

**PENGOLAHAN AIR LIMBAH RUMAH TANGGA
MENGUNAKAN BIOFILTER DENGAN MEDIA
PASIR DAN BATU APUNG**

Oleh :

MAHATMA TRI HANDIKA

01.26.054



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2009**

2000

МОНГОЛ УИХАГЫН ХӨДӨӨ АЖ АХАЙ
УСГААГАЙН ХАРИУЦАГЧИЙН ТӨСӨВ
УСГААГАЙН ХАРИУЦАГЧИЙН ТӨСӨВ
УСГААГАЙН ХАРИУЦАГЧИЙН ТӨСӨВ

ИЛИ МАГВИД
БЕВЬУСТАКАМ
МИГК

01/30/00

УСГААГАЙН ХАРИУЦАГЧИЙН ТӨСӨВ
УСГААГАЙН ХАРИУЦАГЧИЙН ТӨСӨВ

УСГААГАЙН ХАРИУЦАГЧИЙН ТӨСӨВ
УСГААГАЙН ХАРИУЦАГЧИЙН ТӨСӨВ
УСГААГАЙН ХАРИУЦАГЧИЙН ТӨСӨВ

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

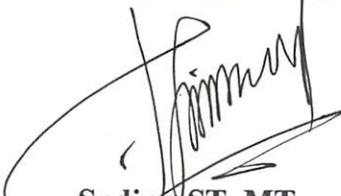
**PENGOLAHAN AIR LIMBAH RUMAH TANGGA
MENGUNAKAN BIOFILTER DENGAN MEDIA
PASIR DAN BATU APUNG**

Oleh:

**MAHATMA TRI HANDIKA
01.26.054**

**Menyetujui :
Tim Pembimbing**

Dosen Pembimbing I


Sudiro, ST, MT
NIP. Y.103 990 0327

Dosen Pembimbing II


DR.Ir. Hery Setyobudiarso, MSc
NIP. 131 965 844

**Mengetahui
Ketua Jurusan/Prodi Teknik Lingkungan**


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

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

**PENGOLAHAN AIR LIMBAH RUMAH TANGGA
MENGUNAKAN BIOFILTER DENGAN MEDIA
PASIR DAN BATU APUNG**

Oleh:

**MAHATMA TRI HANDIKA
01.26.054**

Telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji pada Ujian Komprehensif Skripsi Jurusan /Program Studi Teknik Lingkungan Jenjang Strata satu (S1), dan diterima untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Tanggal 14 Oktober 2009.

**Mengetahui
Panitia Ujian Komprehensif Skripsi**

Ketua



Ir. Agus Santoso, MT
NIP.P.101.870.0155

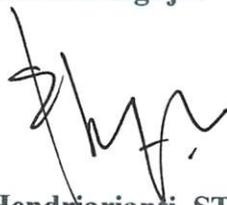
Sekretaris



Candra Dwi Ratna, ST.MT.
NIP.Y.103.000.0349

Dewan Penguji

Dosen Penguji I



Evy Hendriarianti, ST, MMT
NIP.P. 103 030 0382

Dosen Penguji II



Candra Dwi Ratna, ST.MT.
NIP.Y.103.000.0349

ABSTRAKSI

Limbah cair rumah tangga merupakan sisa buangan hasil suatu proses yang sudah tidak dipergunakan lagi berasal dari dapur, kamar mandi, cucian, limbah bekas industri rumah tangga dan kotoran manusia. Salah satu pengolahan secara sederhana dengan menggunakan *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)* yang memanfaatkan media pasir dan batu apung sebagai media filter melalui proses seeding (pembenihan) dan aklimatisasi dulu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar efektifitas *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)* dengan media pasir dan batu apung yang digunakan dalam mengolah limbah cair rumah tangga.

Penelitian ini dilakukan menggunakan *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)* dengan media pasir dan batu apung. Variasi media pasir dan batu apung memakai ukuran diameter yang sama yaitu 2-3 mm. Sedangkan untuk variasi ketinggian media pasir 0,4m, batu apung 0,4m, pasir 0,2m : batu apung 0,2m, pasir 0,1m : batu apung 0,1m : pasir 0,1m : batu apung 0,1m. Untuk variasi waktu operasional *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)* dari 6 jam, 12 jam, dan 18 jam dimulai saat air limbah rumah tangga masuk pada alat *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)*. Metode analisis yang dipakai untuk mengetahui BOD dan COD digunakan spektrofotometri dan TSS digunakan metode APHA. Ed. 20.2540 D, 1998.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)* dengan media pasir dan batu apung memiliki kemampuan dalam menurunkan kandungan BOD, COD dan TSS. Persentase penurunan konsentrasi BOD tertinggi pada variasi diameter 2-3mm dengan ketinggian media 0,4m pasir pada waktu operasional 6 jam dengan nilai persentase 28,04%. Untuk persentase penurunan konsentrasi COD tertinggi pada variasi diameter 2-3mm dengan ketinggian media 0,1m pasir : 0,1m batu apung : 0,1m pasir : 0,1m batu apung pada waktu operasional 18 jam dengan nilai persentase 31,03%. Sedangkan persentase penurunan konsentrasi TSS tertinggi pada variasi diameter 2-3mm dengan ketinggian media 0,4m pasir pada waktu operasional 6 jam dengan nilai persentase 40,61%.

Kata kunci : *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)*, BOD, COD, Air limbah rumah tangga, TSS.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan atas kehadiran ALLAH SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul *“Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga Menggunakan Biofilter Dengan Media Pasir Dan Batu Apung”* tepat waktunya.

Skripsi ini disusun setelah melalui penelitian, analisa data dan pembahasan dari data yang telah diperoleh dari penelitian. Skripsi ini dapat terselesaikan berkat bantuan, kerja sama dan bimbingan dari semua pihak, karena itu dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Bapak Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, MSi selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
2. Bapak Sudiro, ST. MT, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
3. Chandra Dwiratna, ST. MT ,selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang dan selaku dosen pembahas yang telah memberikan masukan, kritikan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
4. Bapak Hardianto, ST. MT. selaku dosen pembahas dan Kepala Laboratorium Teknik Lingkungan yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini
5. Temen-temen Teknik Lingkungan khususnya Angkatan '01 dan semua pihak yang telah ikut membantu dalam proses penyelesaian laporan skripsi ini.

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

Dan akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi almamater, khususnya para rekan-rekan mahasiswa Teknik Lingkungan ITN Malang.

Malang, September 2009

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN

| | |
|----------------------|-----|
| ABSTRAKSI..... | i |
| ABSTRACT | ii |
| KATA PENGANTAR | iii |
| DAFTAR ISI..... | iv |
| DAFTAR TABEL..... | vii |
| DAFTAR GAMBAR..... | ix |

BAB I. PENDAHULUAN

| | |
|------------------------------|---|
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3. Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 2 |
| 1.5. Ruang Lingkup..... | 2 |

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

| | |
|---|----|
| 2.1. Air Limbah | 3 |
| 2.1.1 Definisi..... | 3 |
| 2.1.2 Sumber dari air limbah..... | 3 |
| 2.1.3 Sifat-sifat air limbah..... | 3 |
| 2.1.4 Parameter air limbah | 5 |
| 2.1.5 Pengelolaan air limbah..... | 7 |
| 2.1.5.1 Pengolahan Biologis..... | 7 |
| 2.2. Anaerobik Baffle Reaktor | 7 |
| 2.3. Proses Anaerobik | 8 |
| 2.3.1 Boidegradasi secara anaerobic | 8 |
| 2.4. Seeding dan aklimatisasi | 9 |
| 2.5. Jumlah Lumpur | 9 |
| 2.6. Karakteristik media | 10 |

| | |
|--|----|
| 2.6.1. Pasir..... | 10 |
| 2.6.2 Batu apung | 10 |
| 2.7. Hidrolika filtrasi | 11 |
| 2.8. Metode pengolahan data | 13 |
| 2.8.1. Statistik deskriptif | 13 |
| 2.8.2. Statistik inferensi..... | 15 |
| 2.9. Generalisasi dan kesimpulan analisis data | 18 |

BAB III. METODE PENELITIAN

| | |
|-------------------------------------|----|
| 3.1. Jenis Penelitian..... | 19 |
| 3.2. Rancangan Penelitian | 19 |
| 3.3. Variabel Penelitian | 19 |
| 3.3.1. Variabel Terikat | 19 |
| 3.3.2. Variabel Bebas | 19 |
| 3.4. Alat dan Bahan Penelitian..... | 20 |
| 3.4.1. Bahan yang digunakan | 20 |
| 3.4.2. Alat yang digunakan | 20 |
| 3.4.3. Rancangan Alat | 22 |
| 3.5. Prosedur Penelitian..... | 22 |
| 3.6. Analisis Data | 23 |
| 3.7. Diagram Alur Penelitian | 24 |

BAB IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

| | |
|---|----|
| 4.1. Karakteristik Limbah Rumah Tangga..... | 25 |
| 4.2. Proses Seeding dan Aklimatisasi | 25 |
| 4.2.1. Proses Seeding | 25 |
| 4.2.2. Penyisihan Bahan Organik Pada Tahap Aklimatisasi | 26 |
| 4.3. Hasil Penelitian | 29 |
| 4.4. Analisis Konsentrasi Persen Removal | 31 |
| 4.4.1. Analisis Konsentrasi Persen Removal BOD | 31 |
| 4.4.2. Analisis Konsentrasi Persen Removal COD | 32 |

| | |
|---|----|
| 4.4.3. Analisis Konsentrasi Persen Removal TSS..... | 34 |
| 4.5. Analisis Statistik..... | 35 |
| 4.5.1. Analisis Anova BOD..... | 35 |
| 4.5.2. Analisis Anova COD..... | 36 |
| 4.5.3. Analisis Anova TSS | 37 |
| 4.6. Analisis Korelasi | 37 |
| 4.6.1. Analisis Korelasi BOD..... | 37 |
| 4.6.2. Analisis Korelasi COD..... | 39 |
| 4.6.3. Analisis Korelasi TSS | 40 |
| 4.7. Analisis Regresi | 41 |
| 4.7.1. Analisis Regresi BOD | 41 |
| 4.7.2. Analisis Regresi COD..... | 43 |
| 4.7.3. Analisis Regresi TSS..... | 46 |
| 4.8. Pembahasan..... | 48 |
| 4.8.1. Penurunan Konsentrasi BOD | 48 |
| 4.8.2 Penurunan Konsentrasi COD | 50 |
| 4.8.3. Penurunan Konsentrasi TSS..... | 52 |

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

| | |
|----------------------|----|
| 5.1 Kesimpulan | 55 |
| 5.2 Saran..... | 56 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Koefisien Korelasi <i>Guilford</i> | 16 |
| Tabel 4.1. Karakteristik Awal Air Limbah Rumah Tangga..... | 25 |
| Tabel 4.2 Data Konsentrasi Akhir Kandungan Organik Proses Aklimatisasi Pada Reaktor..... | 26 |
| Tabel 4.3 Nilai Akhir Konsentrasi BOD Pada Air Limbah Rumah Tangga..... | 29 |
| Tabel 4.4 Nilai Akhir Konsentrasi COD Pada Air Limbah Rumah Tangga..... | 30 |
| Tabel 4.5 Nilai Akhir Konsentrasi TSS Pada Air Limbah Rumah Tangga | 30 |
| Tabel 4.6 Persentase Penyisihan BOD..... | 31 |
| Tabel 4.7. Persentase Penyisihan COD..... | 33 |
| Tabel 4.8 Persentase Penyisihan TSS | 34 |
| Tabel 4.9 Hasil Uji Anova % Penurunan BOD Dengan Menggunakan Media Pasir Dan Batu Apung | 35 |
| Tabel 4.10 Hasil Uji Anova % Penurunan COD Dengan Menggunakan Media Pasir Dan Batu Apung | 36 |
| Tabel 4.11 Hasil Uji Anova % Penurunan TSS Dengan Menggunakan Media Pasir Dan Batu Apung | 37 |
| Tabel 4.12 Korelasi Antara Persentase Penurunan Kandungan BOD Waktu Operasional Dan Perbandingan Ketinggian Media Pasir Dan Batu Apung | 38 |
| Tabel 4.13 Korelasi Antara Persentase Penurunan Kandungan COD Waktu Operasional Dan Perbandingan Ketinggian Media Pasir Dan Batu Apung | 39 |

| | |
|---|-----------|
| Tabel 4.14 Korelasi Antara Persentase Penurunan Kandungan TSS Waktu Operasional Dan Perbandingan Ketinggian Media Pasir Dan Batu Apung | 40 |
| Tabel 4.15 Koefisien Persamaan Regresi Persentase Penurunan Kandungan BOD Pada Proses Biofilter Dengan Menggunakan Media Pasir dan Batu Apung..... | 41 |
| Tabel 4.16 Hasil Uji Kelinieran Analisis Regresi Persentase Penurunan Kandungan BOD Pada Proses Biofilter Menggunakan Pasir dan Batu Apung | 43 |
| Tabel 4.17 Koefisien Persamaan Regresi Persentase Penurunan Kandungan COD Pada Proses Biofilter Dengan Menggunakan Media Pasir dan Batu Apung..... | 44 |
| Tabel 4.18 Hasil Uji Kelinieran Analisis Regresi Persentase Penurunan Kandungan COD Pada Proses Biofilter Menggunakan Pasir dan Batu Apung | 45 |
| Tabel 4.19 Koefisien Persamaan Regresi Persentase Penurunan Kandungan TSS Pada Proses Biofilter Dengan Menggunakan Media Pasir dan Batu Apung..... | 46 |
| Tabel 4.20 Hasil Uji Kelinieran Analisis Regresi Persentase Penurunan Kandungan TSS Pada Proses Biofilter Menggunakan Pasir dan Batu Apung | 47 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1. Bentuk Batu Apung..... | 10 |
| Gambar 2.2. Diagram Kontrol <i>Shewhart</i> | 14 |
| Gambar 3.1. Skema Instalasi ABR | 20 |
| Gambar 4.1. % Penyisihan Bahan Organik Pada Saat Proses Aklimatisasi | 27 |
| Gambar 4.2. Grafik Persentase Removal BOD Dengan Waktu Tinggal Pada Masing-masing Media | 32 |
| Gambar 4.3. Grafik % Removal COD Dengan Waktu Tinggal Pada Masing-masing Media..... | 34 |
| Gambar 4.4. Grafik % Removal TSS Dengan Waktu Tinggal Pada Masing-masing Media..... | 35 |

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki 6 % potensi air dunia atau 21 % potensi air di Asia Pasifik. Tapi ironisnya, setiap tahun Indonesia mengalami krisis air bersih secara kualitas maupun kuantitas. Sumber air alam semakin menyusut dan air bersih olahan semakin mahal. Sebanyak 13 sungai yang melewati ibukota Indonesia bahkan tercemar bakteri E-coli, termasuk 70% air tanahnya.

Data Badan Pusat Statistik tahun 2004 (BPS) menunjukkan bahwa tingkat akses pelayanan air bersih baru mencapai 39% penduduk perkotaan. Di perkotaan yang padat penduduk, dengan rumah-rumah penduduk yang berdekatan, menyebabkan pembuangan kotoran manusia, sampah, dan air limbah rumah tangga mencemari sumber air tanah sehingga tidak layak sebagai air bersih untuk minum dan memasak maupun mencuci bahan makanan.

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

Limbah cair rumah tangga merupakan sisa buangan hasil suatu proses yang sudah tidak dipergunakan lagi berasal dari dapur, kamar mandi, cucian, limbah bekas industri rumah tangga dan kotoran manusia. 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 sukar untuk dihilangkan dan berbahaya. Oleh sebab itu air limbah harus diolah agar tidak mencemari dan tidak membahayakan lingkungan sekitarnya. Pengolahan air limbah rumah tangga juga dapat digunakan sebagai langkah konsentrasi sumber daya air.

Pengelolaan yang paling sederhana ialah pengelolaan dengan menggunakan pasir dan batu apung melalui bak penangkapan pasir dan saringan. Benda yang melayang dapat dihilangkan oleh bak pengendap yang dibuat khusus untuk menghilangkan minyak dan lemak. Lumpur dari bak pengendap yang pertama dibuat stabil dalam bak pembusukan lumpur, dimana lumpur menjadi semakin pekat dan stabil, kemudian dikeringkan dan dibuang.

I.2 Rumusan Masalah

Seberapa besar efektifitas Biofilter dengan media pasir dan batu apung dalam mengolah limbah cair rumah tangga . . . ?

I.3 Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui seberapa besar efektifitas Biofilter dengan media pasir dan batu apung yang digunakan dalam mengolah limbah cair rumah tangga.

I.4 Manfaat Penelitian

1. Mencari alternatif pengolahan limbah yang mudah dan murah
2. Mengolah limbah sebelum dibuang ke badan air
3. Menambah pengetahuan masyarakat dalam mengolah limbah rumah tangga secara sederhana agar dapat dimanfaatkan dan memberikan alternatif pengolahan air limbah sehingga tercipta lingkungan yang sehat

I.5 Ruang Lingkup

1. Air limbah yang dipergunakan adalah limbah rumah tangga yang diambil dari daerah Sawojajar.
2. Parameter yang diuji adalah BOD, COD, dan TSS.
3. Media filter yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir dan batu apung.
4. Jenis media yang digunakan untuk setiap perlakuan adalah single media dan kombinasi dari media tersebut
5. Pembuatan baffle filter reaktor dalam skala laboratorium.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Limbah

2.1.1 Definisi

Air limbah merupakan kotoran yang berasal dari masyarakat, rumah tangga, industri air tanah, air permukaan serta buangan lainnya, dengan demikian air buangan ini merupakan hal yang bersifat kotoran umum.

Menurut Eddy and Metcalf (2003), Air Buangan adalah kombinasi dari cairan dan sampah-sampah cair yang berasal dari daerah pemukiman, perdagangan, perkantoran dan industri, bersama-sama dengan air tanah, air permukaan dan air hujan yang mungkin ada.

2.1.2 Sumber dari air limbah

Adapun beberapa sumber air limbah, antara lain :

- Air buangan domestik.
Merupakan air buangan yang berasal dari rumah tangga (termasuk septic tank) fasilitas komersial dan fasilitas sosial.
- Air buangan industri.
Merupakan air buangan yang berasal dari aktifitas proses produksi.
- Air irigasi.
Merupakan air buangan yang berasal dari pengairan lahan produktif dimana kandungan nutrisi mendominasi di dalam air buangan ini.
- Air alami.
Merupakan air buangan yang berasal dari air hujan.

2.1.3 Sifat-sifat air limbah

Sifat-sifat air limbah menurut sumbernya terdapat 3 macam :

1. Sifat fisik.
 - Warna berasal dari air buangan rumah tangga dan industri serta bangkai benda organik.
 - Bau berasal dari pembusukan air buangan dan limbah industri.

- Endapan berasal dari erosi tanah, aliran air rembesan, air limbah rumah tangga dan industri, PAM.
- Temperatur berasal dari air limbah industri dan rumah tangga.

2. Sifat kimiawi.

a. Organik.

Kira-kira 75 % suspended solid dan 40 % filterable solid dalam air buangan merupakan senyawa-senyawa organik. Senyawa organik tersebut berasal dari kombinasi karbon, hidrogen dan oksigen serta nitrogen dalam berbagai senyawa.

Senyawa organik yang terdapat dalam air buangan antara lain :

1. Protein = 40% – 60 %
2. Karbohidrat = 25% – 50 %
3. Lemak dan minyak = 10 %

b. Anorganik.

Konsentrasi senyawa organik dalam aliran air akan meningkat karena formasi geologis sebelum dan selama aliran, dan penambahan buangan baru ke dalam aliran tersebut. Konsentrasi unsur organik juga akan bertambah dengan proses penguapan alami pada permukaan air dan akan meninggalkan unsur anorganik dalam air. Adapun komponen-komponen buangan anorganik yang terpenting adalah alkalinitas, klorida, nitrogen, fosfat dan sulfat.

c. Gas.

Gas-gas yang terdapat dalam air buangan yang belum diolah adalah N_2 , O_2 , CO_2 , H_2S dan CH_4 . Dari kedua gas yang disebut pertama, terdapat dalam air buangan sebagai akibat adanya kontak langsung air buangan dengan udara. Dan yang ketiga gas terakhir berasal dari dekomposisi zat-zat organik oleh bakteri dalam air buangan.

3. Sifat biologis.

Kelompok mikroorganisme terpenting dalam air buangan ada tiga macam, yaitu kelompok protista, kelompok tumbuh-tumbuhan dan kelompok hewan. Kelompok protista terdiri dari protozoa, sedangkan kelompok tumbuh-tumbuhan meliputi paku-pakuan dan lumut. Bakteri berperan penting dalam air buangan, terutama pada proses biologis, misalnya trikling filter. Sedangkan

protozoa dalam air buangan berfungsi untuk mengontrol semua bakteri sehingga terjadi keseimbangan dalam pertumbuhannya.

Alga sebagai penghasil oksigen pada proses fotosintesis juga dapat mengurangi nitrogen yang terdapat dalam air, tetapi dapat menimbulkan gangguan pada permukaan air karena kondisinya yang menguntungkan (sampai kedalaman satu meter di bawah permukaan air) sehingga dapat tumbuh dengan cepat dan menutupi permukaan air, maka sinar matahari tidak mampu menembus bagian bawah permukaan air.

