

SKRIPSI

**Uji efektifitas Zeolite, Gerabah, dan Karbon Aktif sebagai Media
Roughing Filter aliran Horizontal dalam Menurunkan Kadar
BOD, TSS dan Minyak Lemak pada Limbah Domestik**



**Disusun Oleh :
Yoel Dannis Aplugi
(07.26.003)**

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

2016



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

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

T. 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
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

NAMA : YOEL DANNIS APLUGI
NIM : 07.26.003
JURUSAN : TEKNIK LINGKUNGAN
JUDUL : UJI EFEKTIFITAS ZEOLITE, GERABAH, DAN KARBON
AKTIF SEBAGAI MEDIA ROUGHING FILTER ALIRAN
HORIZONTAL DALAM MENURUNKAN KADAR BOD,
TSS, DAN MINYAK LEMAK PADA LIMBAH DOMESTIK

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Jenjang Program Strata Satu (S-1), pada:

Hari : Sabtu
Tanggal : 20 february 2016
Dengan Nilai : 74 (B+)

PANITIA UJIAN SKRIPSI

Ketua

Sekretaris

Candra Dwiratna W, ST. MT
NIP.Y. 1030000349

Anis Artiyani, ST.MT
NIP.Y. 1030300384

PENGUJI SKRIPSI

Penguji I

Penguji II

Candra Dwiratna W, ST. MT
NIP.Y. 1030000349

Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, MSI
NIP.Y. 196106201991031002



ISO 9001:2008 Certificate No. QU160232

BAA-PT

**LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**Uji efektifitas Zeolite, Gerabah, dan Karbon Aktif sebagai Media
Roughing Filter aliran Horizontal dalam Menurunkan Kadar
BOD, TSS dan Minyak Lemak pada Limbah Domestik**

**Disusun Oleh :
Yoel Aplugi (07.26.003)**

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing**

Pembimbing I

**Sudiro, ST. MT
NIP.Y. 1039900327**

Pembimbing II

**Anis Artiyani, ST.MT
NIP.Y. 1030300384**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Lingkungan**

**Candra Dwiratna W, ST. MT
NIP.Y. 1030000349**

**LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**Uji efektifitas Zeolite, Gerabah, dan Karbon Aktif sebagai Media
Roughing Filter aliran Horizontal dalam Menurunkan Kadar
BOD, TSS dan Minyak Lemak pada Limbah Domestik**

**Disusun Oleh :
Yoel Aplugi (07.26.003)**

**Menyetujui,
Dosen Penguji**

Penguji I

**Candra Dwiratna W, ST. MT
NIP.Y. 1030000349**

Penguji II

**Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, MSI
NIP.Y. 196106201991031002**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Lingkungan**

**Candra Dwiratna W, ST. MT
NIP.Y. 1030000349**



Aplugi, Yoel., Sudiro., Artiyani, Anis. 2016. **Uji efektifitas Zeolite, Gerabah, dan Karbon Aktif sebagai Media Roughing Filter aliran Horizontal dalam Menurunkan Kadar BOD, TSS dan Minyak Lemak pada Limbah Domestik.** Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang.

