SKRIPSI

PENURUNAN LIMBAH CAIR RUMAH TANGGA DENGAN MENGGUNAKAN KARBON AKTIF PADA BIOSAND FILTER

(Studi Kasus Perumahan Sawojajar Kecamatan Kedungkandang Kota Malang)

Disusun Oleh :

ZAMRUL

(03.26.037)

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

MALANG

2011

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

LEMBAR PERSETUJUAN

MENGIKUTI SEMINAR SKRIPSI

JUDUL SKRIPSI :

PENURUNAN LIMBAH CAIR RUMAH TANGGA DENGAN MENGGUNAKAN KARBON AKTIF PADA BIOSAND FILTER

(Studi Kasus Perumahan Sawojajar Kecamatan Kedungkandang Kota Malang)

Disusun oleh :

Z A M R U L

03.26.037

Menyetujui :

Tim Pembimbing

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
S U D I R O, ST.MT	**Candra Dwi Ratna, ST. MT**
NIP.Y. 1030000349	**NIP. Y. 1030000349**

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Lingkungan

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
TEKNIK LINGKUNGAN

Candra Dwi Ratna, ST. MT

NIP.Y. 1030000349

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKIRPSI

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

NAMA : ZAMRUL

NIM : 03.26.037

JURUSAN : TEKNIK LINGKUNGAN

JUDUL : **PENURUNAN LIMBAH CAIR RUMAH TANGGA DENGAN MENGGUNAKAN KARBON AKTIF PADA BIOSAND FILTER (Studi Kasus: Perumahan Sawojajar Kecamatan Kedung Kandang, Kota Malang)**

Dipertahankan di hadapan Tim Penguji Ujian Skripsi jenjang Program Strata Satu (S1)

Pada Hari : KAMIS

Tanggal : 25 AGUSTUS 2011

Dengan Nilai : **B^+ (74,97)**

PANITIA UJIAN SKRIPSI

KETUA

Candra Dwi Ratna, ST. MT
NIP. Y. 1030000349

SEKRETARIS

Evi Hendriarianti, ST. MMT
NIP. Y. 1030300382

PENGUJI I

Dr. Ir. Heri Setyo Budiarso, Msi
NIP. 196106201991031002

PENGUJI II

Evi Hendriarianti, ST. MMT
NIP. Y. 1030300382

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **"Penurunan Limbah Cair Rumah Tangga Dengan Menggunakan Karbon Aktif Pada Biosand Filter (Studi Kasus Perumahan Sawojajar Kecamatan Kedungkandang Kota Malang)** " ini tepat pada waktunya.

Skripsi ini dapat terselesaikan berkat bantuan, kerja sama dan bimbingan dari semua pihak. Dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Ibu Candra Dwiratna, ST. MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang sekaligus dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
2. Bapak Sudiro, ST. MT., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
3. Bapak Hardianto ST, MT., selaku Kepala Laboratorium Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
4. Ibu Evy Hendriarianti, ST. MMT., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang sekaligus dosen wali.
5. Dosen-dosen pengajar dan staf JurusanTeknik Lingkungan ITN Malang.
6. Teman-teman Teknik Lingkungan Angkatan 2003 dan semua pihak yang telah membantu dan memberi dukungan dalam penyusunan laporan skripsi ini.

Kesadaran akan masih banyaknya kekurangan yang ada pada laporan skripsi ini, membuat penyusun berharap akan adanya masukan dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Akhirnya penyusun berharap Laporan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi almamater, khususnya para rekan-rekan mahasiswa Teknik Lingkungan ITN Malang dan masyarakat luas pada umumnya.

Malang, Agustus 2011

Penyusun

Zamrul, Sudiro, Dwiratna C, 2011. **Penurunan Limbah Cair Rumah Tangga dengan Menggunakan Karbon Aktif Pada Biosand Filter**. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Nasional Malang.

ABSTRAKSI

Rumah tangga menghasilkan limbah cair dalam jumlah yang cukup banyak . oleh karenanya diperlukan pengolahan yang memadai agar limbah cair rumah tangga ini tidak merusak lingkungan di sekitarnya. Limbah cair rumah tangga banyak mengandung material organik yang pada umumnya cukup tinggi.

Penelitian ini menggunakan reaktor biosand filter aliran kontinyu dengan ketebalan media untuk reaktor I (pasir halus 30 cm, pasir kasar 35 cm, karbon aktif 20 cm dan kerikil 15 cm), untuk reaktor II (pasir halus 35 cm, pasir kasar 30 cm, karbon aktif 20 cm dan kerikil 15 cm) dan untuk reaktor III (pasir halus 40 cm, pasir kasar 25 cm, karbon aktif 20 cm dan kerikil 15 cm). Variasi waktu detensi yang digunakan adalah 0 jam, 4 jam, 8 jam dan 12 jam. Parameter pencemar yang diuji adalah COD, TSS dan minyak lemak.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada rekator bisand filter dengan penambahan karbon aktif mampu menurunkan konsentrasi COD, TSS dan minyak lemak hingga sesuai dengan baku mutu yang ada. Efektifitas reaktor ini untuk parameter COD, TSS dan minyak lemak terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 12. Konsentrasi COD dapat diturunkan hingga 77,24% dari konsentrasi 276 mg/l menjadi 62,93 mg/l. Konsentrasi TSS dapat diturunkan hingga 97,08% dari konsentrasi 131,86 mg/l menjadi 03,85 mg/l. sedangkan Konsentrasi minyak lemak dapat diturunkan hingga 80,16% dari konsentrasi 22,19 mg/l menjadi 4,40 mg/l.

Kata Kunci : Biosand Filter, *Chemical Oxygen Demand* (COD), Karbon Aktif, Limbah Cair Rumah Tangga, *Total Suspended Solids* (TSS)

Zamrul, Sudiro, Dwiratna C, 2011. **The Degradation of Household Wastewater by Using Activated Carbon at Biosand Filter**. Thesis of Environmental Engineering, National Institute of Technology Malang.

ABSTRACT

Household produce a lot number of wastewater. That's why we needed to processing household wastewater in order to not destroy environment around. Household wastewater generally containing high enough organic material.

This research use continuo stream of biosand filter reactor with media thickness for the reactor I (smooth sand 30 cm, harsh sand 35 cm, activated carbon 20 cm and gravel 15 cm), for the reactor II (smooth sand 35 cm, harsh sand 30 cm, activated carbon 20 cm and gravel 15 cm) and for the reactor III (smooth sand 40 cm, harsh sand 25 cm, activated carbon 20 cm and gravel 15 cm). The detention time variation that used is 0 hour, 4 hour, 8 hour and 12 hour. The tested contaminant parameter is COD, TSS and fat oil.

The Result of research indicate that biosand filter reactor with addition of activated carbon can degrade concentration of COD, TSS and fat oil until it according with existing standard quality. The effectiveness of reactor for COD, TSS and fat oil happened when hour 12 of sampling time. The Concentration of COD can be degraded till 77,24% from 276 mg/l become 62,93 mg/l. The concentration of TSS can be degraded till 97,08% from 131,86 mg/l become 03,85 mg/l. whereas, the Concentration of fat oil can be degraded till 80,16% from 22,19 mg/l become 4,40 mg/l.

Keyword : Biosand Filter, *Chemical Oxygen Demand* (COD), Activated Carbon, Household Wastewater, *Total Suspended Solids* (TSS)

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

BAB I
PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Seiring dengan pesatnya pertumbuhan industri di indonesia, permasalahan limbah khususnya limbah cair menjadi salah satu permasalahan yang cukup besar yang dihadapi oleh lingkungan saat ini. Tidak hanya industri saja penyumbang limbah, rumah tangga 40%, rumah sakit, pertanian dan peternakan 30% turut memperparah kondisi lingkungan kita saat ini.

Limbah cair rumah tangga merupakan sisa buangan hasil suatu proses yang sudah tidak di pergunakan lagi berasal dari dapur, kamar mandi, cucian limbah bekas industri rumah tangga. Komponen utama limbah cair berupa air (99%) sedangkan yang lainnya berupa bahan padat yang bergantung asal buangan tersebut. Dalam air limbah terdapat bahan kimia yang yang sukar untuk dihilangkan dan berbahaya. Oleh sebab itu air limbah harus di olah agar tidak mencemari dan tidak membahayakan lingkungan sekitarnya. Pengolahan limbah rumah tangga juga dapat digunakan sebagai langkah kosentrasi sumber daya air.

Dengan mempertimbangkan permasalahan yang ada, maka sekiranya perlu dipikirkan suatu alat atau teknologi yang dapat menurunkan tingkat bahaya yang ditimbulkan kegiatan rumah tangga. Pada penelitian ini digunakan parameter COD, TSS dan Minyak Lemak dengan menggunakan alat atau teknologi "*biosand filter karbon aktif* ".

Tujuan pengolahan limbah cair adalah menurunkan kadar zat-zat yang terkandung didalam air limbah sampai memenuhi persyaratan effluent yang berlaku dan untuk melindungi kesehatan masyarakat (Djajadiningrat 1992).

Pada umumnya limbah rumah tangga yang ada saat ini kurang memperdulikan aspek negative terhadap lingkungan akibat kegiatan rumah tangga tersebut. Salah satunya adalah pembuangan air limbah ke lingkungan tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu. Padahal jika dilihat dari aspek lingkungan, kegiatan rumah tangga tersebut menghasilkan limbah yang apabila terakumulaasi ke lingkungan lambat laun akan merusak lingkungan seperti matinya perairan akibat zat-zat pencemaran dari usaha tersebut.

Biosand Filter merupakan suatu proses penyaringan atau penjernihan air dimana air yang akan diolah dilewatkan pada suatu media proses dengan kecepatan rendah yang dipengaruhi oleh diameter butiran pasir yang lebih kecil agar dapat menyaring bakteriologi.

Activated carbon (karbon aktif) merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85- 95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. karbon aktif dapat dihasilkan melalui komposisi kayu dan dapat digunakan sebagai adsorben warna dari larutan

1.2. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang yang ada diatas maka diperoleh rumusan masalah:

1. Seberapa besar efisiensi yang diperoleh dengan mengunakan teknologi *Biosand filter karbon aktif* dalam menurunkan COD, TSS dan Minyak Lemak di dalam air sisa proses rumah tangga.
2. Pada variasi berapakah reaktor *Biosand filter karbon aktif* dapat menurunkan konsentrasi COD, TSS dan Minyak Lemak yang paling efektif.
3. Berapa lama waktu clogging dan waktu efektif yang diperlukan untuk menurunkan COD, TSS dan Minyak Lemak dengan menggunakan rektor *Biosand filter karbon aktif*.

1.3. BATASAN MASALAH

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan di atas, maka untuk memudahkan dalam pelaksanaan penelitian ini digunakan batasan masalah sebagai berikut :

1. Metode filtrasi digunakan dengan menggunakan reaktor *biosand filter* dengan komposisi dari reaktor adalah pasir kasar, pasir halus, dan kerikil dengan penambahan media karbon aktif.
2. Sumber air yang digunakan berasal dari limbah cair sisa proses kegiatan rumah tangga
3. Unit *Biosand filter karbon aktif* menggunakan variasi ketinggian media yang berbeda, yaitu :

a. *Biosand filter*

Tinggi/ketebalan media yang digunakan yaitu :

Pasir halus dengan ketinggian	: 30 cm, 35 cm, 40 cm
Pasir kasar dengan ketinggian	: 35 cm, 30 cm, 25 cm
Kerikil dengan ketinggian	: 15 cm, 15 cm, 15 cm

Diameter media:

Pasir Halus	: 0,20 mm
Pasir Kasar	: 0,30 mm
Kerikil	: 12,0 mm

b. *Activated carbon*

Ketinggian media karbon aktif adalah 20 cm.

4. Parameter yang diukur adalah COD, TSS, Minyak dan Lemak dengan skala laboratorium.

1.4. TUJUAN PENELITIAN

1. Mengetahui efisiensi penurunan konsentrasi COD, TSS dan Minyak Lemak dari limbah cair rumah tangga dengan menggunakan teknologi *"Biosand filter karbon aktif"*.
2. Untuk mencari variasi media yang paling efektif sehingga mendapatkan penurunan kadar COD, TSS dan Minyak Lemak yang paling optimal.

1.5. MANFAAT PENELITIAN

1. Memberikan data informasi tentang kemampuan reaktor *"Biosand filter karbon aktif* " untuk menurunkan konsentrasi COD, TSS dan Minyak Lemak dan Lemak dari limbah cair rumah tangga.
2. Memberikan suatu alternatif pengolahan pada kegiatan sisa proses rumah tangga dalam menurunkan kandungan COD, TSS dan Minyak Lemak yang terlalu tinggi sehingga untuk selanjutnya air tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber air baku.
3. Memberikan informasi kepada seluruh masyarakat untuk ikut menjaga kulitas lingkungan dengan melakukan pengolahan air limbah sebelum dibuang kebadan air penerima.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Limbah

Setiap masyarakat tentunya akan mengasilkan suatu buangan, baik yang berbentuk cair, padat maupun gas. Buangan cair yang berasal dari masyarakat perkotaan ataupun pedesaan, umumnya berupa air bekas penggunaan dari berbagai aktivitas sehari-hari. Secara Terminologi, air bekas tersebut disebut sebagai air limbah atau air buangan. Limbah dapat mengandung bahan pencemar yang bersifat racun dan berbahaya karena alasan warna, kandungan bahan kimia organik dan anorganik, keasaman, alkalinitas dan sifat-sifat lainnya.

Kualitas air limbah menunjukkan spesifikasi limbah yang diukur dari kandungan pencemar dalam limbah. Air limbah merupakan air bekas yang sudah tidak terpakai lagi sebagai hasil dari adanya berbagai kegiatan manusia sehari-hari. Air limbah tersebut biasanya dibuang ke alam yaitu tanah dan badan air. Menurut Metcalf dan Eddy (2003) air limbah ialah 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.

Sesuai dengan penggunaannya, setiap air bekas pemakaian telah terkontaminasi oleh bahan-bahan yang dipakainya, yang mungkin bersifat fisik (misal: air menjadi keruh, berwarna), bersifat kimiawi (air mengandung bahan-bahan kimia yang mengganggu kesehatan/lingkungan), bersifat organo-biologis (air mengandung zat organik, mikroba/bakteri patogen, dan sebagainya). Untuk cemaran air limbah domestik yang dominan umumnya bersifat organomikrobiologis. Sedangkan untuk limbah non-domestik yang dominan fisik kimiawi, terutama logam berat.

2.2 Sumber Asal Air Limbah

Sugiharto (1987) membagi klasifikasi sumber air limbah menjadi dua bagian yaitu air limbah rumah tangga (*domestic wastewater*) dan air limbah industri.

2.2.1 Sumber Air Limbah Rumah Tangga (*Domestic Wastewater*)

Limbah domestik mengandung bahan-bahan pencemar organik, nonorganik dan bakteri yang sangat potensial untuk mencemari sumber-sumber air. Sumber utama air limbah domestik (rumah tangga) dari masyarakat adalah berasal dari perdagangan dan daerah pemukiman. Adapun sumber lainnya yang tidak kalah pentingnya adalah daerah perkantoran atau lembaga, serta tempat rekreasi (Sugiharto, 1987). Limbah domestik seperti sampah-sampah organik dapat terurai menjadi nitrat, fosfat, dan karbonat, sedangkan deterjen dapat terurai menjadi menjadi fosfat.

2.2.2 Karateristik Air Buangan Domestik

Air buangan perkotaan mengandung lebih dari 99,9 % cairan dan 0,1 % padatan. Zat-zat yang terdapat didalam air buangan diantaranya adalah unsur-unsur organik tersuspensi maupun terlarut dan juga unsur-unsur anorganik serta mikroorganisme. Unsur-unsur tersebut memberi corak kualitas air buangan dalam sifat fisik, kimiawi maupun biologis.

a) Karateristik Kimiawi

Karateristik kimiawi yang menjadi parameter di dalam pengolahan meliputi : senyawa organik, senyawa anorganik dan gas.

b) Karateristik Biologis

Karateristik biologis yang menjadi parameter didalamnya adalah kandungan mikroba, tumbuhan dan hewan.

c) Karateristik Fisik

Karateristik fisik yang menjadi parameter didalam pengolahan meliputi temperatur, total solid, warna, bau dan kekeruhan. Sebagian besar penyusun air buangan domestik berupa bahan-bahan organik. Penguraian bahan-bahan ini akan menyebabkan munculnya kekeruhan. Selain itu, kekeruhan juga diakibatkan oleh lumpur, tanah liat, zat koloid dan benda-benda terapung tidak segera mengendap.

Penguraian bahan-bahan organik juga menimbulkan terbentuknya warna. Parameter ini dapat menunjukkan kekuatan pencemar. Komponen penyusun bahan-bahan organik seperti protein, lemak, minyak dan sabun cenderung mempunyai sifat yang tidak tetap dan mudah menjadi busuk. Keadaan ini menyebabkan air buangan domestik menjadi berbau.

Tabel 2.1 menunjukkan pengaruh dan penyebab air buangan domestik dari karateristik fisik.

Tabel 2.1 Karateristik Fisik Limbah Domestik

Sifat-sifat	Penyebab	Pengaruh
Suhu	Kondisi udara sekitarnya, serta suhu air atau limbah yang dibuang kc saluran dari rumah maupun industri	Mempengaruhi kehidupan biologis, kelarutan ksigen/gas lain, kcrapatan air, daya viskositas dan tekanan permukaan
Kekeruhan	Benda-benda tercampur seperti limbah cair, limbah padat, garam, tanah liat, bahan organik yang halus dari buah-buahan asli, *algae*, organisme kecil	Memantulkan sinar, mengurangi produksi oksigen yang dihasilkan tumbuhan, merusak estetika dan mengganggu kehidupan biota
Warna	Benda terlarut seperti sisa bahan organik dari daun dan tanaman, buangan industri	Umumnya tidak berbahaya dan berpengaruh terhadap kualitas estetika lingkungan
Bau	Bahan voliatile, gas terlarut, Berasal dari pembusukkan bahan organik, minyak terutama dari mikroorganisme	Petunjuk adanya pembusukkan air limbah schingga perluadanya pengolahan, menurunkan nilai estetika
Rasa	Bahan penghasil bau, benda terlarut yang menghasilkan bau, benda teralarut dan beberapa senyawa	Mempengaruhi kualitas air
Benda Padat	Benda organik dan anorganik yang terlarut ataupun tercampur	Mempengaruhi jumlah bahan organik dan anorganik, merupakan petunjuk pencemaran atau kepekatan limbah meningkat

Sumber : Sugiharto, 1987

2.2.3 Kandungan Limbah Rumah Tangga

Limbah Rumah tangga adalah air yang membawa sampah (limbah) dari rumah, bisnis & industri (Kamus Besar Bahasa Indonesia) Limbah cair yang berasal dari kegiatan rumah tangga dan kegiatan sanitasi manusia yang rutin (Kamus Besar Bahasa Indonesia)

Limbah cair domestik (rumah tangga) air yang telah dipergunakan yang berasal dari rumah tangga atau pemukiman termasuk didalamnya air buangan yang berasal dari WC, kamar mandi, tempat cuci, dan tempat memasak (sugiharto 1987)

Tabel 2.2 Komposisi Limbah cair rumah tangga

Parameter	Kosentrasi (mg/l)	Tipikal (mg/l)
Total solid	300-1.200	700
Settleable solid	50-200	100
Suspended solid	100-400	220
Dissolved solid	250-850	500
BOD_5	100-400	250
COD	200-1.000	500
N total (N)	15-90	40
N organik	5-40	25
Amoniak	10-50	25
Nitrit	10-50	25
Phosfor total (P)	5-20	12
P organik	1-5	2
P anorganik	5-15	10
pH	7-7.5	7
Calsium	30-50	40
Chlorida	30-85	50
Sulfat	20-60	15

Sumber: Sundstrom & Klei dalam Sugiharto, 1987

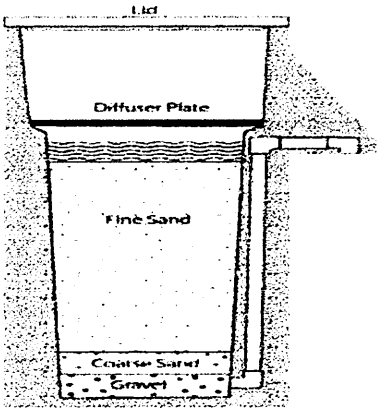
Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, Nomor : 112 Tahun 2003 Tanggal 10 Juli 2003 Baku Mutu Air Limbah Domestik

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

2.3 *Biosand Filter* (BSF)

Biosand filter merupakan suatu proses penyaringan atau penjernihan air dimana air yang akan diolah dilewatkan pada suatu media proses dengan kecepatan rendah yang dipengaruhi oleh diameter butiran pasir dan pada media tersebut telah dilakukan penanaman bakteri *(seeding)* sehingga terjadi proses biologis didalamnya. BSF sangat mirip dengan *Slow Sand Filter* (SSF) dalam arti bahwa mayoritas dari filtrasi dan kepindahan kekeruhan terjadi ada di puncak lapisan pasir dalam kaitan dengan ukuran pori-pori yang menurun, disebabkan oleh deposisi partikel butir. Keuntungan teknologi ini selain murah, membutuhkan sedikit pemiliharaan dan beroperasi secara gravitasi. Faktor yang berperan penting dalam *Biosand filter* adalah ukuran butiran pasir dan kedalaman pasir.

Keduanya memiliki efek penting dalam ilmu bakteri dan kualitas air secara fisik. Kebanyakan literatur merekomendasikan bahwa ukuran pasir yang efektif yang digunakan untuk saringan pasir lambat yang dioperasikan sekitar 0,15-0,35 mm dan keseragaman koefisien sekitar 1,5-3 mm (Anonim, 2004).



Gambar 2.1 Unit *Biosand Filter*

Biosand filter yang merupakan pengembangan dari *Slow Sand Filter*, hanya saja pada *biosand filter*, lapisan atas media filter dilakukan penumbuhan bakteri (*biofilm*). Syarat-syarat kualitas air yang akan diolah dengan menggunakan *biosand filter* sama seperti kualitas air yang diolah dengan menggunakan *Slow Sand Filter*.

Tabel 2.3 Syarat-syarat Kualitas Air pada *Slow Sand Filter*

Parameter Kualitas Air	Kualitas Air Mengacu pada Refrensi		
	Spencer, et al.	Cleasby	Di Bernardo
Kekeruhan (NTU)(1)	5-10	5	10
Alga (units/ml)	200(2)	5 µg/l(3)	250
True colour (PCU)	15-25		5
Dissolved okygen (mg/l)	> 6		
Phospat (PO4) (mg/l)	30		
Ammonia (mg/l)	3		
Total iron (mg/l)	1	0,3	20
Mangan (mg/l)		0,05	0,2
Fecal coliform (CFU/100 ml)			200

Sumber : Jo Smet dan Christine van Wijk, 2002

(1) Jenis kekeruhan dan distribusi partikel dapat menyebabkan perubahan kualitas air dari *effeluent* SSF.

(2) Jumlah dan jenis alga yang ada sangat penting. Disarankan untuk membuat pelindung untuk filter.

(3) Batasan ini berhubungan dengan klorofil A di air, yang secara tidak langsung digunakan untuk mengukur kandungan alga.

Tabel 2.3 Effisiensi Pengolahan dengan Menggunakan SSF *(Slow Sand Filter)*

Parameter kualitas air	Removal	Keterangan
Bakteri	90-99,9 %	
Virus	99-99,9 %	20 °C : 5 log pada 0,2 m/j dan 3 log pada 0,4 m/j 6 °C : 3 log pada 0,2 m/j dan 1 log pada 0,4 m/j
Giardia cycts	99-99,99 %	Effisiensi sangat tiggi, bahkan sesaat setelah filter dibersihkan
Cryptosporidium	> 99,9 %	
Cercaria	100 %	
Kekeruhan	< 1 NTU	Tingkat kekeruhan dan distribusi partikel mempengaruhi kapasitas pengolahan
Pestisida	0-100 %	
DOC[1]	5-40 %	
UV-*absorbance* (254 nm)	5-35 %	
Warna *(true colour)*	25-40 %	
UV-*absorbance*(400 nm)	15-80 %	
TOC[2], COD[3]	< 15-25 %	
AOC	14-40 %	
BDOC	46-75 %	
Besi dan Mangan	30-90 %	

[1] DOC=*dissolved organic carbon*, 2 TOC=*total organic carbon* 3 COD= *chemical organic demand*

Biosand filter dapat menghilangkan bakteri patogen melalui proses yang sama dengan saringan pasir lambat, yang mana pada saat zat-zat padat melewati pasir dalam fiter, zat-zat ini akan bertubrukan dan menyerap ke dalam partikel-partikel pasir. Bakteri dan zat padat yang terapung mulai meningkat dalam kepadatan yang tinggi di lapisan pasir paling atas menuju *biofilm*. BSF didesain 5 cm di bagian atas air yang dilapisi pasir halus. Ketinggian 5 menjadi ketinggian optimum dari perpindahan patogen. Jika tingkatan air terlalu dangkal, lapisan *biofilm* dapat lebih mudah terganggu karena rusak oleh kecepatan datangnya air. Disisi lain, jika tingkatan air terlalu dalam, jumlahnya tidak cukup pada difusi oksigen pada *ziofilm*, mengakibatkan kematian dari mikroorganisme pada lapisan *biofilm*. Ketika air yang terkontaminasi mikroorganisme dimurnikan dengan *biosand filter*, organisme pemangsa (*predator*) yang berada di lapisan *biofilm* akan memakan patogen-patogen yang ada (Tommy Ngai & Sophie, 2003).

2.3.1 Mekanisme Penyisihan Kontaminan Dalam *Biosand Filter*

Pada *biosand filter* terdapat beberapa mekanisme dalam penyisihan kontaminan-kontaminan di dalam air limbah. Mekanisme tersebut antara lain:

1. *Mechanical straining*

Dengan ukuran media 0,15 mm, maka partikel berukuran > 20 μm akan tertahan pada media. Sedangkan partikel berukuran 5-10 μm akan tertahan seiring dengan pertambahan deposit partikel di permukaan media pada saat operasional filter. Koloid (0,001-1 μm) dan bakteri (1 μm) tidak dapat disisihkan dengan mekanisme ini. *Mechanical straining* terutama terjadi pada permukaan filter sampai kedalaman 5 cm.

2. Sedimentasi

Partikel mengendap pada permukaan media filter. Pengendapan ini terjadi akibat aliran air di dekat media, dimana efisiensi sedimentasi sangat dipengaruhi oleh beban permukaan dan kecepatan pengendapan pada pori media. Untuk partikel yang mempunyai kecepatan mengendap lebih besar dari beban permukaan akan mengendap seluruhnya, sedangkan dengan diameter yang lebih kecil akan mengendap sebagian.

3. Adsorbsi

Adsorbsi dapat terjadi secara aktif ataupun pasif. Secara aktif, adsorbsi dipengaruhi oleh gaya tarik antar dua partikel (gaya *Van der Waals*) dan gaya tarik elektrostatis antara muatan yang berbeda (gaya *Coulomb*). Sedangkan adsorbsi secara pasif dipengaruhi oleh interaksi dan ikatan kimia.

4. Biokimia

Beberapa partikel yang terakumulasi di permukaan media akan mengalami proses biokimia. Seperti misalnya oksidasi Fe^{2+} dan Mn^{2+} dari bentuk terlarut menjadi bentuk yang tidak larut. Hal yang sama terjadi pula pada bahan-bahan organik terlarut, yang dimanfaatkan sebagai elektron donor untuk pembangkitan energi mikroorganisme. Tetapi oksidasi biokimia ini hanya dapat berjalan secara optimal pada kondisi dimana terdapat cukup waktu kontak dan temperatur tidak terlalu rendah.

5. Aktivitas bakteri

Aktivitas bakteri melibatkan akumulasi mikroorganisme di permukaan filter, kematian bakteri akibat adanya predator dan juga pengurangan mikroorganisme akibat berkurangnya *supply* elektron donor. Aktivitas mikroorganisme pada permukaan filter dikenal sebagai lapisan *Schmutzdecke*, dimana lapisan ini tersusun dari matriks gelatin bakteri, jamur, protozoa, rotifera dan larva serangga air. Seiiring dengan makin bertambahnya usia *Schmutzdecke* maka *alga* cenderung untuk tumbuh dan kemungkinan organisme akuatik yang lebih besar akan muncul seperti brizoa, siput dan cacing.

2.3.2 Lapisan *Biofilm* atau *Schmutzdecke*

Kata *Schmutzdecke* berasal dari bahasa Jerman yaitu berarti "Lapisan kotor". Lapisan *film* yang lengket ini, yang mana berwarna merah kecoklatan, terdiri dari bahan organik yang terdekomposisi, besi, mangan dan silika dan oleh karena itu bertindak sebagai suatu saringan yang baik yang berperan untuk meremoal partikel-partikel koloid dalam air baku. *Schmutzdecke* juga merupakan suatu *zone* dasar untuk aktivitas biologi, yang dapat mendegradasi beberapa bahan organik yang dapat larut pada air baku, yang mana bermanfaat untuk mengurangi rasa, bau dan warna. Biasanya istilah *Schmutzdecke* digunakan untuk menandakan zona aktivitas biologi yang umumnya terjadi di dalam *bed* pasir. Dalam kaitannya dengan fungsi ganda yang meliputi penyaringan mekanis, kedalaman *Schmutzdecke* bisa dikatakan dapat menghubungkan kepada zona penetrasi dari partikel-partikel padatan dimana ukurannya antara 0,5-2 cm dari *bed* suatu BSF. Pada cakupan kedalaman ini, *Schmutzdecke* menggabungkannya dengan lapisan biologi yang lebih dalam dan partikel-partikel bebas yang mengalir ke dalam zona ini setelah melintasi lapisan *Schmutzdecke* tersebut. Zona yang lebih dalam ini bukan merupakan sebuah zona penyaringan mekanis tetapi lebih merupakan suatu lanjutan area perlakuan secara biologis.

Schmutzdecke perlu didiamkan tanpa adanya gangguan. Hal ini dilakukan sehingga populasi biologi yang ada di puncak pasir tidaklah diganggu atau ditekan, yang mana tidak membiarkan lapisan *film* yang penuh untuk dihancurkan, yang akan mengurangi efek ketegangan pada *film* tersebut sedangkan partikel padatan akan terdorong lebih lanjut kedalam pasir itu. (Yung & Kathleen, 2003).

2.3.3 Pematangan Lapisan *Biofilm*

Biosand filter membutuhkan periode satu hingga tiga minggu untuk membentuk lapisan *biofilm*. Periode ini memungkinkan pertumbuhan yang cukup dari lapisan biologis dalam lapisan pasir. Periode pematangan dapat diperpendek beberapa hari dan bisa juga lama sampai beberapa minggu, tergantung dari temperatur air dan mekanisme kimia. Sebagai contoh konsentrasi tinggi dari senyawa organik dalam air dapat memacu pematangan *biofilm* (Tommy Ngai & Sophie, 2003).

2.3.4 Pembersihan *Biosand Filter*

Pasir di dalam *biosand filter* membutuhkan pembersihan periodik. Umumnya karena lapisan *biofilm* dalam *biosand filter* terus terakumulasi dan tumbuh hinggga tekanan akan aliran hilang karena lapisan *biofilm* menjadi berlebihan. Lapisan *biofilm* dalam *biosand filter* dan saringan pasir lambat biasanya di bersihkan setiap 1 hingga 3 bulan tergantung pada level kekeruhan. Tetapi, selama kekeruhan begitu tinggi dimana pasir membutuhkan pemberihan setiap 2 minggu atau bahkan sesering mungkin. Selain kekeruhan, jumlah pembersihan tergantung pada distribusi partikel, kualitas air yang masuk dan temperatur air.

