

SKRIPSI

**PEMANFAATAN TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI
KARBON AKTIF PADA *BIOSAND FILTER* DALAM
MENURUNKAN KONSENTRASI TSS, MINYAK DAN LEMAK
PADA LIMBAH CAIR RUMAH TANGGA (*GREY WATER*)**



OLEH :

**PHILIP YOSUA THOMAS DIMA
04.26.076P**

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2012**

SECRET

MEMORANDUM FOR THE DIRECTOR, NATIONAL SECURITY AGENCY
SUBJECT: [Illegible]

[Illegible]

[Illegible]

**LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**Pemanfaatan Tempurung Kelapa Sebagai Karbon Aktif pada *Biosand Filter*
dalam Menurunkan Konsentrasi TSS, Minyak dan Lemak pada Limbah
Cair Rumah Tangga (*Grey Water*)**

Oleh :
Philip Yosua Thomas Dima
(04. 26. 076/ P)

Menyetujui :
Tim Pembimbing

Dosen Pembimbing I



Evy Hendriarianti, ST. MMT
NIP. P. 1030300382

Dosen Pembimbing II



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

Mengetahui,
Ketua Jurusan/ Prodi Teknik Lingkungan



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



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

NAMA : PHILIP YOSUA THOMAS DIMA
NIM : 04. 26. 076/ P
JURUSAN : TEKNIK LINGKUNGAN
**JUDUL : PEMANFAATAN TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI
KARBON AKTIF PADA *BIOSAND FILTER* DALAM
MENURUNKAN KONSENTRASI TSS, MINYAK DAN
LEMAK PADA LIMBAH CAIR RUMAH TANGGA
(*GREY WATER*)**

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

Pada Hari : Senin
Tanggal : 13 Agustus 2012
Dengan Nilai : B⁺ (75,74)

PANITIA UJIAN SKRIPSI

KETUA

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

SEKRETARIS

Evy Hendriarianti, ST. MMT
NIP. P. 1030300382

ANGGOTA PENGUJI

PENGUJI I

Dr. Ir. Hery Setyo Budiarmo, MSi
NIP. 196106201991031002

PENGUJI II

Sudiro, ST. MT
NIP. P. 1039900327

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penyusun panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Laporan Skripsi ini dengan judul **“Pemanfaatan Tempurung Kelapa Sebagai Karbon Aktif pada Biosand Filter dalam Menurunkan Konsentrasi TSS, Minyak dan Lemak pada Limbah Cair Rumah Tangga (*Grey Water*)”**, yang disusun berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan.

Atas tersusunnya laporan skripsi ini, penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Ibu Evy Hendriarianti, ST.MMT selaku Dosen Pembimbing I dalam pembuatan laporan skripsi ini sekaligus sebagai dosen wali serta Sekretaris Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
2. Ibu Candra Dwiratna, ST.MT selaku Dosen Pembimbing II dalam pembuatan laporan skripsi ini sekaligus Kepala Laboratorium Teknik Lingkungan ITN Malang.
3. Ibu Candra Dwiratna, ST.MT selaku dosen pengajar sekaligus Ketua Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
4. Orang tua dan keluarga besar yang telah membantu dalam penyelesaian laporan skripsi ini.
5. Teman-teman Jurusan Teknik Lingkungan dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan skripsi ini.

Penyusun menyadari sepenuhnya, bahwa dalam pembuatan laporan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan oleh karena itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penyusun harapkan guna kesempurnaan laporan skripsi ini.

Malang, Agustus 2012

Penyusun

Dima, Philip Y.Th, 2012. **Pemanfaatan Tempurung Kelapa Sebagai Karbon Aktif Pada *Biosand Filter* Dalam Menurunkan Konsentrasi TSS, Minyak dan Lemak Pada Limbah Cair Rumah Tangga (*Grey Water*)**. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Nasional Malang.

ABSTRAKSI

Aktifitas rumah tangga menghasilkan limbah cair dalam jumlah yang cukup banyak. Oleh karena itu, diperlukan pengolahan yang murah dan sederhana, agar limbah cair rumah tangga tidak merusak lingkungan disekitarnya. Limbah cair rumah tangga banyak mengandung material organik yang pada umumnya cukup tinggi.

Penelitian ini menggunakan reaktor *biosand filter* aliran kontinu dengan ketebalan media pasir halus 30 cm, pasir kasar 25 cm dan karbon aktif tempurung kelapa 30 cm. Variasi waktu detensi yang digunakan adalah 0 jam; 3 jam; 6 jam; 9 jam dan 12 jam dengan parameter pencemar yang diuji adalah TSS, Minyak dan Lemak.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa reaktor *biosand filter* dengan penambahan karbon aktif tempurung kelapa mampu menurunkan konsentrasi TSS dan minyak lemak hingga dibawah standart baku mutu yang ada. Keefektifitasan reaktor ini untuk parameter TSS, Minyak dan Lemak terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 12, sebesar 96,154 % untuk TSS. Sedangkan konsentrasi minyak lemak dapat diturunkan hingga 81,585 %.

Kata Kunci :*Biosand filter*, Karbon Aktif, Limbah Cair Rumah Tangga, Minyak dan Lemak, TSS

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAKSI.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.2.1 Rumusan Masalah.....	2
1.2.2 Lingkup Penelitian.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Air Limbah.....	4
2.2 Sumber Asal Air Limbah.....	4
2.2.1 Sumber Air Limbah Rumah Tangga (<i>Domestic Wastewater</i>).....	5
2.2.2 Karakteristik Air Buangan Domestik.....	5
2.2.3 Kandungan Limbah Rumah Tangga.....	7
2.3 Kriteria Desain <i>Slow Sand Filter</i>	8
2.4 <i>Biosand Filter</i> (BSF).....	10
2.4.1 Mekanisme Penyisihan Kontaminan Dalam <i>Biosand Filter</i>	11
2.4.2 Lapisan <i>Biofilm</i> atau <i>Schmutzdecke</i>	13
2.4.3 Pematangan Lapisan <i>Biofilm</i>	15
2.4.4 Aklimatisasi.....	15
2.4.5 Pembersihan <i>Biosand Filter</i>	15
2.5 Karbon Aktif (<i>Activated Carbon</i>).....	17
2.5.1 Pembuatan Karbon Aktif.....	19
2.5.2 Tempurung Kelapa.....	19
2.6 Parameter Penelitian.....	21
2.6.1 <i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	21
2.6.2 Minyak dan Lemak.....	22
2.7 Metode Pengolahan Data.....	25
2.7.1 Statistik Deskriptif dan Inferensi.....	25
2.7.2 Analisis Korelasi.....	26
2.7.3 Analisis Regresi.....	27
2.7.4 <i>Analysis of Variance</i>	28

BAB III METODE PENELITIAN	29
3.1 Umum	29
3.2 Jenis Penelitian	29
3.3 Objek Penelitian.....	29
3.4 Lokasi Penelitian.....	30
3.5 Variabel Penelitian.....	30
3.6 Bahan dan Alat Penelitian.....	31
3.6.1 Bahan	31
3.6.2 Penyediaan Media Pasir Halus, Pasir Kasar dan Karbon Aktif	31
3.6.3 Alat Penelitian.....	31
3.6.3.1 <i>Biosand Filter</i> (BSF).....	31
3.6.3.2 <i>Reservoar</i>	32
3.7 Pelaksanaan Penelitian.....	32
3.7.1 Persiapan Media Pasir Halus, Pasir Kasar dan Karbon Aktif	32
3.7.2 Persiapan Alat	33
3.7.3.1 <i>Biosand Filter</i> (BSF)	33
3.7.3.2 Proses Sampling.....	33
3.7.3.3 Pengujian Sampel Awal.....	34
3.8 Aklimatisasi	34
3.9 Pengukuran TSS, Minyak dan Lemak	35
3.10 Analisis Data.....	35
3.11 Kesimpulan dan Saran	35
3.12 Kerangka Penelitian.....	37
 BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN.....	 38
4.1 Asrama Seminari Tinggi Praja Interdiocesan Giovani Malang	38
4.2 Karakteristik Limbah Cair Domestik Asrama Seminari Tinggi Praja Interdiocesan Giovani Malang	38
4.3 Penyisihan Bahan Organik Pada Tahap Aklimatisasi.....	39
4.4 Konsentrasi Akhir TSS, Minyak dan Lemak Setelah Melewati <i>Biosand Filter</i>	42
4.5 Pengolahan Data	43
4.5.1 Persentase Penurunan TSS.....	43
4.5.2 Persentase Penurunan Minyak dan Lemak	44
4.6 Analisis Deskriptif.....	44
4.6.1 Analisis Deskriptif Penurunan TSS	44
4.6.2 Analisis Deskriptif Penurunan Minyak dan Lemak.....	46
4.7 Analisis Korelasi.....	47
4.7.1 Analisis Korelasi Untuk Persentase Penurunan TSS	47
4.7.2 Analisis Korelasi Untuk Persentase Penurunan Minyak Lemak	48
4.8 Analisis Regresi	49
4.8.1 Analisis Regresi Untuk Persentase Penurunan TSS	50
4.8.2 Analisis Regresi Untuk Persentase Penurunan Minyak dan Lemak	51

4.9	Analisis ANOVA One Way.....	52
4.9.1	Analisis Anova One Way untuk Persentase Penurunan TSS.....	52
4.9.2	Analisis Anova One Way untuk Persentase Penurunan Minyak dan Lemak	53
4.10	Pembahasan	54
4.10.1	Penurunan Konsentrasi TSS.....	54
4.10.2	Penurunan Konsentrasi Minyak dan Lemak	57
4.11	Kualitas Output Pengolahan <i>Biosand Filter</i> dengan Penambahan karbon aktif tempurung kelapa Berdasarkan Standar Baku Mutu	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		61
5.1.	Kesimpulan	61
5.2.	Saran	61
DAFTAR PUSTAKA		62
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Karakteristik Fisik Limbah Domestik.....	6
Tabel 2.2	Karakteristik Limbah Domestik atau Limbah Perkotaan.....	8
Tabel 2.3	Perbedaan Antara Saringan Pasir Lambat Dengan Saringan Pasir Cepat	9
Tabel 2.4	Karakteristik Karbon Aktif dari Berbagai Jenis Bahan Baku	18
Tabel 2.5	Komposisi Kimia Tempurung Kelapa	19
Tabel 2.6	Karakteristik Arang Aktif Tempurung Kelapa dan Sekam Padi	20
Tabel 4.1.	Karakteristik Air Limbah Domestik Asrama Seminari Tinggi Praja Interdiocesan Giovani Malang	38
Tabel 4.2	Penyisihan Bahan Organik.....	40
Tabel 4.3.	Konsentrasi Akhir TSS Setelah Melewati <i>Biosand Filter</i>	42
Tabel 4.4.	Konsentrasi Akhir Minyak dan Lemak Setelah Melewati <i>Biosand Filter</i>	42
Tabel 4.5	Persentase Penurunan Konsentrasi TSS.....	43
Tabel 4.6	Persentase Penurunan Konsentrasi Minyak dan Lemak	44
Tabel 4.7	Hasil Uji Korelasi Persentase penurunan TSS (%) Terhadap Operasional (jam).....	47
Tabel 4.8	Hasil Uji Korelasi Persentase penurunan Minyak dan Lemak (%) Terhadap Waktu Operasional (jam).....	48
Tabel 4.9	Analisis Regresi Antara Persentase Penurunan TSS (%) Terhadap Waktu Operasional (jam).....	50
Tabel 4.10	Analisis Regresi Antara Persentase Penurunan Minyak dan Lemak (%) Terhadap Waktu Operasional (jam).....	51
Tabel 4.11	Hasil Uji ANOVA antara Variasi Waktu Operasional (jam) Terhadap Persentase Penurunan TSS (%).....	53
Tabel 4.12	Hasil Uji ANOVA antara Variasi Waktu Operasional (jam) Terhadap Persentase Penurunan Minyak dan Lemak (%)	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Unit <i>Biosand Filter</i>	11
Gambar 2.2	Skema Zat Padat	22
Gambar 2.3	Proses penguraian senyawa lemak secara anaerobik menjadi metan.....	25
Gambar 3.1	Diagram Alir.....	37
Gambar 4.1.	Persen (%) penyisihan bahan organik pada saat aklimatisasi...	41
Gambar 4.2	Persentase penurunan konsentrasi TSS	45
Gambar 4.3	Persentase penurunan konsentrasi minyak dan lemak.....	46

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah rumah tangga merupakan buangan atau sesuatu yang tidak terpakai berbentuk cair, gas dan padat yang berasal dari dapur, kamar mandi, cucian, limbah bekas industri rumah tangga dan kotoran manusia. Dalam air limbah terdapat bahan kimia yang sukar untuk dihilangkan dan berbahaya. Bahan kimia tersebut dapat memberi kehidupan bagi kuman - kuman penyebab penyakit disentri, tipus, kolera dan penyakit lainnya. Air limbah tersebut harus diolah agar tidak mencemari dan tidak membahayakan kesehatan lingkungan (Petrus N. Rahardjo).

Biosand Filter merupakan suatu proses penyaringan atau penjernihan air dimana air yang akan diolah dilewatkan pada suatu media proses dengan kecepatan rendah yang dipengaruhi oleh diameter butiran pasir yang lebih kecil agar dapat menyaring bakteriologi. *Biosand Filter* sama dengan filter pasir lambat dimana mayoritas filtrasi dan penghilangan kekeruhan terjadi di lapisan atas pasir karena penurunan ukuran pori yang disebabkan oleh deposisi partikel. *Biosand Filter* dapat menghilangkan bakteri pathogen melalui proses yang sama dengan saringan pasir lambat, yang mana pada saat zat-zat padat melawati pasir dalam filter, zat-zat ini akan bertubrukan dan menyerap ke dalam partikel-partikel pasir. Keuntungan teknologi ini selain murah, membutuhkan sedikit pemeliharaan dan beroperasi secara grafitasi. (Griswidia Reni, 2008)

Data awal hasil penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan oleh Chairy Abdilah, 2011 adalah 117,2 mg/l untuk konsentrasi TTS dan 18,03 mg/l untuk minyak dan lemak. Konsentrasi TSS, minyak dan lemak tersebut melebihi standart baku mutu Kep.Men. Lingkungan Hidup No. 112 Tahun 2003. Dengan menggunakan Reaktor *Biosand Filter* Dengan Penambahan Karbon Aktif Sekam Padi mampu menurunkan konsentrasi TSS sebesar 95,72 % dan konsentrasi Minyak dan Lemak sebesar 56,35 %.

Dari penelitian diatas, penggunaan karbon aktif sekam padi dan karbon aktif granular pada *biosand filter* sudah efisien dalam menurunkan TSS. Dimana konsentrasi TSS berada dibawah standar baku mutu sesuai dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik adalah sebesar 100 mg/l. Sedangkan dalam menurunkan konsentrasi minyak dan lemak menggunakan karbon aktif sekam padi sudah efisien namun belum optimal, dimana standar baku mutu untuk minyak dan lemak adalah sebesar 10 mg/l.

Karbon aktif adalah salah satu zat yang mempunyai daya menyerap zat – zat polutan yang ada dalam air sehingga zat tersebut akan menempel atau terkonsentrasi pada permukaan karbon aktif, sehingga konsentrasi zat polutan yang ada dalam air menjadi hilang atau berkurang (Nusa Idaman Said, 2007). Pada dasarnya karbon aktif dapat dibuat dari semua bahan yang mengandung karbon (Kusnaedi, 2010). Tempurung kelapa merupakan bahan yang baik sekali untuk dibuat arang aktif yang dapat digunakan sebagai bahan penyerap (*adsorbant*). Selain karena kekerasannya juga karena bentuknya arang tidak terlalu tebal sehingga memungkinkan proses penyerapan berlangsung secara merata (Reni Griswidia, 2008).

Diharapkan dengan memanfaatkan tempurung kelapa sebagai karbon aktif pada *biosand filter* dapat menurunkan konsentrasi TSS, Minyak dan Lemak, sehingga dengan menggunakan teknologi yang sederhana dan murah ini dapat diaplikasikan ke masyarakat dan dapat mengurangi kerusakan dan penurunan kualitas lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

1.2.1 Rumusan Masalah



1. Seberapa besar efektifitas penggunaan reaktor *biosand filter* dengan media pasir, kerikil dan karbon aktif tempurung kelapa dalam menurunkan konsentrasi TSS, Minyak dan Lemak pada limbah cair rumah tangga?
2. Bagaimana pengaruh variasi ketinggian media dan waktu efektif yang diperlukan untuk menurunkan konsentrasi TSS, Minyak dan Lemak dengan

menggunakan reaktor *biosand filter* dengan penambahan karbon aktif tempurung kelapa?

1.2.2 Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sampel limbah yang digunakan berasal dari limbah cair rumah tangga di Asrama Seminari Tinggi Interdiocesan Giovani malang yang berasal dari buangan dapur dan kamar mandi (*grey water*).
2. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium.
3. Parameter yang dianalisis adalah konsentrasi TSS, Minyak dan Lemak.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari Penelitian ini antara lain sebagai berikut :

1. Mengetahui efektifitas dari reaktor *biosand filter* dengan penambahan karbon aktif tempurung kelapa dalam menurunkan konsentrasi TSS, Minyak dan Lemak pada limbah cair rumah tangga.
2. Mencari waktu efektif yang diperlukan untuk menurunkan konsentrasi TSS, Minyak dan Lemak dengan menggunakan reaktor *biosand filter* dengan penambahan karbon aktif tempurung kelapa.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini antara lain sebagai berikut :

1. Mendapatkan suatu alternatif teknologi yang murah, sederhana, dan mudah pengoperasiannya untuk menurunkan konsentrasi TSS, Minyak dan Lemak dari limbah cair rumah tangga.
2. Memberikan data informasi tentang kemampuan reaktor *biosand filter* dengan penambahan karbon aktif dari tempurung kelapa dalam menurunkan konsentrasi TSS, Minyak dan Lemak dari limbah cair rumah tangga sehingga dapat dimanfaatkan sebagai air bersih.
3. Menekan resiko terjadinya penyakit yang disebabkan karena mengkonsumsi air yang tercemar.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Limbah

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

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

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

2.2 Sumber Asal Air Limbah

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

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

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

Air limbah rumah tangga terdiri dari 3 fraksi penting :

1. Tinja (*feces*), berpotensi mengandung mikroba patogen
2. Air seni (*urine*), umumnya mengandung Nitrogen dan Posfor, serta kemungkinan kecil mikroorganisme
3. *Grey water*, merupakan air bersih cucian dapur, mesin cuci dan kamar mandi

Komponen limbah domestik antara lain : mikroorganisme, dapat berkembang jika terdapat bahan makanan yang sesuai dan kelembaban yang memadai serta suhu yang sesuai. Limbah domestik menyediakan lingkungan yang ideal bagi pertumbuhan mikroba terutama golongan bakteri, serta beberapa virus dan protozoa. Kebanyakan mikroba tidak berbahaya dan dapat dihilangkan dengan proses biologi yang mengubah zat organik menjadi produk akhir yang stabil. Tetapi limbah domestik dapat pula mengandung patogen (organisme yang menimbulkan penyakit) berasal dari ekskreta manusia yang terinfeksi penyakit menular yang dapat menyebar melalui air yang terkontaminasi. Penyakit akibat bakteri yang berasal dari air antara lain kolera, tifus dan tuberkulosis, serta penyakit akibat virus seperti hepatitis dan disentri akibat protozoa (Asmadi dan Suharno, 2012).

2.2.2 Karakteristik Air Buangan Domestik

Air limbah domestik dan perkotaan adalah seluruh buangan cair yang berasal dari hasil proses seluruh kegiatan yang meliputi limbah domestik cair yakni buangan kamar mandi, dapur, air bekas pencucian pakaian, limbah perkantoran dan limbah dari daerah komersial serta limbah industri (Asmadi dan Suharno, 2012).

Air buangan perkotaan mengandung lebih dari 99,9 % cairan dan 0,1 % padatan. Zat-zat yang terdapat didalam air buangan diantaranya adalah unsur - unsur organik tersuspensi maupun terlarut dan juga unsur - unsur anorganik serta mikroorganisme. Unsur-unsur tersebut memberi corak kualitas air buangan dalam sifat fisik, kimiawi maupun biologis (Sugiharto, 1987).

a) Karateristik Kimiawi

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

b) Karateristik Biologis

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

c) Karateristik Fisik

Karateristik fisik yang menjadi parameter didalam pengolahan meliputi temperatur, total solid, warna, bau dan kekeruhan. Sebagian besar penyusun air buangan domestik berupa bahan - bahan organik. Penguraian bahan-bahan ini akan menyebabkan munculnya kekeruhan. Selain itu, kekeruhan juga diakibatkan oleh lumpur, tanah liat, zat koloid dan benda - benda terapung tidak segera mengendap. Penguraian bahan - bahan organik juga menimbulkan terbentuknya warna. Parameter ini dapat menunjukkan kekuatan pencemar. Komponen penyusun bahan - bahan organik seperti protein, lemak, minyak dan sabun cenderung mempunyai sifat yang tidak tetap dan mudah menjadi busuk. Tabel 2.1 menunjukkan pengaruh dan penyebab air buangan domestik dari karateristik fisik.

Tabel 2.1 Karateristik Fisik Limbah Domestik

Sifat-sifat	Penyebab	Pengaruh
Suhu	Kondisi udara sekitarnya, serta suhu air atau limbah yang dibuang ke saluran dari rumah maupun industri	Mempengaruhi kehidupan biologis, kelarutan oksigen/gas lain, kerapatan air, daya viskositas dan tekanan permukaan
Kekeruhan	Benda-benda tercampur seperti limbah cair, limbah padat,	Memantulkan sinar, mengurangi produksi oksigen

	garam, tanah liat, bahan organik yang halus dari buah-buahan asli, algae, organisme kecil	yang dihasilkan tumbuhan, merusak estetika dan mengganggu kehidupan biota
Warna	Benda terlarut seperti sisa bahan organik dari daun dan tanaman, buangan industry	Umumnya tidak berbahaya dan berpengaruh terhadap kualitas estetika lingkungan
Bau	Bahan voliatile, gas terlarut, Berasal dari pembusukkan bahan organik, minyak terutama dari mikroorganisme	Petunjuk adanya pembusukkan air limbah sehingga perlu adanya pengolahan, menurunkan nilai estetika
Rasa	Bahan penghasil bau, benda terlarut yang menghasilkan bau, benda terlarut dan beberapa senyawa	Mempengaruhi kualitas air
Benda Padat	Benda organik dan anorganik yang terlarut ataupun tercampur	Mempengaruhi jumlah bahan Organik dan anorganik, merupakan petunjuk pencemaran atau kepekatan limbah meningkat

Sumber : Sugiharto, 1987

2.2.3 Kandungan Limbah Rumah Tangga

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

Limbah cair domestik (rumah tangga) Air yang telah dipergunakan yang berasal dari rumah tangga atau pemukiman termasuk didalamnya air buangan

yang berasal dari WC, kamar mandi, tempat cuci, dan tempat memasak (sugiharto 1987). Tabel 2.2 menunjukkan karakteristik limbah cair rumah tangga.

Tabel 2.2 Karakteristik Limbah Domestik atau Limbah Perkotaan

No	Parameter	Minimum	Maksimum	Rata –Rata
1	BOD – mg/l	31,52	675,33	353,43
2	COD – mg/l	46,62	1183,4	615,01
3	Angka Permanganat	69,84	739,56	404,7
4	(KmNa ₄) – mg/l			
5	Amoniak (NH ₃) – mg/l	10,79	158,73	84,76
6	Nitrit (NO ₂ ⁻) – mg/l	0,013	1,274	0,1435
7	Nitrat (NO ₃ ⁻) – mg/l	2,25	8,91	5,58
8	Khlorida (Cl ⁻) – mg/l	29,74	103,73	66,735
9	Sulfat (SO ₄ ⁻) – mg/l	81,3	120,6	100,96
10	pH	4,92	8,99	6,96
11	Zat Padat Tersuspensi (SS) – mg/l	27,5	211	119,25
12	Deterjen (MBAS) – mg/l	1,66	9,79	5,725
13	Minyak dan Lemak – mg/l	1	125	63
14	Cadnium (Cd) – mg/l	ttd	0,016	0,008
15	Timbal (Pb)	0,002	0,04	0,021
16	Besi (Fe) – mg/l	0,19	70	35,1
17	Tembaga (Cu) – mg/l	ttd	0,49	0,245
18	Warna – (Skala Pt-Co)	31	150	76
19	Phenol – mg/l	0,04	0,63	0,335

Sumber: Asmadi dan Suharno, 2012

2.3 Kriteria Desain *Slow Sand Filter*

Sistem sariang pasir lambat merupakan teknologi pengolahan air yang sangat sederhana dengan hasil air bersih dengan kualitas yang baik. Sistem saringan pasir lambat ini mempunyai keunggulan antara lain tidak memerlukan bahan kimia (koagulan) yang mana bahan kimia. Air baku dialirkan ke saringna pasir lambat, maka kotoran – kotoran yang ada di dalamnya akan tertahan pada media pasir. Oleh karena itu adanya akumulasi kotoran baik dari zat organik

maupun zat anorganik pada media filternya akan terbentuk lapisan (film) biologis. Dengan terbentuknya lapisan ini maka di samping proses penyaringan secara fisik dapat juga menghilangkan kotoran secara bio-kimia. Biasanya ammonia dengan konsentrasi yang rendah, zat besi, mangan dan zat – zat yang menimbulkan bau dapat dihilangkan dengan cara ini.

Cara ini sangat sesuai untuk pengolahan yang air bakunya mempunyai kekeruhan yang rendah dan relatif tetap. Biaya operasi rendah karena proses pengendapan biasanya tanpa bahan kimia. Tetapi jika kekeruhan air baku cukup tinggi, pengendapan dapat juga memakai bahan kimia (koagulan) agar bebar filter tidak terlalu berat (Asmadi dan Suharno, 2012).

Saringan pasir lambat adalah bak saringan yang menggunakan pasir sebagai media filter dengan ukuran butiran sangat kecil, namun mempunyai kandungan kuarsa yang tinggi. Proses penyaringan berlangsung secara gravitasi, sangat lambat, dan simultan pada seluruh permukaan media. Proses penyaringan merupakan kombinasi antara proses fisis (filtrasi, sedimentasi dan adsorpsi), proses biokimia dan proses biologis. Saringan pasir lambat lebih cocok mengolah air baku, yang mempunyai kekeruhan sedang sampai rendah, dan konsentrasi oksigen terlarut (*dissolved oxygen*) sedang sampai tinggi. Kandungan oksigen terlarut tersebut dimaksudkan untuk memperoleh proses biokimia dan biologis yang optimal. Tabel 2.3 menunjukkan perbedaan antara saringan pasir lambat dengan saringan pasir cepat.

