

TA/TL/2007/0210

PERPUSTAKAAN FTSP UH	
HADIAH/DELI	
TGL. TERIMA :	12 - 12 - 2007
NO. JUDUL :	2780
NO. INV. :	5120002780001
NO. INDUK :	002780

TUGAS AKHIR

PENURUNAN KONSENTRASI COD (*Chemical Oxygen Demand*) DAN MINYAK LEMAK PADA LIMBAH CAIR PENCUCIAN KENDARAAN BERMOTOR DENGAN MENGGUNAKAN REAKTOR AEROKARBONBIOFILTER

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia
Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh
Derajat Sarjana Strata – 1 Teknik Lingkungan

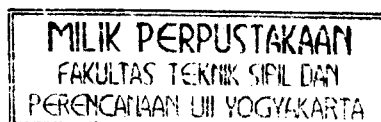


Oleh :

Nama : RIA PRAWITA SARI

NIM : 03 513 006

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



LEMBAR PENGESAHAN


TUGAS AKHIR

**PENURUNAN KONSENTRASI COD (*Chemical Oxygen Demand*) DAN MINYAK LEMAK PADA LIMBAH CAIR
PENCUCIAN KENDARAAN BERMOTOR DENGAN
MENGUNAKAN REAKTOR AEROKARBONBIOFILTER**


Nama : Ria Prawita Sari
NIM : 03 513 006
Program Studi : Teknik Lingkungan

Telah diperiksa & disetujui oleh:

EKO SISWOYO, ST
Pembimbing I


Tanggal: 11-08-07

ANI JULIANI, ST, MSc
Pembimbing II


Tanggal: 9-08-07

ABSTRACT

In recent years many previously environmental problems have been found population explosion in the world. It is necessary and pattern of life change and can be affecting environment such as water contamination was resulted from washing of motor vehicle process.

Aerocarbonbiofilter is a wastewater treatment plant and consists of four basic stages, include : aeration, adsorption (activated carbon and zeolite), biological and filtration process.

This research aim to know the effectivity of the aerocarbonbiofilter reactor for removal concentration of Chemical Oxygen Demand (COD) and Fat Oil and Greases (FOG). Sampling conducted in inlet and outlet of aerocarbonbiofilter reactor once a day during 10 days.

The first step is seeding during 40 days. In this research use paralon pipe as 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. For rapidly and more microorganism growth gives nutrient containing organic compound and microbe, that is degra simba.

Based on the result analysis of the laboratory, the first of COD concentration is 425 mg/l and Fat Oil and Greases (FOG) is 51 mg/l. After than using aerocarbonbiofilter with seeding process during 40 days, showing the degradation of COD concentration at first day with percentage 73,68 % and for degradation of FOG concentration at first day with percentage 50 %. For ten day the amount of COD concentration with percentage 48,85 % and for degradation of FOG concentration with percentage 8 %. This problem caused of adsorption process (activated carbon and zeolite), filtration process and degradation process by microorganism.

Key Word: *Aerocarbonbiofilter reactor, Chemical Oxygen Demand, Efficiency, Fat Oil and Greases.*

INTISARI

Salah satu permasalahan yang dihadapi dunia saat ini adalah pertumbuhan populasi dunia yang sangat signifikan yang menyebabkan terjadinya perubahan pola kehidupan yang berdampak pada lingkungan antara lain pencemaran air yang diakibatkan oleh sisa dari proses pencucian kendaraan bermotor.

Aerokarbonbiofilter merupakan suatu unit pengolahan air limbah yang terdiri dari empat tahap proses yaitu aerasi, adsorpsi (karbon aktif dan zeolit), biologis dan filtrasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui prosentase penurunan konsentrasi Chemical Oxygen Demand (COD) dan minyak lemak dengan menggunakan aerokarbonbiofilter. Pengambilan sampel dilakukan pada inlet dan outlet setiap 1 kali sehari selama 10 hari.

Langkah pertama adalah 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 huble aerator. Untuk mempercepat serta memperbanyak jumlah mikroorganisme diberikan nutrisi yang mengandung bahan organik dan mikroba yaitu degra simba .

Dari hasil penelitian diperoleh konsentrasi awal untuk parameter COD sebesar 425 mg/l sedangkan parameter minyak lemak sebesar 51 mg/l. Setelah dilakukan pengolahan dengan aerokarbonbiofilter dengan proses seeding selama 40 hari, pada hari pertama diperoleh efisiensi untuk parameter COD sebesar 73,68 % dan untuk parameter minyak lemak sebesar 50 % sedangkan pada hari kesepuluh diperoleh efisiensi untuk parameter COD sebesar 48,85 % dan untuk parameter minyak lemak sebesar 8 %. Hal ini dikarenakan adanya penurunan oleh penyerapan pada proses adsorpsi (karbon aktif dan zeolit) dan pada proses filtrasi serta proses biologis oleh mikroorganisme.

Kata Kunci: Efisiensi, Chemical Oxygen Demand, minyak lemak dan reaktor aerokarbonbiofilter.

INTISARI

Salah satu permasalahan yang dihadapi dunia saat ini adalah pertambahan populasi dunia yang sangat signifikan yang menyebabkan terjadinya perubahan pola kehidupan yang berdampak pada lingkungan antara lain pencemaran air yang diakibatkan oleh sisa dari proses pencucian kendaraan bermotor.

Aerokarbonbiofilter merupakan suatu unit pengolahan air limbah yang terdiri dari empat tahap proses yaitu aerasi, adsorpsi (karbon aktif dan zeolit), biologis dan filtrasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui prosentase penurunan konsentrasi Chemical Oxygen Demand (COD) dan minyak lemak dengan menggunakan aerokarbonbiofilter. Pengambilan sampel dilakukan pada inlet dan outlet setiap 1 kali sehari selama 10 hari.

Langkah pertama adalah 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. Untuk mempercepat serta memperbanyak jumlah mikroorganisme diberikan nutrisi yang mengandung bahan organik dan mikroba yaitu *degra simba*.

Dari hasil penelitian diperoleh konsentrasi awal untuk parameter COD sebesar 425 mg/l sedangkan parameter minyak lemak sebesar 51 mg/l. Setelah dilakukan pengolahan dengan aerokarbonbiofilter dengan proses *seeding* selama 40 hari, pada hari pertama diperoleh efisiensi untuk parameter COD sebesar 73,68 % dan untuk parameter minyak lemak sebesar 50 % sedangkan pada hari kesepuluh diperoleh efisiensi untuk parameter COD sebesar 48,85 % dan untuk parameter minyak lemak sebesar 8 %. Hal ini dikarenakan adanya penurunan oleh penyerapan pada proses adsorpsi (karbon aktif dan zeolit) dan pada proses filtrasi serta proses biologis oleh mikroorganisme.

Kata Kunci: Efisiensi, Chemical Oxygen Demand, minyak lemak dan reaktor aerokarbonbiofilter.

Sepenuh hati kupersembahkan karya ini kepada

Kedua Orangtua Ku Tercinta

H. Budi Sutarno & Hj. Siti Chairiyah

yang telah sepenuh hati berjuang mendidik dan membesarkanku, mendoakan dengan cinta dan kasih sayang dan selalu memberikan dorongan materiil dan spiritual yang sungguh sulit ananda untuk membalasnya serta motivasi terbesar ananda untuk hidup lebih baik,

Adikku Tersayang (Ari)

Salah satu sumber kekuatanku, yang membuatku harus tetap bertahan untuk mejadi suri tauladan yang baik baginya.

Fikry Rhidany, ST

yang telah mengajarkanku untuk selalu kuat dan berani untuk melangkah, yang selalu memberikan semangat serta perhatian yang begitu besar dan selalu ada dalam setiap susah dan senangku.

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr.Wb

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya. Sholawat serta salam senantiasa tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW pemberi syafaat bagi seluruh alam beserta keluarga, sahabat dan para pegikutnya yang istiqomah kepada Islam. Atas ridho dari Allah SWT akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **"Penurunan Kosentrasi COD (Chemical Oxygen Demand) dan Minyak Lemak Pada Limbah Cair Pencucian Kendaraan Bermotor dengan Menggunakan Reaktor Aerokarbonbiofilter"** yang merupakan salah satu syarat dalam menempuh jenjang derajat kesarjanaan Strata 1 pada jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Selama proses pelaksanaan hingga penyusunan tugas akhir ini, penulis mendapatkan begitu banyak bantuan dan dukungan sehingga penulis mampu membuat dan menyelesaikan tugas akhir ini. Pada kesempatan ini perkenankan penulis untuk menyampaikan ungkapan terima kasih dan rasa penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ruzardi, Dr., Ir., MS. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Luqman Hakim, ST, M.Si selaku kepala Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia.

3. Bapak Eko Siswoyo, ST selaku dosen pembimbing I, terimakasih atas bimbingan, ide dan saran-sarannya.
4. Ibu Ani Juliani, ST, MSc selaku dosen pembimbing II, terimakasih atas bimbingan, koreksi dan nasehatnya.
5. Kedua orang tua yang sangat penulis sayangi, yang telah sepenuh hati dan tulus mendidik, membesarkan, mendoakan dengan penuh rasa cinta dan kasih sayang...Izinkan hamba untuk membahagiakan mereka.
6. Ari my brother, thanks atas segala keceriaannya. Berjuanglah! karena kau kelak akan menjadi seorang pemimpin.
7. My b'loved Fikry Rhidany, ST. Terimakasih atas seluruh kasih sayang dan segala pengorbanannya. U are my spirit.....
8. My 2nd mother in Bangka. Terimakasih untuk segala nasihat dan doanya.
9. Adikku (Vidya n Venty). Thank's yach dah do'ain mba, akhirnya mba bisa selesaian semua ini.
10. Om Darmadi sekeluarga, terimakasih atas segala bantuannya selama ini.
11. Seluruh Staff Dosen Di Jurusan Teknik Lingkungan, yang telah memberikan ilmunya kepada penulis. Semoga Allah membalas segala kebbaikannya.
12. Mas Agus, Ucapan Terima kasih tak terkira tuk kesabarannya membantu penulis selama masa studi.
13. Bapak Tasyono dan Mas Iwan yang telah memberikan bantuan, bimbingan dan arahan dalam melaksanakan penelitian.
14. Pak Didi selaku pimpinan The Auto Bridal 10. Terimakasih untuk memberikan izin pengambilan limbah.
15. Atur Ekharisma Dewi, ST dan Mei Rani Nuringtyas, ST teman seperjuanganku. Terimakasih atas segala kerjasamanya. Akhirnya aku menyusul kalian.....

16. Teman-teman kostku (Anna, Cici, Eli, Ida, Ita, Ken, Nadia, Sari).

Terimakasih atas kebersamaan dan dukungannya selama ini, kalian adalah keluarga terdekatku. I'll miss u...

17. Seluruh teman-temanku yang telah banyak membantu, khususnya enviro '03. Keep contact !!!

18. Teman-teman KKN angkatan 34 unit 80. Thanks atas kerjasamanya. Kalian telah menjadi bagian dalam perjalanan kuliahku. Miss u.....

Penulis sadar dalam tugas akhir ini masih banyak sekali kekurangan dan kelemahannya, karena itu perkenankanlah permohonan maaf dari penulis. Besar harapan penulis, karya ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan kontribusi kebaikan dunia dan akhirat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca atau rekan mahasiswa pada umumnya.

Wassalamu'alaiikum Wr.Wb

Yogyakarta, Agustus2007

Penulis

Ria Prawita Sari

MOTTO

" Sesungguhnya sholatku, ibadahku, hidupku, dan matiku hanyalah untuk Allah, Tuhan semesta Alam. " (Q.S. Al. An'am : 162)

" Jadilah sabar dan shalat sebagai peolngmu, Sesungguhnya Allah bersama orang-orang yang sabar. " (Q.S. Albaqarah : 153)

" Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain. " (Q.S. Asy-Syarah : 6)

" Tiada kata terlambat dan berhenti untuk belajar. Karena hidup adalah pembelajaran." (3 Angel's mine)

" Kita punya rencana. Allah juga punya rencana. Kita punya keinginan Allah yang memberikan ketetapan. "

" Sewaktu dilahirkan, seharusnya ada orang yang memberi tahu kita bahwa kita tengah menuju kematian. Maka jalani hidup sebaik-baiknya dengan menghargai setiap detiknya. Lakukanlah ! Tidak peduli apa yang kita pikirkan. Lakukan sehangat ! Walaupun kita memiliki banyak hari esok, tetapi aggaplah kita hanya memiliki satu hari ini. "

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Abstract	iii
Intisari	iv
Kata Pengantar	v
Motto	viii
Daftar Isi	ix
Daftar Tabel	xii
Daftar Gambar	xiii
Daftar Lampiran	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Air Limbah.....	6
2.2 Sumber Air Limbah.....	7
2.3 Karakteristik Air Limbah.....	8
1. Sifat fisik air limbah.....	8
2. Sifat kimia air limbah.....	8
3. Sifat Biologis Air Limbah.....	9
2.4 Penanggulangan Masalah Air Limbah.....	10

2.4.1 Pengendalian Bahaya Limbah.....	10
2.4.2 Jenis-jenis Pengolahan Limbah.....	11
2.5 Proses Pecucian Kendaraan.....	12
2.6 Parameter Penelitian.....	13
2.6.1 COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>).....	13
2.6.2 Minyak Lemak.....	15
2.6 Fungsi Reaktor Aerokarbonbiofilter.....	18
2.7.1 Proses Aerasi.....	19
2.7.2 Adsorpsi.....	20
2.7.3 Proses Pertumbuhan Mikroorganisme/ <i>seeding</i>	28
2.7.4 Pasir.....	31

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian.....	37
3.2 Jenis Penelitian.....	37
3.3 Kerangka Penelitian.....	37
3.4 Objek Penelitian.....	39
3.5 Variabel Penelitian.....	39
3.6 Reaktor Aerokarbonbiofilter.....	39
1. Desain Reaktor Aerokarbonfilter.....	40
2. Dimensi Reaktor Aerokarbonfilter.....	40
3. Pembuatan Reaktor Aerokarbonfilter.....	43
3.7 Cara Kerja.....	43

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses <i>Seeding</i>	47
4.2 COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>).....	50
4.2.1 Pembahasan.....	53
4.2.1.1 Proses Aerasi.....	53
4.2.1.2 Proses Adsorpsi.....	55
4.2.1.3 Proses Pengolahan Biologis.....	60

4.2.1.4 Proses Filtrasi.....	61
4.2.1.5 Efisiensi Removal Total Aerokarbonbiofilter.....	64
4.3 Minyak Lemak.....	65
4.3.1 Pembahasan.....	67
4.3.1.1 Proses Aerasi.....	67
4.3.1.2 Proses Adsorpsi.....	68
4.3.1.3 Proses Pengolahan Biologis.....	70
4.3.1.4 Proses Filtrasi.....	71
4.3.1.5 Efisiensi Removal Total Aerokarbonbiofilter.....	71
BAB V KASIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	73
5.2 Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA.....	75

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Dimensi Reaktor Aerokarbobiobiofilter.....	41
-----------	--	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar	2.1	Tetrahedra Alumina dan Silika (TO ₄) Pada Zeolit.....	26
Gambar	2.2	Kurva Pertumbuhan Mikroba Pada Sistem Tertutup.....	29
Gambar	3.1	Diagram Alir Penelitian.....	38
Gambar	3.2	Reaktor Aerokarbonbiofilter.....	43
Gambar	4.1	Penurunan Konsentrasi COD.....	51
Gambar	4.2	Prosetase Efisiensi Penurunan COD.....	51
Gambar	4.3	Penurunan Konsentrasi Minyak Lemak.....	65
Gambar	4.4	Prosentase Efisiensi Penurunan Minyak Lemak.....	66

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran I Sketsa Reaktor Aerokarbonbiofilter
- Lampiran II Reaktor Aerokarbonbiofilter
- Lampiran III Pembibitan Mikroorganisme (*Seeding*)
- Lampiran IV Efisiensi Penurunan Konsentrasi COD
- Lampiran V Efisiensi Penurunan Konsentrasi Minyak Lemak
- Lampiran VI Hasil Analisa Laboratorium

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Permasalahan mengenai lingkungan hidup selalu menjadi topik yang hangat dibicarakan oleh masyarakat Yogyakarta. Salah satu permasalahan yang dihadapi Yogyakarta saat ini adalah penambahan populasi yang sangat pesat.. Pada umumnya penambahan populasi penduduk yang terjadi di negara berkembang seperti Indonesia yang mana pada akhirnya akan mengakibatkan perubahan pola dan gaya hidup, standar kehidupan yang akan semakin tinggi dengan meningkatnya kebutuhan akan barang dan jasa. (*United Nation, 2002*).