Pembersihan filter untuk *biosand filter* jauh lebih sederhana di banding filter yang lain, yaitu *biosand filter* tidak perlu dikeringkan. Saat tingkat filtrasi menurun drastis, waktu refensi hidrolik akan meningkat, yang menunjukkan bahwa *biosand filter* perlu dibersihkan. Karena jika kekeruhannya tinggi maka terjadi kemacetan/penyumbatan *(clogging)* pada *biosand filter*. Pembersihan kondisi turbiditas normal hanya dengan cara memecah lapisan *biofilm* dengan cara mengaduk secara perlahan-lahan air diatas lapisan *biofilm*. Oleh sebab itu, kedalaman air 5 cm cukup penting untuk efesiensi BSF yang mana alasan utamanya adalah untuk mencegah pasir dari kekeringan di lapisan atas. Selain itu juga nantinya air tersebut akan diambil untuk dibuang sebanyak kurang lebih 2 cm saat pembersihan. · Keuntungan *biosand filter* :

a. Efektif

Biosand filter merupakan instansi pengolahan yang dapat berdiri sendiri sekaligus dapat memperbaiki kualitas secara fisik, kimia, biologis, bahkan

dapat menghilangkan bakteri pathogen tetapi dengan ketentuan operasi dan pemiliharaan filter dilakukan secara benar dan baik.

b. Murah

Karena pada dasarnya saringan pasir lambat tidak memerlukan energi dan bahan kimia serta pembagunanya tidak memerlukan biaya besar, biaya konstruksinya akan lebih murah dari biaya konstruksi saringan pasir cepat.

c. Sederhana

Karena operasi dan pemiliharaanya murah, tidak memerlukan tenaga khusus yang terdidik dan terampil, sehingga cara ini cocok untuk digunakan di daerah pedesaan, khususnya di negara- negara yang sedang berkembang.

Kerugiaan *biosand filter* :

a. Sangat sensitif dengan variasi pH air baku.
b. Waktu pengendapan air baku cukup lama sehingga proses filtrasi juga berlangsung lama apabila kapasitas besar.
c. Karena pencucian umumnya dilakukan secara manual sehingga akan membutuhkan tenaga manusia yang banyak, tetapi dalam skala kecil tidak terlalu berat.

Pada saat filter dioperasikan, proses penjernihan hanya berlangsung dengan penyaringan disertai pengendapan. Beberapa saat kemudian pada lapisan permukaan saringan akan terbentuk semacam lapisan yang disebut sebagai lapisan kulit saringan sebagaimana bahan-bahan pengotor yang membentuk kulit filter akan hilang dari permukaan butiran pasir akibat pengerusan oleh aliran air yang melewatinya, tetapi tidak terdapat tanda adanya pengotoran secara tetap pada bagian lapisan pasir dibawahnya. Hal ini akan menghancurkan kulit filter kemudian akan menjadi tetap hidup sebagai jenis mikroorganisme yang sangat aktif menguraikan bahan-bahan organik termasuk bakteri yang tertahan selama proses penyaringan. Bakteri akan memperbanyak diri dengan memanfaatkan bahan organik yang tertahan sebagai sumber makanannya.

2.4 Karbon Aktif (*Activated Carbon*)

Karbon aktif merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85- 95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Ketika pemanasan sedang berlangsung, diusahakan agar tidak

terjadi kebocoran udara didalam ruangan pemanasan sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi. Daya serap karbon aktif ditentukan oleh luas permukaan partikel dan kemampuan ini dapat menjadi lebih tinggi jika karbon aktif tersebut telah dilakukan aktifasi dengan faktor bahan-bahan kimia ataupun dengan pemanasan pada temperatur tinggi. Dengan demikian, arang akan mengalami perubahan sifat-sifat fisika dan kimia.

Pada abad XV, diketahui bahwa karbon aktif dapat dihasilkan melalui komposisi kayu dan dapat digunakan sebagai adsorben warna dari larutan. Aplikasi komersial, baru dikembangkan pada tahun 1974 yaitu pada industri gula sebagai pembersih, dan menjadi sangat terkenal karena kemampuannya menyerap uap gas beracun yang digunakan pada Perang Dunia I.

Karbon aktif merupakan senyawa karbon, yang dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau dari arang yang diperlakukan dengan cara khusus untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas. Luas permukaan karbon aktif berkisar antara 300-3500 m^2/gram dan ini berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan karbon aktif mempunyai sifat sebagai adsorben. Karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume poripori dan luas permukaan.

Karbon aktif berwarna hitam, tidak berbau, tidak berasa, dan mempunyai daya serap yang jauh lebih besar dibandingakan dengan karbon yang belum menjalani proses aktivasi, serta mempunyai permukaan yang luas, yaitu antara 300-2000 m/gram. Luas permukaan yang luas disebabkan karbon mempunyai permukaan dalam (*internal surface*) yang berongga, sehingga mempunyai kemampuan menyerap gas dan uap atau zat yang berada didalam suatu larutan. Sifat dari karbon aktif yang dihasilkan tergantung dari bahan yang digunakan, misalnya, tempurung kelapa menghasilkan arang yang lunak dan cocok untuk menjernihkan air.

Karbon aktif dibagi atas 2 tipe, yaitu karbon aktif sebagai pemucat dan sebagai penyerap uap. karbon aktif sebagai pemucat, biasanya berbentuk powder yang sangat halus, diameter pori mencapai 1000A0, digunakan dalam fase cair,

berfungsi untuk memindahkan zat-zat penganggu yang menyebabkan warna dan bau yang tidak diharapkan, membebaskan pelarut dari zat-zat penganggu dan kegunaan lain yaitu pada industri kimia dan industri baru. Diperoleh dari serbukserbuk gergaji, ampas pembuatan kertas atau dari bahan baku yang mempunyai densitas kecil dan mempunyai struktur yang lemah. Karbon aktif sebagai penyerap uap, biasanya berbentuk granular atau pelet yang sangat keras diameter pori berkisar antara 10-200 A0, tipe pori lebih halus, digunakan dalam rase gas, berfungsi untuk memperoleh kembali pelarut, katalis, pemisahan dan pemurnian gas. Diperoleh dari tempurung kelapa, tulang, batu bata atau bahan baku yang mempunyai bahan baku yang mempunyai struktur keras.

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

Tabel 2.5 Syarat mutu arang aktif

Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1. Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C	%	Maksimum 15
2. Air	%	Maksimum 10
3. Abu	%	Maksimum 2,5
4. Bagian yang tidak mengarang	%	Tidak ternyata
5. Daya serap terhadap larutan I_2	%	Maksimum 20

Sumber : Anonim (2006)

Karbon aktif menurut bentuknya dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu bubuk dan granular. Karbon bentuk bubuk digunakan untuk adsorbsi dalam larutan. Misalnya untuk menghilangkan warna (*declorisasi*), sedangkan karbon bentuk granular digunakan untuk absorbsi gas dan uap, dikenal pula sebagai karbon pengadsorbsi gas. Karbon bentuk granular kadang-kadang juga digunakan didalam media larutan khususnya untuk deklrorinasi air dan untuk penghilang warna dalam larutan serta pemisahan komponen komponen dalam suatu sistem yang mengalir.

Sifat karbon aktif yang paling penting adalah daya serap. Dalam hal ini, ada beberapa faktor yang mempengaruhi daya serap adsorpsi, yaitu :

- Sifat Adsorben

  Karbon aktif yang merupakan adsorben adalah suatu padatan berpori, yang sebagian besar terdiri dari unsur karbon bebas dan masingmasing berikatan

secara kovalen. Dengan demikian, permukaan arang aktif bersifat non polar. Selain kompisisi dan polaritas, struktur pori juga merupakan faktor yang penting diperhatikan. Struktur pori berhubungan dengan luas permukaan, semakin kecil pori-pori karbon aktif, mengakibatkan luas permukaan semakin besar. Dengan demikian kecepatan adsorpsi bertambah. Untuk meningkatkan kecepatan adsorpsi, dianjurkan agar menggunakan karbon aktif yang telah dihaluskan. Jumlah atau dosisi karbon aktif yang digunakan, juga diperhatikan.

- Sifat Serapan

  Banyak senyawa yang dapat diadsorpsi oleh karbon aktif, tetapi kemampuannya untuk mengadsorpsi berbeda untuk masing- masing senyawa. Adsorpsi akan bertambah besar sesuai dengan bertambahnya ukuran molekul serapan dari sturktur yang sama, seperti dalam deret homolog. Adsorsi juga dipengaruhi oleh gugus fungsi, posisi gugus fungsi, ikatan rangkap, struktur rantai dari senyawa serapan.

- Temperatur

  Dalam pemakaian karbon aktif dianjurkan untuk menyelidiki. temperatur pada saat berlangsungnya proses. Karena tidak ada peraturan umum yang biasanya diberikan mengenai temperatur yang digunakan dalam adsorpsi. Faktor yang mempengaruhi temperatur proses adsoprsi adalah viskositas dan stabilitas thermal senyawa serapan. Jika pemanasan tidak mempengaruhi sifat-sifat senyawa serapan, seperti terjadi perubahan warna mau dekomposisi, maka perlakuan dilakukan pada titik didihnya. Untuk senyawa volatil, adsorpsi dilakukan pada temperatur kamar atau bila memungkinkan pada temperatur yang lebih kecil.

- pH (Derajat Keasaman)

  Untuk asam-asam organik adsorpsi akan meningkat bila pH diturunkan, yaitu dengan penambahan asam-asam minereal. Hal ini disebabkan karena kemampuan asam mineral untuk mengurangi ionisasi asam organik tersebut. Sebaliknya bila pH asam organik dinaikkan yaitu dengan menambahkan alkali, adsorpsi akan berkurang sebagai akibat terbentuknya garam.

- Waktu Kontak

  Bila karbon aktif ditambahkan dalam suatu cairan, dibutuhkan waktu untuk mencapai kesetimbangan. Waktu yang dibutuhkan berbanding terbalik dengan jumlah yang digunakan. Waktu yang dibutuhkan ditentukan oleh dosis karbon aktif, pengadukan juga mempengaruhi waktu kontak. Pengadukan dimaksudkan untuk memberi kesempatan pada partikel karbon aktif untuk bersinggungan dengan senyawa serapan. Untuk larutan yang mempunyai viskositas tinggi, dibutuhkan waktu singgung yang lebih lama.

Struktur pori adalah faktor utama dalam proses adsorpsi. Distribusi ukuran pori menentukan distribusi molekul yang masuk dalam partikel karbon untuk diadsorp. Molekul yang berukuran besar dapat menutup jalan masuk ke dalam micropore sehingga membuat area permukaan yang tersedia untuk mengadsorp menjadi sia-sia. Karena bentuk molekul yang tidak beraturan dan pergerakan molekul yang konstan, pada umumnya molekul yang lebih dapat menembus kapiler yang ukurannya lebih kecil juga. Penggunaan bubuk karbon aktif mempunyai kelebihan sebagai berikut :

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

Sifat adsorbsi karbon aktif tidak hanya ditentukan oleh struktur porinya, tetapi ditentukan juga oleh komposisi kimianya. Misalnya ketidakteraturan struktur mikrokristal elementer, karena adanya lapisan karbon yang terbakar tidak sempurna (terbakar sebagian), akan mengubah susunan awal elektron dalam rangka karbon. Akibatnya akan terjadi elektron tak berpasangan, keadaan ini akan mempengaruhi sifat adsorbsi karbon aktif, terutama senyawa polar atau yang dapat terpolarisasi. Jenis ketidakteraturan yang lain adalah adanya hetero atom didalam struktur karbon.

Sifat daya serap karbon aktif terbagi atas dua jenis, yaitu daya serap fisika dan daya serap kimia. Keduanya dapat terjadi atau tidaknya perubahan kimia yang terjadi antara zat yang mengadsorbsi (adsorben). Beberapa teori yang menerangkan tentang gejala daya serap yang sebenarnya, belum cukup untuk mengemukakan tentang terjadinya daya serap pada karbon aktif.

Pembuatan karbon aktif telah banyak diteliti, dan dalam pustaka telah didapat data yang cukup banyak. Diantaranya dituliskan bahwa karbonisasi untuk memperoleh karbon yang baik untuk diaktivasi harus dilakukan pada temperatur dibawah 6000 C. Disamping itu ditemukan pula bahwa aktivasi arang dengan uap air sangat baik pada temperatur 900-10000C, dan penambahan garam KCNS akan mempertinggi daya adsorbsi karbon aktif yang diperoleh. Secara umum dalam pembuatan karbon aktif terdapat dua tingkatan proses yaitu :

1. Proses pengarangan (karbonisasi)

   Proses ini merupakan proses pembentukan arang dari bahan baku. Secara umum, karbonisasi sempurna adalah pemanasan bahan baku tanpa adanya udara, sampai temperatur yang cukup tinggi untuk mengeringkan dan menguapkan senyawa dalam karbon. Hasil yang diperoleh biasanya kurang aktif dan hanya mempunyai luas permukaan beberapa meter persegi pergram. Selama proses Arbonisasi dengan adanya dekomposisi pirolitik bahan baku, sebagian elemen-elemen bukan karbon, yaitu hidrogen dan oksigen dikeluarkan dalam bentuk gas dan atom-atom yang terbebaskan dari karbon elementer membentuk kristal yang tidak teratur, yang disebut sebagai kristal grafit elementer. Struktur kristalnya tidak teratur dan celah-celah kristal ditempati oleh zat dekomposisi tar. Senyawa ini menutupi pori-pori karbon, sehingga hasil proses karbonisasi hanya mempunyai kemampuan adsorbsi yang kecil. Oleh karena itu karbon aktif dapat juga dibuat dengan cara lain, yaitu dengan mengkarbonisasi bahan baku yang telah dicampur dengan garam dehidrasi atau zat yang dapat mencegah terbentuknya tar, misalnya ZnCl, MgCl, dan CaCl. Perbandingan garam dengan bahan baku adalah penting untuk menaikan sifat-sifat tertentu dari karbon.

2. Proses aktivasi

Secara umum, aktivasi adalah mengubah karbon dengan daya serap rendah menjadi karbon yang mempunyai daya serap tinggi. Untuk menaikan luas permukaan dan memperoleh karbon yang berpori, karbon diaktivasi, misalnya dengan menggunakan uap panas, gas karbondioksida dengan temperatur antara 700-1100^{0}C, atau penambahan bahan-bahan mineral sebagai aktivator. Selain itu aktivasi juga berfungsi untuk mengusir tar yang melekat pada permukaan dan pori-pori karbon. Aktivasi menaikan luas permukaan dalam *(internal area),* menghasilkan volume yang besar, berasal dari kapiler-kepiler yang sangat kecil, dan mengubah permukaan dalam dari struktur pori.

Pembuatan karbon aktif akan melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

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

Tabel 2.6 Penggunaan karbon aktif

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

Sumber: Anonim (2006)

Karbon aktif digunakan pertama kali pada pengolahan air dan air limbahuntuk mengurangi material organik, rasa, bau dan warna. Karbon aktif juga sering digunakan untuk mengurangi kontaminan organik, partikel kimia organik sintetis (SOCs), tapi karbon aktif juga efektif untuk mengurangi kontaminan inorganik seperti rodon-222, merkuri, dan logam beracun lainnya. Proses karbon aktif merupakan salah satu proses penyaringan air limbah terutama setelah mengalami proses biologi atau proses fisika kimia.

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

Karbon aktif berwarna hitam, tidak berbau, tidak berasa, dan mempunyai daya serap yang jauh lebih besar dibandingakan dengan karbon yang belum menjalani proses aktivasi, serta mempunyai permukaan yang luas, yaitu antara 300 sampai 2000 m/gram. Luas permukaan yang luas disebabkan karbon mempunyai permukaan dalam (*internal surface*) yang berongga, sehingga mempunyai kemampuan menyerap gas dan uap atau zat yang berada didalam suatu larutan.

Ada beberapa karakteristik yang penting di dalam pengolahan air limbah diantaranya luas permukaan, kerapatan partikel, densitas unggun (*bulk density*), ukuran efektif, volume pori, analisa ayakan, kadar abu, angka iodium, kadar air dan distribusi ukuran pori.

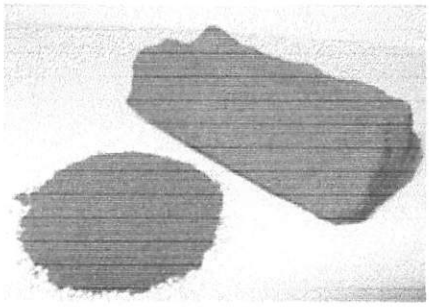
Ukuran partikel dan luas permukaan merupakan hal yang penting dalam karbon aktif. Ukuran partikel karbon aktif mempengaruhi kecepatan adsorpsi, tetapi tidak mempengaruhi kapasitas adsorpsi yang berhubungan dengan luas permukaan karbon. Jadi kecepatan adsorpsi yang menggunakan karbon aktif serbuk (*powder*) lebih besar daripada karbon aktif butiran (*granular*). Luas permukaan total mempengaruhi kapasitas adsorpsi total sehingga meningkatkan efektifitas karbon aktif dalam penyisihan senyawa organik dalam air buangan.

Struktur pori adalah faktor utama dalam proses adsorpsi. Distribusi ukuran pori menentukan molekul yang masuk dalam partikel karbon untuk di adsorb. Ada dua macam pori dalam partikel karbon aktif yaitu *mikropore* dengan diameter 10-1000 A dan *makropore* dengan diameter >1000 A Setelah aktifasi karbon, karbon aktif bisa diklasifikasikan menjadi dua jenis yang mempunyai ukuran partikel yang berbeda dengan kapasitas adsorpsi yang berbeda pula, yakni *Powder* Jika ukuran karbon aktif lebih kecil dari 200 mesh dan *granular* jika diameter karbon aktif berukuran lebih besar dari 0,1 mm. (Metcalf dan Eddy, 2003).

a. Pengolahan dengan karbon aktif *powder* (serbuk).

Karbon aktif ini berbentuk serbuk. Luas permukaannya lebih besar dibandingkan dengan karbon aktif butiran, sehingga kecepatan adsorpsinya juga menjadi lebih besar. Karbon aktif serbuk dapat digunakan secara langsung pada proses fisik dan kimia. Setelah beberapa lama terjadi kontak maka karbon akan mengendap pada dasar bak pengolahan.

Penggunaan karbon aktif disini dilakukan dengan cara menaburkan bubuk ini ke dalam saluran yang berasal dari pengolahan biologis. Pengontakkan ini biasanya diletakkan pada bak tertentu, setelah bubuk tercampur maka gaya beratnya akan mengendap dengan membawa partikel terlarut dan partikel tercampur. Agar menjadikan bahan ini lebih ekonomis, maka karbon aktif dapat dipergunakan kembali setelah dipakai dengan cara melakukan oksidasi dengan tekanan tinggi. Pada proses regenerasi ini biasanya karbon aktif akan hancur sebanyak 5-10%. Karbon aktif jenis ini yang paling sulit untuk regenerasi. Salah satu kerugian menggunakan karbon aktif berbentuk bubuk adalah kemungkinan terjadinya penyumbatan lebih besar karena karbon aktif bercampur dengan bubuk.



Gambar 2.2 Karbon Aktif Serbuk

b. Karbon aktif berbentuk butiran (*Granular*).

Karbon aktif berbentuk *granular* ditetapkan dalam ukuran mesh. Kecepatan adsorbsinya lebih kecil dibandingkan dengan karbon aktif berbentuk serbuk karena luas permukaan totalnya lebih sedikit dibandingkan karbon aktif berbentuk serbuk, dimana luas permukaan total akan mempengaruhi kapasitas adsorpsi. Karbon aktif berbentuk granular dipakai untuk memisahkan kontaminan dalam air buangan seperti fenol, insektisida, trinittrotolune (TNT), deterjen, warna dan logam berat lainnya.

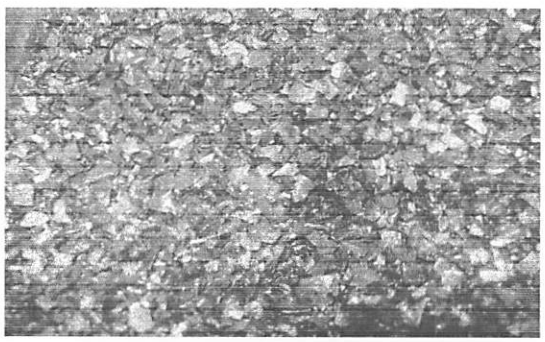
Adsorpsi dengan menggunakan karbon aktif butiran (*granular*) dapat menggunakan system *batch*, *column* atau *fluideizet bed*. System kontak yang umum digunakan adalah *fixed bed* atau *contercurrent moving bed*.

Adapun kelebihan dari pemakaian karbon aktif *granular*.

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

Kerugiannya :

1. Perlu tambahan unit pengolahan lagi yaitu filter.
2. Luas permukaan kontak persatuan berat lebih kecil karena ukuran butiran karbon besar.



Gambar 2.3 Karbon Aktif dalam bentuk butiran *(Granular)*

Sifat adsorbsi karbon aktif tidak hanya ditentukan oleh struktur porinya, tetapi ditentukan juga oleh komposisi kimianya. Misalnya ketidak teraturan struktur mikrokristal elementer, karena adanya lapisan karbon yang terbakar tidak sempurna (terbakar sebagian), akan mengubah susunan awal elektron dalam rangka karbon. Akibatnya akan terjadi elektron tak berpasangan, keadaan ini akan

mempengaruhi sifat adsorbsi karbon aktif, terutama senyawa polar atau yang dapat terpolarisasi. Jenis ketidakteraturan yang lain adalah adanya hetero atom didalam struktur karbon.

Karbon aktif mengandung elemen-elemen yang terikat secara kimia, seperti oksigen dan hidrogen. Elemen-elemen ini dapat berasal dari bahan baku yang tertinggal akibat tidak sempurnanya proses karbonosasi, atau pula dapat terikat secara kimia pada proses aktivasi. Demikian pula adanya kandungan abu yang bukan bagian organik dari produk. Untuk tiap-tiap jenis karbon aktif kandungan abu dan komposisinya ada bermacam-macam. Adsorbsi elektrolit dan non elektrolit dari larutan dari karbon aktif, juga dipengaruhi oleh adanya sejumlah kecil abu. Adanya oksigen dan hidrogen mempunyai pengaruh besar pada sifat-sifat karbon aktif. Elemen-elemen ini berkombinasi dengan atom-atom karbon membentuk gugus-gugus fungsional tertentu. Gugus yang biasanya terdapat pada permukaan atom adalah : (1) gugus karbosilat, (2) gugus hidroksi fenol, (3) gugus kuinon tipe karbonil (4) normal lakton, (5) lakton tipe fluoresein, (6) asam karbosilat anhidrit dan peroksida siklis.

Proses adsorbsi terjadi pada bagian permukaan antara padatan-padatan, padatan-cairan, cairan-cairan, atau cairan-gas. Adsorbsi dengan bahan padat seperti karbon, tergantung pada luasan permukaannya. Sifat daya serap karbon aktif terbagi atas dua jenis, yaitu daya serap fisika dan daya serap kimia. Beberapa teori yang menerangkan tentang gejala daya serap yang sebenarnya, belum cukup untuk mengemukakan tentang terjadinya daya serap pada karbon aktif.

Karbon aktif dapat menyerap senyawa organik maupun anorganik, tetapi mekanisme penyerapan senyawa tersebut belum semua diketahui dengan jelas. Mekanisme penyerapan yang telah diketahui antara lain penyerapan golongan fenol dan aldehid aromatik. Senyawa fenol-aldehid terserap oleh karbon karena adanya peristiwa donor-akseptor elektron. Gugus karbonil pada permukaan karbon bertindak sebagai donor elektron. Karena ada peristiwa tersebut, maka inti benzena akan berikatan dengan gugus karbonil pada permukaan berikut :

a. Dengan adanya pori-pori mikro antar partikuler yang sangat banyak jumlahnya pada karbon aktif, akan menimbulkan gejala kapiler yang menyebabkan adanya daya serap. Selain itu distribusi ukuran pori

merupakan faktor penting dalam menentukan kemampuan adsorbsi karbon aktif. Misalnya, ukuran 20 A0 dapat digunakan untuk menghilangkan campuran rasa dan bau, hanya lebih efektif untuk pembersihan gas, sedangkan untuk ukuran 20-100 A0 efektif untuk menyerap warna.

b. Pada kondisi yang bervariasi ternyata hanya sebagian permukaan yang mempunyai daya serap. Hal ini dapat terjadi karena permukaan karbon dianggap heterogen, sehingga hanya beberapa jenis zat yang dapat diserap oleh bagian permukaan yang lebih aktif, yang disebut pusat aktif.

Sedangkan faktor-faktor yang mempengaruhi adsorbsi adalah sebagai berikut :

a. Karakteristik fisika dan kimia adsorben, antara lain : luas permukaan ukuran pori, komposisi kimia
b. Karakteristik fisis dan kimia adsorbat, antara lain : ukuran molekul, polaritas molekul komposisi kimia.
c. Konsentrasi adsorbat dalam fase cair.
d. Sistem waktu adsorbsi.

2.5 *Chemical Oxygen Demand* (COD)

COD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan atau mengoksidasi bahan organik secara kimia.

Kentungan tes COD dibandingkan tes BOD (Alaerts dan Santika, 1987) :

- Analisis COD hanya memakan waktu kurang lebih 3 jam, sedangkan analisis BOD_5 memerlukan 5 hari
- Untuk menganalisa COD antara 50 sampai 800 mg/l, tidak dibutuhkan pengenceran sampel sedang pada umumya analisis BOD selalu membutuhkan pengenceran.
- Ketelitian dan ketepatan (*reproducibility*) tes COD adalah 2 sampai 3 kali lebih tinggi dari tes BOD
- Gangguan dari zat yang bersifat racun terhadap mikroorganisme pada tes BOD, tidak menjadi soal pada tes COD.

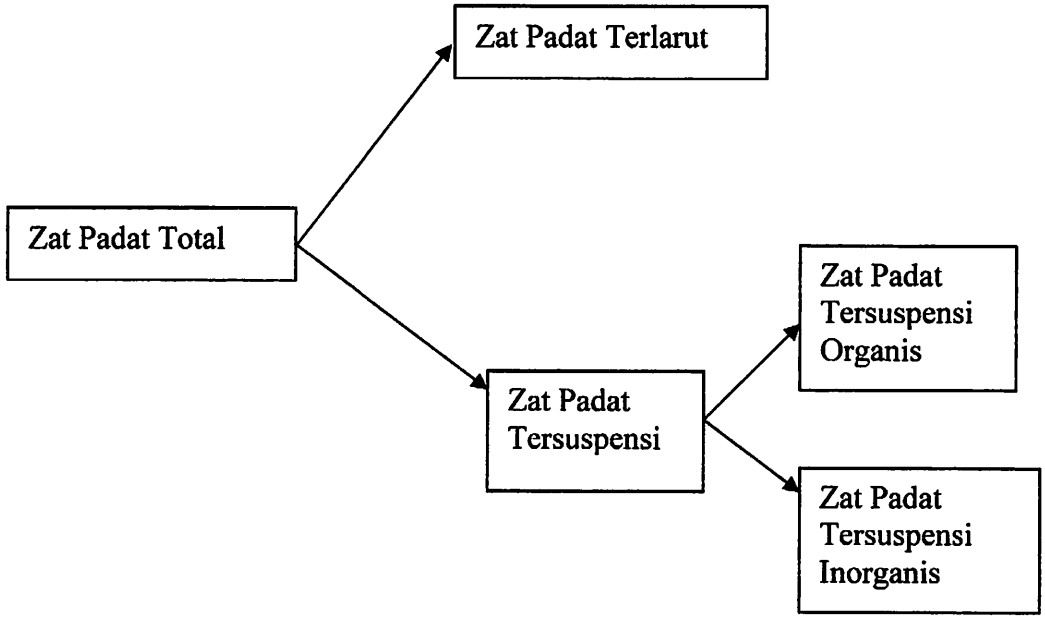
Kekurangan tes COD hanya merupakan suatu analisis yang menggunakan suatu reaksi oksidasi kimia yang menirukan oksidasi biologis (yang sebenarnya terjadi di alam), sehingga merupakan suatu pendekatan saja. Karena hal tersebut

maka tes COD tidak dapat membedakan antara zat-zat yang sebenarnya tidak teroksidasi (inert) dan zat-zat yang teroksidasi secara biologis, (Alaerts dan Santika, 1987).

2.6 *Total Suspended Solid* (TSS)

Dalam air alam ditemui dua kelompok zat, yaitu zat terlarut seperti garam dan molekul organis, dan zat padat tersuspensi dan koloidal seperti tanah liat, kwarts. Perbedaan pokok antara kedua kelompok zat ini ditentukan melalui ukuran /diameter partikel-partikel tersebut.

Pengertian zat padat total adalah semua zat-zat yang tersisa sebagai residu dalam suatu bejana, bila sampel air dalam bejana tersebut dikeringkan pada suhu tertentu. Zat padat total terdiri dari zat padat terlarut dan zat padat tersuspensi yang dapat bersifat organis dan inorganis seperti dijelaskan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Skema Zat Padat (*Sumber : Alaerts dan Santika, 1987*)

2.7 Minyak dan 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 foto oksidasi spontan dan oksidasi oleh mikroorganisme. 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 dan 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 absorbsi oksigen dari udara. Minyak dan lemak terutama tahan terhadap perombakan secara anaerob.

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

Lapisan minyak lemak yang berada di permukaan air akan menggangu kehidupan organisme 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 menggangu 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 emulfisikasi yang menyebabkan air dan minyak dapat bercampur.(Fardia.z,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 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 C-nya pendek sehingga berbau keras atau teroksidasi ikatan rangkap, sehingga akan pecah membentuk keton, aldehida atau asam karboksilat rantai pendek yang berbau.

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 di banding dengan benzen, toluen dan xilen. Untuk menghilangkan atau mengurangi pengaruh negatif tersebut di atas, maka air bungan harus diolah terlebih dahulu sebelum di buang keperairan terbuka. (Sukarmadidjaja,1997).

Pada penelitian minyak lemak yang akan di teliti berasal dari sisa proses Rumah Tangga yang berupa minyak lemak yang tidak terlarut. Berasal dari kandungan lemak, dimana lemak sendiri adalah fungsi atau sifat *prostagladin* yang dapat terbentuk dengan proses pelingkaran 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 (tiga) macam yaitu :

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

Sedangkan sumber minyak lemak adalah :

a. Hewan : Jaringan Minyak dibawah kulit, antara otot-otot, sekeliling alat tubuh, dalam sum-sum tulang dan lain-lain.
b. Tumbuhan
   - Terutama dalam benih-benih (exp minyak kelapa, Palam, kacang, dan sebagainya)
   - Terdapat dalam daun-daunan juga bunga.

Dalam kelarutanya minyak-minyak ini memiliki gliserida yang berasal dari lemak yang lebih tinggi tidak larut dalam air tetapi larut dalam pelarut organik seperti : eter, Petroliumeter. Minyak lemak yang terkandung dalam ampas kelapa ini memiliki sifat-sifat yang sama dengan penjelasan diatas dan dimungkinkan memiliki kesamaan dengan minyak jarak yang bisa digunakan sebagai pengganti bahan bakar (solar) bila dilihat dari kandungannya, akan tetapi minyak kelapa ini belum diujikan.

Minyak lemak terutama tahan terhadap perombakan secara anaerob. Sedangkan bila minyak dan lemak terdapat pada lumpur akan menyebabkan akumulasi buih yang berlebihan dalam bak digester dan dapat menyumbat pori-pori saringan. Lumpur yang mengandung minyak dan lemak tidak baik digunakan sebagai pupuk. Jika bahan ini dimasukan ke dalam air limbah atau effluen yang telah diolah, maka sering menimbulkan lapisan film, serta mengakibatkan deposit pantai.

Dengan mengetahui jumlah minyak dan lemak yang terdapat dalam air limbah, akan dapat membantu memperkirakan kesulitan-kesulitan pada operasi instalasi, menentukan efisiensi instalasi dan dalam pengawasn pembuangan air limbah lebih lanjut ke badan air. Sedangkn dengan mengetahui jumlah minyak lemak yang terdapat pada lumpur dapat memperkirakan waktu pembusukan dan masalah penghilangan air.