2.1.4 Parameter air limbah

a. Suhu

Suhu air limbah merupakan salah satu faktor yang amat penting karena dapat mempengaruhi aktifitas metabolisme maupun perkembangbiakan mikroorganisme. Dalam proses pengolahan limbah, suhu dipengaruhi oleh asal sumber air limbah yang masuk misalnya dari sisa kurasan boiler (ketel uap). Berkaitan dengan proses pengolahan limbah, faktor suhu sangat berpengaruh pada pertumbuhan bakteri. Pada suhu yang tinggi bakteri akan mati sehingga proses dekomposisi menjadi terhambat. Apabila suhu air naik maka laju metabolisme bakteri juga naik yang mengakibatkan kebutuhan O₂ juga meningkat. Hal tersebut berhubungan dengan ketersediaan O₂ dalam air (Sugiharto, 1987)

b. PH

PH berpengaruh terhadap kehidupan bakteri. Bakteri tidak dapat tumbuh pada PH yang tidak sesuai dengan persyaratan. Berdasarkan hal tersebut dikenal adanya pengertian PH minimum, maksimum dan optimum. PH merupakan kunci pada pertumbuhan mikroorganisme. Kebanyakan mikroorganisme tidak dapat bertahan hidup pada PH diatas 9,5 atau dibawah 4,0. Umumnya PH optimum untuk pertumbuhan bakteri berkisar 6,5 – 7,5 (Suriawiria, 1993)

c. BOD (Biological Oxygen Demand)

BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan zat organik secara biologis di dalam air. BOD merupakan

ukuran tak langsung dari zat organik dalam limbah. Adanya bahan organik dalam limbah secara alamiah mengalami penguraian karena adanya aktivitas bakteri. Aktivitas ini akan menghabiskan sejumlah oksigen, semakin banyak zat organik yang terkandung dalam air limbah maka kebutuhan oksigen tinggi pula, sehingga oksigen terlarut dalam air limbah akan semakin rendah bahkan dapat habis sama sekali. Apabila kebutuhan tidak seimbang dengan persediaan yang ada dalam air limbah dan bila hal tersebut terjadi, maka kegiatan akan dilanjutkan oleh bakteri anaerobik yang dapat menimbulkan bau busuk dan menghasilkan gas, misalnya gas metana 60% - 70%. (Alearts G,1987)

d. COD (Chemical Oxygen Demand)

Uji COD adalah suatu pembakaran kimia secara basah, dari bahan organik dalam sampel larutan asam dikromat ($K_2Cr_2O_7$) digunakan untuk mengoksidasi bahan organik pada suhu tinggi. Uji COD merupakan analisis kimia, uji ini mengukur senyawa – senyawa organik yang tidak dipecahkan seperti pelarut, pembersih sedangkan bahan yang dapat dipecahkan secara biologi diukur dalam uji BOD. Analisis BOD dan COD dari suatu limbah akan menghasilkan nilai – nilai yang berbeda karena kedua uji pengukur bahan yang berbeda. Nilai – nilai COD lebih tinggi dari nilai BOD. Perbedaan antara kedua nilai disebabkan oleh banyak faktor seperti bahan kimia yang tahan terhadap oksidasi biokimia tetapi tidak terhadap oksidasi kimia, seperti lignin. Bahan kimia yang dapat dioksidasi secara kimia akan peka terhadap oksidasi biokimia tetapi tidak dalam uji BOD_5 , misalnya lemak berantai panjang, sel – sel mikroba dan adanya bahan toksik dalam limbah yang akan mengganggu uji BOD dan COD suatu limbah akan terjadi selama pengolahan limbah. Bahan yang teroksidasi secara biologi tetapi teroksidasi secara kimia tidak turun.

e. TSS (Total Suspended Solid)

Dalam air limbah terdapat dua kelompok zat, yaitu zat terlarut dan zat tersuspensi. Zat padat dalam bentuk suspensi menurut ukurannya dibedakan menjadi partikel tersuspensi koloidal (partikel koloidal) dan partikel tersuspensi biasa (tersuspensi). Zat padat koloidal dan zat padat tersuspensi dapat bersifat anorganik seperti tanah liat, pasir dan organik seperti protein dan sisa makanan. Di dalam air limbah jenis partikel koloid merupakan penyebab kekeruhan dan

pertikel - partikel ini secara visual tidak dapat dilihat. Zat padat tersuspensi dapat diklasifikasikan menjadi zat padat terapung yang bersifat organik dan zat padat terendap merupakan zat padat dalam suspensi yang bila keadaan tenang dapat mengendap setelah waktu tertentu karena pengaruh beratnya. (Alaerts, S,1987)

2.1.5 Pengelolaan air limbah

2.1.5.1 Pengolahan biologis

Pengolahan proses biologis digunakan untuk mengolah air limbah yang secara umum dibagi menjadi 5 bagian, yaitu : proses aerobic, proses anoksik, proses anaerobic, kombinasi anaerobic-anoksik-aerobik, dan pond proses.

Aplikasi proses biologik digunakan untuk :

- Meremoval materi organik dalam air buangan yang diukur sebagai BOD, COD, TOC (Total Organic Carbon)
- Nirifikasi
- Denitrifikasi
- Removal fosfor
- Stabilisasi Lumpur

2.2 Anaerobic Baffled Reactor

Anaerobic baffled reactor (ABR) dikembangkan oleh Bachman dan McCarty pada tahun 1981. ABR terdiri dari beberapa kompartemen yang dipisahkan oleh sekat vertikal. Jenis aliran berupa aliran keatas (up-flow) melalui Lumpur anaerobik yang menghasilkan gas pada tiap kompartemen. Bakteri tumbuh dan bergerak secara horizontal dalam reactor dengan kecepatan yang relatif lambat sehingga dapat meningkatkan cell retention time (CRT) selama 100 hari pada hydrolic retention time (HRT) 20 jam (Grobicki,1991).

Pada *Anaerobic baffled reactor* (ABR) terdapat dua prinsip pengolahan, yaitu secara mekanis dengan sedimentasi dan secara biologis dengan kontak antara air limbah dengan lumpur aktif. ABR termasuk unit pengolahan yang cukup ideal karena mudah dalam pembuatan dan pengoperasian. Kejutan beban organik dan hidrolis hanya menyebabkan efek yang kecil dalam efisiensi pengolahan. Perbedaan dengan UASB bahwa ABR tidak memerlukan *sludge blanket* yang mengapung, lumpur dapat

berada pada dasar reaktor. Alat pemisah khusus juga tidak diperlukan karena lumpur aktif yang ikut terbangun pada awal kompartemen akan terperangkap pada kompartemen selanjutnya. Reaktor yang didesain secara seri juga akan membantu dalam menguraikan substansi *degradable* yang sulit pada bagian akhir kompartemen, setelah penguraian bahan yang mudah pada awal kompartemen.

Pengaliran yang konstan dari *inflow* dan luas area untuk tiap kompartemen serta kontak antara substrat yang lama dan yang baru juga dipertimbangkan dalam perencanaan. Sehingga *influen* segar akan teraduk secepat mungkin dengan lumpur aktif yang ada dalam reaktor. Pengolahan secara biologis akan berjalan secara optimal apabila kontak antara air limbah baru dan lumpur berlangsung dengan cepat dan intensif, terutama pada aliran air limbah turbulen. ABR terdiri setidaknya 4 kompartemen yang tersusun seri. Pada kompartemen terakhir dapat berfungsi sebagai penyaring untuk menerima kemungkinan lumpur yang berlebih (Ludwig, 1998).

2.3 Proses Anaerobik

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang pesat telah menciptakan pengolahan secara anaerobik *suspended growth*. Proses operasi demikian akan memper kecil *Hydrolic Retention Time* (HRT) dengan beban COD yang besar. Kinerja ini terbukti stabil dalam rentang beban organik, tahan terhadap perubahan debit yang masuk dan karakteristik limbah (Marsono, 1996)

Dekomposisi anaerobik menghasilkan biogas terdiri dari methane (50 – 70%), karbondioksida (25 – 45%) dan sejumlah kecil hidrogen sulfida, hidrogen dan nitrogen (Reynolds, 1996).

2.3.1. Biodegradasi Secara Anaerobik

Mekanisme terpenting dalam penurunan bahan organik pada sistem pengolahan secara biologis adalah metabolisme bakteri. Dimana metabolisme memiliki arti penggunaan bahan organik, baik sebagai sumber energi maupun sebagai sumber sintesa sel. Metabolisme terbagi atas katabolisme dan anabolisme. Katabolisme adalah penggunaan bahan organik sebagai sumber energi yang akan di rubah menjadi bentuk akhir yang lebih stabil. Anabolisme adalah proses pengubahan dan penyerapan bahan-bahan organik menjadi massa sel. Anabolisme adalah proses penggunaan energi dimana proses tersebut terjadi apabila katabolisme juga terjadi untuk penyediaan energi yang dibutuhkan untuk pembentukan sel. Hasil dari proses

katabolisme adalah gas metan dan karbon dioksida, hasil dari anabolisme adalah peningkatan massa bakteri yang dapat diketahui melalui peningkatan konsentrasi *volatile suspended solids* (VSS).

2.4 Seeding dan Aklimatisasi

Pada tahap aklimatisasi, beban organik awal harus rendah sehingga perkembangan lambat mikroorganisme tidak berlebihan bebannya. Juga gas dan kecepatan keatas seharusnya lambat sehingga perkembangan flokulen dan granular dapat terjadi. Beban pertama yang direkomendasikan adalah kira-kira 1,2 kg COD/m³.hari(Hence and Herremoes, 1983 dalam Barber dan Stuckey, 1999). Selama tahap aklimatisasi limbah, beban organik yang tinggi akan membahayakan, karena fermentasi asam akan lebih dominan dari pada methanogenesis, menyebabkan *souring* atau kondisi pengasaman, sehingga nilai pH akan turun. Pada studi baru-baru ini (Barber and Stuckey, 1999) ini telah ditunjukkan bahwa dengan memberikan waktu deynensi yang lama (80 hari) dengan konsentrasi substrate tetap konstan, menyediakan stabilitas reaktor yang lebih baik dan kemampuan yang sangat baik, dibanding aklimatisasi reaktor pada waktu detensi yang lama berpasangan dengan penambahan konsentrasi substrat. Pencarian ini dihubungkan dengan akumulasi solid yang lebih baik, perkembangan populasi methanogenik dan recovery lebih cepat pada hidrolis shock pada reaktor yang dijalankan pada waktu tinggal lebih lama.

2.5 Jumlah Lumpur

Jumlah lumpur sangat berpengaruh terhadap proses *start-up*. *Start-up* dimulai dengan pembenihan dan berakhir ketika cukupnya kuantitas lumpur aktif yang telah beradaptasi dengan limbah dan bertahan pada reaktor. *Start-up* juga bergantung pada kualitas dan kuantitas dari lumpur (Haandel, 1994). Lumpur sebagai sumber mikroorganisme anaerobik harus memiliki konsentrasi lebih besar dari 3000 mg VSS/l. Volume lumpur yang dimasukkan kedalam reaktor anaerobik harus memenuhi syarat. Ketigian lumpur yang digunakan pada saat aklimatisasi adalah (10 – 15%) atau 25 %. Sebelum dimasukkan kedalam reaktor, lumpur dioperasikan secara *batch* dahulu sampai timbul gelembung gas yang menunjukkan adanya kehidupan mikroorganisme.

2.6 Karakteristik Media

2.6.1 Pasir

Kriteria pemilihan pasir berdasarkan bentuk butiran, porositas dan densitas, rusak karena asam, friability (tidak pecah menjadi ukuran kecil) ukuran efektif media filter (ES) adalah 2-3 mm (*Reynold, 1981*), bagian atas yang dianggap paling efektif dalam memisahkan kotoran yang besar 10% dari total kedalaman lapisan filter. Untuk koefisien keseragaman adalah angka keseragaman media filter yang dinyatakan dengan perbandingan antara ukuran diameter pada 60% fraksi berat terhadap ukuran size.

Karakteristik pasir antara lain :

- a. Mempunyai daya pengikat terhadap warna.
- b. Mempunyai daya tarik terhadap suhu yang tinggi.
- c. Mempunyai daya tarik terhadap partikel bermuatan positif.
- d. Mempunyai struktur yang kuat sehingga dapat menerima tekanan yang cukup tinggi.

2.6.2 Batu Apung



Gambar 2.1 Bentuk Batu Apung

Batu apung (pumice) adalah jenis batuan yang berwarna terang, mengandung buih yang terbuat dari gelembung ber dinding gelas, dan biasanya disebut juga sebagai batuan gelas vulkanik silikat batu apung merupakan salah satu jenis batu lelehan yang kaya akan silika dan mempunyai struktur porous, yang terjadi karena keluarnya uap gas-gas yang larut didalamnya pada waktu terbentuk.

2.6 Karakteristik Media

2.6.1 Pasir

Kriteria pemilihan pasir berdasarkan bentuk butiran, porositas dan densitas, pasir karena asam (stability) tidak pecah menjadi ukuran kecil) ukuran efektif media filter (E2) adalah 2-3 mm (Kerbowy, 1984). bagian atas yang dianggap paling efektif dalam memisahkan kotoran yang besar 10% dari total kedalaman lapisan filter. Untuk koefisien keseragaman adalah angka keseragaman media filter yang dibandingkan dengan perbandingan antara ukuran diameter pada 90% fraksi berat terhadap ukuran size.

Karakteristik pasir antara lain :

- Memponyai daya pengikat terhadap warna.
- Memponyai daya tarik terhadap suhu yang tinggi.
- Memponyai daya tarik terhadap partikel permukaan positif.
- Memponyai struktur yang kuat sehingga dapat menerima tekanan yang cukup tinggi.

2.6.2 Batu Apung



Gambar 2.1 Bentuk Batu Apung

Batu apung (pumice) adalah jenis batuan yang berwarna terang, mengambang di air yang terbentuk dari gelembung perbandingan gelas dan biasanya disebut juga sebagai batuan gelas vulkanik silikat batu apung merupakan salah satu jenis batu lelehan yang kaya akan silika dan mempunyai struktur porous yang terjadi karena ketumpanya gas-gas yang tertinggal pada waktu terbentuk.

Secara alami bahan yang mengandung batu apung dan batu apung yang lapuk mempunyai daya serap yang tinggi, hal ini terjadi karena kandungan mineral yang tinggi dan kapasitas adsorbsinya 40% batu apung umumnya digunakan sebagai bahan penggosok, bahan bangunan konstruksi ringan dan tahan api, bahan ringan (non reaction), pembawa (carrier penyerap dan saringan/filter), isolator temperatur tinggi dan rendah.

Batuan ini terbentuk dari magma asam oleh aksi letusan gunung api yang mengeluarkan materialnya ke udara, kemudian mengalami transportasi secara horizontal dan terakumulasi sebagai batuan piroklastik. Batu apung mempunyai sifat vesicular yang tinggi, mengandung jumlah sel yang banyak (berstruktur selular) akibat ekspansi buih gas alam yang terkandung di dalamnya, dan pada umumnya terdapat sebagai bahan lepas atau fragmen-fragmen dalam breksi gunung api. Sedangkan mineral-mineral yang terdapat dalam batu apung adalah feldspar, kuarsa, obsidian, kristobalit, dan tridimit.

Didasarkan pada cara pembentukan, distribusi ukuran partikel (fragmen), dan material asalnya, batu apung diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, yaitu: sub-areal, sub-aqueous, new ardante, dan hasil endapan ulang (redeposit).

Sifat kimia dan fisika batu apung antara lain, yaitu: mengandung oksida SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Na_2O , K_2O , MgO , CaO , TiO_2 , SO_3 , dan Cl, hilang pijar (Loss of Ignition) 6%, pH 5, bobot isi ruah 480 – 960 kg/cm^3 , peresapan air (water absorption) 16,67%, berat jenis 0,8 gr/cm^3 , hantaran suara (sound transmission) rendah, rasio kuat tekan terhadap beban tinggi, konduktifitas panas (thermal conductivity) rendah, dan ketahanan terhadap api sampai dengan 6 jam. Keterdapatannya batu apung selalu berkaitan dengan rangkaian gunung api berumur Kuartar sampai Tersier. Penyebaran meliputi daerah Serang, Sukabumi, Pulau Lombok, dan Pulau Ternate.

2.7 Hidrolika Filtrasi

Ketika air (fluida) melewati ruang pori pada butiran media, kehilangan energi disebabkan karena bentuk dan gaya gesek pada permukaan media untuk selanjutnya kehilangan energi terjadi karena ekspansi dari fluida yang melewati ruang pori diantara butiran media. Aliran yang melewati bukaan pori adalah fungsi dari beberapa parameter dan untuk memperkirakan digunakan pipa piezometrik (*Reynold, 1981*).

Headloss yang terjadi saat fluida melewati ruang pori diantara butiran media dapat dihitung berdasarkan persamaan Carmant – Kozeny dan persamaan Rose yang dikembangkan berdasarkan persamaan Darcy – Weisbach, yaitu (Reynold, 1981) :

$$HL = f \frac{LV^2}{2gD}$$

Dimana : f = Faktor gesekan

V = Kecepatan rata – rata (m/dt)

g = Percepatan gravitasi (m/dt²)

D = Diameter saluran (m)

Rumus penentuan bilangan Reynold pada saat fluida melewati media filter batu atau pasir.

$$N_R = \frac{\phi d V_s}{\nu}$$

Dimana : N_R = Reynolds number

Φ = faktor bentuk partikel (1 untuk lapisan, 0,82 untuk pasir dibulatkan, 0,75 untuk rata-rata pasir, 0,73 untuk batubara yang dihancurkan dan pasir bersudut)

d = diameter media (m)

V_s = kecepatan filtrasi (m/dt)

ν = kinematik viskositas (m²/dt)

Rumus penentuan nilai koefisien drag pada media filter batu.

$$C_D = \frac{24}{N_R} + \frac{3}{\sqrt{N_R}} + 0.34$$

Dimana : C_D = Koefisien drag

Headloss yang terjadi pada saat fluida melewati ruang pori diantara media dapat dihitung dengan persamaan Rose.

$$h = \frac{1,067}{\phi} C_D \frac{1}{\alpha^4} \frac{L}{d} \frac{V_s^2}{g}$$

Dimana : Φ = faktor bentuk partikel (1 untuk lapisan, 0,82 untuk pasir dibulatkan, 0,75 untuk rata-rata pasir, 0,73 untuk batubara yang dihancurkan dan pasir bersudut)

α = porositas

L = Ketebalan filterbed (m)

d = Diameter media filter (mm)

V_s = kecepatan filtrasi (m/dt)

g = Percepatan gravitasi (m/dt²)

2.8 Metode Pengolahan Data

2.8.1 Statistika 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 fenomena 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 :

$H_0 : \rho = 0$

$H_1 : \rho \neq 0$

Dimana ρ adalah korelasi antara 2 variabel.

Daerah penolakan

p-Value $< \alpha$.

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

1. Koefisien korelasi hanya mengukur hubungan linier. Jika ada hubungan non linear, maka koefisien korelasi akan bernilai 0.
2. Koefisien korelasi sangat 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 :

- Model regresi dapat digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antara variabel respon dan variabel predictor
- Model regresi dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh suatu atau beberapa variabel predictor terhadap variabel respon.
- Model regresi berguna untuk memperkirakan 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 dependen 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 :

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \epsilon$$

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).

2.8.4.1 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. Analisa Data
7. Membuat suatu keputusan

2.8.4.2 Analysis of Variance

Analysis of Variance atau sering dikenal ANOVA digunakan untuk menyelidiki hubungan antara variabel respon (dependen) 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).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimental dalam skala laboratorium untuk mengetahui efektivitas media pasir dan batu apung dalam menurunkan BOD, COD, dan TSS dari air limbah rumah tangga. Dengan bahan limbah rumah tangga dari perumahan di daerah Sawojajar.

3.2 Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan variasi terhadap media (single dan kombinasi).

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel respon (Y)

Parameter yang diuji adalah BOD, COD, dan TSS.

Pemilihan BOD, TSS adalah parameter yang dianalisis sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.112 Tahun 2003

3.3.2 Variabel prediktor (X)

- Waktu tinggal 6, 12, 18 jam

Pemilihan variabel waktu detensi dilakukan berdasarkan pertimbangan proses dalam reaktor dalam kondisi anaerobik. Anaerobik baffle reaktor merupakan salah satu jenis reaktor dengan proses konvensional dimana pemilihan waktu tinggal disesuaikan dengan proses efektif yang berlaku yaitu antara 6 sampai dengan 18 jam, hal ini berhubungan dengan masa adaptasi mikroorganisme dalam meremoval bahan organik.

Tingkat penguraian yang tinggi dapat terjadi dengan waktu detensi yang relatif, waktu detensi dari reaktor sebaiknya tidak kurang dari 8 jam (Ludwig,1998)

- Variasi susunan media

Media yang digunakan untuk setiap perlakuan adalah single media

- 0,4 m pasir
- 0,4 m batu apung

(dilihat dari ketinggian reaktor)

Media yang digunakan untuk setiap perlakuan adalah kombinasi berdasarkan dari ketinggian media. Variasinya adalah :

- 0,2 m pasir : 0,2 m batu apung
- 0,1 m pasir : 0,1 m batu apung : 0,1 m pasir : 0,1 m batu apung

Hal ini dilakukan untuk mengetahui tingkat efektifitas persen removal dari masing-masing variasi.

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

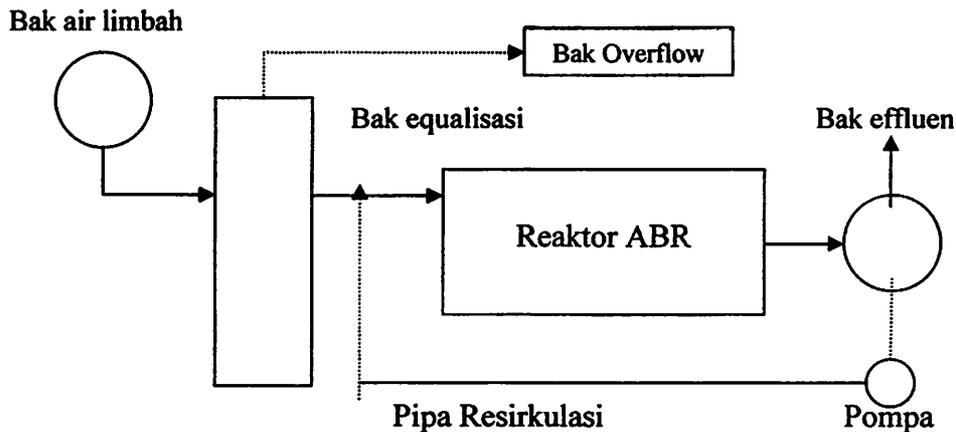
3.4.1 Bahan yang digunakan

- a. Air limbah rumah tangga dari perumahan di Kelurahan Sawojajar. Air limbah yang digunakan mampu mewakili air limbah rumah tangga alamiah karena homogenya penduduk di perumahan Sawojajar.
- b. Pengambilan sampel dilakukan antara pukul 7 sampai 9 pagi hari dengan asumsi pemakaian air secara optimal untuk kegiatan (mandi dan cuci) karena jam puncak pemakaian air terjadi pada waktu jam 7 sampai 9 pagi.
- c. Media filter berupa pasir dengan ukuran 2-3 mm serta batu apung karena kriteria pemilihan berdasarkan ukuran efektif media filter. (Reynold 1981).
- d. Adapun susunannya adalah single dan kombinasi dari media tersebut untuk mengetahui perbandingan antara metode single media dan kombinasi media.
- e. Pengambilan sampel yang diukur dilakukan pada inlet dan outlet reaktor pada saat penelitian hal ini untuk mengetahui tingkat penurunan BOD, COD, dan TSS sebelum dan sesudah dimasukkan *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR).