Tabel 2.3 Perbedaan Antara Saringan Pasir Lambat Dengan Saringan Pasir Cepat

No	Subyek	Saringan Pasir Cepat	Saringan Pasir Lambat
1	Kekeruhan air baku	5-10 NTU	< 50 NTU
2	Diameter media	0,40 - 0,70 mm	0,20 - 0,40 mm
3	Kedalaman media	0,8 - 1,0 m	1,0 - 1,4 m
4	Kecepatan filtrasi	4,0 - 21,0 m/jam	0,1 - 0,4 m/jam
5	Pencucian	12 - 72 jam sekali	20 - 60 hari sekali
6	Cara pencucian	<i>High rate backwash</i> atau <i>air water backwash</i>	Pasir bagian atas dikeruk, dicuci, dan dipakai lagi atau diganti
7	Waktu Operasi	12 - 24 - 72 jam	20 - 30 - 120 hari
8	Headloss	30 - 275 cm	100 - 150 cm
9	Penetrasi kekeruhan	Lebih dalam (semua media harus dicuci)	Hanya di permukaan pasir

10	Pengolahan awal	dengan <i>Backwashing</i> Perlu koagulasi, flokulasi dan sedimentasi	<i>Roughing filter</i> , Prased, dan aerasi
----	-----------------	--	--

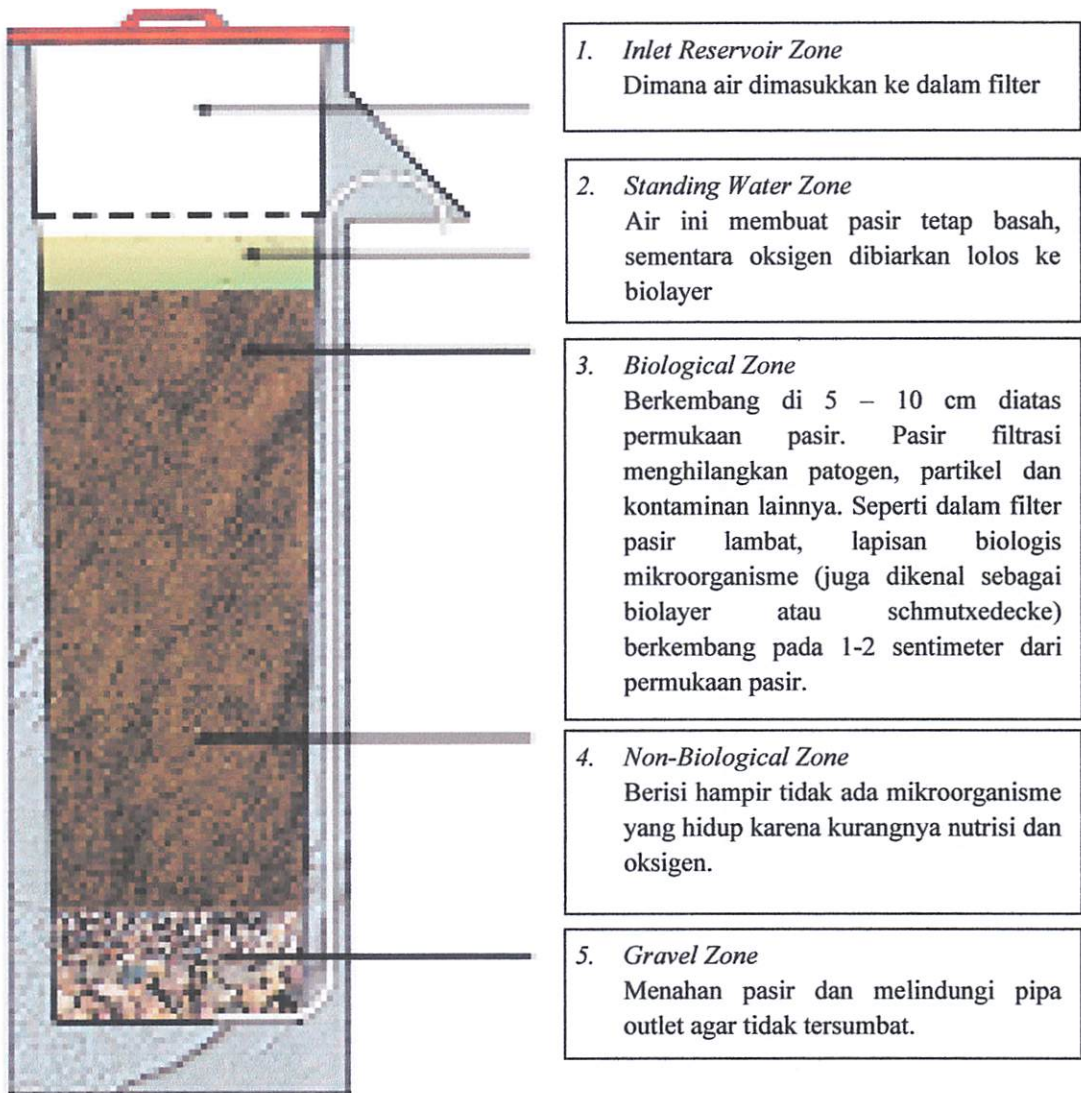
Sumber : Marsono, 1997

2.4 *Biosand Filter* (BSF)

Biosand filter merupakan suatu proses penyaringan atau penjernihan air dimana air yang akan diolah dilewatkan pada suatu media proses dengan kecepatan rendah yang dipengaruhi oleh diameter butiran pasir dan pada media tersebut telah dilakukan penanaman bakteri (*seeding*) sehingga terjadi proses biologis didalamnya. BSF sangat mirip dengan *Slow Sand Filter* (SSF) dalam arti bahwa mayoritas dari filtrasi dan perpindahan kekeruhan terjadi ada di puncak lapisan pasir dalam kaitan dengan ukuran pori-pori yang menurun, disebabkan oleh deposisi partikel butir. Keuntungan teknologi ini selain murah, membutuhkan sedikit pemeliharaan dan beroperasi secara gravitasi. Faktor yang berperan penting dalam *Biosand filter* adalah ukuran butiran pasir dan kedalaman pasir. Keduanya memiliki efek penting dalam ilmu bakteri dan kualitas air secara fisik. Kebanyakan literatur merekomendasikan bahwa ukuran pasir yang efektif yang digunakan untuk saringan pasir lambat yang dioperasikan sekitar 0,15-0,35 mm dan keseragaman koefisien sekitar 1,5-3 mm (Anonim, 2004).

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





Gambar 2.1 Unit Biosand Filter

(Sumber: Centre For Affordable Water and Sanitation Technology,2009)

2.4.1 Mekanisme Penyisihan Kontaminan Dalam Biosand Filter

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

1. Mechanical straining

Dengan ukuran media 0,15 mm, maka partikel berukuran $> 20 \mu\text{m}$ akan tertahan pada media. Sedangkan partikel berukuran 5-10 μm akan tertahan seiring dengan pertambahan deposit partikel di permukaan media

pada saat operasional filter. Koloid (0,001 - 1 μm) dan bakteri (1 μm) tidak dapat disisihkan dengan mekanisme ini. *Mechanical straining* terutama terjadi pada permukaan filter sampai kedalaman 5 cm.

Pasir mempunyai pori – pori yang cukup kecil. Dengan demikian partikel – partikel yang mempunyai ukuran butir lebih besar dari pori – pori media dapat tertahan.

2. Sedimentasi

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

Secara umum proses sedimentasi diartikan sebagai proses pengendapan, dimana akibat gaya gravitasi, partikel yang mempunyai berat jenis lebih besar dari berat jenis air akan mengendap kebawah dan yang lebih kecil akan mengapung/ melayang. Kecepatan partikel – partikel tersuspensi untuk turun akan lebih tinggi dengan waktu pengendapan yang lebih singkat jika partikel tersuspensi lebih besar dan densitas partikel lebih besar dari cairan. Ruang antar butir pasir berfungsi sebagai bak pengendap kecil. Partikel – partikel yang mempunyai ukuran kecil, serta kolodial dan beberapa macam bakteri akan mengendap dalam ruang antar butir dan melekat pada butir pasir efek fisika/ adsorpsi (Asmadi,dkk, 2011).

3. Adsorpsi

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

4. Biokimia

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

5. Aktivitas bakteri

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

2.4.2 Lapisan *Biofilm* atau *Schmutzdecke*

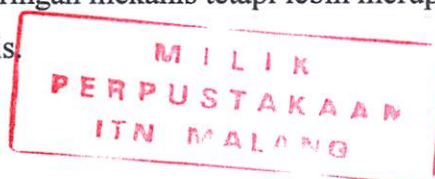
Proses biologis dalam reaktor sebagian besar berhubungan dengan komposisi lapisan slime atau *biofilm* yang menempel pada permukaan media. Proses pembentukan dan kolonisasi *biofilm* diawali dengan produksi slime dan kapsul bakteri yang menempel pada permukaan media. Penempelan pada awalnya kemungkinan terjadi karena ikatan kimia dan gaya Van Der Waals. Proses penempelan berlangsung sangat cepat dan bakteri *Z. Ramigera* adalah seringkali sebagai pembentuk koloni awal. Pembentukan koloni oleh bakteri heterotrop lain seperti *pseudomonas*, *flavabacterium*, dan *alcaligenes* juga berjalan cepat. Setelah lima hari, komposisi bakteri pada *biofilm* akan terdiri dari bermacam – macam kumpulan bakteri, jenis – jenis filamen yang dominan. Setelah periode waktu lebih dari satu minggu, akan ditumbuhi sedikit jamur seperti *fusarium*, *geotrichum*

dan sporotrichum akan tampak, yang akan ikut berperan dalam penurunan kandungan BOD dalam air.

Ketika air limbah pada permukaan *biofilm*, material organik dalam air limbah bersama – sama dengan oksigen dan nutrien akan terdifusi ke dalam *biofilm* dan dioksidasi oleh mikroorganisme heterotrop. Proses oksidasi oleh bakteri heterotrop ditujukan untuk mendapatkan energi dan senyawa - senyawa baru untuk pembentukan sel baru.

Ketebalan *biofilm* tergantung pada jumlah material organik dan oksigen yang tersedia untuk pertumbuhan mikroorganisme. ketebalan *biofilm* memiliki keterbatasan sampai nutrien mampu menjangkau mikroorganisme yang terletak pada lapisan yang paling dalam. Pada saat tertentu ketebalan *biofilm* akan mencapai ketebalan maksimum, dimana pada kondisi ini sumber makanan dan nutrien tidak mampu terdifusi sampai ke lapisan paling dalam (Slamet A dan Masduqi A, 2000)

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



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

2.4.3 Pematangan Lapisan *Biofilm*

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

2.4.4 Aklimatisasi

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

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

2.4.5 Pembersihan *Biosand Filter*

Pasir di dalam *biosand filter* membutuhkan pembersihan periodik. Umumnya karena lapisan *biofilm* dalam *biosand filter* terus terakumulasi dan tumbuh hingga tekanan akan aliran hilang karena lapisan *biofilm* menjadi

berlebihan. Lapisan *biofilm* dalam *biosand filter* dan saringan pasir lambat biasanya di bersihkan setiap 1 hingga 3 bulan tergantung pada level kekeruhan. Tetapi, selama kekeruhan begitu tinggi dimana pasir membutuhkan pemberihan setiap 2 minggu atau bahkan sesering mungkin. Selain kekeruhan, jumlah pembersihan tergantung pada distribusi partikel, kualitas air yang masuk dan temperatur air.

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

Keuntungan *biosand filter* :

a) Efektif

Biosand filter merupakan instansi pengolahan yang dapat berdiri sendiri sekaligus dapat memperbaiki kualitas secara fisik, kimia, biologis, bahkan dapat menghilangkan bakteri pathogen tetapi dengan ketentuan operasi dan pemeliharaan filter dilakukan secara benar dan baik.

b) Murah

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

c) Sederhana

Karena operasi dan pemeliharaannya murah, tidak memerlukan tenaga khusus yang terdidik dan terampil, sehingga cara ini cocok untuk

digunakan di daerah pedesaan, khususnya di negara- negara yang sedang berkembang.

Kerugian *biosand filter* :

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

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

2.5 Karbon Aktif (*Activated Carbon*)

Dalam pengolahan air limbah khususnya limbah tekstil, karbon aktif umumnya digunakan untuk menyerap substansi organik yang tidak diinginkan seperti warna, logam berat serta bahan toksik yang tidak dapat diuraikan.

Karbon aktif adalah suatu bentuk karbon yang mampu mengadsorpsi baik dari fase gas, fase cair dan padatan. Kemampuan karbon aktif mengadsorpsi ditentukan juga oleh jumlah senyawa karbonnya yang mempunyai bentuk amorf dengan luas permukaan yang besar (500 - 1400 m²/g). Luas permukaan yang besar menunjukkan bahwa struktur pori internalnya juga besar, sehingga dapat digunakan untuk menyerap zat-zat yang tidak diinginkan baik di dalam air

maupun gas. Karbon aktif yang baik adalah karbon yang mempunyai kadar karbon tinggi dan kadar abu serta air rendah.

Struktur dari karbon aktif ini adalah berpori dengan celah yang dapat dilewati oleh molekul. Adsorpsi dapat terjadi karena adanya gaya kapiler yang besar dan struktur pori yang dimilikinya. Untuk karbon aktif dengan fase air (*liquid*) mempunyai tiga macam pori yang terbentuk selama proses karbonisasi dan aktifasi. Adapun macam ukuran porinya, yaitu makropori dengan jari-jari efektif ≥ 100 nm, mesopori dengan jari-jari efektif antara 1,5 nm - 100 nm, dan mikropori mempunyai jari-jari efektif $\leq 1,5$ nm. Struktur dari pori-pori baik mikropori maupun makropori ini merupakan bagian terpenting selama proses adsorpsi, karena struktur dan ukuran dari ruang pori akan menentukan distribusi ukuran molekul-molekul yang terserap masuk ke dalam pori-pori karbon aktif (Chereminisoff dan Ellerbusch, 1978).

Pada dasarnya karbon aktif dapat dibuat dari semua bahan yang mengandung karbon yang kualitasnya sangat tergantung pada bahan dan proses pembuatannya. Karbon aktif dari tempurung kelapa sebagai bahan baku karbon aktif atas dasar kualitas yang dihasilkan lebih baik dari bahan lain (Kusnaedi, 2010).

Tabel 2.4 Karakteristik Karbon Aktif dari Berbagai Jenis Bahan Baku

Karakteristik	Karbon Aktif Tempurung Kelapa	Karbon Aktif Batubara	Karbon Aktif Lignite	Karbon Aktif Kayu
Pori – pori mikro	Tinggi	Tinggi	Sedang	Rendah
Pori – pori makro	Rendah	Sedang	Tinggi	Tinggi
Kekerasan	Tinggi	Tinggi	Rendah	-
Kadar Abu	5%	10%	20%	5%
Soluble ash dust	Tinggi	Rendah	Tinggi	Medium
Debu	Rendah	Sedang	Tinggi	-
Reaktifitas	Baik	Baik	Lemah	-
Rapat Jenis	0,48g/cc	0,48g/cc	0,4g/cc	0,35g/cc
Bilangan Iodin	1100	1000	600	1000

Sumber : Chemviron Carbon, 2004 dalam Kusnaedi, 2010

2.5.1 Pembuatan Karbon Aktif

Produksi karbon aktif dapat dilakukan dengan mengaktifkan bahan yang mengandung karbon pada kondisi tertentu. Bahan-bahan tersebut dapat berupa tulang, kayu, sekam, kulit kerang, lignin, aspal, tempurung kelapa, gergajian kayu, dan sebagainya yang dapat diubah jadi karbon aktif.

Pembuatan karbon aktif melalui beberapa tahap proses produksi yang terbagi menjadi tiga tahap produksi, yaitu:

1. Proses dehidrasi, yaitu proses penghilangan kadar air.
2. Proses karbonisasi, yaitu pirolisis dengan pembakaran tak sempurna dengan udara bebas.
3. Proses aktivasi menggunakan aktifator yang sesuai.

Proses-proses ini berjalan berurutan sehingga pori - pori yang tadinya masih tertutup oleh adanya sisa - sisa zat organik dapat menjadi bersih sehingga akan mengoptimalkan daya tangkap karbon aktif yang dihasilkan nantinya juga ditentukan oleh bahan yang digunakan serta metode aktivasi yang dilakukan.

2.5.2 Tempurung Kelapa

Tempurung kelapa merupakan bagian buah kelapa yang fungsinya secara biologis adalah pelindung inti buah dan terletak di bagian sebelah dalam sabut dengan ketebalan antar 3 – 6 mm. Tempurung kelapa dikategorikan sebagai kayu keras tetapi mempunyai kadar lignin yang lebih tinggi dan kadar selulosa lebih rendah dengan kadar air sekitar 6 – 9% (dihitung berdasarkan berat kering) dan terutama tersusun dari lignin, selulosa dan hemiselulosa(Tilman,1981 dalam Pranata Juni,2007).

Tabel 2.5 Komposisi Kimia Tempurung Kelapa

Komponen	Persentase
Selulosa	26,6%
Hemiselulosa	27,7%
Lignin	29,4%
Abu	0,6%
Komponen Ekstraktif	4,2%
Uronat Anhidrat	3,5%

Nitrogen	0,1%
Air	8,0%

Sumber : Suhardiyono,1988 dalam Pranata Juni,2007

Apabila tempurung kelapa dibakar pada temperatur tinggi dalam ruangan yang tidak berhubungan dengan udara maka akan terjadi rangkaian proses peruraian penyusun tempurung kelapa tersebut dan akan menghasilkan arang selain destilat, tar dan gas (Anonim,1983).

Arang tempurung kelapa selama ini lebih sering kita kenal sebagai bahan bakar untuk pemanggangan ikan atau makanan lain. Di balik kehitaman arang tempurung kelapa itu, ternyata menyimpan nilai ekonomis yang lebih tinggi lagi. Tempurung kelapa yang dijadikan arang dapat ditingkatkan nilai ekonomisnya dengan menjadikannya karbon aktif. Cara membuat karbon aktif dari tempurung kelapa juga relatif lebih mudah. Karbon aktif berfungsi sebagai filter untuk menjernihkan air, pemurnian gas, industri minuman, farmasi, katalisator, dan berbagai macam penggunaan lain.

Tempurung kelapa adalah salah satu bahan karbon aktif yang kualitasnya cukup baik dijadikan karbon aktif. Bentuk dan ukuran, dan kualitas tempurung kelapa harus diperhatikan ketika membuat karbon aktif. Tempurung kelapa yang akan dijadikan bahan pembuat karbon aktif, sebaiknya bebentuk setengah atau seperempat ukuran tempurung. Karakteristik arang aktif tempurung kelapa dapat dilihat pada tabel berikut, dimana arang aktif tempurung kelapa mempunyai luas permukaan yang besar jika dibandingkan dengan arang aktif sekam padi.

Tabel 2.6 Karakteristik Arang Aktif Tempurung Kelapa dan Sekam Padi

Parameter	Arang Aktif	
	Tempurung Kelapa	Sekam Padi
pH		
H ₂ O	10,1	9,6
HCl	8	7,8
Bahan Organik		
C (%)	6,5	2,3
N (%)	0,1	0,3
C/N	47	7
Nilai Tukar Kation		

Ca (me/100 g)	0,7	1,7
Mg (me/100 g)	0,6	0,5
K (me/100 g)	3,5	0,8
Na (me/100 g)	1,2	0,3
KTK (me/100 g)	1,3	3,1
Kerapatan (g/ml)	0,3	0,2
Porositas (%)	82,4	70,5
Kandungan Air (%)	5	1,5
Kadar Abu (%)	1,5	52,2
Luas Permukaan (m ² /g)	350,5	248,5
Angka Iod (mg/g)	1.191,80	460,4
Karbon Terikat (%)	89,1	41,6

Sumber : Balai Penelitian Lingkungan Pertanian

Jika ukurannya terlalu hancur, maka tempurung itu kurang baik dijadikan bahan pembuat karbon aktif. Dari segi kualitas, tempurung kelapa yang memenuhi syarat dijadikan bahan karbon aktif adalah kelapa yang benar-benar tua hingga warnanya hitam mengkilap dan keras. Tempurung yang dijadikan bahan pembuat karbon aktif umumnya dari kelapa yang dijadikan kopra. Batok kelapa yang dihasilkan merupakan belahan dua dari satu buah kelapa utuh. Untuk membuat karbon aktif yang benar-benar berkualitas, tempurung harus bersih dan terpisah dari sabutnya.

Kualitas tempurung dan proses pembakaran akan sangat menentukan rendemen karbon aktif yang dihasilkan. Kualitas tempurung kelapa biasa lebih baik dibanding kelapa hibrida.

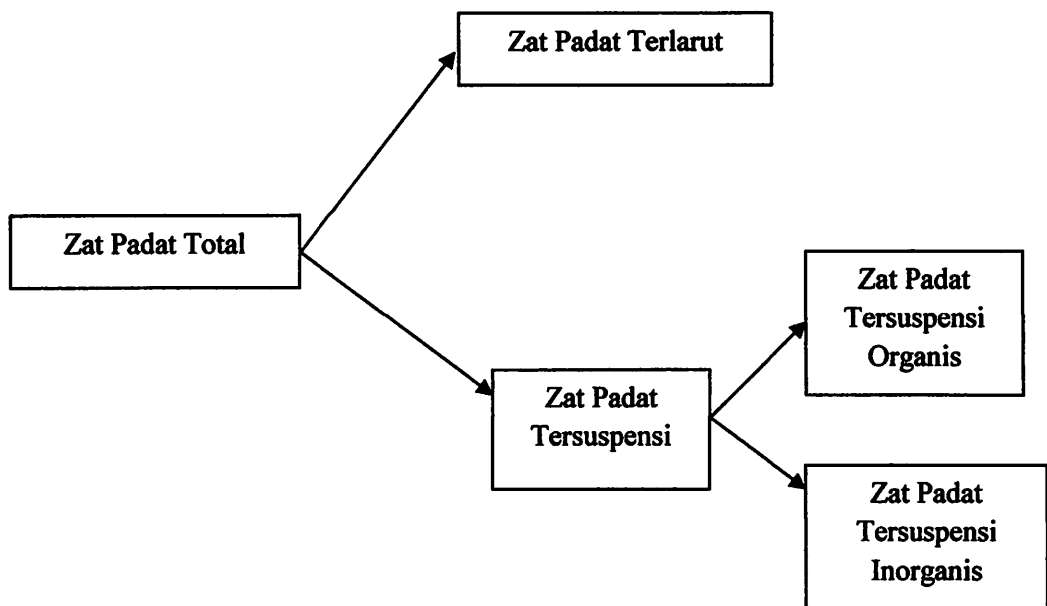
2.6 Parameter Penelitian

2.6.1 *Total Suspended Solid (TSS)*

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

Pengertian zat padat total adalah semua zat-zat yang tersisa sebagai residu dalam suatu bejana, bila sampel air dalam bejana tersebut dikeringkan pada suhu tertentu. Zat padat total terdiri dari zat padat terlarut dan zat padat

tersuspensi yang dapat bersifat organis dan inorganis seperti dijelaskan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Skema Zat Padat (Sumber : Alaerts dan Santika, 1987)

Total Suspended Solid (TSS) atau Total Padatan Tersuspensi yang ada dalam air terdiri dari berbagai macam zat, misalnya pasir halus, liat dan lumpur alami yang merupakan bahan – bahan anorganik atau dapat pula berupa bahan – bahan organik yang melayang – layang dalam air (Huda T, 2009). Padatan yang tersuspensi berupa bahan organik digunakan oleh bakteri yang merupakan mikroorganisme yang sangat penting dalam menguraikan material organik yang masuk reaktor. Dalam reaktor bahan buangan organik digunakan oleh bakteri aerobik agar memperoleh energi untuk mensintesa sisa – sisa organik menjadi sel – sel baru (Ginting P, 2007).

2.6.2 Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak termasuk salah satu anggota golongan lipid yaitu merupakan lipid netral (Ketaren, 1986 dalam Griswidia, 2008). Emulsi air dalam minyak terbentuk jika droplet-droplet air ditutupi oleh lapisan minyak dimana

sebagian besar emulsi minyak tersebut akan mengalami degradasi melalui foto oksidasi spontan dan oksidasi oleh mikroorganisme.

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

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

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

Lapisan Minyak dan Lemak yang berada di permukaan air akan mengganggu kehidupan organisme dalam air hal ini dikarenakan :

1. Lapisan minyak pada permukaan air akan mengalami difusi oksigen dari udara ke dalam air sehingga jumlah oksigen terlarut di dalam air akan menjadi berkurang. Dengan berkurangnya kandungan oksigen dalam air akan mengganggu kehidupan organisme yang berada di perairan.
2. Dengan adanya lapisan minyak pada permukaan air akan menghalangi masuknya sinar matahari ke dalam air sehingga proses fotosintesis oleh tanaman air tidak dapat berlangsung.
3. Air yang telah tercemar oleh Minyak dan Lemak tidak layak dikonsumsi oleh manusia dikarenakan pada air yang mengandung minyak tersebut terdapat zat-zat yang beracun seperti senyawa benzen dan toluen. Semua jenis minyak mengandung senyawa - senyawa volatil yang segera dapat menguap dan ternyata selama beberapa hari, 25% dari volume minyak

akan hilang karena menguap, sisa minyak yang tidak menguap akan mengalami emulfisikasi yang menyebabkan air dan minyak dapat bercampur.

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

Sedangkan sumber Minyak dan Lemak adalah :

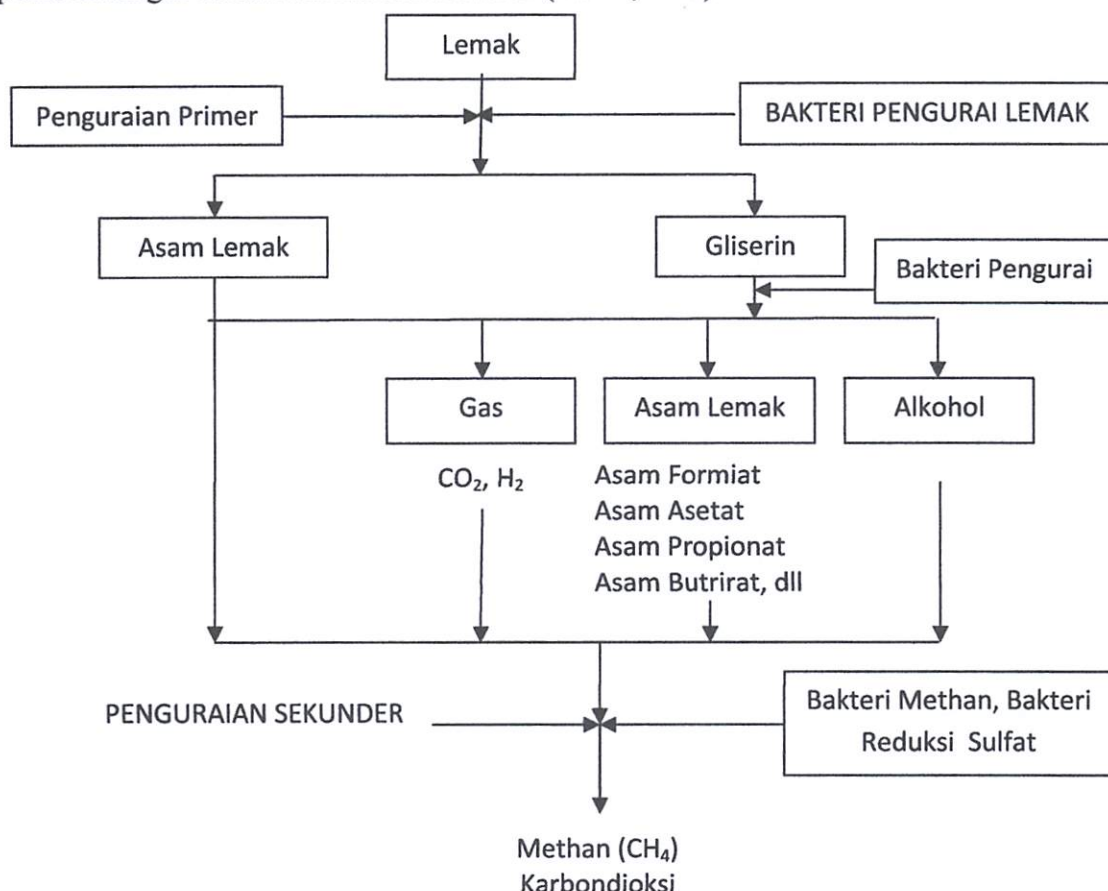
- a. Hewan : Jaringan Minyak dibawah kulit, antara otot - otot, sekeliling alat tubuh, Dalam sumsum ulang dan lain - lain.
- b. Tumbuhan
 - Terutama dalam benih - benih (exp minyak kelapa, Palam, kacang, dan sebagainya)
 - Terdapat dalam daun-daunan juga bunga.