Persedian air termasuk air tanah dikatakan tercemar minyak dan lemak apabila dalam 1 liter air tersebut mengandung 10 mg minyak dan lemak.

Adapun sumber pencemaran minyak antara lain :

- Pengangkutan minyak dan operasinya termasuk membersihkannya
- Pembuangan limbah cair di kota dan industri yang terbawa ke sungai
- Kecelakaan tabrakan alat transportasi minyak
- Penguapan
- Rembesan/kebocoran
- Limbah pengilangan.

Tumpahan minyak yang terdapat di air akan berada di permukaan, sehingga akan menutupinya, karena sifatnya yang tidak dapat larut di dalam air.Semua jenis minyak mengandung senyawa-senyawa Volatil yaitu mudah berubah menjadi gas atau uap. Sisa minyak yang tidak menguap akan mengalami Emulsifikasi yaitu proses pemantapan emulsi dengan menambahkan dua zat yang tidak dapat bercampur pada zat ke tiga

2.8 Metode Pengolahan Data

2.8.1 Statistik Deskriptif dan Inferensi

Secara garis besar, statistik dibedakan menjadi 2 yaitu statistika deskriptif dan statistika inferensi. Metode statistika yang meringkas, menyajikan, dan mendeskripsikan data dalam bentuk yang mudah dibaca sehingga memberikan kemudahan dalam memberikan informasi disebut statistika deskriptif. Statistika deskriptif menyajikan data dalam tabel, grafik, ukuran pemusatan data, dan penyebaran data. Agar mendapatkan data lebih terperinci, kita memerlukan analisis data dengan metode statistika tertentu. Hasil analisis data akan memberikan informasi lebih rinci sehingga kita memperoleh suatu kesimpulan mengenai suatu penomena berdasarkan sampel yang diambil. Analisis tersebut dinamakan statistika inferensi. Statistika inferensi sering disebut statistika induktif. Statistika inferensi memerlukan pengetahuan lebih mengenai konsep probabilitas yang biasa dikenal sebagai ilmu peluang. Ilmu peluang tidak lepas dari statistika karena membantu pengambilan keputusan statistik suatu data (Iriawan dan Astuti, 2006).

2.8.2 Analisis Korelasi

Koefisien korelasi Pearson berguna untuk mengukur tingkat keeratan hubungan linear antara 2 variabel. Nilai korelasi berkisaran antara -1 sampai +1. Nilai korelasi negatif berarti hubungan antara 2 variabel adalah negatif. Artinya, apabila salah satu variabel menurun, maka variabel lainnya akan meningkat. Sebaliknya, nilai korelasi positif berarti hubungan antara kedua variabel adalah positif. Artinya, apabila salah satu variabel meningkat, maka variabel dikatakan berkorelasi kuat apabila makin mendekati 1 atau -1. Sebaiknya, suatu hubungan antara 2 variabel dikatakan lemah apabila semakin mendekati 0 (nol).

Hipotesis

Hipotesis untuk uji korelasi adalah:

H0 : $\rho = 0$

H1 : $\rho = 0$

dimana ρ adalah korelasi antara 2 variabel.

Daerah penolakan

p-Value < α.

Untuk membuat interpretasi analisis korelasi, ada beberapa hal yang harus diingat, yaitu:

1. Koefisien korelasi hanya mengukir hubungan linier. Jika ada hubungan non linear, maka koefisien korelasi akan bernilai 0.
2. Koefisien korelasi sangan sensitif terhadap nilai ekstrem.
3. Kita bisa membuat korelasi hanya jika variabel memiliki hubungan sebab akibat.

2.8.3 Analisis Regresi

Analisis regresi sangat berguna dalam berbagai penelitian antara lain:

1. Model regresi dapat digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor.
2. Model regresi dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh suatu atau beberapa variabel predictor terhadap variabel respon.

2.8.6 Analysis of Variance

Analysis of Variance atau sering dikenal ANOVA digunakan untuk menyelidiki hubungan antara variabel respon (*dependent*) dengan 1 atau beberapa variabel prediktor (*independent*). ANOVA sama dengan regresi, tetapi skala data variabel independen adalah data kategori yaitu skala ordinal atau nominal. Lebih lanjut ANOVA tidak mempunyai nominal (Iriawan dan Astuti, 2006).

3. Model regresi berguna untuk memperediksikan pengaruh suatu variabel atau beberapa variabel prediktor terhadap variabel respon.

Model regresi memiliki variabel respon (y) dan variabel prediktor (x). Variabel respon adalah variabel yang dipengaruhi suatu variabel prediktor. Variabel respon sering dikenal variabel *dependent* karena peneliti tidak bisa bebas mengendalikannya. Kemudian, variabel prediktor digunakan untuk memprediksi nilai variabel respon dan sering disebut variabel *independent* karena peneliti bebas mengendalikannya (Iriawan dan Astuti, 2006).

Kedua variabel dihubungkan dalam bentuk persamaan matematika. Secara umum, bentuk persamaan regresi dinyatakan sebagai berikut:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + ... + \beta_k x_k + \in$$

2.8.4 Pengantar Desain Eksperimen

Desain eksperimen berperan penting dalam mengembangkan proses dan dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan dalam proses agar kinerja proses meningkat. Desain eksperimen dapat didefinisikan sebagai suatu uji atau rentetan uji dengan mengubah-ubah variabel input (faktor) suatu proses sehingga bisa diketahui penyebab perubahan output (respon).

2.8.5 Langkah-langkah dalam Desain Eksperimen

Desain eksperimen memerlukan tahap-tahap penting yang berguna agar desain mengarah pada hasil yang diinginkan. Berikut adalah langkah-langkah melakukan desain eksperimen (Iriawan dan Astuti, 2006) :

1. Mengenali permasalahan.
2. Memilih faktor dan level.
3. Menentukan faktor dan level.
4. Memilih metode desain eksperimen.
5. Melaksanakan eksperimen.
6. Analisis data.
7. Membuat suatu keputusan.

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Pada metode penelitian ini mengenai teknologi *Biosand Filter* dalam mengelolah air limbah yang telah banyak dilakukan di beberapa tempat,demikian pula dengan karbon aktif *(Activated Carbon)*.

Teknologi *Biosand Filter* yang merupakan pengembangan dari *Slow Sand Filter* sudah mulai diterapkan dibeberapa negara sebagai salah satu teknologi yang tepat guna dalam mengolah air dengan karakteristik tertentu. Sedangkan teknologi karbon aktif telah lama digunakan dalam pengolahan air karena terbukti effektif dalam menurunkan beberapa parameter air. Pada penelitian ini akan dibahas sejauh mana efektifitas *Biosand Filter* dalam menurunkan konsentrasi COD, TSS dan Minyak Lemak proses air limbah Rumah tangga jika di tambahkan dengan media karbon aktif.

3.2 Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam penelitian Laboratorium *(LabourExperiment)*, yang dilaksanakan dalam skala laboratorium. Adapun jenis penelitian yang dilakukan adalah dengan percobaan dalam batasan waktu tertentu terhadap kadar COD, TSS dan Minyak Lemak dari limbah cair rumah tangga dengan menggunakan Teknologi *Biosand Filter Carbon Active* .

3.3 Objek Penelitian

Sebagai objek penelitian ini adalah kandungan COD, TSS dan Minyak Lemak dari sumber limbah cair rumah tangga.

3.4 Lokasi Penelitian

Adapun lokasi-lokasi yang digunakan sebagai tempat penelitian adalah sebagai berikut :

1. Perumahan Sawojajar Malang, sebagai titik pengambilan sampel limbah cair rumah tangga
2. Laboratorium Teknik Sipil, ITN Malang . Merupakan tempat pengayakan media filter, yaitu pasir halus, pasir kasar dan kerikil. Selain pengayakan

dilakukan juga pengeringan (menggunakan oven) untuk media pasir halus dan pasir kasar.

3. Laboratorium Teknik Lingkungan, ITN malang. Merupakan tempat penelitian, yaitu unit *Biosand Filter Carbon Active* dan Merupakan tempat analisis sampel air untuk mengetahui kandungan COD, TSS dan Minyak Lemak dalam hasil proses limbah Rumah Tangga.

3.5 Variabel Penelitian

1. Variabel bebas (*Independent Variable*)

- Tinggi /ketebalan media yang digunakan yaitu :
- Pasir halus dengan ketinggian : 30 cm, 35 cm, 40 cm
- Pasir kasar dengan ketinggian : 35 cm, 30 cm, 25 cm
- Kerikil dengan ketinggian : 15 cm, 15 cm, 15 cm
- Karbon aktif : 20 cm, 20 cm, 20 cm
- Diameter media:
- Pasir Halus : 0,20 mm
- Pasir Kasar : 0,30 mm
- Kerikil : 12,0 mm

Untuk lebih jelasnya, variasi ketinggian media dalam *biosand filter* pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Ketinggian Media *Biosand Filter Karbon aktif*

	Pasir Halus (cm)	Pasir Kasar (cm)	Kerikil (cm)	Karbon aktif (cm)	Total (cm)
Biosand Filter 1	30	35	15	20	100
Biosand Filter 2	35	30	15	20	100
Biosand filter 3	40	25	15	20	100

Berikut untuk lebih jelasnya variasi pengambilan sampel dapat dilihat dari tabel 3.2

Tabel 3.2 Variasi pengambilan sampel *Biosand Filter Karbon aktif*

Reaktor	Pengambilan sampel (Jam)			
	T_0	T_1	T_2	T_3
Reaktor 1	0	4	8	12
Reaktor 2	0	4	8	12
Reaktor 3	0	4	8	12

Sumber: perhitungan desain reaktor

Untuk pengambilan waktu T_0 atau 0 jam di lakukan pada saat sampel keluar pertama kali pada effluent. Berdasarkan penelitian Nilasari, 2006 waktu optimum slow sand filter untuk menurunkan COD adalah 4 jam dengan efisiensi 50,57 %.

2. Variabel terikat (*Dependent Variable*)

Parameter yang diteliti adalah konsentrasi COD, TSS dan Minyak Lemak limbah cair rumah tangga

3.6 Bahan dan Alat Penelitian

3.6.1 Penyediaan Media Pasir Halus, Pasir Kuarsa, Kerikil dan Karbon Aktif

Pada proses penelitian ini, media diayak/ disaring terlebih dahulu sebelum nantinya dimasukkan kedalam unit. Hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan diameter butiran yang sama.

3.6.2 Alat Penelitian

3.6.2.1 Biosand Filter (BSF)

Pada penelitian ini, unit pertama yang digunakan adalah *biosand filter (BSF)*. Jumlah unit BSF sebanyak 2 buah, dimana setiap BSF memiliki variasi ketinggian media filtrasi yang berbeda. Dimensi unit BSF yang telah direncanakan adalah :

Panjang unit	: 30 cm
Lebar unit	: 30 cm
Tinggi unit	: 125 cm
Tinggi total media	: 100 cm
Tinggi air diatas media pasir halus	: 5 cm
Tinggi dari muka air ke *perforated baffle*	: 5 cm
Freeboard (fb)	: 20 cm

Lebar *perforated baffle* : 30 cm

Panjang *perforated baffle* : 30 cm

Gambar 3.1 Tiga buah reaktor Biosand filter-karbon aktif

3.6.2.2 Reservoar

Reservoar yang digunakan untuk menampung air Proses limbah rumah tangga sebanyak 3 buah, 2 buah reservoar yang memiliki volume 270 liter dan 1 buah reservoar yang memiliki volume 50 liter. Reservoar yang bervolume 50 liter diletakkan diatas menara air sebagai reservoir utama, sedangkan 2 reservoar lainnya diletakkan dibawah menara sebagai tempat penampungan sementara sebelum dan sesudah dialirkan ke reservoar utama.

3.7 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan. Tahapan-tahapan tersebut adalah sebagai berikut :

3.7.1 Persiapan Media Pasir Halus, Pasir Kasar, Kerikil dan Karbon Aktif

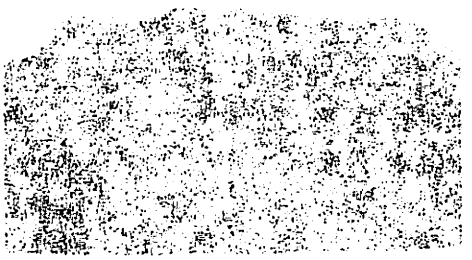
Sebelum penelitian dilakukan, persiapan dan perlakuan terhadap alat dan media yang akan digunakan haruslah menjadi suatu perhatian yang penting agar

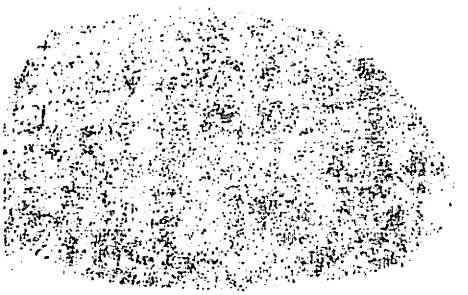
penelitian dapat berjalan sesuai dengan perencanaan. Media-media yang akan digunakan seperti pasir halus, pasir kasar, kerikil, dan karbon aktif harus diperhatikan dan diperlakukan sesuai dengan kriteria yang telah direncanakan. Media seperti pasir dan kerikil sebelum dimasukan ke dalam filter, terlebih dahulu dilakukan pengayakan media. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan diameter butiran media yang seragam. Setelah mendapatkan ukuran media sesuai yang direncanakan maka selanjutnya dilakukan pencucian media, hal tersebut bertujuan agar media yang digunakan dalam keadaan bersih dan steril dari bakteri dan kotoran lainnya.

Selanjutnya, pada tahap pengeringan media dilakukan dengan menggunakan oven, tujuan penggunaan oven ini dilakukan agar media yang masih basah dapat kering secara cepat serta bersih dari bakteri-bakteri yang mungkin masih terbawa dari proses

C D

Gambar 3.2. Media Filtrasi dan Karbon Aktif. (A) Kerikil. (B) Pasir Kasar (C) mm Pasir Halus. (D) Karbon Aktif Granular





3.7.2 Persiapan Alat

3.7.2.1 Biosand Filter (BSF)

Unit *biosand filter* merupakan unit *rectangular* yang terbuat dari kaca 0,8 mm. Digunakannya kaca dalam pembuatan unit bertujuan agar pembentukan lapisan *biofilm* dan proses filtrasi dapat terlihat secara visual. Sebelum media filtrasi dimasukkan kedalam unit, maka unit dalam keadaan siap digunakan. Setelah unit siap, media filter dimasukkan ke masing-masing unit BSF, dimana tiap unitnya memiliki ketinggian media filter yang berbeda. Ketinggian total media dari tiap *biosand filter* adalah 105 cm, yaitu 100 cm merupakan tinggi total media, dan 5 cm tinggi permukaan air dari media pasir halus. Air berfungsi agar pasir halus tidak kering dan juga untuk menjaga kelembaban pada pasir halus dimana merupakan tempat terbentuknya lapisan *biofilm* sehingga lapisan *biofilm* yang telah terbentuk tidak rusak.

3.7.2.3 Pengujian Sampel Awal

Air baku yang digunakan sebagai objek penelitian ini diambil dari air Sisa proses limbah Rumah tangga. Sebelum memulai penelitian ini, dilakukan pengujian sampel awal kandungan COD*(Chemical Oxygen Demand,* TSS (total suspended Solid) dan minyak lemak, dimana uji awal tersebut digunakan sebagai acuan penelitian sampel berikutnya.

3.7.2.4 Proses Sampling

Sampel diambil dari limbah yang berasal dari limbah cair rumah tangga *(grey water)* perumahan sawojajar Kecamatan Kedung Kandang, Malang. Pengambilan sampel dilakukan pada 07.00-09.00, karena pada waktu tersebut penghuni Perumahan sawojajar melakukan banyak aktifitas dalam hal pemakaian air bersih, sehingga air limbah yang dibuang banyak (Alaerts, G, 1984).

1. Persiapan pengambilan sampel

   Yang harus dipersiapkan dalam pengambilan sampel adalah wadah untuk mengambil sampel. Wadah yang akan digunakan untuk mengambil sampel harus bersih dan tidak boleh mengandung sisa-sisa dari bekas sampel terdahulu, terutama tumbuhnya lumut dan jamur harus dicegah sekaligus

kontaminasi dari logam. Wadah pengambil sampel setelah dibersihkan dibilas terlebih dahulu dengan aquades.

2. Pengambilan sampel

   Sampel air buangan diambil dari saluran akhir pembuangan yaitu berupa saluran limbah/selokan yang kedalamannya ± 1m yang bersifat komunal. Dimana sampel diambil kira-kira pada ½ sampai 2/3 tingkat penampang basah dari bawah permukaan air.

3. Pengawetan sampel

   Karena jarak antara lokasi pengambilan dan tempat penelitian serta analisa cukup jauh maka dilakukan pengawetan sampel dengan pendinginan dan penyimpanan sampel ditempat gelap dengan cara pembungkusan wadah sampel dengan plastik/kain warna gelap.

4. Analisa sampel

   Parameter yang akan diturunkan dan dianalisa adalah COD, TSS dan Minyak Lemak.

5. Pengaliran sampel air limbah cair domestik rumah tangga di dalam reaktor dilakukan secara kontinyu.

6. Sampel untuk pengujian diambil dari dua titik, titik pertama yaitu pada inlet reaktor dan titik kedua yaitu pada outlet reaktor.

3.8 Aklimatisasi

Aklimatisasi merupakan proses penyesuaian diri oleh mikroorganisme terhadap lingkungan barunya dan berakhir ketika proses adaptasi sejumlah bakteri aktif dengan air limbah telah menunjukan kestabilan.

Analisa terhadap bahan organik dilakukan untuk mengetahui perkembangan penguraiaan bahan organik. Kegiatan ini dilakukan melalui pengukuran Permanganat value (PV) selama aklimatisasi sampai kondisi *steady state* dicapai. Kondisi *steady state* merupakan suatu kondisi dimana penyisihan zat organik yang dikonsumsi oleh mikroorgasnisme mendekati harga yang stabil atau konstan. Apabila selisih penurunan bahan organik selama tiga hari berturut-turut relatif stabil dengan perbedaan tidak lebih dari 10 % maka dapat dikatakan bahwa kondisi telah *steady state*.

3.9 Pengukuran COD, TSS dan Minyak Lemak

Unit *Biosand Filter Carbon Active* dan nilai sampel effluent dari reaktor karbon aktif biosand filter dianalisa di Laboratorium Teknik Lingkungan, ITN Malang. Metode pengujian COD menggunakan metode *closed refluks titrimetric*, pengujian TSS menggunakan metode gravimetri sedangkan pengujian minyak lemak menggunakan metode gravimetri.

3.9.1 Bahan

Bahan-bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain :

a. Limbah cair rumah tangga
b. Aquadest
c. Media filtrasi yaitu pasir, karbon aktif dan kerikil
d. Bahan-bahan pereaksi

3.10 Analisis Data

Analisa data statistik hasil penelitian dilakukan dengan metode analisis deskriptif, uji korelasi dan regresi. Analisis deskriptif ditujukan untuk mendapatkan gambaran berdasarkan fakta yang diperoleh dari sampel penelitian yang ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.

Analisa varian untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan nyata atau tidak (secara statistik) antara berbagai variasi percobaan terhadap penurunan konsentrasi COD, TSS dan minyak lemak. Kemudian dilanjutkan dengan analisa korelasi dan regresi untuk mengetahui tingkat keterkaitan suatu variabel terhadap variabel lain.

3.11 Kesimpulan dan Saran

3.11.1 Kesimpulan

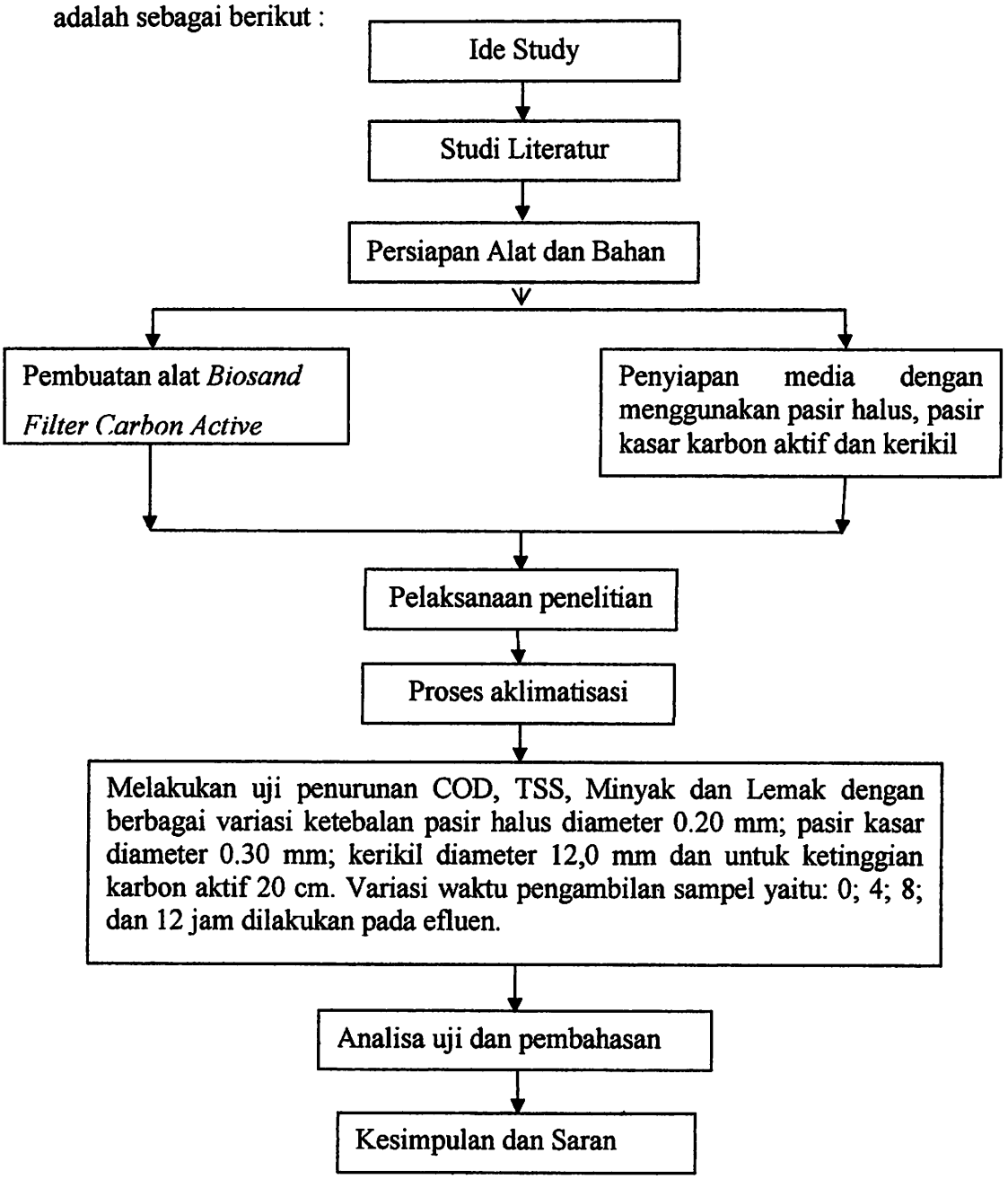
Kesimpulan dituliskan untuk menjawab tujuan dari penelitian ini dan mempermudah pembaca memperoleh gambaran hasil penelitian yang dilakukan. Kesimpulan ini diambil dari hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan.

3.11.2 Saran

Saran diberikan nantinya diharapkan dapat berguna bagi penelitian selanjutnya yaitu penyempurnaan penelitian Kajian Pengolahan Biosand Filter - Karbon Aktif Untuk Menurunkan Kandungan Limbah Cair Rumah Tangga

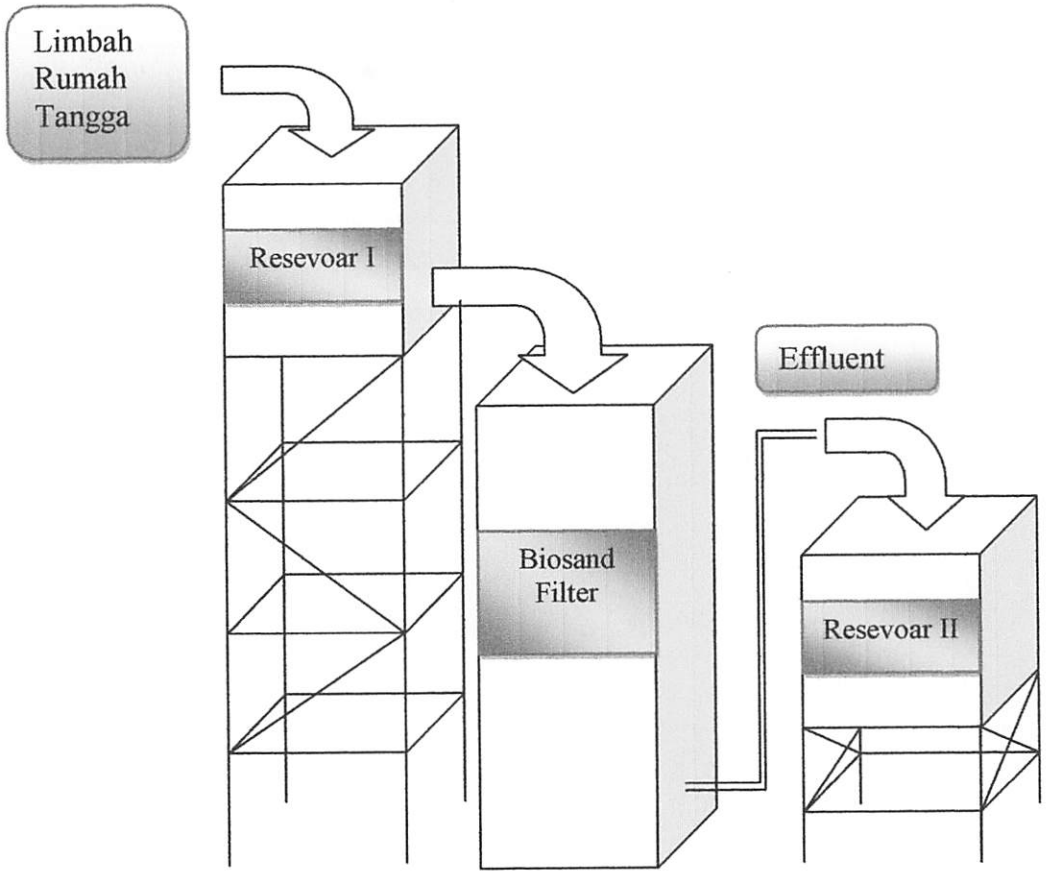
3.12 Kerangka Penelitian Tugas Akhir

Untuk mempermudah proses pengerjaan tugas akhir ini, maka dibuat diagram alir penelitian. Adapun metodologi penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :



Gambar 3.8 Diagram Alir Penelitian

DIAGRAM ALIR



BAB IV
ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik Limbah Cair Rumah Tangga Perumahan Sawojajar Kecamatan Kedungkandang Kota Malang

Dalam penelitian ini dilakukan analisa pendahuluan untuk memperoleh data karakteristik air limbah yang akan digunakan sebagai sampel influen pada reaktor. Berdasarkan analisa laboratorium yang dilakukan, diperoleh data karakteristik limbah cair rumah tangga perumahan Sawojajar kecamatan Kedungkandang kota Malang yang terdapat pada tabel 4.1 :

Tabel 4.1. Karakteristik Air Limbah Domestik Perumahan Sawojajar Kecamatan Kedungkandang Kota Malang

No.	Parameter	Hasil*)	Baku Mutu**)	Satuan
1.	COD	276,49	100	mg/L
2.	TSS	131,86	100	mg/L
3.	Minyak Lemak	22,19	10	mg/l

*Sumber : *) Analisis Laboratorium Lingkungan ITN Malang*

***) Kepmen Negara LH No. 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik*

Dari hasil analisis tersebut diketahui bahwa kadar COD, TSS dan minyak lemak melampaui baku mutu yang ada. Dalam hal ini dilakukan penelitian untuk menerapkan metode biosand filter dengan penambahan karbon aktif guna menurunkan konsentrasi COD, TSS dan minyak lemak di dalam limbah cair rumah tangga perumahan Sawojajar kecamatan Kedungkandang kota Malang

4.2 Penyisihan Bahan Organik Pada Tahap Aklimatisasi

Aklimatisasi merupakan proses penyesuaian diri oleh mikroorganisme terhadap lingkungan barunya dan berakhir ketika proses adaptasi sejumlah bakteri aktif dengan air limbah telah menunjukan kestabilan.

Analisa terhadap bahan organik dilakukan untuk mengetahui perkembangan penguraiaan bahan organik. Kegiatan ini dilakukan melalui pengukuran Permanganat value (PV) selama aklimatisasi sampai kondisi *steady state* dicapai. Kondisi *steady state* merupakan suatu kondisi dimana penyisihan

zat organik yang dikonsumsi oleh mikroorgasnisme mendekati harga yang stabil atau konstan. Apabila selisih penurunan bahan organik selama tiga hari berturut-turut relatif stabil dengan perbedaan tidak lebih dari 10 % maka dapat dikatakan bahwa kondisi telah *steady state*.

Untuk mengetahui penyisihan bahan organik digunakan rumus :

- Penyisihan bahan organik = $\frac{konsentrasi\ awal - konsentrasi\ akhir}{konsentrasi\ awal} \times 100\%$
- Contoh perhitungan penyisihan bahan organik pada hari ke 18 :

  Penyisihan bahan organik = $\frac{134{,}78 - 130{,}88}{134{,}78} \times 100\% = 2{,}89\ \%$

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka data konsentrasi akhir bahan organik pada proses aklimatisasi dapat dilihat pada tabel 4.2.

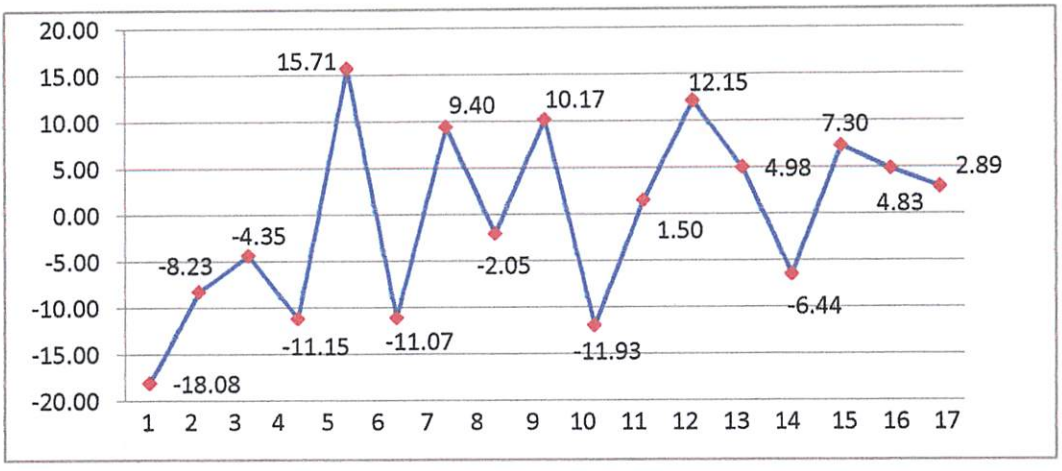
Tabel 4.2 Penyisihan Bahan Organik Untuk Reaktor I

Hari ke	Tanggal	Temperatur (°C)	pH	Rata-rata Bahan Organik (mg/L)	Selisih Bahan Organik (mg/L)	Penyisihan Bahan Organik (ml)
1	5 Juli	25	7	135.32	0	-
2	6 Juli	25	7	159.78	-24.46	-18.08
3	7 Juli	25	7	172.93	-13.15	-8.23
4	8 Juli	25	7	180.46	-7.53	-4.35
5	9 Juli	25	7	200.58	-20.12	-11.15
6	10 Juli	25	7	169.07	31.51	15.71
7	11 Juli	25	7	187.79	-18.72	-11.07
8	12 Juli	25	7	170.14	17.65	9.40
9	13 Juli	25	7	173.62	-3.48	-2.05
10	14 Juli	25	7	155.96	17.66	10.17
11	15 Juli	25	7	174.56	-18.6	-11.93
12	16 Juli	25	7	171.94	2.62	1.50
13	17 Juli	25	7	151.05	20.89	12.15
14	18 Juli	25	7	143.53	7.52	4.98
15	19 Juli	25	7	152.77	-9.24	-6.44
16	20 Juli	25	7	141.62	11.15	7.30
17	21 Juli	25	7	134.78	6.84	4.83
18	22 Juli	25	7	130.88	3.9	2.89

Sumber : Hasil penelitian di laboratorium lingkungan ITN Malang

Berdasarkan tabel 4.2 dan gambar 4.1 pada saat aklimatisasi terjadi fluktuasi penyisihan bahan organik. Aklimatisasi ini dilakukan secara batch selama 18 hari. Untuk penyisihan bahan organik terendah terjadi pada hari ke 18 sebesar 2,89 %, sedangkan penyisihan bahan organik tertinggi terjadi pada hari ke 5 sebesar -11,15 %. Untuk penyisihan bahan organik dengan perbedaan dibawah

10 % selama tiga hari berturut-turut terjadi pada hari ke 16, 17 dan 18 sebesar 7,30 %, 4,83% dan 2,89 % dengan konsentrasi bahan organik sebesar 141,61 mg/l, 134,78 mg/l dan 130,88 mg/l. Pada tahap ini dapat dikatakan kondisi *steady state* telah tercapai.