ABSTRAKSI

Limbah cair domestik (rumah tangga) adalah 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. Membuang limbah cair domestik ke saluran drainase dan/atau badan air tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu dapat menyebabkan penurunan kualitas air yang cukup berarti. Maka dilakukan penelitian pengolahan limbah domestik dengan menggunakan zeolite, gerabah, dan karbon aktif agar dapat dijadikan teknologi alternatif yang efisien, ekonomis dan aplikatif dalam pengolahan air bersih. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas, ketinggian variasi media, dan waktu operasional reaktor roughing filter aliran horizontal dalam menurunkan konsentrasi BOD dan TSS pada limbah domestik. Penelitian ini menggunakan reaktor roughing filter aliran horizontal dengan media zeolite 35 cm, media gerabah 30 cm, media karbon aktif 35 cm pada reaktor I, sedangkan media zeolite 30 cm, media gerabah, 35 cm, media karbon aktif 35 cm pada reaktor II, dan media zeolite 35 cm, media gerabah, 35 cm, media karbon aktif 30 cm pada reaktor III. Variasi waktu operasional yang digunakan adalah 0 jam, 2 jam, 4 jam, 6 jam dan 8 jam. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan ITN Malang. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa reaktor roughing filter aliran horizontal mampu menurunkan konsentrasi BOD, TSS dan minyak lemak hingga sesuai dengan baku mutu yang ada. Keefektifitasan reaktor untuk parameter BOD, TSS dan minyak lemak terjadi pada waktu operasional 8 jam. Konsentrasi BOD dapat diturunkan hingga 28 % dari konsentrasi 119 mg/l menjadi 88 mg/l. Konsentrasi TSS dapat diturunkan hingga 65 % dari konsentrasi 107 mg/l menjadi 40 mg/l. Sedangkan konsentrasi Minyak Lemak dapat diturunkan hingga 77 % dari konsentrasi 12 mg/l menjadi 3 mg/l. Semakin lama waktu operasional, maka persentase penurunan BOD, TSS dan minyak lemak semakin meningkat.

Kata Kunci : *Roughing filter*, BOD, TSS, minyak lemak, Limbah cair domestik.

Aplugi, Yoel., Sudiro., Artiyani, Anis. 2016. **The effectiveness of zeolite test, earthenware, and carbon active as a medium *Roughing filter* the flow of horizontal in lowering BOD levels, TSS and Fatty Oils on waste domestic.** Thesis of environmental engineering National Institute of Technology Malang.

ABSTRACTION

Liquid waste domestic (households) is water that used derived from households or settlement which included waste water from toilets , the bathroom , wash , and a cooking. Waste domestic liquid into the drainage and / or other body of water treatment without the first can cause a decrease in water quality significant. Then done research domestic waste processing by the use of zeolite , earthenware , and carbon active so that technology can be used as an alternative that efficient , economical and applicative in water treatment. This report aims to understand the effectiveness of , the height of variation media , and time operational reactor roughing a filter the flow of horizontally in reducing the concentration of liter and tss on domestic waste. This research using reactor roughing filter the flow of horizontally with media zeolite 35 cm, media earthenware 30 cm, media carbon active 35 cm reactor I, while media zeolite 30 cm, media earthenware, 35 cm, media carbon active 35 cm reactor II, and media zeolite 35 cm, media earthenware, 35 cm, media carbon active 30 cm reactor III. Variation operational time used is 0 hours, 2 hours, 4 hours, 6 hours and 6 hours. The study is done in the laboratory environmental engineering of ITN Malang. The research shows that reactor roughing filter the flow of horizontal capable of reducing the concentration of BOD, TSS and Fatty Oils until in accordance with of quality standard. The effectiveness of the reactor to parameter BOD, TSS and Fatty Oils happening at a time operational 8 hours. Concentration BOD can be lowered to 28 % from concentration 119 mg/l to 88 mg/l. concentration TSS can be lowered to 65 % from concentration 107 mg/l to 40 mg/l. while the concentration of Fatty Oils can be lowered to 77 % from concentration 12 mg/l be 3 mg/l. the longer operational time , then BOD decreases of , TSS and Fatty Oils has escalated.

Keywords: *Roughing filter* , BOD , TSS, Fatty Oil , liquid waste domestic.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa karna kasih karunia serta pertolongannya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Uji efektifitas Zeolite, Gerabah, dan Karbon Aktif sebagai Media *Roughing Filter* aliran Horizontal dalam Menurunkan Kadar BOD, TSS dan Minyak Lemak pada Limbah Domestik”** ini tepat pada waktunya.