3.4.2 Alat yang digunakan

- a. Anaerobik baffle filter yang terdiri dari kompartemen

Reaktor yang digunakan dalam penelitian ini berupa model reaktor pengolahan limbah secara anaerobik skala laboratorium. Reaktor yang digunakan adalah satu unit ABR dengan sistem kontinyu dimana reskulasi limbah dari effluent di kembalikan pada bak equalisasi. Instalasinya tersusun seperti pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Skema Instalasi ABR

Model instalasi ABR yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari tiga bagian, yaitu :

1. Bak influent

Sebuah bak yang merupakan tempat penampungan limbah digunakan sebagai tempat limbah sebelum disalurkan ke bak equalisasi.

2. Bak Equalisasi

Bak ini dimaksudkan untuk proses penyeragaman beban organik dan konsentrasi air limbah. Serta berfungsi untuk mengatur debit influent agar tetap konstan. Pada bak ini dilengkapi dengan selang pelimpah untuk mempertahankan tinggi muka air pada bak agar tetap.

Dalam bak ini juga terjadi proses sedimentasi dalam bak untuk penyisihan partikel terlarut dengan cara pengendapan.

3. Bak Overflow

Berfungsi mengalirkan kelebihan limbah, mencegah tidak terjadinya luberan air limbah pada bak equalisasi. Dengan memberikan selang pada bagian atas bak equalisasi yang dihubungkan dengan bak overflow. Air luberan akan dikembalikan pada influent dengan menggunakan selang.

4. Reaktor

Reaktor yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari satu unit dan terbagi dalam lima kompartemen. Masing-masing kompartemen dipisahkan oleh sistem baffle, yaitu berupa dinding penyekat dari arah atas dan dasar reaktor. Sebelum air masuk ke kompartemen air melewati bak kontrol untuk menyeimbangkan tekanan air yang masuk ke kompartemen. Keseluruhan kompartemen memiliki ruang dan volume yang sama. Effluen dari reaktor dialirkan ke bak effluent melalui selang berbentuk U yang berfungsi sebagai siphon agar udara luar tidak langsung masuk ke dalam reaktor.

Dimensi reaktor terletak pada lampiran 4.

Tinggi reaktor total adalah tinggi dari supernatant (air limbah) dan tinggi ruang bebas untuk gas, sedangkan tinggi aktif reaktor merupakan tinggi total reaktor dikurangi dengan tinggi ruang bebas untuk gas.

5. Perangkap Gas

Gas yang dihasilkan dalam reaktor akan dialirkan melalui selang gas ke bagian dasar dari tabung perangkap gas yang diletakkan di dalam bak berisi air.

6. *Recycle*

Penambahan aliran resirkulasi mengurangi masalah pada pH rendah yang disebabkan oleh level dari asam organik pada awal dari reaktor, dengan stabilnya kondisi asam organik yang dikembalikan pada sistem dalam jumlah yang besar. Kondisi ini membuat tahap asetogenik seimbang dengan tahap methanogen sehingga efisiensinya relatif tinggi, juga mengurangi pertumbuhan bakteri yang berbentuk agar-agar pada inlet reaktor untuk pengolahan protein karbohidrat kompleks pada air limbah. Keuntungan lain dari resirkulasi adalah pengenceran zat toxic dan pengurangan substrat penghambat dalam influent. (Bachmann et al., 1983 dalam Barber and Stuckey, 1999)

3.4.3 Rancangan Alat

Anaerobik baffle reaktor dengan aliran upflow dan downflow dirancang dengan skala laboratorium. Alat terbuat dari kaca yang dapat menampung air limbah dan mempermudah pengamatan. Pada kompartemen awal merupakan tangki ekualisasi. Pada anaerobik baffle reaktor dilengkapi dengan tangki pengendapan terlebih dahulu untuk mengendapkan material kasar dan mencegah

penyumbatan dan kompartemen selanjutnya merupakan baffle filter (penyaringan bersekat) dengan tempat media filter.

3.5 Prosedur Penelitian

Sebelum reaktor dijalankan, terlebih dahulu dilakukan perlakuan awal pada media.

1. Menyiapkan alat dan bahan untuk penelitian: reaktor anaerobik baffle filter, air limbah rumah tangga, media filter.
2. Membersihkan media dengan mencuci tiap media dengan air bersih sebelum dimasukkan kedalam reaktor.
3. Memasukkan media pada kompartemen filter.
4. Melakukan proses pembenihan (seeding) dan aklimatisasi
5. Siap melaksanakan penelitian

Adapun prosedur operasinya yaitu :

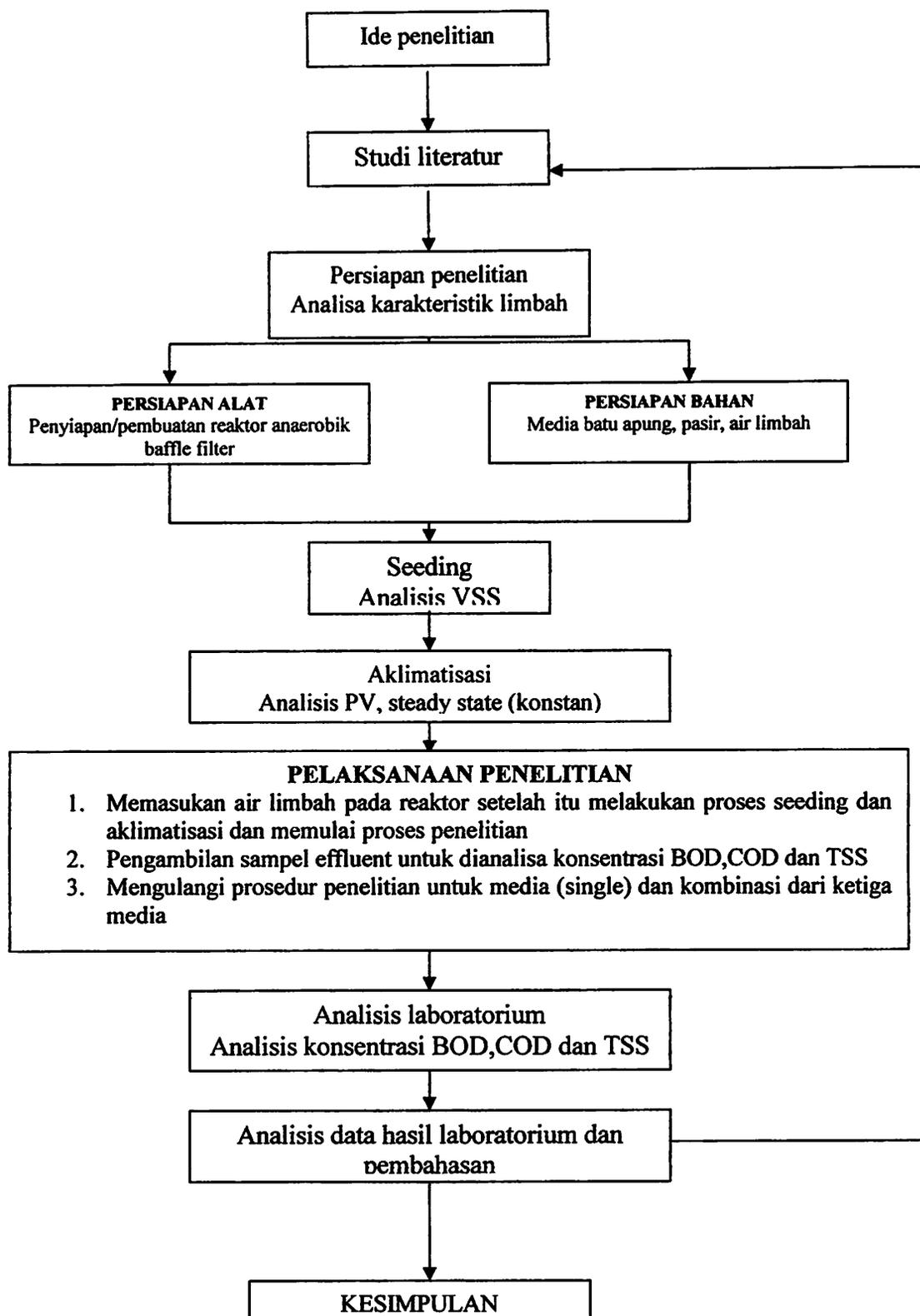
1. Air limbah domestik disiapkan dalam bak penampungan
2. Mengukur kadar BOD, COD, dan TSS dalam air limbah pada awal sebelum perlakuan.
3. Air limbah dialirkan kedalam reaktor.
4. Setelah air melalui filter, dilakukan pengambilan sampel pada effluent untuk selanjutnya di analisa konsentrasi BOD, COD dan TSS.
5. Percobaan diulang dengan menggunakan media lain berdasarkan variasi yang telah ditentukan.

3.6. Analisis Data

Analisis dan pembahasan didasarkan pada pendekatan secara teoritis mengacu pada literatur dan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Untuk mendukung kesimpulan yang dibuat, dilakukan analisis deskriptif yang tujuannya untuk mendapatkan gambaran berdasarkan fakta yang diperoleh dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

Serta analisis regresi dan korelasi yang bertujuan untuk menunjukkan ada tidaknya hubungan yang saling terkait antara variabel terikat dengan variabel bebas. Dan hubungan faktor HRT dan perlakuan *recycle* terhadap respon penurunan BOD, COD, dan TSS.

3.7 Diagram Alur Penelitian



BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Limbah Rumah Tangga

Dalam penelitian ini dilakukan analisis pendahuluan untuk memperoleh data awal karakteristik air limbah yang akan digunakan sebagai sampel influen ABR. Berdasarkan analisis laboratorium yang dilakukan, diperoleh data karakteristik air limbah rumah tangga sebagai berikut :

Tabel 4.1
Karakteristik Awal Air Limbah Rumah Tangga

| Parameter | Hasil | Kep. Men. Lingkungan Hidup No. 112 Tahun 2003 |
|------------|-------------------|---|
| COD | 524,6 mg/l | - |
| TSS | 1163 mg/l | 100 mg/l |
| pH | 7.2 | 6 – 9 |
| PV | 611.2 mg/l | - |
| Temperatur | 27 ^o C | - |
| BOD | 323,7 mg/l | 100 mg/l |

Sumber : Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil analisis awal dapat diketahui bahwa nilai BOD, COD, dan TSS diatas melebihi standart baku mutu limbah domestik menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.112 tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, hal ini berarti kondisi lingkungan atau air limbah berada pada kisaran untuk pengolahan sesuai untuk pertumbuhan bakteri anaerobik.

4.2 Proses *Seeding* Dan Aklimatisasi

4.2.1 Proses *seeding*

Seeding merupakan proses pembenihan yang dilakukan untuk memperoleh sejumlah mikroorganisme aktif yang dapat berperan dalam penguraian senyawa organik dalam reaktor anaerobik. Endapan lumpur yang berasal dari kolam lumpur instalasi pengolahan limbah rumah potong hewan dengan alasan banyaknya populasi bakteri anaerobik yang telah terbentuk. Sebelum lumpur dimasukkan dalam reaktor, lumpur dioperasikan dalam kondisi *batch* sampai timbulnya gas yang menunjukkan adanya bakteri anaerobik. Populasi mikroorganisme yang besar sangat berperan dalam

proses aklimatisasi, dengan demikian proses aklimatisasi diharapkan tidak memakan waktu yang cukup lama. Berdasarkan analisa laboratorium, lumpur yang digunakan dalam penelitian ini memiliki konsentrasi VSS sebesar 49342,0 mg/l. Konsentrasi VSS yang besar menunjukkan besarnya populasi bakteri dalam lumpur. Sebagai sumber mikroorganisme, lumpur yang digunakan untuk mengolah air limbah secara anaerobik harus memiliki konsentrasi VSS lebih besar dari 3000 mg/l (Hermana, 2000). Jumlah mikroorganisme yang besar menunjukkan pembersihan yang dilakukan telah berhasil dan lumpur telah siap untuk menerima beban air limbah. Selain itu, pembersihan yang dilakukan dengan kondisi *batch* yaitu dapat dikatakan selesai jika timbul gas yang menunjukkan adanya bakteri anaerobik.

4.2.2 Penyisihan Bahan Organik Pada Tahap Aklimatisasi

Proses aklimatisasi merupakan proses adaptasi sejumlah bakteri yang diperoleh dari proses *seeding* dengan air limbah yang digunakan pada reaktor sampai menunjukkan kestabilan. Diawali dengan melakukan pembersihan dan berakhir ketika kuantitas lumpur aktif telah beradaptasi dan mampu menguraikan bahan organik dalam air limbah secara konstan. Volume lumpur yang dimasukkan ke dalam reaktor sebesar 20% dari volume efektif reaktor, sedangkan sisanya diisi dengan air limbah. Kemudian dibiarkan secara *batch* selama dua hari, pengoperasian secara kontinyu dilakukan pada hari ketiga (Rusmianto, 1999). Bakteri anaerobik memiliki pertumbuhan yang lambat, pengoperasian secara *batch* bertujuan untuk mempercepat pengkondisian mikroorganisme terhadap penguraian bahan organik limbah.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka data konsentrasi akhir kandungan organik proses aklimatisasi pada reaktor dapat dilihat pada tabel 4.2 :

Tabel 4.2
Data Konsentrasi Akhir Kandungan Organik Proses Aklimatisasi Pada Reaktor

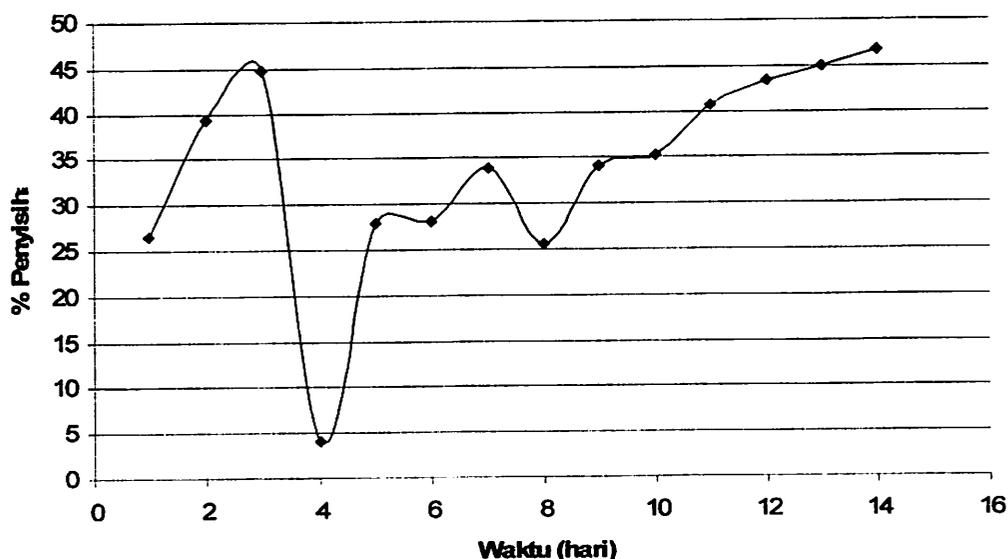
| Hari Ke | Temperatur (°C) | pH | Bahan Organik Influent (mg/l) | Bahan Organik Effluent (mg/l) | Selisih Bahan Organik (mg/l) | % Penyisihan Bahan Organik (%) |
|---------|-----------------|------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| 1 | 27 | 7,36 | 585,15 | 429,85 | 155,3 | 26,54 |
| 2 | 26 | 7,32 | 585,15 | 355,13 | 31,44 | 39,32 |
| 3 | 24 | 7,20 | 603,19 | 333,04 | 270,15 | 44,78 |
| 4 | 24 | 7,18 | 603,19 | 355,04 | 248,15 | 41,13 |
| 5 | 24 | 7,15 | 606,39 | 437,06 | 169,32 | 27,92 |
| 6 | 24 | 7,16 | 606,39 | 435,72 | 170,67 | 28,14 |
| 7 | 25 | 7,15 | 606,39 | 400,85 | 205,53 | 33,89 |

| Hari Ke | Temperatur (°C) | pH | Bahan Organik Influent (mg/l) | Bahan Organik Effluent (mg/l) | Selisih Bahan Organik (mg/l) | % Penyisihan Bahan Organik (%) |
|---------|-----------------|------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| 8 | 24 | 7,19 | 588,56 | 438,72 | 149,84 | 25,54 |
| 9 | 24 | 7,20 | 588,56 | 387,65 | 200,91 | 34,13 |
| 10 | 23 | 7,18 | 588,56 | 380,75 | 207,77 | 35,30 |
| 11 | 23 | 7,15 | 596,83 | 354,04 | 242,79 | 40,67 |
| 12 | 24 | 7,16 | 596,83 | 337,44 | 259,38 | 43,46 |
| 13 | 25 | 7,15 | 596,83 | 328,80 | 268,02 | 44,90 |
| 14 | 24 | 7,15 | 596,53 | 311,47 | 278,05 | 46,61 |

Sumber : Hasil Penelitian

Berdasarkan tabel 4.2 penyisihan bahan organik pada saat aklimatisasi terjadi fluktuasi penyisihan bahan organik. Untuk menyisihan bahan organik terendah terjadi pada hari ke 8 sebesar 438,72 mg/l dimana influent sebesar 588,56 mg/l dengan % penyisihan bahan organik 25,54 %. Sedangkan penyisihan bahan organik tertinggi terjadi pada hari ke 14 sebesar 311,47 mg/l dimana influent sebesar 596,53 mg/l dengan % penyisihan 46,41 %. Untuk penyisihan bahan organik dengan fluktuasi dibawah 10 % terjadi pada hari ke 11 sampai ke 14 sebesar 40,67 % - 46,61 % dengan konsentrasi bahan organik sebesar 354,04 mg/l – 311,47 mg/l, pada tahap ini dapat dikatakan kondisi steady state sudah tercapai dan efisiensi penurunan bahan organik relatif lebih konstan dengan influent yang berfluktuatif. Dari data tabel 4.3 dapat diplotkan grafik penyisihan bahan organik pada saat proses aklimatisasi, dapat dilihat padagambar grafik 4.1

Gambar 4.1
% Penyisihan Bahan Organik Pada Saat Proses Aklimatisasi



Nilai yang stabil pada penyisihan bahan organik menunjukkan telah terbentuknya bakteri aktif yang mampu untuk menguraikan bahan organik dalam air limbah. Kegiatan ini dilakukan sampai kondisi steady state dicapai, yaitu apabila kemampuan pengolahan sistem mempunyai nilai effluent yang relatif konstan. Hal ini ditunjukkan melalui pengukuran kandungan bahan organik selama proses aklimatisasi pada effluent sampai diperoleh angka pengolahan yang konstan dengan fluktuasi penguraian yang konstan yaitu kurang dari 10 %. Selain itu selama proses pengolahan tidak mengalami perubahan pH yang besar, hal ini dikarenakan seyawa alkali dalam air limbah cukup tersedia untuk menjaga kondisi reaktor pada rentang pH pengolahan antara 6,5 – 7,5 dengan temperatur 25 – 40 °C.

Kondisi *steady state* pada pengoperasian ini dicapai pada waktu yang relatif cepat. Hal ini berbeda dengan proses biologi pada umumnya dimana untuk proses *start-up* (*seeding* dan aklimatisasi) memerlukan waktu yang relatif lama. Hal ini dikarenakan lambatnya kecepatan pertumbuhan dari bakteri anaerobik itu sendiri pada saat proses *seeding* dan aklimatisasi. Pencapaian kondisi ini disebabkan oleh adanya keterbatasan waktu pada saat penelitian dan juga beberapa hal lainnya adalah sebagai berikut :

- Besarnya jumlah bakteri pada lumpur aktif yang diperoleh pada *seeding* dengan demikian jumlah mikroorganisme yang tersedia telah cukup banyak. Ketersediaan bakteri dalam jmlah yang cukup akan mempercepat penyisihan bahan organik yang dibebankan, dimana lumpur yang digunakan untuk mengolah air limbah secara anaerobik harus memiliki konsentrasi lebih besar dari 3000 mg VSS/l (Prabowo, 2000). Berdasarkan analisa laboratorium lumpur yang sudah mengalami proses *seeding* 2 minggu menggunakan lumpur RPH, memiliki konsentrasi
- Kecepatan pada reaktor yang rendah memberikan pergerakan yang cukup bagi bahan organik untuk melewati sejumlah mikroorganisme sehingga transfer massa menjadi lebih efektif (Barber, 1999). Kecepatan keatas dari aliran air limbah (V_{up}) ABR, tidak boleh lebih dari 2 jam (yang merupakan batas maksimum dari perencanaan desain dimana kecepatan

naik (V_{up}) yang diperoleh dari hasil perhitungan desain sebesar 0,6 m/jam pada tiap kompartemen.

- Kondisi lingkungan yang mendukung, hal ini ditandai dengan kestabilan nilai pH dimana tidak terjadi perubahan yang signifikan.
- Perlakuan awal dimana dilakukan pengoperasian secara *batch* selama dua hari pada awal pembebanan air limbah. Hal ini akan memberikan cukup waktu bagi bakteri untuk beradaptasi sesuai dengan beban air limbah yang diberikan (Rusimamto, 1999)

Dari penelitian yang telah dilakukan dan dari beberapa hasil penelitian sebelumnya Prabowo (2000) dan Bayu karno (2008) dengan menggunakan reaktor ABR menunjukkan bahwa tahap aklimatisasi untuk pengolahan dengan proses anaerobik selesai dilakukan bila selisih efisiensi penurunan bahan organik selama tiga hari berturut - turut relatif stabil dengan perbedaan tidak lebih dari 10 %. Dimana pada hari ke 11 – 14 telah menunjukkan penurunan konsentrasi bahan organik dibawah 10 % dengan fluktuasi % penyisihan bahan organik dari 40,67 % - 46,61 %.