Dalam kelarutanya minyak - minyak ini memiliki gliserida yang berasal dari lemak yang lebih tinggi tidak larut dalam air tetapi larut dalam pelarut organik seperti : eter, Petroleumeter.

Jika lapisan *biofilm* cukup tebal, maka pada bagian luar lapisan *biofilm* akan berada dalam kondisi aerobik sedangkan pada bagian dalam *biofilm* yang melekat pada medium akan berada dalam kondisi anaerobik. Pada kondisi anaerobik akan terbentuk gas H₂S, dan jika konsentrasi terlarut cukup besar, maka H₂S yang terbentuk tersebut akan diubah menjadi sulfat (SO₄) oleh bakteri sulfat yang ada di dalam *biofilm*.

Dalam prosesnya bakteri anaerobik memecah molekul organik kompleks (*protein, cellulosa, lignin, lipids, lemak*) menjadi molekul monomer yang terlarut seperti asam lemak dan gliserol. Bakteri asidogenik (pembentuk asam) seperti

Clostridium merubah asam lemak menjadi asam organik, alkohol dan keton, CO₂ dan H₂. Oleh bakteri asetogenik (bakteri yang memproduksi asetat dan H₂) seperti *Syntrobacter wolinii* dan *Syntrophomonas wolfei* merubah asam lemak dan alkohol menjadi asetat, hidrogen dan karbon dioksida yang digunakan oleh bakteri pembentuk gas metan dan karbondioksida (BPPT,2008).



Gambar 2.3 Proses penguraian senyawa lemak secara anaerobik menjadi metan

2.7 Metode Pengolahan Data

2.7.1 Statistik Deskriptif dan Inferensi

Secara garis besar, statistik dibedakan menjadi 2 yaitu statistika deskriptif dan statistika inferensi. Metode statistika yang meringkas, menyajikan, dan mendeskripsikan data dalam bentuk yang mudah dibaca sehingga memberikan kemudahan dalam memberikan informasi disebut statistika deskriptif. Statistika deskriptif menyajikan data dalam tabel, grafik, ukuran pemusatan data, dan penyebaran data. Agar mendapatkan data lebih terperinci,



kita memerlukan analisis data dengan metode statistika tertentu. Hasil analisis data akan memberikan informasi lebih rinci sehingga kita memperoleh suatu kesimpulan mengenai suatu 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).

2.7.2 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

$$p\text{-Value} < \alpha .$$

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.

2.7.3 Analisis Regresi

Analisis regresi sangat berguna dalam berbagai penelitian antara lain:

1. Model regresi dapat digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor.
2. Model regresi dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh suatu atau beberapa variabel predictor terhadap variabel respon.
3. 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 *dependent* karena peneliti tidak bisa bebas mengendalikannya. Kemudian, variabel prediktor digunakan untuk memprediksi nilai variabel respon dan sering disebut variabel *independent* karena peneliti bebas mengendalikannya (Iriawan dan Astuti, 2006).

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

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

Pada analisis regresi juga diperlukan beberapa pengujian, yaitu :

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

Uji T mempunyai hipotesis bahwa :

H_0 = koefisien regresi tidak signifikan

H_1 = koefisien regresi signifikan

Dalam pengambilan keputusan, uji T 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.

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

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

2.7.4 *Analysis of Variance*

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

Analisis ANOVA ini dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh waktu detensi terhadap persentase penyisihan TSS, Minyak dan Lemak.

Dalam analisis ANOVA terdapat hipotesis masalah, yaitu :

- $H_0 = 1 = 2 = 3 = 4 = 5$ (identik)
- $H_1 = 1 \neq 2 \neq 3 \neq 4 \neq 5$ (tidak identik)

Sementara dalam pengambilan keputusan akan didasarkan pada nilai probabilitas dan nilai F hitung, yaitu :

- a. Nilai probabilitas,
 - Jika probabilitas $\geq 0,05$, H_0 diterima
 - Jika probabilitas $< 0,05$, H_0 ditolak
- b. Nilai F hitung,
 - F hitung output $> F$ Tabel, H_0 ditolak
 - F hitung output $< F$ Tabel, H_0 diterima



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Teknologi *Biosand-Filter* yang merupakan pengembangan dari *Slow Sand Filter* sudah mulai diterapkan di beberapa negara sebagai salah satu teknologi yang tepat guna dalam mengolah air dengan karakteristik tertentu (Anonim, 2004). Sedangkan teknologi karbon aktif telah digunakan dalam pengolahan air karena terbukti efektif dalam menurunkan beberapa parameter air. Pada penelitian ini akan dibahas sejauh mana efektifitas *biosand filter* dengan penambahan karbon aktif tempurung kelapa dalam menurunkan konsentrasi TSS, Minyak dan Lemak dari limbah cair rumah tangga.

Metode penelitian dalam pelaksanaan penelitian skripsi ini diperlukan untuk memberikan gambaran umum mengenai metode - metode dan langkah-langkah yang akan digunakan dalam penelitian sehingga sesuai dengan tujuan.

3.2 Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam penelitian Laboratorium (*Labour Experiment*), yang dilaksanakan dalam skala laboratorium. Adapun jenis penelitian yang dilakukan adalah dengan percobaan dalam batasan waktu tertentu terhadap kadar TSS, Minyak dan Lemak dari limbah cair domestik rumah tangga dengan menggunakan teknologi *biosand filter* dengan penambahan karbon aktif tempurung kelapa.

3.3 Objek Penelitian

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

3.4 Lokasi Penelitian

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

1. Asrama Seminari Tinggi Praja Interdiocesan Giovani Malang, sebagai titik pengambilan sampel limbah cair rumah tangga.
2. Laboratorium Teknik Sipil, ITN Malang. Merupakan tempat pengayakan media filter, yaitu pasir halus, pasir kasar. Selain pengayakan, dilakukan juga pengeringan (menggunakan oven) untuk media pasir halus dan pasir kasar.
3. Laboratorium Teknik Lingkungan, ITN Malang. Merupakan tempat penelitian, yaitu unit *biosand filter* dengan penambahan karbon aktif dan tempat menganalisis sampel air untuk mengetahui kandungan TSS, Minyak dan Lemak dari limbah cair rumah tangga.

3.5 Variabel Penelitian

1. Variabel *Prediktor*

➤ Waktu pengambilan sampel :

- Pengambilan pertama
Pengambilan sampel saat efluen keluar pertama
- Pengambilan kedua
Pengambilan sampel setelah 3 jam
- Pengambilan ketiga
Pengambilan sampel setelah 6 jam
- Pengambilan keempat
Pengambilan sampel setelah 9 jam
- Pengambilan kelima
Pengambilan sampel setelah 12 jam

Berdasarkan Marsono, (1997) waktu operasional untuk *slow sand filter* adalah 20 – 120 hari. Pada penelitian ini reaktor mulai dioperasikan pada hari ke 15 (*steady state*). Setelah waktu operasional ini berjalan kemudian dilakukan pengambilan sampel setiap tiga jam sekali.

Berdasarkan penelitian Zamrul, (2011) waktu efektif untuk menurunkan TSS, Minyak dan Lemak dengan menggunakan reaktor *biosand filter*

dengan penambahan gerabah dan karbon aktif adalah 8 jam dengan efisiensi penurunan konsentrasi TSS sebesar 90,1% dan konsentrasi minyak dan lemak sebesar 70,5%.

2. Variabel *Respon*

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

3.6 Bahan dan Alat Penelitian

3.6.1 Bahan

Bahan-bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain :

- a. Limbah cair rumah tangga
- b. Aquadest
- c. Media filtrasi yaitu pasir, kerikil dan karbon aktif
- d. Bahan-bahan pereaksi yang digunakan dalam penelitian :
 - Pada analisa Minyak dan Lemak
 - o Larutan Petroleum ether
 - o HCL
 - Pada analisis Angka Permanganat (bahan organik)
 - o $KmnO_4$

3.6.2 Penyediaan Media Pasir Halus, Pasir Kasar dan Karbon Aktif

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

3.6.3 Alat Penelitian

3.6.3.1 *Biosand Filter* (BSF)

Pada penelitian ini alat yang digunakan adalah *biosand filter* (BSF).

- Panjang unit : 30 cm
- Lebar unit : 30 cm
- Tinggi unit : 125 cm

- Tinggi total media : 100 cm
- Tinggi air diatas media pasir halus : 5 cm
- Tinggi lapisan kerikil di atas pasir halus : 2 cm (1 lapisan)
- *Freeboard* (fb) : 10 cm

Nilai diatas berdasarkan lampiran perhitungan desain reaktor

3.6.3.2 Reservoir

Reservoir yang digunakan untuk menampung air proses limbah rumah tangga sebanyak 2 buah, 1 buah *reservoir* yang memiliki volume 1600 liter dan 1 buah *reservoir* yang memiliki volume 50 liter. *Reservoir* yang bervolume 50 liter diletakkan diatas menara air sebagai reservoir utama, sedangkan 1 *reservoir* lainnya diletakkan dibawah menara sebagai tempat penampungan sementara sebelum dialirkan ke reservoir utama.

3.7 Pelaksanaan Penelitian

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

3.7.1 Persiapan Media Pasir Halus, Pasir Kasar dan Karbon Aktif

Sebelum penelitian dilakukan, persiapan dan perlakuan terhadap alat dan media yang akan digunakan haruslah menjadi suatu perhatian yang penting agar penelitian dapat berjalan sesuai dengan perencanaan. Media - media yang akan digunakan seperti pasir halus, pasir kasar dan karbon aktif harus diperhatikan dan diperlakukan sesuai dengan kriteria yang telah direncanakan. Media pasir langsung dilakukan pengayakan sebelum dimasukkan ke dalam filter. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan diameter butiran media yang seragam. Setelah mendapatkan ukuran media sesuai yang direncanakan maka selanjutnya dilakukan pencucian media, hal tersebut bertujuan agar media yang digunakan dalam keadaan bersih dan steril dari bakteri dan kotoran lainnya.

Selanjutnya, pada tahap pengeringan media dilakukan dengan menggunakan oven, tujuan penggunaan oven ini dilakukan agar media yang

masih basah dapat kering secara cepat serta bersih dari bakteri - bakteri yang mungkin masih terbawa dari proses pencucian.

3.7.2 Persiapan Alat

3.7.2.1 *Biosand Filter* (BSF)

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

3.7.2.2 Proses Sampling

Sampel diambil dari limbah yang berasal dari kamar mandi dan dapur (*grey water*) rumah tangga di Asrama Seminari Tinggi Praja Interdiocesan Giovani Malang. Pengambilan sampel dilakukan pada 05.30 - 08.00, karena pada waktu tersebut penghuni rumah tangga melakukan banyak aktifitas dalam hal pemakaian air bersih, sehingga air limbah yang dibuang banyak (Alaerts dan Sumestri, 1984).

1. Persiapan pengambilan sampel

Yang harus dipersiapkan dalam pengambilan sampel adalah wadah untuk mengambil sampel. Wadah yang akan digunakan untuk mengambil sampel harus bersih dan tidak boleh mengandung sisa-sisa dari bekas sampel terdahulu, terutama tumbuhnya lumut dan jamur harus dicegah sekaligus kontaminasi dari logam. Wadah pengambil sampel setelah dibersihkan dibilas terlebih dahulu dengan aquades.



2. **Pengambilan sampel**
Sampel air buangan yang diambil harus benar-benar berasal dari dapur dan kamar mandi rumah tangga, maka titik sampling dilakukan pada saluran akhir pembuangan dari rumah tangga yang merupakan gabungan dari buangan kamar mandi komunal rumah tangga dan buangan dapur. Dimana sampel diambil pada outlet saluran akhir pembuangan rumah tangga sebelum dibuang ke aliran sungai.
3. **Pengawetan sampel**
Karena jarak antara lokasi pengambilan dan tempat penelitian serta analisa cukup jauh maka dilakukan pengawetan sampel dengan penyimpanan sampel ditempat gelap dengan cara pembungkusan tempat/jurigen sampel dengan plastik/kain warna gelap.
4. **Analisa sampel**
Parameter yang akan diturunkan dan dianalisa adalah TSS, Minyak dan Lemak.
5. Aliran di dalam reaktor *biosand filter* dilakukan secara kontinyu.
6. Sampel untuk pengujian diambil dari dua titik, titik pertama yaitu pada inlet reaktor dan titik kedua yaitu pada outlet reaktor.

3.7.2.3 Pengujian Sampel Awal

Air baku yang digunakan sebagai objek penelitian ini diambil dari air limbah rumah tangga. Sebelum memulai penelitian ini, dilakukan pengujian sampel awal untuk mendapatkan gambaran mengenai kondisi limbah cair rumah tangga.

3.8 Aklimatisasi

Pada tahap aklimatisasi ini bertujuan untuk menumbuhkan dan mematangkan lapisan *biofilm* pada reaktor. Dimana di lakukan beberapa tahapan, yaitu: Pengkondisian reaktor secara batch selama beberapa hari, dimana bertujuan untuk memberikan nutrisi pada reaktor agar mulai terbentuk lapisan *biofilm*. Lalu dilakukan proses suplai oksigen dengan menggunakan aerator untuk mempercepat pembentukan lapisan *biofilm*.

Setelah itu dilakukan analisa terhadap bahan organik untuk mengetahui perkembangan penguraiaan bahan organik. Kegiatan ini dilakukan melalui pengukuran Permanganat value (PV) selama aklimatisasi sampai kondisi stabil (*steady state*) dicapai. Apabila selisih penurunan bahan organik selama tiga hari berturut-turut relatif stabil dengan perbedaan tidak lebih dari 10 % maka dapat dikatakan bahwa kondisi telah stabil (*steady state*).

3.9 Pengukuran TSS, Minyak dan Lemak

Unit *Biosand Filter* dan nilai sampel effluent dari reaktor *biosand filter* dianalisa di Laboratorium Teknik Lingkungan, ITN Malang. Metode pengujian TSS menggunakan metode gravimetri sedangkan pengujian Minyak dan Lemak menggunakan metode gravimetri.



3.10 Analisis Data

Sebelum data diolah lebih lanjut, terlebih dahulu dilakukan analisa pendahuluan dimana bertujuan untuk mengetahui apakah data yang didapat tersebut layak digunakan atau tidak.

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

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

3.11 Kesimpulan dan Saran

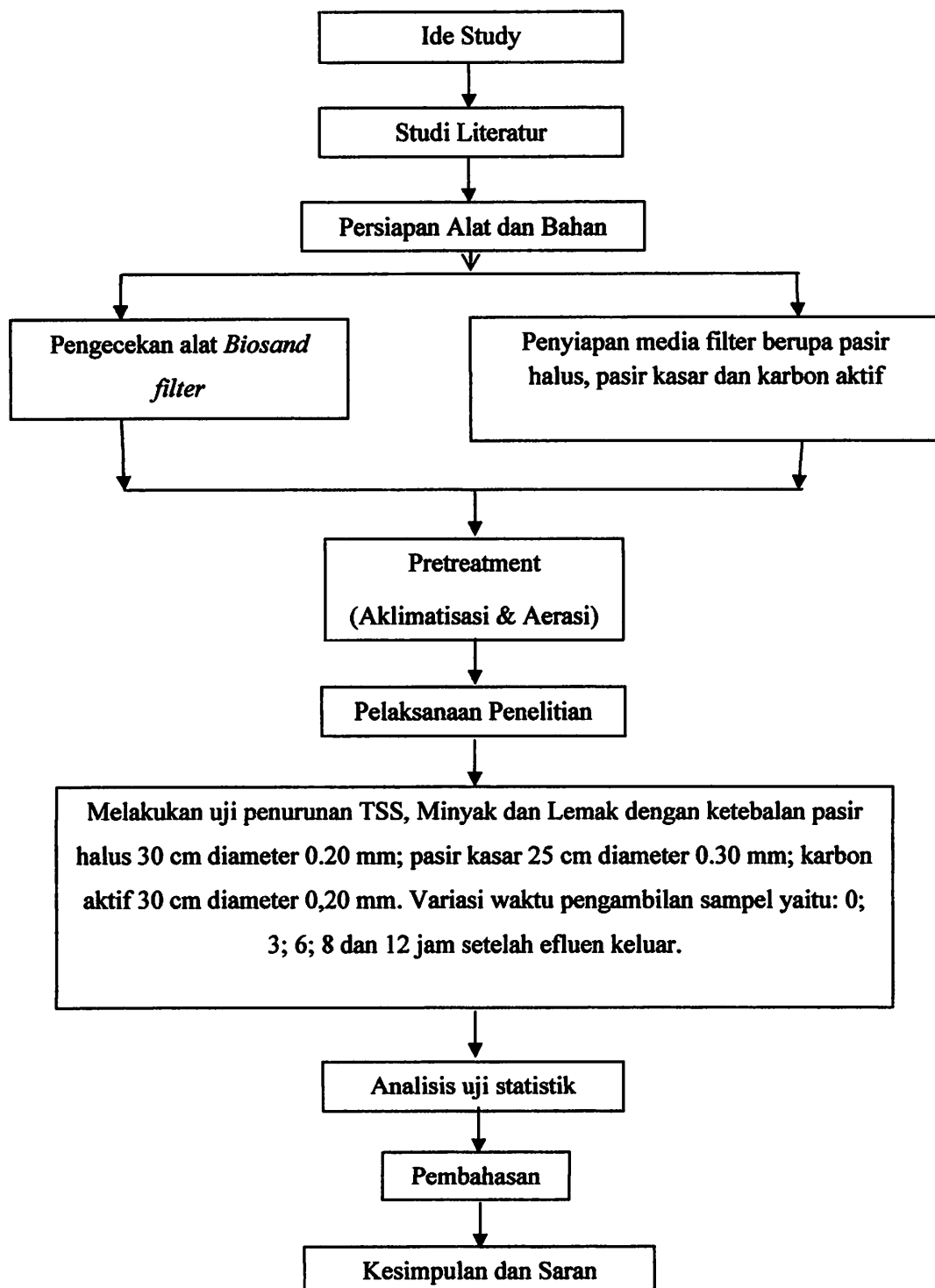
Kesimpulan dituliskan untuk menjawab tujuan dari penelitian ini dan mempermudah pembaca memperoleh gambaran hasil penelitian yang dilakukan. Kesimpulan ini diambil dari hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan.

Saran yang ada diharapkan dapat berguna bagi penelitian selanjutnya yaitu penyempurnaan penelitian kajian tentang Pemanfaatan Tempurung Kelapa

sebagai Karbon Aktif pada *Biosand Filter* dalam Menurunkan Konsentrasi TSS, Minyak dan Lemak pada Limbah Cair Rumah Tangga.

3.12 Kerangka Penelitian

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



Gambar 3.1 Diagram Alir

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Asrama Seminari Tinggi Praja Interdiocesan Giovani Malang

Seminari Tinggi Praja Interdiocesan Giovani Malang berlokasi di Jl. Bendungan Sigura – gura Barat 2 Malang, Seminari Tinggi Praja Interdiocesan Giovani merupakan tempat pendidikan para calon imam dari 11 keuskupan di Indonesia. Seminari Tinggi Praja Interdiocesan Giovani memiliki asrama yang dihuni 120 orang.

4.2. Karakteristik Limbah Cair Domestik Asrama Seminari Tinggi Praja Interdiocesan Giovani Malang

Dalam penelitian ini dilakukan analisa pendahuluan untuk memperoleh data karakteristik air limbah yang akan digunakan sebagai sampel influen pada reaktor. Berdasarkan analisa laboratorium yang dilakukan, diperoleh data karakteristik air limbah domestik Asrama Seminari Tinggi Praja Interdiocesan Giovani Malang yang terdapat pada Tabel 4.1 :

Tabel 4.1. Karakteristik Air Limbah Domestik Asrama Seminari Tinggi Praja Interdiocesan Giovani Malang

No.	Parameter	Hasil*)	Baku Mutu**)	Satuan
1.	TSS	520	100	mg/l
2.	Minyak dan Lemak	23,133	10	mg/l

Sumber : *) *Analisa Laboratorium Lingkungan ITN Malang*
**) *Kepmen Negara LH No. 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik*

Berdasarkan Kepmen Negara LH No. 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik kadar maksimum yang diperbolehkan adalah untuk TSS sebesar 100 mg/l dan untuk minyak dan lemak sebesar 10 mg/l. Dari hasil analisa tersebut diketahui bahwa kadar TSS, minyak dan lemak yang ada melampaui baku mutu Kepmen Negara LH No. 112 Tahun 2003. Sehingga dilakukan penelitian untuk menurunkan kadar TSS, Minyak dan Lemak pada sampel limbah domestik Asrama Seminari Tinggi Praja Interdiocesan Giovani Malang menggunakan metode *biosand filter* dengan memanfaatkan tempurung kelapa sebagai karbon aktif.



4.3 Penyisihan Bahan Organik Pada Tahap Aklimatisasi

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

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

- $\% \text{ Removal} = \frac{\text{konsentrasiawal} - \text{konsentrasiakhir}}{\text{konsentrasiawal}} \times 100\%$
- Contoh perhitungan penyisihan bahan organik pada hari ke 2 :
Penyisihan bahan organik = $\frac{25,44 - 22,75}{22,75} \times 100\% = 10,56\%$

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

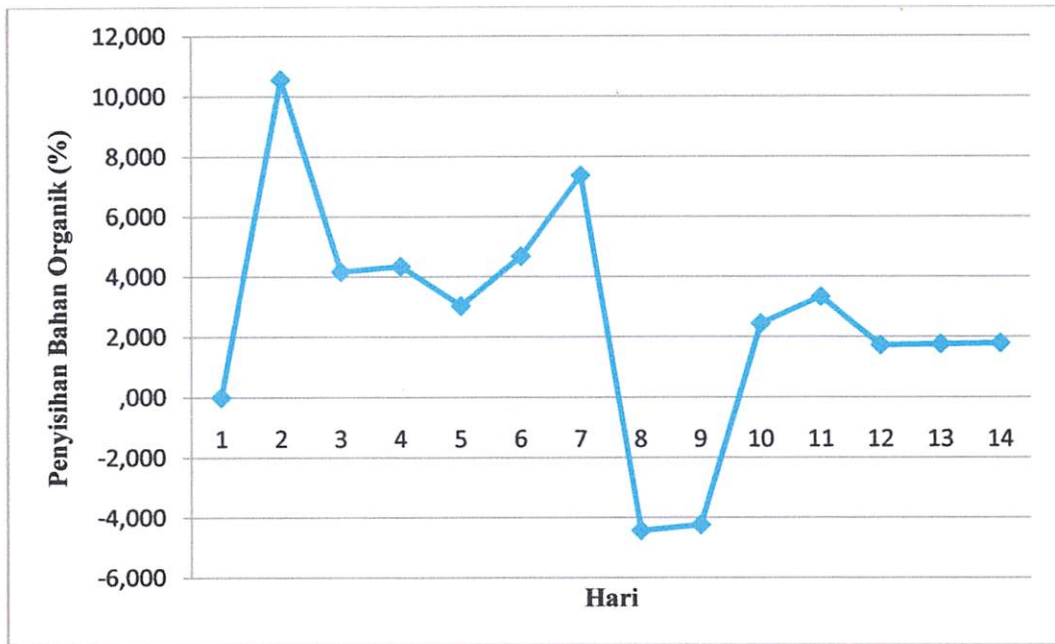
Tabel 4.2 Penyisihan Bahan Organik

Hari Ke-	Tanggal	Temperatur (°C)	pH	ml KMnO ₄	Bahan Organik (mg/l)	Selisih Bahan Organik (mg/l)	Selisih Penyisihan Bahan Organik (%)	Penyisihan Bahan Organik (%)
1	05-Jul	25,4	9,0	8,05	25,44	0,00	0,00	0,00
2	06-Jul	25,4	9,0	7,20	22,75	2,69	10,56	10,56
3	07-Jul	25,4	9,0	6,90	21,80	0,95	4,17	14,29
4	08-Jul	25,4	9,0	6,60	20,86	0,95	4,35	18,01
5	09-Jul	23,9	9,0	6,40	20,22	0,63	3,03	20,50
6	10-Jul	24	9,0	6,10	19,28	0,95	4,69	24,22
7	11-Jul	24	8,0	5,65	17,85	1,42	7,38	29,81
8	12-Jul	24	8,0	5,90	18,64	-0,79	-4,42	26,71
9	14-Jul	24	8,0	6,15	19,43	-0,79	-4,24	23,60
10	15-Jul	24	8,0	6,00	18,96	0,47	2,44	25,47
11	16-Jul	24	7,5	5,80	18,33	0,63	3,33	27,95
12	17-Jul	24	7,5	5,70	18,01	0,32	1,72	29,19
13	18-Jul	24	7,5	5,6	17,696	0,32	1,75	30,43
14	19-Jul	24	7,5	5,5	17,38	0,32	1,79	31,68

Sumber : Hasil penelitian di laboratorium lingkungan FTN Malang

Berdasarkan Tabel 4.2 dan Gambar 4.1 pada saat aklimatisasi terjadi fluktuasi penyisihan bahan organik. Aklimatisasi ini dilakukan secara batch selama 14 hari. Untuk selisih penyisihan bahan organik terendah terjadi pada hari ke 8 sebesar - 4,42%, sedangkan selisih penyisihan bahan organik tertinggi terjadi pada hari ke 2 sebesar 10,56%. Untuk selisih penyisihan bahan organik dengan fluktuasi dibawah 10% selama tiga hari berturut-turut terjadi pada hari ke 12, 13 dan 14 sebesar 1,72%, 1,75% dan 1,79% dengan konsentrasi bahan organik sebesar 18,01 mg/l, 17,69 mg/l dan 17,38 mg/l. Pada tahap ini dapat dikatakan kondisi stabil (*steady state*) telah tercapai.

Berdasarkan tabel 4.2 diatas, untuk persen penyisihan bahan organik terendah terjadi pada hari ke- 2 sebesar 10,56% sedangkan persen penyisihan bahan organik tertinggi terjadi pada hari ke- 14 sebesar 31,68%. Sehingga pada hari ke- 14 masih terdapat 68,32% bahan organik.