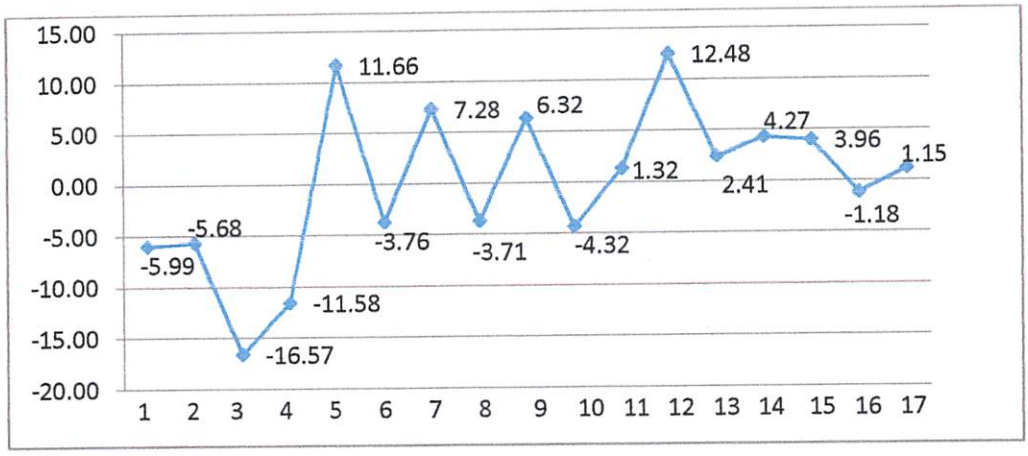


Gambar 4.1. Grafik persen (%) selisih penyisihan bahan organik pada saat aklimatisasi pada reaktor I

Tabel 4.3. Penyisihan Bahan Organik Untuk Reaktor II

Hari ke	Tanggal	Temperatur (°C)	pH	Rata-rata Bahan Organik (mg/L)	Selisih Bahan Organik (mg/L)	Penyisihan Bahan Organik (%)
1	5 Juli	25	7	139.11	0.00	-
2	6 Juli	25	7	147.44	-8.33	-5.99
3	7 Juli	25	7	155.81	-8.37	-5.68
4	8 Juli	25	7	181.63	-25.82	-16.57
5	9 Juli	25	7	202.66	-21.03	-11.58
6	10 Juli	25	7	179.02	23.64	11.66
7	11 Juli	25	7	185.75	-6.73	-3.76
8	12 Juli	25	7	172.23	13.52	7.28
9	13 Juli	25	7	178.62	-6.39	-3.71
10	14 Juli	25	7	167.33	11.29	6.32
11	15 Juli	25	7	174.56	-7.23	-4.32
12	16 Juli	25	7	172.25	2.31	1.32
13	17 Juli	25	7	150.76	21.49	12.48
14	18 Juli	25	7	147.13	3.63	2.41
15	19 Juli	25	7	140.85	6.28	4.27
16	20 Juli	25	7	135.27	5.58	3.96
17	21 Juli	25	7	136.87	-1.60	-1.18
18	22 Juli	25	7	135.30	1.57	1.15

Sumber : Hasil penelitian di laboratorium lingkungan ITN Malang

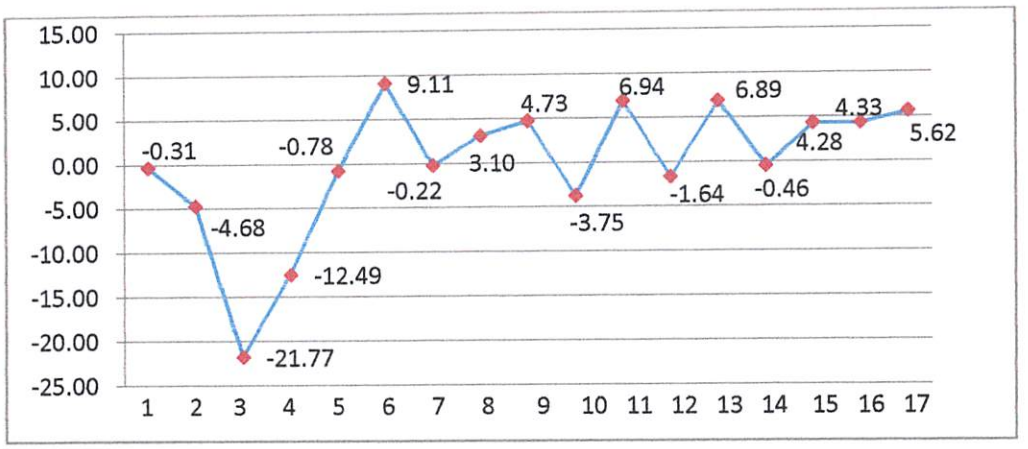


Gambar 4.2. Grafik Persen (%) selisi penyisihan bahan organik pada saat aklimatisasi pada reaktor II

Tabel 4.3. Penyisihan Bahan Organik Untuk Reaktor III

Hari ke	Tanggal	Temperatur (°C)	pH	Rata-rata Bahan Organik (mg/L)	Selisih Bahan Organik (mg/L)	Penyisihan Bahan Organik (%)
1	5 Juli	25	7	137.44	0.00	-
2	6 Juli	25	7	137.86	-0.42	-0.31
3	7 Juli	25	7	144.31	-6.45	-4.68
4	8 Juli	25	7	175.72	-31.41	-21.77
5	9 Juli	25	7	197.66	-21.94	-12.49
6	10 Juli	25	7	199.20	-1.54	-0.78
7	11 Juli	25	7	181.06	18.14	9.11
8	12 Juli	25	7	181.45	-0.39	-0.22
9	13 Juli	25	7	175.83	5.62	3.10
10	14 Juli	25	7	167.51	8.32	4.73
11	15 Juli	25	7	173.80	-6.29	-3.75
12	16 Juli	25	7	161.74	12.06	6.94
13	17 Juli	25	7	164.39	-2.65	-1.64
14	18 Juli	25	7	153.07	11.32	6.89
15	19 Juli	25	7	153.77	-0.70	-0.46
16	20 Juli	25	7	147.19	6.58	4.28
17	21 Juli	25	7	140.82	6.37	4.33
18	22 Juli	25	7	132.91	7.91	5.62

Sumber : Hasil penelitian di laboratorium lingkungan ITN Malang



Gambar 4.3. Grafik Persen (%) selisi penyisihan bahan organik pada saat aklimatisasi pada reaktor III

Proses aklimatisasi membutuhkan waktu yang lama dan cukup sulit, karena harus menumbuhkan mikroorganisme yang mampu beradaptasi dengan karakteristik air limbah. Penyisihan bahan organik yang berfluktuasi pada saat aklimatisasi menunjukkan belum cukupnya populasi mikroorganisme yang tersedia serta belum mampunya mikroorganisme untuk beradaptasi dengan kondisi yang ada seperti konsentrasi dan komposisi substrat di dalam reaktor. Peningkatan konsentrasi bahan organik pada tahap aklimatisasi dikarenakan juga terjadinya kematian mikroorganisme yang tidak mampu berdaptasi dengan kondisi lingkungan yang ada. Menurut pendapat Grady dan Lim, (1980) pada saat mikroorganisme mati, mereka akan mengeluarkan isi selnya ke media tempat mereka hidup, isi sel ini yang dapat terukur sebagai bahan organik.

Nilai yang stabil pada penyisihan bahan organik menunjukkan telah terbentuknya mikroorganisme yang mampu untuk menguraikan bahan organik dalam air limbah dan mampu beradaptasi dengan kondisi yang ada seperti konsentrasi dan komposisi substrat di dalam reaktor (Prabowo, 2000). Kegiatan ini dilakukan sampai kondisi *steady state* dicapai, yaitu apabila penyisihan bahan organik yang dikonsumsi oleh mikroorganisme mendekati harga yang stabil atau konstan. Apabila selisih penurunan bahan organik selama tiga hari berturut-turut relatif stabil dengan perbedaan tidak lebih dari 10 % maka dapat dikatakan kondisi telah *steady state* (Prastiwi, 2004). Hal ini ditunjukkan melalui pengukuran bahan organik selama kondisi aklimatisasi pada effluent sehingga diperoleh angka pengolahan yang konstan dengan penyisihan di bawah 10 %.

4.3 Konsentrasi COD, TSS, dan Minyak Lemak Setelah Proses Pengolahan

Penelitian ini adalah penelitian yang menggunakan reaktor biosand filter dengan penambahan karbon aktif . Berdasarkan hasil penelitian, diketahui nilai konsentrasi masing–masing parameter pada reaktor uji setelah proses dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.4. Konsentrasi COD Setelah Proses Pengolahan

no	Jenis reaktor	Konsentrasi Awal (mgO_2/l)	waktu Pengambilan (Jam)	Konsentrasi Akhir COD (mgO_2/l)			
				1	2	3	Rata-Rata
1	1	276.49	0	117.32	117.81	115.24	116.79
2		276.49	4	93.62	95.01	94.72	94.45
3		276.49	8	80.25	79.95	81.92	80.71
4		276.49	12	67.67	68.70	65.03	67.13
5	2	276.49	0	108.44	109.92	110.52	109.63
6		276.49	4	85.20	85.76	86.76	85.91
7		276.49	8	79.65	80.41	79.33	79.80
8		276.49	12	66.24	66.85	66.31	66.47
9	3	276.49	0	105.88	106.53	103.95	105.45
10		276.49	4	84.77	82.95	84.85	84.19
11		276.49	8	73.67	71.19	71.05	71.97
12		276.49	12	63.06	63.41	62.32	62.93

Sumber : Hasil penelitian di laboratorium lingkungan ITN Malang

Tabel 4.5. Konsentrasi TSS Setelah Proses Pengolahan

no	Jenis reaktor	Konsentrasi Awal (mgO_2/l)	waktu Pengambilan (Jam)	Konsentrasi Akhir TSS (mgO_2/l)			
				1	2	3	Rata-Rata
1	1	131.86	0	13.96	15.21	15.06	14.74
2		131.86	4	10.53	13.16	9.89	11.19
3		131.86	8	5.56	6.84	7.81	6.74
4		131.86	12	5.00	4.74	5.96	5.23
5	2	131.86	0	14.35	14.61	14.51	14.49
6		131.86	4	9.96	10.22	10.12	10.10
7		131.86	8	5.82	7.28	8.30	7.13
8		131.86	12	4.07	5.13	4.01	4.40
9	3	131.86	0	11.12	14.52	10.99	12.21
10		131.86	4	10.63	7.49	9.49	9.20
11		131.86	8	5.60	5.52	7.00	6.04
12		131.86	12	4.34	4.17	3.04	3.85

Sumber : Hasil penelitian di laboratorium lingkungan ITN Malang

Tabel 4.6. Konsentrasi Minyak Lemak Setelah Proses pengolahan

no	Jenis reaktor	Konsentrasi Awal (mgO_2/l)	waktu Pengambilan (Jam)	Konsentrasi Akhir Minyak Lemak (mgO_2/l)			
				1	2	3	Rata-Rata
1	1	22.19	0	8.21	6.76	6.26	7.08
2		22.19	4	5.20	6.91	6.89	6.33
3		22.19	8	5.56	6.17	5.15	5.63
4		22.19	12	5.14	4.74	4.18	4.69
5	2	22.19	0	6.49	6.77	7.33	6.86
6		22.19	4	6.93	6.10	5.63	6.22
7		22.19	8	4.78	5.28	6.57	5.54
8		22.19	12	5.21	4.33	4.10	4.55
9	3	22.19	0	7.15	6.52	7.29	6.99
10		22.19	4	6.63	5.49	6.00	6.04
11		22.19	8	5.30	5.72	5.40	5.47
12		22.19	12	5.07	4.12	4.02	4.40

Sumber : Hasil penelitian di laboratorium lingkungan ITN Malang

4.4 Persentase Penurunan Kosentrasi COD

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair rumah tangga perumahan Sawojajar kecamatan Kedungkandang kota Malang dengan menggunakan *biosand filter* dengan penambahan karbon aktif mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi COD dengan tingkat penurunan yang bervariasi.

Analisis persentase penurunan COD pada setiap variasinya digunakan rumus :

$$\%\ \text{Removal} = \frac{(konsentrasi\ awal - konsentrasi\ akhir)}{konsentrasi\ awal} x100\%$$

Besarnya persentase penurunan konsentrasi COD pada reaktor uji dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7. Persentase Penurunan Konsentrasi COD

No	Jenis reaktor	Konsentrasi Awal COD (mgO^2/l)	Waktu pengabilan (jam)	Konsentrasi Akhir COD (mgO2/l)	Persentase Penyisihan COD (%)
1	1	276.49	0	116.79	57.76
2		276.49	4	94.45	65.84
3		276.49	8	80.71	70.81
4		276.49	12	67.13	75.72
5	2	276.49	0	109.63	60.35
6		276.49	4	85.91	68.93
7		276.49	8	79.80	71.14
8		276.49	12	66.47	75.96
9	3	276.49	0	105.45	61.86
10		276.49	4	84.19	69.55
11		276.49	8	71.97	73.97
12		276.49	12	62.93	77.24

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan tabel 4.7 didapatkan persentase penurunan konsentrasi COD pada reaktor uji berada diantara 57,76 % - 77,24 %.

4.5 Persentase Penurunan TSS

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair rumah tangga perumahan Sawojajar kecamatan Kedungkandang kota Malang dengan menggunakan *biosand filter* dengan penambahan karbon aktif mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi TSS dengan tingkat penurunan yang bervariasi.

Analisis persentase penurunan TSS pada setiap variasinya digunakan rumus :

$$\%\ \text{Removal} = \frac{(konsentrasi\ awal - konsentrasi\ akhir)}{konsentrasi\ awal} x100\%$$

Besarnya persentase penurunan konsentrasi TSS pada reaktor uji dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8. Persentase Penurunan Konsentrasi TSS

No	Jenis reaktor	Konsentrasi Awal TSS (mgO^2/l)	Waktu pengabilan (jam)	Konsentrasi Akhir TSS (mgO2/l)	Persentase Penyisihan TSS (%)
1	1	131.86	0	14.74	88.82
2		131.86	4	11.19	91.51
3		131.86	8	6.74	94.89
4		131.86	12	5.23	96.03
5	2	131.86	0	14.49	89.01
6		131.86	4	10.10	92.34
7		131.86	8	7.13	94.59
8		131.86	12	4.40	96.66
9	3	131.86	0	12.21	90.74
10		131.86	4	9.20	93.02
11		131.86	8	6.04	95.42
12		131.86	12	3.85	97.08

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan tabel 4.8 didapatkan persentase penurunan konsentrasi TSS pada reaktor uji berada diantara 88,82 % - 97,08 %.

4.6 Persentase Penurunan Minyak Lemak

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair rumah tangga perumahan Sawojajar kecamatan Kedungkandang kota Malang dengan menggunakan *biosand filter* dengan penambahan karbon aktif mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi minyak lemak dengan tingkat penurunan yang bervariasi.

Analisis persentase penurunan minyak lemak pada setiap variasinya digunakan rumus :

$$\%\ \text{Removal} = \frac{(konsentrasi\ awal - konsentrasi\ akhir)}{konsentrasi\ awal} x100\%$$

Besarnya persentase penurunan konsentrasi minyak lemak pada reaktor uji dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4.9. Persentase Penurunan Konsentrasi Minyak Lemak

No	Jenis reaktor	Konsentrasi Awal Minyak Lemak (mgO^2/l)	Waktu pengabilan (jam)	Konsentrasi Akhir Minyak Lemak (mgO2/l)	Persentase Penyisihan Minyak Lemak (%)
1	1	22.19	0	7.08	68.11
2		22.19	4	6.33	71.46
3		22.19	8	5.63	74.65
4		22.19	12	4.69	78.88
5	2	22.19	0	6.86	69.07
6		22.19	4	6.22	71.97
7		22.19	8	5.54	75.02
8		22.19	12	4.55	79.51
9	3	22.19	0	6.99	68.52
10		22.19	4	6.04	72.78
11		22.19	8	5.47	75.33
12		22.19	12	4.40	80.16

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan tabel 4.9 didapatkan persentase penurunan konsentrasi minyak lemak pada reaktor uji berada diantara 68,11 % - 80,16 %.

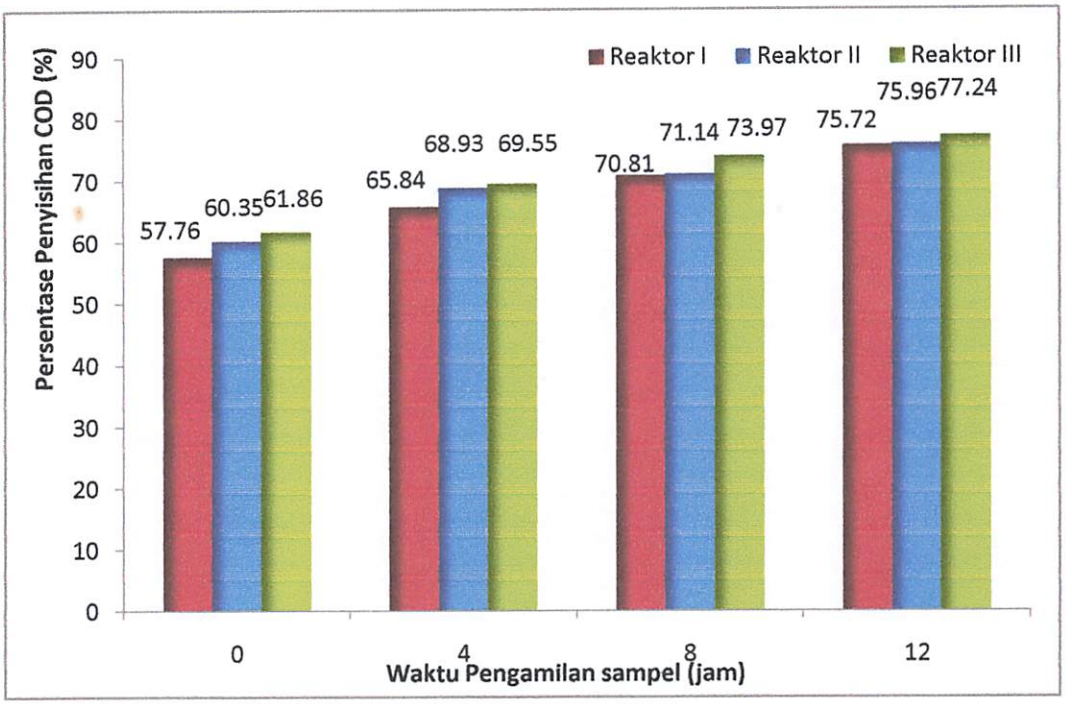
4.7 Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif dilakukan untuk menganalisis data dengan cara mendeskriptifkan data yang telah terkumpul tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku umum. Dalam penelitian ini analisis deskriptif menggunakan rata-rata data atau mean sebagai ukuran pemusatan data.

4.7.1 Analisis Deskriptif COD

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair rumah tangga perumahan Sawojajar kecamatan Kedungkandang kota Malang yang menggunakan *biosand filter* dengan penambahan karbon aktif mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi COD dengan tingkat penurunan yang bervariasi. Variasi yang digunakan adalah waktu pengambilan sampel yaitu 0, 4, 8,dan 12 jam.

Berdasarkan data persentase penurunan konsentrasi COD pada reaktor uji pada tabel 4.7 maka dapat diplotkan menjadi sebuah grafik persentase penurunan konsentrasi COD pada gambar 4.4.



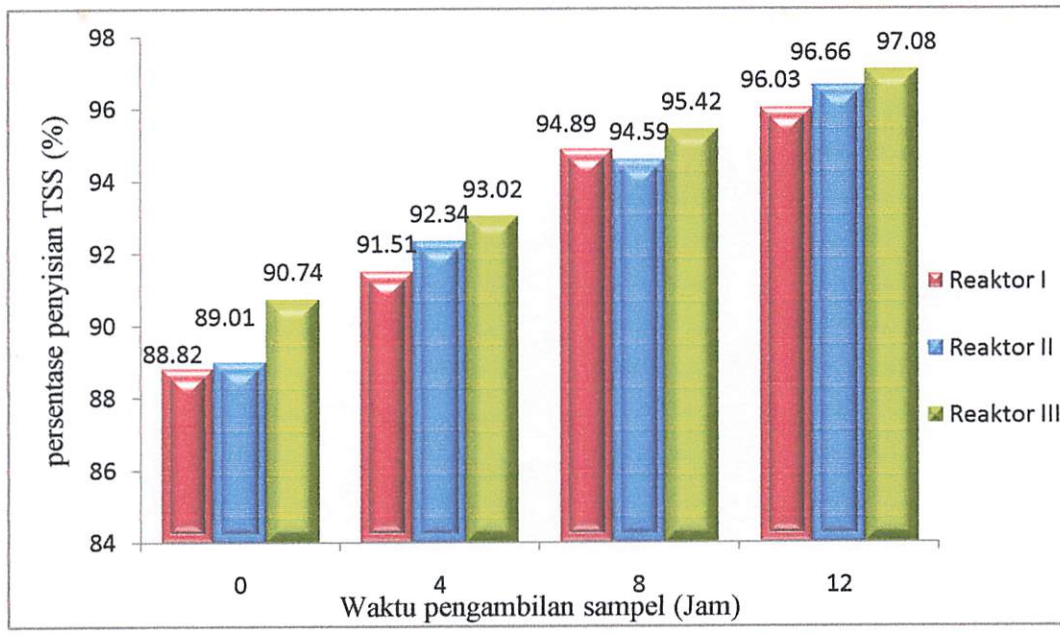
Gambar 4.4. Persentase penurunan konsentrasi COD

Berdasarkan tabel 4.4 dan gambar 4.7 menunjukkan bahwa persentase penurunan konsentrasi COD cenderung semakin naik seiring dengan semakin lamanya waktu pengambilan sampel. Persentase penurunan COD tertinggi sebesar 77,24% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 12 pada reaktor III. Sedangkan persentase penurunan COD terendah sebesar 57,76% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 0 pada reaktor I. Ini menujukan bahwa ketebalan media pada *biosand filter* dapat mempengaruhi presentase penurunan COD pada limbah cair rumah tangga perumahan Sawojajar kecamatan Kedungkandang kota Malang

4.7.2 Analisis Deskriptif TSS

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair rumah tangga perumahan Sawojajar kecamatan Kedungkandang kota Malang yang menggunakan *biosand filter* dengan penambahan karbon aktif mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi TSS dengan tingkat penurunan yang bervariasi. Variasi yang digunakan adalah waktu pengambilan sampel yaitu 0, 4, 8, dan 12 jam.

Berdasarkan data persentase penurunan konsentrasi TSS pada reaktor uji pada tabel 4.8 maka dapat diplotkan menjadi sebuah grafik persentase penurunan konsentrasi TSS pada gambar 4.5.



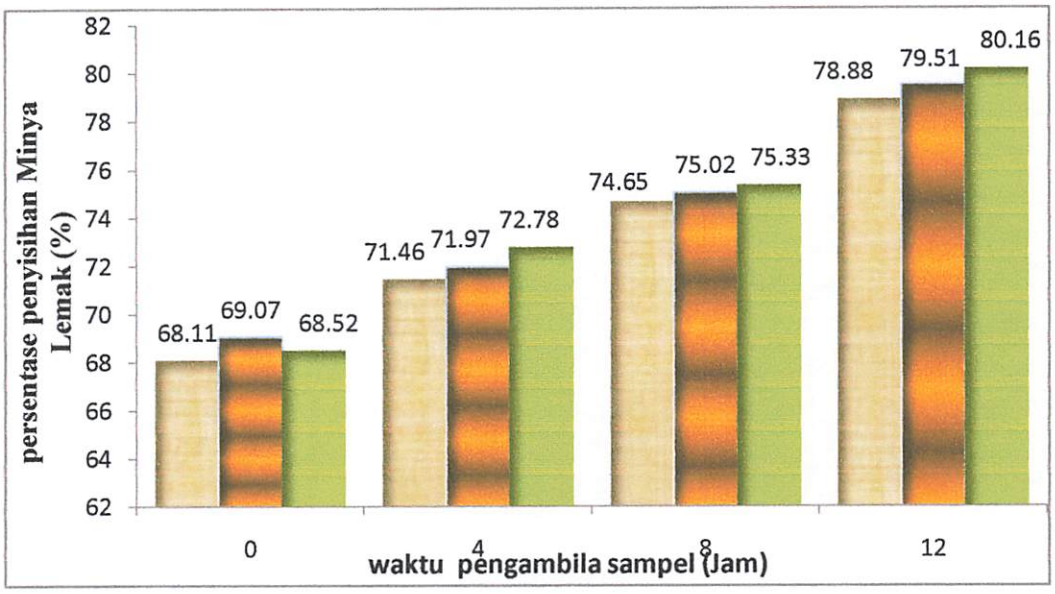
Gambar 4.5. Persentase penurunan konsentrasi TSS

Berdasarkan tabel 4.5 dan gambar 4.8 menunjukkan bahwa persentase penurunan konsentrasi TSS cenderung semakin naik seiring dengan semakin lamanya waktu pengambilan sampel. Persentase penurunan TSS tertinggi sebesar 97,08% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 12 pada reaktor III . Sedangkan persentase penurunan TSS terendah sebesar 88,82% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 0 pada reaktor I. Ini menujukan bahwa ketebalan media pada *biosand filter* dapat mempengaruhi presentase penurunan TSS pada limbah cair rumah tangga perumahan Sawojajar

4.7.3 Analisis Deskriptif Minyak Lemak

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair rumah tangga perumahan Sawojajar kecamatan Kedungkandang kota Malang yang menggunakan *biosand filter* dengan penambahan karbon aktif mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi minyak lemak dengan tingkat penurunan yang bervariasi. Variasi yang digunakan adalah waktu pengambilan sampel yaitu 0, 4, 8, dan 12 jam.

Berdasarkan data persentase penurunan konsentrasi minyak lemak pada reaktor uji pada tabel 4.9 maka dapat diplotkan menjadi sebuah grafik persentase penurunan konsentrasi minyak lemak pada gambar 4.6.



Gambar 4.6. Persentase penurunan konsentrasi minyak lemak

Berdasarkan tabel 4.6 dan gambar 4.9 menunjukkan bahwa persentase penurunan konsentrasi minyak lemak cenderung semakin naik seiring dengan semakin lamanya waktu pengambilan sampel. Persentase penurunan minyak lemak tertinggi sebesar 80,16% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 12 pada reaktor III . Sedangkan persentase penurunan minyak lemak terendah sebesar 68,11% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 0 pada reaktor I. Ini menujukan bahwa ketebalan media pada *biosand filter* dapat mempengaruhi presentase penurunan Minyak Lemak pada limbah cair rumah tangga perumahan Sawojajar

4.8 Analisis Korelasi

Analisis korelasi dilakukan untuk mengukur tingkat keeratan hubungan linear antara variabel yang diamati. Nilai korelasi berkisar antara -1 sampai +1. Nilai korelasi negatif mempunyai artian bahwa hubungan antara dua variabel adalah tidak searah, dimana jika salah satu variabel menurun maka variabel lainnya meningkat. Nilai korelasi bernilai positif berarti hubungan antara kedua

variabel adalah searah, dimana jika salah satu variabel meningkat maka variabel lainnya meningkat pula.

Suatu hubungan antara dua variable dikatakan berkorelasi kuat apabila makin mendekati 1 atau (-1) dan jika sebuah hubungan antara dua variabel dikatakan lemah apabila semakin mendekati 0 (nol). Nilai dari derajat keeratan (r) tersebut dapat dibaca dengan melihat klasifikasi hubungan statistika dua peubah. Analisis korelasi ini juga terdapat hipotesa ada tidaknya korelasi antar variabel, dimana :

- H_0 = Tidak ada korelasi antara variabel ($\rho = 0$)
- H_1 = Ada korelasi antara variabel ($\rho \neq 0$)

Sementara dasar pengambilan keputusan dapat dilihat dari daerah penolakan berdasarkan nilai probabilitas, yaitu :

- Jika probabilitas $\geq 0{,}05$, maka H_0 diterima
- Jika probabilitas $< 0{,}05$, maka H_0 ditolak

4.8.1 Analisis Korelasi Untuk Persentase Penyisihan COD

Hasil uji korelasi persentase penyisihan COD dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan COD (%) Terhadap Waktu Detensi (jam)

Correlations: % Penyisihan COD, Waktu Pengambilan

```
Pearson correlation of % Penyisihan COD and Waktu Pengambilan = 0.992
P-Value = 0.008
```

Keterangan :

Pearson Correlation	: Nilai korelasi Pearson (korelasi yang digunakan untuk variabel kuantitatif adalah Korelasi Pearson)
P-value	: Nilai probabilitas (nilai signifikan)

Keputusan

Berdasarkan tabel 4.10 menunjukkan bahwa :

Koefisien korelasi antara persentase penyisihan COD dengan waktu detensi adalah 0,992. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat, karena mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu

detensinya maka persen penyisihan COD yang dihasilkan akan semakin meningkat. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai probabilitasnya 0,008 < 0,05. Artinya ada korelasi antara persentase penyisihan COD dengan waktu detensi.

4.8.2 Analisis Korelasi Untuk Persentase Penyisihan TSS

Hasil uji korelasi persentase penyisihan TSS dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan TSS (%)Terhadap Waktu Detensi (jam)

Correlations: % Penyisihan TSS, Waktu Pengambilan

```
Pearson correlation of % Penyisihan TSS and Waktu Pengambilan = 0.984
P-Value = 0.016
```

Keterangan :

Pearson Correlation	: Nilai korelasi Pearson (korelasi yang digunakan untuk variabel kuantitatif adalah Korelasi Pearson)
P-value	: Nilai probabilitas (nilai signifikan)

Keputusan

Berdasarkan tabel 4.11 menunjukkan bahwa :

Koefisien korelasi antara persentase penyisihan TSS dengan waktu detensi adalah 0,984. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat, karena mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu detensinya maka persen penyisihan TSS yang dihasilkan akan semakin meningkat. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai probabilitasnya 0,016 < 0,05. Artinya ada korelasi antara persentase penyisihan TSS dengan waktu detensi.