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

1. Kepada Tuhan yang Maha Esa, untuk semua berkat dan perlindungannya selama pengerjaan skripsi ini berlangsung.
2. Kepada kedua orang tua saya serta semua keluarga besar saya yang telah memberikan saya dukungan dan motivasi.
3. Ibu Candra Dwiratna, ST. MT selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
4. Bapak Sudiro, ST. MT selaku Dosen Pembimbing I
5. Ibu Anis Artiyani, ST. MT selaku Dosen Pembimbing II
6. Dosen pengajar dan seluruh staf Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang
7. Seluruh pihak serta rekan-rekan yang ikut membantu dalam proses penyusunan laporan skripsi ini.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan laporan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Karna itu penyusun sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna penyusunan laporan selanjutnya.

Malang, Februari 2016

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
ABSTRAKSI	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	v

BAB I PENDAHULUAN

1.1	Latar Belakang	1
1.2	Rumusan Masalah	3
1.3	Tujuan Penelitian	4
1.4	Manfaat Penelitian	4
1.5	Ruang Lingkup.....	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Air Limbah Domestik	5
2.2	Karakteristik Air Buangan Domestik.....	5
2.3	Jenis Pengolahan Air Limbah	9
2.4	Roughing Filter	9
	2.4.1 Roughing Filter aliran Horizontal	10
	2.4.2 Kriteria desain Roughing Filter	10
2.5	Jenis Media.....	13
	2.5.1 Batu Zeolite	13
	2.5.2 Gerabah	14
	2.5.3 Arang aktif tempurung kelapa.....	14
2.6	Parameter-parameter	16
	2.6.1 Biological Oxigen Demand (BOD).....	16
	2.6.2 Total Suspendid Solid (TSS).....	16
	2.6.3 Minyak Lemak	17
2.7	Metode Pengolahan Data	18

2.7.1	Statistik Deskriptif dan Inferensi.....	18
2.7.2	Analisis Korelasi.....	19
2.7.3	Analisis Regresi.....	19
2.7.4	Pengantar desain eksperimen.....	20
	2.7.4.1 Langkah-langkah dalam desain eksperimen.....	21
	2.7.4.2 <i>Analysis of variance</i> (ANOVA).....	21

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Jenis Penelitian.....	22
3.2	Lokasi Penelitian.....	22
3.3	Variabel Penelitian.....	22
3.4	Alat dan Bahan Penelitian.....	24
	3.4.1 Sampel Air.....	24
	3.4.2 Alat.....	24
	3.4.3 Bahan.....	25
	3.4.4 Persiapam Alat.....	25
	3.4.5 Persiapan Media.....	25
3.5	Proses Sampling.....	26
3.6	Pengoperasian Alat.....	27
3.7	Analisis Parameter Uji.....	27
	3.7.1 Biological Oksigen Demand (BOD).....	27
	3.7.2 Total Suspended Solid (TSS).....	28
	3.7.3 Minyak dan Lemak.....	28
3.8	Analisa Data.....	28
3.9	Kerangka Penelitian.....	29

BAB IV DATA ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1	Karakteristik Limbah Cair Perumahan Pondok Harapan Indah Kota Malang.....	30
4.2	Konsentrasi BOD, TSS dan Minyak Lemak setelah proses pengolahan..	31
4.3	Analisis Statistik	
	4.3.1 Analisis Deskriptif	