Peningkatan jumlah penduduk yang cukup signifikan terjadi di Daerah Istimewa Yogyakarta. Dimana dengan bertambahnya jumlah penduduk maka akan terjadi peningkatan kebutuhan akan barang dan jasa. Jasa pencucian kendaraan bermotor merupakan salah satu jasa yang banyak dan bergerak di bidang transportasi, mengingat semakin banyaknya orang yang memiliki kendaraan baik yang digunakan untuk kepentingan pribadi maupun kepentingan umum atau instansi perkantoran.

Jasa pencucian kendaraan bermotor di Daerah Istimewa Yogyakarta terutama Kabupaten Sleman kini telah berkembang. Hal ini dikarenakan kota Yogyakarta sebagai kota budaya, pendidikan dan pariwisata sehingga menarik pendatang dari luar daerah untuk menetap maupun tinggal sementara. Fasilitas di Kota Yogyakarta pada umumnya akan lebih mudah dijangkau dengan kendaraan,

baik fasilitas pendidikan, budaya, seni maupun instansi. Dengan kondisi demikian maka masyarakat pendatang maupun setempat lebih merasa nyaman untuk menggunakan kendaraan bermotor sehingga berpengaruh pada semakin meningkatnya jumlah kendaraan bermotor.

Seperti yang ditunjukkan pada tahun 2005, jumlah penggunaan kendaraan bermotor di Kota Yogyakarta mencapai 850930 unit kendaraan. Dengan jumlah motor sebanyak 843077 unit dan jumlah mobil sebanyak 7853 unit. Hal ini diperkirakan jumlah kendaraan bermotor akan semakin meningkat ditahun berikutnya.

Disamping itu, jasa pencucian kendaraan bermotor ini memberikan manfaat yang cukup besar bagi perekonomian. Dimana dapat mengurangi jumlah pengangguran serta dapat meningkatkan taraf hidup manusia. Akan tetapi, disisi lain akan berdampak negatif, yaitu adanya timbulan limbah cair dari proses pencucian kendaraan bermotor sehingga berpotensi untuk menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan terutama pada badan air penerima.

Limbah merupakan suatu produk sisa dari suatu aktivitas/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. Adapun dampak negatif yang ditimbulkan dengan adanya limbah antara lain: 1). Dapat berbahaya bagi kesehatan manusia, 2). Dapat merusak kestabilan dan kehidupan ekosistem dalam suatu perairan dan dapat mengganggu estetika lingkungan.

Dengan memperhatikan permasalahan di atas, maka sekiranya perlu dipikirkan suatu teknologi atau alat yang dapat mereduksi tingkat bahaya yang dapat ditimbulkan dari limbah cair pencucian kendaraan bermotor. Pada penelitian ini akan dibahas masalah penurunan parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan minyak lemak dengan menggunakan reaktor aerokarbonbiofilter.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, maka dapat diambil perumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapa lama waktu optimal yang dibutuhkan reaktor aerokarbonbiofilter dalam menurunkan konsentrasi COD dan minyak lemak pada limbah cair pencucian kendaraan bermotor.
2. Bagaimana efektifitas reaktor aerokarbonbiofilter terhadap penurunan konsentrasi COD dan minyak lemak pada limbah cair pencucian kendaraan bermotor.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, penyusun membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. Alat yang digunakan adalah reaktor aerokarbonbiofilter yang terdiri dari 4 tahap mekanisme, yaitu 4 tingkatan aerasi, media adsorpsi (karbon aktif dan zeolit), pengolahan biologis dan media filtrasi (pasir).
2. Limbah cair yang digunakan adalah sisa proses pencucian kendaraan

bermotor dari The Auto Bridal 10 Jl. Kaliurang km 6,8 Yogyakarta.

3. Parameter air limbah yang akan diuji adalah COD dan minyak lemak dengan skala laboratorium.
4. Waktu yang digunakan untuk pengambilan sampel adalah 1 kali pengambilan setiap satu hari selama 10 hari berturut-turut.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui waktu optimal untuk menurunkan konsentrasi COD dan minyak lemak dari limbah cair pencucian kendaraan bermotor dengan menggunakan reaktor aerokarbonbiofilter.
2. Mengetahui efisiensi penurunan konsentrasi COD dan minyak lemak pada limbah cair pencucian kendaraan bermotor dengan menggunakan reaktor aerokarbonbiofilter.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang akan diperoleh dari kegiatan penelitian ini adalah :

1. Memberikan data informasi tentang kemampuan reaktor aerokarbonbiofilter untuk menurunkan konsentrasi COD dan minyak lemak dari limbah cair pencucian kendaraan bermotor.
2. Memberikan suatu alternatif pengolahan pada kegiatan pencucian kendaraan bermotor sehingga limbah cair yang dihasilkan tidak menambah beban pencemar, khususnya pada badan air penerima.

3. Memberikan informasi kepada pihak perusahaan yang bergerak di bidang pencucian kendaraan bermotor untuk ikut berperan menjaga kualitas lingkungan dengan melakukan pengelolaan air limbahnya sebelum dibuang ke badan air penerima.
4. Dapat memberikan stimulus/pendorong untuk peneliti yang lain guna mempelajari alternatif pengolahan limbah cair dari sisa proses pencucian kendaraan bermotor yang tepat guna.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Air Limbah

Air limbah dapat diartikan sebagai suatu kejadian masuknya atau dimasukkannya benda padat, cair dan gas ke dalam air dengan sifat yang dapat berupa endapan/padat, padat tersuspensi, terlarut/koloid, emulsi yang menyebabkan air harus dipisahkan atau dibuang. (Tjokrokusumo, 1998).

Air limbah/air buangan adalah kombinasi dari cairan dan sampah-sampah cair yang berasal dari daerah pemukiman, perdagangan, perkantoran dan industri bersama-sama dengan air tanah, air permukaan, dan air hujan yang mungkin ada (Metcalf and Eddy, 1991).

Air limbah yang di dalamnya terkandung polutan gas adalah merupakan bahan yang harus ditangani secara semestinya untuk tidak menimbulkan kerugian kesehatan atau secara luas tidak menimbulkan kerugian-kerugian ekonomi dan kesehatan. (Tchnobanoglous, 1979).

Air limbah yang tidak mengalami pengelolaan terlebih dahulu maka air ini akan terakumulasi dan terjadi dekomposisi bahan organik yang menghasilkan bau yang tidak sedap dan banyak mengandung bakteri patogen penyebab penyakit pada manusia.

Air limbah banyak mengandung nutrien yang dapat merangsang pertumbuhan mikroorganisme dengan komposisi air limbah pada umumnya 99,9% air dan 0,1% padatan. Padatan yang terdapat dalam limbah cair terdiri dari

70% padatan organik dan 30% padatan nonorganik. Padatan organik dari limbah cair dapat berupa protein (65%), karbohidrat (25%) dan lemak (10%) sedangkan padatan anorganik berupa butiran garam dan logam.

2.1. Sumber Air Limbah

Sumber air limbah dapat dikelompokkan menjadi :

1. Air limbah domestik

Meliputi limbah dari pemukiman perumahan. Aliran air limbah diperhitungkan berdasarkan kepadatan penduduk dan rata-rata buangan perorang. Volume air buangan bervariasi antara 50 sampai 250 gped (*galon per capita per day*).

2. Air limbah industri

Air limbah yang dibuang oleh industri dan manufaktur, industri di perkotaan biasanya membuang air limbahnya ke saluran air buangan kota setelah mengalami pengelolaan terlebih dahulu. Akan tetapi tidak semua industri yang mengelola air limbahnya sebelum dibuang ke badan air penerima.

3. Air limbah perkotaan

Air limbah yang dihasilkan oleh penggabungan antara air limbah domestik dan air limbah industri disertai dengan *infiltration*.

2.3 Karakteristik Air Limbah

Karakteristik air limbah perlu diketahui untuk dijadikan sebagai dasar dalam menentukan jenis pengolahan dari air limbah tersebut. Menurut sifat dan karakteristik air limbah dapat dikelompokkan menjadi 3 bagian yaitu :

1. Sifat fisik air limbah

Sifat fisik dari air limbah dapat dilihat dengan cara visual dimana meliputi kandungan zat padat sebagai efek estetika, bau yang dikarenakan adanya bahan-bahan organik yang dapat membusuk serta dapat mengganggu estetika, warna yang dipengaruhi oleh masuknya zat terlarut seperti unsur kimia organik dan anorganik yang dapat mengurangi penetrasi sinar/cahaya ke dalam air sehingga akan mempengaruhi regenerasi oksigen secara fotosintesis. (Tjokrokusumo, 1998).

2. Sifat kimia air limbah

Karakteristik kimiawi cenderung lebih khusus sifatnya dibanding dengan karakteristik fisik dan oleh karena itu lebih cepat dan tepat untuk menilai sifat-sifat air dari suatu sampel. 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. 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). Selain itu akan lebih berbahaya apabila bahan kimia merupakan bahan kimia

yang beracun. Adapun bahan kimia yang penting yang ada di dalam air limbah pada umumnya dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Bahan Organik, secara umum bahan organik terdiri dari kombinasi karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen. 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. Parameter yang termasuk dalam kimia organik antara lain : karbohidrat, minyak lemak, pestisida, dan phenol. (Gintings, 1995).
- b. Bahan anorganik, beberapa komponen anorganik dari air limbah banyak digunakan sebagai indikator untuk mengetahui kualitas air limbah. Bahan anorganik meliputi: pH, klorida, kebasaaan, sulfur, zat beracun, logam berat, metan, nitrogen, fospor, gas (Sugiharto, 1987).

3. Sifat biologis air limbah

Sifat biologis air limbah merupakan salah satu parameter yang penting hal ini dikarenakan adanya bakteriologis, virus, protozoa dan cacing parasit yang bersifat patogenik. Dalam menentukan tingkat pencemaran bakteriologis dengan menggunakan indikator berapa jumlah bakteri coliform per seratus ml larutan dengan singkatan MPN (*Most Probable Number*) (Tjokrokusumo, 1998). Adapun pertumbuhan mikroorganisme ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti temperatur, pH, deras aliran, musim, dan lain-lainnya. Misalnya, oksigen terlarut dan zat organik akan

menentukan jenis spesies yang terdapat dalam air. (J. S. Slamet, 2004).

Mikroorganisme dapat berkembang dengan baik pada pH 6 – 9.

2.4 Penanggulangan Masalah Air Limbah

2.4.1 Pengendalian Bahaya Limbah

Sebagian besar pertambahan populasi penduduk dunia terjadi di negara-negara berkembang seperti Indonesia, yang pada akhirnya akan mengakibatkan perubahan pola dan gaya hidup, standar kehidupan yang akan semakin tinggi seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan barang dan jasa. (*United Nation*, 2002). Indonesia sebagai negara berkembang mengalami ketiga hal tersebut. Sehingga secara otomatis pencemaran akan terus terjadi dan meningkat dari tahun ke tahun berikutnya baik itu secara kuantitas maupun secara kualitas.

Dengan demikian, perlu adanya usaha pengendalian limbah. Menurut Kasmidjo (1981), usaha untuk mengendalikan usaha limbah meliputi tiga kemungkinan tahapan, yaitu memodifikasi proses agar usaha produksi tersebut tidak atau sangat mengurangi timbulnya limbah. Jika modifikasi proses memang tidak dapat lagi diterapkan barulah diambil usaha berikutnya, ialah mengambil manfaat atas limbah yang timbul (*reuse*) sebagai bahan mentah baru, bahan bakar, makanan, atau pupuk. Usaha kedua ini dimaksudkan agar limbah masih memiliki nilai ekonomis dan mampu memberi nilai keuntungan tambahan terhadap perusahaan, atau setidaknya agar biaya untuk mengeleminasi bahaya pencemaran oleh limbah dapat didanai dari limbah itu sendiri. Sedangkan yang ketiga merupakan alternatif yang terakhir, pemberian perlakuan dibuang terhadap

limbah agar limbah semata-mata dapat dibuang dalam keadaan bebas bahaya pencemaran, tanpa mengambil manfaat daripadanya (kecuali manfaat tidak langsung jangka panjang, berupa kelestarian lingkungan). Alternatif yang terakhir ini dapat dilakukan bila bahaya pencemaran limbah memang harus diselenggarakan dengan dana tambahan yang memang sudah tidak dapat dihindarkan.

2.4.2 Jenis - Jenis Pengolahan Limbah

Berdasarkan karakteristik limbah, proses pengolahan dapat digolongkan menjadi tiga bagian, yaitu :

1. Proses Fisika

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

2. Proses Kimia

Proses pengolahan secara kimia menggunakan bahan kimia untuk mengurangi konsentrasi zat pencemar di dalam limbah. Dengan adanya bahan kimia berarti akan terbentuk unsur baru dalam air limbah, yang mungkin berfungsi sebagai *katalisator*. Kegiatan yang termasuk dalam proses kimia diantaranya adalah pengendapan, klorinasi, oksidasi dan reduksi, netralisasi, *ion exchanger* serta desinfektan.

3. Proses Biologi

Proses pengolahan limbah secara biologis adalah memanfaatkan mikroorganisme (ganggang, bakteri, protozoa) untuk menguraikan senyawa organik dalam air limbah menjadi senyawa yang sederhana dan dengan demikian mudah mengambilnya. (Kristanto, 2002).

2.5 Proses Pencucian Kendaraan

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 deterjen. Setelah proses pencucian kolong kendaraan selesai, selanjutnya 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 serta roda-roda kendaraan.

2.6 Parameter Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan parameter-parameter sebagai berikut:

2.6.1 COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Untuk menyatakan kualitas air dibutuhkan beberapa parameter yang terkait. Salah satu diantaranya adalah *Chemical Oxygen Demand* (COD) atau Kebutuhan Oksigen Kimia (KOK) yang didefinisikan sebagai jumlah oksigen (mgO_2) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam sampel air atau banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik menjadi CO_2 dan H_2O . Pada reaksi oksigen ini hampir semua zat yaitu sekitar 85% dapat teroksidasi menjadi CO_2 dan H_2O dalam suasana asam, sedangkan penguraian secara biologi (BOD) tidak semua zat organik dapat diuraikan oleh bakteri (Fardiaz, 1992).

Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut didalam air. (G. Alaerts, 1984).