4.8.3 Analisis Korelasi Untuk Persentase Penyisihan Minyak Lemak

Hasil uji korelasi persentase penyisihan minyak lemak dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan Minyak Lemak (%)Terhadap Waktu Detensi (jam)

Correlations: % Penyisihan Minyak lemak, Waktu Pengambilan

```
Pearson correlation of % Penyisihan Minyak lemak and Waktu Pengambilan
= 0.998
P-Value = 0.002
```

Keterangan :

Pearson Correlation	: Nilai korelasi Pearson (korelasi yang digunakan untuk variabel kuantitatif adalah Korelasi Pearson)
P-value	: Nilai probabilitas (nilai signifikan)

Keputusan

Berdasarkan tabel 4.12 menunjukkan bahwa :

Koefisien korelasi antara persentase penyisihan minyak lemak dengan waktu detensi adalah 0,998. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat, karena mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu detensinya maka persen penyisihan minyak lemak yang dihasilkan akan semakin meningkat. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai probabilitasnya 0,002 < 0,05. Artinya ada korelasi antara persentase penyisihan minyak lemak dengan waktu detensi.

Untuk lebih jelasnya mengenai analisa korelasi semua reaktor dapat dilihat pada tabel 4.13

Tabel 4.13 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan variabel

Jenis reaktor	variabel	Persentase korelasi (%)	P-Value	Keterangan
I	COD	0,998	0,037	Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat, karena mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu detensinya maka persen penyisihan COD yang dihasilkan akan semakin meningkat. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai probabilitasnya 0,037 < 0,05. Artinya ada korelasi antara persentase penyisihan COD dengan waktu detensi.
	TSS	0,984	0,016	Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu detensinya maka persen penyisihan TSS yang dihasilkan akan semakin meningkat. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai probabilitasnya 0,016 < 0,05. Artinya ada korelasi antara persentase penyisihan TSS dengan waktu detensi.
	Minyak Lemak	0,998	0,002	Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat, karena mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu detensinya maka persen penyisihan minyak lemak yang dihasilkan akan semakin meningkat. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai probabilitasnya 0,002 < 0,05. Artinya ada korelasi antara persentase penyisihan minyak lemak dengan waktu detensi.
II	**COD**	0.970	0.030	Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat, karena mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu detensinya maka persen penyisihan COD yang dihasilkan akan semakin meningkat. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai probabilitasnya 0,030 < 0,05. Artinya ada korelasi antara persentase penyisihan COD dengan waktu detensi.

	TSS	0.993	0.007	Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu detensinya maka persen penyisihan TSS yang dihasilkan akan semakin meningkat. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai probabilitasnya 0,007 < 0,05. Artinya ada korelasi antara persentase penyisihan TSS dengan waktu detensi.
	Minyak Lemak	0.994	0.006	Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat, karena mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu detensinya maka persen penyisihan minyak lemak yang dihasilkan akan semakin meningkat. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai probabilitasnya 0,006 < 0,05. Artinya ada korelasi antara persentase penyisihan minyak lemak dengan waktu detensi.
III	COD	0.981	0.019	Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat, karena mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu detensinya maka persen penyisihan COD yang dihasilkan akan semakin meningkat. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai probabilitasnya 0,019 < 0,05. Artinya ada korelasi antara persentase penyisihan COD dengan waktu detensi.
	TSS	0.997	0.003	Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu detensinya maka persen penyisihan TSS yang dihasilkan akan semakin meningkat. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai probabilitasnya 0,003 < 0,05. Artinya ada korelasi antara persentase penyisihan TSS dengan waktu detensi.
	Minyak Lemak	0.994	0.006	Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat, karena mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu detensinya maka persen penyisihan minyak lemak yang dihasilkan akan semakin meningkat. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai probabilitasnya 0,006 < 0,05. Artinya ada korelasi antara persentase penyisihan minyak lemak dengan waktu detensi.

4.9 Analisa Regresi

Analisis regresi digunakan untuk mengetahui besarnya hubungan antara variabel respons dan variabel prediktor, sehingga diketahui ketepatan atau signifikasi prediksi dari hubungan atau korelasi data. Variabel respons adalah variabel yang dipengaruhi suatu variabel prediktor. Sedangkan variabel prediktor digunakan untuk memprediksi nilai variabel respons. Kedua variabel dihubungkan dengan bentuk persamaan aritmatika dimana variabel respons dan variabel prediktor dalam model regresi harus berskala kontinyu. Artinya bahwa skala data untuk kedua variabe harus ratio atau interval (Iriawan, 2004).

Pada analisis regresi juga diperlukan beberapa pengujian, yaitu :

- Uji T yang digunakan untuk mengetahui signifikansi koefisien dari variabel prediktor

  Uji T mempunyai hipotesis bahwa :

  H_0 = koefisien regresi tidak signifikasn

  H_1 = koefisien regresi signifikan

  Dalam pengambilan keputusan, uji T membandingan statistik T hitung dengan statistik T tabel. Jika statistik T hitung < statistik T tabel, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Jika statistik T hitung > statistik T tabel, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

Sementara dasar pengambilan keputusan dapat dilihat dari daerah penolakan berdasarkan nilai probabilitas, yaitu :

- Jika probabilitas $\geq 0{,}05$, maka H_0 diterima
- Jika probabilitas $< 0{,}05$, maka H_0 ditolak

4.9.1 Analisis Regresi Untuk Persentase Penyisihan COD

Hasil uji regresi persentase penyisihan COD dapat dilihat pada tabel 4.14.

Tabel 4.14 Analisis Regresi Antara Persentase Penyisihan COD (%)Terhadap Waktu Detensi (jam)

Regression Analysis: % Penyisihan COD versus Waktu Pengambilan

```
The regression equation is
% Penyisihan COD = 52.8 + 1.47 Waktu Pengambilan

Predictor            Coef  SE Coef      T      P
Constant           52.820    1.494  35.35  0.001
Waktu Pengambilan  1.4713   0.1364  10.79  0.008

S = 1.22011   R-Sq = 98.3%   R-Sq(adj) = 97.5%
```

Pada Tabel 4.14 memuat keterangan sebagai berikut :

S = Standar deviasi model.

R-Sq (R^2) = Koefisien determinasi.

R-Sq (adj) = Koefisien determinasi yang disesuaikan.

T = Nilai statistik.

P = Nilai probabilitas.

DF = Derajat bebas.

SS = Variasi residual.

MS = Mean Square.

F = Nilai statistik Uji.

P = Nilai probabilitas.

Analisis regresi yang dilakukan, model regresi yang didapat yaitu:

$$Y = 52,8 + 1,47X_1$$

dimana:

Y = % Penyisihan COD

X_1 = waktu pengambilan

Berdasarkan persamaan regresi dapat disimpulkan bahwa:

- Konstanta sebesar 52,8 menyatakan bahwa jika variabel X_1 (waktu pengambilan), bernilai 0 (nol), maka variabel Y (persentase penyisihan COD) sebesar 52,8 %.
- Koefisien regresi untuk variabel X_1 (waktu pengambilan) sebesar 1,47 menyatakan bahwa setiap penambahan waktu pengambilan, maka persentase penyisihan COD yang dihasilkan akan meningkatkan sebesar 1,47%.
- Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (RSquare = r^2) sebesar 98,3%. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi COD dipengaruhi oleh variasi waktu pengambilan sedangkan sisanya 1,7% persentase penyisihan COD dipengaruhi oleh faktor lain seperti pengaruh temperatur dan pH.

Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas, dengan membandingkan statistik t hitung dengan statistik t tabel. Jika statistik t hitung

output < statistik $t_{(\alpha,df)}$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Jika statistik t hitung output > $t_{(\alpha,df)}$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

Berdasarkan tabel 4.14 statistik t hitung output untuk variasi waktu pengambilan adalah 10,79. Sedangkan $t_{(0,05,2)}$ adalah 2,920. Untuk variasi waktu pengambilan, t hitung output < statistik $t_{(0,05,2)}$. Maka, H_0 ditolak yang berarti koefisien regresi signifikan.

Berdasarkan probabilitas terlihat bahwa pada kolom signifikan untuk variasi waktu pengambilan 0,008. Sedangkan probabilitasnya < 0,05. Untuk variasi waktu pengambilan, probabilitasnya < 0,05. Maka, H_0 ditolak yang berarti koefisien regresi signifikan.

4.9.2 Analisis Regresi Untuk Persentase Penyisihan TSS

Hasil uji regresi persentase penyisihan TSS dapat dilihat pada tabel 4.15.

Tabel 4.15 Analisis Regresi Antara Persentase Penyisihan TSS (%)Terhadap Waktu Detensi (jam)

Regression Analysis: % Penyisihan TSS versus Waktu Pengambilan

```
The regression equation is
% Penyisihan TSS = 86.6 + 0.625 Waktu Pengambilan


Predictor              Coef  SE Coef      T      P
Constant            86.5600   0.8789  98.49  0.000
Waktu Pengambilan   0.62525  0.08023   7.79  0.016


S = 0.717590   R-Sq = 96.8%   R-Sq(adj) = 95.2%
```

Pada Tabel 4.15 memuat keterangan sebagai berikut :

S	=	Standar deviasi model.
R-Sq (R^2)	=	Koefisien determinasi.
R-Sq (adj)	=	Koefisien determinasi yang disesuaikan.
T	=	Nilai statistik.
P	=	Nilai probabilitas.
DF	=	Derajat bebas.
SS	=	Variasi residual.
MS	=	Mean Square.
F	=	Nilai statistik Uji.
P	=	Nilai probabilitas.

Analisis regresi yang dilakukan, model regresi yang didapat yaitu:

$$Y = 86{,}6 + 0{,}625X_1$$

dimana:

Y = % Penyisihan TSS

X_1 = waktu pengambilan

Berdasarkan persamaan regresi dapat disimpulkan bahwa:

- Konstanta sebesar 86,6 menyatakan bahwa jika variabel X_1 (waktu pengambilan), bernilai 0 (nol), maka variabel Y (persentase penyisihan TSS) sebesar 86,6 %.
- Koefisien regresi untuk variabel X_1 (waktu pengambilan) sebesar 0,625 menyatakan bahwa setiap penambahan waktu pengambilan, maka persentase penyisihan TSS yang dihasilkan akan meningkatkan sebesar 0,625%.
- Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (RSquare = r^2) sebesar 96,8%. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi TSS dipengaruhi oleh variasi waktu pengambilan sedangkan sisanya 3,2% persentase penyisihan TSS dipengaruhi oleh faktor lain seperti pengaruh temperatur dan pH.

Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas, dengan membandingkan statistik t hitung dengan statistik t tabel. Jika statistik t hitung output < statistik $t_{(\alpha,df)}$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Jika statistik t hitung output > $t_{(\alpha,df)}$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

Berdasarkan tabel 4.15 statistik t hitung output untuk variasi waktu pengambilan adalah 7,79. Sedangkan $t_{(0,05,2)}$ adalah 2,920. Untuk variasi waktu pengambilan, t hitung output < statistik $t_{(0,05,2)}$. Maka, H_0 ditolak yang berarti koefisien regresi signifikan.

Berdasarkan probabilitas terlihat bahwa pada kolom signifikan untuk variasi waktu pengambilan 0,016. Sedangkan probabilitasnya < 0,05. Untuk variasi waktu pengambilan, probabilitasnya < 0,05. Maka, H_0 ditolak yang berarti koefisien regresi signifikan.

4.9.3 Analisis Regresi Untuk Persentase Penyisihan Minyak Lemak

Hasil uji regresi persentase penyisihan minyak lemak dapat dilihat pada tabel 4.16.

Tabel 4.16 Analisis Regresi Antara Persentase Penyisihan Minyak Lemak (%)Terhadap Waktu Detensi (jam)

Regression Analysis: % penyisihan minyak lemak versus waktu detensi

```
The regression equation is
% penyisihan minyak lemak = 21,1 + 5,18 waktu detensi


Predictor        Coef  SE Coef     T      P
Constant       21,082    5,918  3,56  0,038
waktu detensi   5,178    1,208  4,29  0,023

S = 7,64046   R-Sq = 86,0%   R-Sq(adj) = 81,3%
```

Pada Tabel 4.16 memuat keterangan sebagai berikut :

S	=	Standar deviasi model.
R-Sq (R^2)	=	Koefisien determinasi.
R-Sq (adj)	=	Koefisien determinasi yang disesuaikan.
T	=	Nilai statistik.
P	=	Nilai probabilitas.
DF	=	Derajat bebas.
SS	=	Variasi residual.
MS	=	Mean Square.
F	=	Nilai statistik Uji.
P	=	Nilai probabilitas.

Analisis regresi yang dilakukan, model regresi yang didapat yaitu:

$$Y = 21{,}1 + 5{,}18X_1$$

dimana:

Y	=	% Penyisihan Minyak lemak
X_1	=	waktu pengambilan

Berdasarkan persamaan regresi dapat disimpulkan bahwa:

- Konstanta sebesar 21,1 menyatakan bahwa jika variabel X_1 (waktu pengambilan), bernilai 0 (nol), maka variabel Y (persentase penyisihan Minyak lemak) sebesar 21,1 %.

- Koefisien regresi untuk variabel X_1 (waktu pengambilan) sebesar 5,18 menyatakan bahwa setiap penambahan waktu pengambilan, maka persentase penyisihan Minyak lemak yang dihasilkan akan meningkatkan sebesar 5,18%.
- Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (RSquare = r^2) sebesar 86,0%. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi minyak lemak dipengaruhi oleh variasi waktu pengambilan sedangkan sisanya 14,0% persentase penyisihan Minyak lemak dipengaruhi oleh faktor lain seperti pengaruh temperatur dan pH.

Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas, dengan membandingkan statistik t hitung dengan statistik t tabel. Jika statistik t hitung output < statistik $t_{(\alpha,df)}$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Jika statistik t hitung output > $t_{(\alpha,df)}$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

Berdasarkan tabel 4.16 statistik t hitung output untuk variasi waktu pengambilan adalah 4,29. Sedangkan $t_{(0,05,2)}$ adalah 2,920. Untuk variasi waktu pengambilan, t hitung output < statistik $t_{(0,05,2)}$. Maka, H_0 ditolak yang berarti koefisien regresi signifikan.

Berdasarkan probabilitas terlihat bahwa pada kolom signifikan untuk variasi waktu pengambilan 0,023. Sedangkan probabilitasnya < 0,05. Untuk variasi waktu pengambilan, probabilitasnya < 0,05. Maka, H_0 ditolak yang berarti koefisien regresi signifikan.

Untuk lebih jelasnya mengenai analisa Regresi semua reaktor dapat dilihat pada tabel 4.17

4.17 Tabel Hasil Uji Regresi Persentase penyisihan variabel

Jenis reaktor	variabel	persamaan regresi	R	T	P	Keterangan
I	COD	$Y = 52,8 + 1,47X_1$	98.3%	10.79	0.008	▪ Konstanta sebesar 52,8 menyatakan bahwa jika variabel X_1 (waktu pengambilan), bernilai 0 (nol), maka variabel Y (persentase penyisihan COD) sebesar 52,8 %. ▪ Koefisien regresi untuk variabel X_1 (waktu pengambilan) sebesar 1,47 menyatakan bahwa setiap penambahan waktu pengambilan, maka persentase penyisihan COD yang dihasilkan akan meningkatkan sebesar 1,47%. ▪ Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (RSquare = r^2) sebesar 98,3%. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi COD dipengaruhi oleh variasi waktu pengambilan sedangkan sisanya 1,7% persentase penyisihan COD dipengaruhi oleh faktor lain seperti pengaruh temperatur dan pH. ▪ Statistik t hitung output untuk variasi waktu pengambilan adalah 10,79. Sedangkan $t_{(0,05,2)}$ adalah 2,920. Untuk variasi waktu pengambilan, t hitung output < statistik $t_{(0,05,2)}$. Maka, H_0 ditolak yang berarti koefisien regresi signifikan. ▪ Berdasarkan probabilitas terlihat bahwa pada kolom signifikan untuk variasi waktu pengambilan 0,008. Sedangkan probabilitasnya < 0,05. Untuk variasi waktu pengambilan, probabilitasnya < 0,05. Maka, H_0 ditolak yang berarti koefisien regresi signifikan.
	TSS	$Y = 86.6 + 0.625X_1$	96.8%	7.79	0.016	▪ Konstanta sebesar 86,6 menyatakan bahwa jika variabel X_1 (waktu pengambilan), bernilai 0 (nol), maka variabel Y (persentase penyisihan TSS) sebesar 86,6 %. ▪ Koefisien regresi untuk variabel X_1 (waktu pengambilan) sebesar 0,625 menyatakan bahwa setiap penambahan waktu pengambilan, maka persentase penyisihan TSS yang dihasilkan akan meningkatkan sebesar 0,625%. ▪ Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (RSquare = r^2) sebesar 96,8%. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi TSS dipengaruhi oleh variasi waktu pengambilan sedangkan sisanya 3,2% persentase penyisihan COD dipengaruhi oleh faktor lain seperti pengaruh temperatur dan pH.

						▪ Statistik t hitung output untuk variasi waktu pengambilan adalah 7,79. Sedangkan $t_{(0,05,2)}$ adalah 2,920. Untuk variasi waktu pengambilan, t hitung output < statistik $t_{(0,05,2)}$. Maka, H_0 ditolak yang berarti koefisien regresi signifikan. ▪ Berdasarkan probabilitas terlihat bahwa pada kolom signifikan untuk variasi waktu pengambilan 0,016. Sedangkan probabilitasnya < 0,05. Untuk variasi waktu pengambilan, probabilitasnya < 0,05. Maka, H_0 ditolak yang berarti koefisien regresi signifikan.
	Minyak Lemak	$Y = 64.4 + 0.888X_1$	99.6%	21.78	0.002	▪ Konstanta sebesar 64,4 menyatakan bahwa jika variabel X_1 (waktu pengambilan), bernilai 0 (nol), maka variabel Y (persentase penyisihan Minyak Lemak) sebesar 64,4 %. ▪ Koefisien regresi untuk variabel X_1 (waktu pengambilan) sebesar 0,888 menyatakan bahwa setiap penambahan waktu pengambilan, maka persentase penyisihan Minyak Lemak yang dihasilkan akan meningkatkan sebesar 0,888%. ▪ Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (RSquare = r^2) sebesar 99,6%. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi Minyak Lemak dipengaruhi oleh variasi waktu pengambilan sedangkan sisanya 0,4% persentase penyisihan Minyak Lemak dipengaruhi oleh faktor lain seperti pengaruh temperatur dan pH. ▪ Statistik t hitung output untuk variasi waktu pengambilan adalah 21,78. Sedangkan $t_{(0,05,2)}$ adalah 2,920. Untuk variasi waktu pengambilan, t hitung output < statistik $t_{(0,05,2)}$. Maka, H_0 ditolak yang berarti koefisien regresi signifikan. ▪ Berdasarkan probabilitas terlihat bahwa pada kolom signifikan untuk variasi waktu pengambilan 0,002. Sedangkan probabilitasnya < 0,05. Untuk variasi waktu pengambilan, probabilitasnya < 0,05. Maka, H_0 ditolak yang berarti koefisien regresi signifikan.
II	COD	$Y = 56.8 + 1.23X_1$	94.1%	5.64	0.030	▪ Konstanta sebesar 56,8 menyatakan bahwa jika variabel X_1 (waktu pengambilan), bernilai 0 (nol), maka variabel Y (persentase penyisihan COD) sebesar 56,8 %. ▪ Koefisien regresi untuk variabel X_1 (waktu pengambilan) sebesar 1,23 menyatakan bahwa setiap penambahan waktu pengambilan, maka persentase penyisihan COD yang dihasilkan akan meningkatkan sebesar 1,23%. ▪ Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (RSquare = r^2) sebesar 94,1%. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi COD dipengaruhi oleh variasi waktu pengambilan sedangkan sisanya 5,9% persentase penyisihan COD dipengaruhi oleh faktor

						lain seperti pengaruh temperatur dan pH. ▪ Statistik t hitung output untuk variasi waktu pengambilan adalah 5,64. Sedangkan $t_{(0,05,2)}$ adalah 2,920. Untuk variasi waktu pengambilan, t hitung output < statistik $t_{(0,05,2)}$. Maka, H_0 ditolak yang berarti koefisien regresi signifikan. ▪ Berdasarkan probabilitas terlihat bahwa pada kolom signifikan untuk variasi waktu pengambilan 0,030. Sedangkan probabilitasnya < 0,05. Untuk variasi waktu pengambilan, probabilitasnya < 0,05. Maka, H_0 ditolak yang berarti koefisien regresi signifikan.
	TSS	$Y = 65.3 + 0.859X_1$	98.2%	12.85	0.006	▪ Konstanta sebesar 65,3 menyatakan bahwa jika variabel X_1 (waktu pengambilan), bernilai 0 (nol), maka variabel Y (persentase penyisihan TSS) sebesar 65,3 %. ▪ Koefisien regresi untuk variabel X_1 (waktu pengambilan) sebesar 0,859 menyatakan bahwa setiap penambahan waktu pengambilan, maka persentase penyisihan TSS yang dihasilkan akan meningkatkan sebesar 0,859%. ▪ Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (RSquare = r^2) sebesar 98,2%. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi TSS dipengaruhi oleh variasi waktu pengambilan sedangkan sisanya 1,8% persentase penyisihan TSS dipengaruhi oleh faktor lain seperti pengaruh temperatur dan pH. ▪ Statistik t hitung output untuk variasi waktu pengambilan adalah 12,85. Sedangkan $t_{(0,05,2)}$ adalah 2,920. Untuk variasi waktu pengambilan, t hitung output < statistik $t_{(0,05,2)}$. Maka, H_0 ditolak yang berarti koefisien regresi signifikan. ▪ Berdasarkan probabilitas terlihat bahwa pada kolom signifikan untuk variasi waktu pengambilan 0,006. Sedangkan probabilitasnya < 0,05. Untuk variasi waktu pengambilan, probabilitasnya < 0,05. Maka, H_0 ditolak yang berarti koefisien regresi signifikan.
	Minyak Lemak	$Y = 57.8 + 1.77X_1$	98.6%	8.30	0.076	▪ Konstanta sebesar 57,8 menyatakan bahwa jika variabel X_1 (waktu pengambilan), bernilai 0 (nol), maka variabel Y (persentase penyisihan Minyak Lemak) sebesar 57,8 %. ▪ Koefisien regresi untuk variabel X_1 (waktu pengambilan) sebesar 1,77 menyatakan bahwa setiap penambahan waktu pengambilan, maka persentase penyisihan Minyak Lemak yang dihasilkan akan meningkatkan sebesar 1,77%. ▪ Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (RSquare = r^2) sebesar 98,6%. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi Minyak Lemak dipengaruhi oleh variasi

						waktu pengambilan sedangkan sisanya 1,4% persentase penyisihan Minyak Lemak dipengaruhi oleh faktor lain seperti pengaruh temperatur dan pH. ▪ Statistik t hitung output untuk variasi waktu pengambilan adalah 8,30 Sedangkan $t_{(0,05,2)}$ adalah 2,920. Untuk variasi waktu pengambilan, t hitung output < statistik $t_{(0,05,2)}$. Maka, H_0 ditolak yang berarti koefisien regresi signifikan. ▪ Berdasarkan probabilitas terlihat bahwa pada kolom signifikan untuk variasi waktu pengambilan 0,076. Sedangkan probabilitasnya < 0,05. Untuk variasi waktu pengambilan, probabilitasnya < 0,05. Maka, H_0 ditolak yang berarti koefisien regresi signifikan.
III	COD	$Y = 58.0 + 1.26X_1$	98.3%	7.07	0.019	▪ Konstanta sebesar 58,0 menyatakan bahwa jika variabel X_1 (waktu pengambilan), bernilai 0 (nol), maka variabel Y (persentase penyisihan COD) sebesar 58,0 %. ▪ Koefisien regresi untuk variabel X_1 (waktu pengambilan) sebesar 1,26 menyatakan bahwa setiap penambahan waktu pengambilan, maka persentase penyisihan COD yang dihasilkan akan meningkatkan sebesar 1,26%. ▪ Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (RSquare = r^2) sebesar 98,3%. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi COD dipengaruhi oleh variasi waktu pengambilan sedangkan sisanya 1,7% persentase penyisihan COD dipengaruhi oleh faktor lain seperti pengaruh temperatur dan pH. ▪ Statistik t hitung output untuk variasi waktu pengambilan adalah 7,07. Sedangkan $t_{(0,05,2)}$ adalah 2,920. Untuk variasi waktu pengambilan, t hitung output < statistik $t_{(0,05,2)}$. Maka, H_0 ditolak yang berarti koefisien regresi signifikan. ▪ Berdasarkan probabilitas terlihat bahwa pada kolom signifikan untuk variasi waktu pengambilan 0,019. Sedangkan probabilitasnya < 0,05. Untuk variasi waktu pengambilan, probabilitasnya < 0,05. Maka, H_0 ditolak yang berarti koefisien regresi signifikan.
	TSS	$Y = 88.7 + 0.536X_1$	96.2%	18.57	0.003	▪ Konstanta sebesar 88,7 menyatakan bahwa jika variabel X_1 (waktu pengambilan), bernilai 0 (nol), maka variabel Y (persentase penyisihan TSS) sebesar 88,7 %. ▪ Koefisien regresi untuk variabel X_1 (waktu pengambilan) sebesar 0,536 menyatakan bahwa setiap penambahan waktu pengambilan, maka persentase penyisihan TSS yang dihasilkan akan meningkatkan sebesar 0,536%. ▪ Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (RSquare = r^2) sebesar 96,2%.

						Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi TSS dipengaruhi oleh variasi waktu pengambilan sedangkan sisanya 3,8% persentase penyisihan TSS dipengaruhi oleh faktor lain seperti pengaruh temperatur dan pH. ▪ Statistik t hitung output untuk variasi waktu pengambilan adalah 18,57. Sedangkan $t_{(0,05,2)}$ adalah 2,920. Untuk variasi waktu pengambilan, t hitung output < statistik $t_{(0,05,2)}$. Maka, H_0 ditolak yang berarti koefisien regresi signifikan. ▪ Berdasarkan probabilitas terlihat bahwa pada kolom signifikan untuk variasi waktu pengambilan 0,003. Sedangkan probabilitasnya < 0,05. Untuk variasi waktu pengambilan, probabilitasnya < 0,05. Maka, H_0 ditolak yang berarti koefisien regresi signifikan.
	Minyak Lemak	$Y = 64.8 + 0.937X_1$	98.8%	12.65	0.006	▪ Konstanta sebesar 64,8 menyatakan bahwa jika variabel X_1 (waktu pengambilan), bernilai 0 (nol), maka variabel Y (persentase penyisihan Minyak Lemak) sebesar 64,8 %. ▪ Koefisien regresi untuk variabel X_1 (waktu pengambilan) sebesar 0,937 menyatakan bahwa setiap penambahan waktu pengambilan, maka persentase penyisihan Minyak Lemak yang dihasilkan akan meningkatkan sebesar 0,937%. ▪ Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (RSquare = r^2) sebesar 98,8%. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi Minyak Lemak dipengaruhi oleh variasi waktu pengambilan sedangkan sisanya 1,2% persentase penyisihan Minyak Lemak dipengaruhi oleh faktor lain seperti pengaruh temperatur dan pH. ▪ Statistik t hitung output untuk variasi waktu pengambilan adalah 12,65. Sedangkan $t_{(0,05,2)}$ adalah 2,920. Untuk variasi waktu pengambilan, t hitung output < statistik $t_{(0,05,2)}$. Maka, H_0 ditolak yang berarti koefisien regresi signifikan. ▪ Berdasarkan probabilitas terlihat bahwa pada kolom signifikan untuk variasi waktu pengambilan 0,006. Sedangkan probabilitasnya < 0,05. Untuk variasi waktu pengambilan, probabilitasnya < 0,05. Maka, H_0 ditolak yang berarti koefisien regresi signifikan.

4.10 Analisa ANOVA One Way (unstacked)

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh antara debit dan resirkulasi terhadap % penyisihan COD, TSS dan Minyak Lemak maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA. Dalam uji anova ini terdapat:

Hipotesis

H_0 : Ke-4 rata-rata perlakuan adalah identik.

H_1 : Ke-4 rata-rata perlakuan adalah tidak identik.

Pengambilan keputusan

Untuk nilai Probabilitas

- Jika probabilitas > 0,05, H_0 diterima.
- Jika probabilitas < 0,05, H_0 ditolak.

Untuk nilai F

- Jika statistik hitung (angka F *output*) > statistik tabel $F_{(\alpha;\, v1,\, v2)}$, H_0 ditolak.

Jika statistik hitung (angka F *output*) < statistik tabel $F_{(\alpha;\, v1,\, v2)}$, H_0 diterima.

4.10.1 Analisis Anova One Way (unstacked) untuk Persentase Penyisihan COD

Hasil analisis untuk persentase penyisihan COD terhadap waktu pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel 4.18 berikut ini:

Tabel 4.18 Hasil Uji ANOVA antara Variasi Waktu Detensi (jam) Terhadap Persentase Penyisihan COD (%)

One-way ANOVA: % Penyisihan COD, Waktu Pengambilan

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	6620.0	6620.0	155.07	0.000
Error	6	256.1	42.7		
Total	7	6876.1			

S = 6.534 R-Sq = 96.27% R-Sq(adj) = 95.65%

Keterangan :

DF	= Derajat Bebas	F	= Nilai Statistik Uji
SS	= Variasi Residual	P	= Nilai Probabilitas
MS	= Mean Square	Mean	= Nilai rata-rata

Keputusan

1. Nilai Probabilitas

   Berdasarkan tabel 4.18 nilai probabilitas (P) dari variasi waktu pengambilan sebesar 0,000. Karena nilai probabilitas < 0,05 maka H_0 ditolak. Artinya rata-rata persentase penyisihan konsentrasi COD dalam empat perlakuan tersebut memang tidak identik.

2. Nilai F

   Berdasarkan tabel 4.18 nilai F hitung output dari variasi waktu pengambilan sebesar 155.07 . Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai $F_{(0,05;\ 1,\ 2)}$ adalah 18,51. Karena nilai F hitung output > dari F $F_{(0,05;\ 1,\ 2)}$ maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1). Artinya adanya perbedaan yang signifikan antara variasi waktu pengambilan terhadap penyisihan COD.

4.10.2 Analisis Anova One Way untuk Persentase Penyisihan TSS

Hasil analisis untuk persentase penyisihan TSS terhadap waktu pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel 4.19 berikut ini:

Tabel 4.19 Hasil Uji ANOVA antara Variasi Waktu Detensi (jam) Terhadap Persentase Penyisihan TSS (%)

One-way ANOVA: % Penyisihan TSS, Waktu Pengambilan

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	13827.8	13827.8	739.53	0.000
Error	6	112.2	18.7		
Total	7	13940.0			

S = 4.324 R-Sq = 99.20% R-Sq(adj) = 99.06%

Keterangan :

DF	= Derajat Bebas	F	= Nilai Statistik Uji
SS	= Variasi Residual	P	= Nilai Probabilitas
MS	= Mean Square	Mean	= Nilai rata-rata

Keputusan

1. Nilai Probabilitas

   Berdasarkan tabel 4.19 nilai probabilitas (P) dari variasi waktu pengambilan sebesar 0,000. Karena nilai probabilitas < 0,05 maka H_0 ditolak. Artinya rata-rata persentase penyisihan konsentrasi COD dalam empat perlakuan tersebut memang tidak identik.

2. Nilai F

Berdasarkan tabel 4.19 nilai F hitung output dari variasi waktu pengambilan sebesar 739.53. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai $F_{(0,05;\ 1,\ 2)}$ adalah 18,51. Karena nilai F hitung output > dari F $F_{(0,05;\ 1,\ 2)}$ maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1). Artinya adanya perbedaan yang signifikan antara variasi waktu pengambilan terhadap penyisihan COD.

