggunakan pipa paralon sebagai media pembibitan mikroorganisme (media pertumbuhan melekat), karena media ini mempunyai permukaan yang luas, sehingga memungkinkan lebih banyak mikroorganisme yang tumbuh. Proses ini dibawah kondisi aerob sehingga dibutuhkan tambahan suplai oksigen, menggunakan buble aerator, ketika mikroorganisme tumbuh. Dan untuk memperbanyak jumlah mikroorganisme yang tumbuh ditambah nutrisi yang mengandung mikroba yaitu degra simba.

Pada penelitian ini diambil sampel selama 10 hari dan sekali setiap hari. Dari hasil penelitian pada hari pertama didapat konsentrasi inlet 447 mg/l and konsentrasi outlet 36 mg/l, efisiensi penurunan sebesar 92 % untuk Suspended Solid. , efisiensi penurunan relatif stabil untuk konsentrasi suspended solid. Efisiensi penurunan tertinggi terjadi pada hari ke 6, 7 dan 8 sebesar 96%. %. Dan untuk Penurunan konsentrasi phospat (PO_4) kurang terjadi penurunan yang signifikan . Dari hasil penelitian pada hari pertama didapat konsentrasi inlet 0,8793 mg/l dan konsentrasi outlet 0,8063 mg/l efisiensi penurunan sebesar 8,8 %, Efisiensi penurunan tertinggi terjadi pada hari ke 3 sebesar 8,8 %. Dan kemudian terus menerus efisiensi penurunan phospat (PO_4) turun sampai hari ke 10 menjadi 6,9%.

Kata Kunci : Reaktor aerokarbonbiofilter, tray aerasi, media karbon katif dan zeolit, Biosand filter.

- 4) Kedua orang tua ku (Bapak Sudi dan Ibu Dewi), adikku (Dhiyas) yang selalu memberikan ku motivasi, dukungan dan doa.
- 5) Mas Agus, yang telah banyak membantu dalam administrasi.
- 6) Pak Tasyono dan Mas Iwan, atas bantuan dan bimbingannya selama saya berada di Laboratorium Kualitas Air.
- 7) Pak Didi selaku pimpinan The Autobridal 10 untuk izin pengambilan limbah.
- 8) Wietha dan Meira temen seperjuangan ku yang telah banyak membantu dan telah memberikan dukungannya, terima kasih untuk kerjasamanya. Ayo semangat terus...!!!
- 9) Seluruh temen-teman ku yang telah banyak membantu secara langsung maupun tidak langsung, sehingga aku dapat menyelesaikan tugas akhir ini khususnya untuk Enviro 03'.

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.

Yogyakarta, 6 Juli 2007

Atur Ekharisma Dewi

DAFTAR ISI

Halaman pengesahan	i
Abstraction	ii
Abstrak	iii
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	x
Daftar Gambar	x
Daftar Lampiran	xi

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Air limbah	5
2.2 Sumber Air Limbah	5
2.3 Karakteristik Air Limbah	6
2.4 Proses Pencucian Kendaraan Bermotor	10

2.5	Parameter-parameter penelitian	10
2.6	Reaktor Aerokarbonbiofilter	24

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Lokasi Penelitian	50
3.2	Jenis Penelitian	50
3.3	Kerangka Penelitian	50
3.4	Objek Penelitian	52
3.5	Variabel Penelitian	52
3.6	Reaktor Aerokarbonbiofilter	52
3.7	Cara Kerja	56
3.8	Analisa Data	59

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1	Proses Pembibitan Mikroorganisme	61
4.2	Hasil Penelitian	59
4.2.1	Konsebrasi TSS	62
4.2.2	Konsentrasi Phospat	70

BAB V KASEMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	78
5.2	Saran	79
	Daftar Pustaka	80

DAFTAR TABEL

Tabel3.1	Dimendi Reaktor Aerokarbonfilter	51
----------	--	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar	2.1	Kurva Pertumbuhan Mikroba pada Sistem Tertutup	38
Gambar	3.1	Diagram Alir Penelitian	51
Gambar	3.2	Reaktor Aerokarbonbiofilter	56
Gambar	4.1	Penurunan Konsentrasi TSS pada Inlet Dan Outlet	62
Gambar	4.1	Persentase Penurunan Penurunan TSS	63
Gambar	4.3	Clogging Pada Selang Pompa	64
Gambar	4.4	Clogging TSS Pada Spray	65
Gambar	4.5	Endapan TSS Pada Tray Aerasi	66
Gambar	4.6	Penurunan Konsentrasi Phospat pada Inlet Dan Outlet	70
Gambar	4.7	Persentase Penurunan Penurunan Phospat	70

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) sebagai kota pelajar dan kota pariwisata, diikuti juga dengan peningkatan pengguna kendaraan bermotor dan mobil. Dimana dalam lima tahun terakhir, perkembangan kendaraan bermotor di DIY rata-rata 11,9 persen per tahun. Pertambahan kendaraan bermotor baru setiap tahun mencapai 83.761 unit, terbagi dalam kendaraan roda dua 75.907 unit dan kendaraan roda empat atau lebih 7.853 unit dimana lebih dari 90 persen di antaranya kendaraan roda dua atau sepeda motor. Pada tahun 2005 lalu, jumlah kendaraan bermotor di DIY mencapai 976.137 unit, dengan dominasi sepeda motor sebanyak 843.077 dan pertambahan kendaraan roda empat hanya 7.853 unit per tahun. Setiap tahun, jumlah kendaraan roda dua bertambah sekitar 11,8 persen, sementara kendaraan roda empat hanya 6,9 persen, dan jumlah kendaraan bermotor terbanyak berada di Kota Yogyakarta, yaitu 275.590 unit atau 28,23 persen dari total jumlah kendaraan bermotor (Kompas, 2006 dari data Polda DIY).

Peningkatan jumlah kendaraan dan semakin sibuknya aktifitas pemilik kendaraan, sehingga dibutuhkan jasa pencucian kendaraan bermotor untuk memenuhi perawatan kendaraan tanpa harus mengganggu aktifitas pemilik.

digunakan parameter *Suspended Solid* (SS) dan Phospat dengan menggunakan alat “aerokarbonbiofilter”.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana efektifitas Reaktor “aerokarbonbiofilter” untuk penurunan konsentrasi SS dan Phospat pada sisa proses pencucian kendaraan bermotor.
2. Berapa lama waktu Optimum yang dibutuhkan alat “aerokarbonbiofilter” untuk menurunkan konsentrasi SS dan Phospat pada sisa proses pencucian kendaraan bermotor.

1.3 Batasan Masalah

1. Alat yang digunakan adalah alat “aerokarbonbiofilter” yang terdiri dari 4 tingkatan aerasi, karbon aktif, zeolit, media pembibitan mikroorganismenya, dan media pasir.
2. Limbah cair yang digunakan adalah sisa proses pencucian kendaraan bermotor (The Auto Bridal 10).
3. Parameter air limbah yang digunakan SS dan phospat dengan skala laboratorium.
4. Waktu yang digunakan untuk pengambilan sampel 1 kali sehari selama 10 hari berturut-turut pada 1 titik effluent.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui waktu optimum untuk menurunkan konsentrasi SS dan phospat dari limbah cair sisa proses pencucian kendaraan bermotor dengan menggunakan alat “aerokarbonbiofilter”.
2. Mengetahui efisiensi penurunan konsentrasi SS dan phospat dari limbah cair sisa proses pencucian kendaraan bermotor dengan menggunakan alat “aerokarbonbiofilter” .

1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberikan data informasi tentang kemampuan “aerokarbonbiofilter” untuk menurunkan konsentrasi SS dan phospat dari limbah cair sisa proses pencucian kendaraan bermotor.
2. Memberikan suatu alternatif pengolahan pada kegiatan pencucian mobil sehingga tidak menambah beban pencemaran.
3. Dapat memberikan stimulus/pendorong untuk peneliti yang lain guna mempelajari alternatif-alternatif pengolahan limbah cair dari sisa proses pencucian kendaraan bermotor yang tepat guna

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Air Limbah

Secara umum limbah merupakan suatu produk sisa dari suatu aktifitas/kegiatan manusia yang dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan sekitarnya apabila tidak dikelola secara tepat akan dapat mengakibatkan pencemaran terhadap lingkungan baik udara, air, maupun tanah.

Air limbah yaitu kombinasi dari cairan dan sampah-sampah cair yang berasal dari pemukiman, perkantoran, dan industri, bersama-sama dengan air tanah, serta air hujan yang mungkin ada (Metcalf dan Eddy, 1991).

Menurut PP/82/2001 pengertian air limbah adalah sisa dari suatu hasil usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair.

2.2 Sumber Air Limbah

Sumber air limbah berasal dari limbah rumah tangga, industri, dan instansi-instansi yang menggunakan air bersih. Umumnya 85%-95% dari penggunaan air bersih tersebut yang akan menjadi air limbah jika air limbah tersebut tidak dipergunakan lagi (Sugiarto, 1987)

Menurut Bell (1977) sumber limbah cair berasal dari:

1. Air limbah domestik, berasal dari rumah tangga, perkantoran, pusat perdagangan, rumah sakit dan mengandung berbagai bahan antara lain:

kototan, urine dan air bekas cucian yang mengandung detergen, bakteri dan virus.

2. Air limbah industri, banyak mengandung bahan pelarut, mineral, logam berat, zat pewarna, nitrogen, sulfida, fosfat, dan zat lain yang bersifat toksik.
3. Air limbah dari daerah pertanian, banyak mengandung kotoran hewan, herbisida, pestisida.

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.

2.3 Karakteristik Air Limbah

Air buangan berasal dari berbagai sumber, sehingga memiliki karakteristik berbeda. Sifat dan karakteristik air buangan secara garis besar dibagi menjadi tiga bagian yaitu: sifat fisik, sifat kimia dan sifat biologis.

a. Sifat Fisik Air Limbah

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, warna.

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

Bau, air yang 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. Jika air berbau maka akan mengganggu estetika (Sanropie, dkk, 1984).

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 aktifitas biologi yang ada di dalamnya. Pada kenyataannya pencemaran oleh zat warna juga dapat menyebabkan gangguan estetika lingkungan. Apabila kondisi tersebut berlangsung terus menerus dapat mengakibatkan terputusnya proses yang merupakan siklus pendukung lingkungan hidup (Fardiaz, 1992).

Temperatur, temperatur air akan mempengaruhi kesukaan masyarakat terhadap air tersebut. Temperatur yang diharapkan adalah antara 10-15° C, bila terjadi penyimpangan akan mengakibatkan meningkatnya daya toksisitas bahan kimia atau bahan pencemar dalam air, pertumbuhan mikrobiologi dalam air.

b. Sifat Kimia Air Limbah

Kandungan bahan kimia yang ada di dalam air limbah dapat merugikan lingkungan. Bahan organik terlarut dapat menghasilkan oksigen dalam limbah serta akan menimbulkan rasa dan bau yang tidak sedap. Dan akan lebih berbahaya jika bahan kimia merupakan bahan kimia yang beracun. Adapun bahan kimia yang penting yang ada di dalam air limbah pada umumnya dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Bahan Organik

Pada umumnya zat organik berisikan kombinasi dari karbon, hidrogen, dan oksigen, bersama-sama dengan nitrogen. Elemen lainnya yang penting seperti belerang, fosfor, dan besi juga dapat dijumpai. Semakin lama, jumlah dan jenis bahan organik semakin banyak, hal ini akan mempersulit dalam pengolahan air limbah, sebab beberapa zat tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme.

2. Bahan anorganik

Beberapa komponen anorganik dari air limbah dan air alami adalah 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, kebasaaan, sulfur, zat beracun, logam berat, metan, Nitrogen, fosfor, gas (Sugiharto, 1985).

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).

c. Sifat Biologis Air Limbah

Sifat biologis air buangan domestik perlu diketahui untuk kualitas air terutama bagi air yang dipergunakan sebagai air minum dan air bersih dan mengukur tingkat pencemaran sebelum dibuang ke badan air penerima.. Parameter yang sering digunakan adalah banyaknya kandungan mikroorganisme yang ada dalam kandungan air limbah adalah mikroorganisme yang berperan dalam proses penguraian bahan-bahan organik di dalam air buangan domestik adalah bakteri, jamur, protozoa, virus, algae, tanaman dan hewan renik.

Indikator yang digunakan untuk mengetahui besar dan kecilnya pencemaran bakteriologis adalah berapa jumlah bakteri *coliform* per seratus ml larutan dengan singkatan MPN (*Most Probable Number*) (Tjokrokusumo, 1998).

2.4 Proses Pencucian Kendaraan Bermotor

Pada umumnya sebelum kendaraan akan dicuci atau dibersihkan maka terlebih dahulu dilakukan pembersihan di kolong-kolong kendaraan dengan menggunakan air bertekanan tinggi yang berfungsi untuk melepaskan kotoran-kotoran yang menempel, kemudian dilanjutkan dengan proses pencucian dan penyikatan dengan menggunakan sabun atau detergen. Setelah proses pencucian kolong kendaraan selesai maka baru dilakukan pencucian *body* kendaraan dengan menyemprotkan air bertekanan, dilanjutkan dengan pemberian shampo mobil yang mengandung *wax*/lapisan lilin untuk melapisi cat dan memberikan efek kilap pada kendaraan. Kemudian setelah seluruh *body* kendaraan diberikan shampo maka dilakukan pembersihan dengan menggunakan busa lembut pada seluruh *body* kendaraan. Setelah dibersihkan maka dilakukan pembilasan kembali dengan menggunakan air bertekanan kemudian kendaraan dibawa ke tempat proses pengeringan dan proses penyelesaian akhir seperti pembersihan interior mobil dengan menggunakan *vacuum cleaner*/penghisap debu dan pembersihan mesin dan roda-roda kendaraan.

2.5 Parameter – Parameter Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan parameter-parameter sebagai berikut:

1. *Suspended Solid (SS)*

Pada air limbah pencucian kendaraan bermotor pada umumnya banyak mengandung *suspended solid* (zat padat tersuspensi). Adanya zat padat tersuspensi dapat mempengaruhi keseimbangan pada badan air.

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

Zat tidak terlarut, terapung atau tersuspensi dalam air, menggambarkan kekeruhan disebut dengan *Total Suspended solid*. Semakin Tingginya tingkatan konsentrasi *Suspended solid* akan melindungi bakteri berbahaya seperti *coliform* dan akan fatal ketika dicerna. Bakteri itu bersembunyi dan melekat pada zat padat tersuspensi dan tidak siap untuk dibasmi(Nathan schiff,2000).

Menurut Sumentri (1987) zat padat tersuspensi dapat diklasifikasikan menjadi zat padat terapung yang bersifat organik dan zat padat terendapkan yang bersifat organik dan anorganik .

Zat Padat Tersuspensi dapat bersifat organik dan anorganik. Zat Padat Tersuspensi dapat diklasifikasikan sekali lagi menjadi antara lain *zat padat terapung* yang selalu bersifat organis dan *zat padat terendap* yang dapat bersifat organis dan inorganis. Zat padat terendap adalah zat padat dalam

suspensi yang dalam keadaan tenang dapat mengendap setelah waktu tertentu karena pengaruh gaya beratnya (Alaerts, 1984).