4.3 Analisis Statistik

4.3.1 Analisis Deskriptif

4.3.1.1 Analisis Deskriptif BOD

Berdasarkan hasil penelitian konsentrasi BOD yang dilakukan maka data konsentrasi akhir BOD setelah diujikan dengan alat anaerobik baffle reaktor yang di uji dengan media yang berbeda yaitu batu apung dan pasir (single) dan media kombinasi dengan variasi waktu 6 jam, 12 jam, 18 jam dapat dilihat pada tabel 4.3 sebagai berikut :

Tabel 4.3
Nilai Akhir Konsentrasi BOD Pada Air Limbah Rumah Tangga

| Susunan Media (mm) | Variasi Ketinggian Media | Waktu Operasional (jam) | Rata-rata (mg/l) |
|---------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| 0,4 | T1 | 6 | 122 |
| | | 12 | 100 |
| | | 18 | 81 |
| 0,4 | T2 | 6 | 100 |
| | | 12 | 80 |
| | | 18 | 63 |
| 0,2 | T3 | 6 | 121 |
| | | 12 | 102 |
| | | 18 | 55 |
| 0,1 | T4 | 6 | 81 |
| | | 12 | 84 |
| | | 18 | 60 |

Keterangan :

T1 = Ketinggian media batu apung 0,4 m

T2 = Ketinggian media pasir 0,4 m

T3 = Ketinggian media pasir: batu apung 0,2 m

T4 = Ketinggian media pasir: batu apung: pasir: batu apung, diameter 0,1 m

Dari hasil analisis dapat diketahui bahwa % penyisihan BOD meningkat seiring dengan semakin lamanya waktu detensi. Hasil perhitungan persen penyisihan BOD dengan rumus 4.1 dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4
Persentase Penyisihan BOD

| Susunan Media (mm) | Variasi Ketinggian Media | Waktu Operasional (jam) | Rata-rata % Removal BOD (mg/l) |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| 0,4 | T1 | 6 | 28,04 |
| | | 12 | 40,39 |
| | | 18 | 52,55 |
| 0,4 | T2 | 6 | 45,41 |
| | | 12 | 56,76 |
| | | 18 | 66,13 |
| 0,2 | T3 | 6 | 31,06 |
| | | 12 | 42,04 |
| | | 18 | 68,56 |
| 0,1 | T4 | 6 | 56,27 |
| | | 12 | 54,87 |
| | | 18 | 67,56 |

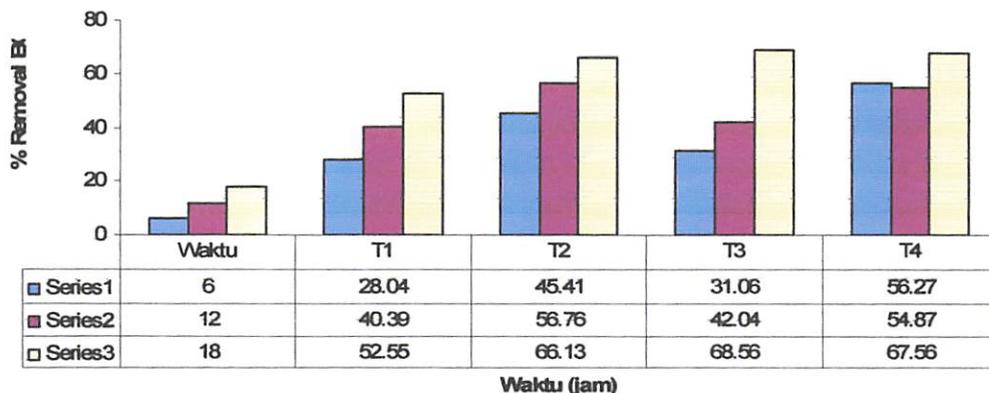
Sumber : Hasil Perhitungan

Rumus 4.1 yang digunakan untuk menghitung % penyisihan BOD :

$$\% \text{ Removal (BOD)} = \frac{\text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

Pada tabel 4.4 dapat dilihat bahwa persen penyisihan BOD proses kontinyu terendah terjadi pada waktu detensi (td) 6 jam sebesar 28,04% dan tertinggi pada td 18 jam sebesar 68,56%.

Gambar 4.2 Grafik Persentase Removal BOD Dengan Waktu Tinggal Pada Masing-masing Media



4.3.1.2 Analisis Deskriptif COD

Berdasarkan hasil penelitian konsentrasi COD yang dilakukan maka data konsentrasi akhir COD setelah diujikan dengan alat anaerobik baffle reaktor yang di uji dengan media yang berbeda yaitu batu apung dan pasir (single) dan media kombinasi dengan variasi waktu 6 jam, 12 jam, 18 jam dapat dilihat pada tabel 4.5 sebagai berikut :

Tabel 4.5
Nilai Akhir Konsentrasi COD Pada Air Limbah Rumah Tangga

| Susunan Media (mm) | Variasi Ketinggian Media | Waktu Operasional (jam) | Rata-rata (mg/l) |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|------------------|
| 0,4 | T1 | 6 | 209 |
| | | 12 | 304 |
| | | 18 | 356 |
| 0,4 | T2 | 6 | 168 |
| | | 12 | 268 |
| | | 18 | 370 |
| 0,2 | T3 | 6 | 268 |
| | | 12 | 370 |
| | | 18 | 390 |
| 0,1 | T4 | 6 | 270 |
| | | 12 | 380 |
| | | 18 | 400 |

Keterangan :

T1 = Ketinggian media batu apung 0,4 m

T2 = Ketinggian media pasir 0,4 m

T3 = Ketinggian media pasir: batu apung 0,2 m

T4 = Ketinggian media pasir: batu apung: pasir: batu apung, diameter 0,1 m

Dari hasil analisis dapat diketahui bahwa % penyiihan COD meningkat seiring dengan semakin lamanya waktu detensi. Hasil pehitungan persen penyisihan COD dengan rumus 4.2 dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6
Persentase Penyisihan COD

| Susunan Media (mm) | Variasi Ketinggian Media | Waktu Operasional (jam) | Rata-rata % Removal COD (mg/l) |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| 0,4 | T1 | 6 | 62,09 |
| | | 12 | 44,57 |
| | | 18 | 34,98 |
| 0,4 | T2 | 6 | 69,53 |
| | | 12 | 51,25 |
| | | 18 | 32,54 |
| 0,2 | T3 | 6 | 53,39 |
| | | 12 | 35,65 |
| | | 18 | 32,17 |
| 0,1 | T4 | 6 | 53,44 |
| | | 12 | 34,48 |
| | | 18 | 31,03 |

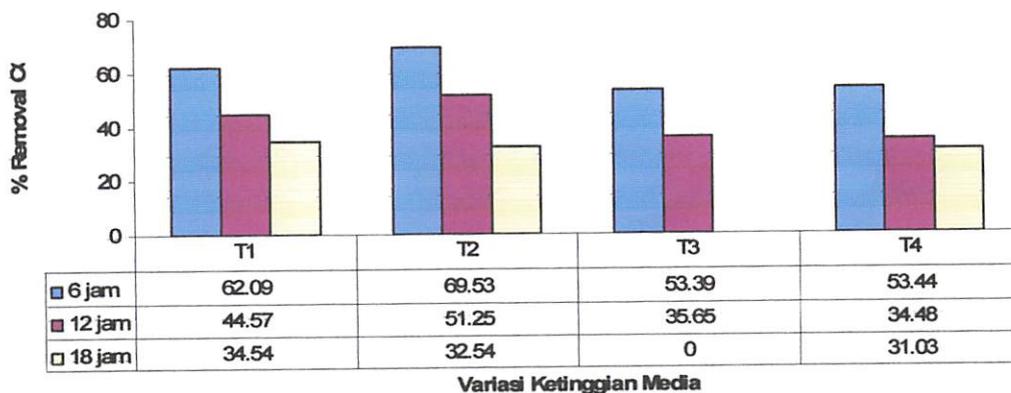
Sumber : Hasil Perhitungan

Rumus 4.2 yang digunakan untuk menghitung % penyisihan COD :

$$\% \text{ Removal (COD)} = \frac{\text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

Pada tabel 4.7 dapat dilihat bahwa persen penyisihan COD proses kontinyu terendah terjadi pada waktu detensi (td) 18 jam sebesar 31,03% dan tertinggi pada td 6 jam sebesar 69,53%.

Grafik 4.3 Grafik % Removal COD Dengan Waktu Tinggal Pada Masing-Masing Media



4.3.1.3 Analisis Deskriptif TSS

Berdasarkan hasil penelitian konsentrasi TSS yang dilakukan maka data konsentrasi akhir TSS setelah diujikan dengan alat anaerobik baffle reaktor yang di uji dengan media yang berbeda yaitu batu apung dan pasir (single) dan media kombinasi dengan variasi waktu 6 jam, 12 jam, 18 jam dapat dilihat pada tabel 4.7 sebagai berikut :

Tabel 4.7
Nilai Akhir Konsentrasi TSS Pada Air Limbah Rumah Tangga

| Susunan Media (mm) | Variasi Ketinggian Media | Waktu Operasional (jam) | Rata-rata (mg/l) |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|------------------|
| 0,4 | T1 | 6 | 53 |
| | | 12 | 38 |
| | | 18 | 32 |
| 0,4 | T2 | 6 | 28 |
| | | 12 | 16 |
| | | 18 | 12 |
| 0,2 | T3 | 6 | 50 |
| | | 12 | 24 |
| | | 18 | 17 |
| 0,1 | T4 | 6 | 47 |
| | | 12 | 23 |
| | | 18 | 16 |

Keterangan :

T1 = Ketinggian media batu apung 0,4 m

T2 = Ketinggian media pasir 0,4 m

T3 = Ketinggian media pasir: batu apung 0,2 m

T4 = Ketinggian media pasir: batu apung: pasir: batu apung, diameter 0,1 m

Dari hasil analisis dapat diketahui bahwa % penyisihan TSS meningkat seiring dengan semakin lamanya waktu detensi. Hasil perhitungan persen penyisihan TSS dengan rumus 4.3 dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8
Persentase Penyisihan TSS

| Susunan Media (mm) | Variasi Ketinggian Media | Waktu Operasional (jam) | Rata-rata % Removal TSS (mg/l) |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| 0,4 | T1 | 6 | 40,61 |
| | | 12 | 56,32 |
| | | 18 | 63,22 |
| 0,4 | T2 | 6 | 68,52 |
| | | 12 | 81,85 |
| | | 18 | 87,04 |
| 0,2 | T3 | 6 | 41,57 |
| | | 12 | 71,37 |
| | | 18 | 79,61 |
| 0,1 | T4 | 6 | 47,78 |
| | | 12 | 74,44 |
| | | 18 | 82,59 |

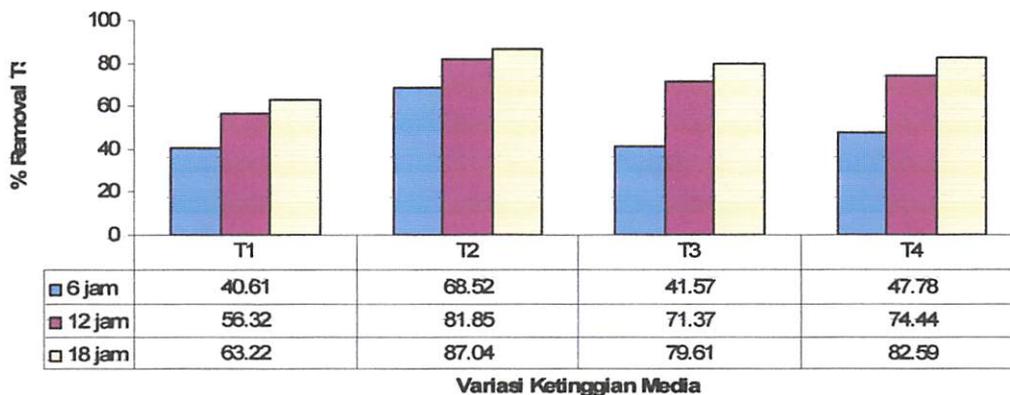
Sumber : Hasil Perhitungan

Rumus 4.3 yang digunakan untuk menghitung % penyisihan TSS :

$$\% \text{ Removal (TSS)} = \frac{\text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

Pada tabel 4.8 dapat dilihat bahwa persen penyisihan TSS proses kontinyu terendah terjadi pada waktu detensi (td) 6 jam sebesar 40,61% dan tertinggi pada td 18 jam sebesar 87,04%.

Gambar 4.4 Grafik % Removal TSS Dengan Waktu Tinggal Pada Masing-masing Media



Label 4.8
Percobaan Penyisihan TSS

| Waktu Operasional (jam) | Jumlah Ketinggian Media | Jumlah Media (mm) | Konsentrasi TSS (mg/l) |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------|------------------------------|
| 0 | | | 40.01 |
| 12 | T1 | 0.4 | 20.32 |
| 18 | | | 03.22 |
| 0 | T2 | 0.4 | 08.22 |
| 12 | | | 31.88 |
| 18 | | | 87.04 |
| 0 | T3 | 0.2 | 41.27 |
| 12 | | | 71.37 |
| 18 | | | 20.01 |
| 0 | T4 | 0.1 | 47.78 |
| 12 | | | 24.44 |
| 18 | | | 85.29 |

gambar 4.8 Hasil Percobaan

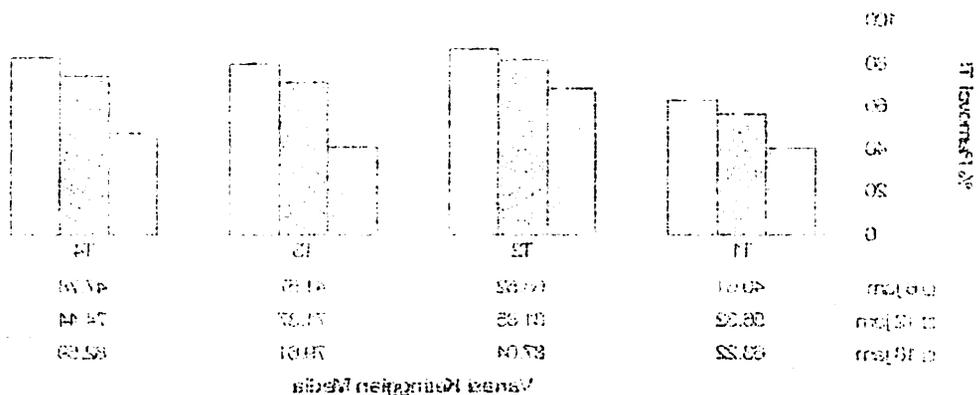
Rumus 4.3 yang digunakan untuk menghitung % penyisihan TSS :

$$\% \text{Removal (TSS)} = \frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{Konsentrasi akhir}}{\text{Konsentrasi awal}} \times 100\%$$

Pada tabel 4.8 dapat dilihat bahwa proses penyisihan TSS proses kontinyu tersebut terjadi pada waktu detensi (td) 0 jam sebesar 40.01% dan tertinggi pada td 18 jam

sebesar 87.04%.

Gambar 4.4 Grafik % Removal TSS Dengan Waktu Tinggal Pada Berbagai Ketinggian Media



4.3.2 Analisis Korelasi

4.3.2.1 Analisis Korelasi BOD

Untuk mengetahui ada atau tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara variabel yang diamati, maka digunakan analisis korelasi. Hasil analisis korelasi dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4.9
Korelasi Antara Persentase Penurunan Kandungan BOD, Waktu Operasional, dan Perbandingan Ketinggian Media Pasir Dan Batu Apung

| | | Ketinggian Media (mm) | Waktu Operasional (mnt) | Perbandingan Ketinggian Media(cm) dan Waktu (jam) |
|-----------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|---|
| % Penurunan BOD | Pearson correlation | 0,419 | 0,736 | 0,000 |
| | P-Value | 0,175 | 0,006 | 1,000 |

Dari tabel 4.9 menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara variabel yang dapat diketahui dari koefisien korelasi adalah :

1. Besar hubungan persentase penurunan kandungan BOD dengan variasi ketinggian media adalah 0,419. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel lemah karena menjauhi 1. Hubungan kedua variabel searah hal ini ditunjukkan dengan adanya nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin besar diameter media maka persentase penurunan kandungan BOD akan semakin meningkat. Tingkat signifikan persentase penurunan kandungan BOD dan variasi diameter media yang ditunjukkan dengan nilai 0,175 ($>0,05$) maka korelasinya tidak nyata (tidak signifikan).
2. Besar hubungan persentase penurunan kandungan BOD dengan variasi waktu operasional adalah 0,736. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat karena mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah hal ini ditunjukkan dengan adanya nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin besar waktu operasional maka persentase penurunan kandungan BOD semakin menurun. Tingkat signifikan persentase penurunan kandungan BOD dan variasi waktu operasional yang ditunjukkan dengan nilai 0,006 ($>0,05$) maka korelasinya nyata (signifikan).
3. Besar hubungan persentase penurunan kandungan BOD dengan variasi ketinggian media pasir dan batu apung adalah 0,000. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada

hubungan antara kedua variabel karena sama dengan 0. Hubungan kedua variabel searah hal ini ditunjukkan dengan adanya nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin berbeda ketinggian media pasir dan batu apung yang diberikan maka persentase penurunan kandungan kesadahan akan meningkat. Tingkat signifikan persentase akhir kandungan BOD dan variasi ketinggian media pasir dan batu apung yang ditunjukkan dengan nilai 1,000 ($>0,05$) maka korelasinya sangat kuat dan positif.

4.3.2.2 Analisis Korelasi COD

Untuk mengetahui ada atau tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara variabel yang diamati, maka digunakan analisis korelasi. Hasil analisis korelasi dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.10
Korelasi Antara Persentase Penurunan Kandungan COD, Waktu Operasional, dan Perbandingan Ketinggian Media Pasir Dan Batu Apung

| | | Ketinggian Media (mm) | Waktu Operasional (mnt) | Perbandingan Ketinggian Media(cm) dan Waktu (jam) |
|-----------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|---|
| % Penurunan COD | Pearson correlation | -0,289 | -0,887 | 0,000 |
| | P-Value | 0,347 | 0,000 | 1,000 |

Dari tabel 4.13 menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara variabel yang dapat diketahui dari koefisien korelasi adalah :

1. Besar hubungan persentase penurunan kandungan COD dengan ketinggian media adalah -0,289. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel lemah karena menjauhi -1. Hubungan kedua variabel searah hal ini ditunjukkan dengan adanya nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin besar ketinggian media maka persentase penurunan kandungan COD akan semakin meningkat. Tingkat signifikan persentase penurunan kandungan COD dan variasi diameter media yang ditunjukkan dengan nilai 0,347 ($>0,05$) maka korelasinya tidak nyata (tidak signifikan).
2. Besar hubungan persentase penurunan kandungan COD dengan variasi waktu operasional adalah -0,887. Hal ini menunjukkan hubungan antara kedua variabel kuat karena mendekati -1. Hubungan kedua variabel searah hal ini ditunjukkan

dengan adanya nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin besar waktu operasional maka persentase penurunan kandungan COD semakin menurun. Tingkat signifikan persentase penurunan kandungan COD dan variasi waktu operasional yang ditunjukkan dengan nilai 0,000 ($<0,05$) maka korelasinya nyata (signifikan).

3. Besar hubungan persentase penurunan kandungan COD dengan variasi ketinggian media pasir dan batu apung adalah 0,000. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara kedua variabel karena sama dengan 0. Hubungan kedua variabel searah hal ini ditunjukkan dengan adanya nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin berbeda ketinggian media pasir dan batu apung yang diberikan maka persentase penurunan kandungan COD akan meningkat. Tingkat signifikan persentase akhir kandungan COD dan variasi ketinggian media pasir dan batu apung yang ditunjukkan dengan nilai 1,000 ($>0,05$) maka korelasinya tidak signifikan/berbeda nyata.

4.3.2.3 Analisis Korelasi TSS

Untuk mengetahui ada atau tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara variabel yang diamati, maka digunakan analisis korelasi. Hasil analisis korelasi dapat dilihat pada tabel 4.11.

Tabel 4.11
Korelasi Antara Persentase Penurunan Kandungan TSS, Waktu Operasional, dan Perbandingan Ketinggian Media Pasir Dan Batu Apung

| | | Ketinggian Media (mm) | Waktu Operasional (mnt) | Perbandingan Ketinggian Media(cm) dan Waktu (jam) |
|-----------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|---|
| % Penurunan COD | Pearson correlation | 0,212 | 0,744 | 0,000 |
| | P-Value | 0,508 | 0,006 | 1,000 |

Dari tabel 4.14 menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara variabel yang dapat diketahui dari koefisien korelasi adalah :

1. Besar hubungan persentase penurunan kandungan TSS dengan variasi ketinggian media adalah 0,212. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara kedua variabel karena menjauhi 1. Hubungan kedua variabel searah hal ini ditunjukkan dengan adanya nilai positif pada nilai

koefisien korelasi, yang berarti semakin besar ketinggian media maka persentase penurunan kandungan TSS akan semakin meningkat. Tingkat signifikan persentase penurunan kandungan TSS dan variasi ketinggian media yang ditunjukkan dengan nilai 0,508 ($>0,05$) maka korelasinya nyata (signifikan).

2. Besar hubungan persentase penurunan kandungan TSS dengan variasi waktu operasional adalah 0,744. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan kedua variabel kuat karena mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah hal ini ditunjukkan dengan adanya nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin besar waktu operasional maka persentase penurunan kandungan TSS semakin menurun. Tingkat signifikan persentase penurunan kandungan TSS dan variasi waktu operasional yang ditunjukkan dengan nilai 0,006 ($<0,05$) maka korelasinya nyata.
3. Besar hubungan persentase penurunan kandungan TSS dengan variasi ketinggian media pasir dan batu apung adalah 0,000. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel lemah karena menjauhi 1 atau -1. Hubungan kedua variabel searah hal ini ditunjukkan dengan adanya nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin berbeda ketinggian media pasir dan batu apung yang diberikan maka persentase penurunan kandungan TSS akan meningkat. Tingkat signifikan persentase akhir kandungan TSS dan variasi ketinggian media pasir dan batu apung yang ditunjukkan dengan nilai 1,000 ($>0,05$) maka korelasinya tidak nyata.

4.3.3 Analisis Regresi

4.3.3.1 Analisis Regresi BOD

Untuk mengetahui besarnya hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat digunakan uji regresi, sehingga diketahui ketepatan data atau signifikansi prediksi dari hubungan/korelasi data. Hasil analisis tersebut dapat dilihat pada tabel – tabel berikut.