Menurut Metcalf *and* Eddy (1991), COD adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik dalam air, sehingga parameter COD mencerminkan banyaknya senyawa organik yang dioksidasi secara kimia. Tes COD digunakan untuk menghitung kadar bahan organik yang dapat dioksidasi dengan cara menggunakan bahan kimia oksidator kuat dalam media asam.

Menurut Benefield, 1982. Perbedaan COD dan BOD dapat dilihat sebagai berikut :

- a. Angka BOD adalah jumlah komponen organik *biodegradable* dalam air buangan, sedangkan tes COD menentukan total organik yang dapat teroksidasi, tetapi tidak dapat membedakan komponen *biodegradable/non biodegradable*.
- b. Beberapa substansi inorganik seperti sulfat dan tiosulfat, nitrit dan besi ferrous yang tidak akan terukur dalam tes BOD akan teroksidasi oleh kalium dikromat, membuat nilai COD-inorganik yang menyebabkan kesalahan dalam penetapan komposisi organik dalam laboratorium.
- c. Hasil COD tidak tergantung pada aklimasi bakteri sedangkan pada tes BOD sangat dipengaruhi aklimasi *seeding* bakteri.

Untuk mengetahui jumlah bahan organik di dalam air dapat dilakukan suatu uji yang lebih cepat dibandingkan dengan uji BOD, yaitu berdasarkan reaksi kimia dari suatu bahan oksidan yang disebut uji COD (*Chemical Oxygen Demand*). Uji COD yaitu suatu uji yang menentukan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bahan oksidan seperti Kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$) atau Kalium permanganat ($KMnO_4$) sebagai sumber oksigen/*oxidizing agent* yang digunakan untuk mengoksidasi bahan-bahan organik yang terdapat didalam air. (Droste, Ronald L, 1997).

Air yang telah tercemar limbah organik sebelum reaksi oksidasi berwarna kuning, dan setelah reaksi oksidasi berubah menjadi warna hijau. Jumlah oksigen yang diperlukan untuk reaksi oksidasi terhadap limbah organik seimbang dengan jumlah kalium dikromat yang digunakan pada reaksi oksidasi.

Makin banyak kalium dikromat yang digunakan pada reaksi oksidasi, berarti semakin banyak oksigen yang diperlukan.

Uji COD pada umumnya menghasilkan nilai kebutuhan oksigen yang lebih tinggi dibandingkan dengan uji BOD, karena bahan-bahan yang stabil terhadap reaksi biologi dan mikroorganisme dapat ikut teroksidasi dalam uji COD. *Selulosa* adalah salah satu contoh yang sulit diukur melalui uji BOD karena sulit dioksidasi melalui reaksi biokimia, akan tetapi dapat diukur melalui uji COD. (Pramudya Sunu, 2001).

2.6.2 Minyak Lemak

Minyak lemak termasuk salah satu anggota golongan lipid yaitu merupakan lipid netral (Ketaren, 1986). Emulsi air dalam minyak terbentuk jika droplet-droplet air ditutupi oleh lapisan minyak dimana sebagian besar emulsi minyak tersebut akan mengalami degradasi melalui fotooksidasi spontan dan oksidasi oleh mikroorganisme.

Minyak lemak berasal dari kandungan lemak, dimana lemak sendiri adalah fungsi atau sifat *Prostaglandin* yang dapat terbentuk dengan proses pelingkaratan dan peroksigenan dari asam lemak tak jenuh dengan banyak ikatan C = C yang menyebabkan mudah terbakar dan menimbulkan nilai kalor tertentu. Minyak lemak terdiri dari 3 macam, yaitu : (S. Riawan, 1997)

1. Minyak mineral, dalam minyak ini terkandung senyawa-senyawa H.K.
2. Minyak *essensial* (minyak asiri).
3. Minyak *fixed*, yaitu tidak mudah menguap (Trigilliserida).

Jika pencemaran minyak terjadi di pantai maka proses penghilangan minyak mungkin lebih cepat karena minyak akan melekat pada benda-benda padat seperti batu dan pasir di pantai yang mengalami kontak dengan air yang tercemar tersebut. (Fardiaz, 1992).

Suatu perairan yang terdapat minyak lemak di dalamnya maka minyak lemak tersebut akan selalu berada di atas permukaan air hal ini dikarenakan minyak lemak tidak larut dalam air dan berat jenis minyak lemak lebih kecil dari pada berat jenis air.

Efek buruk dari minyak lemak adalah menimbulkan permasalahan pada saluran air limbah dan bangunan pengolah air limbah. Hal ini disebabkan karena lemak menempel pada dinding bangunan dan terakumulasi yang kemudian akan menimbulkan penyumbatan pada saluran. Sedangkan keberadaan minyak dalam air akan membentuk selaput *film* yang mengganggu proses absorpsi oksigen dari udara. Minyak lemak terutama tahan terhadap perombakan secara anaerob.

Apabila minyak lemak tidak dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air penerima maka akan membentuk suatu lapisan tipis pada permukaan air sehingga membentuk selaput. Minyak akan membentuk ester dan alkohol atau gliserol dengan asam lemak. Gliseril dari asam lemak dalam fase padat maka dikenal dengan nama lemak, sedangkan apabila dalam fase cair disebut minyak (Sugiharto, 1987).

Lapisan minyak lemak yang berada di permukaan air akan mengganggu kehidupan organisme di dalam air hal ini dikarenakan :

1. Lapisan minyak pada permukaan air akan mengalami difusi oksigen dari udara

ke dalam air sehingga jumlah oksigen terlarut di dalam air akan menjadi berkurang. Dengan berkurangnya kandungan oksigen dalam air akan mengganggu kehidupan organisme yang berada di perairan.

2. Dengan adanya lapisan minyak pada permukaan air akan menghalangi masuknya sinar matahari ke dalam air sehingga proses fotosintesis oleh tanaman air tidak dapat berlangsung.
3. Air yang telah tercemar oleh minyak lemak tidak dapat dikonsumsi oleh manusia dikarenakan pada air yang mengandung minyak tersebut terdapat zat-zat yang beracun seperti senyawa benzen dan toluen.

Semua jenis minyak mengandung senyawa-senyawa volatil yang segera dapat menguap dan ternyata selama beberapa hari 25% dari volume minyak akan hilang karena menguap, sisa minyak yang tidak menguap akan mengalami emulsifikasi yang menyebabkan air dan minyak dapat bercampur (Fardiaz, 1992).

Sifat minyak lemak :

1. Tidak berbau, tidak berwarna dan tidak punya rasa, mempunyai berat jenis lebih kecil dari pada berat jenis air.
2. Tidak larut dalam air, sedikit larut dalam alkohol.
3. Mudah larut dalam karbon disulfida, terpetin, karbon tetra khlorida, eter, petroleum eter.
4. Lemak merupakan pelarut organik yang baik.
5. Dapat dihidrolisa oleh asam, basa, enzim lipase atau oleh pemanasan yang tinggi.
6. *Racidity* (sifat tengik). Ini terjadi apabila dibiarkan berhubungan dengan

udara. Hal ini karena hidrolisis terbentuk asam lemak yang rantai atom Cnya pendek sehingga berbau keras atau teroksidasi ikatan rangkap sehingga akan pecah membentuk keton, aldehida atau asam karboksilat rantai pendek yang berbau (Anonim, 1994).

Beberapa komponen yang menyusun minyak juga diketahui bersifat racun terhadap hewan maupun manusia, tergantung dari struktur dan berat molekulnya. Komponen hidrokarbon jenuh yang mempunyai titik didih rendah diketahui dapat menyebabkan anastesi dan narkosis pada berbagai hewan tingkat rendah dan jika terdapat pada konsentrasi tinggi dapat mengakibatkan kematian. Minyak juga mengandung naftalen dan penetren yang lebih beracun terhadap ikan dibanding dengan benzen, toluen dan *xilen*. Untuk menghilangkan atau mengurangi pengaruh negatif tersebut di atas, maka air buangan harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke perairan terbuka (Sukarmadidjaja, 1997).

Pada penelitian ini minyak lemak yang akan diteliti berasal dari limbah pencucian kendaraan bermotor yang berupa minyak lemak yang tidak terlarut.

2.7 Fungsi Reaktor Aerokarbonbiofilter Untuk Menurunkan Kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) Dan Minyak Lemak Dari Limbah Pencucian Kendaraan Bermotor

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

2.7.1 Proses Aerasi

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

Adapun aerasi bertujuan: 1). Tambahan Oksigen untuk mengoksidasi Besi dan Mangan terlarut, 2). Pembuangan Karbondioksida, 3). Pembuangan Hidrogen Sulfida untuk menghilangkan bau dan rasa serta Pembuangan minyak yang mudah menguap dan bahan-bahan penyebab bau dan rasa.

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

Tahapan dari aerasi (Pencampuran dengan O_2) memberikan tingkat pengikatan Oksigen yang paling cepat dengan meningkatkan derajat aerasi pada aliran oksigen di tangki (*Tapered Aeration*) yang dialirkan dalam interval selama aerasi disebut *step aeration* atau aerasi bertahap.

Selain mengandalkan kerja mekanis juga mengandalkan bakteri pengurai minyak dengan reaksi dasar sebagai berikut : (Wardana, 1995)

Bakteri aerobik



Bahan organik Oksigen

Untuk menyatakan kualitas air dibutuhkan beberapa parameter yang terkait. Salah satu diantaranya adalah *Chemical Oxygen Demand* (COD).

2.7.2 Adsorpsi

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

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

a) 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.

b) Proses Operasi Adsorpsi

Operasi dari proses adsorpsi dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu :

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

Menurut Droste (1997) proses penyerapan dalam adsorpsi dipengaruhi :

1. Bahan penyerap

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

2. Ukuran butir

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

3. Derajat keasaman (pH larutan)

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

4. Waktu serap

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

5. Konsentrasi

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

1. 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).

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.

a) 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 terserap tidak terikat secara kuat pada bagian permukaan penyerap. Adsorpsi fisika dapat balik (*reversible*), tergantung pada kekuatan daya tarik antar molekul penyerap dan bahan terserap lemah maka terjadi proses adsorpsi, yaitu pembebasan molekul bahan penyerap. (Tinsley, 1979).

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

b) Kegunaan Karbon Aktif

Banyak penelitian yang mempelajari tentang manfaat/kegunaan dari karbon aktif yang dapat menyerap senyawa organik maupun anorganik, penyerap gas, penyerap logam, menghilangkan polutan mikro misalnya deterjen, 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.

2. Zeolit

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

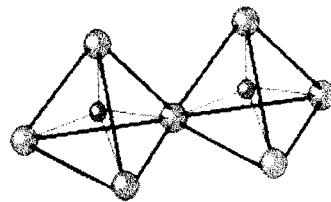
Zeolit juga ditemukan sebagai batuan endapan pada bagian tanah jenis basalt dan komposisi kimianya tergantung pada kondisi hidrotermal lingkungan lokal, seperti suhu, tekanan uap air setempat dan komposisi air tanah lokasi kejadiannya. Hal itu menjadikan zeolit dengan warna dan

tekstur yang sama mungkin berbeda komposisi kimianya bila diambil dari lokasi yang berbeda, disebabkan karena kombinasi mineral yang berupa partikel halus dengan impuritis lainnya.

Pada tahun 1984 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 2.2 Tetrahedra alumina dan silika (TO₄) pada struktur zeolit

a) Kegunaan Zeolit

Kegunaan zeolit di bidang industri dapat memisahkan ammonia/ammonium ion dari air limbah industri. Dengan menggunakan Clinoptilolit dapat memisahkan 99 % amoniak/amonium 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 dalam industri petrokimia pada proses isomerisasi, hidro sulforisasi, hidrocracking, hidrogenasi, reforming, dehidrasi, dehidrogenasi dan de-alkilasi, cracking parafin, disportion toluen/benzen dan xylen.

Dengan adanya keawatiran pencemaran lingkungan oleh polifosfat yang biasa digunakan dalam deterjen sebagai "*builder*" untuk meningkatkan efisiensi deterjen pada air yang mengandung Ca dan Mg tinggi. Sekarang ini, zeolit klinoptilolit juga digunakan sebagai pengganti polifosfat. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan zeolit A pada deterjen ternyata tidak menyebabkan akumulasi pada sistim air buangan. (Las, T, 1996).

Dalam bidang pertanian, zeolit digunakan sebagai "*soil conditioning*" yang dapat mengontrol dan menaikkan pH tanah serta kelembaban tanah dan sebagai carrier pestisida/herbisida dan fungisida sedangkan dalam bidang peternakan, zeolit juga digunakan sebagai "*food supplement*" pada ternak ruminansia dan non-ruminansia masing-masing dengan dosis 2,5 – 5 %

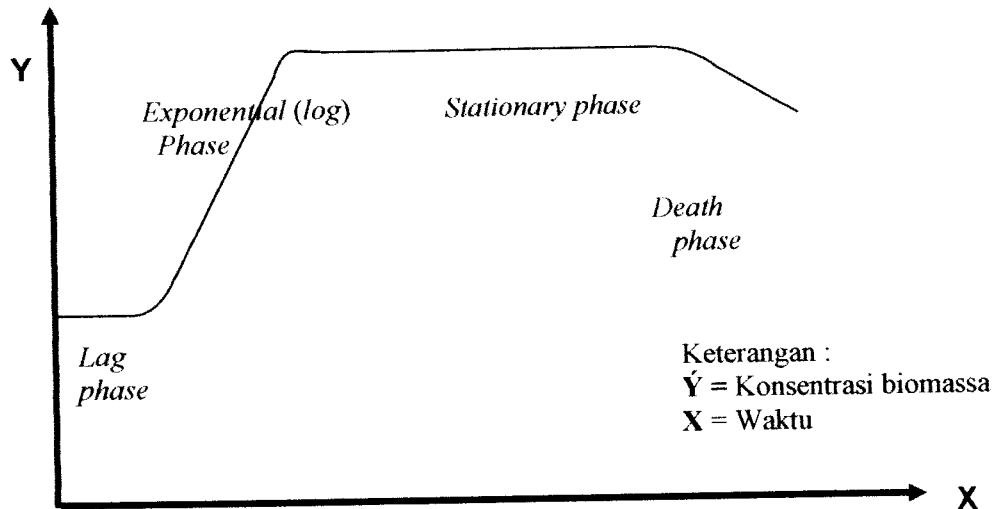
dari rasio pakan perhari yang dapat meningkatkan produktivitas baik susu, daging dan telur, laju pertumbuhan serta memperbaiki kondisi lingkungan kandang dari bau yang tidak sedap.

3. Proses Pertumbuhan Mikroorganisme/*Seeding*

Pada penelitian ini menggunakan reaktor pertumbuhan melekat (*attached growth reactor*) di sekeliling media padat seperti batu dan plastik dimana pada media padat itu mikroorganisme tumbuh dan berkembang dalam keadaan terlekat membentuk lapisan *biofilm* dengan menstabilisasi bahan organik pada air buangan yang lewat disekitar mereka.

a. Pertumbuhan Mikroorganisme

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).



Gambar 2.1. Kurva Pertumbuhan Mikroba Pada Sistem Tertutup

Sumber : Prescott, 1999.