Total Suspended Solids (TSS) adalah padatan dalam air, itu dapat terperangkap dalam filter. TSS meliputi bermacam-macam bahan seperti pada endapan, pembusukan tanaman dan hewan, limbah industri dan saluran air buangan. Konsentrasi yang tinggi suspended solid menyebabkan banyak masalah untuk kesehatan dan ekosistem akuatik. TSS yang tinggi menghalangi masuknya sinar matahari ke dalam air, sehingga fotosintesis perlahan menurun. Fotosintesis berkurang menyebabkan turunnya oksigen terlarut yang dilepas ke dalam air oleh tanaman. Jika sinar matahari menghalangi semua dari dasar tanaman, tanaman bisa berhenti memproduksi oksigen dan akan mati. Tanaman terdekomposisi oleh bakteri. Rendahnya oksigen terlarut dapat membunuh ikan. TSS juga menyebabkan peningkatan energi dipermukaan karena panas dari sinar matahari diadsorb oleh partikel tersuspensi. Ini akan menyebabkan oksigen terlarut turun karena pemanasan air dan dapat berbahaya bagi kehidupan akuatik dalam banyak cara (Murphy dari Mitchell and Stapp, 1992).

Penurunan kejernihan dalam air disebabkan oleh TSS dan dapat 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 *suspended solids* tenang di dasar badan air, dapat menyembunyikan telur. Endapan yang tenang dapat

terisi dalam ruang antara batuan, dimana digunakan untuk rumah organisme akuatik (Mitchell and Stapp, 1992; *Environmental Microbiology*).

TSS yang tinggi dalam badan air sering menunjukkan konsentrasi yang lebih tinggi pada bakteri, nutrisi, pestisida, logam dalam air. Pencemar ini menempel membentuk endapan partikel dan dibawa ke dalam badan air. Dalam air pencemar dilepas dari endapan atau melalui hilir (Murphy dari Federal Interagency Stream Restoration Working Group, 1998). TSS yang tinggi dapat menyebabkan masalah dalam industri, karena padatan dapat penyumbatan pada pipa dan mesin.

Padatan yang tersuspensi dalam air umumnya terdiri dari fitoplankton, zooplankton, kotoran manusia, kotoran hewan, lumpur, sisa tanaman dan hewan, dan limbah industri. Padatan tersuspensi total suatu contoh air ialah jumlah bobot bahan yang tersuspensi dalam suatu volume tertentu. Biasanya dalam miligram per liter atau bagian per juta (bpj). Pengukuran langsung total padatan tersuspensi sering memakan waktu. Ilmuwan sering mengukur kekeruhan (turbiditas) yang dapat memperkirakan padatan tersuspensi total dalam suatu contoh air. Turbiditas diukur dengan alat turbidimeter yang mengukur kemampuan cahaya untuk melewati contoh air itu. Partikel yang tersuspensi itu akan menghamburkan cahaya yang datang, sehingga menurunkan intensitas cahaya yang ditransmisikan (Sastrawijaya, 1991).

2. Phospat (PO_4)

Pada air limbah pencucian kendaraan bermotor pada umumnya banyak mengandung Phospat (PO_4). Phospat berasal dari penggunaan sampo dalam pencucian mobil, dimana sampo mengandung detergen yang didalamnya terdapat phospat dalam bentuk *Sodium Tri Poly Phosphate* (STPP) yang berfungsi meningkatkan efisiensi pencuci dari surfaktan dengan cara menonaktifkan mineral penyebab kesadahan air (obat-pom,2004).

Phosphat memegang peranan penting dalam produk deterjen, sebagai *softener* air. Bahan ini mampu menurunkan kesadahan air dengan cara mengikat ion kalsium dan magnesium. Berkat aksi *softener*nya, efektivitas dari daya cuci deterjen meningkat. Phosphate yang biasa dijumpai pada umumnya berbentuk *Sodium Tri Poly Phosphate* (STPP). Phosphat tidak memiliki daya racun, bahkan sebaliknya merupakan salah satu nutrisi penting yang dibutuhkan makhluk hidup. Tetapi dalam jumlah yang terlalu banyak, phosphat dapat menyebabkan pengkayaan unsur hara (eutrofikasi) yang berlebihan di badan air, sehingga badan air kekurangan oksigen akibat dari pertumbuhan algae (*phytoplankton*) yang berlebihan yang merupakan makanan bakteri. Populasi bakteri yang berlebihan akan menggunakan oksigen yang terdapat dalam air sampai suatu saat terjadi kekurangan oksigen di badan air dan pada akhirnya justru membahayakan kehidupan makhluk air dan sekitarnya. Di beberapa negara, penggunaan phosphat dalam deterjen telah dilarang. Sebagai alternatif, telah

dikembangkan penggunaan *zeolite* dan *citrate* sebagai pengganti dalam deterjen (obat-pom,2004).

Produk dagang ini mengandung 20-30% *surfaktan* (ramuan aktif) dan 70-80% lainnya pembangun. Bahan pembangun ini pada umumnya adalah *sodium sulfat*, *sodium tripolyphosphat*, *sodium pyrophosphate*, *sodium silikat* dan material lain. Penggunaan fosfat sangat dibatasi karena dapat menyebabkan eutrofikasi. Jenis utama *surfactan sintetis* antara lain : anionik, nonionik, dan kationik. (McCarty, 2003).

Sulfatan dan fosfat adalah komponen utama pembentukan detergen dan produk pembersih. Pengembangan detergen berbahan dasar *sodium tripolyphosphate* (STP or STPP) ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) dimulai pada tahun 1960 an. Selama tahun itu detergen rata-rata mengandung 40% STTP. Fosfat bukan saja *softener* yang unggul tetapi juga baik untuk penyubur tanaman di lahan atau algae di sungai/danau. Kelebihan fosfat yang dilepas dipermukaan air, akan mengakibatkan suplai oksigen lebih rendah dipermukaan, sehingga mengurangi kualitas air untuk air minum atau ikan. Penggunaan fosfat yang banyak dalam produk detergen menyebabkan terjadinya salah satu fenomena tersebut. Lingkungan yang kaya nutrisi tanaman disebut eutropik sedang eutrofikasi yang kaya nutrisi dari bahan kimia (Friedman,2004).

Bahan pembangun pada detergen (STPP, *zeolite* dan *citrate*) berfungsi, sebagai berikut :

- ✓ Pelunakan air
- ✓ *Alkalinity* dan *buffering*
- ✓ *Dispersant* dan *antiredeposition activity*
- ✓ Mencegah korosi
- ✓ Mengontrol ion logam berat (Fe^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+}) untuk stabilisasi pemutih
- ✓ Cairan (*Sulfatan*)
- ✓ Merendahkan CMC (*critical micellar concentration*) pada *surfactants*

Sumber fosfat di lingkungan perairan dibagi 2 yaitu : *point sources* dan *diffuse sources*. *Point sources* yang utama berasal dari aktivitas manusia dan limbah perkotaan, industri dan beberapa limbah pertanian. Air buangan perkotaan mengandung beberapa sumber fosfat seperti pada umumnya limbah domestik, kotoran manusia, sisa makanan, beberapa limbah industri dan beberapa pengumpulan air hujan. Sedangkan *diffuse sources* adalah tidak dapat dispesifikasikan lokasinya. Yang paling mayoritas *diffuse sources* berasal (pupuk yang hilang, erosi tanah) atau bukan berasal dari pertanian. Kemudian meliputi debu, kotoran hewan, air hujan, sisa tanaman dan yang paling penting untuk ekosistem akuatik dan sedimentasi danau.

Sejak meningkatnya fosfat detergen disertai oleh peningkatan penggunaan fosfat penyubur (pupuk) juga di temukan dalam perairan

alami, yang berefek bagi lingkungan dari fosfor tidak semata-mata dari industri detergen. Berdasar ECE detergen berkontribusi kurang dari 45% beban total fosfat domestik dan kurang 15% kotoran total fosfat. Dari hasil studi di Jerman pada tahun 1975 diketahui bahwa 60% fosfat dalam air buangan perkotaan berasal dari detergen (Friedman,2004).

Fosfat detergen berdampak langsung pada kualitas air hal ini diukur dengan tingkat fosfat, kandungan alga, secara visual *suspended solid*, tingkat oksigen. Selain itu mengganggu keseimbangan alga di alam, dan dipercaya sebagai kontribusi "*greenhouse effect*" karena alga menentukan banyaknya jumlah karbon dioksida di atmosfer. Pemanasan global menjadi konsentrasi utama sekarang ini. Sehingga alga menjadi penting dalam hal ini dan fosfat memberi dampak negatif juga (Friedman,2004).

Tingginya busa yang terdapat di dalam pengolahan limbah tidak hanya timbul dari *Surface Active Agent* pada detergen. Sulfatan atau bahan tambahan pada detergen mendukung adanya kerusakan lingkungan, selain itu bahan itu tidak dapat terurai secara sempurna. Salah satunya adalah *Polifosfat*. *Fosphate* pada detergen dianggap sumber utama parameter *fosfat* dalam air .

Kehadiran *Fosphate* dalam air limbah berbentuk *Orthophofat* (seperti $\text{HPO}_4, \text{PO}_4$). Kandungan *Fosphate* dalam air limbah dipakai dalam penentuan perencanaan perlakuan air limbah secara biologi dalam

hubungannya dengan kebutuhan untuk mendukung pertumbuhan mikroba (Hammer,1997).

Pospate dalam air dapat berbentuk *Orthofospat*, *Polifospat* dan *Fospat* organis. Berikut adalah bentuk dari Fospat yang terdapat dalam air :

1. *Orthofospat* adalah senyawa monomer seperti H_2PO_4 , HPO_4 , PO_4 .
2. *Polifospat / Condensed Phosphates* merupakan senyawa polimer seperti $(PO_3)_6$ (*Heksameta phosat*), P_3O_{10} (*Tripolifospat*)
3. *Posphate* organis adalah fosfor yang terikat dengan senyawa-senyawa organis, sehingga tidak berada dalam larutan secara terlepas (Alaerts,1987)

Bentuk *orthophosphat* dihasilkan dari proses alami, tetapi sebagian besar sumber berasal dari saluran air buangan yang sebagian diolah dan tidak diolah sama sekali, limpahan dari lokasi pertanian, penggunaan pupuk di halaman rumput. *Orthophosphat* pada lahan pertanian dan pemukiman sebagai pupuk yang dibawa kedalam permukaan air selama terjadi semburan atau mencairnya salju. Dalam tambahan, semburan menyebabkan perpindahan vertikal fosfat kedalam sistem air tanah, tetapi karena tanah tertarik untuk fosfat , lapisan tanah sebagai penyimpan. *Orthophosphat* juga tersedia pada komunitas biologis dan ditemukan dalam konsentrasi rendah pada air yang tidak tercemar. (Wilkes university,2007).

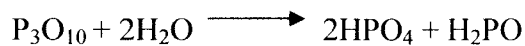
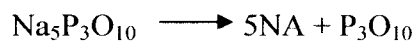
Bentuk *poly* digunakan untuk mengolah air *boiler* dan dalam deterjen. Dalam air bentuk *poly* berpindah menjadi *orthophosphat* dan tersedia untuk kebutuhan tanaman. Phosphat organik diperkirakan dengan test total phosphat (Wilkes university,2007).

Phosphat organik berasal dari jaringan tanaman, limbah padat, dan bahan organik lain. Setelah didekomposisi, phosphat akan dirubah menjadi *orthophosphat* (Wilkes university,2007).

Batuan phosphat memiliki nilai komersil tersedia dalam bentuk yang disebut *apatite*. Phosphat juga ada pada fosil tulang serta kotoran burung. Apatite adalah salah satu kelompok phosphat yang mengandung kalsium, besi, khlorin dan elemen lain dalam berbagai macam kuantitas. Yang paling banyak mengandung *fluorin*, *fluorapatitem* adalah unsur utama tulang dan gigi. Yang kuantitas paling banyak adalah asam sulfur yang digunakan dalam mengubah batuan phosphat menjadi produk pupuk yang disebut "*tsuper phosphate*". Bila parameter *posphate* pada air sangat rendah (0.01 mg P/lit), pertumbuhan tanaman dan alga akan terhalang. Keadaan ini dinamakan *Oligotrop*.

Bila kadar nutrien dan fosfat tinggi, maka pertumbuhan tanaman dan alga tidak terendalikan lagi, sehingga tanaman tersebut dapat menghabiskan oksigen dalam perairan pada malam hari atau bila tanaman tersebut mati dan dalam keadaan sedang dicerna (*digest*).Keadaan ini disebut *eutrop* (Alaerts, 1987).

Bahan pembentukan utama didalam detergen adalah *natrium tripolifosfat* ($\text{Na}_2\text{P}_3\text{O}_{10}$). Senyawa ini tidak merupakan masalah dalam dekomposisinya di lingkungan, sebab ion P_3O_{10} akan mengalami reaksi hidrolisis perlahan didalam lingkungan untuk memproduksi *orthofosfat* yang tidak beracun, dengan reaksi sebagai berikut :



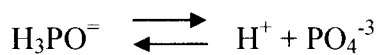
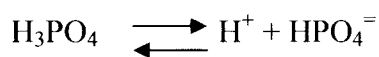
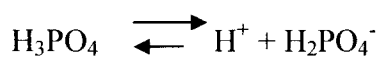
Phosphate mempunyai keuntungan :

1. Fosfat tidak beracun terhadap hewan air dan tidak mengganggu kesehatan manusia.
2. Fosfat bersifat aman digunakan dalam berbagai pewarna serat kain.
3. Fosfat bersifat aman digunakan dalam mesin cuci, tidak bersifat korosif dan tidak mudah terbakar (Fardiaz, 1992)

Asam fosfat dapat membentuk tiga macam garam, yaitu :

- a. Garam asam primer, contoh : NaH_2PO_4 (*Na dihidrogen fosfat*)
- b. Garam asam sekunder, contoh: Na_2HPO_4 (*diNahidrogen fosfat*)
- c. Garam normal, contoh: Na_3PO_4 (*trinatrium fosfat*)

Deterjen dapat dibuat dari bahan Na_3PO_4 atau $\text{Na}_3\text{P}_3\text{O}_{10}$ atau asam fosfat juga berbentuk H_3PO_4 . Asam fosfat ini merupakan suatu asam yang tidak begitu kuat.



Asam fosfat H_2PO_4 ini bukan oksidator seperti $NHOP_3$ (Datye,1984)

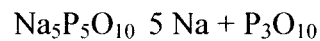
Sumber Phospat pada air limbah adalah berasal dari :

1. Pemakaian detergen

Bahan-bahan penyusun detergen antara lain:

- a. Bahan penurun tegangan permukaan
- b. Bahan penunjang

Untuk penunjang kerjanya bahan penurun tegangan permukaan, contoh : $Na_5P_3O_{10}$ (Natrium Tripolifosfat)



Jika mencuci dengan air sadah Ca_2 diikat oleh P_3O_{10} membentuk senyawa kompleks sehingga kesadahan air berkurang. Jadi air sudah tidak bisa dipakai untuk mencuci dengan detergen.

- c. Bahan pengisi

Untuk menurunkan harga, seperti Na_2CO_3 (Natrium Karbonat)

- d. Bahan Pengikat air

Untuk menjaga antara air dan sabun terjadi daya tarik menarik, sehingga air pada sabun dapat bekerja

- e. Bahan Tambahan

Untuk menambah daya guna detergen agar kotoran yang diberi detergen tidak kembali lagi ke bahan cucian.

Contoh : Karboksimetil Selulosa (cmc).