Tabel 4.12
Koefisien Persamaan Regresi Persentase Penurunan Kandungan BOD Pada
Proses Biofilter Dengan Menggunakan Media Pasir Dan Batu Apung

| Predictor | Coef | SE Coef | T | P |
|-------------------------|--------|---------|------|-------|
| Constant | 15,088 | 7,996 | 1,89 | 0,092 |
| Waktu operasional (jam) | 4,884 | 2,065 | 2,37 | 0,042 |
| Ketinggian media (mm) | 1,9587 | 0,4712 | 4,16 | 0,002 |

$S = 7,99628$ $R\text{-Sq} = 71,8\%$ $R\text{-Sq}(\text{adj}) = 65,5\%$

1. Persamaan Regresi

$$Y = 15,1 + 4,88X_1 + 1,96X_2$$

Dimana:

Y = persentase penurunan kandungan BOD

X_1 = variasi ketinggian (mm)

X_2 = variasi waktu operasional (jam)

Tabel regresi menunjukkan koefisien variabel waktu operasional (X_1) bertanda positif. Demikian pula untuk variabel waktu operasional pada korelasi bertanda positif. Adanya tanda yang sama antara koefisien regresi dan korelasi % COD dengan waktu operasional dan ketinggian media mengindikasikan tidak adanya multikolinier dalam model. Hal ini juga dapat dilihat dari nilai VIF, yaitu sebesar 1,000. Apabila $VIF < 5$ maka tidak adanya multikolinier dalam model. Sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat.

Konstanta sebesar 15,088 menyatakan bahwa jika variasi waktu operasional dan variasi ketinggian media pasir dan batu apung konstan maka persentase penurunan kandungan BOD adalah 71,8%. Koefisien regresi sebesar 4,88 untuk variabel X_1 (variasi ketinggian media) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu operasional akan mengurangi persentase penurunan kandungan BOD sebesar 4,884 %. Koefisien regresi 1,96 untuk variabel X_2 (variasi waktu operasional) menyatakan bahwa setiap penambahan 1 cm pasir dan batu apung akan mengurangi persentase penurunan kandungan BOD sebesar 1,9587 % dengan anggapan variabel lain besarnya konstan.

2. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel independent.

Hipotesis:

H_0 = koefisien regresi tidak signifikan

H_1 = koefisien regresi signifikan

Pengambilan keputusan:

1. Dengan membandingkan 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. Nilai t tabel adalah 1,796 sedangkan nilai t hitung berdasarkan tabel 4.15 adalah 2,37 (variasi waktu operasional) dan 4,16 (variasi ketinggian). Sedangkan pada variasi waktu operasional dan ketinggian t hitung lebih kecil t tabel, maka koefisien regresi tidak signifikan.
2. Berdasarkan probabilitas
 - i. Jika probabilitas $>$ 0,05, H_0 diterima.
 - ii. Jika probabilitas $<$ 0,05, H_0 ditolak.

Terlihat bahwa pada kolom P (tabel 4.15) terdapat nilai 0,042 yang berarti probabilitas lebih besar dari 0,05. Dengan demikian, H_0 diterima, atau koefisien regresi tidak signifikan, atau variasi waktu operasional tidak berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penurunan kandungan BOD. Sedangkan nilai 0,002 yang berarti probabilitas jauh dibawah 0,05, H_0 ditolak, atau koefisien regresi signifikan, atau variasi ketinggian benar-benar berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penurunan kandungan BOD.

Dari hasil analisis regresi juga didapatkan nilai R square sebesar 71,8 %, hal ini berarti 71,8 %, persentase penurunan kandungan BOD dapat dijelaskan oleh variasi waktu operasional dan ketinggian media. Sedangkan sisanya 65,5 % dijelaskan oleh sebab-sebab yang lain yang tidak masuk ke dalam model.

Tabel 4.13

Hasil Uji Kelinearan Analisis Regresi Persentase Penurunan Kandungan BOD Pada Proses Biofilter menggunakan media Pasir Dan Batu Apung

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|----|---------|--------|-------|-------|
| Regression | 2 | 1462,77 | 731,39 | 11,44 | 0,003 |
| Residual Error | 9 | 575,46 | 63,94 | | |
| Total | 11 | 2038,24 | | | |

Dari uji kelinearan untuk analisis regresi atau F test, didapat nilai F hitung 11,44. Dari tabel distribusi F didapatkan nilai F tabel 3.98. Karena F hitung lebih besar dari F tabel, maka kesimpulannya adalah variabel Y (variabel terikat) dengan X (variabel bebas) mempunyai hubungan linier atau persentase penurunan kandungan BOD dengan variasi ketinggian media, waktu operasional dan ketinggian media

mempunyai hubungan linier. Nilai probabilitas 0,003, jauh lebih kecil dari 0,05, maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksi persentase penurunan kandungan BOD.

4.3.3.2 Analisis Regresi COD

Untuk mengetahui besarnya hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat digunakan uji regresi, sehingga diketahui ketepatan data atau signifikansi prediksi dari hubungan/korelasi data. Hasil analisis tersebut dapat dilihat pada tabel – tabel berikut.

Tabel 4.14
Koefisien Persamaan Regresi Persentase Penurunan Kandungan COD Pada Proses Biofilter Dengan Menggunakan Media Pasir Dan Batu Apung

| Predictor | Coef | SE Coef | T | P | VIF |
|-------------------------|---------|---------|-------|-------|-------|
| Constant | 79,874 | 5,459 | 14,63 | 0.000 | |
| Waktu operasional (jam) | -3,339 | 1,410 | -2,37 | 0,042 | 1,000 |
| Ketinggian media (mm) | -2,2444 | 0,3217 | -6,98 | 0,000 | 1,000 |

$$S = 5,45900 \quad R\text{-Sq} = 85,8\% \quad R\text{-Sq(aj)} = 82,6\%$$

1. Persamaan Regresi

$$Y = 79,9 - 3,34X_1 - 2,24X_2$$

Dimana:

Y = persentase penurunan kandungan COD

X₁ = variasi ketinggian (mm)

X₂ = variasi waktu operasional (jam)

Tabel regresi menunjukkan koefisien variabel waktu operasional (X₁) bertanda negatif. Demikian pula untuk variabel waktu operasional pada korelasi bertanda negatif. Adanya tanda yang sama antara koefisien regresi dan korelasi % COD dengan waktu operasional dan ketinggian media mengindikasikan tidak adanya multikolinier dalam model. Hal ini juga dapat dilihat dari nilai VIF, yaitu sebesar 1,000. Apabila VIF < 5 maka tidak adanya multikolinier dalam model. Sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat.

Konstanta sebesar 79,874 menyatakan bahwa jika variasi waktu operasional dan variasi ketinggian media pasir dan batu apung konstan maka persentase penurunan kandungan COD adalah 82,6%. Koefisien regresi sebesar 3,34 untuk

variabel X_1 (variasi ketinggian media) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu operasional akan mengurangi persentase penurunan kandungan COD sebesar -3,339 %. Koefisien regresi 2,24 untuk variabel X_2 (variasi waktu operasional) menyatakan bahwa setiap penambahan 1 cm pasir dan batu apung akan mengurangi persentase penurunan kandungan COD sebesar -2,2444 % dengan anggapan variabel lain besarnya konstan.

2. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel independent.

Hipotesis:

H_0 = koefisien regresi tidak signifikan

H_1 = koefisien regresi signifikan

Pengambilan keputusan:

1. Dengan membandingkan 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. Nilai t tabel adalah 1,796 sedangkan nilai t hitung berdasarkan tabel 4.17 adalah - 2,37 (variasi waktu operasional) dan - 6,98 (variasi ketinggian). Sedangkan pada variasi waktu operasional dan ketinggian t hitung lebih kecil t tabel, maka koefisien regresi tidak signifikan.

2. Berdasarkan probabilitas

i. Jika probabilitas > 0,05, H_0 diterima.

ii. Jika probabilitas < 0,05, H_0 ditolak.

Terlihat bahwa pada kolom P (tabel 4.17) terdapat nilai 0,042 yang berarti probabilitas lebih besar dari 0,05. Dengan demikian, H_0 diterima, atau koefisien regresi tidak signifikan, atau variasi waktu operasional tidak berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penurunan kandungan COD. Sedangkan nilai 0,000 yang berarti probabilitas jauh dibawah 0,05, H_0 ditolak, atau koefisien regresi signifikan, atau variasi ketinggian media benar-benar berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penurunan kandungan COD.

Dari hasil analisis regresi juga didapatkan nilai R square sebesar 85,8 %, hal ini berarti 85,8 %, persentase penurunan kandungan COD dapat dijelaskan oleh variasi waktu operasional dan ketinggian media. Sedangkan sisanya 82,6 % dijelaskan oleh sebab-sebab yang lain yang tidak masuk ke dalam model.

Tabel 4.15
Hasil Uji Kelinieran Analisis Regresi Persentase Penurunan Kandungan COD
Pada Proses Biofilter menggunakan media Pasir Dan Batu Apung

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|-----------------------|----|---------|--------|-------|-------|
| Regression | 2 | 1617,99 | 808,99 | 27,15 | 0,000 |
| Residual Error | 9 | 268,21 | 29,80 | | |
| Total | 11 | 1886,19 | | | |

Dari uji kelinieran untuk analisis regresi atau F test, didapat nilai F hitung 27,15. Dari tabel distribusi F didapatkan nilai F tabel 3,98. Karena F hitung lebih besar dari F tabel, maka kesimpulannya adalah variabel Y (variabel terikat) dengan X (variabel bebas) mempunyai hubungan linier atau persentase penurunan kandungan COD dengan variasi ketinggian media, waktu operasional dan ketinggian media mempunyai hubungan linier. Nilai probabilitas 0,000, jauh lebih kecil dari 0,05, maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksi persentase penurunan kandungan COD.

4.3.3.3 Analisis Regresi TSS

Untuk mengetahui besarnya hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat digunakan uji regresi, sehingga diketahui ketepatan data atau signifikansi prediksi dari hubungan/korelasi data. Hasil analisis tersebut dapat dilihat pada tabel – tabel berikut.

Tabel 4.16
Koefisien Persamaan Regresi Persentase Penurunan Kandungan TSS Pada
Proses Biofilter Dengan Menggunakan Media Pasir Dan Batu Apung

| Predictor | Coef | SE Coef | T | P |
|--------------------------------|--------|---------|------|-------|
| Constant | 30,32 | 11,44 | 2,65 | 0,026 |
| Waktu operasional (jam) | 2,971 | 2,955 | 1,01 | 0,341 |
| Ketinggian media (mm) | 2,3746 | 0,6743 | 3,52 | 0,007 |

S = 11,4438 R-Sq = 59,8% R-Sq(adj) = 50,9%

1. Persamaan Regresi

$$Y = 30,3 + 2,97X_1 + 2,37X_2$$

Dimana:

Y = persentase penurunan kandungan TSS

X₁ = variasi ketinggian (mm)

X₂ = variasi waktu operasional (jam)

Tabel regresi menunjukkan koefisien variabel waktu operasional (X_1) bertanda positif. Demikian pula untuk variabel waktu operasional pada korelasi bertanda positif. Adanya tanda yang sama antara koefisien regresi dan korelasi % COD dengan waktu operasional dan ketinggian media mengindikasikan tidak adanya multikolinier dalam model. Hal ini juga dapat dilihat dari nilai VIF, yaitu sebesar 1,000. Apabila $VIF < 5$ maka tidak adanya multikolinier dalam model. Sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat.

Konstanta sebesar 30,32 menyatakan bahwa jika variasi waktu operasional dan variasi ketinggian media pasir dan batu apung konstan maka persentase penurunan kandungan TSS adalah 50,9%. Koefisien regresi sebesar 2,97 untuk variabel X_1 (variasi ketinggian media) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu operasional akan mengurangi persentase penurunan kandungan TSS sebesar 2,971 %. Koefisien regresi 2,37 untuk variabel X_2 (variasi waktu operasional) menyatakan bahwa setiap penambahan 1 cm pasir dan batu apung akan mengurangi persentase penurunan kandungan TSS sebesar 2,3746 % dengan anggapan variabel lain besarnya konstan.

2. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel independent.

Hipotesis:

H_0 = koefisien regresi tidak signifikan

H_1 = koefisien regresi signifikan

Pengambilan keputusan:

3. Dengan membandingkan 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. Nilai t tabel adalah 1,796 sedangkan nilai t hitung berdasarkan tabel 4.19 adalah 1,01 (variasi waktu operasional) dan 3,52 (variasi ketinggian). Sedangkan pada variasi waktu operasional dan ketinggian t hitung lebih kecil t tabel, maka koefisien regresi tidak signifikan.
4. Berdasarkan probabilitas
- Jika probabilitas $> 0,05$, H_0 diterima.
 - Jika probabilitas $< 0,05$, H_0 ditolak.

Terlihat bahwa pada kolom P (tabel 4.19) terdapat nilai 0,341 yang berarti probabilitas lebih besar dari 0,05. Dengan demikian, H_0 diterima, atau koefisien regresi tidak signifikan, atau variasi waktu operasional tidak berpengaruh secara

signifikan terhadap persentase penurunan kandungan TSS. Sedangkan nilai 0,007 yang berarti probabilitas jauh dibawah 0,05, H_0 ditolak, atau koefisien regresi signifikan, atau variasi ketinggian benar-benar berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penurunan kandungan TSS.

Dari hasil analisa regresi juga didapatkan nilai R square sebesar 59,8 %, hal ini berarti 59,8 %, persentase penurunan kandungan TSS dapat dijelaskan oleh variasi waktu operasional dan ketinggian media. Sedangkan sisanya 50,9 % dijelaskan oleh sebab-sebab yang lain yang tidak masuk ke dalam model.

Tabel 4.17
Hasil Uji Kelinieran Analisis Regresi Persentase Penurunan Kandungan TSS Pada Proses Biofilter menggunakan media Pasir Dan Batu Apung

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|----|--------|-------|------|-------|
| Regression | 2 | 1756,3 | 878,2 | 6,71 | 0,016 |
| Residual Error | 9 | 1178,6 | 131,0 | | |
| Total | 11 | 2935,0 | | | |

Dari uji kelinieran untuk analisis regresi atau F test, didapat nilai F hitung 6,71. Dari tabel distribusi F didapatkan nilai F tabel 3,98. Karena F hitung lebih besar dari F tabel, maka kesimpulannya adalah variabel Y (variabel terikat) dengan X (variabel bebas) mempunyai hubungan linier atau persentase penurunan kandungan TSS dengan variasi ketinggian, waktu operasional dan ketinggian media mempunyai hubungan linier. Nilai probabilitas 0,016, jauh lebih kecil dari 0,05, maka model bisa dipakai untuk memprediksi kandungan TSS.

4.3.4 Analisis ANOVA

4.3.4.1 Analisis ANOVA BOD

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh variasi waktu operasional, dan perbandingan ketinggian media pasir dan batu apung dalam persentase penurunan BOD, maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA satu faktor. Hasil uji tersebut dapat dilihat pada tabel 4.18.

Tabel 4.18
Hasil Uji ANOVA % Penurunan BOD Dengan Menggunakan Media Pasir Dan Batu Apung

| Source | DF | SS | MS | F | p |
|-----------|----|---------|--------|--------|-------|
| Perlakuan | 2 | 15716,6 | 7858,3 | 110,76 | 0,000 |
| Error | 33 | 2341,2 | 70 | | |
| Total | 35 | 18057,9 | | | |

Dari tabel 4.18 dapat dilihat apakah terdapat perbedaan yang nyata antara persentase penurunan kandungan BOD diantara kelompok perlakuan. Hipotesis yang diberikan adalah:

H_0 = Dua belas perlakuan adalah identik

H_1 = Dua belas perlakuan adalah tidak identik

Pengambilan keputusan berdasarkan:

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

Berdasarkan tabel 4.18 nilai F hitung sebesar 110,76 dan jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah 3,275. Karena nilai F hitung lebih besar daripada F tabel maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0). Dengan nilai probabilitas 0,000, maka H_0 ditolak. Artinya dua belas perlakuan adalah tidak identik/berbeda nyata.

4.3.4.2 Analisis Anova COD

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh variasi waktu operasional, dan perbandingan ketinggian media pasir dan batu apung dalam persentase penurunan COD, maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA satu faktor. Hasil uji tersebut dapat dilihat pada tabel 4.19.

Tabel 4.19
Hasil Uji ANOVA % Penurunan COD Dengan Menggunakan Media Pasir Dan Batu Apung

| Source | DF | SS | MS | F | p |
|-----------|----|---------|--------|-------|-------|
| Perlakuan | 2 | 11697,7 | 5848,8 | 88,17 | 0,000 |
| Error | 33 | 2189,2 | 66,3 | | |
| Total | 35 | 13886,9 | | | |

Dari tabel 4.19 dapat dilihat apakah terdapat perbedaan yang nyata antara persentase penurunan kandungan COD diantara kelompok perlakuan. Hipotesis yang diberikan adalah:

H_0 = Dua belas perlakuan adalah identik

H_1 = Dua belas perlakuan adalah tidak identik

Pengambilan keputusan berdasarkan:

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

Berdasarkan tabel 4.19 nilai F hitung sebesar 88,17 dan jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah 3,275. Karena nilai F hitung lebih besar daripada F tabel maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0). Dengan nilai probabilitas 0,000, maka H_0 ditolak. Artinya dua belas perlakuan adalah tidak identik/berbeda nyata.

4.3.4.3 Analisis Anova TSS

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh variasi waktu operasional, dan perbandingan ketinggian media pasir dan batu apung dalam persentase penurunan TSS, maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA satu faktor. Hasil uji tersebut dapat dilihat pada tabel 4.20.

Tabel 4.20
Hasil Uji ANOVA % Penurunan TSS Dengan Menggunakan Media Pasir Dan Batu Apung

| Source | DF | SS | MS | F | p |
|-----------|----|---------|---------|--------|-------|
| Perlakuan | 2 | 28383,2 | 14191,6 | 144,64 | 0,000 |
| Error | 33 | 3238,0 | 98,1 | | |
| Total | 35 | 31621,2 | | | |

Dari tabel 4.20 dapat dilihat apakah terdapat perbedaan yang nyata antara persentase penurunan kandungan TSS diantara kelompok perlakuan. Hipotesis yang diberikan adalah:

H_0 = Dua belas perlakuan adalah identik

H_1 = Dua belas perlakuan adalah tidak identik

Pengambilan keputusan berdasarkan:

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

Berdasarkan tabel 4.20 nilai F hitung sebesar 144,64 dan jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah 3,275. Karena nilai F hitung lebih besar daripada F tabel maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0). Dengan nilai probabilitas 0,000, maka H_0 ditolak. Artinya dua belas perlakuan adalah tidak identik/berbeda nyata.

4.4 Pembahasan

Hasil dari penelitian ini tidak terlepas dari pengoperasian anaerobik baffle reaktor yang dikondisikan sealamiah mungkin, dengan pengertian bahwa sampel yang dipakai maupun operasional reaktor tidak mengalami perlakuan khusus seperti penambahan zat-zat tertentu, pengaturan suhu, ataupun pH. Kualitas sampel atau konsentrasi BOD, COD, TSS tergantung pada saat pelaksanaan pengambilan sampel air limbah. Air limbah yang digunakan adalah air limbah rumah tangga yang diambil dari perumahan daerah sawojajar dengan waktu tinggal adalah 6, 12, dan 18 jam, dengan mempertimbangkan waktu tersebut cukup untuk menurunkan konsentrasi BOD, COD, TSS.

Pengolahan anaerobik merupakan pengolahan yang tidak membutuhkan oksigen atau kedap udara pada prosesnya. Jenis pengolahan ini cocok diterapkan apabila limbah yang akan diolah mempunyai konsentrasi zat organik yang tinggi. Pada proses ini volume lumpur yang terbentuk lebih sedikit dibandingkan pada proses aerobik dan adanya kemungkinan untuk recovery energi dari gas metana yang dihasilkan dari proses.

4.4.1 Pengaruh Media (Single dan Kombinasi) Pada Penurunan Konsentrasi BOD

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi awal BOD dari limbah rumah tangga adalah berbeda-beda pada setiap pengambilan sampel awal untuk setiap perlakuan percobaan. Setelah dilakukan proses penelitian dengan menggunakan alat anaerobik baffle reaktor dengan variasi tinggal yaitu 6 jam, 12 jam, dan 18 jam dengan menggunakan variasi media (single dan kombinasi) telah terbukti dapat menurunkan konsentrasi BOD pada limbah rumah tangga secara meningkat seiring dengan besarnya konsentrasi dan lamanya waktu tinggal yang diberikan.

Berdasarkan tabel 4.3 Removal BOD untuk masing-masing media menunjukkan bahwa kemampuan penurunan konsentrasi BOD melalui reaktor anaerobik baffle reaktor adalah 28,04%. Kemampuan penyisihan (removal) BOD ini yang terbesar terjadi pada waktu 6 jam dan pada variasi ketinggian media pasir setinggi 0,4m. Karena pada waktu 6 jam dan dengan variasi ketinggian media yang disebutkan di atas daya serap pori pasir bagus, dalam menyerap BOD dan belum terjadi titik jenuh daya serap pada media filter.

Bahan-bahan organik yang ada pada air limbah diuraikan oleh mikroorganisme yang menempel pada media. Bahan organik sebagai substrat akan diabsorpsi ke dalam media menjadi biofilm (Marsono, Bowo, 1995). Proses difusi bahan organik bergerak secara spontan dari daerah berkonsentrasi lebih tinggi ke arah yang lebih rendah. Peningkatan konsentrasi bahan organik pada cairan akan memperbesar tekanan bahan organik kelapisan media untuk membentuk lapisan biofilm. Kenaikan kadar bahan organik dalam air limbah akan mengurangi ketebalan lapisan biofilm sedangkan kenaikan kecepatan aliran akan menambah ketebalan lapisan biofilm.