▪ **Fase awal (*Lag phase*)**

Ketika mikroorganisme diperkenalkan kepada media kultur segar, biasanya tidak ada penambahan jumlah sel atau massa, periode ini disebut fase awal yang merupakan masa penyesuaian mikroba sejak inokulasi ke media pembiakan. 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 $t = 0$

▪ **Fase eksponensial (*exponential phase*)**

Pada fase eksponensial mikroorganisme tumbuh dan terbagi pada angka maksimal dimana pertumbuhannya adalah konstan mengikuti fase eksponensial. 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.

b. Lapisan *Biofilm*

Lapisan *biofilm* terdiri dari sel-sel mikroorganisme yang melekat erat ke suatu permukaan sehingga berada dalam keadaan diam, tidak mudah lepas atau berpindah tempat (*irreversible*). Pelekatan ini seperti pada bakteri disertai oleh penumpukan bahan-bahan organik yang diselubungi oleh matrik *polimer ekstraseluler* yang dihasilkan oleh bakteri tersebut. *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 *ekstraseluler (exopolimer)* yang terdiri dari polisakarida, faktor-faktor fisika-kimia seperti interaksi muatan permukaan dan bakteri, ikatan ion, ikatan *Van Der Waals*, pH dan tegangan permukaan serta pengkondisian permukaan.

4. Pasir

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

Pasir adalah media filter yang paling umum dipakai dalam proses penjernihan air, karena pasir dinilai ekonomis, tetapi tidak semua pasir dapat dipakai sebagai media filter. Artinya diperlukan 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_3 , dan Al_2O_3 . Senyawa yang terpenting dalam pasir sebagai media filter adalah kandungan SiO_2 , yang tinggi, karena SiO_2 yang tinggi memberikan kekerasan pasir semakin tinggi pula. (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 :

1. 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.

2. Ukuran Butiran Pasir

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

3. Kemurnian pasir

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

4. Kekerasan pasir

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

c) Jenis Pasir dan Ketersediaannya

Mudah tidaknya jenis pasir yang dijadikan media filter untuk 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 $2,857 \text{ gr/cm}^3$. (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, dimana 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 membuktikan kecepatan penyaringan tidak mempengaruhi terhadap kualitas *effluent*. 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.

e) Mekanisme Filtrasi

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

1. *Mechanical Straining*, yaitu proses penyaringan partikel *suspended matter* yang terlalu besar untuk bisa lolos melalui lubang antara butiran pasir, yang berlangsung diseluruh permukaan saringan pasir dan sama sekali tidak bergantung pada kecepatan penyaringan.
2. Sedimentasi, akan mengendapkan partikel *suspended matter* yang lebih halus ukurannya dari lubang pori pada permukaan butiran. Proses pengendapan terjadi pada seluruh permukaan pasir.
3. *Adsorption* adalah proses yang paling penting dalam proses filtrasi. Proses adsorpsi dalam saringan pasir lambat terjadi akibat tumbukan antara partikel-partikel tersuspensi dengan butiran pasir saringan dan dengan bahan pelapis seperti gelatin yang pekat yang terbentuk pada butiran pasir oleh endapan bakteri dan 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

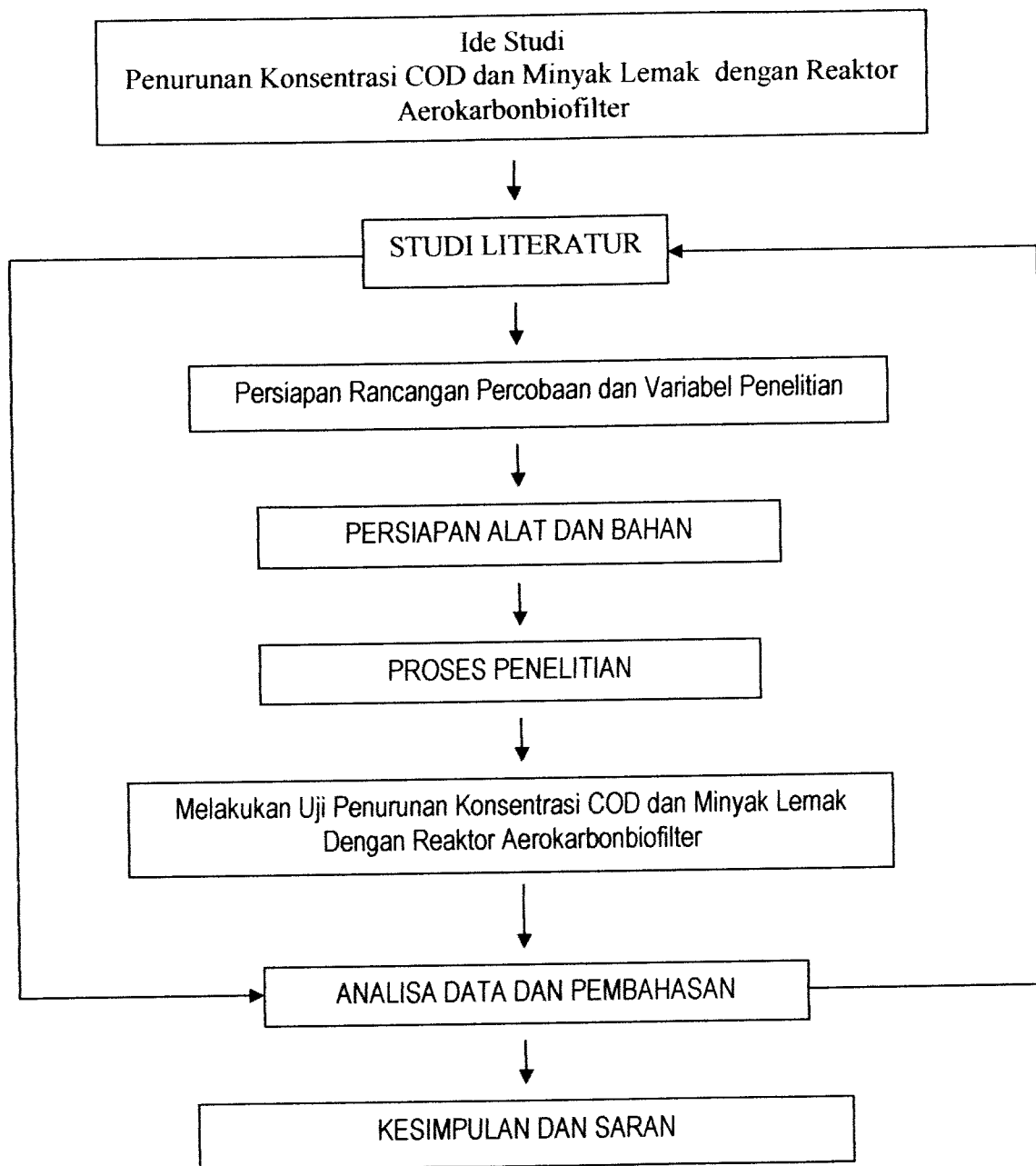
- a. Penelitian dilakukan di Laboratorium Kualitas Air dan Laboratorium Rancang Bangun, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- b. Balai Pengujian Konstruksi dan Lingkungan (BPKL), Dinas Pemukiman dan Prasarana Wilayah Yogyakarta.

3.2 Jenis Penelitian

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

3.3 Kerangka Penelitian

Cara dan perlakuan 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

Objek 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, dimana setiap harinya dilakukan pengambilan dan uji sampel pada dua titik yaitu pada bak ekualisasi dan *outlet* reaktor.

2. Variabel terikat (*Dependent Variabel*)

Konsentrasi COD dan minyak lemak.

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 0,2 m.

c. Zeolit

Ketebalan zeolit yang digunakan adalah 0,3 m.

d. Media bakteri

Media pelekut mikroorganisme menggunakan plastik (paralon) sebagai tempat pertumbuhan bagi mikroorganisme dengan ketebalan 0,2 m.

e. Pasir

Media penyaring yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah pasir kuarsa dengan ketebalan 0,2 m.

f. Ruang outlet

Ruang outlet sebagai tempat penampung sementara air hasil olahan sebelum keluar melalui pipa effluent, dengan ketinggian 0,1 m.

2. Dimensi Reaktor Aerokarbonbiofilter

Reaktor yang direncanakan terbuat dari kaca. Reaktor yang digunakan adalah jenis reaktor bertingkat yang susunannya terdiri atas 4 tingkat aerasi, karbon aktif dan zeolit, media bakteri serta filter pasir. Perhitungan dimensi reaktor dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1. Dimensi Reaktor Aerokarbonbiofilter

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 bakteri	Tmb	0,2	M	
Tinggi pasir	Tp	0,2	M	
Tinggi ruang <i>outlet</i>	Tro			
Luas area	A	0,09	M ²	L x W
Volume reaktor	Vr	0,13	M ³	Ax(Tt+Tka+Tz+Tmb+Tp+Tro)
Debit	Q	0,01	L/detik	

3. Pembuatan Reaktor Aerokarbonbiofilter

a. Alat

Alat yang digunakan dalam pembuatan reaktor *aerokarbonbiofilter*,

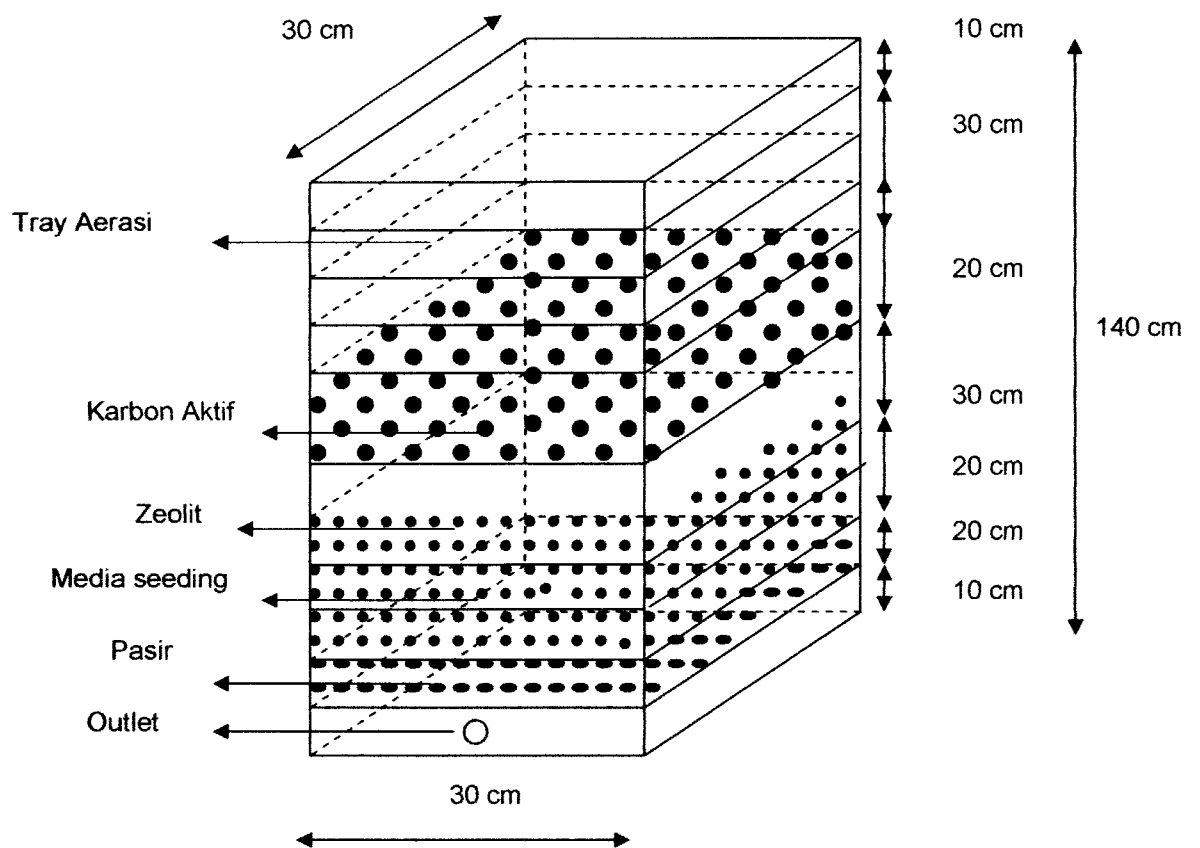
antara lain:

- 1) Gergaji besi
- 2) Spidol
- 3) *Cutter*
- 4) Bor
- 5) Penggaris

b. Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan reaktor aerokarbonbiofilter, antara lain:

- | | |
|----------------------|-------------------|
| 1) Kaca | 10) Ember |
| 2) Selang plastik | 11) Kasa |
| 3) Akrilik | 12) Karbon Aktif |
| 4) <i>Gate Valve</i> | 13) Zeolit |
| 5) Besi siku | 14) Pasir kuarsa |
| 6) Pompa | 15) Kran |
| 7) Pipa PVC | 16) Bak penampung |
| 8) Lem | |
| 9) Sekrup | |



Gambar 3.2 Reaktor Aerokarbonbiofilter

3.7 Cara Kerja :

1. Proses Seeding

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

- a. Penyiapan media *seeding*, yaitu berupa potongan-potongan pipa paralon.

- b. Pasir dimasukkan terlebih dahulu pada dasar tempat *seeding*, kemudian diberi sekat yang berlubang.
- c. Media *seeding* ditempatkan di atas pasir yang ditutupi sekat berlubang.
- d. Air limbah dimasukkan ke dalam tempat *seeding* sampai media tergenang air limbah.
- e. Pemeriksaan limbah yang akan dipakai untuk *seeding* pada parameter COD dan minyak lemak.
- f. *Buble aerator* dinyalakan untuk menambah suplai oksigen.
- g. Untuk mempercepat pertumbuhan dan memperbanyak bakteri ditambahkan degra simba.
- h. Pemasangan media filter yaitu karbon aktif dan zeolit pada rak kedua.
- i. Pada minggu kedua dilakukan pemeriksaan terhadap parameter penelitian, yaitu COD dan minyak lemak.
- j. Proses *seeding* dilakukan selama 40 hari.
- k. Minggu keempat dilakukan uji koloni.
- l. *Running* pengujian air limbah yang dialirkan secara kontinyu untuk parameter COD dan minyak lemak .

2. Penelitian

- a. Pengukuran parameter *influent* (COD dan minyak lemak) dari limbah pencucian kendaraan bermotor.
- b. 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 ekualisasi.

- c. Air dipompakan ke atas menuju bak ekualisasi, apabila bak ini penuh maka secara otomatis air akan kembali lagi ke bak penampung.
- d. Air dari bak ekualisasi dialirkan melalui pipa menuju *spray* yang kemudian jatuh ke *tray* aerator.
- e. Air jatuh ke *tray* aerator kemudian akan merata pada permukaan *tray*.
- f. Air jatuh di permukaan karbon aktif, zeolit sehingga terjadi penyaringan.
- g. Air jatuh ke media bakteri (plastik) sebagai media pelekak mikroorganisme untuk mendegradasi parameter COD dan minyak lemak.
- h. Keluaran dari media plastik, selanjutnya air akan tersaring pada media pasir.
- i. Air hasil pengolahan akan keluar melalui pipa *effluent*.
- j. Pengukuran parameter *effluent* (COD dan minyak lemak) hasil proses pengolahan dengan menggunakan reaktor aerokarbonbiofilter.

3. Analisa Kualitas Sampel

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

- a. Cara uji kadar COD dalam air sampel sesuai dengan SNI 06-6989.2-2004.
- b. Cara uji kadar minyak lemak dalam air sampel sesuai dengan SK SNI M-68-1990-03.



4. 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.

Selain itu dilakukan analisa data dengan Anova atau *analysis of variance* (anova) satu jalur yang bertujuan untuk melihat ada tidaknya perbedaan yang signifikan antara konsentrasi awal dengan 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:

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

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 *Seeding*

Pada penelitian ini menggunakan reaktor aerokarbonbiofilter untuk menurunkan atau mengurangi konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan minyak lemak dari limbah pencucian kendaraan bermotor, dimana limbah berasal dari tempat pencucian kendaraan bermotor "The Auto Bridal 10" Jl. Kaliurang KM. 6,8 Yogyakarta .