4.3.1.1	Analisis Deskriptif Penurunan <i>Biological Oksigen Demand</i> (BOD)	33
4.3.1.2	Analisis Deskriptif Penurunan <i>Total suspended solid</i> (TSS)	
4.3.1.3	Analisis Deskriptif Penurunan <i>Minyak Lemak</i>	36
4.3.2	Analisis Korelasi	
4.3.2.1	Analisis Korelasi Penurunan <i>Biological Oksigen Demand</i> (BOD)	39
4.3.2.2	Analisis Korelasi Penurunan <i>Total suspended solid</i> (TSS)	
4.3.2.2	Analisis Korelasi Penurunan <i>Minyak Lemak</i>	43
4.3.3	Analisis Regresi	
4.3.3.1	Analisis Regresi Penurunan <i>Biological Oksigen Demand</i> (BOD)	46
4.3.3.2	Analisis Regresi Penurunan <i>Total suspended solid</i> (TSS)	
4.3.3.2	Analisis Regresi Penurunan <i>Minyak Lemak</i>	56
4.3.4	Analisis Varian (ANOVA)	
4.3.4.1	Analisis ANOVA Penurunan <i>Biological Oksigen Demand</i> (BOD)	61
4.3.4.2	Analisis ANOVA Penurunan <i>Total suspended solid</i> (TSS)	
4.3.4.3	Analisis ANOVA Penurunan <i>Minyak Lemak</i>	64
4.4	Pembahasan	
4.4.1	Penurunan Konsentrasi <i>Biological Oksigen Demand</i> (BOD)	69
4.4.2	Penurunan Konsentrasi <i>Total suspended solid</i> (TSS)	70
4.4.3	Penurunan Konsentrasi <i>Minyak Lemak</i>	72

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	74
5.2	Saran	75

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Batu Zeolite	13
Gambar 2.2 Gerabah tanah liat	14
Gambar 2.3 Karbon Aktif Tempurung Kelapa	16
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian	29
Gambar 4.1 Persentase penurunan konsentrasi BOD	34
Gambar 4.2 Persentase penurunan konsentrasi TSS	35
Gambar 4.3 Persentase penurunan konsentrasi Minyak Lemak	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Limbah Domestik atau Perkotaan	6
Tabel 2.2 Karakteristik Fisik Limbah Domestik	8
Tabel 2.3 Ringkasan Parameter-parameter Desain	9
Tabel 2.4 Perbedaan Antara <i>Roughing Filter</i> , <i>Slow Sand Filter</i> dan <i>Rapid Sand Filter</i>	16
Tabel 4.1 Karakteristik Air Limbah Domestik Perumahan Pondok Harapan Indah Kota Malang	30
Tabel 4.2 Konsentrasi dan persentase BOD Setelah Proses pengolahan	31
Tabel 4.3 Konsentrasi dan persentase TSS Setelah Proses pengolahan	32
Tabel 4.4 Konsentrasi dan persentase Minyak Lemak Setelah Proses pengolahan	
Tabel 4.5 Hasil uji korelasi antara waktu operasional (jam) terhadap persentase (%) penyisihan BOD pada Reaktor I	39
Tabel 4.6 Hasil uji korelasi antara waktu operasional (jam) terhadap persentase (%) penyisihan BOD pada Reaktor II	39
Tabel 4.7 Hasil uji korelasi antara waktu operasional (jam) terhadap persentase (%) penyisihan BOD pada Reaktor III	40
Tabel 4.8 Hasil uji korelasi antara waktu operasional (jam) terhadap persentase (%) penyisihan TSS pada Reaktor I	41