Proses pembentukan biofilm tergantung beberapa faktor yaitu: kecepatan aliran, kadar kandungan bahan organik air limbah, difusifitas bahan organik dan laju kecepatan pemakaian bahan organik dalam biofilm (Cahyono, Andri, 2004). Peningkatan aktifitas biologis akan mempertebal lapisan slime yang dapat meningkatkan removal BOD (bahan organik). Peningkatan waktu akan memberikan kesempatan dan peningkatan kinerja mikroorganisme dalam pembentukan slime pada media filter dalam penurunan konsentrasi BOD (Santoso, Bambang dan Hadi Wahyono, 2001). Waktu tinggal yang cukup akan memberikan kesempatan difusi bahan organik pada media, aktivitas biologis inilah yang akan menurunkan konsentrasi BOD atau dengan kata lain meningkatkan persen removal BOD (Suantari Made, 2005).

Jika konsentrasi bahan organik yang dari waktu ke waktu akan mengalami perubahan (fluktuasi) maka dibutuhkan waktu pemaparan tertentu untuk dapat memberikan removal bahan organik sesuai dengan fluktuasi konsentrasi bahan organik. Penurunan konsentrasi BOD disebabkan oleh proses biologis akibat air limbah yang dialirkan melewati lapisan media filter (pasir dan batu apung) dimana terdapat kontak dengan bakteri anaerobik yang tumbuh dan tinggal dalam media tersebut. Pada kondisi anaerobik material tercampur dalam media air buangan dikonversi secara biologis oleh pertumbuhan sel dalam kondisi anaerobik yang dapat menghasilkan hasil produk akhir berupa gas metan (CH_4) dan karbondioksida (CO_2) dan endapan yang stabil. (Metcalf & Eddy, 1991).

Selain proses biologis juga terjadi proses filtrasi yang terjadi pada media. Proses yang berlangsung adalah staining, sedimentasi adsorpsi fisika dan kimia, dan pertumbuhan biologis. Proses staining terjadi ketika partikel yang lebih besar tersaring pada media dan partikel yang lebih kecil terjebak dalam pori akibat kontak

pada media, proses sedimentasi terjadi akibat partikel terendap dalam filter media, adsorpsi diidentifikasi sebagai kontak antara dua fase dengan menggunakan molekul pada permukaan fluida atau padatan yang tidak seimbang sehingga terjadi peristiwa penyerapan atau akibat adanya gradient konsentrasi rendah. Adsorpsi yang terjadi akibat gaya tarik menarik partikel-partikel bermuatan negatif. Aktivitas kimia adalah proses dimana bahan organik yang terlarut diuraikan menjadi substansi yang sederhana dan tidak berbahaya/diubah menjadi partikel-partikel terlarut sehingga dapat dihilangkan dengan proses saringan, sedimentasi dan adsorpsi pada media berikutnya.

Persentase penyisihan BOD pada media single pasir lebih besar dibandingkan dengan persentase penyisihan BOD di media lainya. Hal ini disebabkan pasir mempunyai diameter yang lebih kecil dan mempunyai kerapatan yang lebih tinggi sehingga mampu menyaring air buangan dan bahan padatan. Dimana penurunan BOD dipengaruhi oleh karakteristik media dalam hal ini koefisien keseragaman, ukuran dan luas permukaan butiran. Semakin kecil diameter media maka akan mempertinggi kerapatan media sehingga memperbesar daya saring. Keseragaman diameter mampu mengalirkan air limbah kedalam media secara merata terjadi kontak pada hampir seluruh media dan luas permukaan butiran semakin memperbesar akan terjadi kontak dengan seluruh air buangan.

Pada batu apung, jika air melalui setidaknya dua proses filtrasi, yaitu mekanik, melalui pori-pori efektif lapisan gravel dan biologi yang melalui kontak air dengan bakteri pengurai amonia dan nitrit yang hidup pada permukaan gravel. Filtrasi biologi memegang peranan utama dalam sistem filter ini, mampu menjadi media hidup bakteri, mempunyai kemampuan penyaringan terhadap bahan organik dan kasar, mempunyai stuktur kuat sehingga mampu menjadi menahan tekanan yang cukup tinggi dan mendukung media sebelumnya.

Pada hasil uji korelasi untuk waktu tinggal dan variasi susunan media persen removal BOD hanya diketahui bahwa adanya hubungan antara persen removal terhadap waktu tinggal dan variasi susunan media untuk setiap perlakuan. Semakin lama waktu tinggal dan variasi susunan media maka akan semakin besar persen removal BOD, hasil uji korelasi ini dapat ditunjukkan pada tabel 4.12. Hal ini juga menunjukkan distribusi waktu dan penurunan konsentrasi BOD pada media tersebut berlangsung secara merata (*Chusaini, J, 1999*).

Sedangkan hasil uji regresi adalah untuk mengetahui pengaruh waktu tinggal dan variasi susunan media terhadap persen removal BOD yang selanjutnya digunakan

sebagai model pendugaan (prediksi) sehingga didapat hasil persamaan regresi dari variasi susunan media dan waktu tinggal, dimana diketahui bahwa seberapa besar pengaruh variabel X terhadap variabel Y (variabel X_1 = waktu tinggal, X_2 = variasi susunan media, Y = persen removal). Adapun hasil persamaan regresi yang diperoleh adalah $Y = 15,1 + 4,88X_1 + 1,96X_2$ (tabel 4.15).

Dari hasil uji anova untuk mengetahui persen removal paling tinggi dan hubungannya terhadap waktu tinggal diketahui bahwa faktor yang paling mempengaruhi persen removal BOD dalam air limbah rumah tangga adalah pada kombinasi media pasir-batu apung, hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara persen removal terhadap waktu tinggal dan variasi susunan media, yaitu semakin lama waktu tinggal dan variasi susunan media semakin besar persen removal.

4.4.2 Pengaruh Media (Single dan Kombinasi) Pada Penurunan Konsentrasi COD

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi awal COD dari limbah rumah tangga adalah berbeda-beda pada setiap pengambilan sampel awal untuk setiap perlakuan percobaan. Setelah dilakukan proses penelitian dengan menggunakan alat anaerobik baffle reaktor dengan variasi tinggal yaitu 6 jam, 12 jam, dan 18 jam dengan menggunakan variasi media (single dan kombinasi) didapatkan konsentrasi COD pada limbah rumah tangga meningkat seiring dengan lamanya waktu tinggal yang diberikan. Hal ini disebabkan pengolahan anaerobik merupakan pengolahan yang tidak membutuhkan oksigen atau kedap udara pada prosesnya. Sehingga selama proses air limbah tidak mendapatkan suplai oksigen. Dimana suplai oksigen merupakan faktor yang sangat berperan dalam penurunan konsentrasi COD (Alaerts dan Santika, 1987). Semakin sedikit suplai oksigen pada air limbah maka, penurunannya konsentrasi COD akan semakin rendah.

Berdasarkan tabel 4.4 Removal COD untuk masing-masing media menunjukkan bahwa kemampuan penurunan konsentrasi COD melalui reaktor anaerobik baffle reaktor adalah 31,03%. Dengan kemampuan penyisihan (removal) COD terbesar terjadi pada waktu 18 jam dan pada variasi ketinggian media 0,1m pasir : 0,1m batu apung : 0,1m pasir : 0,1m batu apung. Karena pada waktu 18 jam dan dengan variasi ketinggian media yang disebutkan di atas daya serap pori pasir bagus,

dalam menyerap COD dan belum terjadi titik jenuh daya serap (clogging) pada media filter.

Karakteristik media (koefisien keseragaman, ukuran dan luas permukaan butiran) berpengaruh terhadap penurunan kadar COD. Semakin kecil diameter media maka akan mempertinggi kerapatan media sehingga memperbesar daya saring. Keseragaman diameter mampu mengalirkan air limbah kedalam media secara merata terjadi kontak pada hampir seluruh media dan luas permukaan butiran semakin memperbesar akan terjadi kontak dengan seluruh air buangan.

Pada hasil uji korelasi untuk waktu tinggal dan variasi susunan media persen removal COD hanya diketahui bahwa adanya hubungan antara persen removal terhadap waktu tinggal dan variasi susunan media untuk setiap perlakuan. Semakin lama waktu tinggal dan variasi susunan media maka akan semakin besar persen removal COD, hasil uji korelasi ini dapat ditunjukkan pada tabel 4.13. Hal ini juga menunjukkan distribusi waktu dan penurunan konsentrasi COD pada media tersebut berlangsung secara merata (*Chusaini, J, 1999*).

Sedangkan hasil uji regresi adalah untuk mengetahui pengaruh waktu tinggal dan variasi susunan media terhadap persen removal COD yang selanjutnya digunakan sebagai model pendugaan (prediksi) sehingga didapat hasil persamaan regresi dari variasi susunan media dan waktu tinggal, dimana diketahui bahwa seberapa besar pengaruh variabel X terhadap variabel Y (variabel X_1 = waktu tinggal, X_2 = variasi susunan media, Y = persen removal). Adapun hasil persamaan regresi yang diperoleh adalah $Y = 79,9 - 3,34X_1 - 2,24X_2$ (tabel 4.18).

Dari hasil uji anova untuk mengetahui persen removal paling tinggi dan hubungannya terhadap waktu tinggal diketahui bahwa faktor yang paling mempengaruhi persen removal COD dalam air limbah rumah tangga adalah pada single media batu apung, hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara persen removal terhadap waktu tinggal dan variasi susunan media, yaitu semakin lama waktu tinggal dan variasi susunan media semakin besar persen removal.

4.4.3 Pengaruh Media (Single dan Kombinasi) Pada Penurunan Konsentrasi TSS

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi awal TSS dari limbah rumah tangga adalah berbeda-beda pada setiap pengambilan sampel awal untuk setiap perlakuan percobaan. Setelah dilakukan proses penelitian dengan menggunakan alat anaerobik baffle reaktor dengan variasi tinggal yaitu 6 jam, 12 jam, dan 18 jam dengan menggunakan variasi media (single dan kombinasi) telah terbukti dapat menurunkan konsentrasi TSS pada limbah rumah tangga secara meningkat seiring dengan besarnya konsentrasi dan lamanya waktu tinggal yang diberikan.

Berdasarkan tabel 4.8 Removal TSS untuk masing-masing media menunjukkan bahwa kemampuan penurunan konsentrasi TSS melalui reaktor anaerobik baffle reaktor adalah sebesar 4,61%. Kemampuan penyisihan (removal) TSS terbesar pada waktu 6 jam adalah pada variasi ketinggian single media pasir. Karena pada waktu 6 jam dan dengan variasi ketinggian media yang disebutkan di atas daya serap pori pasir bagus, dalam menyerap TSS dan belum terjadi titik jenuh daya serap (clogging) pada media filter.

Penurunan konsentrasi TSS lebih disebabkan oleh proses filtrasi akibat air limbah yang di alirkan melewati lapisan media filter pasir, batu apung. Proses yang berlangsung adalah secara straining, sedimentasi, adsorpsi fisika dan kimia, dan pertumbuhan biologis.

Persentase penyisihan TSS pada media pasir lebih besar dibandingkan dengan persentase penyisihan TSS di media lainnya. Hal ini disebabkan pasir mempunyai diameter yang lebih kecil dan mempunyai kerapatan yang lebih tinggi sehingga mampu menyaring air buangan dan bahan padatan. Dimana penurunan TSS dipengaruhi oleh karakteristik media dalam hal ini koefisien keseragaman, ukuran dan luas permukaan butiran. Semakin kecil diameter media maka akan mempertinggi kerapatan media sehingga memperbesar daya saring. Keseragaman diameter mampu mengalirkan air limbah kedalam media secara merata terjadi kontak pada hampir seluruh media dan luas permukaan butiran semakin memperbesar akan terjadi kontak dengan seluruh air buangan.

Peningkatan waktu tinggal akan memberikan kesempatan kontak dan proses filtrasi pada media sehingga berakibat berkurangnya kecepatan aliran air limbah dalam reaktor sehingga memperbesar persen removal TSS (Nirmala, Frida, 2001). Daya saring media yang terlalu besar akan menyebabkan lamanya pengaliran tetapi memberikan hasil effluent yang cukup baik. Penurunan kecepatan aliran ini

memberikan kesempatan pengendapan sehingga secara signifikan akan menurunkan konsentrasi TSS (Santoso, Bambang, Hadi, Wahyono, 2001). Semakin tinggi dan panjang media filter maka mempunyai daya saring yang lebih tinggi karena mempunyai waktu pengaliran yang lebih lama, media yang mempunyai daya saring yang baik akan memberikan kualitas effluent yang baik (Suantari, Made 2005). Zat padat yang dalam keadaan tenang dapat mengendap setelah waktu tertentu karena pengaruh gaya berat dan waktu (G. Aleart & Sri Simestri, 1984).

Pada hasil uji korelasi untuk waktu tinggal dan variasi susunan media persen removal TSS hanya diketahui bahwa adanya hubungan antara persen removal terhadap waktu tinggal dan variasi susunan media untuk setiap perlakuan. Semakin lama waktu tinggal dan variasi susunan media maka akan semakin besar persen removal TSS, hasil uji korelasi ini dapat ditunjukkan pada tabel 4.14. Hal ini juga menunjukkan distribusi waktu dan penurunan konsentrasi TSS pada media tersebut berlangsung secara merata (Chusaini, J, 1999).

Sedangkan hasil uji regresi adalah untuk mengetahui pengaruh waktu tinggal dan variasi susunan media terhadap persen removal TSS yang selanjutnya digunakan sebagai model pendugaan (prediksi) sehingga didapat hasil persamaan regresi dari variasi susunan media dan waktu tinggal, dimana diketahui bahwa seberapa besar pengaruh variabel X terhadap variabel Y (variabel X_1 = waktu tinggal, X_2 = variasi susunan media, Y = persen removal). Adapun hasil persamaan regresi yang diperoleh adalah $Y = 30,3 + 2,97X_1 + 2,37X_2$ (tabel 4.19)

Dari hasil uji anova untuk mengetahui persen removal paling tinggi dan hubungannya terhadap waktu tinggal diketahui bahwa faktor yang paling mempengaruhi persen removal TSS dalam air limbah rumah tangga adalah pada single media batu apung, hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara persen removal terhadap waktu tinggal dan variasi susunan media, yaitu semakin lama waktu tinggal dan variasi susunan media semakin besar persen removal.

Konsentrasi TSS terendah pada anaerobik baffle reaktor adalah sebesar 12 mg/l. Terjadi pada media pasir dengan waktu tinggal 18 jam. Sedangkan Konsentrasi BOD terendah pada anaerobik baffle reaktor adalah sebesar 55 mg/l. Terjadi pada media pasir dengan waktu tinggal 18 jam. Jika dibandingkan dengan Baku Mutu Limbah Cair berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup dimana konsentrasi BOD dan TSS yang diijinkan sebesar 100 mg/l maka, hasil pengolahan

limbah dengan menggunakan anaerobik baffle reaktor sudah memenuhi standar baku mutu limbah domestik. Sedangkan untuk parameter COD tidak diatur dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup no. 112 tahun 2003.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisa data, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan media Pasir dan Batu apung memiliki kemampuan dalam menurunkan kandungan BOD, COD dan TSS dari air limbah Rumah Tangga.
2. Kemampuan penyisihan (removal) BOD untuk masing-masing media menunjukkan Persentase penurunan konsentrasi BOD tertinggi pada variasi ketinggian media 0,4m pasir pada waktu operasional 18 jam dengan nilai persentase 66,13%.
3. Removal COD untuk masing-masing media menunjukkan untuk persentase penurunan konsentrasi COD tertinggi pada variasi diameter ketinggian media 0,1m pasir : 0,1m batu apung : 0,1m pasir : 0,1m batu apung pada waktu operasional 6 jam dengan nilai persentase 69,53%.
4. Removal TSS untuk masing-masing media menunjukkan untuk persentase penurunan konsentrasi TSS tertinggi pada variasi ketinggian media 0,4m pasir pada waktu operasional 8 jam dengan nilai persentase 87,04%.

5.2. Saran

Untuk lebih menyempurnakan penelitian ini, masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai :

1. Disarankan pada saat proses *seeding* dan aklimatisasi dibutuhkan waktu penelitian yang lebih lama untuk mendapatkan hasil yang lebih baik
2. Diupayakan sedapat mungkin reaktor dalam keadaan anaerobik, agar tidak mengganggu bakteri anaerobik yang hidup dalam reaktor.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts G, Santika SS. 1987. *Metode Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Al-Layla, M. Anis, Shamim Ahmad And E. Joe Middlebrooks, 1977. *Water Supply Engineering Design*. Ann Arbor Science, Michigan.
- Cahyono, D A, 2004 Penurunan COD Limbah Tempe Dengan Anaerobic Horizontal Baffle Reactor Terhadap *Phaseolus Radiatus*, Jurusan Teknik Lingkungan ITS Surabaya.
- Collins M. R, A. N. Begin, J. P. Musich dan R. A. Le Craw, 2003. *Assessment Of Various Pretreatment And "Packaged" Construction Of A Slow Sand Filtration Facility*. University of New Hampshire, Proceeding of AWWA Annual Conference, Anaheim.
- Chusaini, J. 1999. Tanaman kelapa dan budi daya dan pemanfaatannya, kanisius yogyakarta
- D, Vivien, 2002. Studi Kinerja Upflow Anaerobik Biofilter Menggunakan Media Pecahan Genteng untuk Penurunan COD dan TSS pada Lindi Keputih Surabaya. Fakultas Teknik Lingkungan ITS, Surabaya.
- Fair, G. Maskew, John Charles Geyer And Daniel Alexander Okun, 1968. *Water And Wastewater Engineering, Volume 2: Water Purification And Wastewater Treatment And Disposal*. John Wiley & Sons, Inc.
- Iriawan, N dan Astuti, 2006. *Mengolah Data Statistik Dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*. Andi Offset, Yogyakarta.
- Kawamura, Susumu, 1991. *Integrated Design Of Water Treatment Facilities*. John Wiley dan Sons, Inc.
- Ludwig, Sasc, 1998, DEWATS : *Decentralized Wastewater Treatment in Developing Countries*, BORDA. Bremen Overseas Reaserch and Development Association, Bremen.

Masduqi, A, 2002. *Satuan Operasi Untuk Pengolahan Air*. Fakultas Teknik Lingkungan ITS, Surabaya.

Marsono, BJ, **Teknik Pengolahan Air Limbah Secara Biologis**, Jurusan Teknik Lingkungan ITS

Melcalf dan Eddy, 1991. *Wastewater Engineering Treatment, Disposal, And Reuse Third Edition*. McGraw-Hill, Inc. California.

Prabowo, B, 2000. *Studi Anaerobic Baffled Reactor (ABR) Untuk Pengolahan Limbah Cair RPH Kedurus*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS.Surabaya.

Rusimanto, RF, 1999. *Studi Kinerja Anaerobic Baffled Reactor (ABR) Untuk Menurunkan Kandungan COD dan TSS Dalam Influen IPLT Sukolilo Kotamadya Surabaya*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS.Surabaya.

Reynold, Tom D, 1982. *Unit Operations And Processes In Enviromental Engineering*. Monterey, Calofornia.

Santoso, B, Wahyono, 2001. *Uji Kemampuan Reaktor Biofilter Aliran Horisontal dalam Menurunkan COD dan SS Air Kali Tengah Gresik*. Jurnal purifikasi Vol.2 No.2. Teknik Lingkungan ITS, Surabaya.

Santoso, Singgih, 2005. *Menguasai Statistik di Era Informasi dengan SPSS 12*. PT Elex Media Komutindo. Jakarta.

Suantari, Ni Made, 2005. *Uji kemampuan Roughing Filter Aliran Horizontal Terhadap Penurunan Kadar Sulfur (S), Besi (Fe), dan Kekeruhan Pada Air Panas*. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang, Malang.

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

Sutrisno, C, 1991. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Rineka Cipta. Bandung.

Suriawiria, U, 1977. *Mikrobiologi Lingkungan*. Departemen Teknik Penyehatan ITB. Bandung.

Syafila, Mindriany. *Kimia Lingkungan I*. Jurusan Teknik Lingkungan ITB, Bandung.

Triatmodjo, Bambang, 1996. *Hidraulika II*. Beta Offset, Yogyakarta.

LAMPIRAN
DATA HASIL PENELITIAN

SALINAN

KEPUTUSAN
MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP
NOMOR 112 TAHUN 2003
TENTANG
BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK

MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP,

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

- Mengingat :
1. Undang-undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Tahun 1997 Nomor 68, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3699);
 2. Undang-undang Nomor 22 Tahun 1999 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Tahun 1999 Nomor 60, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3839);
 3. Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 1999 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Tahun 1999 Nomor 59, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3838);
 4. Peraturan Pemerintah Nomor 25 Tahun 2000 tentang Kewenangan Pemerintah dan Kewenangan Provinsi Sebagai Daerah Otonom (Lembaran Negara Tahun 2000 Nomor 54, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3952);
 5. Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Lembaran Negara Tahun 2001 Nomor 153, Tambahan Lembaran Negara Nomor 4161);

6. Keputusan Presiden Nomor 2 Tahun 2002 tentang Perubahan Atas Keputusan Presiden Nomor 101 Tahun 2001 tentang Kedudukan, Tugas, Fungsi, Kewenangan, Susunan Organisasi, Dan Tata Kerja Menteri Negara;

MEMUTUSKAN:

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

Pasal 1

Dalam Keputusan ini yang dimaksud dengan :

1. Air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (*restauran*), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama;
2. Baku mutu air limbah domestik adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah domestik yang akan dibuang atau dilepas ke air permukaan;
3. Pengolahan air limbah domestik terpadu adalah sistem pengolahan air limbah yang dilakukan secara bersama-sama (*kolektif*) sebelum dibuang ke air permukaan;
4. Menteri adalah Menteri yang ditugasi untuk mengelola lingkungan hidup dan pengendalian dampak lingkungan.

Pasal 2

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

Pasal 3

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

Pasal 4

Baku mutu air limbah domestik dalam keputusan ini berlaku bagi :

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

Pasal 5

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

Pasal 6

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

Pasal 7

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

Pasal 8

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

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

Pasal 9

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

Pasal 10

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

Pasal 11

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

Pasal 12

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

Pasal 13

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

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

Pasal 14

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

Pasal 15

Keputusan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

**Ditetapkan di: Jakarta
pada tanggal: 10 Juli 2003**

**Menteri Negara
Lingkungan Hidup,**

ttd

Nabiel Makarim, MPA, MSM

**Salinan sesuai dengan aslinya
Deputi MENLH Bidang Kebijakan
Dan Kelembagaan Lingkungan Hidup,**

Hoetomo, MPA.

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

BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK

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

Menteri Negara
Lingkungan Hidup,

ttd

Nabiel Makarim,MPA,MSM.