Reaktor aerokarbonbiofilter terdiri dari 4 tahapan pengolahan yakni proses aerasi, proses adsorpsi (karbon aktif dan zeolit), proses biologis dan proses filtrasi. Sebelum digunakan, pada reaktor aerokarbonbiofilter dilakukan terlebih dahulu pembibitan bakteri (proses *seeding*) selama kurang lebih 40 hari dan pada saat *running* dilakukan pengambilan serta pemeriksaan sampel setiap 1 kali sehari selama 10 hari dengan cara melakukan pemeriksaan pada *inlet* di bak ekualisasi dan *outlet* dari reaktor aerokarbonfilter.

Sebelum dilakukan pengolahan/*treatment* maka yang perlu dilakukan adalah melakukan analisa konsentrasi COD dan minyak lemak yang berasal dari limbah pencucian kendaraan bermotor.

Hasil pengujian konsentrasi COD awal sebesar 425 mg/l dan untuk minyak lemak sebesar 51 mg/l. Dimana sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran

Air menyebutkan batas maksimal untuk nilai COD sebesar 50 mg/l dan untuk nilai minyak lemak sebesar 1 mg/l untuk limbah yang akan dibuang ke badan air. Maka dari hasil pengujian di atas dapat dipastikan jika air limbah sisa pencucian kendaraan bermotor langsung dibuang ke badan air tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu sehingga akan terjadi perusakan dan degradasi kualitas lingkungan terutama kualitas air. Untuk menjawab pertanyaan ini maka dilakukan penelitian dengan menggunakan reaktor aerokarbonbiofilter untuk melakukan pengolahan air limbah sisa pencucian kendaraan bermotor sebelum dibuang ke badan air.

Adanya COD dalam air limbah pencucian kendaraan bermotor, terutama disebabkan dari penggunaan shampo, sabun ataupun deterjen serta penggunaan bahan-bahan kimia lainnya dalam proses pencucian atau pembersihan kendaraan, yang mana memiliki tegangan permukaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan air sehingga suplai oksigen ke dalam air mengalami gangguan, dan pada akhirnya akan menyebabkan kandungan oksigen terlarut dalam air limbah pencucian kendaraan bermotor akan menurun. Dengan menurunnya kandungan oksigen dalam air maka akan mempengaruhi konsentrasi COD sedangkan untuk parameter minyak lemak lebih banyak diperoleh dari proses pencucian kendaraan dan pembersihan mesin-mesin mobil sehingga pada waktu pembilasan akhir, minyak lemak yang berasal dari oli-oli pada mesin akan terbawa oleh pemakaian shampo atau deterjen karena bahan kimia ini bersifat *surfactant* (mampu mengikat) senyawa minyak dan lemak.

Pada reaktor aerokarbonbiofilter ini digunakan proses *seeding* yang dilakukan kurang lebih 40 hari sebelum masa *running*. Dimana media yang digunakan berupa potongan-potongan pipa paralon, yang diharapkan mikroorganisme dapat tumbuh lebih banyak karena media jenis ini memiliki permukaan yang lebih banyak dibandingkan dengan media lainnya.

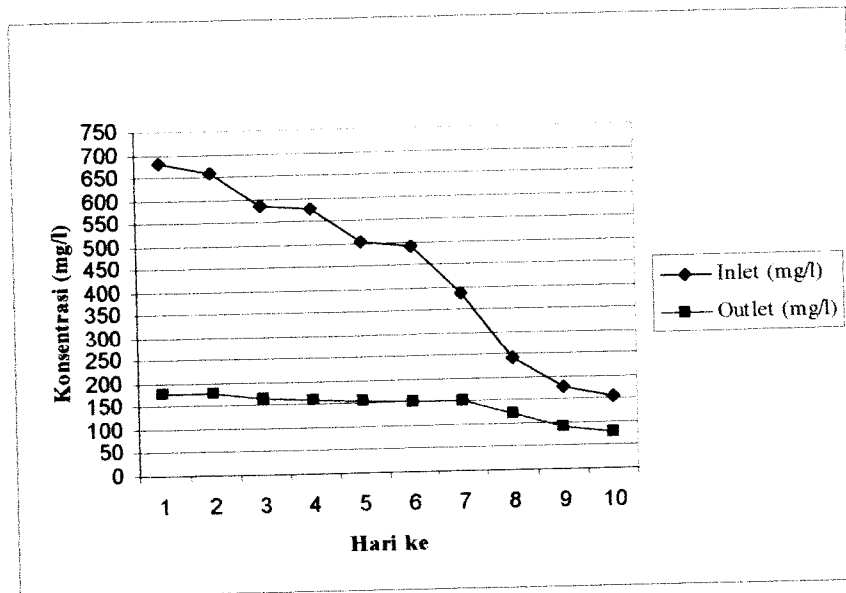
Pembibitan mikroorganisme dilakukan dengan perendaman pipa paralon menggunakan air limbah yang akan diolah. Pada proses pembibitan ini menggunakan bakteri *aerob* sehingga diperlukan suplai oksigen yang cukup. Untuk menambah jumlah oksigen dilakukan suplai udara dengan menggunakan *bubble aerator* serta menambahkan nutrisi yang berupa cairan degra simba dan NPK untuk mempercepat pertumbuhan mikroorganisme. Adapun dalam cairan degra simba tersebut mengandung berbagai mikroba untuk mempercepat dan memperbanyak jumlah mikroorganisme. Bakteri yang terkandung dalam cairan degra simba tersebut seperti *Acetobacter* dan *Bacillus*. Pada minggu kedua proses pembibitan mikroorganisme dilakukan pengujian air limbah dari proses *seeding* dengan tujuan untuk mengetahui telah terjadinya peningkatan pertumbuhan mikroorganisme. Hasil pengujian air limbah proses *seeding* untuk COD sebesar 283 mg/l dan minyak lemak sebesar 43 mg/l. Jika dibandingkan dengan konsentrasi awal, maka telah terjadi penurunan untuk kedua konsentrasi tersebut dengan efisiensi penurunan COD sebesar 33 % dan minyak lemak sebesar 16 %. Hal ini cukup menggambarkan bahwa telah terjadi perkembangan mikroorganisme pada saat proses *seeding*. Secara fisik juga dapat dilihat pada media pipa paralon menjadi berlendir. Hal ini dibuktikan kembali pada minggu

keempat, dimana dilakukan uji koloni untuk memastikan bahwa mikroorganisme memang telah tumbuh dan dari uji koloni di laboratorium diperoleh jumlah koloni mencapai kurang lebih 150 juta koloni bakteri. Pada hari ke 40 mulai dilakukan pengolahan air limbah pada reaktor secara kontinyu.

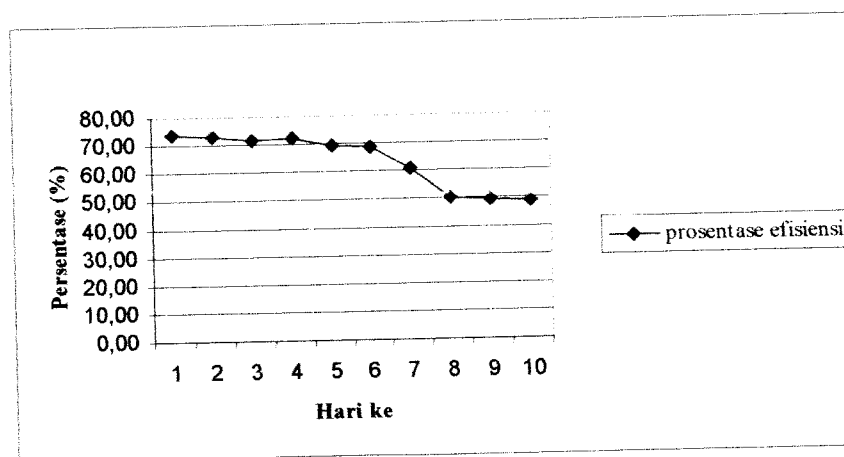
Untuk mengetahui efisiensi dari unit aerokarbonbiofilter dengan parameter penelitian COD dan minyak lemak maka perlu dilakukan pemeriksaan konsentrasi *inlet* (sebelum dilakukan pengolahan dengan menggunakan reaktor aerokarbonbiofilter) dibandingkan dengan hasil pemeriksaan pada konsentrasi *outlet* setelah mengalami proses pengolahan di reaktor aerokarbonbiofilter. Pemeriksaan pada *inlet* juga dilakukan setiap hari selama proses pengujian, hal ini bertujuan untuk mengetahui secara pasti tingkat efisiensi penurunan dari reaktor. Mengingat kondisi limbah pada *inlet* yang berbeda-beda karena waktu pengambilan dilakukan secara berkala 2 hari sekali.

4.2 COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Pada penelitian ini, pengujian konsentrasi COD dilakukan setiap 1 hari sekali selama 10 hari setelah proses pembibitan mikroorganisme (*seeding*). Titik sampling yang dilakukan pengujian yaitu *inlet* pada bak ekualisasi dan *outlet* dari reaktor aerokarbonbiofilter. Adapun hasil pengujian konsentrasi COD dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 4.1 Penurunan Konsentrasi COD



Gambar 4.2 Prosentase Efisiensi Penurunan COD

Dari data hasil penelitian diatas, tergambar dalam grafik bahwa efisiensi penurunan konsentrasi COD dari reaktor aerokarbonbiofilter mengalami *trend* penurunan. Dimana pada hari pertama hingga hari keenam tidak terjadi perbedaan yang signifikan, efisiensi dari hari kehari tidak terlampau berbeda meskipun telah

terjadi penurunan disetiap harinya. Hal ini berbeda dengan yang terjadi dari hari keenam hingga hari kedelapan, dimana telah terjadi penurunan pada tingkat efisiensi reaktor dalam menurunkan konsentrasi COD yang cukup signifikan, yaitu dari 68,89 % terus menurun hingga 50,29 %. Sedangkan pada hari kedelapan hingga hari kesepuluh tingkat efisiensi penurunan kembali stabil.

Telah terjadinya penurunan dari hari pertama hingga hari terakhir penelitian disebabkan oleh kondisi limbah pada bak ekualisasi yang berbeda setiap harinya karena pengambilan limbah dilakukan secara berkala 2 hari sekali mengingat dengan keterbatasan daya tampung dari bak penampung. Dengan demikian konsentrasi *inlet* pada bak ekualisasi berbeda setiap harinya dan terus mengalami penurunan sehingga menyebabkan konsentrasi pada *outlet* mengalami hal yang serupa.

Penurunan cukup signifikan yang terjadi pada hari keenam hingga hari kedelapan dimungkinkan juga oleh kondisi reaktor yang mulai mengalami kondisi jenuh, terutama pada pengolahan secara fisik yaitu pada media filtrasi. Proses kerja pada media ini kurang maksimal yang dimungkinkan mulai terjadinya *clogging*. Mengingat media ini bekerja lebih awal dibandingkan dengan media lainnya, yaitu dimulai dari proses pembibitan bakteri sehingga media filtrasi menampung beban limbah yang lebih lama dibandingkan dengan media lainnya. Hal ini juga dibuktikan dari yang semula *space outlet* dapat terisi penuh air limbah keluaran dari filtrasi, tetapi semakin lama ketinggian air semakin berkurang setengahnya.

4.2.1 Pembahasan

Pengujian parameter COD sangat penting hal ini dikarenakan angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air (Alaerts, 1984).

Adapun proses penurunan konsentrasi COD pada reaktor aerokarbonbiofilter ini melalui 4 tahap mekanisme. Dibawah ini akan dijelaskan mekanisme ataupun proses yang terjadi pada setiap tahapan dari reaktor terhadap penurunan konsentrasi COD.

4.2.1.1 Proses Aerasi

Pada prinsipnya proses aerasi bertujuan untuk menaikkan konsentrasi oksigen terlarut (DO) dengan cara melakukan kontak dengan udara yang pada penelitian kali ini digunakan proses *tray aerasi* yang tersusun atas empat bagian dimana setiap bagian terdapat lubang-lubang untuk memperlus permukaan air sehingga oksigen yang terlarut diharapkan akan lebih banyak.

Proses pemerataan air limbah pada *tray aerasi* ini juga dibantu dengan *spray* yang menghasilkan butiran yang lebih kecil sehingga memberikan luas kontak yang lebih besar dengan udara. (Agustjik, 1991). Dimana limbah keluaran dari *spray* sebelum jatuh ke *tray* juga mengalami kontak dengan oksigen yang ada di udara. Sehingga pada kondisi ini, 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. (Walker, 1978).

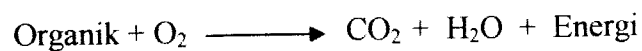
Karena proses pengolahan limbah berlangsung secara kontinyu, maka spray akan terus memancarkan air limbah sehingga pada tahap aerasi ini akan terus mengalami kontak dengan udara. Dengan demikian dapat memaksimalkan luas dari permukaan air ke udara, sehingga akan terus terjadi perpindahan efisien terbesar dari satu medium ke medium yang lain. Dalam hal ini, kandungan bahan-bahan kimia sebagai zat pencemar yang terdapat dalam air limbah tersebut akan mengalami perpindahan, sehingga dimungkinkan terjadinya penurunan.

Dalam proses aerasi ini terjadi penambahan oksigen, dimana hal ini merupakan salah satu usaha dari pengambilan zat pencemar yang terkandung dalam air limbah, sehingga konsentrasi zat pencemar akan berkurang atau bahkan dapat dihilangkan sama sekali. Zat yang diambil dapat berupa gas, cairan, ion, koloid atau bahan tercampur. (Agustjik, 1991). Dengan demikian, hal ini juga secara tidak langsung dapat menurunkan beban COD dalam air limbah tersebut.

Adanya proses aerasi ini juga dapat memperbanyak jumlah oksigen yang terlarut dalam air limbah yang kemudian akan digunakan oleh mikroorganisme dalam proses degradasi bahan-bahan kimia (zat organik).

Terjadinya penurunan konsentrasi COD pada *inlet* disetiap harinya, selain karena kondisi limbah pada *inlet* yang berbeda-beda juga disinyalir oleh terjadinya proses aerasi dari perlakuan pompa dan adanya pipa pelimpah yang secara tidak langsung memberikan suplai oksigen. Dimana menurut Rahmawati dan R. Azizah (2005), kadar COD mengalami penurunan juga disebabkan oleh terjadinya suplai oksigen dari pompa yang terendam sehingga zat organik yang sukar dihancurkan secara oksidasi menjadi turun.

Jadi proses aerasi ini juga membantu dalam proses penurunan beban pencemar dalam air limbah sehingga secara tidak langsung dapat menurunkan konsentrasi COD dalam air limbah. Dimana menurut Fardiaz (1976), pada reaksi oksigen ini hampir semua zat yaitu sekitar 85% dapat teroksidasi menjadi CO₂ dan H₂O dalam suasana asam dengan reaksi sebagai berikut :



Dengan adanya proses penambahan kandungan oksigen pada proses aerasi maka nilai konsentrasi COD akan mengalami penurunan hal ini disebabkan karena pada proses aerasi adanya suplai oksigen yang dapat digunakan untuk melakukan oksidasi proses penguraian.