Gambar 4.1. Persen (%) penyisihan bahan organik pada saat aklimatisasi

Proses aklimatisasi menunjukkan waktu yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menyesuaikan diri dengan lingkungan yang baru baik terhadap perubahan pH, temperatur dan lain – lain. Setelah beberapa hari bakteri berkembang biak dengan cepat karena masih terdapat substrat dan nutrisi yang cukup (Asmadi dan Suharno, 2012). Penyisihan bahan organik yang berfluktuasi pada saat aklimatisasi menunjukkan belum cukupnya populasi mikroorganisme yang tersedia serta belum mempunya mikroorganisme untuk beradaptasi dengan kondisi yang ada seperti konsentrasi dan komposisi substrat di dalam reaktor. Peningkatan konsentrasi bahan organik pada tahap aklimatisasi dikarenakan juga terjadinya kematian mikroorganisme yang tidak mampu beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang ada.

Nilai yang stabil pada penyisihan bahan organik menunjukkan telah terbentuknya mikroorganisme yang mampu untuk menguraikan bahan organik dalam air limbah dan mampu beradaptasi dengan kondisi yang ada seperti konsentrasi dan komposisi substrat di dalam reaktor. Kegiatan ini dilakukan sampai kondisi stabil (*steady state*) dicapai, yaitu apabila penyisihan bahan organik yang dikonsumsi oleh mikroorganisme mendekati harga yang stabil atau

konstan. Apabila selisih penurunan bahan organik selama tiga hari berturut - turut relatif stabil dengan perbedaan tidak lebih dari 10% maka dapat dikatakan kondisi telah stabil (*steady state*). Hal ini ditunjukkan melalui pengukuran bahan organik selama kondisi aklimatisasi pada effluent sehingga diperoleh angka pengolahan yang konstan dengan penyisihan di bawah 10%.

4.4 Konsentrasi Akhir TSS, Minyak dan Lemak Setelah Melewati *Biosand Filter*

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui nilai konsentrasi akhir setelah melalui proses runing selama 14 hari masing – masing parameter pada reaktor uji dapat dilihat pada Tabel 4.3 untuk TSS dan Tabel 4.4 untuk Minyak dan Lemak.

Tabel 4.3. Konsentrasi Akhir TSS Setelah Melewati *Biosand Filter*

No	Konsentrasi Awal TSS (mg/l)	Waktu (Jam)	Konsentrasi Akhir TSS (mg/l)			Rata - rata (mg/l)
			1	2	3	
1	520	0	490	520	460	490
2	520	3	130	170	150	150
3	520	6	150	100	110	120
4	520	9	110	70	30	70
5	520	12	10	30	20	20

Sumber : Hasil penelitian di laboratorium lingkungan ITN Malang

Tabel 4.4. Konsentrasi Akhir Minyak dan Lemak Setelah Melewati *Biosand Filter*

No	Konsentrasi Awal Minyak dan Lemak (mg/l)	Waktu (Jam)	Konsentrasi Akhir Minyak dan Lemak (mg/l)			Rata - rata (mg/l)
			1	2	3	
1	23,133	0	21,820	23,330	22,920	22,690
2	23,133	3	18,230	18,820	17,610	18,220
3	23,133	6	15,460	16,420	15,440	15,773
4	23,133	9	10,860	10,390	11,030	10,760
5	23,133	12	4,250	4,420	4,110	4,260

Sumber : Hasil penelitian di laboratorium lingkungan ITN Malang

4.5 Pengolahan Data

Data hasil penelitian limbah cair domestik menggunakan *biosand filter* dengan memanfaatkan tempurung kelapa sebagai karbon aktif dengan variasi waktu digunakan untuk mengetahui persentase penurunan konsentrasi TSS, Minyak dan Lemak. Analisis persentase penurunan TSS, Minyak dan Lemak pada setiap variasinya dapat menggunakan rumus :

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

4.5.1 Persentase Penurunan TSS

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair Asrama Seminari Tinggi Praja Interdiocesan Giovani Malang menggunakan *biosand filter* dengan pemanfaatan tempurung kelapa sebagai karbon aktif mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi TSS dengan tingkat penurunan yang bervariasi.

Besarnya persentase penurunan konsentrasi TSS pada reaktor uji dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Persentase Penurunan Konsentrasi TSS

No	Konsentrasi Awal TSS (mg/l)	Waktu (jam)	Konsentrasi Akhir TSS (mg/l)	Persentase Penurunan TSS (%)
1	520	0	490	5,8
2	520	3	150	71,2
3	520	6	120	76,9
4	520	9	70	86,5
5	520	12	20	96,2

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan Tabel 4.5 didapatkan persentase penurunan konsentrasi TSS pada reaktor uji berada diantara 5,8% - 96,2%.

4.5.2 Persentase Penurunan Minyak dan Lemak

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair Asrama Seminari Praja Tinggi Interdiocesan Giovani Malang menggunakan *biosand filter* dengan pemanfaatan tempurung kelapa sebagai karbon aktif mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi minyak dan lemak dengan tingkat penurunan yang bervariasi.

Besarnya persentase penurunan konsentrasi minyak dan lemak pada reaktor uji dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Persentase Penurunan Konsentrasi Minyak dan Lemak

No	Konsentrasi Awal Minyak dan Lemak (mg/l)	Waktu (jam)	Konsentrasi Akhir Minyak dan Lemak (mg/l)	Persentase Penurunan Minyak dan Lemak (%)
1	23,133	0	22,690	1,915
2	23,133	3	18,220	21,238
3	23,133	6	15,773	31,816
4	23,133	9	10,760	53,486
5	23,133	12	4,260	81,585

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan Tabel 4.6 didapatkan persentase penurunan konsentrasi minyak dan lemak pada reaktor uji berada diantara 1,915% - 81,585%.

4.6 Analisis Deskriptif

Analisa data statistik paling sederhana adalah analisis statistik deskriptif. Inti analisis statistik deskriptif adalah mengumpulkan, meringkas dan menyajikan data dalam bentuk yang mudah dibaca sehingga memberikan kemudahan dalam memberikan informasi. Statistik deskriptif menyajikan data dalam tabel, grafik, ukuran pemusatan data dan penyebaran data (Iriawan Nur dan Astuti Septi Puji, 2006).

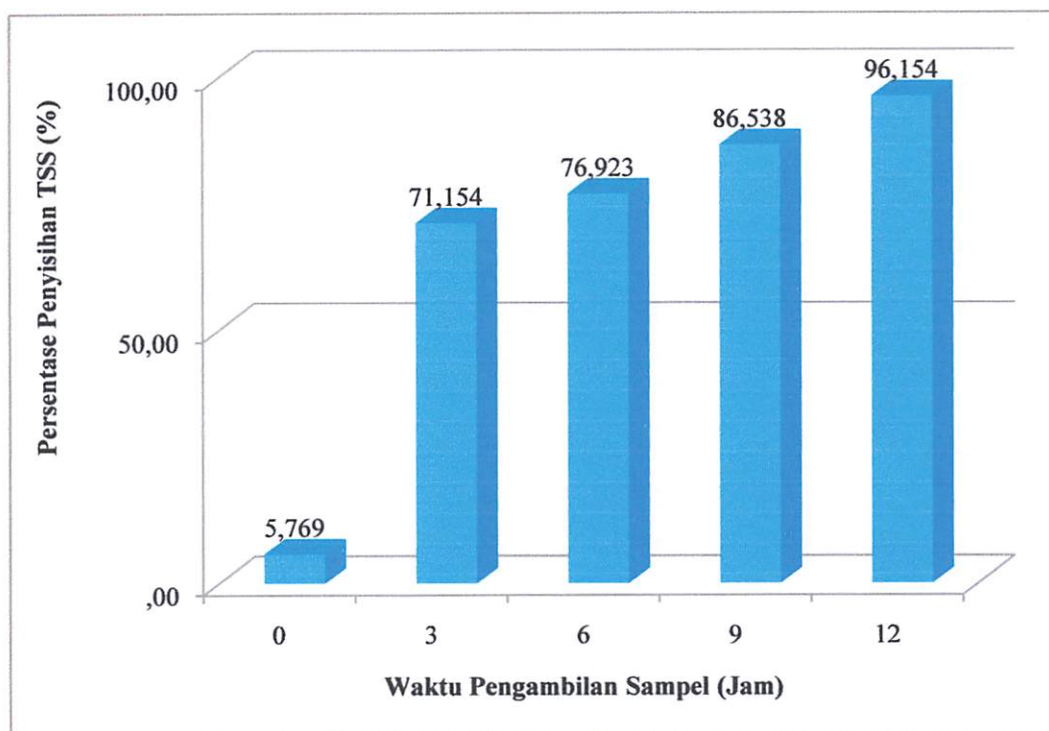
4.6.1 Analisis Deskriptif Penurunan TSS

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair Asrama Seminari Tinggi Praja Interdiocesan Giovani Malang menggunakan *biosand filter* dengan pemanfaatan tempurung kelapa sebagai karbon aktif



mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi TSS dengan tingkat penurunan yang bervariasi. Variasi yang digunakan adalah waktu pengambilan sampel yaitu 0, 3, 6, 9 dan 12 jam.

Berdasarkan data persentase penurunan konsentrasi TSS pada reaktor uji pada Tabel 4.5 maka dapat diplotkan menjadi sebuah grafik persentase penurunan konsentrasi TSS pada Gambar 4.2.



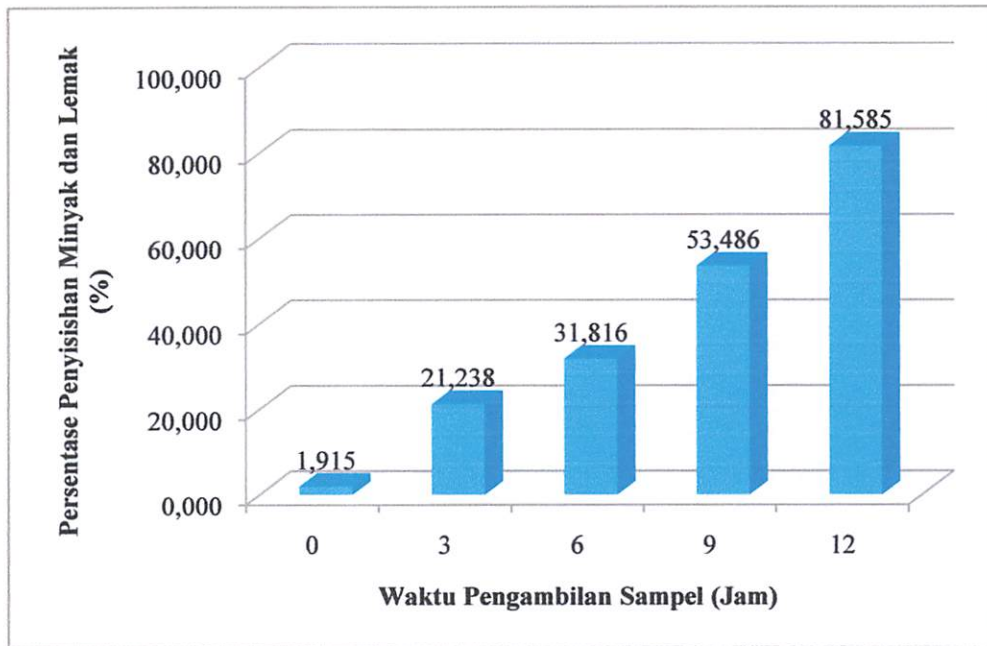
Gambar 4.2 Persentase penurunan konsentrasi TSS

Berdasarkan Tabel 4.5 dan Gambar 4.2 menunjukkan bahwa persentase penurunan konsentrasi TSS cenderung semakin naik seiring dengan semakin lamanya waktu pengambilan sampel. Persentase penurunan TSS tertinggi sebesar 96,2% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke- 12. Sedangkan persentase penurunan TSS terendah sebesar 5,8% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 0.

4.6.2 Analisis Deskriptif Penurunan Minyak dan Lemak

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair Asrama Seminari Tinggi Praja Interdiocesan Giovani Malang menggunakan *biosand filter* dengan pemanfaatan tempurung kelapa sebagai karbon aktif mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi minyak dan lemak dengan tingkat penurunan yang bervariasi. Variasi yang digunakan adalah waktu pengambilan sampel yaitu 0, 3, 6, 9 dan 12 jam.

Berdasarkan data persentase penurunan konsentrasi minyak dan lemak pada reaktor uji pada Tabel 4.6 maka dapat diplotkan menjadi sebuah grafik persentase penurunan konsentrasi minyak dan lemak pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Persentase penurunan konsentrasi minyak dan lemak

Berdasarkan Tabel 4.6 dan Gambar 4.3 menunjukkan bahwa persentase penurunan konsentrasi TSS, Minyak dan Lemak cenderung semakin naik seiring dengan semakin lamanya waktu pengambilan sampel. Persentase penurunan minyak dan lemak tertinggi sebesar 81,585% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 12. Sedangkan persentase penurunan minyak dan lemak terendah sebesar 1,915% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 0.

4.7 Analisis Korelasi

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

- H_0 = Tidak Ada korelasi antara waktu operasional dengan persentase penurunan konsentrasi ($\rho = 0$)
- H_1 = Ada korelasi antara waktu operasional dengan persentase penurunan konsentrasi ($\rho \neq 0$)

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

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

4.7.1 Analisis Korelasi Untuk Persentase Penurunan TSS

Hasil uji korelasi persentase penurunan TSS dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Uji Korelasi Persentase penurunan TSS (%) Terhadap Waktu Operasional (jam)

Correlations: Waktu Operasional; Penurunan TSS (%)

Pearson correlation of Waktu Operasional and
Penurunan TSS (%) = 0,869
P-Value = 0,056

Keterangan :

Pearson Correlation : Nilai korelasi Pearson (korelasi yang digunakan untuk variabel kuantitatif adalah Korelasi Pearson)

P-value : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

Keputusan

Berdasarkan Tabel 4.7 menunjukkan bahwa :

Koefisien korelasi antara persentase penurunan TSS dengan waktu operasional adalah 0,869%. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat, karena mendekati 1. Nilai positif pada nilai koefisien korelasi, menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel searah. Keputusan yang diambil adalah menerima H_0 sehingga tidak ada korelasi antara persentase penurunan TSS dengan waktu detensi, karena $P\text{-value } 0,056 \geq 0,05$.

4.7.2 Analisis Korelasi Untuk Persentase Penurunan Minyak dan Lemak

Hasil uji korelasi persentase penurunan minyak dan lemak dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Uji Korelasi Persentase penurunan Minyak dan Lemak (%) Terhadap Waktu Operasional (jam)

Correlations: Waktu Operasional; Penurunan Minyak dan Lemak (%)

Pearson correlation of Waktu Operasional and Penurunan TSS, Minyak dan Lemak (%) = 0,988
P-Value = 0,002

Keterangan :

Pearson Correlation : Nilai korelasi Pearson (korelasi yang digunakan untuk variabel kuantitatif adalah Korelasi Pearson)

P-value : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

Keputusan

Berdasarkan Tabel 4.8 menunjukkan bahwa :

Koefisien korelasi antara persentase penurunan minyak dan lemak dengan waktu operasional adalah 0,988. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat, karena mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasional maka persen penurunan minyak dan lemak yang dihasilkan akan semakin meningkat. Keputusan yang diambil adalah menolak H_0

sehingga ada korelasi antara persentase penurunan minyak dan lemak dengan waktu operasional, karena $P\text{-value } 0,002 < 0,05$.

4.8 Analisis Regresi

Analisis regresi digunakan untuk mengetahui besarnya hubungan antara variabel respons dan variabel prediktor, sehingga diketahui ketepatan atau signifikansi prediksi dari hubungan atau korelasi data. Pada analisis regresi juga diperlukan beberapa pengujian, yaitu :

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

Uji T mempunyai hipotesis bahwa :

- H_0 = tidak ada pengaruh waktu operasional terhadap persentase penurunan konsentrasi
- H_1 = ada pengaruh waktu operasional terhadap persentase penurunan konsentrasi

Dalam pengambilan keputusan, uji T 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.

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

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



4.8.1 Analisis Regresi Untuk Persentase Penurunan TSS

Hasil uji regresi persentase penurunan TSS dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Analisis Regresi Antara Persentase Penurunan TSS (%) Terhadap Waktu Operasional (jam)

Regression Analysis: % penurunan TSS versus waktu operasional					
The regression equation is					
% penurunan TSS = 60,4 + 2,95 waktu operasional					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	60,350	1,991	30,32	0,001	
waktu operasi	2,9533	0,2098	14,08	0,005	
S = 3,44783		R-Sq = 99,0%		R-Sq(adj) = 98,5%	

Pada Tabel 4.9 memuat keterangan sebagai berikut :

- S = Standar deviasi model
- R-Sq (R^2) = Koefisien determinasi
- R-Sq (adj) = Koefisien determinasi yang disesuaikan
- T = Nilai statistik
- P = Nilai probabilitas

Persamaan regresi pada Tabel 4.12 adalah $Y = 60,4 + 2,95 X$, dimana Y adalah persentase penyisihan TSS (%) dan X_1 adalah waktu operasional (jam). Koefisien regresi sebesar 2,95 untuk variasi waktu operasional (X_1) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu sebesar 3 jam dalam pengambilan sampel akan meningkatkan persentase penyisihan TSS sebesar 2,95 dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.

Uji T dilakukan untuk menguji signifikansi konstanta dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka $t_{\alpha, n-1}$ dari Tabel distribusi T didapat $t_{(0,05,4)} = 2,132$. Nilai T waktu operasional pada Tabel 4.9 adalah sebesar 3,04. Kesimpulan yang diambil untuk waktu detensi adalah menolak H_0 . Artinya ada pengaruh waktu operasional terhadap persentase penurunan konsentrasi TSS. Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R Square = r^2)

sebesar 99,0%. Hal ini berarti persentase penurunan TSS dipengaruhi oleh waktu operasional, sedangkan sisanya 1% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan ke dalam model.

4.8.2 Analisis Regresi Untuk Persentase Penurunan Minyak dan Lemak

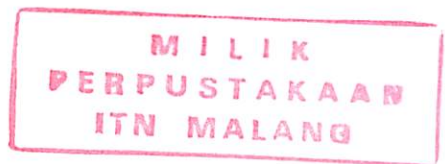
Hasil uji regresi persentase penurunan minyak dan lemak dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Analisis Regresi Antara Persentase Penurunan TSS, Minyak dan Lemak (%) Terhadap Waktu Operasional (jam)

Regression Analysis: Penurunan Minyak dan Lemak (%) versus Waktu Operasional					
The regression equation is					
Penurunan TSS, Minyak dan Lemak (%) = - 0,31 + 6,39 Waktu Operasional					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	-0,310	4,247	-0,07	0,946	
Waktu Operasi	6,3863	0,5780	11,05	0,002	
S = 5,48348 R-Sq = 97,6% R-Sq(adj) = 96,8%					

Pada Tabel 4.10 memuat keterangan sebagai berikut :

- S =Standar deviasi model
- R-Sq (R²) =Koefisien determinasi
- R-Sq (adj) =Koefisien determinasi yang disesuaikan
- T =Nilai statistik
- P =Nilai probabilitas



Persamaan regresi pada Tabel 4.10 adalah $Y = - 0,31 + 6,39 X$, dimana Y adalah persentase penurunan TSS, Minyak dan Lemak (%) dan X_1 adalah waktu operasional (jam). Koefisien regresi sebesar 6,39 untuk variasi waktu operasional (X_1) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu sebesar 3 jam dalam pengambilan sampel akan meningkatkan persentase penurunan minyak dan lemak sebesar 6,39 dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.

Uji T dilakukan untuk menguji signifikansi konstanta dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka $t_{\alpha, n-1}$ dari Tabel distribusi T didapat

$t_{(0,05,4)} = 2,132$. Nilai T waktu operasional pada Tabel 4.10 adalah sebesar 11,05. Kesimpulan yang diambil untuk waktu operasional adalah menolak H_0 . Artinya ada pengaruh waktu operasional terhadap persentase penurunan konsentrasi Minyak dan Lemak.

Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R Square = r^2) sebesar 97,6 %. Hal ini berarti persentase penurunan konsentrasi minyak dan lemak dipengaruhi oleh waktu operasional, sedangkan sisanya 3,4% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan ke dalam model.

4.9 Analisis ANOVA One Way

Analisis ANOVA ini dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh waktu detensi terhadap persentase penyisihan TSS dan Minyak dan Lemak.

Dalam analisis ANOVA terdapat hipotesis masalah, yaitu :

- $H_0 = 1 = 2 = 3 = 4 = 5$ (rata – rata sampel tiap perlakuan sama)
- $H_1 = 1 \neq 2 \neq 3 \neq 4 \neq 5$ (ada perlakuan yang rata – ratanya tidak sama)

Sementara dalam pengambilan keputusan akan didasarkan pada nilai probabilitas dan nilai F hitung, yaitu :

- a. Nilai probabilitas,
 - Jika probabilitas $\geq 0,05$, H_0 diterima
 - Jika probabilitas $< 0,05$, H_0 ditolak
- b. Nilai F hitung,
 - F hitung output $> F$ Tabel, H_0 ditolak
 - F hitung output $< F$ Tabel, H_0 diterima

4.9.1 Analisis Anova One Way untuk Persentase Penurunan TSS

Hasil analisis untuk persentase penurunan TSS terhadap waktu operasional dapat dilihat pada Tabel 4.15 berikut ini:

Tabel 4.11 Hasil Uji ANOVA antara Waktu Operasional (jam) Terhadap Persentase Penurunan TSS (%)

One-way ANOVA: Waktu Operasional; Penurunan TSS (%)					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	9400	9400	14,51	0,005
Error	8	5183	648		
Total	9	14584			

S = 25,45 R-Sq = 64,46% R-Sq(adj) = 60,01%

Hasil Tabel diatas memuat keterangan sebagai berikut :

DF = Derajat Bebas

SS = Variasi Residual

MS = Mean Square

F = Nilai statistik uji (membandingkan dengan nilai Tabel F pada lampiran)

P = Nilai Probabilitas (dengan $\alpha = 0,05$)

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari Tabel distribusi F didapat F Tabel adalah 5,32. Nilai F hitung output waktu detensi adalah 14,51. Nilai probabilitas waktu operasional adalah 0,005.

Keputusan yang dapat diambil untuk waktu operasional adalah menolak H_0 . Artinya bahwa persentase penyisihan TSS dalam perlakuan ada rata – rata yang tidak sama/ tidak identik atau terdapat perbedaan yang signifikan. Perbedaan yang signifikan didukung pula adanya kondisi yang beda nyata terjadi peningkatan persentase penurunan TSS pada waktu operasional yang cukup besar.

4.9.2 Analisis Anova One Way untuk Persentase Penurunan Minyak dan Lemak

Hasil analisis untuk persentase penurunan minyak dan lemak terhadap waktu operasional dapat dilihat pada Tabel 4.16 berikut ini:

Tabel 4.12 Hasil Uji ANOVA antara Waktu Operasional (jam) Terhadap Persentase Penurunan Minyak dan Lemak (%)

One-way ANOVA: Waktu Operasional; Penurunan Minyak dan Lemak (%)					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	2561	2561	5,32	0,050
Error	8	3851	481		
Total	9	6412			

S = 21,94 R-Sq = 39,94% R-Sq(adj) = 32,44%

Hasil Tabel diatas memuat keterangan sebagai berikut :

DF = Derajat Bebas

SS = Variasi Residual

MS = Mean Square

F = Nilai statistik uji (membandingkan dengan nilai Tabel F pada lampiran)

P = Nilai Probabilitas (dengan $\alpha = 0,05$)

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari Tabel distribusi F didapat F Tabel adalah 5,32. Nilai F hitung output waktu operasional adalah 5,32. Nilai probabilitas waktu operasional adalah 0,05.

Keputusan yang dapat diambil untuk waktu operasional adalah menerima hipotesis awal (H_0) dan menolak hipotesis alternatif (H_1) karena nilai F hitung = F Tabel dan nilai P = 0,05. Artinya bahwa rata – rata sampel tiap perlakuan sama/ identik atau tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

4.10 Pembahasan

4.10.1 Penurunan Konsentrasi TSS

Hasil analisis korelasi pada Tabel 4.7 menyatakan bahwa hubungan antara waktu operasional dengan persen penurunan TSS kuat dan searah. Semakin lama waktu operasional maka semakin besar persentase penurunan TSS. Ini dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan Gambar 4.2. Dimana konsentrasi TSS setelah proses pada reaktor uji berkisar antara 20 mg/l sampai dengan 490 mg/l. Sedangkan persentase penurunan TSS tertinggi sebesar 96,2% pada waktu operasional selama 12 jam.

Dari hasil analisa korelasi pada Tabel 4.7 menunjukkan bahwa tidak ada korelasi antara waktu operasional dengan persen penurunan TSS. Hal ini menyatakan bahwa waktu operasional selama 12 jam belum bisa menunjukkan hubungan dengan persentase penurunan TSS. Sedangkan dari hasil analisa regresi pada Tabel 4.10, menyatakan bahwa waktu operasional berpengaruh terhadap persentase penurunan TSS. Dimana semakin lama waktu operasi maka persentase penurunan TSS semakin meningkat.

Menurut Asmadi, dkk, (2011) akibat gaya grafitasi, partikel yang mempunyai berat jenis lebih besar dari berat jenis air akan mengendap kebawah dan yang lebih kecil akan mengapung/melayang. Kecepatan partikel – partikel tersuspensi untuk turun akan lebih tinggi dengan waktu pengendapan yang lebih singkat jika partikel tersuspensi lebih besar dan densitas partikel lebih besar. Sehingga pada waktu ke- 0, partikel – partikel tersuspensi yang masih melayang ikut dalam aliran outlet pada waktu pengambilan sampel dan terukur dengan konsentrasi yang tinggi.

Analisis ANOVA pada Tabel 4.15, menunjukkan adanya perlakuan yang rata – rata persentase penurunan TSS tidak sama. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan Gambar 4.2, yang menunjukkan perbedaan konsentrasi TSS selama 12 jam. Dimana konsentrasi TSS pada jam ke- 0 sebesar 490 mg/l dengan persentase penurunan TSS sebesar 5,8% dari konsentrasi awal TSS sebesar 520 mg/l. Sedangkan konsentrasi TSS pada jam ke- 3, 6, 9 dan jam ke- 12 mengalami penurunan konsentrasi yang signifikan dengan persentase penurunan TSS secara berturut – turut sebesar 71,2%, 76,9%, 86% dan 96,2%. Ini disebabkan karena pada jam ke- 0, padatan tersuspensi belum seluruhnya mengendap sehingga ikut dalam aliran pada saat pengambilan sampel. Semakin lama waktu operasional, padatan tersuspensi yang mengendap semakin banyak sehingga padatan yang masih melayang yang ikut dalam pengambilan sampel.

Menurut Asmadi, dkk (2011) partikel – partikel yang berukuran kecil dan beberapa macam bakteri akan mengendap dalam ruang antar butir dan melekat pada butir pasir sehingga semakin lama akan tersumbat. Dari hasil penelitian Adem Maherystiawan, (2011) diketahui bahwa Reaktor *biosand filter* dengan

penambahan gerabah dan karbon aktif dengan variasi waktu 0, 2, 4, 6, 8 jam, mampu menurunkan konsentrasi TSS sebesar 90,1% dengan waktu efektif penurunan TSS selama 8 jam. Sedangkan hasil penelitian Zamrul, (2011) diketahui bahwa reaktor *biosand filter* dengan penambahan karbon aktif dengan variasi waktu 0, 3, 6, 9, 12 jam mampu menurunkan konsentrasi TSS sebesar 97,08% dengan waktu efektif penurunan TSS selama 12 jam. Sehingga waktu operasional yang semakin lama mempengaruhi kenaikan persentase penurunan TSS.