- f. Wangi-wangian

2 . Air seni, kandungan phospat dalam air seni adalah sebesar 2,47 mg/hari
(Hary,Tome,2005)

3. Tinja, kandungan phospat dalam tinja adalah sebesar 1.37 mg/hari
(Hary,Tome,2005)

4. Sisa makanan

Fosfor total menggambarkan jumlah total fosfor, baik berupa partikulat atau terlarut, anorganik maupun organik. Fosfor anorganik biasa disebut *soluble reactive phosphorus*, misal : *orthofosfat*. Fosfor organik banyak diperairan yang banyak mengandung bahan organik. Oleh karena itu perairan yang memiliki kadar bahan organik tinggi sebaiknya ditentukan oleh kadar fosfor total, disamping orthofosfat (Mackereth et al,1989)

Pada air sisa pencucian kendaraan pada umumnya mengandung fosfat dimana yang bersaal dari penggunaan bahan pembersih berupa deterjen. Di dalam air fosfat akan menimbulkan buih dan selama proses aerasi buih tersebut berada diatas permukaan gelembung udara dan biasanya relatif tetap. Tingginya kandungan fosfat dan nutrien lainnya menyebabkan pertumbuhan enceng gondok dan ganggang tidak terbatas sehingga akan memacu juga pertumbuhan salah satu tumbuhan air yaitu fitoplankton. Fitoplankton termasuk tanaman yang mengambil oksigen di dalam air untuk bernafas atau respirasi.

Kegunaan Phospat menurut, antara lain :

1. Polifosfat digunakan untuk mengontrol dan mencegah korosi pada sistem penyediaan air dan pelunakan air untuk stabilisasi kalsium karbonat yang dibutuhkan dalam pengaktifan karbon (Sawyer,1954)

2. Kandungan fosfor organik pada lumpur sisa pengolahan limbah aerobik dan anaerobik digunakan untuk pupuk
3. Pada pengolahan biologi fosfor dibutuhkan untuk reproduksi dan sintesis pembentukan sel baru.
4. Fosfor digunakan sebagai sabun/detergen, bahan industri keramik, produk minum dan makanan, katalis (Barry,1985)
5. Dalam jumlah kecil phosphat ditambahkan pada penyediaan air selama pengolahan untuk mencegah korosi dan bahan kimia ini digunakan secara luas dalam pengolahan air *boiler*. Dalam kuantitas yang lebih besar kandungan ini dapat ditemukan pada laundry dan komersial *cleaning fluids*.

2.6 Reaktor “Aerokarbonbiofilter

Pada penelitian ini akan menggunakan reaktor aerokarbonbiofilter yang terdiri dari proses aerasi, adsorpsi dengan karbon aktif dan zeolit, serta *biofilter* dengan media pipa paralon sebagai media pembibitan mikroorganisme dan pasir kuarsa sebagai media filter. Pada reaktor ini menggunakan proses pengolahan secara aerob yaitu suatu pengolahan yang membutuhkan oksigen dimana terdapat mikroorganisme yang berfungsi untuk melakukan dekomposisi/menguraikan air limbah. Berikut ini adalah penjelasan tentang beberapa tahapan yang terjadi pada reaktor aerokarbonbiofilter, antara lain :

1. Tray Aerasi

Proses aerasi adalah fenomena fisik dimana terjadi pertukaran molekul-molekul gas di udara dengan cairan pada *gas-liquid interface*. Pertukaran tersebut menyebabkan konsentrasi molekul gas di dalam cairan mencapai titik jenuh. Karena pertukaran gas hanya terjadi pada permukaan (*interface*), maka proses tersebut harus dilakukan dengan kontak sebanyak-banyaknya antara kedua permukaan tersebut. Atau dengan kata lain aerasi adalah proses pengolahan air dengan mengontakkannya dengan udara. Sasaran yang utama adalah memaksimalkan luas dari permukaan air ke udara. Dengan maksud perpindahan efisien terbesar dari satu medium ke medium yang lain. Hal ini sangat penting agar dalam proses ini cukup berlangsung percampuran antara air dengan udara (Walker, 1978).

Menurut Agustjik, 1991 aerasi bertujuan untuk :

- a. Penambahan jumlah oksigen
- b. Penurunan jumlah karbon dioksida (CO_2)
- c. 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 mikroorganismenya untuk tumbuh dan melakukan degradasi bahan organik. (Droste, Ronald L, 1997).

2. Adsorpsi

Adsorpsi merupakan proses pengumpulan substansi terlarut yang ada dalam larutan oleh permukaan zat atau benda penyerap dimana terjadi suatu ikatan kimia fisik antara substansi dengan zat penyerap. Karena keduanya sering muncul bersamaan dalam suatu proses maka ada yang menyebut sorpsi, baik adsorpsi sebagai sorpsi yang terjadi pada karbon aktif maupun padatan lainnya. Namun unit operasinya dikenal sebagai adsorpsi. (Guntoro, 2004)

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

Adapun 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 0.1 mm, sedangkan ukuran diameter 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 kontak 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.

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.

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 dialirkan 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).

3. Karbon Aktif

Karbon aktif adalah karbon yang diproses pada temperatur dibawah 600°C , akan tetapi ada juga beberapa literatur yang menyatakan pada proses aktivasi arang dengan uap air sangat baik pada temperatur $900-1000^{\circ}\text{C}$ disertai penambahan garam KCNS dengan tujuan agar pori-pori pada karbon aktif

terbuka sehingga akan mempertinggi kualitas daya adsorpsi karbon aktif yang diperoleh.

Karbon aktif merupakan karbon yang akan membentuk *amorf*, yang sebagian besar terdiri dari karbon bebas serta memiliki permukaan dalam (*internal surface*) yang berongga, berwarna hitam, tidak berbau, tidak berasa, dan mempunyai daya serap yang jauh lebih besar dibandingkan dengan karbon yang belum menjalani proses aktivasi.

Bentuk yang paling umum dari karbon aktif adalah berbentuk bubuk (*powder*) yang sering kita kenal dengan nama PAC (*Powdered Activated Carbon*) dan yang berbentuk butiran (*granular*) yang kita kenal dengan nama GAC (*Granular Activated Carbon*) (Droste, 1997). Adapun ukuran diameter karbon aktif *powder* lebih kecil dari 200mesh dan granular mempunyai diameter lebih besar dari 0.1mm (Metcalf dan Eddy, 1991).

Penggunaan bubuk karbon aktif mempunyai kelebihan sebagai berikut :

1. Sangat ekonomis karena ukuran butir yang kecil dan luas permukaan kontak per satuan berat sangat besar.
2. Kontak menjadi sangat baik dengan mengadakan pengadukan cepat dan merata.
3. Tidak memerlukan tambahan alat lagi karena karbon akan mengendap bersama lumpur yang terbentuk.
4. Kemungkinan tumbuhnya mikroorganisme sangat kecil.

Adapun kerugiannya adalah :

1. Penanganan karbon aktif, karena berbentuk bubuk yang sangat halus. Kemungkinan mudah terbawa angin, sulit tercampur dengan air dan mudah terbakar.
2. Karena bercampur dengan lumpur, maka sulit diregenerasi dan biaya operasinya mahal.
3. Kemungkinan terjadi penyumbatan besar, karena karbon aktif bercampur dengan lumpur.

Kelebihan pemakaian karbon aktif granular :

1. Pengoperasian mudah karena air mengalir dalam media karbon.
2. Proses berjalan cepat karena ukuran butiran karbonnya lebih besar.
3. Karbon aktif tidak bercampur dengan lumpur sehingga dapat diregenerasi.

Kerugian pemakaian karbon aktif secara granular :

1. Perlu tambahan unit pengolah lagi, yaitu filter.
2. Luas permukaan kontak per satuan berat lebih kecil karena ukuran butiran karbon besar.

Karbon yang berbentuk bubuk digunakan untuk adsorpsi dalam larutan, misalnya untuk menghilangkan warna sedangkan karbon dengan bentuk granular digunakan untuk absorpsi gas dan uap. Akan tetapi Karbon bentuk granular juga sering digunakan pada media larutan khususnya untuk menghilangkan warna dalam suatu larutan serta pemisahan komponen komponen dalam suatu sistem yang mengalir.

☞ **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 Der Waals*). 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).

☞ **Kegunaan Karbon Aktif**

Karbon aktif dapat digunakan sebagai bahan pemucat, penyerap gas, penyerap logam, menghilangkan polutan mikro misalnya zat

organik, 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.

4. Zeolit

Istilah Zeolit berasal dari kata Zein yang dalam bahasa Yunani berarti membuih dan *lithos* yang berarti batu. Nama ini sesuai dengan sifat yang membuih bila dipanaskan pada suhu 100°C. Zeolit merupakan senyawa *aluminosilat* yang terhidrasi dengan unsur utama terdiri dari kation alkali dan alkali tanah. Senyawa ini memiliki struktur tiga dimensi dan memiliki pori-pori yang dapat diisi dengan air. Selain itu zeolit memiliki kemampuan untuk menyerap dan melepaskan komponen yang terkandung serta dapat menukar berbagai jenis kation tanpa merubah struktur utama penyusunnya.

Zeolit adalah senyawa zat kimia alumino-silikat berhidrat dengan kation natrium, kalium dan barium. Secara umum, Zeolit memiliki molekular sruktur yang unik, dimana atom silikon dikelilingi oleh 4 atom oksigen sehingga membentuk semacam jaringan dengan pola yang teratur. Di beberapa tempat di jaringan ini, atom *Silicon* digantikan dengan atom Aluminium, yang hanya terkoordinasi dengan 3 atom Oksigen. Atom Aluminium ini hanya memiliki

muatan 3+, sedangkan *Silicon* sendiri memiliki muatan 4+. Keberadaan atom Aluminium ini secara keseluruhan akan menyebabkan Zeolit memiliki muatan negatif. Muatan negatif inilah yang menyebabkan Zeolit mampu mengikat kation. Zeolit juga sering disebut sebagai '*molecular sieve*' / '*molecular mesh*' (saringan molekuler) karena zeolit memiliki pori-pori berukuran molekuler sehingga mampu memisahkan/menyaring molekul dengan ukuran tertentu (Wikimedia,2007).

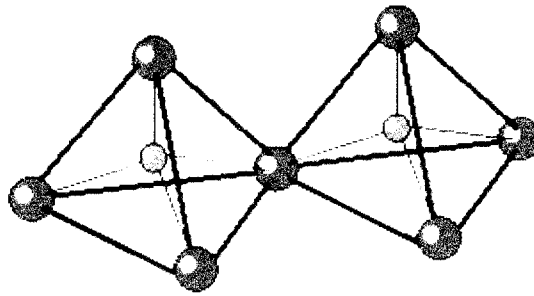
Pengaktifan zeolit dilakukan dengan cara pemanasan yang dimaksudkan untuk melepaskan molekul-molekul air yang terdapat pada zeolit yang nantinya akan digantikan oleh molekul yang diadsorpsi. Selain itu pengaktifan zeolit dilakukan dengan perendaman larutan asam (H_2SO_4) dan basa (NaOH), $KMnO_4$ 1% dengan tujuan untuk membersihkan pori dan membuang senyawa pengotor serta mengatur kembali letak atom yang dapat dipertukarkan.

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 *impurities* lainnya.

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 $M_{c/n} \{(AlO_2)_c(SiO_2)_d\} b H_2O$.



Gambar 2.1 *Tetrahedra alumina dan silika (TO₄) pada struktur zeolit*

Zeolit ada dua macam yaitu zeolit alam dan sintetik. Umumnya zeolit alam digunakan untuk pupuk, penjernihan air, dan diaktifkan untuk dimanfaatkan sebagai katalis dan *adsorbent*. Sedangkan zeolit sintetik untuk proses – proses kimia di industri kimia seperti sebagai katalis, *ion exchanger*, dan *adsorbent* dalam pengolahan limbah (CREC,2006).

Zeolit mempunyai beberapa sifat antara lain : mudah melepas air akibat pemanasan, tetapi juga mudah mengikat kembali molekul air dalam udara lembab. Oleh sebab sifatnya tersebut maka zeolit banyak digunakan sebagai bahan pengering. Disamping itu zeolit juga mudah melepas kation dan diganti dengan

kation lainnya, misal zeolit melepas natrium dan digantikan dengan mengikat kalsium atau magnesium. Sifat ini pula menyebabkan zeolit dimanfaatkan untuk melunakkan air. Zeolit dengan ukuran rongga tertentu digunakan pula sebagai katalis untuk mengubah alkohol menjadi hidrokarbon sehingga alkohol dapat digunakan sebagai bensin. Zeolit di alam banyak ditemukan di India, Siprus, Jerman dan Amerika Serikat (Wikimedia,2007).

Zeolit aktif berfungsi sebagai penyaring dan penyerap gas atau cairan. Beberapa mineral zeolit mampu menyerap gas sebanyak 30% dari berat dalam keadaan kering. Selain itu zeolit berpengaruh pada adsorpsi yaitu melepas air dari permukaan yang menyebabkan medan listrik meluas kerongga utama dan akan efektif terinteraksi dengan molekul yang akan teradsorpsi. Zeolit juga sering digunakan sebagai penukar ion (*ion exchange*) dan pemercepat reaksi kimia (*katalis*).

Kegunaan zeolit di bidang industri dapat memisahkan ammonia/ammonium ion dari air limbah industri. Dengan menggunakan *Clinoptilolit* dapat memisahkan 99% amoniak/ ammonium dari limbah industri. Zeolit dapat juga 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_x), gas organik CS_2 , CH_4 , CH_3CN , CH_3OH , termasuk pirogas dan fraksi etana/etilen, pemurnian udara bersih mengandung O_2 , penyerapan gas N_2 dari udara sehingga meningkatkan kemurnian O_2 diudara, campuran filter pada rokok, penyerapan gas dan penghilangan warna dari cairan gula pada pabrik gula. Dalam bidang katalis, sorben Al_2O_3 biasanya digunakan tetapi akhir-akhir ini juga digunakan zeolit A

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

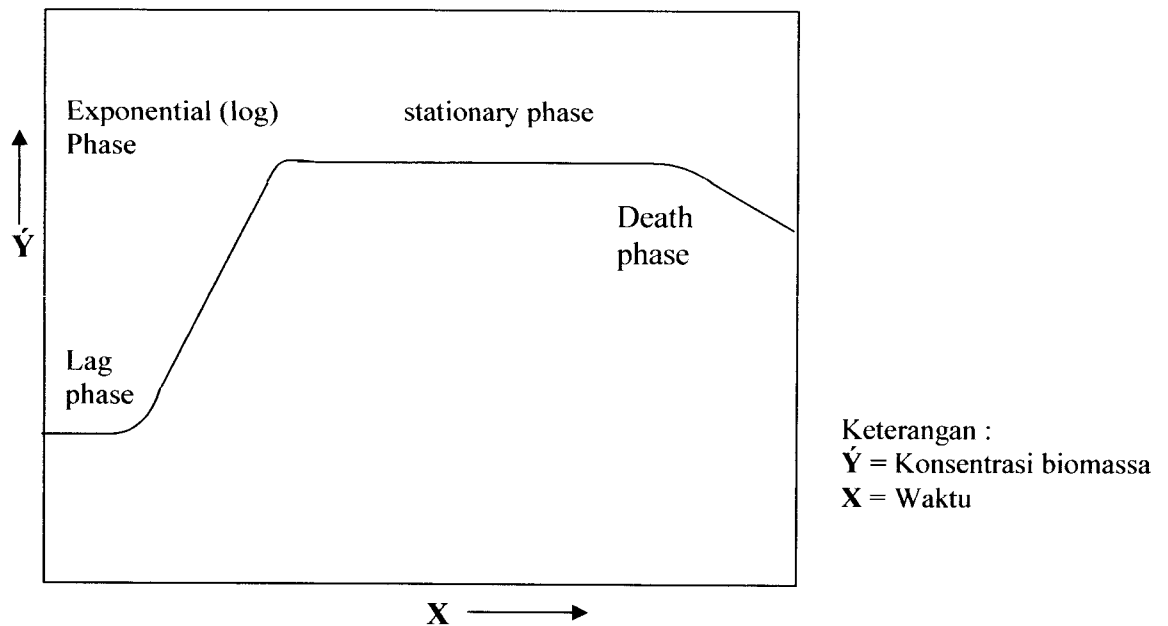
aktif yang banyak dikenal berlangsung dalam reaktor. Proses lumpur aktif terus berkembang dengan berbagai modifikasinya, antara lain : *Oksidation ditch* dan kontak stabilisasi, yaitu efisiensi yang tinggi antara 90%-95% dan lumpur yang dihasilkan lebih sedikit dan waktu detensi hidrolis total yang lebih pendek (4-6 jam).

b. *Reaktor pertumbuhan lekat (attached growth reaktor)*: 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 reaktor*), 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 biologi berputar dan *filter anaerobik*.