4.10.3 Analisis Anova One Way untuk Persentase Penyisihan minyak lemak

Hasil analisis untuk persentase penyisihan minyak lemak terhadap waktu pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel 4.20 berikut ini:

Tabel 4.20 Hasil Uji ANOVA antara Variasi Waktu Detensi (jam) Terhadap Persentase Penyisihan Minyak Lemak (%)

One-way ANOVA: % Penyisihan Minyak lemak, Waktu Pengambilan

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	8007.5	8007.5	335.32	0.000
Error	6	143.3	23.9		
Total	7	8150.7			

S = 4.887 R-Sq = 98.24% R-Sq(adj) = 97.95%

Keterangan :

DF	= Derajat Bebas	F	= Nilai Statistik Uji
SS	= Variasi Residual	P	= Nilai Probabilitas
MS	= Mean Square	Mean	= Nilai rata-rata

Keputusan

1. Nilai Probabilitas

Berdasarkan tabel 4.20 nilai probabilitas (P) dari variasi waktu pengambilan sebesar 0,000. Karena nilai probabilitas < 0,05 maka H_0 ditolak. Artinya rata-rata persentase penyisihan konsentrasi COD dalam empat perlakuan tersebut memang tidak identik.

2. Nilai F

Berdasarkan tabel 4.20 nilai F hitung output dari variasi waktu pengambilan sebesar 335,32. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai $F_{(0,05;\ 1,\ 2)}$ adalah 18,51. Karena nilai F hitung output > dari F $F_{(0,05;\ 1,\ 2)}$ maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1). Artinya adanya perbedaan yang signifikan antara variasi waktu pengambilan terhadap penyisihan COD.

Untuk lebih jelasnya mengenai analisa Anova semua reaktor dapat dilihat pada tabel 4.21

4.21 Tabel Hasil Uji ANOVA Persentase penyisihan variabel

Jenis reaktor	variabel	Nilai Probabilitas	Nilai F	Keterangan
I	COD	0,000	155.07	▪ Nilai Probabilitas (P) dari variasi waktu pengambilan sebesar 0,000. Karena nilai probabilitas < 0,05 maka H_0 ditolak. Artinya rata-rata persentase penyisihan konsentrasi COD dalam empat perlakuan tersebut memang tidak identik. ▪ Nilai F hitung output dari variasi waktu pengambilan sebesar 155,07. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai $F_{(0,05;\ 1,\ 2)}$ adalah 18,51. Karena nilai F hitung output > dari F $F_{(0,05;\ 1,\ 2)}$ maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1). Artinya adanya perbedaan yang signifikan antara variasi waktu pengambilan terhadap penyisihan COD.
	TSS	0.000	739.53	▪ Nilai Probabilitas (P) dari variasi waktu pengambilan sebesar 0,000. Karena nilai probabilitas < 0,05 maka H_0 ditolak. Artinya rata-rata persentase penyisihan konsentrasi COD dalam empat perlakuan tersebut memang tidak identik. ▪ Nilai F hitung output dari variasi waktu pengambilan sebesar 739,53. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai $F_{(0,05;\ 1,\ 2)}$ adalah 18,51. Karena nilai F hitung output > dari F $F_{(0,05;\ 1,\ 2)}$ maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1). Artinya adanya perbedaan yang signifikan antara variasi waktu pengambilan terhadap penyisihan COD.
	Minyak Lemak	0.000	335.32	▪ Nilai Probabilitas (P) dari variasi waktu pengambilan sebesar 0,000. Karena nilai probabilitas < 0,05 maka H_0 ditolak. Artinya rata-rata persentase penyisihan konsentrasi COD dalam empat perlakuan tersebut memang tidak identik. ▪ Nilai F hitung output dari variasi waktu pengambilan sebesar 335,32. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai $F_{(0,05;\ 1,\ 2)}$ adalah 18,51. Karena nilai F hitung output > dari F $F_{(0,05;\ 1,\ 2)}$ maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1). Artinya adanya perbedaan yang signifikan antara variasi waktu pengambilan terhadap penyisihan COD.

II	COD	0.000	201.66	▪ Nilai Probabilitas (P) dari variasi waktu pengambilan sebesar 0,000. Karena nilai probabilitas < 0,05 maka H_0 ditolak. Artinya rata-rata persentase penyisihan konsentrasi COD dalam empat perlakuan tersebut memang tidak identik. ▪ Nilai F hitung output dari variasi waktu pengambilan sebesar 201,66. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai $F_{(0,05;\ 1,\ 2)}$ adalah 18,51. Karena nilai F hitung output > dari F $F_{(0,05;\ 1,\ 2)}$ maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1). Artinya adanya perbedaan yang signifikan antara variasi waktu pengambilan terhadap penyisihan COD.
	TSS	0.000	739.53	▪ Nilai Probabilitas (P) dari variasi waktu pengambilan sebesar 0,000. Karena nilai probabilitas < 0,05 maka H_0 ditolak. Artinya rata-rata persentase penyisihan konsentrasi COD dalam empat perlakuan tersebut memang tidak identik. ▪ Nilai F hitung output dari variasi waktu pengambilan sebesar 739,53. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai $F_{(0,05;\ 1,\ 2)}$ adalah 18,51. Karena nilai F hitung output > dari F $F_{(0,05;\ 1,\ 2)}$ maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1). Artinya adanya perbedaan yang signifikan antara variasi waktu pengambilan terhadap penyisihan COD.
	Minyak Lemak	0.000	183.86	▪ Nilai Probabilitas (P) dari variasi waktu pengambilan sebesar 0,000. Karena nilai probabilitas < 0,05 maka H_0 ditolak. Artinya rata-rata persentase penyisihan konsentrasi COD dalam empat perlakuan tersebut memang tidak identik. ▪ Nilai F hitung output dari variasi waktu pengambilan sebesar 183,86. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai $F_{(0,05;\ 1,\ 2)}$ adalah 18,51. Karena nilai F hitung output > dari F $F_{(0,05;\ 1,\ 2)}$ maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1). Artinya adanya perbedaan yang signifikan antara variasi waktu pengambilan terhadap penyisihan COD.
III	COD	0.000	207.34	▪ Nilai Probabilitas (P) dari variasi waktu pengambilan sebesar 0,000. Karena nilai probabilitas < 0,05 maka H_0 ditolak. Artinya rata-rata persentase penyisihan konsentrasi COD dalam empat perlakuan tersebut memang tidak identik. ▪ Nilai F hitung output dari variasi waktu pengambilan sebesar 207,34. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai $F_{(0,05;\ 1,\ 2)}$ adalah 18,51. Karena nilai F hitung output > dari F $F_{(0,05;\ 1,\ 2)}$ maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1). Artinya adanya perbedaan yang signifikan antara variasi waktu pengambilan terhadap penyisihan COD.

	TSS	0.000	739.53	▪ Nilai Probabilitas (P) dari variasi waktu pengambilan sebesar 0,000. Karena nilai probabilitas < 0,05 maka H_0 ditolak. Artinya rata-rata persentase penyisihan konsentrasi COD dalam empat perlakuan tersebut memang tidak identik. ▪ Nilai F hitung output dari variasi waktu pengambilan sebesar 739,53. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai $F_{(0,05;\ 1,\ 2)}$ adalah 18,51. Karena nilai F hitung output > dari F $F_{(0,05;\ 1,\ 2)}$ maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1). Artinya adanya perbedaan yang signifikan antara variasi waktu pengambilan terhadap penyisihan COD.
	Minyak Lemak	0.000	327.35	▪ Nilai Probabilitas (P) dari variasi waktu pengambilan sebesar 0,000. Karena nilai probabilitas < 0,05 maka H_0 ditolak. Artinya rata-rata persentase penyisihan konsentrasi COD dalam empat perlakuan tersebut memang tidak identik. ▪ Nilai F hitung output dari variasi waktu pengambilan sebesar 327,35. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai $F_{(0,05;\ 1,\ 2)}$ adalah 18,51. Karena nilai F hitung output > dari F $F_{(0,05;\ 1,\ 2)}$ maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1). Artinya adanya perbedaan yang signifikan antara variasi waktu pengambilan terhadap penyisihan COD.

4.10.4 Analisis Anova One Way untuk Persentase Penyisihan COD terhadap Jenis Reaktor

Hasil analisis untuk persentase penyisihan COD terhadap jenis reaktor dapat dilihat pada Tabel 4.22 berikut ini:

Tabel 4.22 Hasil Uji ANOVA antara Persentase Penyisihan COD (%)Terhadap Jenis Reaktor

One-way ANOVA: % Penyisihan COD, Jenis reaktor

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	27009.8	27009.8	1279.59	0.000
Error	22	464.4	21.1		
Total	23	27474.1			

S = 4.594 R-Sq = 98.31% R-Sq(adj) = 98.23%

Keterangan :

DF	= Derajat Bebas	F	= Nilai Statistik Uji
SS	= Variasi Residual	P	= Nilai Probabilitas
MS	= Mean Square	Mean	= Nilai rata-rata

Keputusan

1 Nilai Probabilitas

Berdasarkan tabel 4.22 nilai probabilitas (P) dari variasi jenis reaktor sebesar 0,000. Karena nilai probabilitas < 0,05 maka H_0 ditolak. Artinya rata-rata persentase penyisihan konsentrasi COD dalam dua belas perlakuan tersebut memang tidak identik.

2 Nilai F

Berdasarkan tabel 4.22 nilai F hitung output dari variasi jenis reaktor sebesar 1279,59. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai $F_{(0,05;\ 1,\ 10)}$ adalah 4,96. Karena nilai F hitung output > dari F $F_{(0,05;\ 1,\ 10)}$ maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1). Artinya adanya perbedaan yang signifikan antara variasi jenis reaktor terhadap penyisihan COD.

4.10.5 Analisis Anova One Way untuk Persentase Penyisihan TSS terhadap Jenis Reaktor

Hasil analisis untuk persentase penyisihan minyak lemak terhadap waktu pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel 4.23 berikut ini:

Tabel 4.23 Hasil Uji ANOVA antara Persentase Penyisihan TSS (%) Terhadap Jenis Reaktor

One-way ANOVA: % Penyisihan TSS, Jenis reaktor

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	50060.71	50060.71	11132.70	0.000
Error	22	98.93	4.50		
Total	23	50159.64			

S = 2.121 R-Sq = 99.80% R-Sq(adj) = 99.79%

Keterangan : DF = Derajat Bebas F = Nilai Statistik Uji
SS = Variasi Residual P = Nilai Probabilitas
MS = Mean Square Mean = Nilai rata-rata

Keputusan

1 Nilai Probabilitas

Berdasarkan tabel 4.23 nilai probabilitas (P) dari variasi jenis reaktor sebesar 0,000. Karena nilai probabilitas < 0,05 maka H_0 ditolak. Artinya rata-rata persentase penyisihan konsentrasi COD dalam dua belas perlakuan tersebut memang tidak identik.

2 Nilai F

Berdasarkan tabel 4.23 nilai F hitung output dari variasi jenis reaktor sebesar 11132.70. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai $F_{(0,05;\ 1,\ 10)}$ adalah 4,96. Karena nilai F hitung output > dari F $F_{(0,05;\ 1,\ 10)}$ maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1). Artinya adanya perbedaan yang signifikan antara variasi jenis reaktor terhadap penyisihan COD.

4.10.6 Analisis Anova One Way untuk Persentase Penyisihan Minyak lemak terhadap Jenis Reaktor

Tabel 4.24 Hasil Uji ANOVA antara Persentase Penyisihan Minyak lemak (%)Terhadap Jenis Reaktor

One-way ANOVA: % Penyisihan Minyak lemak, Jenis reaktor

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	30921.39	30921.39	3336.25	0.000
Error	22	203.90	9.27		
Total	23	31125.29			

S = 3.044 R-Sq = 99.34% R-Sq(adj) = 99.32%

Keterangan : DF = Derajat Bebas F = Nilai Statistik Uji
SS = Variasi Residual P = Nilai Probabilitas
MS = Mean Square Mean = Nilai rata-rata

Keputusan

1 Nilai Probabilitas

Berdasarkan tabel 4.24 nilai probabilitas (P) dari variasi jenis reaktor sebesar 0,000. Karena nilai probabilitas < 0,05 maka H_0 ditolak. Artinya rata-rata persentase penyisihan konsentrasi COD dalam dua belas perlakuan tersebut memang tidak identik.

2 Nilai F

Berdasarkan tabel 4.24 nilai F hitung output dari variasi jenis reaktor sebesar 3336.25. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai $F_{(0,05;\ 1,\ 10)}$ adalah 4,96. Karena nilai F hitung output > dari F $F_{(0,05;\ 1,\ 10)}$ maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1). Artinya adanya perbedaan yang signifikan antara variasi jenis reaktor terhadap penyisihan COD.

4.11 Pembahasan

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair rumah tangga perumahan Sawojajar kecamatan Kedungkandang kota Malang dengan menggunakan reaktor *biosand filter* dengan penambahan karbon aktif mampu menurunkan konsentrasi COD ,TSS dan minyak lemak. Penjelasan selanjutnya dapat dilihat di bawah ini.

4.11.1 Penurunan Konsentrasi COD

Pada tabel 4.7 dapat diketahui bahwa konsentrasi COD setelah proses pada reaktor uji berkisar antara 62,93 mg/l–116,79 mg/l. Sedangkan persentase penurunan COD tertinggi sebesar 77,24% pada perlakuan waktu pengambilan sampel jam ke 12 pada reaktor III .

Hubungan korelasi antara variasi waktu pengambilan sampel dengan persentase penurunan COD adalah kuat dan searah. Dimana semakin lama waktu detensi maka semakin besar persentase penurunan COD nya.

Hubungan anova antara variasi waktu pengambilan sampel dengan persentase penurunan COD dan persentase penurunan COD dengan Jenis reaktor adalah tidak identik Artinya adanya perbedaan yang signifikan antara variasi

waktu pengambilan terhadap penyisihan COD dan adanya perbedaan yang signifikan antara jenis reaktor terhadap penyisihan COD.

Salah satu media yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang memiliki kemampuan sebagai adsorben. Media filtrasi berupa butiran sering digunakan dalam pengolahan air limbah. Butiran partikel ini mempunyai kemampuan adsorpsi sehingga sering digunakan dalam meremoval kontaminan biologi dan kimia dalam air limbah (Cheremisinoff, 2002) termasuk COD. Pasir yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir halus dengan diameter 0,2 mm dan pasir kasar dengan diameter 0,3 mm. Berdasarkan diameter pasir tersebut maka unit ini termasuk saringan pasir lambat (*slow sand filter*) karena kriteria desain untuk slow sand filter adalah pasir dengan diamer 0,2 mm-0,4 mm (Marsono, 1997). Dengan demikian proses filtrasi ini mampu menurunkan beban COD yang ada pada air limbah.

Ada dua jenis proses penyaringan yang terjadi pada Saringan Pasir Lambat, yakni secara fisika dan biologi. Partikel-partikel yang ada dalam sumber air yang keruh secara fisik akan tertahan oleh lapisan pasir pada SPL (Saringan Pasir Lambat). Disisi lain, bakteri-bakteri dari genus Pseudomonas dan Trichoderma akan tumbuh dan berkembang biak. Pada saat proses filtrasi dengan debit air lambat, patogen yang tertahan oleh saringan akan dimusnahkan oleh bakteri-bakteri tersebut (http://aimyaya.com).

Di bawah lapisan pasir terdapat lapisan karbon aktif. Karbon aktif sangat berguna sebagai media filtrasi karena tidak hanya mampu memisahkan partikel solid secara fisik namun mampu menyerap berbagai material dalam air termasuk COD. Karbon aktif mempunyai kemampuan mengikat material organik sehingga sering digunakan untuk meremoval bahan organik yang terdapat di udara dan air limbah. Efektifitas dari karbon aktif dalam meremoval bahan organik ini dikarenakan besarnya luas permukaan yang merupakan faktor penting dalam proses adsorpsi (Cheremisinoff, 2002).

Pada permukaan lapisan pasir halus tumbuh lapisan mikroorganisme aerobik yang dikenal dengan lapisan biofilm. Lapisan biofilm ini mengandung mikroorganisme yang hidup pada media untuk mengekstrak nutrien yang terkandung dalam air limbah yang dilewatkan pada lapisan ini (P Sincero and A

sincero, 1996). Lapisan biofilm yang sudah ditumbuh kembangkan pada tahap aklimatisasi ini mampu mendegradasi bahan organik sehingga dapat memaksimalkan penurunan konsentrasi COD dalam air limbah. Pada proses biodegradasi ini, bahan organik terlarut merupakan sumber makanan bagi mikroorganisme sehingga konsentrasinya menjadi berkurang.

Semakin lama waktu detensi maka penyisihan konsentrasi COD menjadi semakin besar. Hal ini disebabkan karena semakin besar pula kesempatan adorben dan lapisan biofilm untuk mengikat material organik dalam limbah cair rumah tangga. Pori-pori yang terdapat pada adsorben ini mampu menyerap material organik yang terkandung dalam air limbah 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 pergantian adsorben. (Cheremisinoff, 2002).

Waktu tinggal optimum yang menghasilkan persentase penurunan COD terbesar berdasarkan tabel 4.4 dan gambar 4.7 adalah jam ke 12.

4.11.2 Penurunan Konsentrasi TSS

Pada tabel 4.8 dapat diketahui bahwa konsentrasi TSS setelah proses pada reaktor uji berkisar antara 3,85 mg/l–14,74 mg/l. Sedangkan persentase penurunan TSS tertinggi sebesar 97,08% pada perlakuan waktu pengambilan sampel jam ke 12.

Hubungan korelasi antara variasi waktu pengambilan sampel dengan persentase penurunan TSS adalah kuat dan searah. Dimana semakin lama waktu detensi maka semakin besar persentase penurunan TSS nya.

Hubungan anova antara variasi waktu pengambilan sampel dengan persentase penurunan TSS dan persentase penurunan TSS dengan Jenis reaktor adalah tidak identik Artinya adanya perbedaan yang signifikan antara variasi waktu pengambilan terhadap penyisihan TSS dan adanya perbedaan yang signifikan antara jenis reaktor terhadap penyisihan TSS.

Terdapatnya *Total Suspended Solid* (TSS) dalam jumlah yang berlebihan di dalam air akan mengakibatkan kualitas air menurun, karena adanya absorbsi oksigen yang ada didalam air berkurang dan akan menyebabkan fotosíntesis tidak

dapat berjalan. Pada umumnya partikel tersuspensi memiliki ukuran lebih besar dari pada 1 mikron dan untuk partikel koloid mempunyai ukuran antara 1 milimikron hingga 1 mikron . Kekeruhan yang disebabkan oleh bahan-bahan tersuspensi yang berlebih jumlahnya dapat dihilangkan dengan cara pengendapan sedangkan kekeruhan yang disebabkan oleh bahan-bahan koloid tidak mungkin dilakukan dengan pengendapan karena bentuk ini biasanya lebih stabil dalam air dan tidak mudah mengendap. Pada umumnya untuk menghilangkan partikel koloid dilakukan dengan proses penyaringan dengan saringan pasir lambat (bila bebannya tidak terlalu tinggi) atau dengan proses flokulasi-koagulasi yang diikuti dengan proses pengendapan dan penyaringan dengan pasir cepat (Puspita, 2008).

Pada proses filtrasi, partikel solid akan terperangkap di dalam struktur pori-pori kompleks yang dimiliki media filrasi. Media filtrasi yang belakangan sering digunakan adalah media butiran (granular). Salah satu media yang umum digunakan adalah pasir (Cheremisinoff, 2002).

Pada penelitian ini, digunakan pasir halus dan pasir kasar yang berdiameter 0,18 mm dan 0,20 mm sehingga termasuk dalam kategori saringan pasir lambat (Marsono,1997). Saringan pasir lambat (*slow sand filter*) meliputi proses removal material yang tersuspensi dalam air dengan aliran berkecepatan rendah. Secara prinsip, saringan pasir lambat adalah menyusun lapisan media pasir dengan volume tertentu sehingga dapat dilewati air dengan kecepatan yang rendah (Cheremisinoff, 2002).

Media filter berupa granular biasanya digunakan untuk mereduksi kandungan *suspended solid.* Media granular ini dapat pula diletakkan sebelum pengolahan biologi atau unit pengolahan menggunakan karbon aktif untuk mereduksi kandungan *suspended solid* (Cheremisinoff, 2002). Dengan demikian proses filtrasi ini mampu untuk menurunkan konsentrasi TSS.

Di bawah lapisan pasir terdapat lapisan karbon aktif dari sekam padi. Karbon aktif mempunyai bentuk acak yang sangat berporos. Pori-pori dari karbon aktif ada di seluruh partikelnya. Struktur pori dari karbon aktif ini mempengaruhi besarnya luas permukaan sehingga mampu untuk mengadsorp berbagai senyawa (Cheremisinoff, 2002) termasuk TSS.

Penurunan konsentrasi TSS juga dipengaruhi oleh adanya lapisan bofilm yang menempel pada permukaan pasir halus. Mikroorganisme yang menempel pada permukaan media filter akan memanfaatkan oksigen untuk mengoksidasi senyawa organik dalam limbah cair sehingga TSS menjadi bekurang (Sahani, 2008).

Semakin lama waktu detensi maka penyisihan konsentrasi TSS menjadi semakin besar. Hal ini disebabkan karena semakin besar pula kesempatan adorben untuk mengikat partikel tersuspensi dalam limbah cair rumah tangga. Pengendapan yang terjadi juga semakin lama sehingga efisiensinya semkin besar, waktu kontak yang lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul zat terlarut yang teradsorpsi berlangsung lebih baik.

Waktu tinggal optimum yang menghasilkan persentase penurunan TSS terbesar berdasarkan tabel 4.5 dan gambar 4.8 adalah jam ke 12.

4.11.3 Penurunan Konsentrasi Minyak Lemak

Pada tabel 4.6 dapat diketahui bahwa konsentrasi minyak lemak setelah proses pada reaktor uji berkisar antara 4,40 mg/l–7,08 mg/l. Sedangkan persentase penurunan minyak lemak tertinggi sebesar 80,16% pada perlakuan waktu pengambilan sampel jam ke 12.

Hubungan korelasi antara variasi waktu pengambilan sampel dengan persentase penurunan minyak lemak adalah kuat dan searah. Dimana semakin lama waktu detensi maka semakin besar persentase penurunan minyak lemak nya.

Hubungan anova antara variasi waktu pengambilan sampel dengan persentase penurunan minyak lemak dan persentase penurunan minyak lemak dengan Jenis reaktor adalah tidak identik Artinya adanya perbedaan yang signifikan antara variasi waktu pengambilan terhadap penyisihan minyak lemak dan adanya perbedaan yang signifikan antara jenis reaktor terhadap penyisihan minyak lemak

Salah satu media yang digunakan dalam penelitian ini adalah karbon aktif dari sekam padi. Hal ini dikarenakan karbon aktif merupakan padatan yang bersifat porous sehingga dapat menyerap berbagai bahan organik, salah satunya adalah minyak lemak (Cheremisinoff, 2002).

Karbon aktif yang akan digunakan sebagai media diaktivasi terlebih dahulu melalui proses pemanasan sehingga pori-porinya terbuka, dengan demikian akan mempunyai daya serap yang tinggi. Dengan terbukanya pori-pori pada karbon aktif, maka karbon aktif mampu menyerap molekul lain yang mempunyai ukuran lebih kecil dari ukuran porinya. Proses adsorbsi oleh karbon aktif terjadi karena terperangkapnya molekul adsorbat dalam rongga karbon aktif, sedang pada sisi aktifnya terjadi karena interaksi antara sisi tersebut dengan molekul adsorbat. Pori-pori ini yang nantinya akan menyerap bahan kimia yang terkandung dalam air limbah dan mengurangi konsentrasi minyak lemak. Dengan semakin banyaknya pori-pori yang ada di dalam karbon aktif maka luas permukaan adsorben tersebut menjadi sangat besar. Dengan semakin besar luas permukaan akan semakin efektif untuk melakukan penyerapan dan mengurangi konsentrasi minyak lemak. 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 pergantian adsorben (Supranto,1996).

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) (Titaheluw, 2010).

Pada penelitian ini terdapat lapisan biofilm yang menempel pada permukaan lapisan pasir halus. Lapisan biofilm yang sudah ditumbuh kembangkan pada tahap aklimatisasi ini mampu mendegradasi bahan organik sehingga dapat memaksimalkan penurunan konsentrasi minyak lemak dalam air limbah.

Semakin lama waktu detensi maka penyisihan konsentrasi minyak lemak menjadi semakin besar. Hal ini disebabkan karena semakin besar pula kesempatan adorben dan lapisan biofilm untuk mereduksi konsentrasi minyak lemak dalam limbah cair rumah tangga.

Waktu tinggal optimum yang menghasilkan persentase penurunan minyak lemak terbesar berdasarkan tabel 4.6 dan gambar 4.9 adalah jam ke 12.

4.12 Kualitas Output Pengolahan Biosand Filter dengan Penambahan Karbon Aktif Berdasarkan Standar Baku Mutu

Konsentrasi awal COD, TSS dan minyak lemak pada limbah cair rumah tangga perumahan Sawojajar kecamatan Kedungkandang kota Malang secara berturut-turut adalah 276 mg/l, 49,131 mg/l,86,dan 22,19 mg/l.Konsentrasi COD, TSS dan minyak lemak tersebut melebihi standar baku mutu yang ditetapkan Kepmen Negara LH No. 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Konsentrasi COD, TSS dan minyak lemak sesuai baku mutu tersebut secara berturut-turut adalah 100 mg/l, 100 mg/l dan 10 mg/l. Setelah dilakukan pengolahan menggunakan metode biosand filter dengan penambahan karbon aktif, konsentrasi COD, TSS dan minyak lemak yang terkandung dalam limbah tersebut mengalami penurunan.

Konsentrasi COD, TSS dan minyak lemak setelah proses secara berturut-turut adalah 62.93 mg/l, 3.85 mg/l dan 4.40 mg/l. Konsentrasi tersebut adalah konsentrasi terendah yang bisa diperoleh dari pengolahan ini. Dari hasil konsentrasi akhir tersebut dapat diketahui bahwa hasil output pengolahan menggunakan metode biosand filter dengan penambahan karbon aktif sudah memenuhi standar baku mutu untuk parameter COD, TSS dan minyak lemak.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Reaktor biosand filter dengan penambahan karbon aktif mampu menurunkan kosentrasi COD, TSS dan minyak lemak hingga memenuhi baku mutu yang ada. Kemampuan biosand filter dengan penambahan karbon aktif mampu menurunkan kosentrasi COD sebesar 77,24 %, konsentrasi TSS sebesar 97,08 % dan konsentrasi minyak lemak sebesar 80,16 %.
2. Reaktor biosand filter dengan penambahan karbon aktif yang paling efektif menurunkan limbah cair rumah tangga perumahan Sawojajar kecamatan Kedungkandang kota Malang adalah reaktor III dengan kombinasi media (pasir halus 0,4mm, pasir kasar 0,25, karbon aktif 0,20 dan kerikil 0,15) dengan waktu detensi 12 jam

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambah interval waktu detensi sehingga dapat diketahui sejauh mana kemampuan reaktor ini dalam menurunkan konsentrasi pencemar.
2. Perlu dilakukan penelitian dengan menambah jenis media adsorben untuk meningkatkan efektifitas reaktor.
3. Perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan penambahan media atau merubah kombinasi media sehingga mendapatkan hasil yang lebih efektif.

DAFTAR PUSTAKA

Alaerts, G dan Sri Santika S, 1984. ***Metode Penelitian Air***. Usaha Nasional, Surabaya.

Anonim. 2010. ***Biosand Filter***. http ://www.BioSandFilter.org. Diakses tanggal 21 Desember 2010 puku 20.00 WIB

Anonim. 2011. ***Kumpulan Teknik Penyaringan Air Sederhana***. http :// www.aimyaya.com. Diakses tanggal 17 Mei 2011 puku 21.00 WIB.

Anonim. 2007. ***Activated Carbon***, diakses pada tanggal 10Juli 2010 dengan update terakhir April 2007. http://en.wikipedia.org/wiki/Activated_carbon

Anonim. 2006. ***Active Carbon Adsorption***, diakses pada tanggal 10Juli 2010 dengan update terakhir tahun 2006. *http://www.lenntech.com/home.htm*

Anonim, 2004. ***Biosand Filter***. Diakses tanggal 21 Desember 2010 *http://www.biosandfilter.org/ biosandfilter/index.php/intem/229*

stagina, Manik, 2006. ***Uji Kemampuan Karbon Aktif Sekam Padi Untuk Menurunkan Kandungan Zat Warna dan Krom Limbah Cair Industri Tekstil.*** Skripsi, Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITN Malang.

Cheremisinoff, Nicholas P, 2002. ***Handbook of Water and Wastewater Treatment Technologies.*** Butterworth-Heinemann, United State of America.

Fardia Z,1992. ***Polusi air dan udara***. Kanius, Yogyakarta.

Grady, Jr, Leslie C.P dan Henry C Lim, 1980. ***Biological Wastewater Treatment.*** Marcel Dekker, Inc. USA.

Iriawan, N dan Astuti, S.P, 2006. ***Mengolah Data Statistik Dengan Mudah Menggunakan Minitab 14.*** Andi. Yogyakarta.

Jo Smet and Cristin Vanwijk, 2002. ***Multi-stage Filtration Technology, dalam Small Water Community Water Supplies : Technology, People & Partnership***, editor : J . Smet & C. van Wijk, IRC Technical papers 40, Delft.

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 112 Tahun 2003. ***Baku Mutu Air Limbah Domestik.*** Deputi MENLH Bidang Kebijakan dan Kelembagaan Lingkungan Hidup. Jakarta

Marsono, Bowo Djoko. ***Pengolahan Limbah Cair Biologis***. Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITS Surabaya.

Metcalf and Eddy, 1981. ***Wastewater Engineering : Treatment, Disposal, Reuse, Revised*** by Geo Tchobanoglous, Tata Mc Graw-Hil Publising Company LTD, New Delhi

Ngai, T. and Sophie, 2003. ***The Arsenic Biosand Filter (ABF) Design of An Approriate Household Drinking Water Filter for Rural Nepal.*** Nepal.

Nilasari, Desi, 2006. ***Pemanfaatan Arang Aktif Tempurung Kelapa Sebagai Media Slow Sand Filter untuk Menurunkan Kekeruhan dan COD Air Sungai***. Skripsi, Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITN Malang.

Prabowo, C, 2000. ***Study Anaerobik Baffeled Reaktor (ABR) Untuk Pengolahan Limbah Cair RPH Kedurus.*** Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP-ITS, Surabaya.

Prastiwi, 2004. ***Studi Kinerja Sequencing Batch Reaktor (SBR) Dalam Mendegradasi Limbah Rumah Potong Hewan.*** Thesis, Jurusan Teknik Lingkungan ITB, Bandung.

Puspita, Diana, 2008. ***Penurunan Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) Pada Limbah Laundry dengan Menggunakan Reaktor Biosand Filter Disertai dengan Reaktor Karbon Aktif***. Skripsi, Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, UII Yogyakarta.

Reynold, 1997.***Unit Operation and Design. Mc Graw-Hill***. New York. Amerika

Sahani, Wahyu, 2008. ***Pengaruh Ketebalan Media Filter dan Kebutuhan Oksigen Terhadap Penurunan Kadar TSS, BOD, COD dan Koliform Pada Limbah Cair Rumah Sakit.*** Skripsi, Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan. Makasar.

Sincero, Arcadio P dan Gregoria A Sincero, 1996. ***Environmental Engineering : A Design Approach.*** Prentice-Hall Inc. United State of America.

SNI 3981, 2008. ***Perencanaan Instalasi Saringan Pasir Lambat***. Badan Standardisasi Nasional.

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

Sukarmadidjadja,H.,1997. ***Pengendalian dan Pengolahan Limbah Cair***. PPLHITB, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi.Jakarta.

Supranto, 1996. ***Pemakaian karbon aktif dalam penyediaan Air Minum.*** Jurnal ilmiah STTL. Yogyakarta

Titaheluw, Zuhairini, 2010. ***Penggunaan Reaktor Aerokarbonbiofilter Dalam Pengolahan Limbah Cair Pencucian Kendaraan Bermotor***. Skripsi, Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITN Malang.

Yung, Kathleen .2003. ***Biosand Filtration : Application in the Developing World.*** Civil Engineering, University of Waterloo.