Total Suspended Solid (TSS) atau Total Padatan Tersuspensi yang ada dalam air terdiri dari berbagai macam zat, misalnya pasir halus, liat dan lumpur alami yang merupakan bahan – bahan anorganik atau dapat pula berupa bahan – bahan organik yang melayang – layang dalam air (Huda T, 2009).

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

Pada penelitian ini digunakan media pasir, kerikil dan karbon aktif sebagai penyaring atau filter yang sering dikenal dengan *Biosand Filter*. *Biosand Filter* sangat mirip dengan *Slow Sand Filter* dalam mekanisme penyisihan kontaminan baik secara fisik maupun secara biokimia (Asmadi, dkk, 2011). Dimana senyawa polutan yang ada di dalam air limbah akan terdifusi ke dalam lapisan biofilm yang melekat pada permukaan media (Asmadi & Suharno, 2012) dalam hal ini lapisan paling atas (kerikil)

Jika air baku dialirkan ke *biosand filter*, maka kotoran – kotoran yang ada di dalamnya akan tertahan pada media pasir. Oleh karena adanya akumulasi kotoran baik dari zat organik maupun zat anorganik pada media filternya akan terbentuk

lapisan biofilm. Dengan terbentuknya lapisan ini maka disamping proses penyaringan secara fisik dapat juga menghilangkan kotoran secara bio-kimia. Biasanya zat – zat yang menimbulkan bau dapat dihilangkan dengan cara ini (Asmadi, dkk, 2011).

Penurunan TSS diharapkan mampu menurunkan bahan organik dimana padatan yang tersuspensi berupa bahan organik digunakan oleh bakteri yang merupakan mikroorganisme yang sangat penting dalam menguraikan material organik yang masuk reaktor. Dalam reaktor bahan buangan organik digunakan oleh bakteri aerobik agar memperoleh energi untuk mensintesa sisa – sisa organik menjadi sel – sel baru (Ginting P, 2007).

4.10.2 Penurunan Konsentrasi Minyak dan Lemak

Hasil analisis korelasi pada Tabel 4.8 menyatakan bahwa hubungan antara waktu operasional dengan persen penurunan Minyak dan Lemak kuat dan searah. Semakin lama waktu operasi maka semakin besar persentase penurunan Minyak dan Lemak. Ini dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan Gambar 4.3. Dimana konsentrasi Minyak dan Lemak setelah proses pada reaktor uji berkisar antara 4,260 mg/l sampai dengan 22,690 mg/l. Sedangkan persentase penurunan Minyak dan Lemak tertinggi sebesar 81,585% pada waktu operasional selama 12.

Dari hasil analisa korelasi pada Tabel 4.8 dan hasil analisa regresi pada Tabel 4.10, menunjukkan bahwa ada korelasi dan antara waktu operasional dengan persen penurunan Minyak dan Lemak saling mempengaruhi. Ini berarti, semakin lama waktu operasi maka persentase penurunan Minyak dan Lemak semakin meningkat atau konsentrasi TSS, Minyak dan Lemak semakin menurun.

Pada penelitian ini digunakan media pasir, kerikil dan karbon aktif sebagai penyaring atau filter yang sering dikenal dengan *Biosand Filter*. *Biosand Filter* sangat mirip dengan *Slow Sand Filter* dalam mekanisme penyisihan kontaminan baik secara fisik maupun secara biokimia (Asmadi, dkk, 2011). Dimana senyawa polutan yang ada di dalam air limbah akan terdifusi ke dalam lapisan biofilm yang melekat pada permukaan media (Asmadi & Suharno, 2012) dalam hal ini lapisan paling atas (kerikil).

Proses pengolahan secara biologis pada umumnya sangat efektif untuk mengurangi konsentrasi TSS, Minyak dan Lemak dan emulsi lainnya yang tidak dapat distabilkan atau dikurangi konsentrasinya oleh proses kimia (penambahan bahan kimia atau koagulan). Proses pengolahan secara biologis hanya efektif pada konsentrasi yang tinggi dikarenakan kandungan TSS, Minyak dan Lemaknya dapat terserap secara cepat oleh mikroorganisme untuk pertumbuhan mikroorganisme tersebut sebagai sumber makanan (Griswidia,2008).

Pada hari ke- 9, filtrat mengeluarkan bau, hal ini menandakan bahwa bakteri yang ada pada biofilm melakukan proses degradasi TSS, Minyak dan Lemak yang hasil akhirnya adalah metan dan karbondioksida.

Jika lapisan biofilm cukup tebal, maka pada bagian luar lapisan biofilm akan berada dalam kondisi aerobik sedangkan pada bagian dalam biofilm yang melekat pada medium akan berada dalam kondisi anaerobik. Pada kondisi anaerobik akan terbentuk gas H_2S , dan jika konsentrasi terlarut cukup besar, maka H_2S yang terbentuk tersebut akan diubah menjadi sulfat (SO_4) oleh bakteri sulfat yang ada di dalam biofilm(BPPT,2008)

Dalam prosesnya bakteri anaerobik memecah molekul organik kompleks (protein, cellulosa, lignin, lipids) menjadi molekul monomer yang terlarut seperti asam lemak dan gliserol. Bakteri asidogenik (pembentuk asam) seperti *Clostridium* merubah asam lemak menjadi asam organik, alkohol dan keton, CO_2 dan H_2 . Oleh bakteri asetogenik (bakteri yang memproduksi asetat dan H_2) seperti *Syntrobacter wolinii* dan *Syntrophomonas wolfei* merubah asam lemak dan alkohol menjadi asetat, hidrogen dan karbon dioksida yang digunakan oleh bakteri pembentuk gas metan dan karbondioksida (BPPT,2008).

Dalam pengolahan air, karbon aktif digunakan sebagai adsorben untuk menyingkirkan rasa, bau atau warna. Rasa, bau dan warna ini disebabkan oleh kandungan bahan organik dalam air. Bahan organik inilah yang diadsorpsi oleh karbon aktif, sehingga setelah mengalami proses adsorpsi, air akan bebas dari rasa, bau dan warna yang tidak dikehendaki (Slamet A dan Masduqi A, 2000). Karbon aktif merupakan adsorben yang berwarna hitam dan berbentuk granular, pelet dan bubuk dan biasa dipakai dalam proses pemurnian udara, gas, larutan atau cairan (Kusnaedi, 2010). Sehingga bau yang dihasilkan gas metan dalam

proses degradasi TSS, Minyak dan Lemak oleh mikroorganisme tersebut sebagian menguap dan sebagian lagi diserap oleh karbon aktif.

Proses utama yang terjadi dalam karbon aktif adalah proses adsorpsi. Proses adsorpsi dengan menggunakan karbon aktif digunakan untuk menyerap polutan (bahab-bahan kimia) yang terkandung di dalam air. Penurunan konsentrasi TSS, Minyak dan Lemak disebabkan oleh adanya aktivitas adsorpsi, yaitu penyerapan zat-zat kimia pencemar (zat organik) dalam air limbah pada media karbon aktif. Pengaruh dari besarnya molekul penyusun senyawa zat-zat organik menyebabkan mudah terserap terlebih dahulu (Griswidia,2008).

Salah satu media yang digunakan dalam penelitian ini adalah karbon aktif dari tempurung kelapa. Karbon aktif dari tempurung kelapa ini memiliki ukuran 0,2 – 5 mm, struktur yang keras, pori – pori mikro yang tinggi dan mempunyai luas permukaan yang sangat besar (Kusnaedi,2010) sehingga karbon aktif tempurung kelapa dapat menyerap berbagai bahan organik, salah satunya adalah TSS, Minyak dan Lemak (Cheremisinoff, 2002).

Karbon aktif yang akan digunakan sebagai media diaktivasi terlebih dahulu melalui proses pemanasan sehingga pori-porinya terbuka, dengan demikian akan mempunyai daya serap yang tinggi. Dengan terbukanya pori-pori pada karbon aktif, maka karbon aktif mampu menyerap molekul lain yang mempunyai ukuran lebih kecil dari ukuran porinya. Proses adsorpsi oleh karbon aktif terjadi karena terperangkapnya molekul adsorbat dalam rongga karbon aktif, sedang pada sisi aktifnya terjadi karena interaksi antara sisi tersebut dengan molekul adsorbat. Pori-pori ini yang nantinya akan menyerap bahan kimia yang terkandung dalam air limbah dan mengurangi konsentrasi TSS, Minyak dan Lemak. Akan tetapi pada proses adsorpsi pada suatu saat akan mengalami titik kejenuhan dimana adsorben tidak bisa lagi melakukan penyerapan sehingga perlu dilakukan proses regenerasi yaitu proses pengaktifan kembali atau pergantian adsorben (Supranto,1996).

Berdasarkan hasil penelitian Griswidia, (2008) diketahui bahwa *Biosand filter* mampu menurunkan konsentrasi TSS, Minyak dan Lemak dengan efisiensi rata-rata sebesar 61,78-67,44%, sedangkan *activated carbon* mampu menurunkan konsentrasi TSS, Minyak dan Lemak dengan efisiensi 30 – 70%.

Dari hasil analisa ANOVA pada Tabel 4.16 menyatakan bahwa persentase penurunan Minyak dan Lemak terhadap waktu operasi ada perlakuan yang rata – ratanya sama/ identik, sehingga semakin lama waktu operasi maka penyisihan konsentrasi Minyak dan Lemak menjadi semakin meningkat. Dimana lapisan minyak yang menutupi permukaan air dapat terdegradasi oleh mikroorganisme tertentu, namun memerlukan waktu yang cukup lama (Wardhana W. A, 2004).

4.11 Kualitas Output Pengolahan *Biosand Filter* dengan Penambahan karbon aktif tempurung kelapa Berdasarkan Standar Baku Mutu

Konsentrasi awal TSS dan TSS, Minyak dan Lemak pada limbah cair Asrama Seminari Praja Tinggi Interdiocesan Giovani Malang secara berturutan adalah 520 mg/l dan 23,133 mg/l. Konsentrasi TSS dan TSS, Minyak dan Lemak tersebut melebihi standar baku mutu yang ditetapkan Kepmen Negara LH No. 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Konsentrasi TSS, Minyak dan Lemak sesuai baku mutu tersebut secara berturutan adalah 100 mg/l dan 10 mg/l. Setelah dilakukan pengolahan menggunakan metode *biosand filter* dengan penambahan karbon aktif tempurung kelapa, maka konsentrasi TSS, Minyak dan Lemak yang terkandung dalam limbah tersebut mengalami penurunan.

Konsentrasi TSS dan TSS, Minyak dan Lemak setelah proses secara berturutan adalah 20 mg/l dan 4,260 mg/l. Konsentrasi tersebut adalah konsentrasi terendah yang bisa diperoleh dari pengolahan ini. Dari hasil konsentrasi akhir tersebut dapat diketahui bahwa hasil output pengolahan menggunakan metode *biosand filter* dengan penambahan karbon aktif tempurung kelapa sudah memenuhi standar baku mutu Kepmen Negara LH No. 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik untuk parameter TSS, Minyak dan Lemak.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Reaktor *biosand filter* dengan memanfaatkan tempurung kelapa sebagai karbon aktif sangat efektif dalam menurunkan konsentrasi TSS, Minyak dan Lemak. Dimana penurunan konsentrasi TSS sebesar 20 mg/l dan 4,260 mg/l untuk Minyak dan Lemak. Dengan efisiensi penurunan TSS sebesar 96,154% dan Minyak dan Lemak sebesar 81,585%.
2. Waktu efektif yang diperlukan dalam menurunkan TSS, Minyak dan Lemak dengan menggunakan reaktor *biosand filter* dengan memanfaatkan tempurung kelapa sebagai karbon aktif adalah selama waktu operasional 12 jam. Dimana, semakin lama waktu operasional maka persen penurunan konsentrasi TSS, Minyak dan Lemak semakin meningkat.
3. Reaktor *biosand filter* memanfaatkan tempurung kelapa sebagai karbon aktif mampu menurunkan konsentrasi TSS, Minyak dan Lemak hingga dibawah standart baku mutu Kepmen Negara LH No. 112 tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Dimana standart baku mutu untuk TSS sebesar 100 mg/ l dan 10 mg/ l untuk Minyak dan Lemak.

5.2. Saran

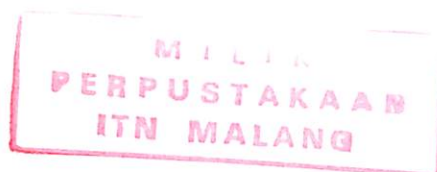
1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan pemilihan parameter yang lain sehingga dapat diketahui sejauh mana kemampuan reaktor ini dalam menurunkan konsentrasi pencemar.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan media adsorben secara terpisah dari reaktor *biosand filter* untuk mengetahui efisiensi masing – masing media dalam menurunkan konsentrasi pencemar.

DAFTAR PUSTAKA

- A Cawst Training Manual, 2009. *Biosand Filter Manual Design, Construction, Installation, Operation and Maintenance*, Centre for Affordable Water and Sanitation Technology, Canada
- Abdilah Chairy, 2011, **Penggunaan Reaktor Biosand Filter Dengan Penambahan Karbon Aktif Sekam Padi Untuk Mengolah Limbah Cair Rumah Susun**. Skripsi, ITN, Malang
- Alaerts, G dan Sri Santika S, 1984. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional, Surabaya.
- Anonim, 2010. **Arang Aktif Pengendali Residu Pestisida**, Balai Penelitian Lingkungan Pertanian, Volume 32 No 5, Pati
- Asmadi, Khayan dan Kasjono H. S, 2011. *Teknologi Pengolahan Air Minum*, Gosyen Publishing, Yogyakarta.
- Asmadi dan Suharno, 2012. *Dasar – Dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah*, Gosyen Publishing, Yogyakarta.
- Cheremisinoff, N.P, 2002. *Handbook of Water and Wastewater Treatment Technologies*. Butterworth-Heinemann, United State of America.
- Ginting Perdana, 2007. *Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri*, YramaWidya, Bandung.
- Griswidia, R, 2008. **Penurunan Kadar Minyak Lemak pada Limbah Laundry dengan Menggunakan Reaktor Biosand Filter di Lanjutkan dengan Reaktor Karbon Aktif**. Skripsi, Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, UII Yogyakarta.
- Kusnaedi, 2010. *Mengolah Air Kotor Untuk Air Minum*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Iriawan, N dan Astuti, S.P, 2006. *Mengolah Data Statistik Dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*. Andi. Yogyakarta.

- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 112 Tahun 2003. ***Baku Mutu Air Limbah Domestik***. Deputi MENLH Bidang Kebijakan dan Kelembagaan Lingkungan Hidup. Jakarta
- Marsono, B. D, 1997. ***Pengolahan Limbah Cair Biologis***. Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITS Surabaya.
- Metcalf and Eddy, 1981. ***Wastewater Engineering : Treatment, Disposal, Reuse, Revised*** by Geo Tchobanoglous, Tata Mc Graw-Hil Publising Company LTD, New Delhi
- Pranata Juni, 2007, ***Pemanfaatan Sabut dan Tempurung Kelapa serta Cangkang Sawit untuk Pembuatan Asap Cair sebagai Pengawet Makanan Alami***, Direktur Eksekutif JINGKI Institute (Making Applied Technology Work For Marginal People), Aceh
- Primasari, Vina. 2011, ***Pemanfaatan Air Limbah Rumah Tangga Sebagai Sumber Air bersih dengan Menggunakan Biofilter Sederhana***. Skripsi, ITS, Surabaya
- Puspita, D, 2008. ***Penurunan Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) Pada Limbah Laundry dengan Menggunakan Reaktor Biosand Filter Disertai dengan Reaktor Karbon Aktif***. Skripsi, Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, UII Yogyakarta.
- Said. N. I. 2007, ***Pengolahan Air Minum dengan Karbon Aktif Bubuk***, Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT, JAI Vol 3. No 2.
- Said. N. I, 2008, ***Pengolahan Air Limbah Domestik di DKI Jakarta “Tinjauan Permasalahan, Strategi dan Teknologi Pengolahan”***, Pusat Teknologi Lingkungan Deputi Bidang Teknologi Pengembangan Sumberdaya Alam Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jakarta.
- Siregar Sakti A, 2005, ***Instalasi Pengolahan Air Limbah***, Kanisius, Yogyakarta.
- Slamet A dan Masduqi A, 2000, ***Modul Ajar Satuan Proses***, Jurusan Teknik Lingkungan, ITS, Surabaya.
- Slamet A dan Masduqi A, 2000, ***Modul Ajar Satuan Operasi***, Jurusan Teknik Lingkungan, ITS, Surabaya.

- SNI 3981, 2008. *Perencanaan Instalasi Saringan Pasir Lambat*. Badan Standardisasi Nasional.
- Sugiharto, 2008. *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Supranto, 1996, *Pemakaian Filter Karbon Dalam Penyediaan Air Minum*, *Jurnal Ilmiah STTL "YLH"*, Yogyakarta.
- Wardhana Wisnu A, 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*, ANDI, Yogyakarta.
- Tommy Ngai and Sophie Walewijk, 2003, *The Arsenic Biosand Filter (ABF) Project : Design of An Appropriate Household Drinking Water Filter For Rural Nepal*, Massachusetts Institute of Technology, USA.
- Yung Kathleen, 2003, *Biosand Filtration: Application in the Developing World*, CE 401 Project , Civil Engineering, University Of Waterloo, Canada.
- Zamrul, 2011. *Penurunan Limbah Cair Rumah Tangga dengan Menggunakan Karbon Aktif pada Biosand Filter (Studi Kasus Perumahan Sawojajar Kecamatan Kedung Kandang, Kota Malang)*, Skripsi, ITN, Malang.
- <http://aryafatta.wordpress.com/2008/06/04/meningkatkan-nilai-arang-tempurung-jadi-karbon-aktif/>. Diakses tanggal 8 Mei 2012, pukul 14:36 WIB
- <http://thorik.staff.uui.ac.id/2009/08/23/hubungan-antara-total-suspended-solid-dengan-turbidity-dan-dissolved-oxygen/>. Diakses tanggal 8 Mei 2012, pukul 14:45 WIB.



LAMPIRAN

DOKUMENTASI PENELITIAN

KEPUTUSAN MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP NO. 112 TAHUN 2003 TENTANG BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK

PERHITUNGAN DESAIN REAKTOR

- *PERHITUNGAN UNTUK MEDIA PASIR HALUS*
- *PERHITUNGAN UNTUK MEDIA PASIR KASAR*
- *PERHITUNGAN UNTUK MEDIA KARBON AKTIF*
- *PERHITUNGAN UNTUK MEDIA KERIKIL LAPISAN 1*
- *PERHITUNGAN UNTUK MEDIA KERIKIL LAPISAN 2*

GAMBAR DESAIN REAKTOR

- *TAMPAK ATAS*
- *POTONGAN A - A*
- *POTONGAN B - B*

LAPORAN HASIL ANALISIS

METODE ANALISIS TSS, MINYAK DAN LEMAK, ANGKA PERMANGANAT

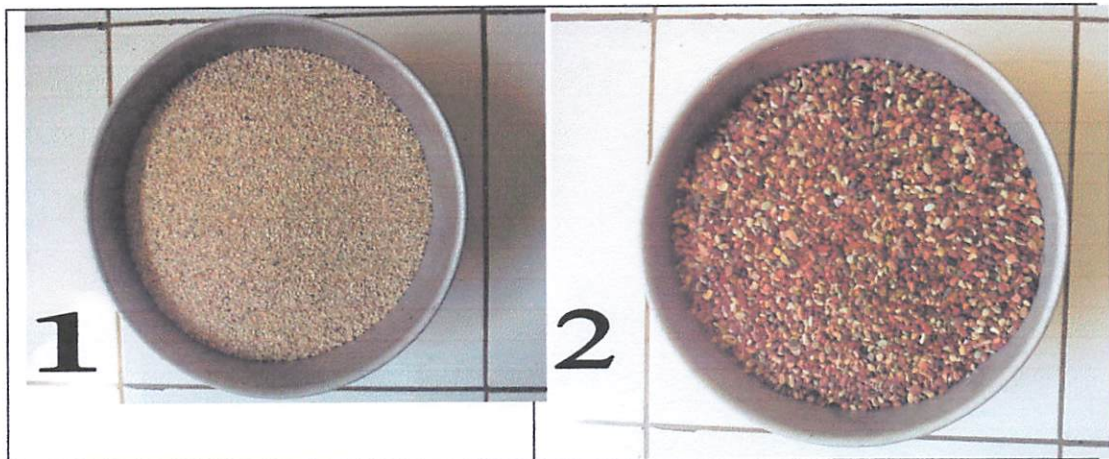
PEMBUATAN KARBON AKTIF SECARA MANUAL

SNI 3981:2008 PERENCANAAN INSTALASI SARINGAN PASIR LAMBAT

DOKUMENTASI PENELITIAN



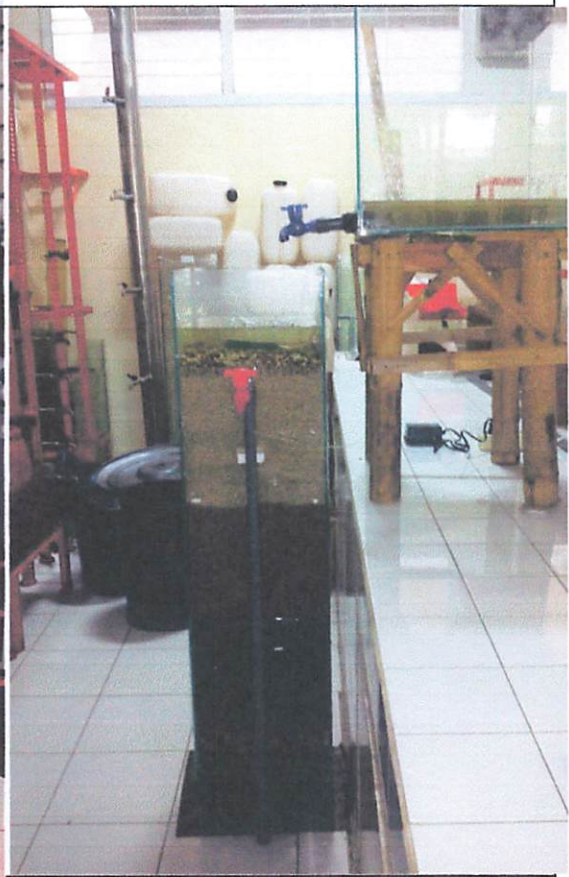
Lokasi Pengambilan Sampel

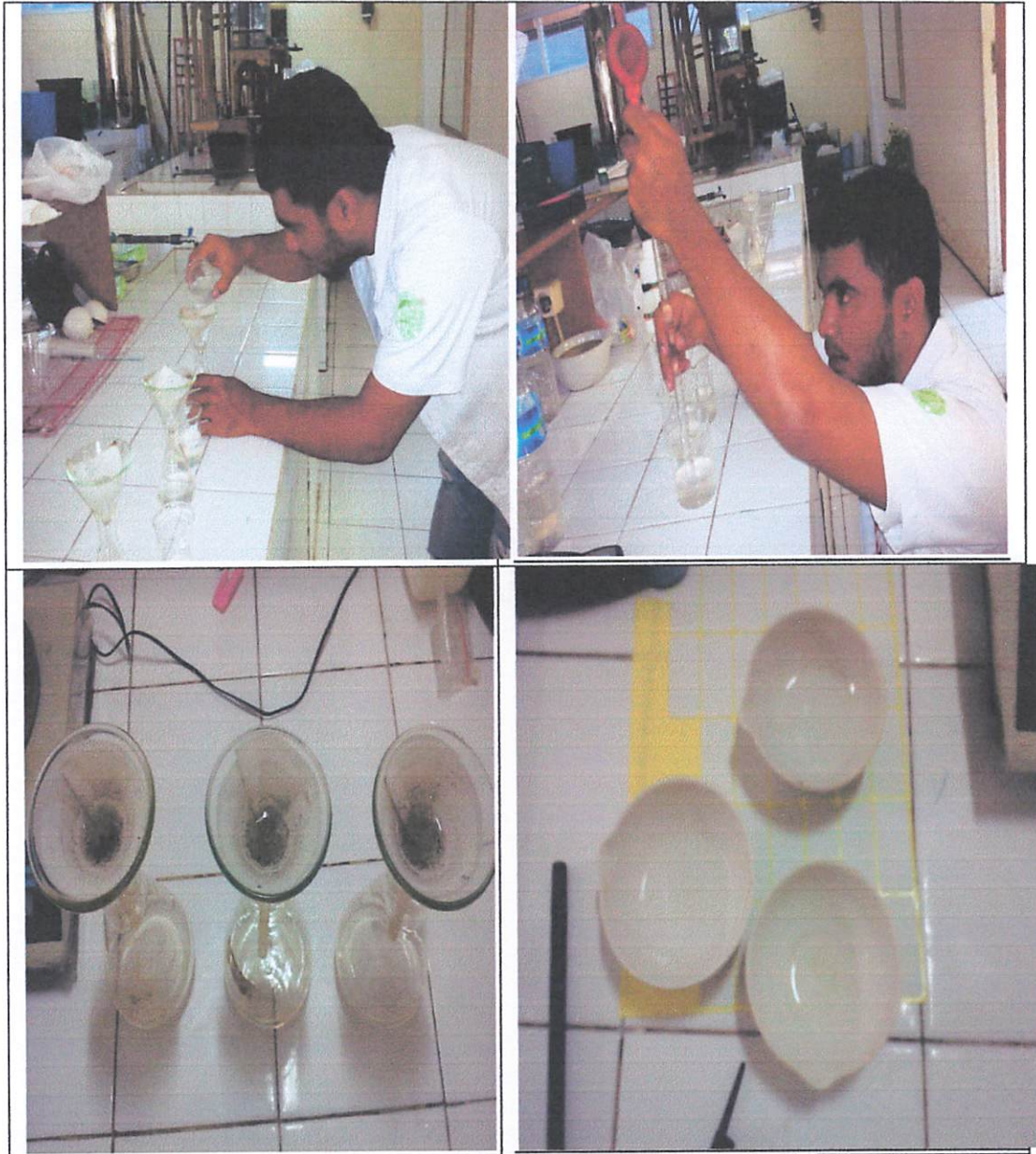




Keterangan

1. Pasir Halus
2. Pasir Kasar
3. Karbon Aktif
4. Kerikil Halus
5. Kerikil Kasar





Tahap Persiapan sampai Tahap Analisa

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);

- 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 :

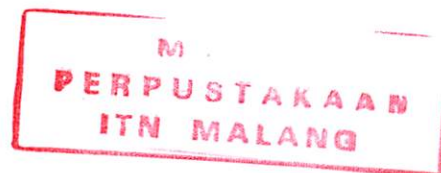
- Air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (restauran), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama;
- Baku mutu air limbah domestik adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang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

Pasal 2

- Baku mutu air limbah domestik berlaku bagi usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (restauran), perkantoran, perniagaan dan apartemen.
- 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.