Terjadinya penurunan tingkat efisiensi reaktor aerokarbonbiofilter dalam menurunkan konsentrasi COD juga dapat disebabkan karena adanya penyumbatan endapan pada lubang-lubang spray. Sehingga dapat menghambat proses memancarnya air limbah melalui spray, yang berefek pada semakin berkurangnya kontak air limbah dengan udara karena terjadinya ketidakmerataan aliran air limbah keseluruh permukaan *tray* aerasi dan hanya sebagian permukaan yang terlewati air limbah maka proses aerasi tidak berlangsung maksimal.

4.2.1.2 Proses Adsorpsi

Pada reaktor aerokarbonbiofilter ini menggunakan proses adsorpsi dari 2 media, yaitu media karbon aktif dan zeolit. Pada proses adsorpsi ini terjadi mekanisme fisik-kimia, dimana terjadi proses pemisahan komponen dari suatu fase fluida berpindah ke permukaan zat padat yang menyerap (adsorben). Dalam

hal ini bahan-bahan kimia pencemar yang terkandung dalam air limbah akan berpindah ke permukaan karbon aktif dan zeolit. Biasanya partikel-partikel kecil zat penyerap dilepaskan pada adsorpsi kimia yang merupakan ikatan kuat antara penyerap dan zat yang diserap sehingga tidak mungkin terjadi proses yang bolak-balik (Tinsley, 1979).

Proses adsorpsi dengan menggunakan karbon aktif dan zeolit yang digunakan sebagai tempat untuk menyerap polutan (bahan-bahan kimia) yang terkandung dalam air limbah.

Terjadinya penurunan kadar COD disebabkan oleh adanya aktivitas adsorpsi, yaitu penyerapan zat-zat kimia pencemar (zat organik) dalam air limbah pada media karbon aktif. Pengaruh dari besarnya molekul penyusun senyawa zat-zat organik menyebabkan mudah terserap terlebih dahulu. (Cheremisinoff, 1978).

Pada penelitian ini, karbon aktif dan zeolit sebelum digunakan dilakukan aktivasi terlebih dahulu melalui proses pemanasan dalam oven sehingga pori-porinya terbuka, dengan demikian akan mempunyai daya serap yang tinggi dengan rendemen arang aktifnya sebesar 38,5 %. (Pari, 1999).

Dengan terbukanya pori-pori pada karbon aktif, maka 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. Menurut A. T. Sugiarto dan Suherman, zat-zat polutan dalam hal ini yaitu bahan-bahan kimia yang terdapat dalam air limbah yang berasal dari penggunaan shampo akan diserap oleh

permukaan karbon aktif. Demikian juga pada zeolit, dengan proses pemanasan maka molekul-molekul air yang terdapat dalam permukaan rongga akan keluar yang nantinya akan digantikan oleh molekul yang diadsorpsi.

Dalam penelitian ini, karbon aktif dan zeolit mengadsorpsi bahan-bahan organik yang terkandung dalam air limbah sehingga semakin lama mikroorganisme dapat tumbuh di media adsorbent tersebut (Syamsiah, 2001).

Menurut Benefield (1982), pada proses adsorpsi bahan-bahan kimia yang terdapat dalam air limbah ini 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.

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

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

Penyebaran air limbah yang tidak merata karena terjadinya *clogging* pada spray aerasi menyebabkan cepat jenuhnya media karbon aktif yang terus teraliri air limbah. Sehingga molekul-molekul bahan kimia yang lebih kecil akan ikut terlarut, yang kemudian akan terserap pada media zeolit. Hal inilah yang juga menyebabkan tingkat penurunan konsentrasi COD yang semakin kecil, terutama yang terjadi mulai dari hari keenam. Penurunan zat organik cenderung menurun disebabkan terjadinya penyempitan pori pada permukaan adsorban akibat *fouling* atau dapat dikatakan diameter pori adsorban semakin kecil. Semakin kecilnya diameter pori, akan mengakibatkan partikel-partikel yang lebih kecil dari pori tersebut akan lolos. Selain itu pada permukaan adsorban akan terjadi polarisasi konsentrasi dan pembentukan *cake*. (S. Notodarmojo dan A. Deniva, 2004)

Selain itu, juga disebabkan karena semakin kecilnya konsentrasi COD pada *inlet*. Dimana menurut Droste (1997), pada konsentrasi larutan rendah, jumlah bahan yang diserap akan sedikit, sedang pada konsentrasi tinggi jumlah

bahan yang diserap juga semakin banyak. Hal ini disebabkan karena kemungkinan frekuensi tumbukan antara partikel semakin besar.

Seperti telah dijelaskan dalam teori proses adsorpsi yang terjadi pada karbon aktif dan zeolit sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu karakteristik fisika dan kimia adsorben (karbon aktif dan zeolit), antara lain : luas permukaan, ukuran pori, komposisi kimia, dan juga karakteristik fisis dan kimia dari adsorbat (limbah cair) antara lain : ukuran molekul, polaritas molekul komposisi kimia, dan konsentrasi adsorbat dalam fase cair. (Webar, 1972).

Pori-pori ini yang nantinya akan menyerap bahan kimia yang terkandung dalam air limbah dan mengurangi konsentrasi COD. Dengan semakin banyaknya pori-pori yang ada di dalam karbon aktif dan zeolit maka luas permukaan adsorben tersebut menjadi sangat besar. Dengan semakin besar luas permukaan akan semakin efektif untuk melakukan penyerapan dan mengurangi konsentrasi COD. Akan tetapi pada proses adsorpsi pada suatu saat akan mengalami titik kejenuhan dimana adsorben tidak bisa lagi melakukan penyerapan sehingga perlu dilakukan proses regenerasi yaitu proses pengaktifan kembali atau pengantian adsorben. (Cheremisinoff, 1978).

Menurut FORLINK (2000), karbon aktif dapat menurunkan COD 10-60 % dan zeolit dapat menurunkan COD 10-40 %. Sehingga dimungkinkan efisiensi penurunan konsentrasi COD pada media karbon aktif lebih besar jika dibandingkan pada media zeolit. Hanya saja pada reaktor, ketebalan media karbon aktif lebih rendah dibandingkan dengan ketebalan media zeolit. Sehingga

efektifitas penurunan konsentrasi COD kurang maksimal, selain itu juga disebabkan oleh terjadinya penjenruhan karena ketidakmerataan aliran dari spray.

4.2.1.3 Proses Pengolahan Biologis

Menurut Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (2003), pengolahan air limbah secara biologis adalah suatu cara pengolahan yang bertujuan untuk menurunkan atau menyisihkan substrat tertentu yang terkandung dalam air limbah dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme melalui proses biodegradasi.

Pada penelitian ini, proses pengolahan secara biologis dilakukan pada kondisi lingkungan secara aerob dengan pertumbuhan melekat (*attached growth*). Dimulai dengan melakukan proses *seeding* (pembibitan bakteri pada media paralon) selama 40 hari. Suplai oksigen pada saat proses *seeding* berasal dari *bubble aerator*. Sehingga terjadi pembentukan lapisan *biofilm* karena adanya interaksi antara bakteri dan permukaan yang ditemelinya (paralon). Interaksi ini terjadi dengan adanya faktor-faktor pendukung antara lain kelembaban permukaan, nutrisi yang tersedia, ikatan ion, ikatan *Van Der Waals*, pH dan tegangan permukaan.

Pembibitan bakteri tersebut bertujuan untuk memaksimalkan bakteri dalam mendegradasi kandungan zat organik pada air limbah, karena dengan pembibitan akan memperbanyak jumlah bakteri. Dengan semakin banyaknya jumlah bakteri, maka akan semakin banyak zat organik pada air limbah yang terdegradasi sehingga dapat memaksimalkan penurunan konsentrasi COD pada air limbah.

Setelah proses *seeding* selesai maka mulai dilakukan *running* pengolahan air limbah. Pada saat ini, suplai oksigen yang diperoleh mikroorganisme berasal dari proses aerasi, dimana akan terjadi kontak antara air limbah dengan udara sehingga dapat meningkatkan jumlah oksigen terlarut (DO) dalam air yang nantinya digunakan oleh mikroorganisme dalam proses degradasi zat organik. Pada proses biodegradasi, bahan organik terlarut merupakan sumber makanan bagi mikroorganisme sehingga konsentrasinya menjadi berkurang. Adapun proses reaksinya adalah sebagai berikut :



Zat-zat organik diperlukan bakteri untuk pertumbuhan selnya, dan bahan-bahan tersebut juga akan dirombak menjadi asam volatile, alkohol, H₂ dan CO₂ (Pranoto, 2002). Proses ini juga membantu dalam penurunan konsentrasi COD.

Adanya proses tersebut dibuktikan dari hasil pengujian konsentrasi COD mengalami penurunan. Pada hari pertama memiliki nilai efisiensi terbesar yaitu sebesar 73,68 % hal ini dikarenakan pada hari pertama terjadi pertumbuhan mikroba dari sebuah kultur media sesuai dengan kurva pertumbuhan yaitu adanya *log phase*, *exponensial phase*, *stationary phase* dilanjutkan dengan *dead phase* yang menyebabkan tingkat efisiensi penurunan pada konsentrasi Chemical Oxygen Demand (COD) mengalami penurunan sehingga pada hari kesepuluh memiliki efisiensi terkecil yaitu sebesar 48,85 %. (Prescott, 1999).

4.2.2.4 Proses Filtrasi

Proses filtrasi adalah suatu proses penyaringan yang digunakan untuk menyaring zat-zat organik yang ada di dalam air limbah. Pada penelitian kali ini

media filtrasi yang digunakan adalah pasir kuarsa. Tahapan proses filtrasi pada penelitian ini digunakan sebagai pelengkap dan proses akhir dari unit reaktor aerokarbonbiofilter yang bertujuan untuk mengurangi konsentrasi COD.

Filtrasi mampu menyaring zat-zat organik yang melewatinya. Proses penyaringan ini akan menghilangkan partikel-partikel yang lebih besar dari pori atau celah media filter (Anonim, 2005). Ketika air limbah yang mengandung zat-zat organik ini melewati media pasir maka zat organik akan tertahan pada pori atau celah-celah pasir. Zat-zat organik yang telah tertahan pada pori atau celah-celah pasir ini juga akan mengalami proses biologi, yaitu zat organik akan didegradasi oleh mikroorganisme. Adanya mikroorganisme pada media filtrasi ini disebabkan karena media filtrasi ikut digunakan pada waktu proses *seeding* berlangsung sehingga pada media akan tumbuh mikroorganisme.

Terjadinya penurunan konsentrasi COD yang cukup tinggi pada hari pertama juga didukung oleh proses pada media ini. Karena pada media ini terjadi 2 proses secara bersamaan, yaitu mekanisme fisik-biologis. Secara fisik, zat-zat organik yang melewati media akan tersaring dan secara biologis zat-zat organik akan terdegradasi oleh mikroorganisme.

Biosand filter merupakan kombinasi mekanisme fisik dan proses biologis. Air mengalir diatas filter, zat organik yang terkandung didalamnya akan terperangkap di permukaan pasir membentuk lapisan biologis atau *schmutzdecke*, lebih dari 1-3 minggu membentuk koloni *schmutzdecke*, dimana makanan organik dan oksigen didapat dari air sepenuhnya. Empat proses dalam menghilangkan pathogen dan kontaminan lain dalam filter :

1. *Predation* yaitu mikroorganisme *schmutzdecke* mengkonsumsi bakteri dan *pathogen* lain yang ditemukan dalam air dengan cara menyediakan pengolahan air memiliki efektifitas tinggi.
2. *Natural death* yaitu *pathogen* dihilangkan karena kekurangan makanan dan kurang dari temperatur optimal.
3. *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 mikroorganisme dalam filter. Beberapa kandungan organik teradsorb pada pasir dan dihilangkan dari air.
4. *Mechanical trapping* yaitu sedimen, *cysts*, *worms* dihilangkan dari air dengan terperangkap dalam ruang butiran pasir. Dimana filtrasi dapat menurunkan 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 mangan, < 47 % *arsenic*, dan seluruh sedimen tersuspensi. (CAWST, 2007).

Media filtrasi ini juga cukup mendukung pada terjadinya penurunan tingkat efisiensi dari hari pertama hingga hari kesepuluh. Hal ini disebabkan karena kemungkinan terjadinya *clogging* pada media sehingga proses penyaringan tidak berlangsung sempurna. Mengingat media filtrasi bekerja lebih awal dibandingkan dengan media lainnya, yaitu dimulai dari proses pembibitan bakteri sehingga media filtrasi menampung beban limbah yang lebih lama dibandingkan dengan media lainnya. Hal ini juga dibuktikan dari yang semula pada *space outlet* dapat

terisi penuh dengan air limbah keluaran dari filtrasi, tetapi semakin lama ketinggian air semakin berkurang setengahnya. Sehingga media pasir ini harus dilakukan pembersihan agar efisiensi penurunan dapat meningkat kembali.

Menurut penelitian yang dilakukan ITB Sains (2004), efisiensi penyisihan zat organik yang terjadi sampai dengan proses pengolahan di filter mencapai 85,41%, proses pengolahan dengan filter dapat meyingkirkan beberapa kontaminan seperti zat padat terlarut (TDS), zat padat tersuspensi (TSS), besi, mangan, kalsium, MBAS, CO₂ agresif, CO₂ total, bikarbonat dan Zat Organik.

4.2.1.5 Efisiensi Removal Total Reaktor Aerokarbonfilter

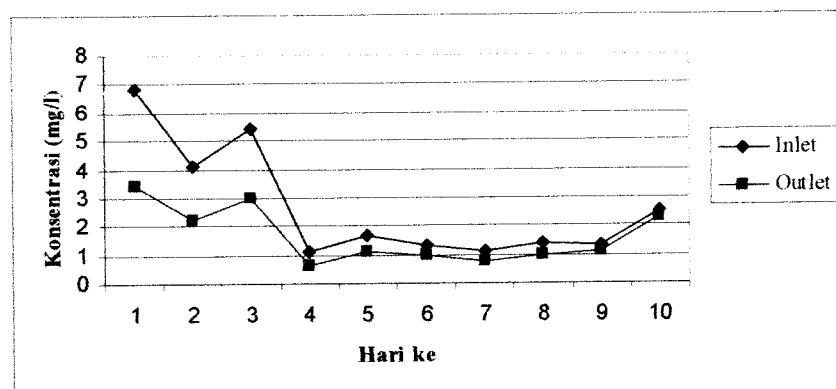
Berdasarkan Gambar 4.2, penurunan yang terjadi pada parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) relatif semakin menurun. Pada hari pertama efisiensi total penurunan konsentrasi COD sebesar 73,68 % dan pada hari terakhir (hari kesepuluh) efisiensi total penurunan konsentrasi COD hanya sebesar 48,85%.

Walaupun efisiensi penurunan COD dengan menggunakan reaktor aerokarbonbiofilter cukup tinggi, akan tetapi jika dibandingkan dengan standar baku mutu yang mengacu pada PP No.82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air menyebutkan bahwa nilai COD maksimum untuk limbah yang akan dibuang ke badan air sebesar 50 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa reaktor belum cukup efektif untuk mencapai standar baku mutu yang diizinkan.