LAMPIRAN

Intitut Teknologi Nasional Malang
Jln. Bend.sigura-gura no2
malang

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

KAJIAN PENGOLAHAN BIOSAND FILTER - KARBON AKTIF UNTUK MENURUNKAN KANDUNGAN LIMBAH CAIR RUMAH TANGGA

Nama : **Zamrul**
Nim : 0326037
Jurusan : Teknik Lingkungan
Pembimbing : **S u d i r o, ST. MT**

No	Tanggal	Keterangan	Tanda tangan
	26-2011	= Bab I II III o.k. = lanjutkan.	
	30/07 2011	= Bab IV, diperbaiki - dilanjutkan.	
	03/08-2011	= bab diseminarkan	

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

MALANG

Jln. Bend. Sigura-Gura No.2

LEMBAR ASISTENSI

SKRIPSI

Nama : Zamrud

N.I.M : 0326037

Jurusan : T. Lingkungan

Pembimbing : Sandra Dwi Ratna, St. MT.

No	Tanggal	Keterangan	T. Tangan
1.	24-6-2011	Bab I – acc, Lajutka bab ~~III~~ II	
2.	28-6-2011	Bab II – cek redaksional	
3	7-7-2011	Bab II - acc.	
4.	18-7-2011	Bab III - redaksional cek lagi lan Foto berwarna	
5.	30-7-2011	~~Cek~~ tu Bab IV → cek redaksional. 1) lengkapi dg grafik. 2) Lajutkan dg analisis anova	

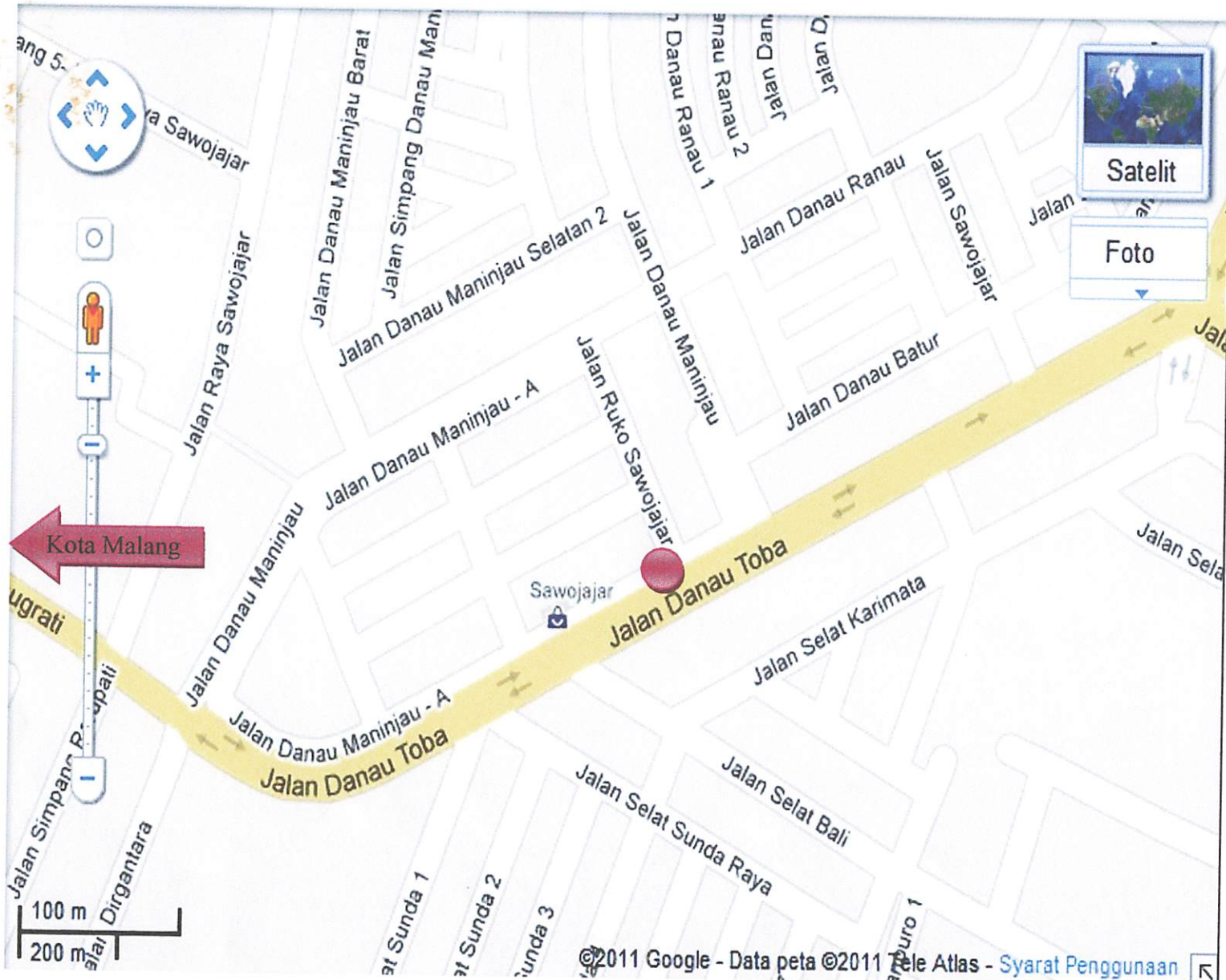
Intitut Teknologi Nasional Malang
Jln. Bend.sigura-gura no2
malang

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

KAJIAN PENGOLAHAN BIOSAND FILTER - KARBON AKTIF UNTUK MENURUNKAN KANDUNGAN LIMBAH CAIR RUMAH TANGGA

Nama : **Zamrul**
Nim : 0326037
Jurusan : Teknik Lingkungan
Pembimbing : **Candra Dwi Ratna, ST. MT**

No	Tanggal	Keterangan	Tanda tangan
6.	1-8-2011	Bab IV -> V lemak lemak akibat proses degradasi	
		Bab III - perbaiki	
		kum untuk ~~ke~~ seminar	
7	3-8-2011	ACC Seminar	



Keteangan :

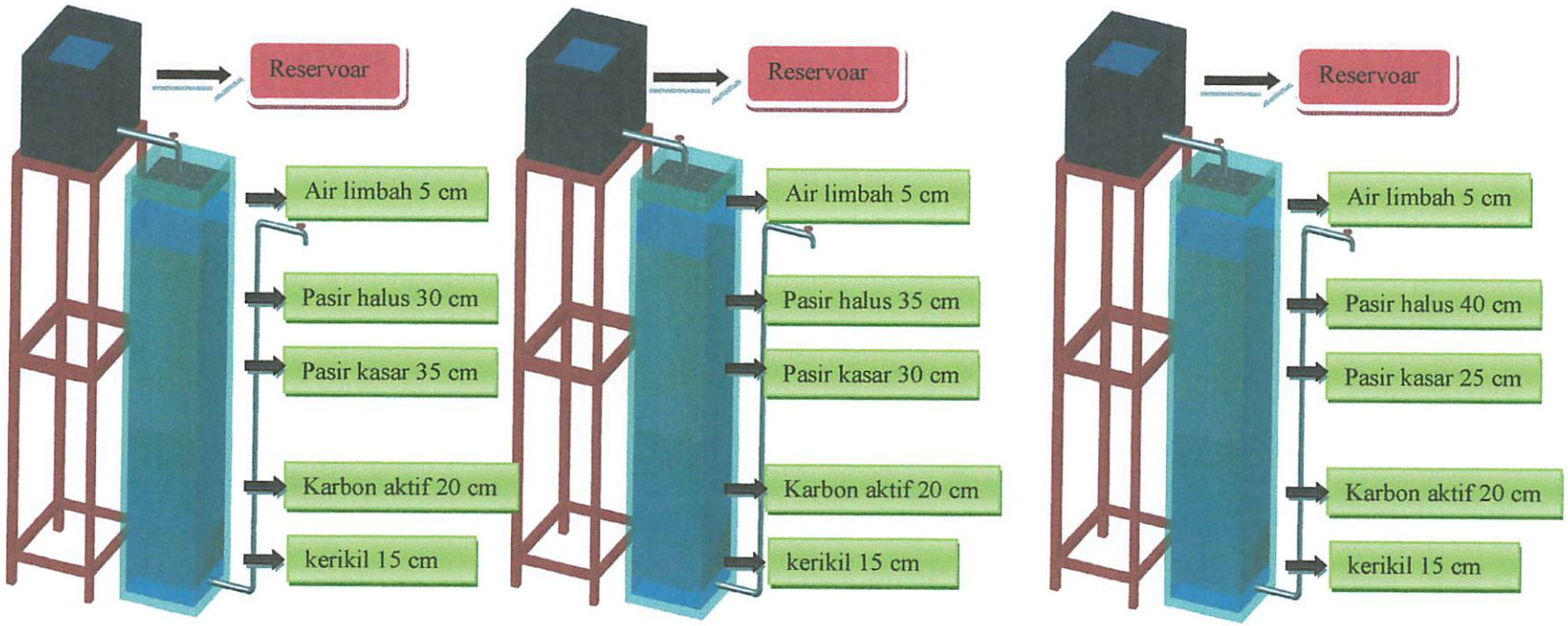
N

Titik Pengambilan sampel

100 m

200 m

GAMBAR REAKTOR



LABORATORIUM TEKNIK LINGKUNGAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2
Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax. (0341) 553015 Extention 187
Malang 65145

HASIL ANALISIS SAMPEL

a.n. : **ZAMRUL** **(NIM : 03.26.037)**
Alamat : **Mahasiswa Teknik Lingkungan ITN Malang**
Lokasi : **Limbah Rumah Tangga di Perumahan Sawojajar, Malang**
Sampling : **Oleh konsumen**
Analisis : **Oleh konsumen**
Tanggal Analisis Sampel : 26Juli – 31Juli 2011

no	Jenis reaktor	sampel awal(ml)	waktu Pengambilan (Jam)	Penyisihan COD(ml)			
				1	2	3	Rata-Rata
1	1	276.49	4	117.32	117.81	115.24	116.79
2		276.49	8	93.62	95.01	94.72	94.45
3		276.49	12	80.25	79.95	81.92	80.71
4		276.49	16	67.67	68.70	65.03	67.13
5	2	276.49	4	108.44	109.92	110.52	109.63
6		276.49	8	85.20	85.76	86.76	85.91
7		276.49	12	79.65	80.41	79.33	79.80
8		276.49	16	66.24	66.85	66.31	66.47
9	3	276.49	4	105.88	106.53	103.95	105.45
10		276.49	8	84.77	82.95	84.85	84.19
11		276.49	12	73.67	71.19	71.05	71.97
12		276.49	16	63.06	63.41	62.32	62.93

no	Jenis reaktor	sampel awal(ml)	waktu Pengambilan (Jam)	Penyisihan TSS(ml)			
				1	2	3	Rata-Rata
1	1	131.86	4	13.96	15.21	15.06	14.74
2		131.86	8	10.53	13.16	9.89	11.19
3		131.86	12	5.56	6.84	7.81	6.74
4		131.86	16	5.00	4.74	5.96	5.23
5	2	131.86	4	14.35	14.61	14.51	14.49
6		131.86	8	9.96	10.22	10.12	10.10
7		131.86	12	5.82	7.28	8.30	7.13
8		131.86	16	4.07	5.13	4.01	4.40
9	3	131.86	4	11.12	14.52	10.99	12.21
10		131.86	8	10.63	7.49	9.49	9.20
11		131.86	12	5.60	5.52	7.00	6.04
12		131.86	16	4.34	4.17	3.04	3.85

LABORATORIUM TEKNIK LINGKUNGAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2
Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax. (0341) 553015 Extention 187
Malang 65145

no	Jenis reaktor	sampel awal(ml)	waktu Pengambilan (Jam)	Penyisihan minyak lemak(ml)			
				1	2	3	Rata-Rata
1	1	22.19	4	8.21	6.76	6.26	7.08
2		22.19	8	5.20	6.91	6.89	6.33
3		22.19	12	5.56	6.17	5.15	5.63
4		22.19	16	5.14	4.74	4.18	4.69
5	2	22.19	4	6.49	6.77	7.33	6.86
6		22.19	8	6.93	6.10	5.63	6.22
7		22.19	12	4.78	5.28	6.57	5.54
8		22.19	16	5.21	4.33	4.10	4.55
9	3	22.19	4	7.15	6.52	7.29	6.99
10		22.19	8	6.63	5.49	6.00	6.04
11		22.19	12	5.30	5.72	5.40	5.47
12		22.19	16	5.07	4.12	4.02	4.40

Hasil analisis ini hanya berlaku untuk kondisi sampel saat itu. Pengambilan sampel dan proses analisis di laboratorium dilakukan sendiri oleh konsumen.

Malang, 28 Juli 2011

Asisten Laboratorium Pendamping

CHAIRI ABDILLAH
NIM: 0726016

Mahasiswa

ZAMRÚL
NIM: 0326037

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Teknik Lingkungan

Hardianto, ST, MT
NIP.Y : 1030000350

DESAIN REAKTOR

Raktor I (30 : 35 : 20 : 15)

1. Perhitungan untuk media pasir halus

Diameter	= 0,20 mm = 0,00020 m
tinggi media	= 30 cm = 0,3 m
factor bentuk	= 0,98
porositas	= 0,38
dimensikolom reaktor	= 0,3 m x 0,3 m
kecepatan filtrasi	= 0,1 – 0,4 m/jam
vasumsi	= 0,2 m/jam= 5,55 x 10^{-5}m/dtk
Volume filter	= luas alas x tinggi = (0,3 m x 0,3 m) x 0,3 m = 0,027 m^3
Volume rongga	= volume filter x porositas = 0,027 m^3 x 0,38 = 0,01026 m^3

Dari volume rongga maka dapat dihitung :

$$A = \frac{volume\ rongga}{tinggi\ media} = \frac{0{,}01026\ m^3}{0{,}3\ m} = 0{,}0342\ m^2$$

Q = A x v = 0,0342 m^2 x 0,2 m/jam = 0,00684 m^3/jam

$$NRe = \frac{\rho . d . v_s}{\nu} = \frac{0{,}98 \times 0{,}0002\ m \times 5{,}55 \times 10^{-5}\ m/dtk}{0{,}9186 \times 10^{-6} m^2/dtk} = 0{,}011$$

C_D (koefisien drag) untuk nilai NRe<1 :

$$C_D = \frac{24}{NRe} = \frac{24}{0{,}011} = 2181{,}82$$

Kehilangan tekanan :

$$H_L = 1{,}067 \frac{C_D . L . v_s^2}{\rho . d . \varepsilon^4 . g} = 1{,}067 \frac{2181{,}82 \times 0{,}3 \times v_s^2}{0{,}98 \times 0{,}0002 \times 0{,}38^4 \times 9{,}81}$$

$$100 = 1{,}067 \frac{2181{,}82 \times 0{,}3 \times v_s^2}{0{,}98 \times 0{,}0002 \times 0{,}38^4 \times 9{,}81}$$

v_s= 2,31 x 10^{-5} m/dtk = 0,20 m/jam → OK (0,1 – 0,4 m/jam)

$$td = \frac{0{,}3m}{0{,}20\ m/jam} = 1{,}5\ jam$$

2. Perhitungan untuk media pasir kasar

Diameter	= 0,30 mm = 0,00030 m
Tinggi media	= 35 cm = 0,35 m
Faktor bentuk	= 0,98
porositas	= 0,38
dimensi kolom reaktor	= 0,3 m x 0,3 m
kecepatan filtrasi	= 0,1 – 0,4 m/jam
vasumsi	= 0,2 m/jam= 5,55 x 10^{-5}m/dtk
Volume filter	= luas alas x tinggi = (0,3 m x 0,3 m) x 0,35 m = 0,0315 m^3

Volume rongga = volume filter x porositas = 0,0315 m^3 x 0,38 = 0,01197 m^3

Dari volume rongga maka dapat dihitung :

$$A = \frac{volume\ rongga}{tinggi\ media} = \frac{0.1197\ m^3}{0.35\ m} = 0{,}0342\ m^2$$

Q = A x v = 0,0342 m^2 x 0,2 m/jam = 0,00684 m^3/jam

$$NRe = \frac{\rho . d . v_s}{\mu} = \frac{0{,}98 \times 0{,}0003\ m \times 5{,}55 \times 10^{-5}\ m/dtk}{0{,}9186 \times 10^{-6} m^2/dtk} = 0{,}017$$

C_D (koefisien drag) untuk nilaiNRe<1 :

$$C_D = \frac{24}{NRe} = \frac{24}{0{,}017} = 1411{,}76$$

Kehilangan tekanan :

$$H_L = 1{,}067 \frac{C_D . L . v_s^2}{C . d . \varepsilon^4 . g} = 1{,}067 \frac{1411{,}76 \times 0{,}35 \times v_s^2}{0{,}98 \times 0{,}0003 \times 0{,}38^4 \times 9{,}81}$$

$$100 = 1{,}067 \frac{1411{,}76 \times 0{,}35 \times v_s^2}{0{,}98 \times 0{,}0003 \times 0{,}38^4 \times 9{,}81}$$

v_s= 3,12 x 10^{-5} m/dtk = 0,27 m/jam → OK (0,1 – 0,4 m/jam)

$$td = \frac{0{,}35 m}{0{,}27 m/jam} = 1{,}3 \text{ jam}$$

3. Perhitungan untuk media karbon aktif

Diameter	= 0,20 mm = 0,00020 m
tinggi media	= 20 cm = 0,2 m
faktor bentuk	= 0,94
porositas	= 0,39
dimensikolom reaktor	= 0,3 m x 0,3 m
kecepatan filtrasi	= 0,1 – 0,4 m/jam
vasumsi	= 0,2 m/jam= 5,55 x 10^{-5}m/dtk

Volume filter = luas alas x tinggi = (0,3 m x 0,3 m) x 0,2 m = 0,018 m^3

Volume rongga = volume filter x porositas = 0,018 m^3 x 0,39 = 0,007 m^3

Dari volume rongga maka dapat dihitung :

$$A = \frac{volume\ rongga}{tinggi\ media} = \frac{0.007\ m^3}{0.3\ m} = 0{,}0234\ m^2$$

Q = A x v = 0,0234 m^2 x 0,2 m/jam = 0,00468 m^3/jam

$$NRe = \frac{\rho . d . v_s}{\mu} = \frac{0{,}98 \times 0{,}0002\ m \times 5{,}55 \times 10^{-5}\ m/dtk}{0{,}9186 \times 10^{-6} m^2/dtk} = 0{,}011$$

C_D (koefisien drag) untuk nilai NRe<1 :

$$C_D = \frac{24}{NRe} = \frac{24}{0{,}011} = 2181{,}82$$

Kehilangan tekanan :

$$H_L = 1{,}067 \frac{C_D . L . v_s^2}{0.d.\varepsilon^4 . g} = 1{,}067 \frac{2181{,}82 \times 0{,}2 \times v_s^2}{0{,}98 \times 0{,}0002 \times 0{,}38^4 \times 9{,}81}$$

$$100 = 1{,}067 \frac{2181{,}82 \times 0{,}2 \times v_s^2}{0{,}98 \times 0{,}0002 \times 0{,}38^4 \times 9{,}81}$$

v_s= 3,58 x 10^{-5} m/dtk = 0,31 m/jam → OK (0,1 – 0,4 m/jam)

td $= \frac{0{,}2m}{0{,}31m/jam}$ = 0,65 jam

4. Perhitungan untuk media kerikil

Diameter	= 3 mm = 0,0030 m
tinggi media	= 15 cm = 0,15 m
faktor bentuk	= 0,78
porositas	= 0,43
dimensi kolom reaktor	= 0,3 m x 0,3 m
kecepatan filtrasi	= 0,1 – 0,4 m/jam
vasumsi	= 0,2 m/jam= 5,55 x 10^{-5}m/dtk

Volume filter = luas alas x tinggi = (0,3 m x 0,3 m) x 0,15 m = 0,0135 m^3

Volume rongga = volume filter x porositas = 0,0135 m^3 x 0,43 = 0,0058 m^3

Dari volume rongga maka dapat dihitung :

$$A = \frac{volume\ rongga}{tinggi\ media} = \frac{0{,}0058\ m^3}{0{,}15\ m} = 0{,}0387\ m^2$$

Q = A x v = 0,0387 m^2 x 0,2 m/jam = 0,00774 m^3/jam

$$NRe = \frac{D.a.v_s}{v} = \frac{0{,}98 \times 0{,}003\ m \times 5{,}55 \times 10^{-5}\ m/dtk}{0{,}9186 \times 10^{-6} m^2/dtk} = 0{,}14$$

C_D (koefisien drag) untuk nilai NRe<1 :

$$C_D = \frac{24}{NRe} = \frac{24}{0{,}14} = 169{,}58$$

Kehilangan tekanan :

$$H_L = 1{,}067 \frac{C_D . L . v_s^2}{0.d.\varepsilon^4 . g} = 1{,}067 \frac{169{,}58 \times 0{,}05 \times v_s^2}{0{,}98 \times 0{,}003 \times 0{,}38^4 \times 9{,}81}$$

$$100 = 1{,}067 \frac{169{,}58 \times 0{,}05 \times v_s^2}{0{,}98 \times 0{,}003 \times 0{,}38^4 \times 9{,}81}$$

v_s= 5,78x 10^{-5} m/dtk = 0,5 m/jam

td $= \frac{0{,}15m}{0{,}5m/jam}$ = 0.3 jam

Total waktu detensi reaktor = (1,5 + 1,3 + 0,65 + 0.3) = 3,75 jam ≈ 4 jam

Raktor II (35 : 30 : 20 : 15)

1. Perhitungan untuk media pasir halus

Diameter	= 0,20 mm	= 0,00020 m
tinggi media	= 35 cm	= 0,35 m
factor bentuk	= 0,98	
porositas	= 0,38	
dimensi kolom reaktor	= 0,3 m x 0,3 m	
kecepatan filtrasi	= 0,1 – 0,4 m/jam	
vasumsi	= 0,2 m/jam= 5,55 x 10^{-5}m/dtk	

Volume filter = luas alas x tinggi = (0,3 m x 0,3 m) x 0,35 m = 0,0315 m^3

Volume rongga = volume filter x porositas = 0,0315 m^3 x 0,38 = 0,01197 m^3

Dari volume rongga maka dapat dihitung :

$$A = \frac{volume\ rongga}{tinggi\ media} = \frac{0.01197\ m^3}{0.3\ m} = 0{,}0399\ m^2$$

Q = A x v = 0,0399 m^2 x 0,2 m/jam = 0,00798 m^3/jam

$$NRe = \frac{\Phi . d . v_s}{\nu} = \frac{0.98\ x\ 0.0002\ m\ x\ 5.55\ x\ 10^{-5}\ m/dtk}{0.9186\ x\ 10^{-6}\ m^2/dtk} = 0{,}011$$

C_D (koefisien drag) untuk nilai NRe < 1 :

$$C_D = \frac{24}{NRe} = \frac{24}{0.011} = 2181{,}82$$

Kehilangan tekanan :

$$H_L = 1{,}067\ \frac{C_D . L . v_s^2}{\Phi . d . \varepsilon^4 . g} - 1{,}067\ \frac{2181.82\ x\ 0.35\ x\ v_s^2}{0.98\ x\ 0.0002\ x\ 0.38^4\ x\ 9.81}$$

$$100 = 1{,}067\ \frac{2181.82\ x\ 0.35\ x\ v_s^2}{0.98\ x\ 0.0002\ x\ 0.38^4\ x\ 9.81}$$

v_s= 1,97 x 10^{-5} m/dtk = 0,17 m/jam → OK (0,1 – 0,4 m/jam)

td $= \frac{0.35m}{0.17m/jam}$ = 2,05 jam

2. Perhitungan untuk media pasir kasar

Diameter	= 0,30 mm = 0,00030 m
Tinggi media	= 30 cm = 0,30 m
Faktor bentuk	= 0,98
porositas	= 0,38
dimensi kolom reaktor	= 0,3 m x 0,3 m
kecepatan filtrasi	= 0,1 – 0,4 m/jam
vasumsi	= 0,2 m/jam= 5,55 x 10^{-5}m/dtk

Volume filter = luas alas x tinggi = (0,3 m x 0,3 m) x 0,3 m = 0,027 m^3

Volume rongga = volume filter x porositas = 0,027 m^3 x 0,38 = 0,01026 m^3

Dari volume rongga maka dapat dihitung :

$$A = \frac{volume\ rongga}{tinggi\ media} = \frac{0.00855\ m^3}{0.25\ m} = 0{,}0342\ m^2$$

Q = A x v = 0,0342 m^2 x 0,2 m/jam = 0,00684 m^3/jam

$$NRe = \frac{\rho . d . v_s}{\nu} = \frac{0{,}98 \times 0{,}0003\ m \times 5{,}55 \times 10^{-5}\ m/dtk}{0{,}9186 \times 10^{-6} m^2/dtk} = 0{,}017$$

C_D (koefisien drag) untuk nilai NRe<1 :

$$C_D = \frac{24}{NRe} = \frac{24}{0{,}017} = 1411{,}76$$

Kehilangan tekanan :

$$H_L = 1{,}067 \frac{C_D . L . v_s^2}{\varepsilon . d . \varepsilon^4 . g} = 1{,}067 \frac{1411{,}76 \times 0{,}30 \times v_s^2}{0{,}98 \times 0{,}0003 \times 0{,}38^4 \times 9{,}81}$$

$$100 = 1{,}067 \frac{1411{,}76 \times 0{,}30 \times v_s^2}{0{,}98 \times 0{,}0003 \times 0{,}38^4 \times 9{,}81}$$

$v_s = 3{,}69 \times 10^{-5}$ m/dtk = 0,319 m/jam → OK (0,1 – 0,4 m/jam)

$$td = \frac{0{,}3m}{0{,}319m/jam} = 0{,}94 \text{ jam}$$

3. Perhitungan untuk media karbon aktif

Diameter	= 0,20 mm = 0,00020 m
tinggi media	= 20 cm = 0,2 m
faktor bentuk	= 0,94
porositas	= 0,39
dimensikolom reactor	= 0,3 m x 0,3 m
kecepatan filtrasi	= 0,1 – 0,4 m/jam
vasumsi	= 0,2 m/jam= $5{,}55 \times 10^{-5}$m/dtk

Volume filter = luas alas x tinggi = (0,3 m x 0,3 m) x 0,2 m = 0,018 m^3

Volume rongga = volume filter x porositas = 0,018 m^3 x 0,39 = 0,007 m^3

Dari volume rongga maka dapat dihitung :

$$A = \frac{volume\ rongga}{tinggi\ media} = \frac{0{,}007\ m^3}{0{,}3\ m} = 0{,}0234\ m^2$$

Q = A x v = 0,0234 m^2 x 0,2 m/jam = 0,00468 m^3/jam

$$NRe = \frac{\rho . d . v_s}{\nu} = \frac{0{,}98 \times 0{,}0002\ m \times 5{,}55 \times 10^{-5}\ m/dtk}{0{,}9186 \times 10^{-6} m^2/dtk} = 0{,}011$$

C_D (koefisien drag) untuk nilai NRe<1 :

$$C_D = \frac{24}{NRe} = \frac{24}{0{,}011} = 2181{,}82$$

Kehilangan tekanan :

$$H_L = 1{,}067 \frac{C_D . L . v_s^2}{\varepsilon . d . \varepsilon^4 . g} = 1{,}067 \frac{2181{,}82 \times 0{,}2 \times v_s^2}{0{,}98 \times 0{,}0002 \times 0{,}38^4 \times 9{,}81}$$

$$100 = 1{,}067 \frac{2181{,}82 \times 0{,}2 \times v_s^2}{0{,}98 \times 0{,}0002 \times 0{,}38^4 \times 9{,}81}$$

v_s= 3,58 x 10^{-5} m/dtk = 0,31 m/jam → OK (0,1 – 0,4 m/jam)

td $= \frac{0,2m}{0,31m/jam}$ = 0,65 jam

4. Perhitungan untuk media kerikil

Diameter	= 3 mm = 0,0030 m
tinggi media	= 15 cm = 0,15 m
faktor bentuk	= 0,78
porositas	= 0,43
dimensi kolom reaktor	= 0,3 m x 0,3 m
kecepatan filtrasi	= 0,1 – 0,4 m/jam
vasumsi	= 0,2 m/jam= 5,55 x 10^{-5}m/dtk

Volume filter = luas alas x tinggi = (0,3 m x 0,3 m) x 0,15 m = 0,0135 m^3

Volume rongga = volume filter x porositas = 0,0135 m^3 x 0,43 = 0,0058 m^3

Dari volume rongga maka dapat dihitung :

$$A = \frac{volume\ rongga}{tinggi\ media} = \frac{0,0058\ m^3}{0,15\ m} = 0,0387\ m^2$$

Q = A x v = 0,0387 m^2 x 0,2 m/jam = 0,00774 m^3/jam

$$NRe = \frac{D.d.v_s}{v} = \frac{0,98 \times 0,003\ m \times 5,55 \times 10^{-5}\ m/dtk}{0,9186 \times 10^{-6} m^2/dtk} = 0,14$$

C_D (koefisien drag) untuk nilai NRe<1 :

$$C_D = \frac{24}{NRe} = \frac{24}{0,14} = 169,58$$

Kehilangan tekanan :

$$H_L = 1,067 \frac{C_D.L.v_s^2}{D.d.\varepsilon^4.g} = 1,067 \frac{169,58 \times 0,05 \times v_s^2}{0,98 \times 0,003 \times 0,38^4 \times 9,81}$$

$$100 = 1,067 \frac{169,58 \times 0,05 \times v_s^2}{0,98 \times 0,003 \times 0,38^4 \times 9,81}$$

v_s= 5,78x 10^{-5} m/dtk = 0,5 m/jam

td $= \frac{0,15m}{0,5m/jam}$ = 0.3 jam

Total waktu detensi reaktor = (2,06 + 0,94 + 0,65 + 0.3) = 3,95 jam ≈ 4 jam

Raktor III (40 : 30 : 20 : 15)

1. Perhitungan untuk media pasir halus

Diameter	= 0,20 mm	= 0,00020 m
tinggi media	= 40 cm	= 0,40 m
factor bentuk	= 0,98	
porositas	= 0,38	
dimensi kolom reaktor	= 0,3 m x 0,3 m	
kecepatan filtrasi	= 0,1 – 0,4 m/jam	
vasumsi	= 0,2 m/jam= 5,55 x 10^{-5}m/dtk	

Volume filter = luas alas x tinggi = (0,3 m x 0,3 m) x 0,40 m = 0,036 m^3

Volume rongga = volume filter x porositas = 0,036 m^3 x 0,38 = 0,01368 m^3

Dari volume rongga maka dapat dihitung :

$$A = \frac{volume\ rongga}{tinggi\ media} = \frac{0{,}01368\ m^3}{0{,}3\ m} = 0{,}0456\ m^2$$

Q = A x v = 0,0456 m^2 x 0,2 m/jam = 0,00912 m^3/jam

$$NRe = \frac{\rho . d . v_s}{\nu} = \frac{0{,}98 \times 0{,}0002\ m \times 5{,}55 \times 10^{-5}\ m/dtk}{0{,}9186 \times 10^{-6}\ m^2/dtk} = 0{,}011$$

C_D (koefisien drag) untuk nilai NRe < 1 :

$$C_D = \frac{24}{NRe} = \frac{24}{0{,}011} = 2181{,}82$$

Kehilangan tekanan :

$$H_L = 1{,}067\ \frac{C_D . L . v_s^2}{\varepsilon . d . \varepsilon^4 . g} = 1{,}067\ \frac{2181{,}82 \times 0{,}4 \times v_s^2}{0{,}98 \times 0{,}0002 \times 0{,}38^4 \times 9{,}81}$$

$$100 = 1{,}067\ \frac{2181{,}82 \times 0{,}4 \times v_s^2}{0{,}98 \times 0{,}0002 \times 0{,}38^4 \times 9{,}81}$$

v_s= 1,74 x 10^{-5} m/dtk = 0,15 m/jam → OK (0,1 – 0,4 m/jam)

td $= \frac{0{,}40\ m}{0{,}15\ m/jam}$ = 2,67 jam

2. Perhitungan untuk media pasir kasar

Diameter	= 0,30 mm = 0,00030 m
Tinggi media	= 25 cm = 0,25 m
Faktor bentuk	= 0,98
porositas	= 0,38
dimensi kolom reaktor	= 0,3 m x 0,3 m
kecepatan filtrasi	= 0,1 – 0,4 m/jam
vasumsi	= 0,2 m/jam= 5,55 x 10^{-5}m/dtk