PERHITUNGAN DESAIN REAKTOR

1. Perhitungan untuk media pasir halus

$$\text{Diameter} = 0,20 \text{ mm} = 0,00020 \text{ m (Marsono, 1997 range : 0,2 – 0,4 mm)}$$

$$\text{tinggi media} = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m (SNI 3981, 2008 range : 0,6 – 1 m)}$$

$$\text{faktor bentuk} = 0,98$$

$$\text{porositas} = 0,38$$

$$\text{dimensi kolom reaktor} = 0,3 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}$$

$$\text{kecepatan filtrasi} = 0,1 - 0,4 \text{ m/jam}$$

$$v \text{ asumsi} = 0,2 \text{ m/jam} = 5,55 \times 10^{-5} \text{ m/dtk}$$

$$\text{Volume filter} = \text{luas alas} \times \text{tinggi} = (0,3 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}) \times 0,3 \text{ m} = 0,027 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume rongga} = \text{volume filter} \times \text{porositas} = 0,027 \text{ m}^3 \times 0,38 = 0,01026 \text{ m}^3$$

Dari volume rongga maka dapat dihitung :

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

$$Q = A \times v = 0,0342 \text{ m}^2 \times 0,2 \text{ m/jam} = 0,00684 \text{ m}^3/\text{jam}$$

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

C_D (koefisien drag) untuk nilai $NRe < 1$:

$$C_D = \frac{24}{NRe} = \frac{24}{0,011} = 2024,67$$

Kehilangan tekanan :

$$H_L = 1,067 \frac{C_D \cdot L \cdot v_s^2}{\phi \cdot d \cdot \epsilon^4 \cdot g} = 1,067 \frac{2024,67 \times 0,3 \times v_s^2}{0,98 \times 0,0002 \times 0,38^4 \times 9,81}$$

$$100 = 1,067 \frac{2024,67 \times 0,3 \times v_s^2}{0,98 \times 0,0002 \times 0,38^4 \times 9,81}$$

$$v_s = 4,14 \times 10^{-5} \text{ m/dtk} = 0,15 \text{ m/jam} \rightarrow \text{OK (0,1 – 0,4 m/jam)}$$

$$t_D = \frac{h}{v_s} = \frac{0,3 \text{ m}}{0,15 \text{ m/jam}} = 2 \text{ jam}$$

2. Perhitungan untuk media pasir kasar

$$\text{Diameter} = 0,30 \text{ mm} = 0,00030 \text{ m (Marsono, 1997 range : 0,2 – 0,4 mm)}$$

$$\text{Tinggi media} = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m (SNI 3981, 2008 range : 0,6 – 1 m)}$$

$$\text{Factor bentuk} = 0,98$$

$$\text{porositas} = 0,38$$

$$\text{dimensi kolom reaktor} = 0,3 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}$$

$$\text{kecepatan filtrasi} = 0,1 - 0,4 \text{ m/jam}$$

$$v \text{ asumsi} = 0,2 \text{ m/jam} = 5,55 \times 10^{-5} \text{ m/dtk}$$

$$\text{Volume filter} = \text{luas alas} \times \text{tinggi} = (0,3 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}) \times 0,25 \text{ m} = 0,0225 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume rongga} = \text{volume filter} \times \text{porositas} = 0,0225 \text{ m}^3 \times 0,38 = 0,00855 \text{ m}^3$$

Dari volume rongga maka dapat dihitung :

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

$$Q = A \times v = 0,0342 \text{ m}^2 \times 0,2 \text{ m/jam} = 0,00684 \text{ m}^3/\text{jam}$$

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

C_D (koefisien drag) untuk nilai $NRe < 1$:

$$C_D = \frac{24}{NRe} = \frac{24}{0,017} = 1349,78$$

Kehilangan tekanan :

$$H_L = 1,067 \frac{C_D \cdot L \cdot v_s^2}{\phi \cdot d \cdot \epsilon^4 \cdot g} = 1,067 \frac{1349,78 \times 0,25 \times v_s^2}{0,98 \times 0,0003 \times 0,38^4 \times 9,81}$$

$$100 = 1,067 \frac{1349,78 \times 0,25 \times v_s^2}{0,98 \times 0,0003 \times 0,38^4 \times 9,81}$$

$$v_s = 6,81 \times 10^{-5} \text{ m/dtk} = 0,24 \text{ m/jam} \rightarrow \text{OK (0,1 – 0,4 m/jam)}$$

$$t_D = \frac{h}{v_s} = \frac{0,25 \text{ m}}{0,24 \text{ m/jam}} = 1 \text{ jam}$$

3. Perhitungan untuk media karbon aktif

$$\text{Diameter} = 0,20 \text{ mm} = 0,00020 \text{ m (Marsono, 1997 range : 0,2 - 0,4 mm)}$$

$$\text{tinggi media} = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m (SNI 3981, 2008 range : 0,6 - 1 m)}$$

$$\text{factor bentuk} = 0,94$$

$$\text{porositas} = 0,39$$

$$\text{dimensi kolom reaktor} = 0,3 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}$$

$$\text{kecepatan filtrasi} = 0,1 - 0,4 \text{ m/jam}$$

$$v \text{ asumsi} = 0,2 \text{ m/jam} = 5,55 \times 10^{-5} \text{ m/dtk}$$

$$\text{Volume filter} = \text{luas alas} \times \text{tinggi} = (0,3 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}) \times 0,3 \text{ m} = 0,027 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume rongga} = \text{volume filter} \times \text{porositas} = 0,027 \text{ m}^3 \times 0,39 = 0,01053 \text{ m}^3$$

Dari volume rongga maka dapat dihitung :

$$A = \frac{\text{volume rongga}}{\text{tinggi media}} = \frac{0,01053 \text{ m}^3}{0,3 \text{ m}} = 0,0351 \text{ m}^2$$

$$Q = A \times v = 0,0351 \text{ m}^2 \times 0,2 \text{ m/jam} = 0,00702 \text{ m}^3/\text{jam}$$

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

C_D (koefisien drag) untuk nilai $NRe < 1$:

$$C_D = \frac{24}{NRe} = \frac{24}{0,011} = 2110,83$$

Kehilangan tekanan :

$$H_L = 1,067 \frac{C_D \cdot L \cdot v_s^2}{\phi \cdot d \cdot \epsilon^4 \cdot g} = 1,067 \frac{2110,83 \times 0,3 \times v_s^2}{0,98 \times 0,0002 \times 0,38^4 \times 9,81}$$

$$100 = 1,067 \frac{2110,83 \times 0,3 \times v_s^2}{0,98 \times 0,0002 \times 0,38^4 \times 9,81}$$

$$v_s = 4,19 \times 10^{-5} \text{ m/dtk} = 0,15 \text{ m/jam} \rightarrow \text{OK (0,1 - 0,4 m/jam)}$$

$$t_D = \frac{h}{v_s} = \frac{0,3 \text{ m}}{0,15 \text{ m/jam}} = 2 \text{ jam}$$

4. Perhitungan untuk media kerikil lapisan 1

Diameter = 3 mm = 0,003 m (SNI 3981,2008 range : 3 - 4 mm)
tinggi media = 5 cm = 0,05 m (SNI 3981, 2008 range : 5 – 10 m)
factor bentuk = 0,78(Fair,1993 faktor bentuk untuk butiran berbentuk granular)
porositas = 0,43(Fair,1993 faktor bentuk untuk butiran berbentuk granular)
dimensi kolom reaktor = 0,3 m x 0,3 m
kecepatan filtrasi = 0,1 – 0,4 m/jam(Marsono,1997 range: 0,1 – 0,4 m/jam)
v asumsi = 0,2 m/jam = $5,55 \times 10^{-5}$ m/dtk

Volume filter = luas alas x tinggi = (0,3 m x 0,3 m) x 0,05 m = 0,0045 m³

Volume rongga = volume filter x porositas = 0,0045 m³ x 0,43 = 0,0019 m³

Dari volume rongga maka dapat dihitung :

$$A = \frac{\text{volume rongga}}{\text{tinggi media}} = \frac{0,0019 \text{ m}^3}{0,05 \text{ m}} = 0,0387 \text{ m}^2$$

$$Q = A \times v = 0,0387 \text{ m}^2 \times 0,2 \text{ m/jam} = 0,00774 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$NRe = \frac{\phi \cdot d \cdot v_s}{\nu} = \frac{0,98 \times 0,003 \text{ m} \times 5,55 \times 10^{-5} \text{ m/dtk}}{0,9186 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{dtk}} = 0,14$$

C_D (koefisien drag) untuk nilai NRe < 1 :

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

Kehilangan tekanan :

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

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

$$v_s = 1,55 \times 10^{-5} \text{ m/dtk} = 5,58 \text{ m/jam}$$

$$t_D = \frac{h}{v_s} = \frac{0,05 \text{ m}}{5,58 \text{ m/jam}} = 0,009 \text{ jam}$$

5. Perhitungan untuk media kerikil lapisan 2

- Diameter = 10 mm = 0,010 m (SNI 3981,2008 range : 10 - 30 mm)
 tinggi media = 10 cm = 0,1 m (SNI 3981, 2008 range : 10 – 20 m)
 factor bentuk = 0,78(Fair,1993 faktor bentuk untuk butiran berbentuk granular)
 porositas = 0,43(Fair,1993 faktor bentuk untuk butiran berbentuk granular)
 dimensi kolom reaktor = 0,3 m x 0,3 m
 kecepatan filtrasi = 0,1 – 0,4 m/jam(Marsono,1997 range: 0,1 – 0,4 m/jam)
 v asumsi = 0,2 m/jam= $5,55 \times 10^{-5}$ m/dtk

Volume filter = luas alas x tinggi = (0,3 m x 0,3 m) x 0,1 m = 0,009 m³

Volume rongga = volume filter x porositas = 0,009 m³ x 0,43 = 0,0039 m³

Dari volume rongga maka dapat dihitung :

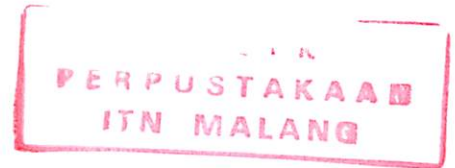
$$A = \frac{\text{volume rongga}}{\text{tinggi media}} = \frac{0,0039 \text{ m}^3}{0,1 \text{ m}} = 0,039 \text{ m}^2$$

$$Q = A \times v = 0,039 \text{ m}^2 \times 0,2 \text{ m/jam} = 0,0078 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$NRe = \frac{\phi . d . v_s}{\nu} = \frac{0,98 \times 0,01 \text{ m} \times 5,55 \times 10^{-5} \text{ m/dtk}}{0,9186 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{dtk}} = 0,59$$

C_D (koefisien drag) untuk nilai NRe < 1 :

$$C_D = \frac{24}{NRe} = \frac{24}{0,59} = 40,67$$



Kehilangan tekanan :

$$H_L = 1,067 \frac{C_D . L . v_s^2}{\phi . d . \epsilon^4 . g} = 1,067 \frac{40,67 \times 0,1 \times v_s^2}{0,98 \times 0,01 \times 0,38^4 \times 9,81}$$

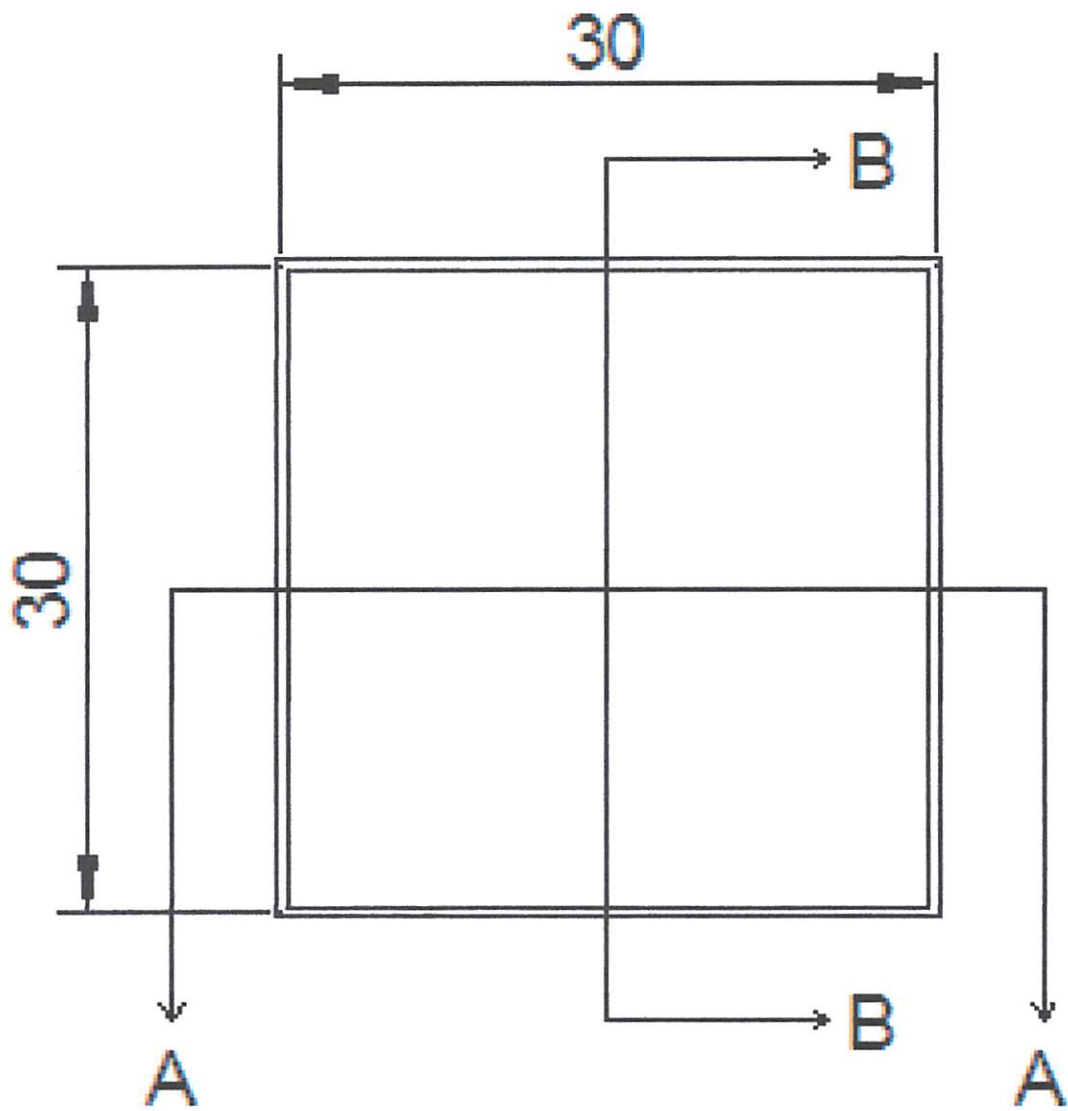
$$100 = 1,067 \frac{40,67 \times 0,1 \times v_s^2}{0,98 \times 0,01 \times 0,38^4 \times 9,81}$$

$$v_s = 3,66 \times 10^{-5} \text{ m/dtk} = 13,16 \text{ m/jam}$$

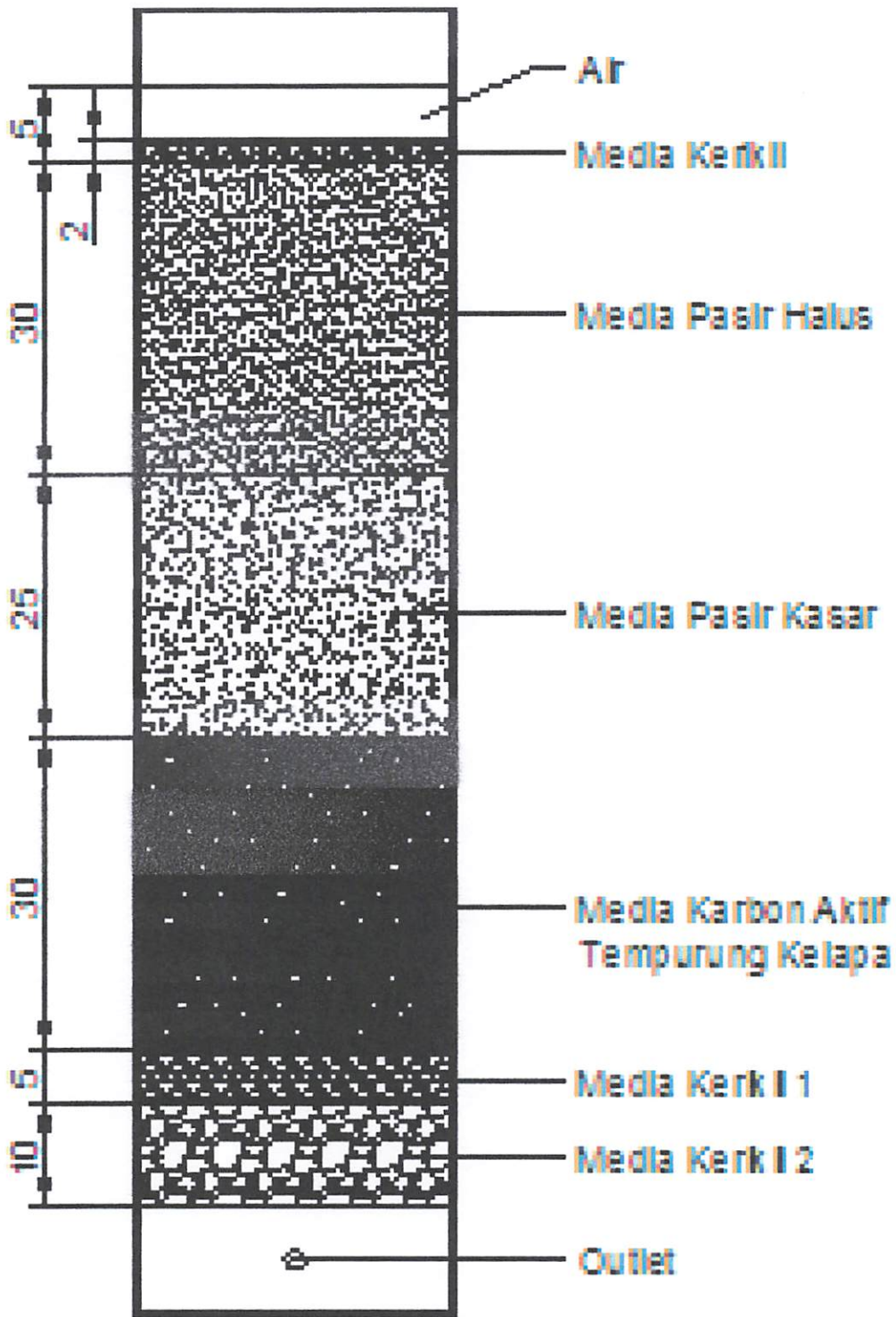
$$t_D = \frac{h}{v_s} = \frac{0,1 \text{ m}}{13,16 \text{ m/jam}} = 0,008 \text{ jam}$$

Total waktu detensi = 2 jam+1jam+2jam+0,009jam+0,008jam = 5,017 jam → t₀

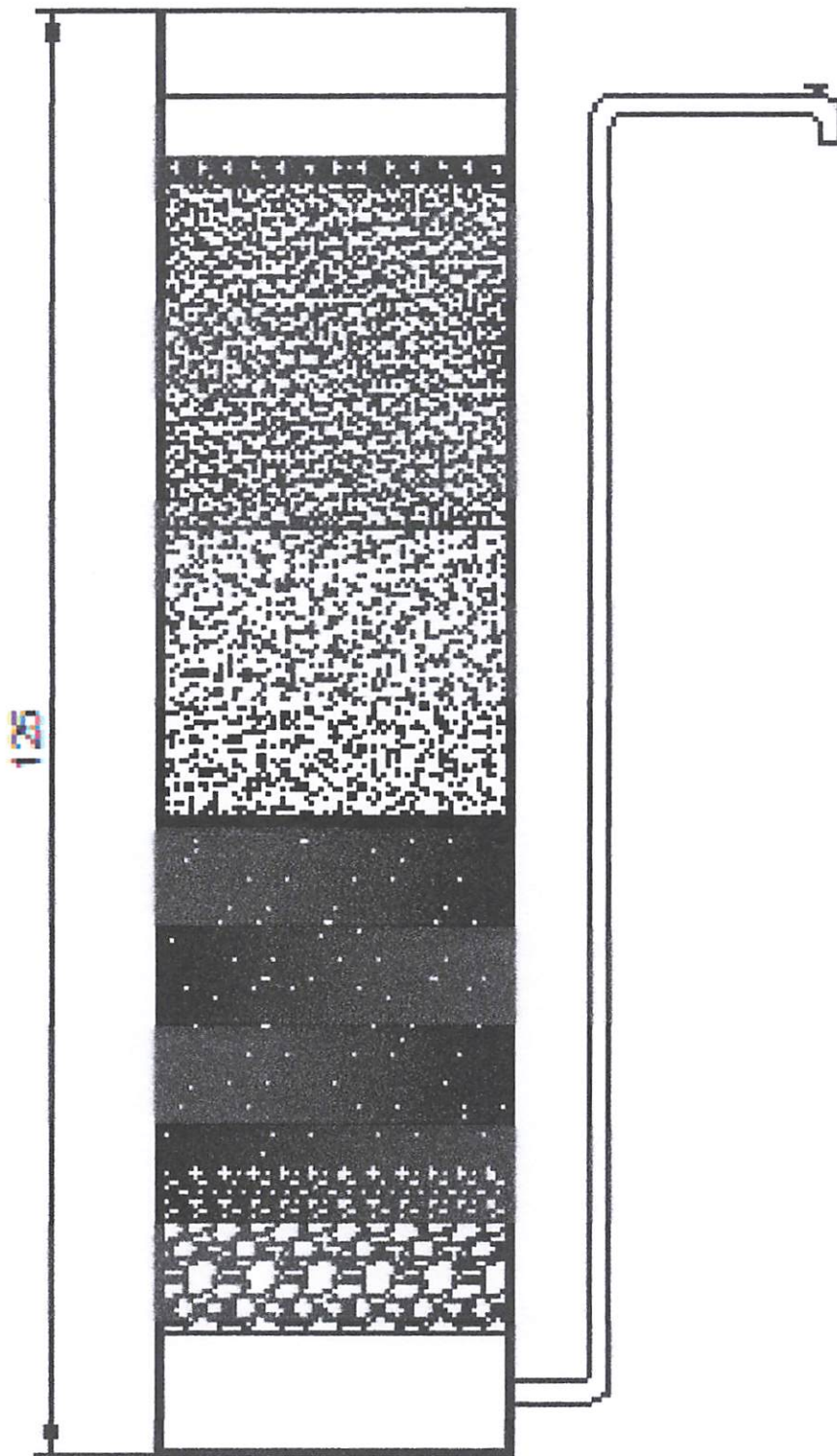
DESAIN REAKTOR



TAMPAK ATAS



POTONGAN A - A



POTONGAN B - B



LAPORAN HASIL ANALISIS

1. Data Konsumen

Nama Konsumen : Philip Yosua Thomas Dima
Instansi : -
Alamat : Jln. Bareng Kartini IIIB/ 176A
Telepon : 081333739006
Status : Mahasiswi FTSP Teknik Lingkungan ITN Malang

2. Keperluan Analisis : Uji Kualitas Limbah Cair Domestik Asrama Seminari
Tinggi Praja Interdiocesan Giovani Malang

3. Tanggal Analisis Sampel : 5 - 21 Juli 2012

4. Data Hasil Analisis :

1) Analisis Penyisihan Bahan Organik

Hari Ke-	Tanggal	Temperatur (°C)	pH	ml KMnO ₄	Bahan Organik (mg/l)	Selisih Bahan Organik (mg/l)	Selisih Penyisihan Bahan Organik (%)	Penyisihan Bahan Organik (%)
1	05-Jul	25,4	9,0	8,05	25,44	0,00	0,00	0,00
2	06-Jul	25,4	9,0	7,20	22,75	2,69	10,56	10,56
3	07-Jul	25,4	9,0	6,90	21,80	0,95	4,17	14,29
4	08-Jul	25,4	9,0	6,60	20,86	0,95	4,35	18,01
5	09-Jul	23,9	9,0	6,40	20,22	0,63	3,03	20,50
6	10-Jul	24	9,0	6,10	19,28	0,95	4,69	24,22
7	11-Jul	24	8,0	5,65	17,85	1,42	7,38	29,81
8	12-Jul	24	8,0	5,90	18,64	-0,79	-4,42	26,71
9	14-Jul	24	8,0	6,15	19,43	-0,79	-4,24	23,60
10	15-Jul	24	8,0	6,00	18,96	0,47	2,44	25,47
11	16-Jul	24	7,5	5,80	18,33	0,63	3,33	27,95
12	17-Jul	24	7,5	5,70	18,01	0,32	1,72	29,19
13	18-Jul	24	7,5	5,6	17,696	0,32	1,75	30,43
14	19-Jul	24	7,5	5,5	17,38	0,32	1,79	31,68



LABORATORIUM TEKNIK LINGKUNGAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2

Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax. (0341) 553015 Extension 187
Malang 65145

2) Analisis Awal

- TSS

Pengulangan	Berat Kertas Saring	Berat Kertas Saring + Residu	TSS (mg/l)
1	1,560	1,610	500
2	1,513	1,578	650
3	1,547	1,588	410
Rata - rata			520

- Minyak Lemak

Pengulangan	Berat Cawan	Berat Cawan + Ekstraksi	Minyak Lemak (mg/l)
1	60,268	62,637	23,690
2	65,359	67,676	23,170
3	62,582	64,836	22,540
Rata - rata			23,133

3) Analisis Akhir Konsentrasi TSS, Minyak dan Lemak

- TSS

Kode Sampel	Pengulangan	Berat Kertas Saring	Berat Kertas Saring + Residu	TSS (mg/L)	Rata - rata
t0	1	1,557	1,606	490	490
	2	1,535	1,587	520	
	3	1,542	1,588	460	
t3	1	1,572	1,585	130	150
	2	1,558	1,575	170	
	3	1,644	1,659	150	
t6	1	1,581	1,596	150	120
	2	1,577	1,587	100	



LABORATORIUM TEKNIK LINGKUNGAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2

Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax. (0341) 553015 Extension 187

Malang 65145



AGA MALANG

	3	1,543	1,554	110	
t9	1	1,641	1,652	110	70
	2	1,657	1,664	70	
	3	1,655	1,658	30	
t12	1	1,542	1,543	10	20
	2	1,564	1,567	30	
	3	1,572	1,574	20	

- Minyak Lemak

Kode Sampel	Pengulangan	Berat Cawan	Berat Cawan + Ekstraksi	Minyak dan Lemak (mg/l)	Rata - rata
t0	1	72,649	74,831	21,820	22,690
	2	65,959	68,292	23,330	
	3	71,620	73,912	22,920	
t3	1	65,363	67,186	18,230	18,220
	2	60,257	62,139	18,820	
	3	62,563	64,324	17,610	
t6	1	60,581	62,127	15,460	15,773
	2	64,504	66,146	16,420	
	3	60,581	62,125	15,440	
t9	1	66,577	67,663	10,860	10,760
	2	60,548	61,587	10,390	
	3	78,311	79,414	11,030	
t12	1	66,558	66,983	4,250	4,260
	2	78,993	79,435	4,420	
	3	73,312	73,723	4,110	



LABORATORIUM TEKNIK LINGKUNGAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG



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

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

Asisten Laboratorium Teknik
Lingkungan

Imelda Wati Funan
NIM. 08.26.019

Mahasiswa

Philip Yosua Thomas Dima
NIM. 04.26.076/P

Malang, 22 Juli 2012

Kepala Laboratorium Teknik
Lingkungan

Anis Artiyani, ST. MT
NIP. P. 103030300384



Metode Analisis TSS (Total Suspended Solid)

1. Metode

Gravimetri

2. Prinsip

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

3. Peralatan

3.1 Cawan porselen

3.2 Oven

3.3 Desikator

3.4 Neraca Analitis

3.5 Filter kertas

4. Cara Kerja

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

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

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

5. Perhitungan

$$\text{TSS (mg/l)} = \frac{(a-b) \times 1000}{c}$$

Dimana :

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

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

c = volume sampel (ml)

Metode Analisis Minyak Lemak

1. Metode

Gravimetri

2. Prinsip

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

3. Peralatan dan Bahan

3.1 Cawan porselen

3.2 Oven

3.3 Desikator

3.4 Neraca Analitis

3.5 Erlenmeyer

3.6 Pipet volumetrik

3.7 Tabung ekstraksi

Bahan :

3.8 Larutan Petroleum ether

3.9 HCL 1 : 1

4. Cara Kerja

4.1 Mengambil sample limbah 100 ml

4.2 Dimasukan Hidroklorit 0,1 ml sampai terlarut

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

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

4.5 Sampel dinginkan di dalam desikator kemudian ditimbang

5. Perhitungan

$$\text{Minyak Lemak (mg/l)} = CI - CK \times \frac{1000}{V}$$

Dimana :

CI = berat cawan + ekstraksi (mg)

CK = berat cawan kosong (mg)

V = volume sampel (ml)

Metode Analisis Angka Permanganat (Bahan Organik)

1. Metode

Titration permanganometri

2. Prinsip

Zat organik dioksidasi oleh KMnO_4 berlebih dalam suasana asam dan panas

3. Pereaksi

3.1 Larutan KMnO_4 0,1 N

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

3.2 Larutan KMnO_4 0,01 N

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

3.3 Larutan asam oksalat ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 0,1 N

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

3.4 Larutan asam oksalat ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 0,01 N

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

3.5 Larutan H_2SO_4 8 N bebas zat organik

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

4. Cara Kerja

4.1 Pembebasan labu erlenmeyer dari zat organik

- 100 ml air keran dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer dan tambahkan beberapa batu didih.
- Tambahkan 5 ml H_2SO_4 8 N dan tetes demi tetes larutan KMnO_4 0,01 N sampai cairan berwarna merah muda.