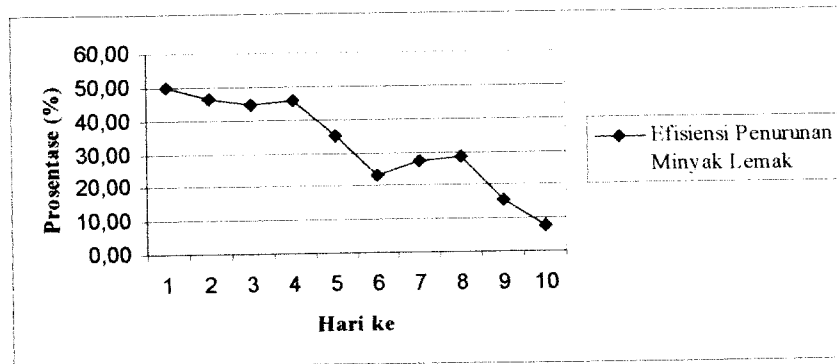
Terjadiya penurunan dari hari kehari pada tingkat efisiensi removal dimungkinkan pada proses adsorpsi (karbon aktif dan zeolit) serta proses filtrasi (pasir) telah mengalami suatu titik jenuh sehingga menyebabkan berkurangnya daya penyerapan dan pada proses pengolahan secara biologis dimungkinkan karena mikroorganismenya mulai mengalami phase kematian sehingga efisiensi removal COD menurun .

4.3 Minyak Lemak

Sama halnya dengan parameter COD, pengujian untuk parameter minyak lemak dilakukan setiap 1 hari sekali selama 10 hari setelah proses pembibitan mikroorganismenya. Adapun hasil pengujian konsentrasi minyak lemak dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 4.3 Penurunan Konsentrasi Minyak Lemak



Gambar 4.4 Prosentase Efisiensi Penurunan Minyak Lemak

Dari data hasil penelitian diatas, tergambar dalam grafik bahwa efisiensi penurunan konsentrasi minyak lemak dari reaktor aerokarbonbiofilter mengalami *trend* penurunan. Dimana pada hari pertama hingga hari keempat tidak terjadi perbedaan yang signifikan, efisiensi dari hari kehari tidak terlampau berbeda meskipun telah terjadi penurunan disetiap harinya. Kemudian diikuti dengan penurunan yang cukup drastis dari hari keempat hingga hari keenam, dimana telah terjadi penurunan pada tingkat efisiensi reaktor dalam menurunkan konsentrasi minyak lemak yang cukup signifikan, yaitu dari 45,45 % terus menurun hingga 23,08 %. Kondisi ini berbeda dengan yang terjadi dari hari keenam hingga hari kedelapan. Dimana pada hari tersebut, kemampuan reaktor dalam menurunkan konsentrasi minyak lemak terus meningkat dari 23,08 % menjadi 28,57 %. Sedangkan dari hari kedelapan hingga hari kesepuluh tingkat efisiensi penurunan kembali menurun dari 28,57 % terus menurun hingga 8 %.

Telah terjadinya penurunan dari hari pertama hingga hari terakhir penelitian disebabkan oleh kondisi limbah pada bak ekualisasi yang berbeda setiap harinya karena pengambilan limbah dilakukan 2 hari sekali mengingat

dengan keterbatasan daya tampung dari bak penampung. Dengan demikian konsentrasi *inlet* pada bak ekualisasi berbeda setiap harinya dan terus mengalami penurunan sehingga menyebabkan konsentrasi pada *outlet* mengalami hal yang serupa. Hal ini juga disebabkan karena konsentrasi pada *inlet* yang cukup rendah, dimana menurut Droste (1997) bahwa pada konsentrasi larutan rendah, jumlah bahan yang diserap pada adsorban akan sedikit. Sedang pada konsentrasi tinggi, jumlah bahan yang diserap akan semakin banyak karena kemungkinan frekuensi tumbukan antar partikel yang semakin besar.

4.3.1 Pembahasan

4.3.1.1 Proses Aerasi

Pengujian parameter minyak lemak sangat penting (dalam hal ini berasal dari aktivitas pencucian kendaraan bermotor) yang berasal dari penggunaan shampo ataupun oli dari mesin-mesin mobil yang ikut terbawa pada saat proses pencucian. Jika limbah pencucian kendaraan bermotor tidak dilakukan pengolahan terlebih dahulu, hal ini akan menjadi masalah karena jika konsentrasi minyak lemak tinggi dapat menyebabkan nilai *Biological Oxygen Demand* (BOD) akan mengalami kenaikan sehingga dapat mengganggu sistem pembuangan air limbah masyarakat dan juga dapat meningkatkan pertumbuhan bakteri pada suasana anaerobik sehingga dapat menyebabkan pembusukan. (Zabel, 2005).

Pengaruh yang ditimbulkan dari proses aerasi (*Drip tray aeration*) dimana dengan adanya penambahan oksigen maka nilai BOD akan menurun dan nilai *Dissolved Oxygen* (DO) dapat menyebabkan mikroorganisme aerobik dapat

melakukan removal atau pendegredasian limbah secara lebih baik sehingga konsentrasi minyak lemak juga akan menurun dikarenakan adanya proses kontak dengan udara.

Jika nilai DO terlalu rendah maka dapat menyebabkan lingkungan perairan menjadi tidak stabil hal ini dikarenakan adanya zona anaerobik. Jika terjadi zona anaerobik maka jumlah lumpur yang dihasilkan juga akan semakin besar sehingga proses pengolahan selanjutnya akan mengalami kesulitan antara lain pada proses adsorpsi dan filtrasi.

4.3.1.2 Proses Adsorpsi Minyak Lemak

Penggunaan karbon aktif dan zeolit pada penelitian ini sebagai proses adsorpsi, hal ini dikarenakan karbon aktif merupakan padatan yang bersifat *porous* sehingga dapat menyerap berbagai bahan organik salah satunya minyak lemak. Minyak lemak merupakan kombinasi atau gabungan mineral, sayuran dan bahan-bahan sintesis dan minyak lemak hewan yang bergabung dalam suatu proses. (EPA, 2000).

Karbon aktif dan zeolit sangat efektif untuk mengurangi padatan terlarut dan bahan organik yang berupa minyak dan lemak. Pada penelitian kali ini menggunakan konfigurasi *downflow* (aliran kebawah) dimana media butiran karbon aktif dan lapisan zeolit sebagai tempat terjadinya proses adsorpsi. Proses penyerapan/adsorpsi harus dilakukan perawatan pada kondisi aerobik sehingga diperlukan proses pertama yaitu proses aerasi (penambahan kandungan oksigen dalam air limbah yang akan diolah).

Sesuai dengan sifat-sifatnya karbon aktif digunakan untuk mengadsorpsi bahan organik yang mampu menyerap molekul lain yang mempunyai ukuran lebih kecil dari ukuran porinya sehingga karbon aktif dapat mengadsorpsi bahan organik dan mikroorganisme dapat tumbuh di media adsorbent tersebut (Syamsiah, 2001).

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.

Proses penyerapan bahan organik terutama minyak lemak yang memiliki ukuran molekul yang lebih besar akan menutupi pori-pori dari karbon aktif dan zeolit sehingga menyulitkan molekul yang ukuran lebih kecil untuk masuk dalam pori, maka hal ini akan mempengaruhi proses adsorpsi. (Cheremisinoff, 1978). Hal ini dibuktikan bahwa molekul untuk NH_3 lebih besar dan terserap terlebih dahulu dari pada molekul PO_4 .

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi oleh karbon aktif, antara lain : Karakteristik fisika dan kimia adsorben, antara lain : luas permukaan, ukuran pori, komposisi kimia, sedangkan karakteristik fisis dan kimia adsorbat, antara lain : ukuran molekul, polaritas molekul komposisi kimia, Konsentrasi adsorbat dalam fase cair. Semakin banyak pori-pori yang ada pada karbon aktif maka semakin luas permukaan karbon aktif, sehingga semakin efektif karbon aktif untuk menyerap zat pencemar.

Pada penelitian ini dapat dilihat semakin hari maka efisiensi penurunan konsentrasi minyak lemak semakin kecil hal ini menunjukkan bahwa lapisan

karbon aktif dan zeolit telah mengalami kejenuhan sehingga tidak mampu lagi menyerap maka proses penyerapan akan berhenti, dan pada saat ini karbon aktif harus diganti dengan karbon aktif baru atau didaur ulang dengan cara dicuci.

4.3.1.3 Proses Pengolahan Biologis

Pembentukan lapisan *biofilm* dapat tumbuh dengan sendirinya. Dapat dilihat secara fisik dari pertumbuhan lapisan *biofilm* tersebut, yaitu adanya lendir pada permukaan media paralon serta terjadinya perubahan dari warna kuning muda, kemudian coklat muda, lalu menjadi merah kecoklatan merupakan tahap awal dari aktifitas mikroorganisme yang menjadi dasar pertumbuhan *biofilm*. Lapisan *biofilm* biasanya terdiri dari organisme predator *amoeba* dan *metazoa* yang berkembang setiap harinya, sebagian besar bakteri akan mati dalam lingkungan, dikarenakan meningkatnya kompetisi bakteri dalam lapisan *biofilm* tersebut.

Proses pengolahan secara biologis pada umumnya sangat efektif untuk mengurangi konsentrasi minyak lemak dan emulsi lainnya yang tidak dapat distabilkan atau dikurangi konsentrasinya oleh proses kimia (penambahan bahan kimia atau koagulan). Proses pengolahan secara biologis hanya efektif pada konsentrasi yang tinggi dikarenakan kandungan minyak lemaknya dapat terserap secara cepat oleh mikroorganisme untuk pertumbuhan mikroorganisme tersebut (sebagai sumber makanan).

4.3.1.4 Proses Filtrasi

Pada penelitian ini digunakan media pasir sebagai proses filtrasi yang sering dikenal dengan nama *biosand filter* dikarenakan sebelum melalui proses filtrasi terdapat proses pengolahan secara biologis (media paralon).

Proses pembentukan lapisan *film* memerlukan waktu yang cukup lama sekitar 4 - 5 minggu untuk membentuk lapisan *film*. Hal ini dikarenakan banyak faktor antara lain interaksi antara bakteri, permukaan yang ditempeli, kelembaban permukaan, makanan yang tersedia, ikatan ion, ikatan *Van Der Waals*, tegangan serta kondisi permukaan (Kethleen Yung, 2003).

Penumbukan partikel-partikel padatan pada permukaan filtrasi dapat menyebabkan penyumbatan sehingga proses filtrasi tidak dapat bekerja secara optimal. Kondisi ini menandakan meningkatnya kompetisi dan penumpukan zat-zat organik yang ada dipermukaan pasir. Dengan semakin lamanya waktu detensi maka semakin besar potensi terjadinya *clogging* (penyumbatan)

Menurut Brault & Monod (1991) penyumbatan pada celah-celah media pasir mengakibatkan terjadinya kenaikan kehilangan tekanan. Penyumbatan ini dapat menimbulkan terjadinya kondisi *anaerobik* pada lingkungan permukaan pasir, sehingga dapat menyebabkan bakteri-bakteri yang terdapat pada proses sebelumnya akan mati.

4.2.2.5 Efisiensi Removal Total Reaktor Aerokarbonfilter

Dengan melihat Gambar 4.4 penurunan yang terjadi pada parameter minyak lemak menunjukkan efisiensi penurunan yakni pada pengujian sampel

pada hari pertama nilai efisiensi penurunan konsentrasi minyak lemak mencapai 50 % sedangkan pada hari kesepuluh efisiensi penurunan dari reaktor aerokarbonfilter hanya sebesar 8 %.

Penurunan efisiensi removal minyak lemak yang terjadi dari hari pertama hingga hari kesepuluh disebabkan oleh telah terjadinya *clogging* pada media adsorpsi dan filtrasi. Jika dibandingkan dengan standar baku mutu yang mengacu pada PP No. 82 Tahun 2001 menyebutkan bahwa nilai maksimum untuk minyak lemak yang akan dibuang ke badan air sebesar 1 mg/l, hanya pada hari keenam hingga hari kedelapan dengan konsentrasi outlet berturut-turut, yaitu : 1 mg/l; 0,8 mg/l dan 1 mg/l. Pada hari tersebut reaktor aerokarbobiofilter mampu menurunkan konsentrasi sesuai dengan standar baku mutu. Untuk itu agar terpenuhinya sesuai dengan standar baku mutu, maka hasil dari reaktor ini perlu dilakukan pengolahan kembali yang dapat berupa *Oil water Separattor* atau *Dissolved Air Flotation* agar konsentrasi berada di bawah baku mutu yang ditetapkan sehingga aman jika dibuang ke badan air karena dapat terurai secara sendiri (*self purification*).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Waktu optimal reaktor aerokarbonbiofilter dalam menurunkan konsentrasi COD dari limbah cair pencucian kendaraan bermotor yaitu pada hari pertama hingga hari keempat dengan efisiensi penurunan berturut-turut sebesar 73,68%; 72,70%; 71,71%; dan 71,92%. Demikian juga untuk konsentrasi minyak lemak waktu optimal pada hari pertama hingga hari keempat efisiensi penurunan berturut-turut sebesar 50,00%; 46,34%; 44,44%; dan 45,45%.
2. Reaktor aerokarbonbiofilter mampu menurunkan konsentrasi COD paling tinggi yaitu pada hari pertama sebesar 73,68% dan efisiensi terkecil pada hari kesepuluh yaitu sebesar 48,85%, dengan rata-rata efisiensi penurunan sebesar 63,76%. Demikian juga untuk minyak lemak paling tinggi yaitu pada hari pertama sebesar 50 % dan efisiensi terkecil pada hari kesepuluh yaitu sebesar 8%, dengan rata-rata efisiensi penurunan sebesar 32,38%.