Gambar 2.2. Kurva Pertumbuhan Mikroba pada Sistem Tertutup

Sumber : Prescott, 1999

Menurut Prescott (1994) pertumbuhan mikroorganisme dapat diplotkan sebagai logaritma dari jumlah sel dengan waktu inkubasi. Dari hasil kurva terdiri dari empat fase (Gambar 2.1).

➤ *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 media biakan. Selama periode ini tidak terjadi penangkaran sel (Mangunwidjaja, 1994). Oleh karena itu :

$$X = X_0 = \text{tetap} \dots\dots\dots(2.1)$$

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

Laju pertumbuhan sama dengan nol.

➤ *Fase Ekponensial (Exponential phase)*

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

➤ *Fase Stasioner (Stationary phase)*

Fase ini yaitu ketika populasi pertumbuhan berhenti dan 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).

b. 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 kerana 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 ekstraseluller* 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 ditemeli. Interaksi ini terjadi dengan adanya faktor-faktor yang meliputi kelembaban permukaan, makanan yang tersedia, pembentukan matrik *ekstraseluller* (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 (WEDC,1999).

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.

6. Pasir

Media filter yang paling banyak digunakan adalah media pasir, hal ini dikarenakan memiliki nilai ekonomis yang rendah/murah.

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 pemilihan jenis pasir, sehingga diperoleh pasir yang sesuai dengan syarat-syarat media pasir. Dalam memilih jenis pasir sebagai media filter hal – hal yang diperhatikan adalah :

- a. Senyawa kimia pada pasir
- b. Karakteristik fisik pasir
- c. Persyaratan kualitas pasir yang disyaratkan

d. Jenis pasir dan ketersediaannya

a) Susunan Kimia Pasir

Pada umumnya pasir mempunyai senyawa kimia antara lain : SiO_2 , Na_2O , CaO , MgO , Fe_2O , 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. (Lewis, 1980). Proses yang terpenting dalam filter yang berhubungan dengan kekerasan pasir adalah pencucian pasir.

b) Karakteristik Fisik Pasir

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

a. Bentuk Pasir

Bentuk pasir sangat berpengaruh terhadap kelolosan / permeabilitas. Menurut bentuknya pasir dapat dibagi menjadi 3, yaitu : bundar, menyudut tanggung, dan bundar menyudut (Lewis, 1980). 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.

b. 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. Factor yang penting dalam memilih ukuran butiran pasir sebagai media saring adalah *effective size (ES)*

c. 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.

d. 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 diambil sangat mempengaruhi harga dari pasir tersebut, sedangkan jumlah atau cadangan pasir hendaknya cukup untuk sejumlah kebutuhan bagi filter yang direncanakan.

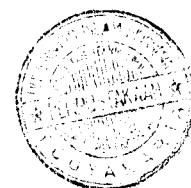
Pasir yang diambil dari Sungai Progo ternyata cukup baik digunakan sebagai media filter karena mempunyai kekerasan yang tinggi juga mempunyai persediaan yang cukup banyak. Berdasarkan hasil pemeriksaan pasir yang berasal dari Sungai Progo dapat diketahui bahwa derajat kerja sebesar 0,398 mm, derajat

keseragaman sebesar 2,03 serta kelarutan sebesar 3,5% dan berat jenis sebesar 2,857 gr/cm³. (BTKL, 1990).

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 yang terapung, seperti potongan 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 0,2 mm - 0,8 mm.

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/detik. Diameter pasir yang dipakai 0,4 mm - 0,8 mm dengan ketebalan 0,4 m - 0,7 m. Saringan pasir lambat menghasilkan air bersih 0,034 - 0,10 liter/m³/detik. Diameter pasir yang dipakai sekitar 0,2 mm - 0,35 mm dengan ketebalan 0,6 mm - 1,2 mm. 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 menyisihkan padatan tersuspensi dari dalam air, di mana padatan tersuspensi tersebut paling besar memberikan sifat keruh yang dimiliki air. Pada umumnya operasi unit filter media butiran di bagi 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 pasir lambat maka ukuran diameter yang digunakan adalah 0.15 - 0.45 mm dengan ketinggian media antara 60-120 cm dan laju alir influent dalam besaran kecepatan linier pada rentang 1-2 m/jam, sedang pada filter pasir cepat ukuran media filter 0.40 - 0.70 mm.

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, semakin 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 ternyata, kecepatan penyaringan tidak mempengaruhi terhadap kualitas effluen. Kecepatan penyaringan lebih banyak terhadap masa operasi saringan. (Huisman, 1975)

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

5. Filtrasi

Filtrasi merupakan proses pemisahan campuran *fluida* (air atau udara)-solid dengan cara melewatkannya melalui penghalang berpori yang menahan sebagian besar partikulat padat yang terkandung dalam campuran (Perry,1999)

Menurut SANDEC, 1996 filter dapat diklasifikasikan, antara lain :

Tipe filter	Ukuran media filter (mm)	Laju filtrasi (m/h)
<i>Rock filter</i>	>50	1-5
<i>Roughing filter</i>	20-4	0,3-0,5
<i>Rapid Sand Filter</i>	4-1	5-15
<i>Slow Sand Filter</i>	0.35-0.15	0,1-0,2

Dalam beberapa penjelasan mengenai penyisihan partikel tersuspensi didalam filter, sepintas penyisihan terjadi oleh karena partikel tertahan dia antara

pori media. Tetapi pada kenyataannya media, pada media berukuran 0,5-1 mm dengan pori berukuran 100-200 μm , dari analisa partikel tersuspensi pada media didapatkan partikel berukuran sampai 1 μm , yang menunjukkan mekanisme penyaringan (Tebbut,1980).

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 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

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

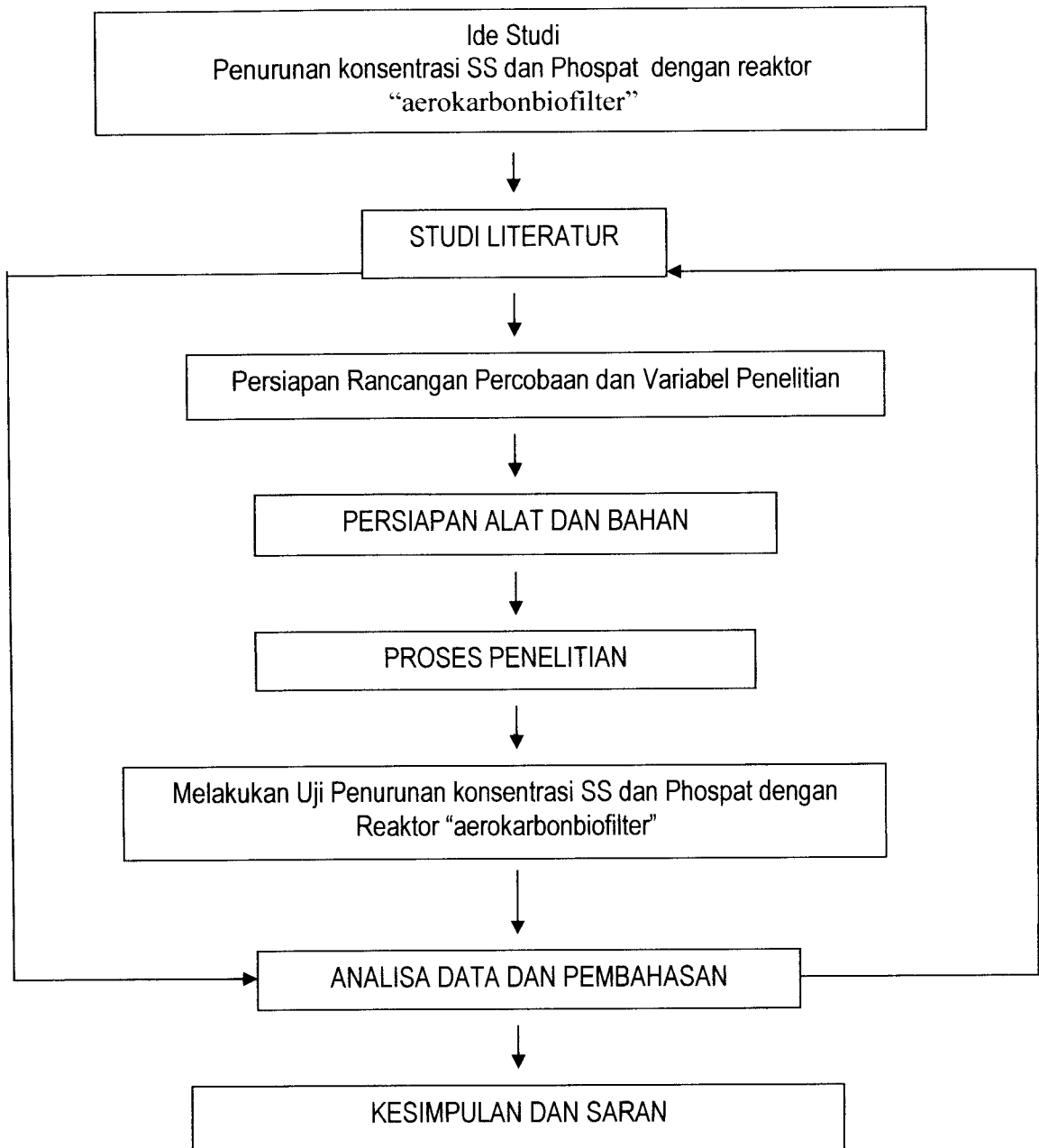
- a. Penelitian dilakukan di Laboratorium Kualitas Air dan Laboratorium Rancang Bangun, Jurusan Teknik Lingkungan FTSP UII Yogyakarta.
- b. Balai Pengujian Konstruksi dan Lingkungan (BPKL), Dinas Pemukiman dan Prasarana Wilayah Yogyakarta

3.2 Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam penelitian eksperimen yang dilaksanakan dalam skala laboratorium.

3.2 Kerangka Penelitian

Cara dan perlakuan akan penelitian air limbah akan di jelaskan secara garis besar dengan metode grafik yang tersaji sebagai berikut :



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.4 Objek Penelitian

Obyek penelitian adalah limbah yang berasal dari pencucian kendaraan bermotor (The Auto Bridal 10, Jl. Kaliurang km 6,8 Yogyakarta).

3.5 Variabel Penelitian

Variabel penelitian dalam penelitian ini meliputi :

1. Variabel bebas (*Independent Variabel*)

Waktu yang digunakan selama 10 hari berturut-turut..

2. Variabel terikat (*Dependent Variabel*)

Konsentrasi kandungan *Suspended Solid* (SS) dan fosfat (PO_4).

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 20 cm.

c. Zeolit

Ketebalan zeolit yang digunakan adalah 30 cm.

d. Pasir

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

e. Media pembibitan bakteri

Media pertumbuhan bakteri menggunakan pipa paralon yang dipotong kecil-kecil sebagai tempat pertumbuhan melekat bagi mikroorganisme dengan ketebalan 20 cm.

f. Ruang outlet

Ruang outlet sebagai tempat penampung sementara air hasil olahan sebelum keluar melalui pipa *effluent*. Tinggi ruang *effluent* 10 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 pertumbuhan bakteri, 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	0,2	M	
Tinggi zeolit	Tz	0,3	M	
Tinggi media pembibitan mikroorganisme	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

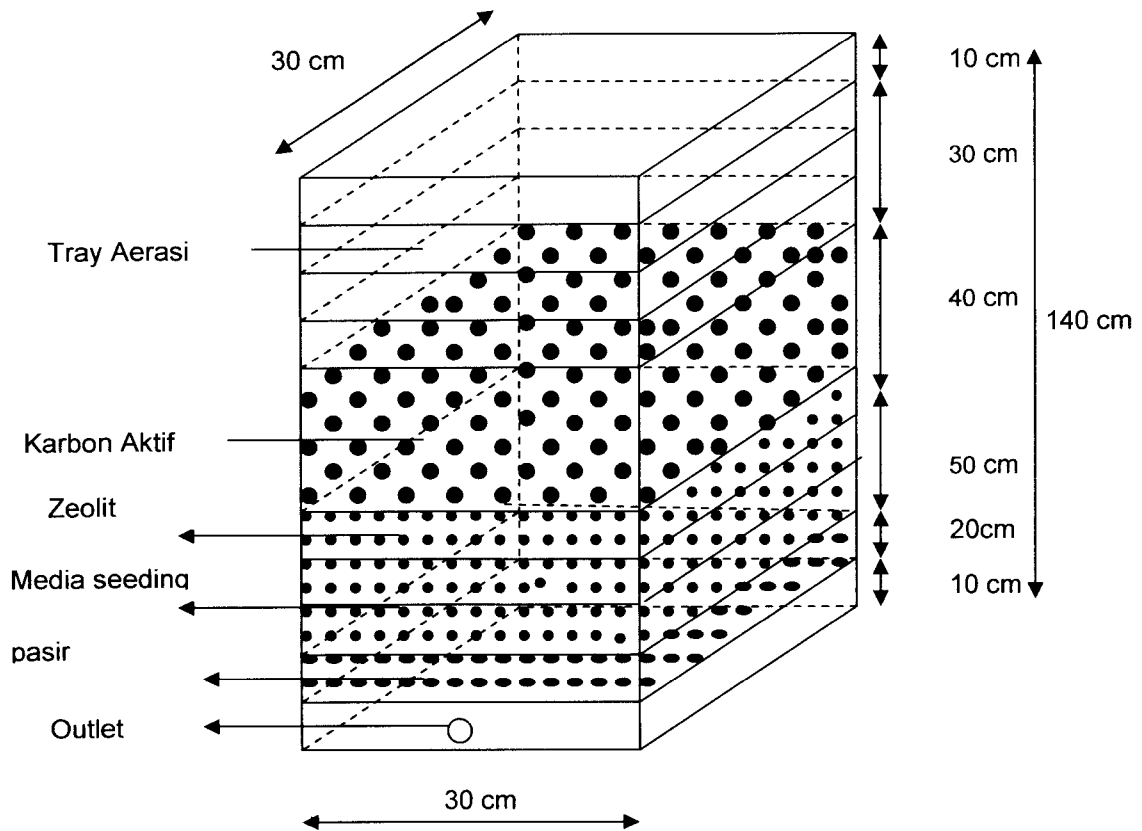
Alat yang digunakan dalam pembuatan reaktor aerokarbonbiofilter, antara lain:

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

b. Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan reaktor aerokarbonbiofilter, antara lain:

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



Gambar 3.2 Reaktor "Aerokarbonbiofilter"

3.7 Cara Kerja :

1. Proses Pertumbuhan mikroorganismenya

Sebelum melakukan uji air limbah secara kontinyu, maka dilakukan penumbuhan mikroorganismenya, adapun langkah – langkahnya adalah sebagai berikut :

1. Penyiapan media pertumbuhan mikroorganismenya, yaitu berupa potongan – potongan pipa paralon.

2. Oleh karena media pembibitan mikroorganisme (pipa paralon) dan media filtrasi berada dalam satu tempat maka, pasir dimasukan terlebih dahulu pada dasar tempat mikroorganisme, kemudian diberi sekat yang berlubang.
3. Media pembibitan mikroorganisme ditempatkan di atas pasir yang ditutupi sekat berlubang.
4. Air limbah dimasukan ke dalam tempat pembibitan mikroorganisme sampai media tergenangi oleh air limbah.
5. Pemeriksaan limbah yang akan dipakai untuk pembibitan mikroorganisme pada parameter *Suspended Solid* (SS) dan phospat (PO_4).
6. *Buble aerator* dinyalakan untuk menambah suplai oksigen.
7. Untuk mempercepat pertumbuhan dan memperbanyak bakteri ditambahkan *degra simba*.
8. Pemasangan media filter yaitu karbon aktif dan zeolit pada rak kedua.
9. Pada minggu kedua dilakukan pemeriksaan terhadap parameter penelitian, yaitu *Suspended Solid* (SS) dan phospat (PO_4).
10. Proses pembibitan mikroorganisme (*seeding*) dilakukan selama 4 0 hari.
11. Minggu keempat dilakukan uji koloni.
12. Running pengujian air limbah yang dialirkan secara kontinyu untuk parameter *Suspended Solid* (SS) dan phospat (PO_4).