- Panaskan di atas hot plate dan biarkan mendidih selama 10 menit.
- Jika selama mendidih warna merah muda hilang, tambahkan lagi larutan KMnO_4 0,01 N sampai warnanya tidak hilang. Lalu buang cairan dalam erlenmeyer. (dinginkan)

4.2 Pemeriksaan zat organik

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

4.3 Standardisasi KMnO_4

- Ukur 100 ml air suling secara duplo dan masukkan dalam erlenmeyer 250 ml, panaskan sampai suhu $\pm 70^\circ\text{C}$ (dinginkan)
- Tambahkan 5 ml H_2SO_4 8 N bebas zat organik
- Tambahkan 10 ml larutan baku asam oksalat 0,01 N
- Titrasi dengan larutan baku KMnO_4 0,01 N sampai menunjukkan warna merah muda.

- Catat volume KMnO_4 yang dibutuhkan untuk titrasi, apabila perbedaan pemakaian larutan baku lebih kecil atau $\leq 0,1$ ml maka hasilnya dirata-rata. (Nilai yang di dapat pada standarisasi KMnO_4 digunakan untuk perhitungan normalitas larutan baku KMnO_4)

5. Perhitungan

$$\text{Mg/l KMnO}_4 = \{10 + A\} B - (0,1) \times 316 \times p$$

Dengan penjelasan :

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

B = normalitas larutan baku KMnO_4

$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$$

Dengan penjelasan :

V_1 = ml larutan baku asam oksalat

V_2 = ml larutan baku KMnO_4 yang dipakai untuk titrasi

N_1 = normalitas larutan baku asam oksalat

N_2 = normalitas larutan baku KMnO_4 yang dicari

p = faktor pengenceran larutan uji

PEMBUATAN KARBON AKTIF SECARA MANUAL

1. Peralatan

- Tong
- Oven

2. Bahan

- Batok Kelapa

3. Cara Kerja

- 3.1 Tempurung kelapa yang diambil dari pasar dikeringkan dengan cara dijemur sehingga tempurung kelapa yang masih basah dapat kering secara merata.
- 3.2 Tempurung kelapa yang sudah kering dibakar dalam tong. Harus diperhatikan dalam pembakaran tempurung kelapa agar tidak menjadi pembakaran sempurna, dalam hal ini hanya menjadi arang. Jangan sampai menjadi abu.
- 3.3 Tempurung kelapa yang sudah menjadi arang tersebut didinginkan, kemudian dihancurkan sesuai dengan ukuran yang diharapkan.
- 3.4 Arang tempurung kelapa diayak sehingga mendapatkan arang dengan diameter 0,20 mm.
- 3.5 Setelah mendapatkan ukuran yang diharapkan maka arang tersebut dicuci.
- 3.6 Untuk menghasilkan arang aktif maka dilakukan aktivasi dengan cara arang yang sudah dicuci tersebut, dimasukkan dalam oven pada temperatur 100°C sampai kering.



Standar Nasional Indonesia

SNI 3981:2008

“ Copy standar ini dibuat oleh BSN untuk Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum dalam rangka Penyebarluasan, Pengenalan dan Pengaplikasian Standar, Pedoman, Manual (SPM) Bidang Konstruksi Bangunan dan Reayasa Sipil ”

Perencanaan instalasi saringan pasir lambat

ICS 91.220

Badan Standardisasi Nasional



Daftar Isi

Daftar isi.....	i
Prakata	ii
Pendahuluan.....	iii
1 Ruang lingkup.....	1
2 Acuan normatif.....	1
3 Istilah dan definisi	1
4 Persyaratan	2
5 Cara pengerjaan	5
Lampiran A	7
Lampiran B	7
Lampiran C	13
Bibliografi.....	16

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang 'Perencanaan instalasi saringan pasir lambat', standar ini merupakan revisi dari SNI 03-3981-1995, Tata cara perencanaan instalasi saringan pasir lambat, dengan perubahan sebagian pada jenis air yang diolah yaitu air baku dengan kekeruhan ≤ 50 mg/Liter SiO_2 menjadi air minum.

Daftar istilah yang dipergunakan dalam standar ini dan Gambar instalasi saringan pasir lambat dicantumkan pada Lampiran A dan Lampiran B, untuk memberi kemudahan kepada pengguna dalam memahami standar ini.

Standar ini disusun oleh Panitia Teknis Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil melalui Gugus kerja sarana dan prasarana permukiman pada Sub panitia teknis perumahan, sarana, dan prasarana permukiman.

Tata cara penulisan disusun mengikuti Pedoman Standardisasi Nasional 08:2007 dan dibahas dalam forum rapat konsensus pada tanggal 27 April 2006 di Bandung oleh Sub panitia teknis perumahan, sarana, dan prasarana permukiman yang melibatkan wakil dari produsen, konsumen, asosiasi, lembaga penelitian, perguruan tinggi dan instansi pemerintah terkait.

Pendahuluan

Saringan pasir lambat adalah bak saringan yang menggunakan pasir sebagai media filter dengan ukuran butiran sangat kecil, namun mempunyai kandungan kuarsa yang tinggi. Proses penyaringan berlangsung secara gravitasi, sangat lambat, dan simultan pada seluruh permukaan media. Proses penyaringan merupakan kombinasi antara proses fisis (filtrasi, sedimentasi dan adsorpsi), proses biokimia dan proses biologis. Saringan pasir lambat lebih cocok mengolah air baku, yang mempunyai kekeruhan sedang sampai rendah, dan konsentrasi oksigen terlarut (*dissolved oxygen*) sedang sampai tinggi. Kandungan oksigen terlarut tersebut dimaksudkan untuk memperoleh proses biokimia dan biologis yang optimal. Apabila air baku mempunyai kandungan kekeruhan tinggi dan konsentrasi oksigen terlarut rendah, maka sistem saringan pasir lambat membutuhkan pengolahan pendahuluan, yang direncanakan terpisah dari standar ini.

Bagi pasir media yang baru pertama kali dipasang dalam bak saringan memerlukan masa operasi penyaringan awal, secara normal dan terus menerus selama waktu kurang lebih tiga bulan. Tujuan operasi awal adalah untuk mematangkan media pasir penyaring dan membentuk lapisan kulit saringan (*schmutsdecke*), yang kelak akan berfungsi sebagai tempat berlangsungnya proses biokimia dan proses biologis. Selama proses pematangan, kualitas filtrat atau air hasil olahan dari saringan pasir lambat, biasanya belum memenuhi persyaratan air minum.

Ukuran media pasir saringan yang sangat kecil akan membentuk ukuran pori-pori antara butiran media juga sangat kecil. Meskipun ukuran pori-porinya sangat kecil, ternyata masih belum mampu menahan partikel koloid dan bakteri yang ada dalam air baku. Akan tetapi dengan aliran yang berkelok-kelok melalui pori-pori saringan dan juga lapisan kulit saringan, maka gradien kecepatan yang terjadi memberikan kesempatan pada partikel halus, untuk saling berkontak satu sama lain, dan membentuk gugusan yang lebih besar, yang dapat menahan partikel sampai pada kedalaman tertentu, dan menghasilkan filtrat yang memenuhi persyaratan kualitas air minum.

Sejalan dengan proses penyaringan, bahan pencemar dalam air baku akan bertumpuk dan menebal di atas permukaan media pasir. Setelah melampaui perioda waktu tertentu, tumpukan tersebut menyebabkan media pasir tidak dapat merembeskan air sebagai mana mestinya, dan bahkan menyebabkan debit effluen menjadi sangat kecil, dan air yang ada di dalam bak saringan mengalir melalui saluran pelimpah. Kondisi ini mengindikasikan bahwa media pasir penyaring sudah mampat (*clogging*). Untuk memulihkan saringan yang mampat, pengelola harus segera mengangkat dan mencuci media pasir menggunakan alat pencuci pasir. Saringan pasir lambat akan beroperasi secara normal kembali, kurang lebih dua hari setelah melakukan pengangkatan atau pencucian media pasir. Petunjuk teknis untuk pemulihan media penyaring dapat dibaca dalam SNI 03-3982-1995, Tata cara pengoperasian dan perawatan instalasi saringan pasir lambat.

Perencanaan instalasi saringan pasir lambat

1 Ruang lingkup

Standar ini memuat persyaratan umum, persyaratan teknis, dan perencanaan instalasi saringan pasir lambat sebagai pegangan bagi penyelenggara pembangunan untuk mengolah air baku dengan kekeruhan ≤ 50 mg/Liter SiO_2 menjadi air minum.

2 Acuan normatif

SNI 03-1756-1990, Cara penentuan kekerasan pasir untuk aduk dan beton

SNI 03-1749-1990, Cara penentuan besar butir agregat untuk aduk dan beton

SNI 03-2928-1992, Pintu air pengatur sorong

SNI 03-2414-1991, Metoda pengukuran debit sungai dan saluran terbuka

SNI 06-2412-1991, Metoda pengambilan contoh kualitas air

SNI 06-2413-1995, Metoda pengujian kualitas fisika air

3 Istilah dan definisi

3.1

saringan pasir lambat

salah satu cara pengolahan air baku untuk menghasilkan air bersih, beroperasi secara gravitasi serempak, terjadi proses fisis, proses biokimia dan proses biologis

3.2

instalasi saringan pasir lambat

bak yang direncanakan dengan kriteria tertentu dan diisi dengan media penyaring dengan ukuran butiran tertentu

3.3

kedalaman bak saringan

jumlah dari tinggi bebas, tinggi air di atas media pasir, tebal pasir penyaring, tebal kerikil penahan dan *underdrain*

3.4

saluran pengumpul bawah (*underdrain*)

saluran yang direncanakan untuk mengumpulkan dan mengalirkan air hasil penyaringan ke dalam saluran keluaran (*outlet*)

3.5

tinggi bebas (*freeboard*)

ruang atau jarak antara permukaan air maksimum dengan dinding teratas

3.6

air baku

air yang mutunya memenuhi ketentuan baku mutu air baku yang berlaku

3.7

air minum

air yang mutunya memenuhi ketentuan baku mutu air minum yang berlaku

4 Persyaratan

4.1 Persyaratan umum

Perencanaan instalasi saringan pasir lambat harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a) tersedia air baku yang akan diolah;
- b) tersedia pengelola instalasi saringan pasir lambat;
- c) tersedia lahan untuk pembangunan/penempatan instalasi;

4.2 Persyaratan teknis

Persyaratan teknis memenuhi kriteria sebagai berikut :

- a) kecepatan penyaringan 0,1 m/jam sampai dengan 0,4 m/jam.
- b) luas permukaan bak dihitung dengan rumus :

$$A = \left(\frac{Q}{V} \right) \dots\dots\dots 1)$$

dengan:

- Q = Debit air baku (m³/jam)
- V = Kecepatan penyaringan (m/jam)
- A = Luas permukaan bak (m²)

- c) luas permukaan bak (A) = P x L. 2)
- d) panjang bak (P) : lebar bak (L) = (1 sampai dengan 2) : 1..... 3)
- e) jumlah bak minimal 2 buah
- f) kedalaman bak, seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 Kedalaman saringan pasir lambat

No.	Kedalaman (D)	Ukuran (m)
1.	Tinggi bebas (<i>freeboard</i>)	0,20 s.d 0,30
2.	Tinggi air di atas media pasir	1,00 s.d 1,50
3.	Tebal pasir penyaring	0,60 s.d 1,00
4.	Tebal kerikil penahan	0,15 s.d 0,30
5.	Saluran pengumpul bawah	0,10 s.d 0,20
	J u m l a h	2,05 s.d 3,30

- g) Media penyaring dengan kriteria sebagai berikut :
 - 1) jenis pasir yang mengandung kadar SiO₂ lebih dari 90 %;
 - 2) diameter efektif (*effective size - ES*) butiran 0,2 mm sampai dengan 0,4 mm;
 - 3) koefisien keseragaman (*uniformity coefficient - UC*) butiran 2 sampai dengan 3;
 - 4) cara menentukan ES dan UC sebagai berikut:
 - (a) ES = P₁₀ 4)

$$b) UC = \left(\frac{P_{60}}{P_{10}} \right) \dots\dots\dots 5)$$

dengan:

- ES = Diameter efektif butiran pasir.
 UC = Koefisien keseragaman butiran pasir.
 P_{60} = butiran pasir efektif terkecil.
 P_{10} = butiran pasir efektif terbesar

- 5) berat jenis 2,55 gr/cm³ sampai dengan 2,65 gr/cm³ ;
 6) kelarutan pasir dalam air selama 24 jam kurang dari 3,0 % beratnya;
 7) kelarutan pasir dalam HCl selama 4 jam kurang dari 3,5 % beratnya

h) Media penahan

Jenis kerikil tersusun dengan lapisan teratas butiran kecil dan berurutan ke butiran kasar pada lapisan paling bawah; gradasi butir media kerikil dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Gradasi butir media kerikil

No.	Diameter kerikil rata-rata (mm)	Ketebalan (cm)	Lapisan ke (dari atas ke bawah)
1	3 s.d 4	5 s.d 10	ke - 1
2	10 s.d 30	10 s.d 20	ke - 2
Total ketebalan media kerikil		15 s.d 30	

i) Air baku dengan ketentuan sebagai berikut :

- 1) kekeruhan \leq 50 mg/Liter SiO₂
- 2) oksigen terlarut = 6 mg/Liter,
- 3) total koliform \leq 500 MPN per 100 mL.

j) Perlengkapan bak saringan

- 1) Saluran masukan (*Inlet*) ditentukan sebagai berikut :
 - (a) saluran tertutup atau terbuka dapat dilihat pada Gambar B.1.2 Lampiran B;
 - (b) dilengkapi dengan bak pembagi atau penenang air baku;
 - (c) dilengkapi dengan katup (*check valve*) untuk saluran tertutup dan pintu air ditambah sekat ukur untuk saluran terbuka;
 - (d) dilengkapi dengan penahan cucuran air baku di atas pasir penyaring supaya tidak merusak permukaan pasir.
- 2) Saluran keluaran (*Outlet*) ditentukan sebagai berikut :
 - (a) saluran tertutup dapat dilihat pada Gambar B.2.(A) dan Gambar B.2.(B) pada Lampiran B;
 - (b) dilengkapi dengan katup pengatur debit effluen;
 - (c) dilengkapi dengan alat ukur debit;
 - (d) dilengkapi dengan sistem perpipaan yang dapat mengalirkan air olahan;
 - (e) dilengkapi dengan bak penampung air olahan dengan muka air di atas permukaan media penyaring 50 mm sampai dengan 100 mm;
- 3) Saluran pengumpul bawah (*Underdrain*) ditentukan sebagai berikut

- (a) saluran-saluran memanjang dengan tutup berlubang atau pipa dilengkapi *nozzle*; dapat dilihat pada Gambar B.3. (A) Lampiran B, dengan ketentuan sebagai berikut:
- (1) lebar saluran dari as ke as 25 cm sampai dengan 30 cm;
 - (2) dalam saluran 10 cm sampai dengan 20 cm;
 - (3) jumlah saluran sebanyak 5 lajur ke arah panjang bak saringan.
 - (4) pada bagian atas saluran diberi tutup batu belah, pelat beton atau tegel. Lebar pelat beton 25 cm sampai 30 cm; panjang 25 cm sampai 30 cm; tebal pelat 5 cm sampai 10 cm; Jarak antara penutup 1 cm sampai dengan 2 cm, dan atau lebih kecil dari ukuran butir kerikil penahan yang paling besar;
 - (5) kemiringan saluran pengumpul ke arah outlet 1% sampai dengan 2%;
 - (6) lantai saluran pengumpul bawah harus datar atau rata;
- (b) susunan bata cetak, slab beton pracetak, lantai beton berlubang, balok beton pracetak berlubang dan sebagainya; dapat dilihat pada Gambar B.3. (B) Lampiran B, dengan ketentuan sebagai berikut:
- (1) lebar saluran dari as ke asa 40 cm sampai dengan 50 cm;
 - (2) dalam saluran 10 cm sampai dengan 20 cm;
 - (3) tebal dinding saluran 10 cm;
 - (4) jumlah saluran sebanyak 5 lajur ke arah panjang bak saringan;
 - (5) pada bagian atas saluran diberi tutup pelat beton. Lebar pelat beton 40 cm sampai 50 cm; panjang 40 cm sampai 50 cm; tebal pelat 10 cm sampai 20 cm; serta jarak antara pelat penutup saluran 1 cm;
 - (6) kemiringan saluran pengumpul ke arah outlet 1% sampai dengan 2%;
 - (7) lantai saluran pengumpul bawah harus datar atau rata;
- (c) jaringan pipa manifold (pipa utama), dan pipa lateral (cabang) yang diberi lubang (*orifice*) pada bagian bawahnya; dapat dilihat pada Gambar B.3. (C) Lampiran B dengan ketentuan sebagai berikut:
- (1) diameter pipa manifold 20 cm sampai dengan 30 cm;
 - (2) diameter pipa lateral 7,5 cm sampai dengan 10 cm. Jarak antar pipa lateral 20 cm sampai dengan 25 cm. Pipa lateral dipasang sisi kiri dan sisi kanan pipa manifold;
 - (3) diameter lubang pada pipa lateral (*orifice*) 0,6 cm sampai dengan 1,2 cm; lubang dibuat pada seluruh badan pipa lateral.
 - (4) jarak antar *orifice* 5 cm sampai dengan 10 cm;
 - (5) kemiringan pipa manifold ke arah outlet 1% sampai dengan 2%;
- 4) Pelimpah ditentukan sebagai berikut :
- (1) berbentuk saluran terbuka atau tertutup;
 - (2) dipasang pada inlet saringan;
 - (3) permukaan ambang pelimpah tepat pada permukaan air maksimum saringan yang bersangkutan;
 - (4) air pelimpah dapat dialirkan ke dalam tangki khusus, untuk dimanfaatkan ulang ke dalam bak pembagi atau dibuang langsung ke badan air penerima.
- 5) Penguras ditentukan sebagai berikut :
- (1) tampungan air dengan ketentuan:
- dipasang tepat di bawah terjunan inlet, dan di tengah-tengah kedua sisi memanjang saringan;
 - ambang tampungan kurang lebih 30 cm di bawah permukaan pasir penyaring maksimum;
 - penampang atas tampungan diberi tutup;
 - dihubungkan dengan pipa penguras dan dilengkapi dengan katup.

(2) air kurasan dapat dialirkan ke dalam tangki khusus atau dibuang ke badan air penerima

k) Pencucian pasir sebagai berikut :

- 1) Alat pencucian tipe hidrolis dapat dilihat pada Gambar B.4.1 Lampiran B:
 - (a) luas penampang atas 1 m^2 dapat mencuci pasir sekitar $8 \text{ m}^3/\text{jam}$,
 - (b) tersedia bak/tangki untuk mencampurkan pasir dengan air pencuci,
 - (c) tersedia pompa dengan ejektor untuk mengalirkan campuran air dan pasir ke atas tangki pencuci,
 - (d) kecepatan air berpasir = $1,5 \text{ m/detik}$.
- 2) Alat pencucian tipe manual dapat dilihat pada Gambar B.4.3 Lampiran B:
 - (a) untuk debit saringan $\leq 3 \text{ Liter/detik}$;
 - (b) kapasitas pencuci = kapasitas pasir per saringan yang akan dicuci;
 - (c) tersedia pompa untuk penyemprotan air pencuci;
 - (d) bak dilengkapi dengan katup.

5 Cara pengerjaan

5.1 Air baku

Lakukan penyeleksian air baku sebagai berikut :

- a) carilah data potensi air baku setempat;
- b) tentukan debit air baku maksimum, rata-rata dan minimum;
- c) catatlah data muka air baku maksimum dan minimum;
- d) kumpulkan data dan informasi mengenai hak guna air baku;
- e) periksa kualitas air baku.

5.2 Penentuan ukuran

5.2.1 Ukuran dan jumlah bak

Lakukan pekerjaan berikut :

- a) tentukan kecepatan penyaring;
- b) hitunglah besar debit pengolahan;
- c) hitung luas permukaan bak;
- d) tentukan jumlah bak dengan minimal 2 bak;
- e) tentukan kedalaman bak seperti pada Tabel 1.

5.2.2 Perlengkapan bak saringan

- a) tentukan saluran masukan (*inlet*), saluran keluaran (*outlet*), saluran pengumpul bawah (*underdrain*), pelimpah, penguras dan tinggi bebas (*freeboard*);
- b) tentukan tipe pencucian pasir penyaring.

5.3 Media penyaring dan penahan

5.3.1 Media penyaring

Lakukan pekerjaan sebagai berikut :

- a) identifikasi potensi pasir lokal;
- b) periksa kualitas pasir;
- c) tentukan gradasi pasir dengan analisis ayakan.

5.3.2 Media penahan

Lakukan pekerjaan berikut :

- a) identifikasi potensi kerikil;
- b) tentukan kualitas kerikil;
- c) tentukan gradasi kerikil dengan analisis ayakan.

5.4 Lahan Instalasi

Lakukan pekerjaan berikut :

- a) tentukan kebutuhan lahan untuk menempatkan instalasi, kantor, rumah jaga dan lain-lain;
- b) carilah data topografi, geologi berdasarkan ketentuan yang berlaku.

5.5 Pembiayaan

Lakukan pekerjaan berikut :

- a) carilah daftar harga bahan lokal;
- b) hitunglah volume pekerjaan berdasarkan ketentuan yang berlaku;
- c) hitunglah biaya pembangunan saringan pasir lambat.