Volume filter = luas alas x tinggi = (0,3 m x 0,3 m) x 0,25 m = 0,0225 m^3

Volume rongga = volume filter x porositas = 0,0225 m^3 x 0,38 = 0,00855 m^3

Dari volume rongga maka dapat dihitung :

$$A = \frac{volume\ rongga}{tinggi\ media} = \frac{0{,}00855\ m^3}{0{,}25\ m} = 0{,}0342\ m^2$$

Q = A x v = 0,0342 m^2 x 0,2 m/jam = 0,00684 m^3/jam

$$NRe = \frac{\Phi . d . v_s}{v} = \frac{0{,}98 \times 0{,}0003\ m \times 5{,}55 \times 10^{-5}\ m/dtk}{0{,}9186 \times 10^{-6} m^2/dtk} = 0{,}017$$

C_D (koefisien drag) untuk nilai NRe < 1 :

$$C_D = \frac{24}{NRe} = \frac{24}{0{,}017} = 1411{,}76$$

Kehilangan tekanan :

$$H_L = 1{,}067 \frac{C_D . L . v_s^2}{\varepsilon . d . \varepsilon^4 . g} = 1{,}067 \frac{1411{,}76 \times 0{,}25 \times v_s^2}{0{,}98 \times 0{,}0003 \times 0{,}38^4 \times 9{,}81}$$

$$100 = 1{,}067 \frac{1411{,}76 \times 0{,}25 \times v_s^2}{0{,}98 \times 0{,}0003 \times 0{,}38^4 \times 9{,}81}$$

v_s= 3,47 x 10^{-5} m/dtk = 0,30 m/jam → OK (0,1 – 0,4 m/jam)

$$td = \frac{0{,}25 m}{0{,}30 m/jam} = 0{,}83 \text{ jam}$$

3. Perhitungan untuk media karbon aktif

Diameter	= 0,20 mm = 0,00020 m
tinggi media	= 20 cm = 0,2 m
faktor bentuk	= 0,94
porositas	= 0,39
dimensikolom reaktor	= 0,3 m x 0,3 m
kecepatan filtrasi	= 0,1 – 0,4 m/jam
vasumsi	= 0,2 m/jam= 5,55 x 10^{-5}m/dtk

Volume filter = luas alas x tinggi = (0,3 m x 0,3 m) x 0,2 m = 0,018 m^3

Volume rongga = volume filter x porositas = 0,018 m^3 x 0,39 = 0,007 m^3

Dari volume rongga maka dapat dihitung :

$$A = \frac{volume\ rongga}{tinggi\ media} = \frac{0{,}007\ m^3}{0{,}3\ m} = 0{,}0234\ m^2$$

Q = A x v = 0,0234 m^2 x 0,2 m/jam = 0,00468 m^3/jam

$$NRe = \frac{\Phi . d . v_s}{v} = \frac{0{,}98 \times 0{,}0002\ m \times 5{,}55 \times 10^{-5}\ m/dtk}{0{,}9186 \times 10^{-6} m^2/dtk} = 0{,}011$$

C_D (koefisien drag) untuk nilai NRe<1 :

$$C_D = \frac{24}{NRe} = \frac{24}{0{,}011} = 2181{,}82$$

Kehilangan tekanan :

$$H_L = 1{,}067 \frac{C_D . L . v_s^2}{C . d . \varepsilon^4 . g} - 1{,}067 \frac{2181{,}82 \times 0{,}2 \times v_s^2}{0{,}98 \times 0{,}0002 \times 0{,}38^4 \times 9{,}81}$$

$$100 = 1{,}067 \frac{2181{,}82 \times 0{,}2 \times v_s^2}{0{,}98 \times 0{,}0002 \times 0{,}38^4 \times 9{,}81}$$

v_s= 3,58 x 10^{-5} m/dtk = 0,31 m/jam → OK (0,1 – 0,4 m/jam)

td $= \frac{0{,}2m}{0{,}31m/jam}$ = 0,65 jam

4. Perhitungan untuk media kerikil

Diameter	= 3 mm = 0,0030 m
tinggi media	= 15 cm = 0,15 m
faktor bentuk	= 0,78
porositas	= 0,43
dimensi kolom reaktor	= 0,3 m x 0,3 m
kecepatan filtrasi	= 0,1 – 0,4 m/jam
vasumsi	= 0,2 m/jam= 5,55 x 10^{-5}m/dtk

Volume filter = luas alas x tinggi = (0,3 m x 0,3 m) x 0,15 m = 0,0135 m^3

Volume rongga = volume filter x porositas = 0,0135 m^3 x 0,43 = 0,0058 m^3

Dari volume rongga maka dapat dihitung :

$$A = \frac{volume\ rongga}{tinggi\ media} = \frac{0{,}0058\ m^3}{0{,}15\ m} = 0{,}0387\ m^2$$

Q = A x v = 0,0387 m^2 x 0,2 m/jam = 0,00774 m^3/jam

$$NRe = \frac{D . a . v_s}{\nu} = \frac{0{,}98 \times 0{,}003\ m \times 5{,}55 \times 10^{-5}\ m/dtk}{0{,}9186 \times 10^{-6} m^2/dtk} = 0{,}14$$

C_D (koefisien drag) untuk nilai NRe<1 :

$$C_D = \frac{24}{NRe} = \frac{24}{0{,}14} = 169{,}58$$

Kehilangan tekanan :

$$H_L = 1{,}067 \frac{C_D . L . v_s^2}{C . d . \varepsilon^4 . g} = 1{,}067 \frac{169{,}58 \times 0{,}05 \times v_s^2}{0{,}98 \times 0{,}003 \times 0{,}38^4 \times 9{,}81}$$

$$100 = 1{,}067 \frac{169{,}58 \times 0{,}05 \times v_s^2}{0{,}98 \times 0{,}003 \times 0{,}38^4 \times 9{,}81}$$

v_s= 5,78x 10^{-5} m/dtk = 0,5 m/jam

td $= \frac{0{,}15m}{0{,}5m/jam}$ = 0.3 jam

Total waktu detensi reaktor = (2,67 + 0,83 + 0,65 + 0.3) = 4,45 jam ≈ 4 jam

Metode Analisis COD (Chemical Oxygen Demand)

1. Metode

Closed Reflux Titrimetric

2. Prinsip

Senyawa organik dalam air dioksidasi oleh larutan kalium dikromat dalam suasana asam pada temperatur 150°C selama 2 jam. Kelebihan kalium dikromat (yang tidak tereduksi) dititrasi dengan larutan fero ammonium sulfat (FAS) memakai indikator feroin. Materi organik yang teroksidasi akan dikalkulasi dengan bentuk ekivalensi oksigen.

3. Pereaksi

3.1 Larutan standar kalium dikromat 0,0167 M

Tambahkan 4,193 gr $K_2Cr_2O_7$, yang sebelumnya telah dikeringkan pada suhu 103°C selama 2 jam, pada 500 ml air destilasi. Lalu tambahkan 167 ml H_2SO_4 pekat dan 3,3 gr $HgSO_4$. Larutkan dan dinginkan sampai temperatur kamar kemudian encerkan volumenya menjadi 1000 ml.

3.2 Pereaksi asam sulfat

Tambahkan Ag_2SO_4 (bentuk kristal atau bubuk) pada H_2SO_4 pekat dengan perbandingan 5,5 gr Ag_2SO_4 per Kg H_2SO_4. Biarkan selama 1 atau 2 hari hingga seluruh Ag_2SO_4 larut.

3.3 Larutan indikator feroin

Larutkan 1,485 gr 1,10-Phenantrolin monohidrat dan 695 mg $FeSO_4.7H_2O$ dalam air destilasi dan encerkan hingga volumenya 100 ml, lalu larutan indikator feroin diencerkan dengan perbandingan 1:4 (1 ml larutan indikator feroin dan 4 ml air destilasi) sebelum digunakan.

3.4 Larutan fero ammonium sulfat (FAS)

Larutkan 39,2 gr $Fe(NH_4)_2SO_4.6H_2O$ dalam air destilasi. Lalu tambahkan 20 ml H_2SO_4 pekat dan encerkan hingga volume 1000 ml. Larutan ini harus distandarisasi dengan cara sebagai berikut :

Masukkan 2,5 ml air destilasi, 1,5 ml kalium dikromat dan 3,5 ml pereaksi asam sulfat ke dalam tabung COD. Dinginkan pada temperatur kamar, kemudian tambahkan 1 sampai 2 tetes indikator feroin. Titrasi dengan FAS sampai berwarna merah kecoklatan. Molaritas FAS yang dipakai dapat dihitung dengan rumus :

Molaritas FAS = (ml $K_2Cr_2O_7$ x 0,1)/ml FAS

4. Cara Kerja

4.1 Cuci tabung COD dan rendam dalam 20% H_2SO_4 untuk penggunaan pertama kali

4.2 Masukkan 2,5 ml sampel, 1,5 ml kalium dikromat dan 3,5 ml pereaksi asam sulfat ke dalam tabung COD. Tutup tabung rapat-rapat dan kocok agar tercampur sempurna.

4.3 Masukkan pada pemanas COD mikro lalu panaskan pada suhu 150°C selama 2 jam.

4.4 Dinginkan pada suhu kamar. Kemudian tuangkan isinya ke dalam wadah yang lebih besar. Tambahkan 1 sampai 2 tetes indikator feroin. Titrasi dengan FAS. Titik akhir titrasi adalah terjadi perubahan warna dari biru kehijauan sampai berwarna merah kecoklatan. Catat ml FAS yang digunakan unuk titrasi.

4.5 Buat blangko dengan air destilasi sebagai pengganti sampel, lalu langkah-langkah pengerjaan di atas diulangi kembali. Catat ml FAS yang dipakai untuk titrasi blangko tersebut.

5. Perhitungan

COD (mg O_2/l) = (A-B) x M x 8000/ml sampel

Dengan penjelasan:

A = ml FAS yang dipakai untuk titrasi blangko

B = ml FAS yang dipakai untuk titrasi sampel

M = molaritas FAS

Metode Analisis TSS (Total Suspended Solid)

1. **Metode**

   Gravimetri

2. **Prinsip**

   Bila zat padat dalam sampel dipisahkan dengan menggunakan filter kertas atau filter fiber glass (serabut kaca) dan kemudian zat padat yang tertahan pada filter dikeringkan pada suhu 105°C. Maka berat residu sesudah pengeringan adalah zat padat tersuspensi.

3. **Peralatan**

   3.1 Cawan porselen

   3.2 Oven

   3.3 Desikator

   3.4 Neraca Analitis

   3.5 Filter kertas

4. **Cara Kerja**

   4.1 Panaskan filter kertas di dalam oven pada suhu 150°C selama 1 jam. Dinginkan dalam desikator selama 15 menit dan kemudian timbang dengan cepat. Pemanasan biasanya cukup 1 jam. Namun pemanasan perlu diulang sampai didapatkan berat yang konstan atau kehilangan berat sesudah pemanasan ulang kurang dari 0,5 mg.

   4.2 Sampel yang sudah dikocok merata, sebanyak 100 ml dipindahkan dengan menggunakan pipet, ke dalam alat penyaringan atau cawan yang sudah ada filter kertas di dalamnya. Kemudian saring.

   4.3 Filter kertas diambil dari alat penyaring dengan hati-hati dan masukan dalam oven untuk pemanasan pada suhu 105°C selama 1 jam. Dinginkan dalam desikator dan kemudian timbang dengan cepat.

5. Perhitungan

TSS (mg/l) = $\frac{000}{}$

Dimana :

a = berat filter dan residu sesudah pemanasan 105°C (mg)

b = berat filter kering (sesudah pemanasan) (mg)

c = volume sampel (ml)

Metode Analisis Minyak Lemak

1. **Metode**

   Gravimetri

2. **Prinsip**

   Minyak dan lemak dalam contoh uji air diekstraksi dengan pelarut organik dalam corong pisah. Untuk menghilangkan air yang masih tersisa sampel di oven pada suhu 105°C.

3. **Peralatan dan Bahan**

   3.1 Cawan porselen

   3.2 Oven

   3.3 Desikator

   3.4 Neraca Analitis

   3.5 Erlenmeyer

   3.6 Pipet volumetrik

   3.7 Tabung ekstraksi

   Bahan :

   3.8 Larutan Petroleum ether

   3.9 HCL 1 : 1

4. **Cara Kerja**

   4.1 Mengambil sample limbah 100 ml

   4.2 Dimasukan Hidroklorit 0,1 ml sampai terlarut

   4.3 Sampel di campurkan Petroleum Ether (PE) 10 ml,lalu didiamkan minimal selama 5 menit,setelah mengendap lapisan yang berada di atas diambil dan ditampung di dalam cawan yang sudah diketahui beratnya

   4.4 Sampel dimasukkan kedalam oven dengan suhu 105 °C selama 1 jam

   4.5 Sampel dinginkan di dalam desikator kemudian ditimbang

5. Perhitungan

Minyak Lemak (mg/l) = CI – CK x V

Dimana :

CI = berat cawan + ekstraksi (mg)

CK = berat cawan kosong (mg)

V = volume sampel (ml)

Metode Analisis Angka Permanganat (Bahan Organik)

1. **Metode**

   Titrasi permanganometri

2. **Prinsip**

   Zat organik dioksidasi oleh $KMnO_4$ berlebih dalam suasana asam dan panas

3. **Pereaksi**

   3.1 Larutan $KMnO_4$ 0,1 N

   3,16 gr $KMnO_4$ dilarutkan dalam air destilasi lalu diencerkan hingga volumenya tepat 1 liter.

   3.2 Larutan $KMnO_4$ 0,01 N

   100 ml larutan $KMnO_4$ 0,1 N dipipet, kemudian diencerkan dalam air destilasi hingga volumenya tepat 1 liter.

   3.3 Larutan asam oksalat ($H_2C_2O_4.2H_2O$) 0,1 N

   6,3 gr asam oksalat ditimbang dengan teliti, kemudian dilarutkan dalam air destilasi. Masukkan ke dalam labu ukur 1 liter.

   3.4 Larutan asam oksalat ($H_2C_2O_4.2H_2O$) 0,01 N

   100 ml larutan asam oksalat 0,1 N dipipet dan dimasukkan ke dalam labu ukur 1 liter,.

   3.5 Larutan H_2SO_4 8 N bebas zat organik

   222 ml H_2SO_4 pekat dituangkan sedikit demi sedikit ke dalam labu ukur 1000 ml yang sebelumnya telah diisi air suling. Dinginkan dan encerkan sampai 1 liter dalam labu ukur tersebut. Pindahkan ke gelas piala dan tetesi dengan larutan $KMnO_4$ 0,01 N sampai berwarna merah muda. Panaskan pada temperatur 80°C selama 10 menit, bila warna merah muda hilang selama pemanasan tambah kembali larutan $KMnO_4$ sampai warna stabil.

4. Cara Kerja

4.1 Pembebasan labu erlenmeyer dari zat organik

- 100 ml air keran dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer dan tambahkan beberapa batu didih.
- Tambahkan 5 ml H2SO4 8 N dan tetes demi tetes larutan $KMnO_4$ 0,01 N sampai cairan berwarna merah muda.
- Panaskan di atas hot plate dan biarkan mendidih selama 10 menit.
- Jika selama mendidih warna merah muda hilang, tambahkan lagi larutan $KMnO_4$ 0,01 N sampai warnanya tidak hilang. Lalu buang cairan dalam erlenmeyer. (dinginkan)

4.2 Pemeriksaan zat organik

- 100 ml contoh air dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer bebas zat organik
- Tambahkan 5 ml H_2SO_4 8 N dan tetes demi tetes larutan $KMnO_4$ 0,01 N sampai cairan berwarna merah muda.
- Panaskan di atas hot plate dan biarkan mendidih pada suhu 70°C.
- Jika selama mendidih warna merah muda hilang, tambahkan lagi larutan $KMnO_4$ 0,01 N sampai warnanya stabil. (± 5 menit) (dinginkan).
- Tambahkan 10 ml larutan baku $KMnO_4$ 0,01 N kemudian tambahkan lagi hingga mendidih selama 10 menit, suhu 100°C.
- Setelah itu tambahkan 10 ml larutan baku asam oksalat 0,01 N (temperatur 80-70°C)
- Selanjutnya titrasi dengan larutan baku $KMnO_4$ 0,01 N sampai menunjukkan warna merah muda.
- Catat volume $KMnO_4$ 0,01 N yang dibutuhkan (10 ml + ml titrasi), apabila pemakaian larutan baku $KMnO_4$ 0,01 N lebih dari 7 ml (titrasi), ulangi analisa dengan cara mengencerkan larutan uji.

4.3 Standardisasi $KMnO_4$

- Ukur 100 ml air suling secara duplo dan masukkan dalam erlenmeyer 250 ml, panaskan sampai suhu ± 70°C (dinginkan)
- Tambahkan 5 ml H_2SO_4 8 N bebas zat organik
- Tambahkan 10 ml larutan baku asam oksalat 0,01 N
- Titrasi dengan larutan baku $KMnO_4$ 0,01 N sampai menunjukkan warna merah muda.
- Catat volume $KMnO_4$ yang dibutuhkan untuk titrasi, apabila perbedaan pemakaian larutan baku lebih kecil atau = 0,1 ml maka hasilnya dirata-rata. (Nilai yang di dapat pada standardisasi $KMnO_4$ digunakan untuk perhitungan normalitas larutan baku $KMnO_4$)

5. Perhitungan

Mg/l $KMnO_4$ = [{10 + A) B – (0,1)} x 316] x p

Dengan penjelasan :

A = ml larutan baku $KMnO_4$ yang dipakai untuk titrasi (total)

B = normalitas larutan baku $KMnO_4$

$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$

Dengan penjelasan :

V_1 = ml larutan baku asam oksalat

V_2 = ml larutan baku $KMnO_4$ yang dipakai untuk titrasi

N_1 = normalitas larutan baku asam oksalat

N_2 = normalitas larutan baku $KMnO_4$ yang dicari

p = faktor pengenceran larutan uji

ANALISA COD

Reaktor I

Results for: MINITAB.MTW

Correlations: % Penyisihan COD, Waktu Pengambilan

Pearson correlation of % Penyisihan COD and Waktu Pengambilan = 0.992
P-Value = 0.008

Regression Analysis: % Penyisihan COD versus Waktu Pengambilan

The regression equation is
% Penyisihan COD = 52.8 + 1.47 Waktu Pengambilan

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	52.820	1.494	35.35	0.001
Waktu Pengambilan	1.4713	0.1364	10.79	0.008

S = 1.22011 R-Sq = 98.3% R-Sq(adj) = 97.5%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	173.17	173.17	116.32	0.008
Residual Error	2	2.98	1.49		
Total	3	176.14			

One-way ANOVA: % Penyisihan COD, Waktu Pengambilan

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	6620.0	6620.0	155.07	0.000
Error	6	256.1	42.7		
Total	7	6876.1			

S = 6.534 R-Sq = 96.27% R-Sq(adj) = 95.65%

Level	N	Mean	StDev
% Penyisihan COD	4	67.532	7.663
Waktu Pengambilan	4	10.000	5.164

```
Individual 95% CIs For Mean Based on
Pooled StDev
---------+---------+---------+---------+
                              (---*---)
(---*---)
---------+---------+---------+---------+
        20        40        60        80
```

Pooled StDev = 6.534

Reaktor II

Results for: MINITAB.MTW

Correlations: % Penyisihan COD, Waktu Pengambilan

```
Pearson correlation of % Penyisihan COD and Waktu Pengambilan = 0.970
P-Value = 0.030
```

Regression Analysis: % Penyisihan COD versus Waktu Pengambilan

```
The regression equation is
% Penyisihan COD = 56.8 + 1.23 Waktu Pengambilan


Predictor            Coef  SE Coef      T      P
Constant           56.835    2.382  23.86  0.002
Waktu Pengambilan  1.2260   0.2175   5.64  0.030


S = 1.94505   R-Sq = 94.1%   R-Sq(adj) = 91.1%


Analysis of Variance

Source          DF      SS      MS      F      P
Regression       1  120.25  120.25  31.78  0.030
Residual Error   2    7.57    3.78
Total            3  127.81
```

One-way ANOVA: % Penyisihan COD, Waktu Pengambilan

```
Source  DF      SS      MS       F      P
Factor   1  6984.4  6984.4  201.66  0.000
Error    6   207.8    34.6
Total    7  7192.3

S = 5.885   R-Sq = 97.11%   R-Sq(adj) = 96.63%


                                      Individual 95% CIs For Mean Based on
                                      Pooled StDev
Level              N    Mean  StDev  ---------+---------+---------+---------+
% Penyisihan COD   4  69.095  6.527                                (---*--)
Waktu Pengambilan  4  10.000  5.164  (---*---)
                                      ---------+---------+---------+---------+
                                               20        40        60        80

Pooled StDev = 5.885
```

Reaktor III

Results for: MINITAB.MTW

Correlations: % Penyisihan COD, Waktu Pengambilan

```
Pearson correlation of % Penyisihan COD and Waktu Pengambilan = 0.981
P-Value = 0.019
```

Regression Analysis: % Penyisihan COD versus Waktu Pengambilan

```
The regression equation is
% Penyisihan COD = 58.0 + 1.26 Waktu Pengambilan


Predictor            Coef  SE Coef      T      P
Constant           58.015    1.957  29.64  0.001
Waktu Pengambilan  1.2640   0.1787   7.07  0.019


S = 1.59825   R-Sq = 96.2%   R-Sq(adj) = 94.2%


Analysis of Variance

Source          DF      SS      MS      F      P
Regression       1  127.82  127.82  50.04  0.019
Residual Error   2    5.11    2.55
Total            3  132.92
```

One-way ANOVA: % Penyisihan COD, Waktu Pengambilan

```
Source  DF      SS      MS       F      P
Factor   1  7358.1  7358.1  207.34  0.000
Error    6   212.9    35.5
Total    7  7571.0

S = 5.957   R-Sq = 97.19%   R-Sq(adj) = 96.72%


                                      Individual 95% CIs For Mean Based on
                                      Pooled StDev
Level              N    Mean  StDev  ---------+---------+---------+---------+
% Penyisihan COD   4  70.655  6.656                                 (--*---)
Waktu Pengambilan  4  10.000  5.164  (---*---)
                                      ---------+---------+---------+---------+
                                               20        40        60        80

Pooled StDev = 5.957
```

ANALISA TSS

Reaktor I

Correlations: % Penyisihan TSS, Waktu Pengambilan

Pearson correlation of % Penyisihan TSS and Waktu Pengambilan = 0.984
P-Value = 0.016

Regression Analysis: % Penyisihan TSS versus Waktu Pengambilan

The regression equation is
% Penyisihan TSS = 86.6 + 0.625 Waktu Pengambilan

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	86.5600	0.8789	98.49	0.000
Waktu Pengambilan	0.62525	0.08023	7.79	0.016

S = 0.717590 R-Sq = 96.8% R-Sq(adj) = 95.2%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	31.275	31.275	60.74	0.016
Residual Error	2	1.030	0.515		
Total	3	32.305			

One-way ANOVA: % Penyisihan TSS, Waktu Pengambilan

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	13715.8	13715.8	732.78	0.000
Error	6	112.3	18.7		
Total	7	13828.1			

S = 4.326 R-Sq = 99.19% R-Sq(adj) = 99.05%

Level	N	Mean	StDev
% Penyisihan TSS	4	92.813	3.282
Waktu Pengambilan	4	10.000	5.164

```
Individual 95% CIs For Mean Based on
Pooled StDev
--------+---------+---------+---------+-
                                  (-*-)
(-*-)
--------+---------+---------+---------+-
       25        50        75       100
```

Pooled StDev = 4.326

Reaktor I I

Results for: MINITAB.MTW

Correlations: % Penyisihan TSS, Waktu Pengambilan

```
Pearson correlation of % Penyisihan TSS and Waktu Pengambilan = 0.993
P-Value = 0.007
```

Regression Analysis: % Penyisihan TSS versus Waktu Pengambilan

```
The regression equation is
% Penyisihan TSS = 86.8 + 0.630 Waktu Pengambilan


Predictor             Coef  SE Coef       T      P
Constant           86.8500   0.5728  151.64  0.000
Waktu Pengambilan  0.63000  0.05229   12.05  0.007


S = 0.467654   R-Sq = 98.6%   R-Sq(adj) = 98.0%


Analysis of Variance

Source          DF      SS      MS       F      P
Regression       1  31.752  31.752  145.19  0.007
Residual Error   2   0.437   0.219
Total            3  32.189
```

One-way ANOVA: % Penyisihan TSS, Waktu Pengambilan

```
Source  DF       SS       MS       F      P
Factor   1  13827.8  13827.8  739.53  0.000
Error    6    112.2     18.7
Total    7  13940.0

S = 4.324   R-Sq = 99.20%   R-Sq(adj) = 99.06%


                                      Individual 95% CIs For Mean Based on
                                      Pooled StDev
Level              N    Mean  StDev  --------+---------+---------+---------+-
% Penyisihan TSS   4  93.150  3.276                                  (-*-)
Waktu Pengambilan  4  10.000  5.164  (-*-)
                                      --------+---------+---------+---------+-
                                             25        50        75       100

Pooled StDev = 4.324
```

Reaktor III

Results for: MINITAB.MTW

Correlations: % Penyisihan TSS, Waktu Pengambilan

```
Pearson correlation of % Penyisihan TSS and Waktu Pengambilan = 0.997
P-Value = 0.003
```

Regression Analysis: % Penyisihan TSS versus Waktu Pengambilan

```
The regression equation is
% Penyisihan TSS = 88.7 + 0.536 Waktu Pengambilan


Predictor             Coef  SE Coef       T      P
Constant           88.7100   0.3159  280.79  0.000
Waktu Pengambilan  0.53550  0.02884   18.57  0.003


S = 0.257953   R-Sq = 99.4%   R-Sq(adj) = 99.1%


Analysis of Variance

Source          DF      SS      MS       F      P
Regression       1  22.941  22.941  344.77  0.003
Residual Error   2   0.133   0.067
Total            3  23.074
```

One-way ANOVA: % Penyisihan TSS, Waktu Pengambilan

```
Source  DF       SS       MS       F      P
Factor   1  14133.8  14133.8  822.74  0.000
Error    6    103.1     17.2
Total    7  14236.9

S = 4.145   R-Sq = 99.28%   R-Sq(adj) = 99.16%


                                     Individual 95% CIs For Mean Based on
                                     Pooled StDev
Level              N    Mean  StDev  --------+---------+---------+---------+-
% Penyisihan TSS   4  94.065  2.773                                   (-*-)
Waktu Pengambilan  4  10.000  5.164  (-*-)
                                     --------+---------+---------+---------+-
                                            25        50        75       100

Pooled StDev = 4.145
```

ANALISA minyak lemak

Reaktor I

Results for: MINITAB.MTW

Correlations: % Penyisihan Minyak lemak, Waktu Pengambilan

Pearson correlation of % Penyisihan Minyak lemak and Waktu Pengambilan = 0.998
P-Value = 0.002

Regression Analysis: % Penyisihan Minyak lemak versus Waktu Pengambilan

The regression equation is
% Penyisihan Minyak lemak = 64.4 + 0.888 Waktu Pengambilan

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	64.4000	0.4463	144.29	0.000
Waktu Pengambilan	0.88750	0.04074	21.78	0.002

S = 0.364417 R-Sq = 99.6% R-Sq(adj) = 99.4%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	63.013	63.013	474.49	0.002
Residual Error	2	0.266	0.133		
Total	3	63.278			

One-way ANOVA: % Penyisihan Minyak lemak, Waktu Pengambilan

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	8007.5	8007.5	335.32	0.000
Error	6	143.3	23.9		
Total	7	8150.7			

S = 4.887 R-Sq = 98.24% R-Sq(adj) = 97.95%

Level	N	Mean	StDev
% Penyisihan Minyak lema	4	73.275	4.593
Waktu Pengambilan	4	10.000	5.164

```
                          Individual 95% CIs For Mean Based on
                          Pooled StDev
Level                     --------+---------+---------+---------+-
% Penyisihan Minyak lema                                  (--*--)
Waktu Pengambilan         (--*--)
                          --------+---------+---------+---------+-
                                 20        40        60        80
```

Pooled StDev = 4.887

Reaktor II

Results for: MINITAB.MTW

Correlations: % Penyisihan Minyak lemak, Waktu Pengambilan

```
Pearson correlation of % Penyisihan Minyak lemak and Waktu Pengambilan = 0.993
P-Value = 0.076
```

Regression Analysis: % Penyisihan Minyak lemak versus Waktu Pengambilan

```
The regression equation is
% Penyisihan Minyak lemak = 57.8 + 1.77 Waktu Pengambilan


Predictor            Coef  SE Coef      T      P
Constant           57.777    1.840  31.41  0.020
Waktu Pengambilan  1.7663   0.2129   8.30  0.076


S = 1.20433   R-Sq = 98.6%   R-Sq(adj) = 97.1%


Analysis of Variance

Source          DF       SS      MS      F      P
Regression       1   99.828  99.828  68.83  0.076
Residual Error   1    1.450   1.450
Total            2  101.279
```

One-way ANOVA: % Penyisihan Minyak lemak, Waktu Pengambilan

```
Source  DF      SS      MS       F      P
Factor   1  6126.1  6126.1  183.86  0.000
Error    4   133.3    33.3
Total    5  6259.4

S = 5.772   R-Sq = 97.87%   R-Sq(adj) = 97.34%


Level                      N    Mean  StDev
% Penyisihan Minyak lema   3  71.907  7.116
Waktu Pengambilan          3   8.000  4.000

                           Individual 95% CIs For Mean Based on
                           Pooled StDev
Level                      -+---------+---------+---------+--------
% Penyisihan Minyak lema                                (---*--)
Waktu Pengambilan          (---*---)
                           -+---------+---------+---------+--------
                            0         25        50        75

Pooled StDev = 5.772
```

Reaktor III

Results for: MINITAB.MTW

Correlations: % Penyisihan Minyak lemak, Waktu Pengambilan

```
Pearson correlation of % Penyisihan Minyak lemak and Waktu Pengambilan = 0.994
P-Value = 0.006
```

Regression Analysis: % Penyisihan Minyak lemak versus Waktu Pengambilan

```
The regression equation is
% Penyisihan Minyak lemak = 64.8 + 0.937 Waktu Pengambilan


Predictor             Coef  SE Coef      T      P
Constant           64.8300   0.8111  79.93  0.000
Waktu Pengambilan  0.93675  0.07405  12.65  0.006


S = 0.662280   R-Sq = 98.8%   R-Sq(adj) = 98.1%


Analysis of Variance

Source          DF      SS      MS       F      P
Regression       1  70.200  70.200  160.05  0.006
Residual Error   2   0.877   0.439
Total            3  71.077
```

One-way ANOVA: % Penyisihan Minyak lemak, Waktu Pengambilan

```
Source  DF      SS      MS       F      P
Factor   1  8242.6  8242.6  327.35  0.000
Error    6   151.1    25.2
Total    7  8393.7

S = 5.018   R-Sq = 98.20%   R-Sq(adj) = 97.90%


Level                      N    Mean  StDev
% Penyisihan Minyak lema   4  74.198  4.867
Waktu Pengambilan          4  10.000  5.164

                           Individual 95% CIs For Mean Based on
                           Pooled StDev
Level                      --------+---------+---------+---------+-
% Penyisihan Minyak lema                                  (--*--)
Waktu Pengambilan          (--*--)
                           --------+---------+---------+---------+-
                                  20        40        60        80

Pooled StDev = 5.018
```