5.2 Saran

1. Perlu adanya pengukuran dari setiap proses sehingga dapat mengetahui efektifitas dan efisiensi dari setiap prosesnya.

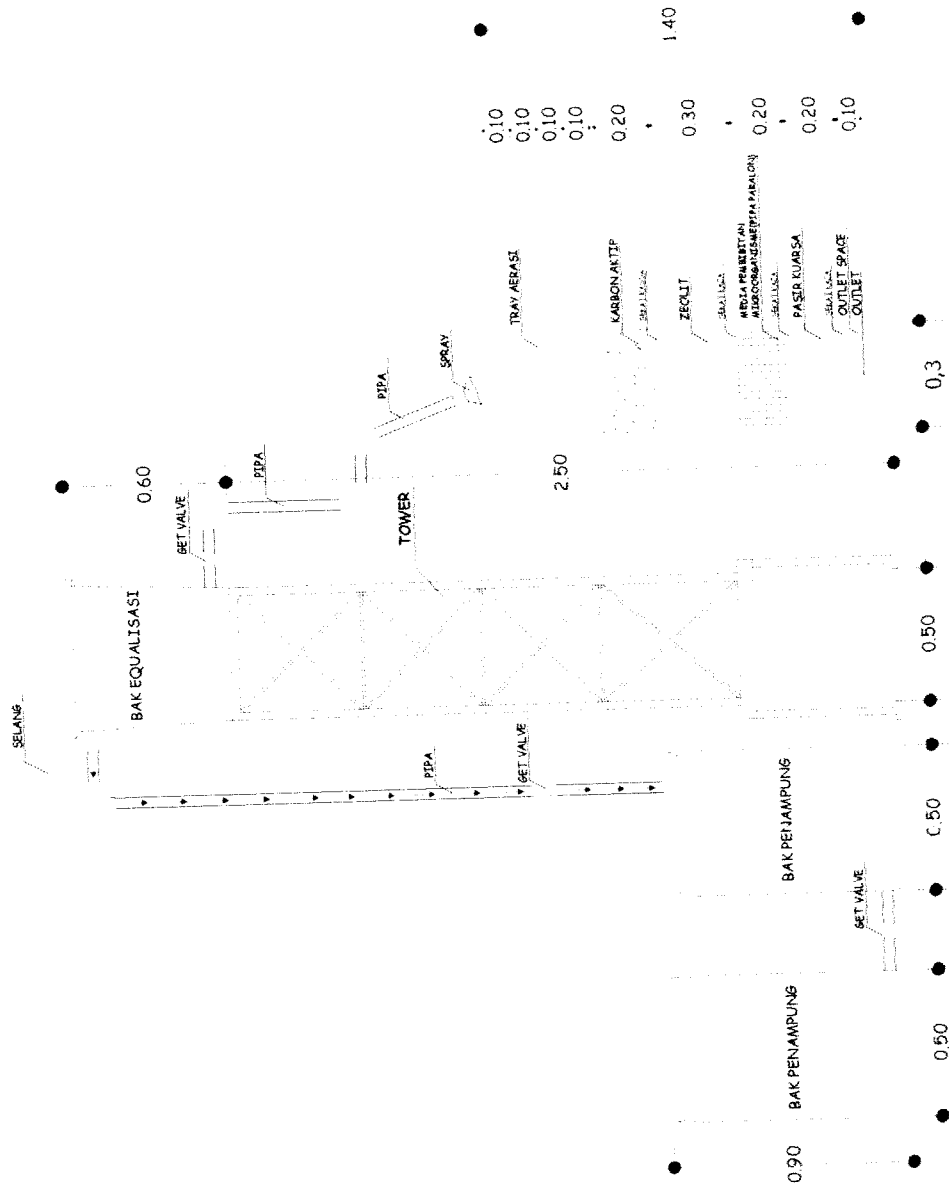
2. Perlu adanya bak ekualisasi yang lebih besar untuk menampung limbah atau pengaturan debit sehingga tidak diperlukan penambahan jumlah limbah setiap 2 hari sekali dengan tujuan agar limbah homogen.
3. Perlu adanya pengecekan pH dan temperatur secara berkelanjutan pada saat proses pengolahan limbah, guna memudahkan dalam mengetahui kondisi dari mikroorganisme.
4. Untuk Pihak perusahaan yang bergerak di bidang pencucian kendaraan bermotor perlu melakukan pengolahan limbahnya sebelum dibuang ke badan air.
5. Pengolahan limbah cair membutuhkan biaya investasi dan biaya operasi yang tidak sedikit. Oleh karena itu pengolahan limbah cair harus dilakukan dengan cermat, dimulai dari perencanaan yang tepat dan teliti, pembuatan Unit Pengolahan Limbah (UPL) yang benar, serta pengoperasian UPL yang cermat. Utamanya dalam perencanaan, apabila perencanaan sudah tidak tepat akan berakibat timbulnya berbagai kesulitan dalam pengoperasian serta biaya tinggi dengan hasil yang tidak memadai.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, 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.
- Anonim, 1994, *Proses Kimia Pembentukan Minyak Lemak*, Yogyakarta.
- Anonim, 2002, *Pelatihan Dasar Teknologi Tepat Guna Pengolahan Limbah Cair*, Pusteklim, Yogyakarta.
- Anonim, 2005, *Slow Sand Filters, Iron Removing Filters, Roughing Filters, Blue Future Filters*, Inc, www.Google.com
- Anonim, 2005, *Standart Methods For The Examination Of Water And Wastewater 6th Edition*, American Public Health Association, Washington.
- Benefield D.L and Judkins, Jr, 1982, *Process Chemistry For Water And Wastewater Treatment*, Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs, New jersey.
- Hee Rhee, C, *Removal Oof Oil and Grease in Oil Processing Wastewaters*, Japan. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003. *Pedoman Pengelolaan Air Limbah Perkotaan*, Ditjen Tata Perkotaan dan Tata perdesaan, Jakarta.
- Djajadiningrat, A.H, 1992, *Pengendalian Pencemaran Limbah Industri*, Jurusan TL, FTSP, ITB.
- Droste, Ronald L, 1997, *Theory and Practice Of Water And Wastewater Treatment*, John Wiley & Sons, Inc, United State of Amerika.
- Fardiaz, S, 1992, *Polusi Air dan Udara*, Kanisius, Yogyakarta.
- FORLINK, 2000, *Paket Terapan Produksi Bersih Pada Industri Tekstil*.
- Gintings, P, 1995, *Mencegah dan Mengendalikan Pencemaran Industri*, Penerbit : Pustaka Siar Harapan, Jakarta.

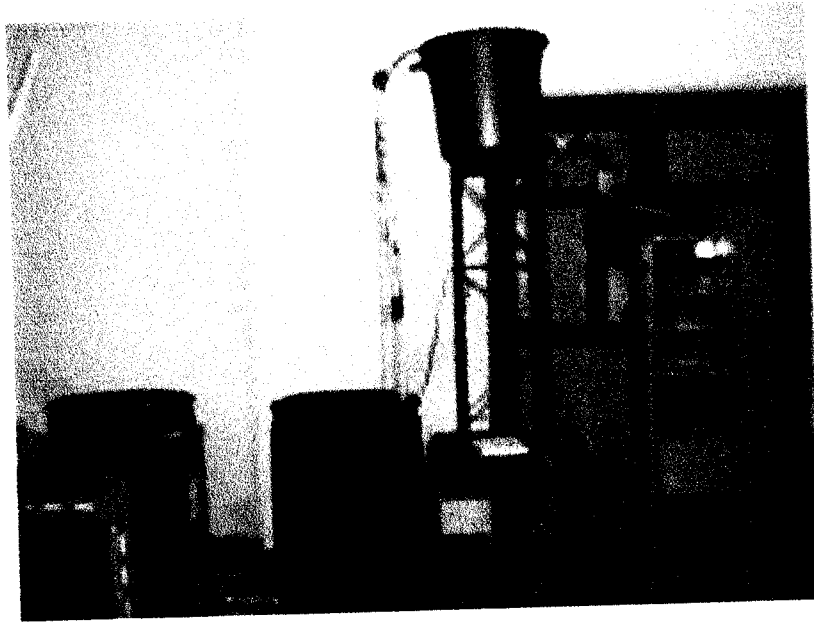
- Kasmidjo, R.B, 1991, *Penanganan Limbah Pertanian, Perkebunan dan Industri Pangan*, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, UGM, Yogyakarta.
- Ketaren, S, 1986, *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, UI Press, Jakarta.
- Kethleen Yung, March 2003, *Biosand Filtration Application In The Developing World*, University of Water Loo
- Kristanto, P, 2002. *Ekologi Industri*, Andi, Yogyakarta.
- Las. T, 1991, *Zeolit Untuk Industri*, Proceed Seminar/ Kolokium Lembaga Ilmu Dasar ITI, Institut Teknologi Indonesia , Serpong.
- Las. T, 1996, *Zeolite for Radioactive Waste Treatment, Technical Report*, IAEA-RC No 7215/R2/RB, Beijing, China.
- Liptak. B.G, 1974, *Water Pollution Environmental Engineering Technology*, Volume 1-5.
- Mahida, U.N, 1993, *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri*, PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Mangunwidjaja, D. dan Suryani, A, 1994, *Teknologi Bioproses*, Swadaya, Jakarta.
- Metcalf & Eddy, 1991, *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*, McGraw-Hill, New York, Amerika.
- Notodarmojo, S dan A. Deniva, 2004, *Penurunan Zat Organik dan Kekeruhan Menggunakan Teknologi Membran Ultrafiltrasi Dengan Sistem Aliran Dead-End (Studi Kasus : Waduk Saguling Padalarang)*, Proc. ITB Sains dan Teknik Volume 36A No.1, Bandung.
- Pranoto, I. S, 2002, *Proses Biokimia DEWATS, LPTP-BORDA*, Yogyakarta.
- Prescott, L. M., Harley, J. P., and Klein, D. A, 1999, *Microbiology*, McGraw-Hill Companies, USA.
- Rahmawati, A. A dan R. Azizah, 2005, *Perbedaan BOD, COD, TSS, dan MPN Coliform Pada Air Limbah Sebelum dan Sesudah Pengolahan di RSUD Nganjuk*, Jurnal Kesehatan Lingkungan Volume 2 No. 1, FKM UNAIR.
- Reynold, 1982, *Unit Operation and Design*, McGraw-Hill, New York, Amerika.
- Riduwan, 2004, *Metode dan Teknik Menyusun Tesis*, Alfabeta, Bandung.

- Slamet, J, S, 2004, *Kesehatan Lingkungan*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Srikandi, F, 1992, *Polusi Air dan Udara*, Kanisius, Yogyakarta.
- Sugiharto, 1987, *Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah*, cetakan pertama, UI Press, Jakarta.
- Syamsiah, 2001, *Penggunaan Karbon Aktif Sebagai Adsorben Untuk Limbah Tekstil*, Teknik Kimia, UGM, Yogyakarta.
- Tinsley, 1979, *Chemical Concepts in Pollutant Behavior*, Oregon State University, Carvallis.
- Tjokrokusumo, 1998, *Pengantar Teknik Lingkungan*, STTL, Yogyakarta.
- Wardana, 1995, *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Penerbit: Andi Offset, Yogyakarta.
- Webar, Wbend. M, 1972, *Adsorption in Heterogenes Aqua in Sistem*, Jaour AWWA.
- www.CAWST.org, *Biosand Filter*.

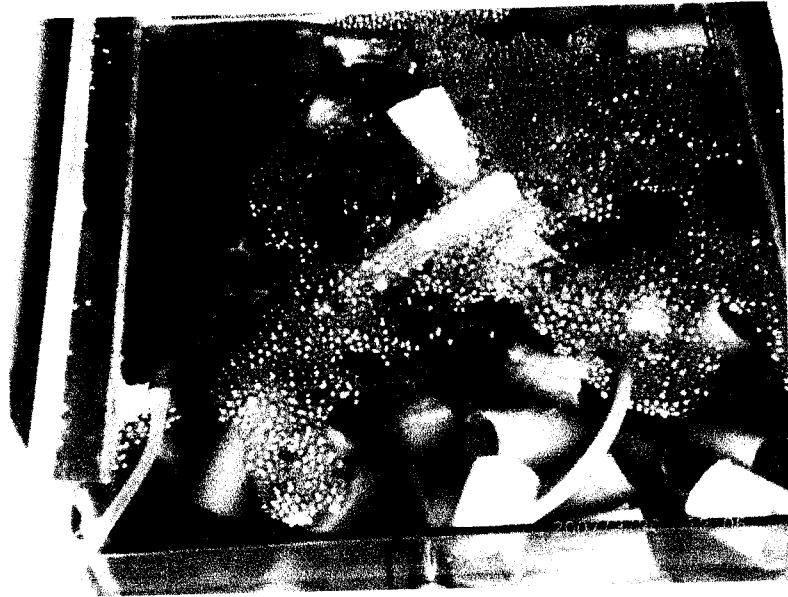


Gambar Sketsa Pengolahan Limbah Pencucian Kendaraan Bermotor Menggunakan Reaktor Aerokarbonbiofilter

REAKTOR AEROKARBONBIOFILTER



**PEMBIBITAN MIKROORGANISME
(SEEDING)**



Efisiensi Penurunan Kosentrasi COD

Hari	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Efisiensi (%)
1	682,49	179,65	73,68
2	657,05	179,38	72,70
3	587,36	166,16	71,71
4	577,19	162,09	71,92
5	503,43	154,46	69,32
6	488,25	151,91	68,89
7	386,72	151,05	60,94
8	242,97	120,78	50,29
9	179,38	90,87	49,34
10	154,46	79,00	48,85

Sumber : Data primer, 2007.

Efisiensi Penurunan Konsentrasi Minyak Lemak

Hari	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Efisiensi (%)
1	6,8	3,4	50,00
2	4,1	2,2	46,34
3	5,4	3	44,44
4	1,1	0,6	45,45
5	1,7	1,1	35,29
6	1,3	1	23,08
7	1,1	0,8	27,27
8	1,4	1	28,57
9	1,3	1,1	15,38
10	2,5	2,3	8,00

Sumber : Data primer, 2007.



PEMERINTAH PROPINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
DINAS PERMUKIMAN DAN PRASARANA WILAYAH
BALAI PENGUJIAN KONSTRUKSI DAN LINGKUNGAN
JL. RING ROAD UTARA MAGUWO HARJO DEPOK SLEMAN YOGYAKARTA, Telp. (0274) 489622

HASIL ANALISA LIMBAH PENCUCIAN KENDARAAN

Pengirim : 1. Atur Ekharisma
2. Ria Prawita
3. Mei Rani Nuringtyas

No	Parameter	Satuan	Sample	
			A	B
1	BOD	mg/l	79	184
2	COD	mg/l	283	425
3	TSS	mg/l	43	51
4	Minyak Lemak	mg/l	43	51
5	Detergen	mg/l	0,9422	23,867
6	Phospat	mg/l	0,2541	0,0863

Mengetahui,
Kepala BPKL Diskimpraswil DIY



r. Heni Siswanto
NIP. 110040934

Diperiksa oleh :
Penyelia Pengujian Mutu Air

Wahyu Hidayat, BSc
NIP. 110021897



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 : 02/ L.K.L TSP UII

Hal : 1 dari 1

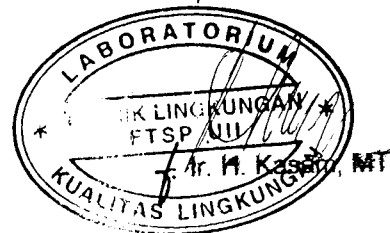
SERTIFIKAT HASIL UJI KUALITAS AIR LIMBAH

Jenis Contoh Uji : Sampel Air Limbah Pencucian Kendaraan Bermotor
Pengambil Contoh Uji : Ria Prawita Sari
Tanggal Pengujian : 09 April 2007
Contoh : COLONI DARI PROSES SEEDING
Parameter yang diuji : 02 LKL FTSP
Kode Lab. : Ria Prawita Sari
Analisis : Ria Prawita Sari

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





PEMERINTAH PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
DINAS PERMUKIMAN DAN PRASARANA WILAYAH
BALAI PENGUJIAN KONSTRUKSI DAN LINGKUNGAN
(BPKL)

HASIL ANALISA AIR LIMBAH
PENCUCIAN KENDARAAN BERMOTOR

Jenis Air : Air Limbah
Pengirim Sampel : Ria Prawita Sari (Mhs UII Yk)
NIM : 03 513 006

Hari ke -	Konsentrasi COD (mg/L)		Kons. Minyak & Lemak (mg/L)	
	Lokasi A	Lokasi B	Lokasi A	Lokasi B
1	682,49	179,65	6,8	3,4
2	657,05	179,38	4,1	2,2
3	587,36	166,16	5,4	3,0
4	577,19	162,09	1,1	0,6
5	503,43	154,46	1,7	1,1
6	488,25	151,91	1,3	1,0
7	386,72	151,05	1,1	0,8
8	242,97	120,78	1,4	1,0
9	179,38	90,87	1,3	1,1
10	154,46	79,00	2,5	2,3

Keterangan :

Lokasi A : Bak Equalisasi

Lokasi B : Outlet Reaktor

Diperiksa oleh :
Kepala Seksi Pengujian Mutu Air

Dra. Resti Isdaryanti
NIP. 010 231 341


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				KETERANGAN
		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 ≤ 1 mg/L
Besi	mg/L	0,3	(-)	(-)	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Fe ≤ 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 ≤ 5 mg/L
Khlorida	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	Bq/L	0,1	0,1	0,1	0,1	
Gross - B	Bq/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	(-)	(-)	(-)	
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