Lampiran A (Informatif)

Daftar istilah

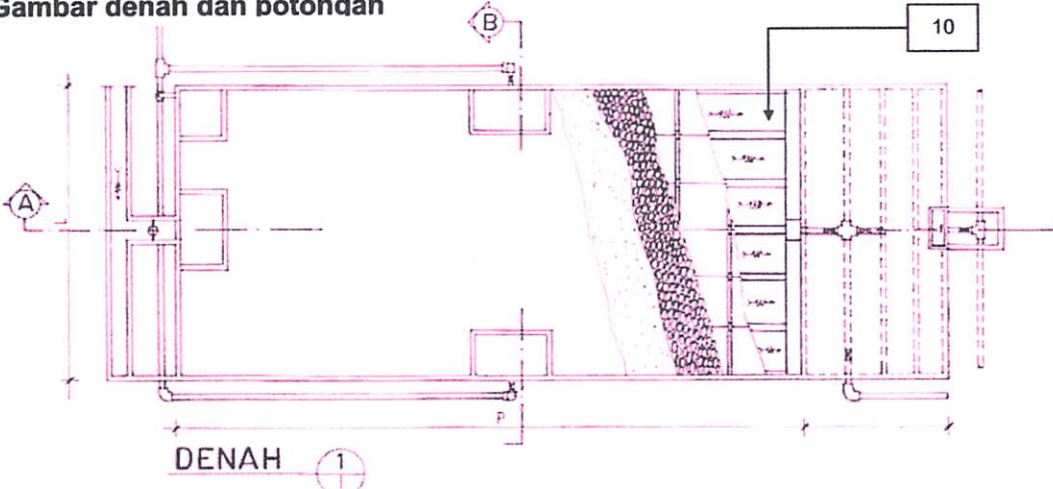
saluran masukan	:	<i>inlet</i>
saluran keluaran	:	<i>outlet</i>
melampaui, menghindari	:	<i>by-pass</i>
tersumbat, mampat	:	<i>clogging</i>
saluran pengumpul air di bawah media penahan	:	<i>underdrain</i>
diameter efektif	:	<i>effective size (ES)</i>
koefisien keseragaman	:	<i>uniformity coefficient (UC)</i>
air hasil olahan	:	<i>filtrate</i>
lapisan kulit saringan tempat berlangsung proses biokimia dan proses biologis	:	<i>schmutsdecke</i>
media pasir penyaring sudah mampat	:	<i>clogging</i>
Jumlah perbandingan terbesar	:	<i>Most Probable Number (MPN)</i>
Tinggi bebas	:	<i>free board</i>

Lampiran B
(Informatif)

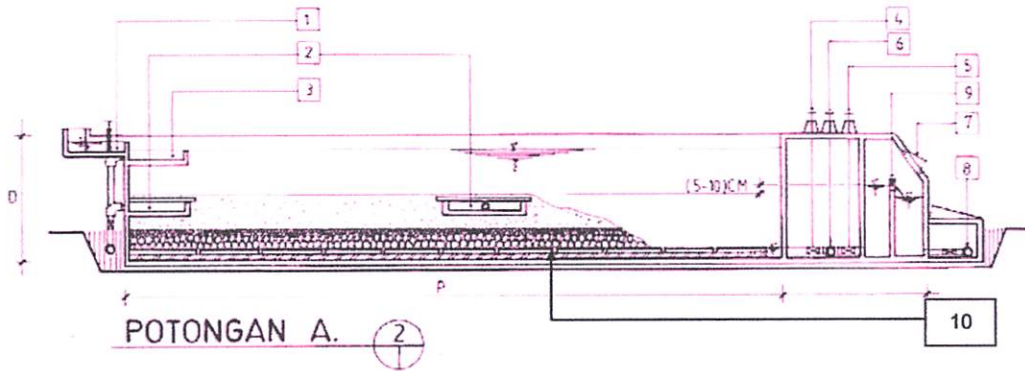
SNI 3981:2008

Gambar instalasi saringan pasir lambat

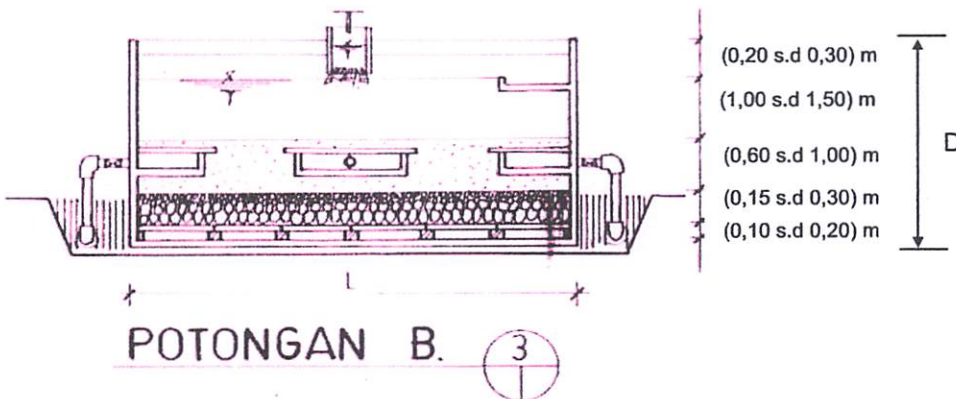
B.1 Gambar denah dan potongan



Gambar B.1.1 Denah instalasi saringan pasir lambat



Gambar B.1.2 Potongan - A instalasi saringan pasir lambat

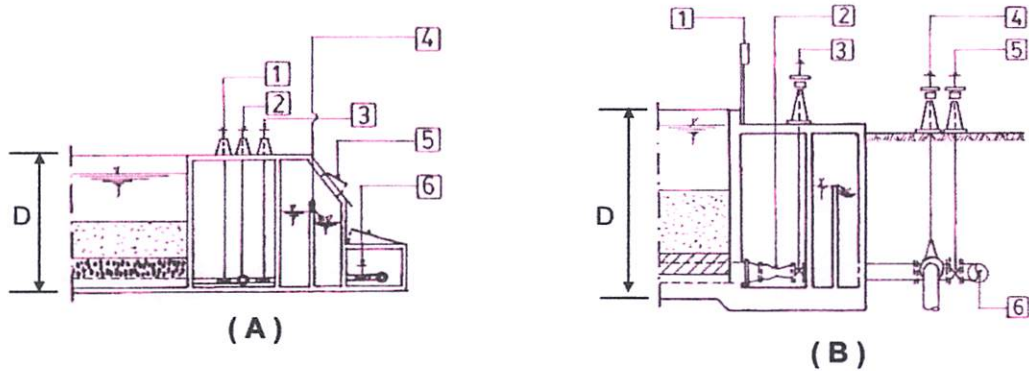


Gambar B.1.3 Potongan - B instalasi saringan pasir lambat

Keterangan:

- | | |
|--------------------------------------|---|
| 1. Saluran masukan (<i>inlet</i>). | 6. Katup pengatur untuk pengisian bak dari bawah. |
| 2. Penguras. | 7. Pintu untuk memeriksa debit pada alat ukur efluen. |
| 3. Pelimpah | 8. Pipa <i>filtrate</i> ke reservoir. |
| 4. Katup keluran (<i>outlet</i>). | 9. Alat ukur debit <i>filtrate</i> |
| 5. Katup keluran (<i>outlet</i>). | 10. Saluran pengumpul bawah (<i>underdrain</i>) |

B.2 Sistem outlet saringan pasir lambat



Keterangan :

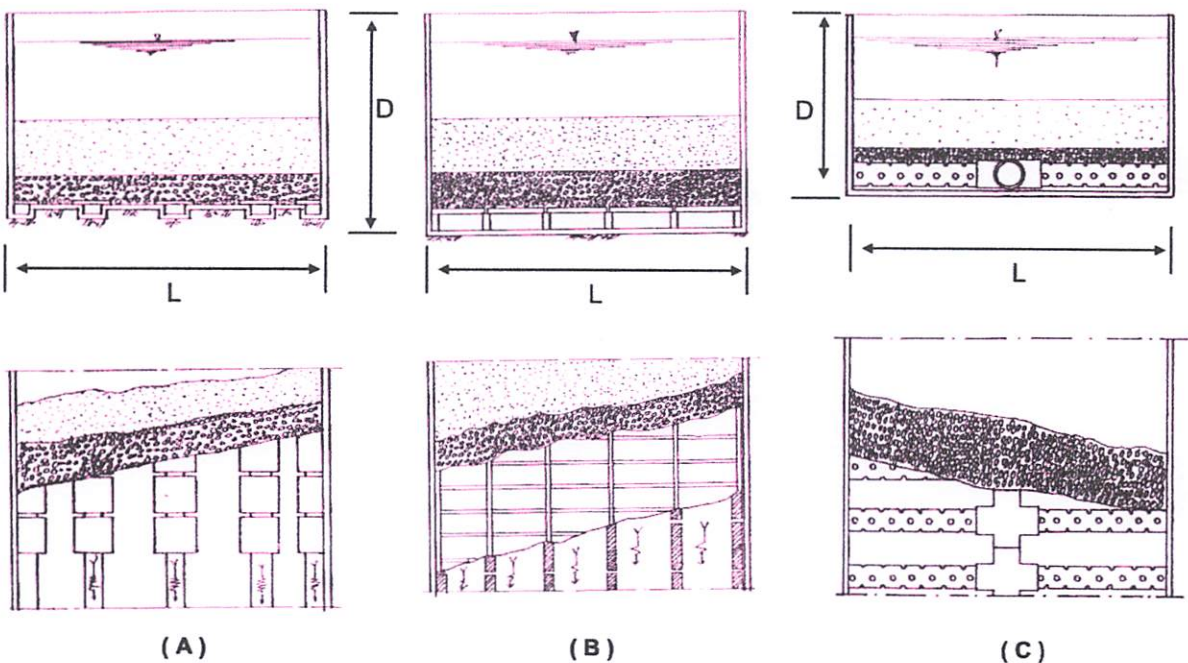
1. KRAN SISTEM OUTLET
2. KRAN UNTUK PENGATUR PENGISIAN BAK DARI BAGIAN BAWAH
3. KRAN SISTEM OUTLET
4. ALAT UKUR
5. PINTU PEMERIKSA DEBIT AIR
6. KRAN DAN PIPA FILTRAT KE RESERVOAR

Keterangan :

1. INDIKATOR DEBIT FILTRAT
2. VENTURI METER
3. KRAN PENGATUR DEBIT FILTRAT
4. KRAN PENGATUR PENGISIAN BAK DARI BAGIAN BAWAH
5. KRAN PENGATUR FILTRAT KE RESERVOAR
6. PIPA PENYALUR FILTRAT KE RESERVOAR

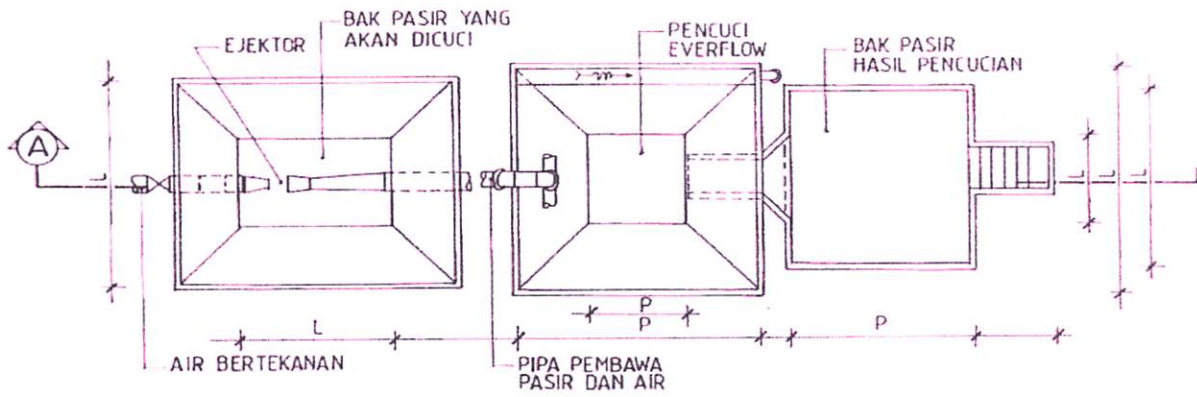
Gambar B.2 (A). Sistem outlet saringan pasir lambat tidak menggunakan Venturi Meter
Gambar B.2 (B). Sistem outlet saringan pasir lambat menggunakan Venturi Meter

B.3 Sistem underdrain saringan pasir lambat

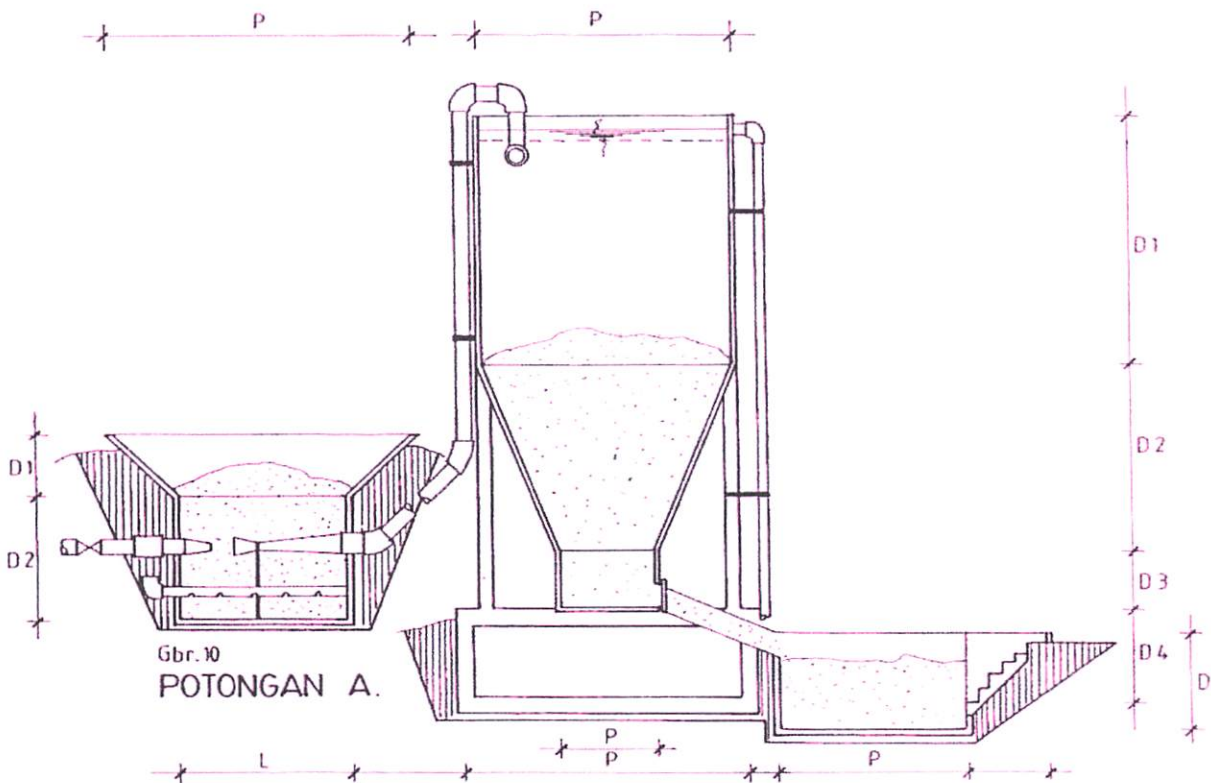


Gambar B.3 (A). Saluran pengumpul bawah. Tipe saluran memanjang dengan tutup berlubang.
Gambar B.3 (B). Saluran pengumpul bawah. Tipe susunan batu cetak / slab beton.
Gambar B.3 (C). Saluran pengumpul bawah. Tipe perpipaan manifold dan lateral.

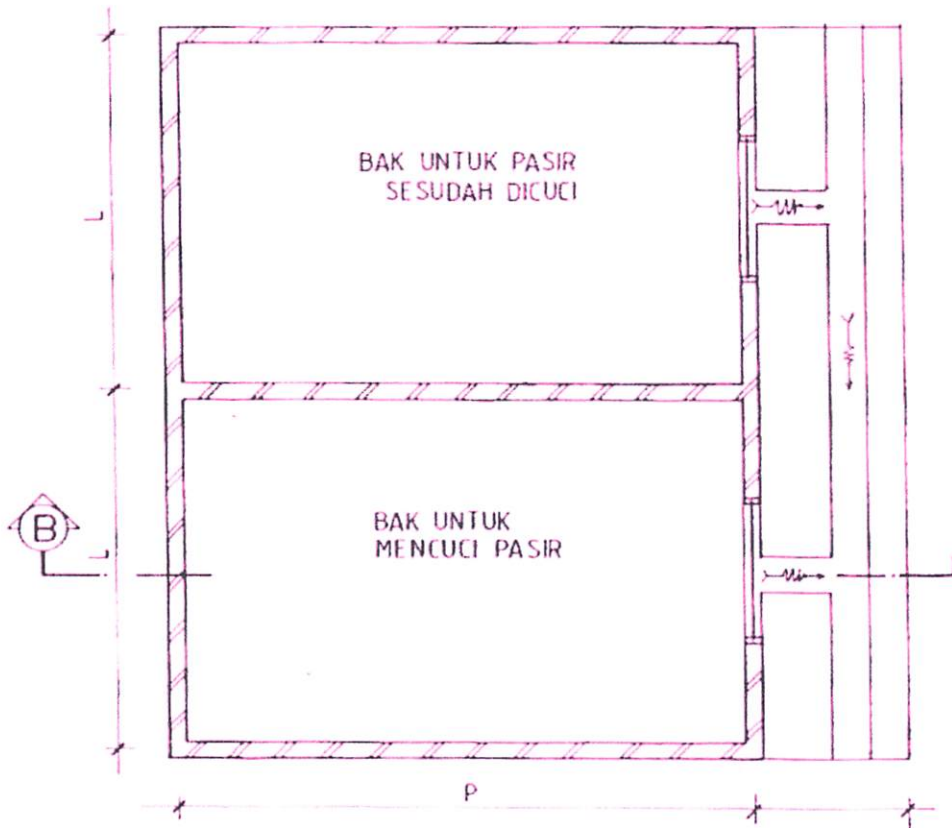
B.4 Gambar denah dan potongan alat pencuci pasir



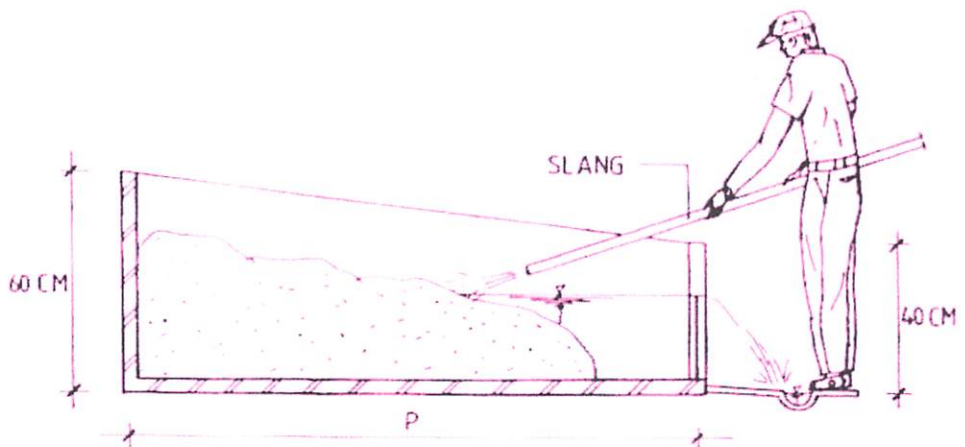
Gambar B.4.1 Denah alat pencuci pasir penyraing Tipe Hidrolik



Gambar B.4.2 Potongan – A, Alat pencuci pasir penyraing Tipe Hidrolik

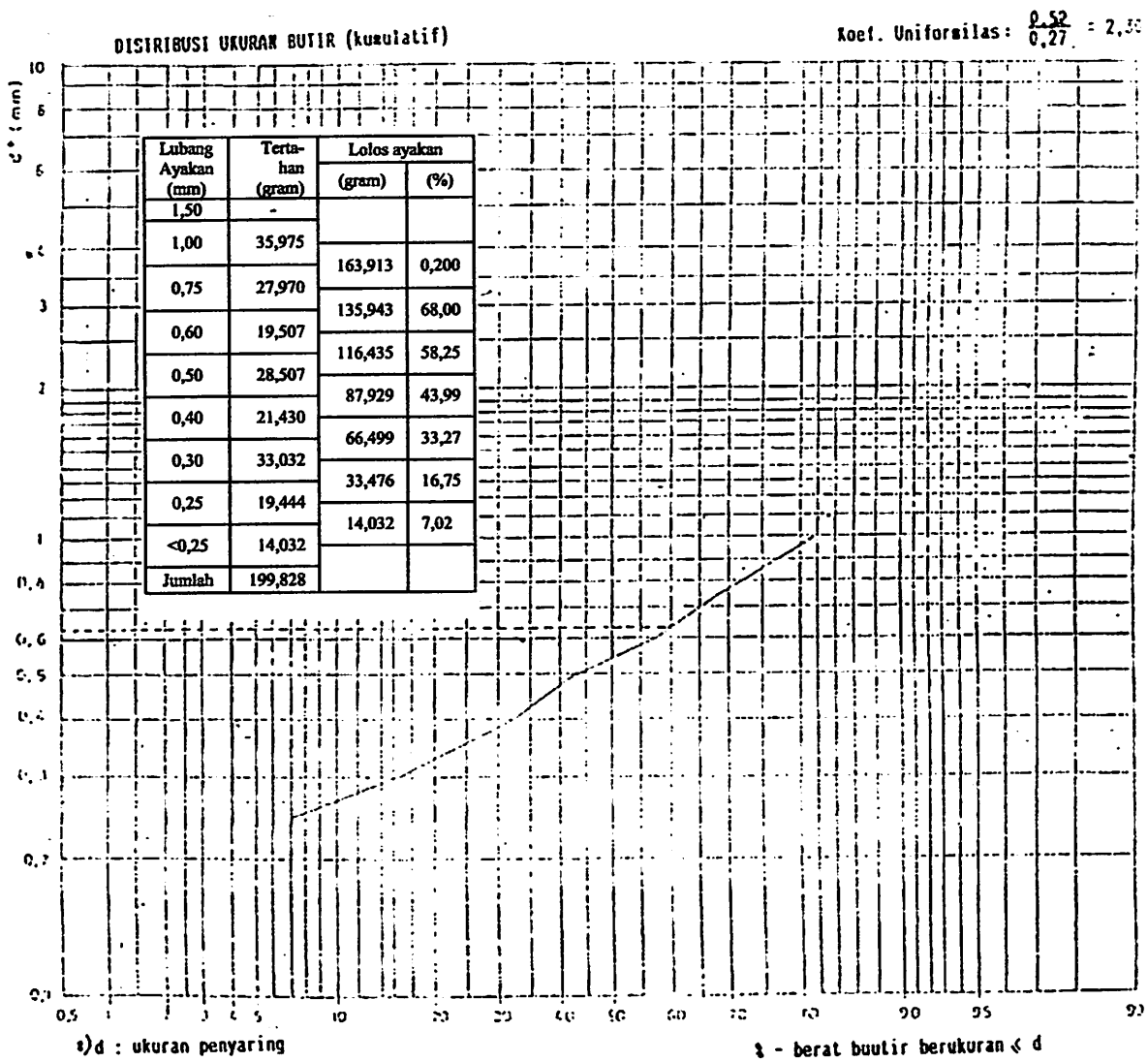


Gambar B.4.3 Denah alat pencuci pasir penyaring Tipe Manual



Gambar B.4.4 Potongan - B, alat pencuci pasir penyaring Tipe Manual

B.5 Analisis ayakan pasir penyaring



Gambar B.5 Grafik analisis ayakan dan distribusi ukuran butir pasir penyaring

" Copy standar ini dibuat oleh BSN untuk Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum dalam rangka Penyebarluasan, Pengenalan dan Pengaplikasian Standar, Pedoman, Manual (SPM) Bidang Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil "

**Lampiran C
(Informatif)**

Lain – lain

" Copy standar ini dibuat oleh BSN untuk Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum dalam rangka Penyebarluasan, Pengendalian dan Pengaplikasian Standar, Pedoman, Manual (SPM) Bidang Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil "

C.1 Contoh perhitungan luas permukaan bak (A)

Luas permukaan bak (A) dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$A = \left(\frac{Q}{v} \right) \text{-----} \quad (1)$$

Misalkan :

$$Q = 5 \text{ Liter/detik} = 5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{detik.}$$

$$v = 0,2 \text{ m/jam} = 0,2 / 3600 \text{ m/detik.}$$

Maka :

$$A = \frac{5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{detik.}}{0,2 / 3600 \text{ m/detik.}} = 90 \text{ m}^2$$

C.2 Contoh perhitungan ukuran panjang (P) dan lebar (L) bak

Panjang (P) dan lebar (L) dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$A = P \times L \text{-----} \quad (2)$$

$$P : L = (1 \text{ s.d } 2) : 1 \text{-----} \quad (3)$$

Ditentukan: $P : L = 2 : 1$

$$P = 2L$$

$$A = 2L^2$$

$$L = \sqrt{\frac{1}{2} A} = \sqrt{\frac{1}{2} (90 \text{ m}^2)} = 6,7 \text{ m, ditetapkan } L = 7 \text{ m.}$$

$$P = 2L = 2 \times 6,7 \text{ m} = 13,4 \text{ m, ditetapkan } P = 14 \text{ m.}$$

C.3 Contoh perhitungan luas permukaan bak untuk debit = (1 s.d 5) Liter/detik

Hasil perhitungan luas permukaan bak (A) dapat dilihat pada Tabel 3 berikut :

Tabel 3. Contoh perhitungan luas permukaan bak untuk debit : (1 s.d 5) l/dt.

No.	Debit (Liter/detik)	Kecepatan penyaringan (m/jam)	Luas permukaan Bak, A (m ²)
1	1,0	0,1 s.d 0,4	9 s.d 36
2	2,0	0,1 s.d 0,4	18 s.d 72
3	3,0	0,1 s.d 0,4	27 s.d 108
4	4,0	0,1 s.d 0,4	36 s.d 144
5	5,0	0,1 s.d 0,4	45 s.d 180

C.4 Contoh perhitungan kedalaman bak (D)

Kedalaman bak (D) dapat dihitung berdasarkan persyaratan pada Tabel 1, dengan mempertimbangkan kesesuaian antara kedalaman bak dengan kondisi lahan yang tersedia. Hasil perhitungan dapat dibaca pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Contoh kedalaman bak (D) saringan pasir lambat

No.	Kedalaman bak (D)	Ukuran (m)
1.	Tinggi bebas (<i>freeboard</i>)	0,30
2.	Tinggi air di atas media pasir	1,00
3.	Tebal pasir penyaring	0,75
4.	Tebal kerikil penahan	0,25
5.	Saluran pengumpul bawah (<i>underdrain</i>)	0,20
	J u m l a h	2,50

C.5 Contoh penentuan diameter efektif dan koefisien keseragaman pasir penyaring

ES dan UC dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$ES = P_{10} \dots\dots\dots (4)$$

$$UC = \frac{P_{60}}{P_{10}} \dots\dots\dots (5)$$

dimana :

- ES = diameter efektif butiran
- UC = koefisien keseragaman butiran

Besaran untuk P₁₀ dan P₆₀ dapat diambil berdasarkan gambar grafik dari hasil analisis ayakan. Sebagai contoh dapat dibaca pada grafik Gambar B.5 Lampiran B. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa :

- P₁₀ = ES = 0,27 mm (antara 0,2 mm s.d 0,4 mm)
- P₆₀ = 0,62 mm
- UC = 0,62 : 0,27 = 2,3 (antara 2 s.d 3)

Jadi gradasi pasir (ES dan UC) memenuhi syarat untuk media penyaring pasir lambat

C.6 Contoh penentuan kualitas pasir penyaring

Penentuan kadar SiO_2 dan kelarutan pasir dalam air maupun HCl, serta berat jenis pasir ditetapkan melalui analisis kualitas air

Contoh hasil analisis kualitas pasir sebagai berikut :

- Kadar SiO_2 = 92 % > 90 %
 - Kelarutan pasir dalam air selama 24 jam = 0,58 % < 3 %
 - Kelarutan pasir dalam HCl selama 24 jam = 2,71 % < 3,5 %
 - Berat jenis pasir = 2,60 gr/cm^3 (antara 2,55 gr/cm^3 s.d 2,65 gr/cm^3)
- Jadi kualitas pasir memenuhi syarat untuk media penyaring pasir lambat

C.7 Contoh penentuan gradasi krikil penahan

Gradasi media krikil ditetapkan dengan lapisan paling atas dengan butiran kecil dan berurutan ke lapisan bawah dengan butiran besar. Contoh gradasi media krikil yang sudah ditetapkan dapat diperiksa pada Tabel 5 berikut :

Tabel 5 Contoh penentuan gradasi media krikil

No.	Diameter krikil rata-rata (mm)	Ketebalan (cm)	Lapisan ke (dari atas ke bawah)
1.	3 - 4	10	Ke - 1
2.	10 - 30	15	Ke - 2
Total ketebalan		25	

Bibliografi

B.B. Sundaresan; R. Paramasivan (1982), *Slow sand filtration*, Research and Demonstration Project India. National Environmental Engineering Research Institute, Nagpur India - International Reference Centre for Community Water Supply and Sanitation, The Hague Netherlands

Fair; Geyer (1954), *Water supply and wastewater disposal*, John Wiley and Son, Inc. New York – London – Sydney.

J.T. Visscher; S. Veenstra (1985), *Slow sand filtration*, Manual For Caretakers International Reference Centre for Community Water Supply and Sanitation, The Hague Netherlands

J.T. Visscher; R. Paramasivan (1986), *IRC's slow sand filtration*, Project Waterlines, Vol. 4. No. 3 January 1986

L. Huisman (1975), *Slow sand filtration*, Lecture note. Delft University of Technology, Netherlands.

.....(), *Slow sand filtration - An International Compilation of Recent Scientific and Operation Development*, American Waterwork Association (AWWA) Hand Book

.....(1987)., *Uji coba saringan pasir lambat*, Skala Laboratorium dan Model Lapangan di Dago Pojok Bandung menggunakan pasir beton dari Jabar, Jateng dan Jatim serta pasir kwarsa. Kerjasama antara Puslitbang Permukiman Departemen Pekerjaan Umum – Lembaga Pengabdian Masyarakat Institut Teknologi Bandung, Laporan Final, Tahun 1987.

Sarbidi (1988), *Operasi dan perawatan pengolahan air bersih sistem saringan pasir lambat*, pada PDAM Purwakarta. Laporan Penelitian Lapangan, Puslitbang Permukiman, Tahun 1988

.....(), *Precoat Saringan Media*, American Waterwork Association - AWWA Standards