Salinan sesuai dengan aslinya
Deputi MENLH Bidang Kebijakan
Dan Kelembagaan Lingkungan Hidup,

Hoetomo, MPA.

Nilai Akhir Konsentrasi BOD Pada Air Limbah Rumah Tangga

| Diameter Media (mm) | Variasi Ketinggian Media | Waktu Operasional (jam) | Konsentrasi Akhir BOD (mg/l) | | | Rata-rata (mg/l) |
|---------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------------|-----|-----|------------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | |
| 0,4 | T1 | 6 | 125 | 120 | 122 | 122 |
| | | 12 | 102 | 102 | 100 | 100 |
| | | 18 | 83 | 83 | 76 | 81 |
| 0,4 | T2 | 6 | 103 | 100 | 100 | 100 |
| | | 12 | 85 | 76 | 79 | 80 |
| | | 18 | 62 | 70 | 56 | 63 |
| 0,2 | T3 | 6 | 118 | 120 | 126 | 121 |
| | | 12 | 101 | 100 | 105 | 102 |
| | | 18 | 58 | 56 | 52 | 55 |
| 0,1 | T4 | 6 | 84 | 80 | 80 | 81 |
| | | 12 | 86 | 84 | 82 | 84 |
| | | 18 | 62 | 61 | 58 | 60 |

Nilai Akhir Konsentrasi COD Pada Air Limbah Rumah Tangga

| Diameter Media (mm) | Variasi Ketinggian Media | Waktu Operasional (jam) | Konsentrasi Akhir COD (mg/l) | | | Rata-rata (mg/l) |
|---------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------------|-----|-----|------------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | |
| 0,4 | T1 | 6 | 208 | 207 | 206 | 209 |
| | | 12 | 302 | 304 | 303 | 304 |
| | | 18 | 356 | 354 | 355 | 356 |
| 0,4 | T2 | 6 | 168 | 167 | 165 | 168 |
| | | 12 | 265 | 268 | 267 | 268 |
| | | 18 | 370 | 369 | 368 | 370 |
| 0,2 | T3 | 6 | 265 | 268 | 268 | 268 |
| | | 12 | 370 | 368 | 368 | 370 |
| | | 18 | 388 | 390 | 389 | 390 |
| 0,1 | T4 | 6 | 268 | 269 | 270 | 270 |
| | | 12 | 378 | 380 | 379 | 380 |
| | | 18 | 399 | 399 | 398 | 400 |

Nilai Akhir Konsentrasi TSS Pada Air Limbah Rumah Tangga

| Diameter Media (mm) | Variasi Ketinggian Media | Waktu Operasional (jam) | Konsentrasi Akhir TSS (mg/l) | | | Rata-rata (mg/l) |
|---------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------------|----|----|------------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | |
| 0,4 | T1 | 6 | 52 | 50 | 53 | 53 |
| | | 12 | 38 | 40 | 36 | 38 |
| | | 18 | 34 | 32 | 30 | 32 |
| 0,4 | T2 | 6 | 30 | 28 | 27 | 28 |
| | | 12 | 18 | 16 | 15 | 16 |
| | | 18 | 13 | 12 | 10 | 12 |
| 0,2 | T3 | 6 | 51 | 48 | 50 | 50 |
| | | 12 | 22 | 25 | 26 | 24 |
| | | 18 | 18 | 16 | 18 | 17 |
| 0,1 | T4 | 6 | 45 | 49 | 47 | 47 |
| | | 12 | 23 | 21 | 25 | 23 |
| | | 18 | 14 | 16 | 17 | 16 |

Keterangan :

T1 = Ketinggian media pasir 100%, diameter 0,4 mm

T2 = Ketinggian media batu apung 100% diameter 0,4 mm

T3 = Ketinggian media pasir 50% : batu apung 50%, diameter 0,2 mm

T4 = Ketinggian media pasir 10% : batu apung 10% : pasir 10% : batu apung 10%, diameter 0,1 mm

Persentase Penyisihan BOD

| Diameter Media (mm) | Variasi Ketinggian Media | Waktu Operasional (jam) | % Removal BOD (mg/l) | | | Rata-rata % Removal BOD (mg/l) |
|---------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|-------|-------|--------------------------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | |
| 0,4 | T1 | 6 | 26,47 | 29,41 | 28,24 | 28,04 |
| | | 12 | 40 | 40 | 41,18 | 40,39 |
| | | 18 | 51,18 | 51,18 | 55,29 | 52,55 |
| 0,4 | T2 | 6 | 44,32 | 45,95 | 45,95 | 45,41 |
| | | 12 | 54,05 | 58,92 | 57,30 | 56,76 |
| | | 18 | 66,49 | 62,16 | 69,73 | 66,13 |

| Diameter Media (mm) | Variasi Ketinggian Media | Waktu Operasional (jam) | % Removal BOD (mg/l) | | | Rata-rata % Removal BOD (mg/l) |
|---------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|-------|-------|--------------------------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | |
| 0,2 | T3 | 6 | 32,95 | 31,82 | 28,41 | 31,06 |
| | | 12 | 42,61 | 43,18 | 40,34 | 42,04 |
| | | 18 | 67,05 | 68,18 | 70,45 | 68,56 |
| 0,1 | T4 | 6 | 54,84 | 56,99 | 56,99 | 56,27 |
| | | 12 | 53,76 | 54,84 | 55,91 | 54,87 |
| | | 18 | 66,67 | 67,20 | 68,82 | 67,56 |

Sumber : Hasil Perhitungan

Persentase Penyisihan COD

| Diameter Media (mm) | Variasi Ketinggian Media | Waktu Operasional (jam) | % Removal COD (mg/l) | | | Rata-rata % Removal COD (mg/l) |
|---------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|-------|-------|--------------------------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | |
| 0,4 | T1 | 6 | 61,90 | 62,09 | 62,27 | 62,09 |
| | | 12 | 44,69 | 44,51 | 44,50 | 44,57 |
| | | 18 | 34,79 | 35,16 | 34,98 | 34,98 |
| 0,4 | T2 | 6 | 69,29 | 69,47 | 69,84 | 69,53 |
| | | 12 | 51,55 | 51,01 | 51,19 | 51,25 |
| | | 18 | 52,36 | 32,54 | 32,72 | 32,54 |
| 0,2 | T3 | 6 | 53,91 | 53,39 | 53,39 | 53,39 |
| | | 12 | 35,65 | 36 | 36 | 35,65 |
| | | 18 | 32,52 | 32,17 | 32,34 | 32,17 |
| 0,1 | T4 | 6 | 53,79 | 53,62 | 53,44 | 53,44 |
| | | 12 | 34,82 | 34,48 | 34,65 | 34,48 |
| | | 18 | 31,20 | 31,20 | 31,37 | 31,03 |

Sumber : Hasil Perhitungan

Persentase Penyisihan TSS

| Diameter Media (mm) | Variasi Ketinggian Media | Waktu Operasional (jam) | % Removal TSS (mg/l) | | | Rata-rata % Removal TSS (mg/l) |
|---------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|-------|-------|--------------------------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | |
| 0,4 | T1 | 6 | 40,23 | 42,53 | 39,08 | 40,61 |
| | | 12 | 56,32 | 54,02 | 58,62 | 56,32 |
| | | 18 | 60,92 | 63,22 | 65,52 | 63,22 |
| 0,4 | T2 | 6 | 66,67 | 68,89 | 70 | 68,52 |
| | | 12 | 80 | 82,22 | 83,33 | 81,85 |
| | | 18 | 85,56 | 86,67 | 88,89 | 87,04 |
| 0,2 | T3 | 6 | 40 | 43,53 | 41,18 | 41,57 |
| | | 12 | 74,12 | 70,59 | 69,41 | 71,37 |
| | | 18 | 78,82 | 81,18 | 78,82 | 79,61 |
| 0,1 | T4 | 6 | 50 | 45,56 | 47,78 | 47,78 |
| | | 12 | 74,44 | 76,67 | 72,22 | 74,44 |
| | | 18 | 84,44 | 82,22 | 81,11 | 82,59 |

Sumber : Hasil Perhitungan

LAMPIRAN
DATA ANALISIS STATISTIK

Hasil Analisa Statistik Dengan Menggunakan Minitab

9/15/2009 3:10:41 AM

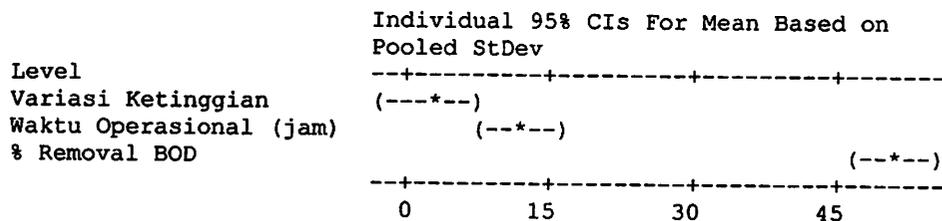
Welcome to Minitab, press F1 for help.

One-way ANOVA: Variasi Ketinggian, Waktu Operasional (jam), % Removal BOD

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|--------|----|---------|--------|--------|-------|
| Factor | 2 | 15716.6 | 7858.3 | 110.76 | 0.000 |
| Error | 33 | 2341.2 | 70.9 | | |
| Total | 35 | 18057.9 | | | |

S = 8.423 R-Sq = 87.03% R-Sq(adj) = 86.25%

| Level | N | Mean | StDev |
|-------------------------|----|--------|--------|
| Variasi Ketinggian | 12 | 2.500 | 1.168 |
| Waktu Operasional (jam) | 12 | 12.000 | 5.117 |
| % Removal BOD | 12 | 50.803 | 13.612 |



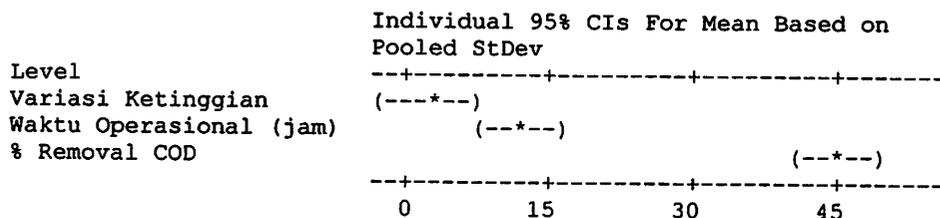
Pooled StDev = 8.423

One-way ANOVA: Variasi Ketinggian, Waktu Operasional (jam), % Removal COD

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|--------|----|---------|--------|-------|-------|
| Factor | 2 | 11697.7 | 5848.8 | 88.17 | 0.000 |
| Error | 33 | 2189.2 | 66.3 | | |
| Total | 35 | 13886.9 | | | |

S = 8.145 R-Sq = 84.24% R-Sq(adj) = 83.28%

| Level | N | Mean | StDev |
|-------------------------|----|--------|--------|
| Variasi Ketinggian | 12 | 2.500 | 1.168 |
| Waktu Operasional (jam) | 12 | 12.000 | 5.117 |
| % Removal COD | 12 | 44.593 | 13.095 |



Pooled StDev = 8.145

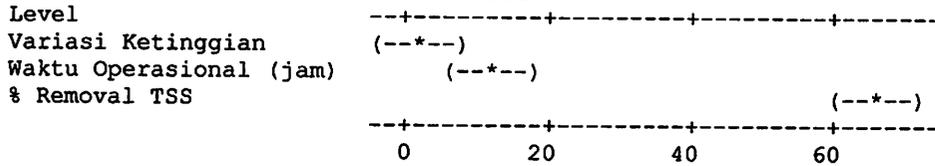
One-way ANOVA: Variasi Ketinggian, Waktu Operasional (jam), % Removal TSS

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|--------|----|---------|---------|--------|-------|
| Factor | 2 | 28383.2 | 14191.6 | 144.64 | 0.000 |
| Error | 33 | 3238.0 | 98.1 | | |
| Total | 35 | 31621.2 | | | |

S = 9.906 R-Sq = 89.76% R-Sq(adj) = 89.14%

| Level | N | Mean | StDev |
|-------------------------|----|--------|--------|
| Variasi Ketinggian | 12 | 2.500 | 1.168 |
| Waktu Operasional (jam) | 12 | 12.000 | 5.117 |
| % Removal TSS | 12 | 66.243 | 16.334 |

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev



Pooled StDev = 9.906

Correlations: Variasi Ketinggian, Waktu Operasional (jam), % Removal BOD

| | Variasi Ketinggi | Waktu Operasiona |
|------------------|------------------|------------------|
| Waktu Operasiona | 0.000 | 1.000 |
| % Removal BOD | 0.419 | 0.736 |
| | 0.175 | 0.006 |

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Correlations: Variasi Ketinggian, Waktu Operasional (jam), % Removal COD

| | Variasi Ketinggi | Waktu Operasiona |
|------------------|------------------|------------------|
| Waktu Operasiona | 0.000 | 1.000 |
| % Removal COD | -0.298 | -0.877 |
| | 0.347 | 0.000 |

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Correlations: Variasi Ketinggian, Waktu Operasional (jam), % Removal TSS

| | Variasi Ketinggi | Waktu Operasiona |
|------------------|------------------|------------------|
| Waktu Operasiona | 0.000 | 1.000 |

| | | |
|---------------|-------|-------|
| % Removal TSS | 0.212 | 0.744 |
| | 0.508 | 0.006 |

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Correlations: Variasi Ketinggian Media, Waktu Operasional, % Removal BOD, % Removal COD, ...

| | | | |
|-------------------|--------------------|-------------------|---------------|
| | Variasi Ketinggian | Waktu Operasional | % Removal BOD |
| Waktu Operasional | 0.000 | | |
| | 1.000 | | |
| % Removal BOD | 0.419 | 0.736 | |
| | 0.175 | 0.006 | |
| % Removal COD | -0.298 | -0.877 | -0.627 |
| | 0.347 | 0.000 | 0.029 |
| % Removal TSS | 0.212 | 0.744 | 0.804 |
| | 0.508 | 0.006 | 0.002 |
| | % Removal COD | | |
| % Removal TSS | -0.598 | | |
| | 0.040 | | |

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Regression Analysis: % Removal BOD versus Variasi Ketinggian Media, Waktu Operasional

The regression equation is

% Removal BOD = 15.1 + 4.88 Variasi Ketinggian + 1.96 Waktu Operasional (jam)

| Predictor | Coef | SE Coef | T | P |
|-------------------------|--------|---------|------|-------|
| Constant | 15.088 | 7.996 | 1.89 | 0.092 |
| Variasi Ketinggian | 4.884 | 2.065 | 2.37 | 0.042 |
| Waktu Operasional (jam) | 1.9587 | 0.4712 | 4.16 | 0.002 |

S = 7.99628 R-Sq = 71.8% R-Sq(adj) = 65.5%

Analysis of Variance

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|----|---------|--------|-------|-------|
| Regression | 2 | 1462.77 | 731.39 | 11.44 | 0.003 |
| Residual Error | 9 | 575.46 | 63.94 | | |
| Total | 11 | 2038.24 | | | |

| Source | DF | Seq SS |
|-------------------------|----|---------|
| Variasi Ketinggian | 1 | 357.80 |
| Waktu Operasional (jam) | 1 | 1104.97 |

Regression Analysis: % Removal COD versus Variasi Ketinggian Media, Waktu Operasional

The regression equation is

$$\% \text{ Removal COD} = 79.9 - 3.34 \text{ Variasi Ketinggian} - 2.24 \text{ Waktu Operasional (jam)}$$

| Predictor | Coef | SE Coef | T | P |
|-------------------------|---------|---------|-------|-------|
| Constant | 79.874 | 5.459 | 14.63 | 0.000 |
| Variasi Ketinggian | -3.339 | 1.410 | -2.37 | 0.042 |
| Waktu Operasional (jam) | -2.2444 | 0.3217 | -6.98 | 0.000 |

S = 5.45900 R-Sq = 85.8% R-Sq(adj) = 82.6%

Analysis of Variance

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|----|---------|--------|-------|-------|
| Regression | 2 | 1617.99 | 808.99 | 27.15 | 0.000 |
| Residual Error | 9 | 268.21 | 29.80 | | |
| Total | 11 | 1886.19 | | | |

| Source | DF | Seq SS |
|-------------------------|----|---------|
| Variasi Ketinggian | 1 | 167.27 |
| Waktu Operasional (jam) | 1 | 1450.72 |

Unusual Observations

| Obs | Variasi Ketinggian | % Removal COD | Fit | SE Fit | Residual | St Resid |
|-----|--------------------|---------------|-------|--------|----------|----------|
| 4 | 2.00 | 69.53 | 59.73 | 2.59 | 9.80 | 2.04R |

R denotes an observation with a large standardized residual.

Regression Analysis: % Removal TSS versus Variasi Ketinggian Media, Waktu Operasional

The regression equation is

$$\% \text{ Removal TSS} = 30.3 + 2.97 \text{ Variasi Ketinggian} + 2.37 \text{ Waktu Operasional (jam)}$$

| Predictor | Coef | SE Coef | T | P |
|-------------------------|--------|---------|------|-------|
| Constant | 30.32 | 11.44 | 2.65 | 0.026 |
| Variasi Ketinggian | 2.971 | 2.955 | 1.01 | 0.341 |
| Waktu Operasional (jam) | 2.3746 | 0.6743 | 3.52 | 0.007 |

S = 11.4438 R-Sq = 59.8% R-Sq(adj) = 50.9%

Analysis of Variance

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|----|--------|-------|------|-------|
| Regression | 2 | 1756.3 | 878.2 | 6.71 | 0.016 |
| Residual Error | 9 | 1178.6 | 131.0 | | |
| Total | 11 | 2935.0 | | | |

| Source | DF | Seq SS |
|--------------------|----|--------|
| Variasi Ketinggian | 1 | 132.4 |

Waktu Operasional (jam) 1 1623.9

9/29/2009 10:42:16 PM

Welcome to Minitab, press F1 for help.

Retrieving project from file: 'D:\ANDI\TAGEPE~1\MINITAB.MPJ'

LAMPIRAN
METODE ANALISIS SAMPEL



LABORATORIUM KUALITAS AIR



Komite Akreditasi Nasional

PT JASIRTA 1

Jl. Surabaya 2A Malang, Telp.(0341) 551971, Fak.(0341) 551976, E-mail :laboratorium@jasatirta1.go.id
Ds. Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Telp (0321) 331860 & Fax (0321) 395134

SNI 19 - 17025 - 2000
Sert. No. LP - 227 - IDN

Nomor : 108 S / LKA MLG / III / 09

Halaman 2 dari 3
Page 2 of 3

Kode Contoh Uji : Ext 36 -40./ AJ / III / 2009 / 67 - 75
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang
Place of Analysis

Tanggal Analisa : 10 Agustus 2009
Testing Date(s)

HASIL ANALISA Result of Analysis

| No | Parameter | Satuan | Hasil | Metode Analisa | Ket. |
|----|-----------|--------|-------|------------------------------|------|
| 1 | T1 6 Jam | | | | |
| | BOD | mg/l | 122 | QI/LKA/19 (Spektrofotometri) | - |
| | COD | mg/l | 209 | QI/LKA/19 (Spektrofotometri) | - |
| | TSS | mg/l | 53 | APHA. Ed. 20.2540 D, 1998 | |
| 2 | T1 12 Jam | | | | |
| | BOD | mg/l | 100 | QI/LKA/19 (Spektrofotometri) | - |
| | COD | mg/l | 304 | QI/LKA/19 (Spektrofotometri) | - |
| | TSS | mg/l | 38 | APHA. Ed. 20.2540 D, 1998 | |
| 3 | T1 18 Jam | | | | |
| | BOD | mg/l | 81 | QI/LKA/19 (Spektrofotometri) | - |
| | COD | mg/l | 356 | QI/LKA/19 (Spektrofotometri) | - |
| | TSS | mg/l | 32 | APHA. Ed. 20.2540 D, 1998 | |

*) Tidak termasuk ruang lingkup akreditasi
Kesimpulan : -
Conclusion



atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari
Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

is Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or publicated without any approval from
Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory Of Jasa Tirta I Public Corporation



LABORATORIUM KUALITAS AIR



Memiliki Akreditasi Nasional

PT. TIRTA I

Jl. Surabaya 2A Malang, Telp.(0341) 551971, Fak.(0341) 551976, E-mail :laboratorium@jasatirta1.go.id
Ds. Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Telp (0321) 331860 & Fax (0321) 395134

SNI 19 - 17025 - 2000

Sert. No, LP - 227 - IDN

Nomor : 109 S / LKA MLG / III / 09

Halaman 2 dari 3

Page 2 of 3

Kode Contoh Uji : Ext 50-54./ AJ / III / 2009 / 70 - 75
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang
Place of Analysis

Tanggal Analisa : 11 Agustus 2009
Testing Date(s)

HASIL ANALISA Result of Analysis

| No | Parameter | Satuan | Hasil | Metode Analisa | Ket. |
|----|-----------|--------|-------|------------------------------|------|
| 1 | T2 6 Jam | | | | |
| | BOD | mg/l | 100 | QI/LKA/19 (Spektrofotometri) | - |
| | COD | mg/l | 168 | QI/LKA/19 (Spektrofotometri) | - |
| | TSS | mg/l | 28 | APHA. Ed. 20.2540 D, 1998 | |
| 2 | T2 12 Jam | | | | |
| | BOD | mg/l | 80 | QI/LKA/19 (Spektrofotometri) | - |
| | COD | mg/l | 268 | QI/LKA/19 (Spektrofotometri) | - |
| | TSS | mg/l | 16 | APHA. Ed. 20.2540 D, 1998 | |
| 3 | T2 18 Jam | | | | |
| | BOD | mg/l | 63 | QI/LKA/19 (Spektrofotometri) | - |
| | COD | mg/l | 370 | QI/LKA/19 (Spektrofotometri) | - |
| | TSS | mg/l | 12 | APHA. Ed. 20.2540 D, 1998 | |

*) Tidak termasuk ruang lingkup akreditasi
Kesimpulan : -
Conclusion

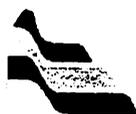


atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari
Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

**Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or publicated without any approval from
Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation**

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory Of Jasa Tirta I Public Corporation



LABORATORIUM KUALITAS AIR



Komite Akreditasi Nasional

SNI 19-17025-2000

Sert. No. LP-227-IDN

PT TIRTA I

Jl. Surabaya 2A Malang, Telp.(0341) 551971, Fak.(0341) 551976, E-mail :laboratorium@jasatirta1.go.id
Ds. Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Telp (0321) 331860 & Fax (0321) 395134