2. Penelitian

1. Pengukuran parameter influent (*Suspended Solid* dan phospat) dari proses sisa pencucian kendaraan bermotor.
2. Air limbah ditampung pada dua buah bak penampung yang dipasang secara seri, dimana fungsi bak ini adalah sebagai penampung air limbah yang akan diolah sebelum masuk ke bak equalisasi.
3. Air dipompakan ke atas menuju bak equalisasi, apabila bak ini penuh maka secara otomatis air akan kembali lagi ke bak penampung.
4. Air dari bak equalisasi dialirkan melalui pipa menuju *spray* yang kemudian jatuh ke *tray aerator*.
5. Air jatuh ke *tray aerator* kemudian akan merata pada permukaan *tray*.
6. Air jatuh di permukaan karbon aktif, zeolit sehingga terjadi penyaringan.
7. Air jatuh ke media pembibitan mikroorganisme (pipa paralon) sebagai media pelekak mikroorganisme untuk mendegradasi parameter *Suspended Solid* (SS) dan phospat (PO_4).
8. Keluaran dari media pipa paralon, selanjutnya air akan tersaring pada media pasir.
9. Air hasil pengolahan akan keluar melalui pipa *effluent*.
10. Pengukuran parameter effluent (*Suspended Solid* dan phospat) hasil proses pengolahan dengan menggunakan reaktor "aerokarbonbiofilter".

3. Analisa Kualitas Sampel

Analisa kualitas air sampel yang dilakukan sesuai dengan SNI, yaitu :

1. Cara uji kadar *Suspended Solid* (SS) dalam air sampel : metode pengujian kualitas fisika air SK SNI –M-03-1989-F. (lihat lampiran).
2. Cara uji kadar Phospat (PO_4) dalam air sampel : SNI 1991 - Standar 52 metode pengujian kadar fosfat dengan alat spektrofotometer secara asam askarbonat SK SNI M-52-1990-03 (lihat lampiran).

3.8 Analisa Data

Analisa data untuk penentuan berdasar pada parameter yang telah diukur dengan membuat tabel atau grafik kualitas air buangan sebelum dan sesudah pengolahan pada masing - masing titik pengambilan sampel.

Tingkat efisiensi dinyatakan dengan cara membandingkan antara konsentrasi awal dan akhir dari parameter penelitian setelah menjalankan reaktor dengan menggunakan persamaan *overall efficiency* yaitu:

$$\eta = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana:

η = *Overall Efficiency* (%)

C_o = Konsentrasi Awal (mg/L)

C_e = Konsentrasi akhir (mg/L)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Proses Pembibitan Mikroorganism

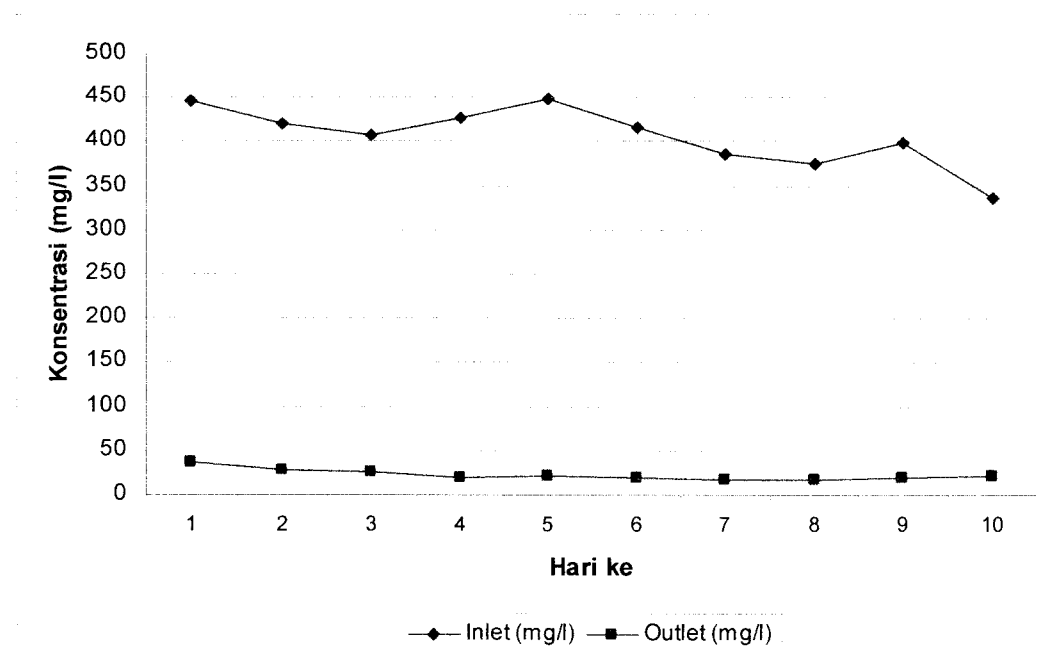
Penelitian dengan menggunakan reaktor Aerokarbonbiofilter ini dimulai dengan melakukan pembibitan bakteri selama 40 hari dengan menggunakan air limbah kegiatan pencucian kendaraan bermotor yang berasal dari The Auto bridal 10. Pembibitan bakteri menggunakan media pipa paralon yang telah dipotong kecil-kecil, kemudian pipa paralon tersebut direndam dengan air limbah. Pipa paralon dipilih sebagai media pembibitan bakteri karena pipa paralon memiliki luas permukaan yang lebih banyak, sehingga dimungkinkan jumlah bakteri yang tumbuh akan jauh lebih banyak. Pembibitan mikroorganism ini bertujuan untuk memaksimalkan mikroorganism dalam mendegradasi kandungan zat organik pada air limbah, karena dengan pembibitan akan memperbanyak jumlah mikroorganism, dan dengan semakin banyak jumlah mikroorganism maka akan semakin banyak zat organik pada air limbah yang terdegradasi dan memaksimalkan penurunan konsentrasi air limbah. Pada proses pembibitan menggunakan bakteri *aerob* sehingga diperlukan suplai oksigen yang cukup, untuk menambah suplai oksigen tersebut maka digunakan *buble aerator*. Selain itu selama proses pembibitan mikroorganism juga diberi tambahan nutrisi setiap hari untuk memperbanyak jumlah mikroorganism yaitu dengan penambahan *simba degra*.

Pada minggu keempat dilakukan uji koloni untuk mengetahui pertumbuhan bakteri, secara fisik dapat dilihat media pipa paralon menjadi berlendir, dan dari uji koloni di laboratorium ditemukan kurang lebih 150 juta koloni bakteri.

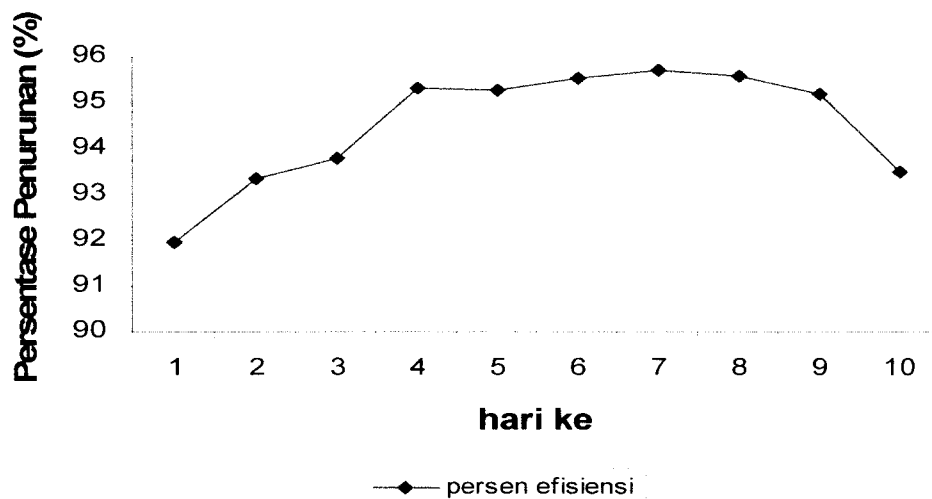
Pada penelitian ini akan diambil sampel dari 2 titik yaitu inlet dan outlet selama 10 hari dimana setiap hari diambil 1 sampel. Dari hasil penelitian dari bulan februari sampai dengan bulan mei diperoleh hasil penelitian terhadap konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) dan Phospat sebagai berikut :

4.1.1 Konsetrasi Total Suspended Solid (TSS)

Dalam penelitian ini, pengukuran *Total Suspended Solid* (TSS) dilakukan selama 10 hari dimana setiap hari diambil 1 sampel. Dan dari hasil penelitian dapat dilihat penurunan konsentrasi TSS, sebagai berikut :



Gambar 4.1 Penurunan konsentrasi TSS pada inlet dan outlet



Gambar 4.2 Persentase Efisiensi Penurunan TSS

Dari hasil penelitaian diketahui konsentrasi Total suspended solid (TSS) pada bak equalisasi (inlet) mengalami fluktuatif hal ini disebabkan karena perbedaan sampel limbah yang digunakan, sampel limbah diambil setiap 2 hari sekali karena keterbatasan volume bak equalisasi.

Konsentrasi inlet yang paling tinggi terjadi pada hari ke 5 sebesar 449 mg/l sedang konsentrasi inlet terendah pada hari ke 10 sebesar 337 mg/l. Konsentrasi rata-rata TSS pada inlet sebesar 406 mg/l. Konsentrasi Total suspended solid (TSS) pada outlet juga mengalami fluktuatif. Konsentrasi outlet yang paling tinggi terjadi pada hari ke 1 sebesar 36 mg/l sedang konsentrasi outlet terendah pada hari ke 7 dan ke 8 sebesar 17 mg/l. Konsentrasi rata-rata TSS pada outlet sebesar 22 mg/l

Dari hasil penelitian ini rata - rata prosentase dari penurunan parameter *Total suspended solid* (TSS) yaitu 94 %. Pada hari pertama persentase penurunan TSS sebesar 92 %, dari hari ke hari persentase penurunan mengalami kenaikan sampai pada hari ke 8. Prosentase penurunan *Total suspended solid* (TSS) tertinggi pada hari ke 6, 7 dan 8 yaitu sebesar 96 %. Dan pada hari ke 9 dan 10 persentase penurunan turun menjadi 95 % dan 93 %. Penurunan persentase ini disebabkan sudah mulai jenuh media filter, hal ini dapat dilihat dari yang semula space outlet dapat terisi penuh air limbah tapi pada hari ke 8 hanya terisi setengah. Tetapi penurunan efisiensi dalam meremoval TSS masih sangat kecil, sehingga reaktor masih dapat bekerja dengan baik.

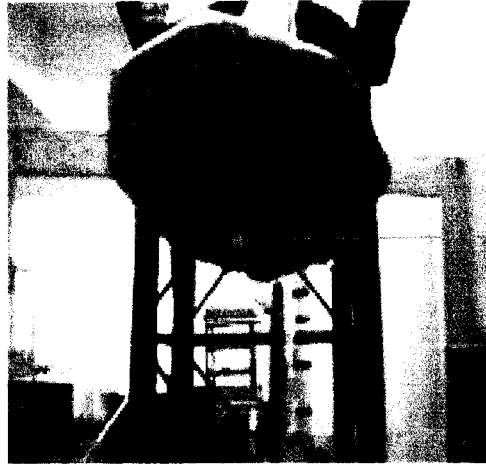


Clogging pada selang pompa, akibat endapan TSS selang yang tadinya berwarna bening jadi berubah warna.

Gambar 4.3 *Clogging* pada selang pompa

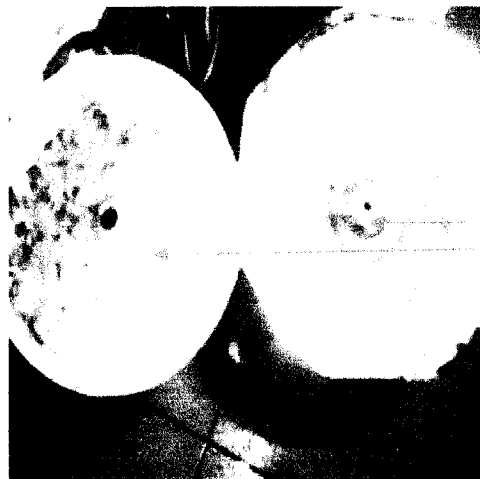
Air limbah mula-mula ditampung pada bak penampung kemudian dipompa ke bak equalisasi setelah itu dialirkan ke reaktor dengan *spray* yang bertujuan untuk meratakan air limbah ke seluruh permukaan dan memaksimalkan proses aerasi di zona tray aerasi. Pada selang pemompa dan *spray* pada hari ke 3

ditemukan *clogging* yang disebabkan pengendapan TSS yang dapat dilihat dibawah ini :



Clogging pada permukaan *spray*

Gambar 4.4.a



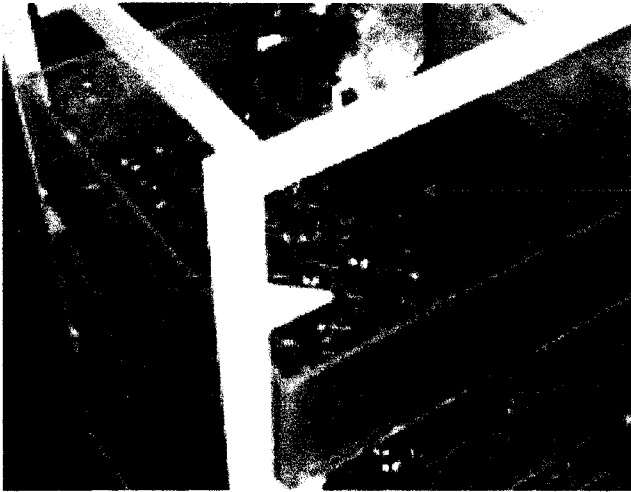
Clogging pada *spray* setelah dibuka terdapat endapan SS

Gambar 4.4.b

Gambar 4.4 *Clogging* TSS pada spray

Pada proses aerasi bertujuan untuk melarutkan oksigen kedalam air. Pada penelitian ini teknik aerasi yang digunakan adalah Tray Aerasi yang tersusun atas empat tray. Pada tiap tray terdapat lubang-lubang untuk memperluas permukaan air sehingga oksigen yang terlarut diharapkan akan lebih banyak. Pada zona aerasi ini TSS juga dapat tersaring dan mengendap pada permukaan tray aerasi sehingga

dapat menurunkan konsentrasi TSS. Proses pengendapan TSS pada tray aerasi dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Endapan TSS pada tray aerasi

Gambar 4.5 Pengendapan TSS pada tray aerasi

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 karbon aktif dan zeolit yang teraliri air terus menerus.