Nomor : 110 S / LKA MLG / III / 09

Halaman 2 dari 3
Page 2 of 3

Kode Contoh Uji : Ext 60-64/ AJ / III / 2009 / 80 - 84
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang
Place of Analysis

Tanggal Analisa : 12 Agustus 2009
Testing Date(s)

HASIL ANALISA Result of Analysis

| No | Parameter | Satuan | Hasil | Metode Analisa | Ket. |
|----|-----------|--------|-------|------------------------------|------|
| 1 | T3 6 Jam | | | | |
| | BOD | mg/l | 121 | QI/LKA/19 (Spektrofotometri) | - |
| | COD | mg/l | 268 | QI/LKA/19 (Spektrofotometri) | - |
| | TSS | mg/l | 50 | APHA. Ed. 20.2540 D, 1998 | |
| 2 | T3 12 Jam | | | | |
| | BOD | mg/l | 102 | QI/LKA/19 (Spektrofotometri) | - |
| | COD | mg/l | 370 | QI/LKA/19 (Spektrofotometri) | - |
| | TSS | mg/l | 24 | APHA. Ed. 20.2540 D, 1998 | |
| 3 | T3 18 Jam | | | | |
| | BOD | mg/l | 55 | QI/LKA/19 (Spektrofotometri) | - |
| | COD | mg/l | 268 | QI/LKA/19 (Spektrofotometri) | - |
| | TSS | mg/l | 17 | APHA. Ed. 20.2540 D, 1998 | |

*) Tidak termasuk ruang lingkup akreditasi
Kesimpulan : -
Conclusion



atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari
Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or publicated without any approval from
Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory Of Jasa Tirta I Public Corporation



LABORATORIUM KUALITAS AIR



Komite Akreditasi Nasional

PT. JASATIRTA I

Jl. Surabaya 2A Malang, Telp.(0341) 551971, Fak.(0341) 551976, E-mail :laboratorium@jasatirta1.go.id
Ds. Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Telp (0321) 331860 & Fax (0321) 395134

SNI 19-17025-2000

Sert. No. LP-227-IDN

Nomor : 111 S / LKA MLG / III / 09

Halaman 2 dari 3

Page 2 of 3

Kode Contoh Uji : Ext 71-75, / AJ / III / 2009 / 90-94
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang
Place of Analysis

Tanggal Analisa : 13 Agustus 2009
Testing Date(s)

HASIL ANALISA Result of Analysis

| No | Parameter | Satuan | Hasil | Metode Analisa | Ket. |
|----|-----------|--------|-------|------------------------------|------|
| 1 | T4 6 Jam | | | | |
| | BOD | mg/l | 81 | QI/LKA/19 (Spektrofotometri) | - |
| | COD | mg/l | 270 | QI/LKA/19 (Spektrofotometri) | - |
| | TSS | mg/l | 47 | APHA. Ed. 20.2540 D, 1998 | |
| 2 | T4 12 Jam | | | | |
| | BOD | mg/l | 84 | QI/LKA/19 (Spektrofotometri) | - |
| | COD | mg/l | 380 | QI/LKA/19 (Spektrofotometri) | - |
| | TSS | mg/l | 23 | APHA. Ed. 20.2540 D, 1998 | |
| 3 | T4 18 Jam | | | | |
| | BOD | mg/l | 60 | QI/LKA/19 (Spektrofotometri) | - |
| | COD | mg/l | 400 | QI/LKA/19 (Spektrofotometri) | - |
| | TSS | mg/l | 16 | APHA. Ed. 20.2540 D, 1998 | |

*) Tidak termasuk ruang lingkup akreditasi
Kesimpulan : -
Conclusion



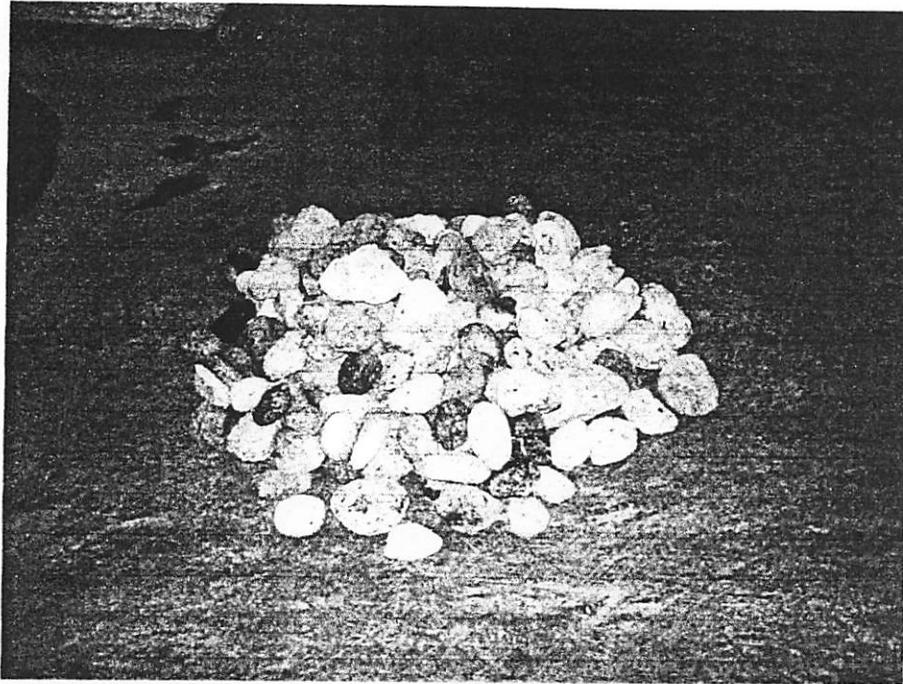
atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari
Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

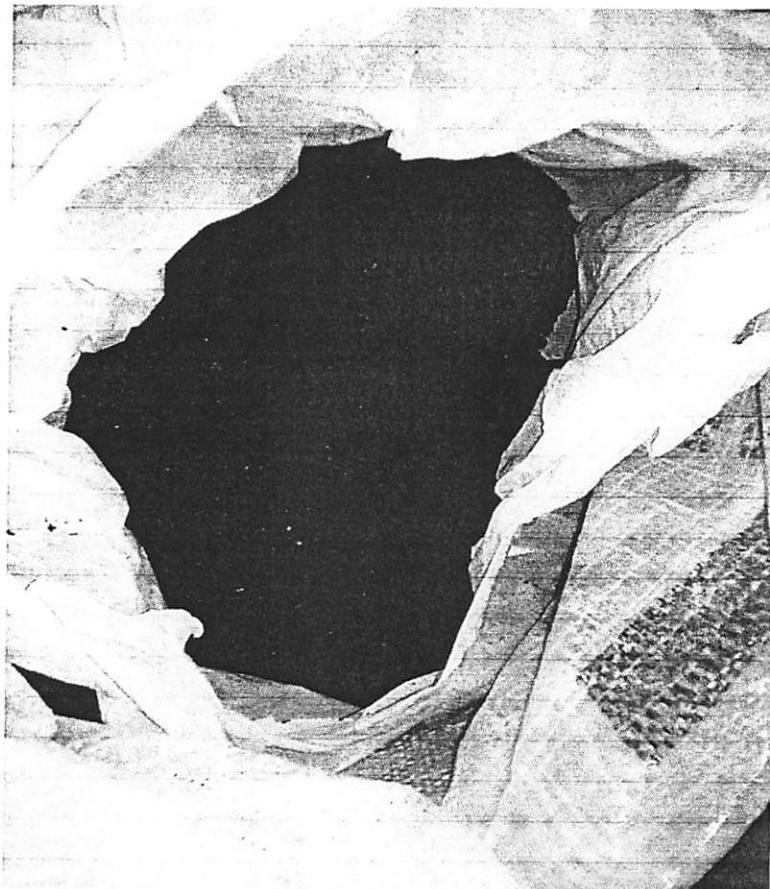
**Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from
Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation**

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory Of Jasa Tirta I Public Corporation

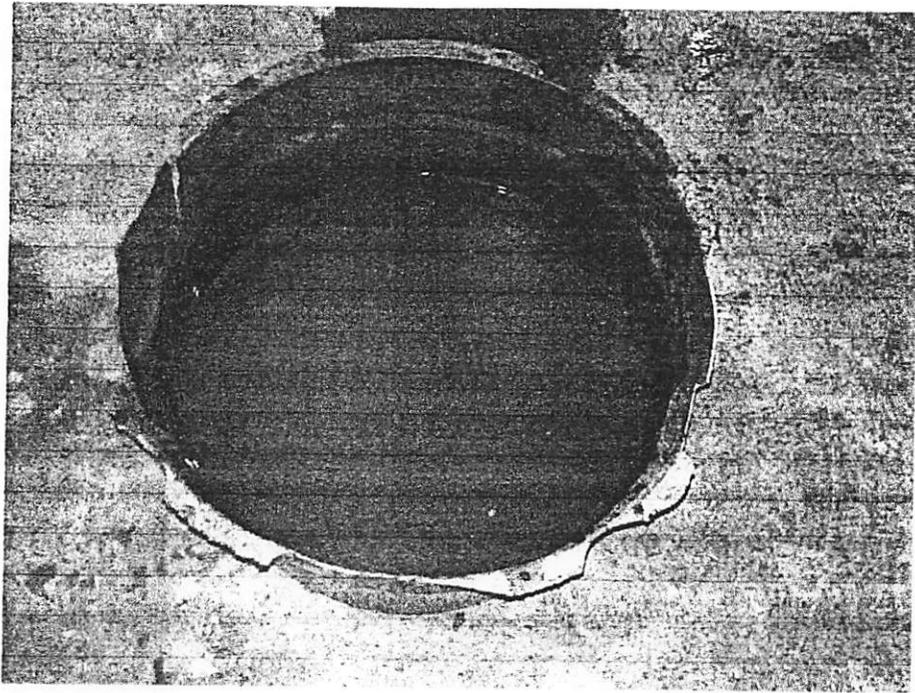
LAMPIRAN
DOKUMENTASI PENELITIAN



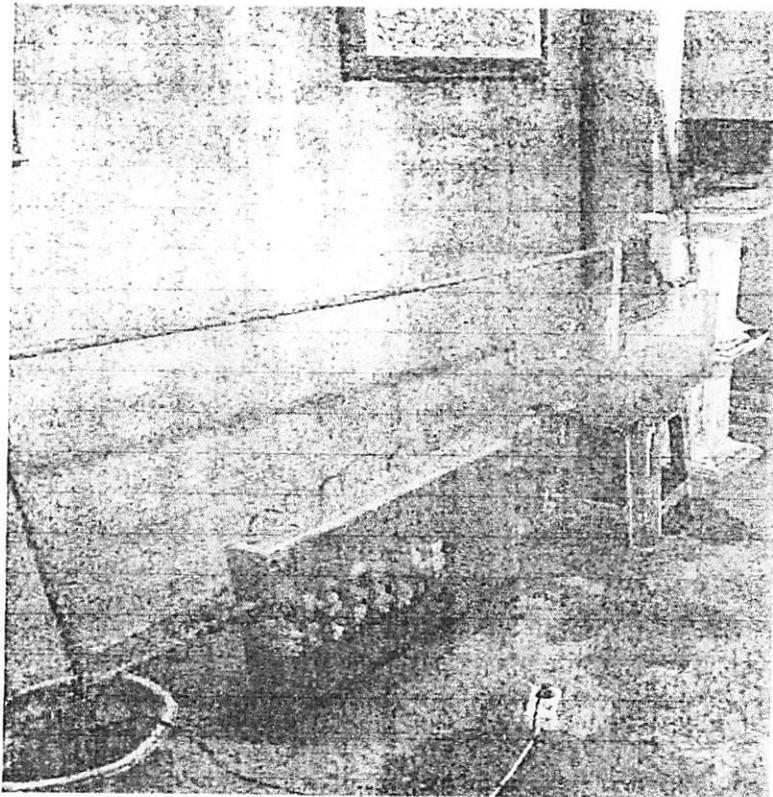
Media Filter Batu Apung



Media Filter Pasir



Air Limbah Rumah Tangga



Reaktor Anaerobik Baffle Filter

LAMPIRAN
KRITERIA DESAIN ALAT *ANAEROBIC BAFFLE FILTER*

PERENCANAAN DESAIN

A. Direncanakan (bak tanpa skat)

$$\diamond Q = 0,0005 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\diamond t_d = 6 \text{ jam}$$

Dimensi Bak

$$\text{volume} = Q \times t_d$$

$$\begin{aligned} \text{volume} &= 0,0005 \text{ m}^3/\text{jam} \times 6 \text{ jam} \\ &= 3.10^{-3} \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Tinggi direncanakan} \longrightarrow t = 0,5 \text{ m}$$

$$\text{Untuk lebar 50 \% dari t} \longrightarrow L = 0,1 \text{ m}$$

Panjang ?

$$\text{Volume} = P \times L \times H$$

$$3.10^{-3} \text{ m}^3 = P \times 0,1 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$$

$$3.10^{-3} \text{ m}^3 = P \times 0,05 \text{ m}^2$$

$$P = \frac{3.10^{-3} \text{ m}^3}{0,05 \text{ m}^2}$$

$$P = 0,65, \text{m}$$

Jadi desain bak untuk ukuran efektif !

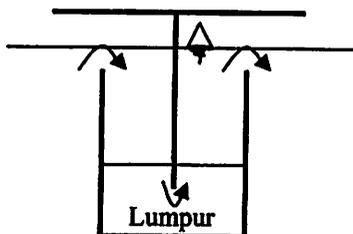
$$P = 0,65 \text{ m}, L = 0,1 \text{ m}, H = 0,2 \text{ m}$$

Dengan volume

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 0,65 \text{ m} \times 0,1 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} \\ &= 3.10^{-3} \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Direncanakan (untuk bak dengan kompartemen)

- Menggunakan 5 kompartemen, yang tiap kompartemen dibatasi skat horizontal dari atas kebawah.



- Setelah bak dibagi 5 untuk kompartemen maka ukuran tiap kompartemen

(Panjang kompartemen = lebar bak)

$$H = 0,2 \text{ m}$$

$$L = 0,06 \text{ m}$$

$$P = 0,15 \text{ m}$$

$$\text{Vol} = 3.10^{-3} \text{ m}^3$$

- Karena tiap kompartemen dipisahkan skat, maka ,

$$H = 0,2 \text{ m}$$

$$L = 0,03 \text{ m}$$

$$P = 0,15 \text{ m}$$

$$\text{Vol} = 3.10^{-3} \text{ m}^3$$

- Untuk waktu detensi tiap kompartemen (dihitung tiap skat dalam kompartemen)

$$\text{Vol} = Q \times t_d$$

$$3.10^{-3} \text{ m}^3 = 0,0005 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$t_d = 0,6 \text{ jam} \quad (\text{td tiap ruang skat dalam kompartemen})$$

- Untuk seluruh kompartemen (reactor) \longrightarrow ada 5 kompartemen dengan 10 ruang (skat)

$$T_d = 0,6 \text{ jam} \times 10$$

$$= 6 \text{ jam}$$

$$\diamond Q = 0,0005 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\diamond t_d = 12 \text{ jam}$$

Dimensi Bak

$$\text{volume} = Q \times t_d$$

$$\text{volume} = 0,0005 \text{ m}^3/\text{jam} \times 12 \text{ jam}$$

$$= 6.10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\text{Tinggi direncanakan} \longrightarrow t = 0,2 \text{ m}$$

$$\text{Untuk lebar 50 \% dari t} \longrightarrow L = 0,1 \text{ m}$$

Panjang ?

$$\text{Volume} = P \times L \times H$$

$$6.10^{-3} \text{ m}^3 = P \times 0,1 \text{ m} \times 0,2 \text{ m}$$

$$6.10^{-3} \text{ m}^3 = P \times 0,02 \text{ m}^2$$

$$P = \frac{6.10^{-3} \text{ m}^3}{0,02 \text{ m}^2}$$

$$P = 0,3 \text{ m}$$

Jadi desain bak untuk ukuran efektif !

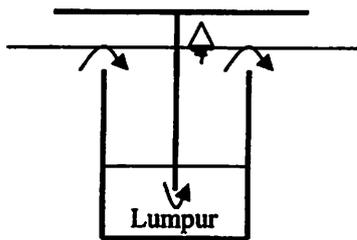
$$P = 0,3 \text{ m} , L = 0,1 \text{ m} , H = 0,2 \text{ m}$$

Dengan volume

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 0,3 \text{ m} \times 0,1 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} \\ &= 6.10^{-3} \text{ m}^3 \end{aligned}$$

B. Direncanakan (untuk bak dengan kompartemen)

- Menggunakan 5 kompartemen, yang tiap kompartemen dibatasi skat horizontal dari atas kebawah.



- Setelah bak dibagi 5 untuk kompartemen maka ukuran tiap kompartemen (Panjang kompartemen = lebar bak)
 $H = 0,2 \text{ m}$
 $L = 0,06 \text{ m}$
 $P = 0,3 \text{ m}$
 $\text{Vol} = 6.10^{-3} \text{ m}^3$
- Karena tiap kompartemen dipisahkan skat, maka ,
 $H = 0,2 \text{ m}$
 $L = 0,03 \text{ m}$
 $P = 0,3 \text{ m}$
 $\text{Vol} = 6.10^{-3} \text{ m}^3$
- Untuk waktu detensi tiap kompartemen (dihitung tiap skat dalam kompartemen)
 $\text{Vol} = Q \times t_d$
 $6.10^{-3} \text{ m}^3 = 0,0005 \text{ m}^3/\text{jam}$
 $t_d = 1,2 \text{ jam}$ (t_d tiap ruang skat dalam kompartemen)
- Untuk seluruh kompartemen (reactor) \longrightarrow ada 5 kompartemen dengan 10 ruang (skat)

$$T_d = 1,2 \text{ jam} \times 10$$

$$= 12 \text{ jam}$$

$$\diamond Q = 0,0005 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\diamond t_d = 18 \text{ jam}$$

Dimensi Bak

$$\text{volume} = Q \times t_d$$

$$\text{volume} = 0,0005 \text{ m}^3/\text{jam} \times 12 \text{ jam}$$

$$= 9 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\text{Tinggi direncanakan} \longrightarrow t = 0,2 \text{ m}$$

$$\text{Untuk lebar 50 \% dari t} \longrightarrow L = 0,1 \text{ m}$$

Panjang ?

$$\text{Volume} = P \times L \times H$$

$$9 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = P \times 0,1 \text{ m} \times 0,2 \text{ m}$$

$$9 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = P \times 0,02 \text{ m}^2$$

$$P = \frac{9 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{0,02 \text{ m}^2}$$

$$P = 0,45 \text{ m}$$

Jadi desain bak untuk ukuran efektif !

$$P = 0,45 \text{ m}, L = 0,1 \text{ m}, H = 0,2 \text{ m}$$

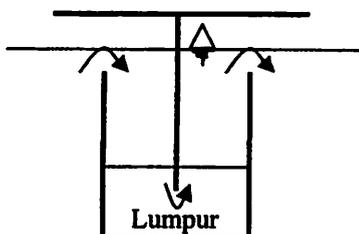
Dengan volume

$$\text{Volume} = 0,3 \text{ m} \times 0,1 \text{ m} \times 0,2 \text{ m}$$

$$= 9 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

B. Direncanakan (untuk bak dengan kompartemen)

- Menggunakan 5 kompartemen, yang tiap kompartemen dibatasi skat horizontal dari atas kebawah.



- Setelah bak dibagi 5 untuk kompartemen maka ukuran tiap kompartemen (Panjang kompartemen = lebar bak)
- $H = 0,2 \text{ m}$

$$L = 0,06 \text{ m}$$

$$P = 0,45 \text{ m}$$

$$\text{Vol} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

- Karena tiap kompartemen dipisahkan skat, maka ,

$$H = 0,2 \text{ m}$$

$$L = 0,03 \text{ m}$$

$$P = 0,45 \text{ m}$$

$$\text{Vol} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

- Untuk waktu detensi tiap kompartemen (dihitung tiap skat dalam kompartemen)

$$\text{Vol} = Q \times t_d$$

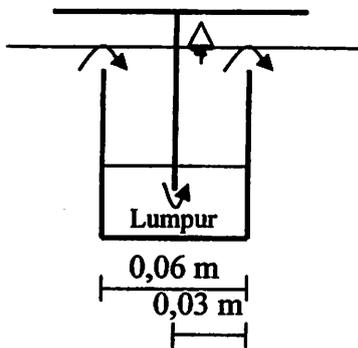
$$9 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 0,0005 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$t_d = 1,8 \text{ jam} \quad (\text{td tiap ruang skat dalam kompartemen})$$

- Untuk seluruh kompartemen (reactor) \longrightarrow ada 5 kompartemen dengan 10 ruang (skat)

$$T_d = 1,8 \text{ jam} \times 10$$

$$= 18 \text{ jam}$$



C. Kecepatan aliran air tiap $\frac{1}{2}$ kompartemen td 6 jam

$$V = \frac{Q}{A} \quad \longrightarrow \quad A = 0,15 \text{ m} \times 0,1 \text{ m}$$

$$= \frac{0,0005 \text{ m}^3 / \text{jam}}{0,015 \text{ m}^2} \quad = 0,015 \text{ m}^2$$

$$= 0,03 \text{ m/jam}$$

Kecepatan aliran air tiap $\frac{1}{2}$ kompartemen td 12 jam

$$V_{up} = \frac{Q}{A} \quad \longrightarrow \quad A = 0,3 \text{ m} \times 0,1 \text{ m}$$

$$= \frac{0,0005m^3 / jam}{0,003m^2} = 0,16 \text{ m/jam}$$

$$= 0,003 \text{ m}^2$$

Kecepatan aliran air tiap ½ kompartemen td 18 jam

$$V_{up} = \frac{Q}{A} \longrightarrow A = 0,45 \text{ m} \times 0,1 \text{ m}$$

$$= \frac{0,0005m^3 / jam}{0,045m^2} = 0,01 \text{ m/jam}$$

$$= 0,045 \text{ m}^2$$

- V_{up} sesuai dengan kriteria max 2 m/jam dan
- Kec. Up-flow < 1m/jam \longrightarrow mendorong pembentukan flokulan dan granular.