Dalam kaitan dengan pengolahan limbah dengan menggunakan cara aerasi beberapa penelitian menunjukkan adanya efisiensi penurunan *suspended solid* yang cukup tinggi. Besarnya efisiensi penurunan bisa mencapai 97% (Alaert dan

Santika, 1987). Pada zat cair aerasi digunakan untuk mengoksidasi bahan terlarut dan tersuspensi dalam air (Wikipedia,2007).

Mekanisme kimia terjadi pada zona adsorpsi dengan menggunakan 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, sedang pada sisi aktifnya terjadi karena interaksi antara sisi tersebut dengan molekul adsorbat.

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 molekular, karena ukuran lubang dan terowongannya berubah untuk zeolit yang berbeda dan dimungkinkan untuk memisahkan molekul organik dengan zeolit berdasarkan ukurannya (Anonim,2006). Zeolit memiliki pori-pori berukuran molekuler sehingga mampu memisahkan/menyaring molekul dengan ukuran tertentu.

Penurunan konsentrasi TSS ini dapat terjadi karena di dalam reaktor aerokarbonbiofilter terjadi mekanisme biologi yaitu pada saat air limbah melewati *biofilter*, polutan organik pada air limbah akan terdegradasi oleh mikroorganisme yang melekat pada pipa paralon (*attached growth*

micoorganism). Proses ini juga membantu dalam penurunan konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS).

Selain itu juga terjadi mekanisme fisik yaitu pada proses filter (penyaringan) dengan media pasir kuarsa. Proses penyaringan ini akan menghilangkan partikel - partikel yang lebih besar dari pori atau celah media filter (Anonim, 2005). Ketika air limbah yang mengandung TSS ini melewati media pasir maka TSS akan tertahan pada pori atau celah - celah pasir. TSS yang telah tertahan pada pori atau celah - celah pasir ini akan mengalami proses biologi yaitu TSS didegradasi oleh bakteri. TSS terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad renik yang terutama disebabkan oleh kikisan yang terutama disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan tanah. *Suspended solid* dapat dihasilkan oleh bahan organik maupun bahan anorganik (Alaert dan santika, 1987). *Suspended solid* tersebut tertahan di bukaan media filtrasi atau terendapkan dipermukaan media penyaring, sehingga tidak terbawa aliran. Partikel tersebut akan terakumulasi dalam filter sampai suatu waktu dimana keberadaannya menyebabkan *headloss* yang sangat tinggi di filter, sehingga filter harus di *backwash*. Efisiensi penyisihan zat organik yang terjadi sampai dengan proses pengolahan di filter mencapai 85,41%, proses pengolahan dengan filter dapat meyingkirkan 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 diatas filter, zat organik yang dibawa terperangkap di permukaan pasir

halus membentuk lapisan biologis atau *schmutzdecke*, lebih dari satu sampai 3 minggu membentuk koloni *schmutzdecke*, dimana makanan organik dan oksigen didapat dari air sepenuhnya.

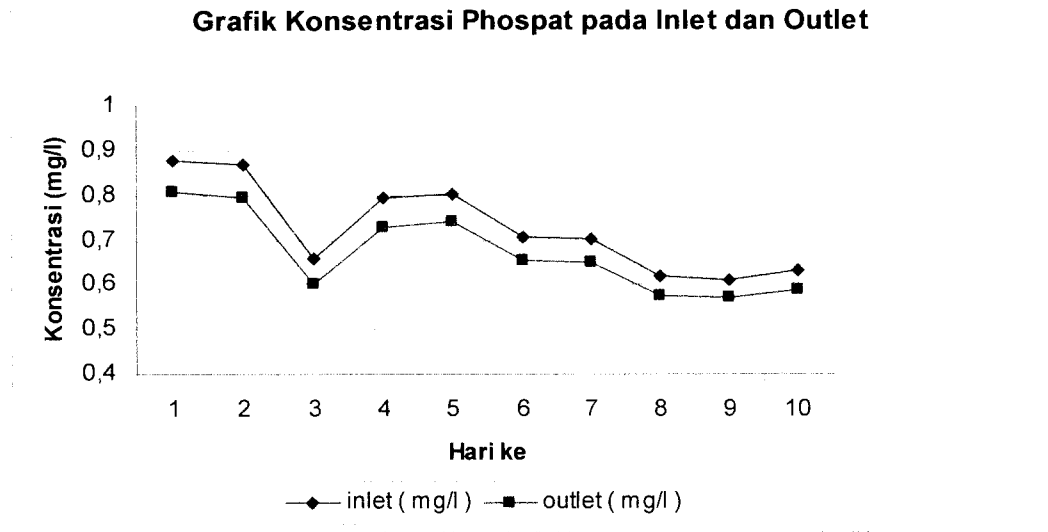
4 proses dalam menghilangkan pathogen dan kontaminan lain dalam filter :

- *Predation* yaitu mikroorganisme *schmutzdecke* 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 mereka akan termetabolisme oleh sel atau tidak diaktifkan oleh antivirus kimia yang diproduksi oleh organisme dalam filter. Beberapa kandungan organik teradsorp pada pasir dan dihilang 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.

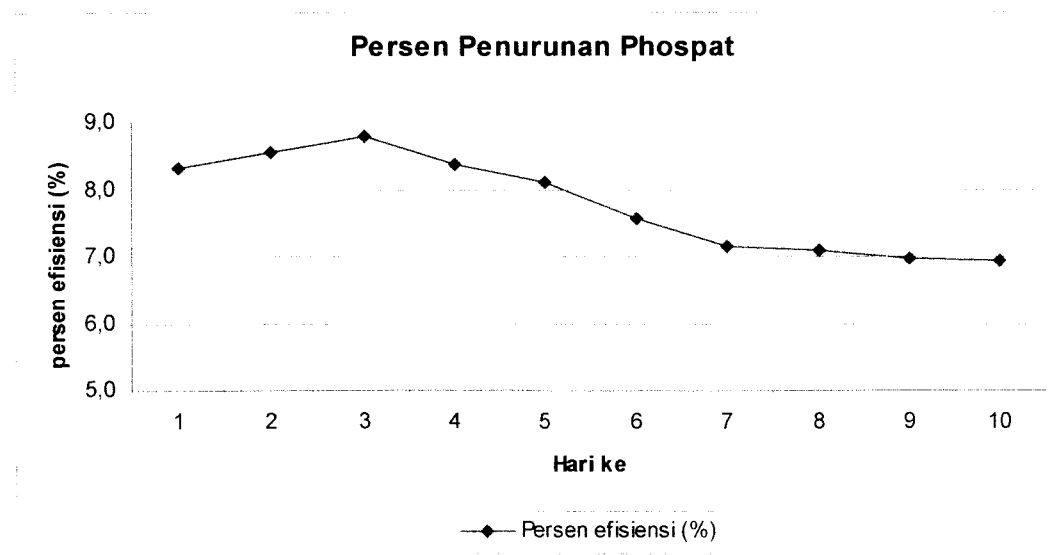
Biosand filter dapat menghilangkan lebih dari 90% *fecal coliform* ,100% *protozoa* dan *helminths* , 50-90% toksik organik dan anorganik,95-99% *zinc*, *copper*, *cadmium* dan *timah* , < 67% besi dan *manganese* , <47% *arsenic* , seluruh sendimen tersuspensi. (CAWST,2007)

4.1.2 Konsentrasi Phospat

Dalam penelitian ini, pengukuran phospat dilakukan 10 kali sampel selama 11 hari dimana pengambilan sampel dilakukan setiap hari. Dan dari hasil penelitian dapat dilihat penurunan konsentrasi phospat dibawah ini :



Gambar 4.3 Penurunan konsentrasi phospat pada inlet dan outlet



Gambar 4.7 Persen Penurunan Phospat

Dari hasil penelitian diketahui konsentrasi phospat pada bak equalisasi (inlet) relatif fluktuatif nilainya, hal ini disebabkan oleh perbedaan air limbah yang digunakan, dimana sampel air limbah diambil 2 hari sekali karena keterbatasan volume bak penampung yang digunakan. Konsentrasi pada inlet yang tertinggi terjadi pada hari pertama sebesar 0,8793 mg/l sedangkan konsentrasi inlet terendah terjadi pada hari ke 9 yaitu 0,6123 mg/l. Konsentrasi rata-rata pada inlet sebesar 0,7278 mg/l. Konsentrasi phospat pada outlet juga mengalami fluktuatif dari hari ke hari, konsentrasi outlet tertinggi pada hari pertama sebesar 0,8063 mg/l dan konsentrasi terendah pada hari ke 9 sebesar 0,5696 mg/l.

Persentase penurunan juga mengalami fluktuatif dan nilainya relatif kecil, persentase penurunan pada hari pertama sebesar 8,3 % dari hari ke hari mengalami kenaikan dan kemudian turun pada hari ke 4 terus-menerus sampai hari ke 10. Persentase penurunan tertinggi terjadi pada hari ke 3 sebesar 8,8 % dan Persentase penurunan terendah pada hari ke 10 sebesar 6,9 %.

Penurunan konsentrasi phospat melalui proses aerasi bertujuan untuk kontak oksigen terhadap air limbah. Setelah oksidasi di tray aerasi, kemudian phospat diadsorpsi pada media karbon aktif dan zeolit

Karbon sebagai *adsorbent* filter, memiliki 2 proses adsorpsi yaitu adsorpsi fisik dan kimia. Adsorpsi fisik adalah sebuah mekanisme dimana kontaminan organik dihilangkan dari udara yang mengalir. Berdasarkan gaya Van der Waal's diketahui bahwa kontaminan tertarik kedalam dan tertahan oleh struktur pori dari

media *adsorbent*. Mekanisme ini sangat efektif untuk menghilangkan kontaminan organik. Kemampuan karbon aktif untuk mengadsorpsi bahan organik belum banyak diteliti. Namun menurut Xiaojian et al (1991) menyimpulkan bahwa adsorben yang telah jenuh dengan polutan organik dapat diregenerasi dengan menggunakan mikroorganisme. Zeolite sering digunakan untuk meremoval fosfat pada pengolahan air buangan perkotaan (Benefield,1980).

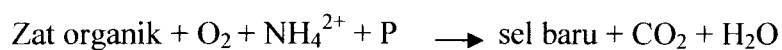
Adsorpsi kimia adalah mekanisme untuk kontaminan lebih kecil, dan tidak terlihat seperti pengadsorban fisik dapat teremoval dari aliran udara. Media secara kimiawi teresap, maksudnya adalah meresap, terendapkan pada permukaan dan kedalam struktur pori media. Setelah meresap secara kimia bereaksi dengan kontaminan pada fase gas dan terjepit pada permukaan media . Sebagai contoh karbon aktif meresap asam fosfor karena asam fosfor terlarut dalam air, dan dapat terjadi fase gas pada temperatur ruang. Hal ini memastikan bahwa kontaminan asam fosfor bermula dari media filter pada kelembaban lingkungan 40% (Donaldson Chemical Engineers,2005).

Mekanisme kimia terjadi pada saat adsorpsi zeolit dan karbon aktif karena filter kimia adalah sebuah filter mekanik yang bekerja pada skala molekuler, dimana filter mekanik bekerja dengan menangkap suspensi, maka filter kimia bekerja dengan menangkap bahan terlarut, seperti: gas, bahan organik terlarut, dan sejenisnya. Mekanisme ini dilakukan dengan bantuan media filter berupa arang aktif, resin ion, dan zeolit, atau melalui fraksinasi air. Filter kimia dapat melakukan fungsinya dengan tiga cara, yaitu: (1) Serapan, (2) Pertukaran Ion, dan (3). Jerapan (Anonim, 2007). Zeolit digunakan untuk pemurnian air pada sistem

filtrasi baik dalam skala kecil maupun besar. Zeolit dapat mengadsorb logam berat, bau, cat, darah, limbah radioaktif, arsenic dan kandungan zat beracun yang ditemukan dalam air (Brz zeolite,2007).

Pada penurunan konsentrasi phospat terjadi mekanisme biologi pada *biofilter*, dimana phospat sebagai salah satu zat organik menjadi nutrien untuk pertumbuhan mikroorganisme. Setelah pengendapan tersebut flok yang ada tersaring oleh pasir kuarsa sehingga mengakibatkan penurunan kadar PO_4 dan kejernihan dari limbah yang dihasilkan dari proses filtrasi. Phospat organik adalah unsur minor dalam saluran air buangan dan seperti Polyfosfat dibutuhkan untuk dekomposisi menjadi lebih terasimilasi dalam bentuk orthofosfat dengan normal hampir secara pelan. Secara umum limbah yang kaya zat organik dan secara normal cukup mengandung nitrogen, fosfat dan elemen lain untuk pertumbuhan biologi. Menghilangkan fosfor biologis adalah proses kompleks yang tergantung pada pertumbuhan dari *phosphate accumulating organism* (PAOs), dimana fosfor tersimpan seperti dalam bentuk polyphospat (poly-p) (Qasim,1999).

Air limbah mengandung makanan dan nutrien pertumbuhan juga mengandung mikroorganisme tersebut, untuk mengontrol lingkungan. Mikroorganisme tersebut mendegradasi zat organik. Mikroorganisme mendegradasi zat organik untuk produksi energi dengan pernafasan sel dan sintesis protein dan komponen sel lain yang berperan dalam pembentukan sel baru. Dibawah ini adalah reaksi pembentukan sel baru, yaitu :



Aktivitas mikroba tidak hanya membutuhkan oksigen pada mikroorganisme *aerob* tetapi juga dengan terbatasnya kecukupan karbon, nitrogen dan fosfor dan elemen lain dan faktor pertumbuhan. Dalam pembentukan mikroorganisme dibutuhkan kontrol nutrisi dan sebagai protein yaitu karbon, nitrogen, fosfor (C : N : P).

Dari hasil penelitian diketahui efisiensi penurunan konsentrasi fosfat rata-rata sebesar 7,8%. Fosfat memang susah diturunkan karena jika diibaratkan makanan mikroorganisme, fosfat adalah yang terakhir dimakan/didegradasi. Dimana fosfat berperan sebagai nutrisi mikroorganisme, dimana didalam pengolahan air limbah harus seimbang antara perbandingan BOD:N:P yaitu 100:5:1. Penurunan konsentrasi fosfat kurang efektif dengan reaktor aerokarbonbiofilter karena efektifitas penurunannya rendah sehingga dibutuhkan alternatif pengolahan lanjutan seperti *Chemical precipitations, enhanced biological phosphate removal (EBPR)*.

Menghilangkan fosfat dengan pengolahan air buangan yang meliputi *primary treatments* dan *secondary treatments*, dimana *primary treatment* meliputi mekanisme pemisahan, dimana partikel fosfat susah teremoval, dan hanya mengurangi beban fosfat 15%. *Secodary treatment* dengan dekomposisi biologi menggunakan *activated sludge* atau *percolation beds* mampu menambah removal total fosfat 20%-40%. Removal fosfat yang lebih tinggi dengan *enhanced biological treatment*, dimana dapat meremoval sekitar 55% fosfat atau *chemical precipitation* dapat meremoval lebih dari 90% (Friedman,2004).

Keseluruhan removal total phosphor didapat pada pengolahan air limbah secara biologis konvensional pada umumnya kurang dari 20%. Metode pengolahan alternatif atau tambahan dibutuhkan. Yaitu salah satunya dengan penambahan bahan kimia. Pengendapan bahan kimia meningkatkan volume *sludge* yang dihasilkan. Pengendapan dengan *metals salt* juga dapat menekan pH. Jika nitrifikasi dibutuhkan penambahan alkalinity yang dikonsumsi dan penurunan pH kedepannya (Park,2006). *Chemical precipitations* adalah penggunaan unit proses untuk menghilangkan phosphor dan sisa sedimen *suspended solid* hasil pengolahan fisika kimia. Biasanya menggunakan zat kimia alum, *ferrous sulfate*, *lime*, *ferric chloride*, *ferric sulfate*, kemudian zat-zat kimia tadi dicampurkan, dan akan mengendap dalam bentuk *suspended* (Metcalf & Eddy,2003). Salah satu solusi penurunan fosfat mengkonduksinya dengan *chemical precipitation* dan atau metode akumulasi biologi. Proses *chemical precipitation* menghasilkan volume *sludge* yang banyak dan tidak mudah dikontrol dosis yang optimalnya. Proses removal fosfor dengan metode biologi membutuhkan volume reaktor yang besar, waktu reaksi yang lama, dan zat organik sebagai donor *hydrogen*. *Activated sludge* yang dilengkapi dengan *membran separation units* dikembangkan untuk pengolahan air limbah dan *suspended solid* bebas pada effluent yang dihasilkan dari proses. Untuk effluent dari *membrane bioreaktor*, dan proses adsorpsi dapat diterapkan dalam removal fosfat (Kuzawa,2007).

Solusi lain dalam pengolahan penurunan konsentrasi fosfat yaitu dengan menerapkan prinsip *enhanced biological phosphate removal* (EBPR). Pada sistem *biological phosphorus removal* (BPR), mengakumulasi fosfor dalam *biomass*

dan meremoval dari limbah di *activated sludge*. Hasilnya meningkatkan produksi *sludge* anorganik tetapi tidak signifikan dalam *sludge* organik dimana *conventional activated sludge process* tanpa penambahan bahan kimia (Park,2006 dari Jardin and Popel 1995). Pengendapan bahan kimia pada fosfor meningkatkan produksi *sludge* rata-rata 26% (Park,2006 dari Sedlak, 1991).

Proses *enhanced biological phosphate removal* (EBPR) salah cara ekonomis untuk menghilangkan fosfat dari air limbah. Proses ini dilakukan pada kondisi anaerob dan aerob. Dibawah kondisi anaerob fosfat mengasimilasi produk fermentasi dalam bentuk *volatile fatty acids* (VFAs). Removal fosfat terjadi pada saat kandungan *volatile fatty acids* (VFAs), seperti *acetic* dan *propionic acids* cukup di air limbah. Pada kondisi anaerob *acids* ini digunakan sebagai sumber karbon oleh *phosphate-accumulating organisms* (PAOs), dimana disimpan dalam bentuk *poly- β -hydroxyalkanoate* (PHA). Untuk mendapatkan energi untuk PHA, PAOs mendegradasi butiran *intracellular polyphosphate* (polyP) dalam bentuk *orthophosphate*. Kemudian dibawah kondisi aerob, *phosphate-accumulating organisms* (PAOs) digunakan menyimpan *poly- β -hydroxyalkanoate* (PHA) sebagai karbon dan sumber energi dan polyP terbentuk dalam kondisi berlebih dari tingkat yang dibutuhkan memenuhi kebutuhan metabolisme. Pada kondisi anaerob fosfat yang dilepas lebih cepat daripada kondisi aerob. Dan removal fosfat dapat diperoleh.(Haraguchi,2006 dari Mino et al., 1998; Morse et al., 1998; Seviour et al., 2003).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dengan menggunakan reaktor aerokarbonbiofilter untuk menurunkan konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) dan fosfat (PO_4) dengan waktu pengambilan sampel sebanyak 10 kali selama 11 hari, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari hasil penelitian didapat bahwa reaktor aerokarbonbiofilter mampu menurunkan konsentrasi *Total suspended solid* (TSS) dengan penurunan tertinggi pada hari ke enam, tujuh dan delapan sebesar 96%.
2. Reaktor aerokarbonbiofilter cukup efektif dalam menurunkan konsentrasi *Total suspended solid* (TSS) rata-rata efisiensi penurunan sebesar 94 %.
3. Dari hasil penelitian penurunan (PO_4) yang tertinggi pada hari ke tiga yaitu sebesar 8,8% dan setelah itu terus-menerus efisiensinya turun sampai 6,9%
4. Reaktor aerokarbonbiofilter kurang efektif dalam menurunkan konsentrasi fosfat.
5. Proses aerasi, adsorpsi dan penyaringan dengan *biofilter* mampu menurunkan kadar *Total suspended solid* (TSS).

5.2 Saran

1. Diperlukan pengolahan lanjutan untuk menurunkan konsentrasi fosfat, karena reaktor aerokarbonbiofilter kurang efektif dalam menurunkan

phospat. Dengan penambahan bahan kimia (koagulan) sehingga mempermudah dalam penurunan PO_4 senyawa dalam bentuk inert khususnya phospat dapat turun bila sudah dalam bentuk endapan.

2. Diperlukan pengukuran pH dan temperatur yang teratur untuk mengetahui keadaan mikroorganisme, karena mikroorganisme dapat bertahan hidup pada suhu $24^{\circ}C$ ($75^{\circ}F$) dan kelembaban rata-rata sekitar 65% untuk pertumbuhan yang optimum. Mikroorganisme dapat bertahan hidup pada kedua kondisi asam dan basa pada pH antara 4-9 (Merrite,1993).
3. Untuk Penelitian selanjutnya yang menggunakan alat ini sebaiknya diambil sampel outlet pada setiap tahapan, sehingga dapat diketahui proses mana yang berperan dalam penurunan konsentrasi parameter.

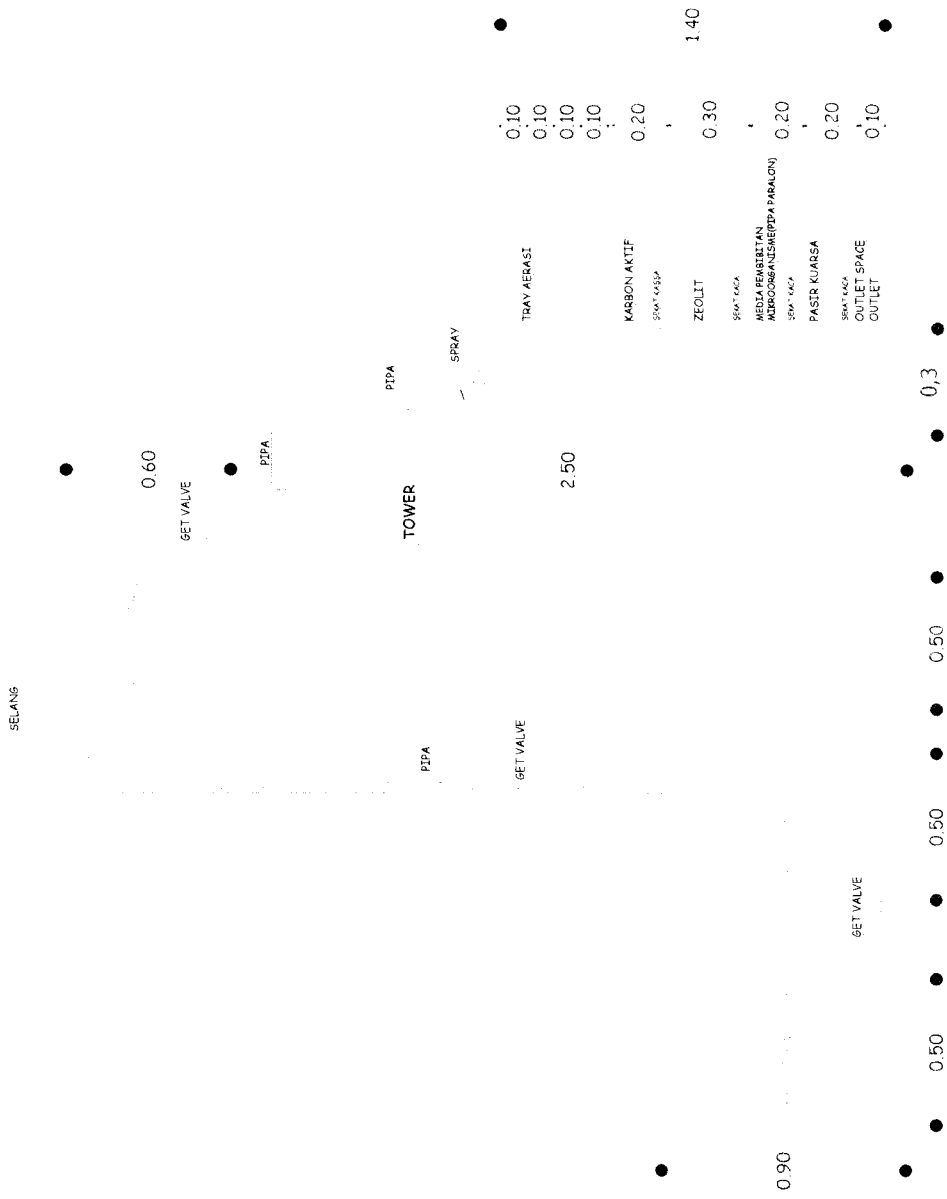
DAFTAR PUSTAKA

- Alaert G, dan S.S Santika, 1984, “ Metode Penelitian Air”, Usaha Nasional, Surabaya, Indonesia.
- Allen, Joyce and R.H Kash, 1967 ” *Process Design Calculation of Adsorption Form Liquid in Fixed Beds of Granular Activated Carbon*, *J. Water Pollution Control*.
- Benefield D.L and Judkins, Jr,1980 “ *Process Chemistry for water and wastewater treatment*” Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Biosand Filter*, 2007, The Centre for Affordable Water and Sanitation Technology (CAWST), www.CAWST.org
- BRZ Zeolite, *Wastewater treatment*, 2007 ,North America's Zeolite, www.Zeolite.co
- Cheremisinoff, Paul N., *Handbook of Water and Wastewater Treatment Technology*, Marcel Decker Inc., New York,1995.
- Dekker, M, 1999, “*2nd Edition Biological Wastewater Treatment*”, Revised and Expanded, New York.
- Deterjen, 2004, Badan Pengawasan obat dan makanan, www.Obat-pom.com
- Donaldson Chemical Engineering *Advantages of Carbon in Broad-Spectrum Chemical Filtration for Lithographic Processes*, 2005, , www.Donaldson.com
- Droste, Ronald L, 1997 ”*Theory and practice of water and wastewater treatment*”, John Wiley & Sons, Inc, United State of Amerika.
- Effendi, H. 2003, *Telaah Kualiatas Air*, Kanisius , jogjakarta.
- Fardiaz, S, 1992, *Polusi Air dan Udara*, Kanisius, Yogyakarta.
- Filter Kimia, www.BredersKoi.com.
- Friedmen, M, 2004, *Detergent and the enviromental history review*, Neca-Agis Group, Petach-Tikva, Israel.
- Haraguchi L. H, Fujita. M, Daimon. H, Fujie. K, Mohamed1, R. S, “*Biological Phosphate Removal Using A Degradable Carbon Source Produced By Hydrothermal Treatment Of Excess Sludge*”, *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, Vol. 23, No. 01, pp. 29 - 35, January - March, 2006.
- Jenie, B. S. L, 1993, *Penanganan Limbah Industri Pangan*, Kanisius, Yogyakarta
- Kuzawa,K, ”*Development of Phosphate Removal / Recovery Process And It's Supporting Technologies*” , Departemen of Ecological Engineering, Toyushashi University of Technology.
- Kusnaedi.1995.*Mengolah Air Gambut dan Air Kotor untuk Air Minum*. Jakarta:Peneb
- Laksmono,W.R, 2006 “*Bioregenerasi Karbon Aktif Dengan Beban Zat Warna Monoklorotriazynil Menggunakan Bakteri Pseudomonas Rudinensis Dan Pseudomonas Diminuta*” Departemen Teknik Lingkungan ITB.

- Las T, Sofyan Yatim, "Pratomo Budiman S, Potensi Zeolit Untuk Pengolahan Limbah Industri" UNAND Limau Manis Padang (1996)
- Las T., " *Use of zeolite for radioactive Waste treatment and Disposal*", JSPS-BPPT, Jakarta, (19 Februari 1996)
- Lenntech "*Phosphorous removal from wastewater*" Copyright © 1998-2006 Water treatment & air purification Holding B.V.
- Liptak. B.G, 1974 *Water Pollution Environmental Engineering Technology, Volume 1-5*.
- Mangunwidjaja, D. Dan Suryani.A, 1994, "Teknologi Bioproses", Swadaya, Jakarta.
- Mahida U.N, 1984, Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah industri, Rajawali, Jakarta.
- Sawyer, C.N, McCarty, Perry.L, , and Parkin, G.F, 1994, *Chemistry for Enviromental Engineering and Science*, Mc Graw-Hill Inc., New York.
- Slamet, J.S, 2004, Kesehatan Lingkungan, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Syamsiah, 2001, Penggunaan Karbon Aktif sebagai Absorben Untuk Limbah Tekstil, Teknik Kimia, UGM, Yogyakarta.
- Metcalf and Eddy, 2003, *Wastewater Engineering Treatment And Reuse*, Mc Graw Hill, North America.
- Merritt. J, 1993, "*Causes, detection, and prevention of mold and mildew on textiles*", West Virginia.
- McGrath Dr J.W. and Quinn Dr. J.P. "*Phosphate Removal: A Novel Approach*" School of Biology & Biochemistry & QUESTOR Centre, Queen's University Belfast
- Murphy.S, 2007, General Informaton of Solid, BASIN.
- Qasim.Syed.R, 1999, "*Second Edition Waste Water Treatment*", Techomic Publishing, United States of America.
- Park, Jae.K., 2006 "*Wastewater Characterization for Evaluation of Biological Phosphorus Removal*" The Official Internet Site for the Wisconsin Department of Natural Resources
- Prescott, L.M, Harley, J.P, and Klein, D.A, Microbiology Mc-Graw Hill Companies, USA.
- Pranoto, I.S, 2002, Ekologi Industri, Andi, Yogyakarta.
- Pycha Charles and Lopez Ernesto, 2003, *Municipal Wastewater Lagoon Phosphorus Removal*, Technical Support Section Water Compliance Branch U.S. EPA.
- 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
- Sastrawijaya, 1991, "Pencemaran Lingkungan", Rineka Cipta
- Sugiharto, 1987, "Dasar-dasar pengolahan air limbah", cetakan pertama, UI Press, Jakarta.

- Schiff, Nathan.2000,"Laundry wastewater treatment", Regulatory and Enviromental Consulting.
- Sugiharto, 1987 "Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah", cetakan pertama, UI Press, Jakarta.
- Tinsley, " Chemical Concepts in Pollutant Behavior", Oregon State University, Carvallis.
- Tjokrokusumo.1995. *Pengantar Konsep Teknologi Bersih Khusus Pengelolaan dan Pengolahan Air*. Yogyakarta: STTL YLH.
- Zeolit, www.Wikimedia.org
- Zeolit, 2006, www.CREC.com
- Wardana, 1995, " Dampak Pencemaran Lingkungan", Andi offset, Yogyakarta.
- Webar, Wberd, M. 1972, Adsorption of Heterogenes Aqua in System, Jaour AWWA.
- Wilkes University,2007, "*Total phosphour and Phosphate Impact on Surface Water*", Enviromental Quality Center

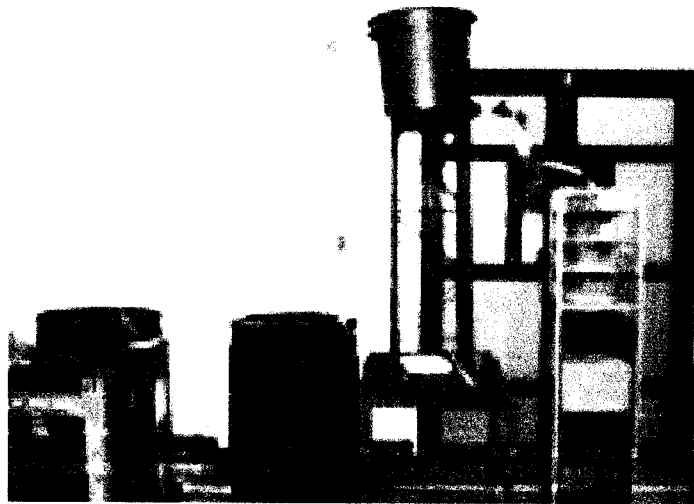
LAMPIRAN



Gambar Sketsa Pengolahan Limbah Pencucian Kendaraan Bermotor dengan menggunakan Reaktor "Aerokarbonbiofilter"

DOKUMENTASI PENELITIAN

Gambar Reaktor Aerokarbonbiofilter



Proses Pembibitan Mikroorganisme (*Seeding*)



Konsentrasi *Total Suspended Solid*

Hari Ke	Inlet (Mg/l)	Outlet (Mg/l)	Efisiensi (%)
1	447	36	92
2	420	28	93
3	408	25	94
4	426	20	95
5	449	21	95
6	416	19	96
7	386	17	96
8	374	17	96
9	399	19	95
10	337	22	93

Sumber : Data Primer,2007

Konsentrasi Phospat

Hari Ke	Inlet (Mg/l)	Outlet (Mg/l)	Efisiensi (%)
1	0,8793	0,8063	8,3
2	0,8696	0,7953	8,5
3	0,6585	0,6007	8,8
4	0,7958	0,7291	8,4
5	0,8048	0,7396	8,1
6	0,7061	0,6527	7,6
7	0,7003	0,6502	7,2
8	0,6181	0,5742	7,1
9	0,6123	0,5696	7,0
10	0,6332	0,5893	6,9

Sumber : Data Primer,2007



LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang km 14,4 Yogyakarta 55584, Phone 0274-895042, 895707, Fax 0274-895330

No : 01/ L.K.L TSP UII

Hal : 1 dari 1

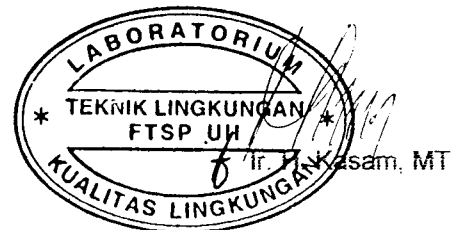
SERTIFIKAT HASIL UJI KUALITAS AIR LIMBAH

Jenis Contoh Uji : Sampel Air Limbah Pencucian Kendaraan Bermotor
Pengambil Contoh Uji : Atur Ekharisma Dewi
Tanggal Pengujian Contoh : 09 April 2007
Parameter yang diuji : COLONI DARI PROSES SEEDING
Kode Lab. : 01 LKL FTSP
Analisis : Atur Ekharisma Dewi

No	Parameter	Satuan	Hasil pengujian	Metode Uji
1	Jumlah Coloni	coloni	150000000	Heterotrophic Plate Count

- 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.

Yogyakarta, 28 Mei 2007
Kepala Laboratorium



No : 01/ L.K.L TSP UII

Hal : 1 dari 1

SERTIFIKAT HASIL UJI KUALITAS AIR LIMBAH

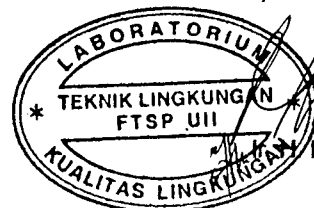
Jenis Contoh Uji : Sampel Air Limbah Pencucian Kendaraan Bermotor
 Pengambil Contoh Uji : Atur Ekharisma Dewi
 Tanggal Pengujian :
 Contoh : 23 April 2007
 Parameter yang diuji : Total Suspended Solid (TSS)
 Kode Lab. : 03 LKL FTSP
 Analis : Atur Ekharisma Dewi

No	Parameter	Satuan	Hasil pengujian	Metode Uji
INLET Hari Ke				
1	1	mg/L	447	SK SNI M - 03 - 1989 - F
2	2	mg/L	420	SK SNI M - 03 - 1989 - F
3	3	mg/L	408	SK SNI M - 03 - 1989 - F
4	4	mg/L	426	SK SNI M - 03 - 1989 - F
5	5	mg/L	449	SK SNI M - 03 - 1989 - F
6	6	mg/L	416	SK SNI M - 03 - 1989 - F
7	7	mg/L	386	SK SNI M - 03 - 1989 - F
8	8	mg/L	374	SK SNI M - 03 - 1989 - F
9	9	mg/L	399	SK SNI M - 03 - 1989 - F
10	10	mg/L	337	SK SNI M - 03 - 1989 - F

No	Parameter	Satuan	Hasil pengujian	Metode Uji
OUTLET Hari Ke				
1	1	mg/L	36	SK SNI M - 03 - 1989 - F
2	2	mg/L	28	SK SNI M - 03 - 1989 - F
3	3	mg/L	25	SK SNI M - 03 - 1989 - F
4	4	mg/L	20	SK SNI M - 03 - 1989 - F
5	5	mg/L	21	SK SNI M - 03 - 1989 - F
6	6	mg/L	19	SK SNI M - 03 - 1989 - F
7	7	mg/L	17	SK SNI M - 03 - 1989 - F
8	8	mg/L	17	SK SNI M - 03 - 1989 - F
9	9	mg/L	19	SK SNI M - 03 - 1989 - F
10	10	mg/L	22	SK SNI M - 03 - 1989 - F

- 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.

Yogyakarta, 28 Mei 2007
 Kepala Laboratorium



Kasam, MT



**HASIL ANALISA AIR LIMBAH
PENCUCIAN KENDARAAN BERMOTOR**

Jenis Air : Air Limbah
Pengirim Sampel : Atur Ekharisma Dewi (Mhs UII Yk)
NIM : 03 513 007

Hari ke	Konsentrasi PO ₄ (mg/L)	
	Lokasi A	Lokasi B
1	0,8793	0,8063
2	0,8696	0,7953
3	0,6585	0,6007
4	0,7958	0,7291
5	0,8048	0,7396
6	0,7061	0,6527
7	0,7003	0,6502
8	0,6181	0,5742
9	0,6123	0,5696
10	0,6332	0,5893

Keterangan :

Lokasi A : Bak Equalisasi
Lokasi B : Outlet Reaktor

Diperiksa oleh :
Kepala Seksi Pengujian Mutu Air

Dra. Resti Isdaryanti
NIP. 010 231 341



LAMPIRAN III

Surat Keputusan Menteri Negara KLH

Nomor : KEP-03/MENKLH/II/1991

Tanggal : 1 Februari 1991

Tentang : Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Yang Telah Beroperasi

No.	Parameter	Satuan	Golongan Baku Mutu Air Limbah			
			I	II	III	IV
	FISIKA					
	Temperatur	°C	35	38	40	45
	Zat padat terlarut	mg/L	1500	2000	3000	5000
	Zat padat tersuspensi	mg/L	100	200	400	500
	KIMIA:					
	pH	-	6-9	6-9	6-9	5-9
	Besi terlarut	mg/L	1	5	10	20
	Mangan terlarut	mg/L	0,5	2	5	10
	Barium	mg/L	1	2	3	5
	Tembaga	mg/L	1	2	3	5
	Seng	mg/L	2	5	10	15
	Khrom hexavalen	mg/L	0,05	0,1	0,5	1
	Khrom total	mg/L	0,1	0,5	1	2
	Cadmium	mg/L	0,01	0,05	0,1	0,5
	Raksa	mg/L	0,001	0,002	0,005	0,01
	Timbal	mg/L	0,03	0,1	1	2
	Stanum	mg/L	1	2	3	5
	Arsen	mg/L	0,05	0,1	0,5	1
	Selenium	mg/L	0,01	0,05	0,5	1
	Nikel	mg/L	0,1	0,2	0,5	1
	Kobalt	mg/L	0,2	0,4	0,5	1
	Sianida	mg/L	0,02	0,05	0,5	1
	Sulfida	mg/L	0,01	0,05	0,1	1
	Fluorida	mg/L	1,5	2	3	5
	Khlorin bebas	mg/L	0,5	1	2	5
	Amoniak bebas	mg/L	0,02	1	5	20
	Nitrat	mg/L	10	20	30	50
	Nitrit	mg/L	0,06	1	3	5
	BOD ₅	mg/L	20	50	150	300
	COD	mg/L	40	100	300	600
	Senyawa aktif biru metilen	mg/L	0,5	5	10	15
	Fenol	mg/L	0,01	0,5	1	2
	Minyak nabati	mg/L	1	5	10	20
	Minyak mineral	mg/L	1	10	50	100
	Radioaktivitas **)					
	Pestisida, termasuk PCB***)					

*) kadar air limbah yang memenuhi persyaratan baku mutu air limbah tersebut tidak diperbolehkan dengan cara pengenceran yang airnya langsung diambil dari sumber air.
Kadar bahan limbah tersebut adalah kadar maksimal yang diperbolehkan, kecuali pH yang meliputi juga kadar yang minimal.

***) Kadar radioaktivitas mengikuti peraturan yang berlaku.

****) Limbah pestisida yang berasal dari industri yang memformulasi atau memproduksi dan dari konsumen yang mempergunakan untuk pertanian dan lain-lain tidak boleh menyebabkan pencemaran air yang mengganggu pemanfaatannya.

LAMPIRAN

PERATURAN PEMERINTAH NOMOR 82 TAHUN 2001
TANGGAL 14 DESEMBER 2001

TENTANG

PENGELOLAAN KUALITAS AIR DAN PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR

Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas

PARAMETER	SATUAN	KELAS				KETEGORIAN
		I	II	III	IV	
FISIKA						
Temperatur	°C	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 5	Deviasi Temperatur dari keadaan alamiah
Residu Terlarut	mg/L	1000	1000	1000	2000	
Residu Tersuspensi	mg/l	50	50	400	400	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, residu tersuspensi ≤ 5000 mg/L

KIMIA ANORGANIK						
ph		6-9	6-9	6-9	5-9	Apabila secara alamiah di luar rentang tersebut, maka ditentukan berdasarkan kondisi alamiah
BOD	mg/L	2	3	6	12	
COD	mg/L	10	25	50	100	
DO	mg/L	6	4	3	0	Angka batas minimum
Total Fosfat sbg P	mg/l	0,2	0,2	1	5	
NO ₃ sebagai N	mg/L	10	10	20	20	

NH3-N	mg/L	0.5	(-)	(-)	(-)	Bagi perikanan. kandungan amonia bebas untuk ikan yang peka $\leq 0,02$ mg/L sebagai NH3
Arsen	mg/L	0,05	1	1	1	
Kobalt	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	
Barium	mg/L	1	(-)	(-)	(-)	
Boron	mg/L	1	1	1	1	
Selenium	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05	
Kadmium	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	
Khrom (VI)	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,01	
Tembaga	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional. $Cu \leq 1$ mg/L
Besi	mg/L	0,3	(-)	(-)	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional. $Fe \leq 5$ mg/L
Timbal	mg/L	0,03	0,03	0,03	1	Bagi pengolahan air minum secara konvensional. $Pb \leq 0,1$ mg/L
Mangan	mg/L	1	(-)	(-)	(-)	
Air Raksa	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,005	
Seng	mg/L	0,05	0,05	0,05	2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional. $Zn \leq 5$ mg/L
Klorida	mg/L	1	(-)	(-)	(-)	
Sianida	mg/L	0,02	0,02	0,02	(-)	
Fluorida	mg/L	0,5	1,5	1,5	(-)	

Nitrit sebagai N	mg/L	0.06	0.06	0.06	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, NO ₂ -N ≤ 1 mg/L
Sulfat	mg/L	400	(-)	(-)	(-)	
Klorin bebas	mg/L	0,03	0,03	0,03	(-)	Bagi ABAM tidak dipersyaratkan
Belerang sebagai H ₂ S	mg/L	0,002	0,002	0,002	(-)	
MIKROBIOLOGI						
Fecal coliform	jml/100 ml	100	1000	2000	2000	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, fecal coliform ≤ 2000 jml/100 ml dan total coliform ≤ 10000 jml/100ml
Total coliform	jml/100 ml	1000	5000	10000	10000	
RADIOAKTIVITAS						
Gross - A	bg/L	0,1	0,1	0,1	0,1	
Gross - B	bg/L	1	1	1	1	
KIMIA ORGANIK						
Minyak dan Lemak	ug/L	1000	1000	1000	(-)	
Detergen sebagai MBAS	ug/L	200	200	200	(-)	
Senyawa Fenol	ug/L	1	1	1	(-)	
Sebagai Fenol	ug/L					
BHC	ug/L	210	210	210	(-)	
Aldrin/ Dieldrin	ug/L	17	(-)	(-)	(-)	
Chlordane	ug/L	3	(-)	(-)	(-)	
DDT	ug/L	2	2	2	2	
Heptachlor dan Heptachlor epoxide	ug/L	18	(-)	(-)	(-)	
	ug/L					
Lindane	ug/L	56	(-)	(-)	(-)	
Methoxyctor	ug/L	35	(-)	(-)	(-)	
Endrin	ug/L	1	4	4	(-)	
Toxaphan	ug/L	5	(-)	(-)	(-)	

Keterangan :

mg = miligram

ug = mikrogram

ml = militer

L = liter

Bq = Bequerel

MBAS = Methylene Blue Active Substance

ABAM = Air Baku untuk Air Minum

Logam berat merupakan logam terlarut

Nilai di atas merupakan batas maksimum, kecuali untuk pH dan DO.

Bagi pH merupakan nilai rentang yang tidak boleh kurang atau lebih dari nilai yang tercantum.

Nilai DO merupakan batas minimum.

Arti (-) di atas menyatakan bahwa untuk kelas termasuk, parameter tersebut tidak dipersyaratkan

Tanda £ adalah lebih kecil atau sama dengan

Tanda < adalah lebih kecil

PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA

ttd.

MEGAWATI SOEKARNO PUTRI

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	NAMA	NO MHS	PRODI
1	Atur Ekharisma Dewi	03513007	Teknik Lingkungan
2			

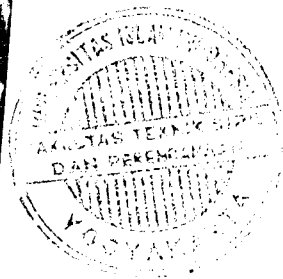
JUDUL TUGAS AKHIR : Penurunan Kadar SS dan Phosfat pada Limbah Cair Pencucian Kendaraan Bermotor dengan reaktor Aerokarbon Biofilter

PERIODE : Genap
TAHUN AKADEMIK : 2006/2007

No	kegiatan	Bulan Ke :					
		Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt
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 Juliani, ST, MSc
DOSEN PEMBIMBING III ;

Yogyakarta, 23 Maret 2007
Koordinator TA









(Eko Siswoyo, ST)

Catatan

Seminar :
Sidang :
Pendadaran :

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

No	Tanggal	Catatan Konsultasi	Tanda Tangan	
			Pemb I	Pemb II
19 Juni 2021		<ul style="list-style-type: none"> - Dibahas mekanisme Protejys Kimia, fisik yg terjadi tiap tahapan - Mendiskusikan mekanisme 		
20 Juni 2021		<ul style="list-style-type: none"> - Kesimpulan harus korelasi dgn. PASTURON dan manusia - Disatah - Dibahas lagi fenomena yg terjadi pada grafik & data 		
21 Juni 2021		<ul style="list-style-type: none"> - Dijelas lagi lebih detail Proses degradasi parameter - dibahas lg kenapa penurunan konsentrasi phospat kecil. - Referensi harus lebih nyambung dgn pembahasan - analisa tes ditambah lagi. 		
22 Juni 2021		<ul style="list-style-type: none"> - Disatah - Disatah 	