Tabel 4.9 Hasil uji korelasi antara waktu operasional (jam) terhadap persentase (%) penyisihan TSS pada Reaktor II	42
Tabel 4.10 Hasil uji korelasi antara waktu operasional (jam) terhadap persentase (%) penyisihan TSS pada Reaktor III	42
Tabel 4.1 Hasil uji korelasi antara waktu operasional (jam) terhadap persentase (%) penyisihan Minyak Lemak pada Reaktor I	43
Tabel 4.12 Hasil uji korelasi antara waktu operasional (jam) terhadap persentase (%) penyisihan Minyak Lemak pada Reaktor II	44
Tabel 4.13 Hasil uji korelasi antara waktu operasional (jam) terhadap persentase (%) penyisihan Minyak Lemak pada Reaktor III	45
Tabel 4.14 Hasil Uji Regresi antara waktu operasional (jam) Terhadap persentase (%) penyisihan BOD pada Reaktor I	46
Tabel 4.15 Hasil Uji Regresi antara waktu operasional (jam) Terhadap persentase (%) penyisihan BOD pada Reaktor II	48
Tabel 4.16 Hasil Uji Regresi antara waktu operasional (jam) Terhadap persentase (%) penyisihan BOD pada Reaktor I	50
Tabel 4.17 Hasil Uji Regresi antara waktu operasional (jam) Terhadap persentase (%) penyisihan TSS pada Reactor I	51
Tabel 4.18 Hasil Uji Regresi antara waktu operasional (jam) Terhadap persentase (%) penyisihan TSS pada Reactor II	53
Tabel 4.19 Hasil Uji Regresi antara waktu operasional (jam) Terhadap persentase (%) penyisihan TSS pada Reactor III	54
Tabel 4.20 Hasil Uji Regresi antara waktu operasional (jam) Terhadap persentase (%) penyisihan Minyak Lemak pada reactor I	56
Tabel 4.21 Hasil Uji Regresi antara waktu operasional (jam) Terhadap persentase (%) penyisihan Minyak Lemak pada reactor II	58
Tabel 4.22 Hasil Uji Regresi antara waktu operasional (jam) Terhadap persentase (%) penyisihan Minyak Lemak pada reactor III	59
Tabel 4.23 Hasil Uji ANOVA antara waktu operasional Terhadap persentase (%) penyisihan BOD pada reaktor I	62

Tabel 4.24 Hasil Uji ANOVA antara waktu operasional Terhadap persentase (%) penyisihan BOD pada reaktor II	62
Tabel 4.25 Hasil Uji ANOVA antara waktu operasional Terhadap persentase (%) penyisihan BOD pada reaktor III	63
Tabel 4.26 Hasil Uji ANOVA antara waktu operasional Terhadap persentase (%) penyisihan TSS pada Reaktor I	64
Tabel 4.27 Hasil Uji ANOVA antara waktu operasional Terhadap persentase (%) penyisihan TSS pada Reaktor II	65
Tabel 4.28 Hasil Uji ANOVA antara waktu operasional Terhadap persentase (%) penyisihan TSS pada Reaktor III	66
Tabel 4.29 Hasil Uji ANOVA antara waktu operasional Terhadap persentase (%) penyisihan Minyak Lemak pada Reaktor I	67
Tabel 4.30 Hasil Uji ANOVA antara waktu operasional Terhadap persentase (%) penyisihan Minyak Lemak pada Reaktor II	67
Tabel 4.31 Hasil Uji ANOVA antara waktu operasional Terhadap persentase (%) penyisihan Minyak Lemak pada Reaktor III	68

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Setiap aktivitas yang dilakukan manusia akan menghasilkan limbah, limbah ini dalam skala kecil tidak akan menimbulkan masalah karena alam memiliki kemampuan untuk menguraikan kembali komponen-komponen yang terkandung dalam limbah. Namun bila terakumulasi dalam skala besar, akan timbul permasalahan yang dapat mengganggu keseimbangan lingkungan hidup. Permasalahan lingkungan saat ini yang dominan adalah limbah cair yang berasal dari hasil kegiatan rumah tangga dan industri. Limbah cair yang tidak dikelola akan menimbulkan dampak pada perairan. Pengelolaan limbah cair dalam proses produksi dimaksudkan untuk meminimalkan limbah yang terjadi, serta untuk menghilangkan atau menurunkan kadar bahan pencemar yang terkandung di dalam perairan.

Saat ini air permukaan seperti danau, laut atau sungai banyak mengalami penurunan kualitas, sungai di Kota Malang mulai mendapat perhatian dari berbagai pihak dan pemerintah Kota Malang. Hal ini merupakan suatu usaha dari pemerintah itu sendiri, untuk memperbaiki kualitas air permukaan yang semakin lama semakin menurun. Berdasarkan data Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kota Malang (2014), tingkat pencemaran air yang paling tinggi terjadi akibat limbah domestik rumah tangga. Air limbah domestik sendiri terdiri atas: tinja (*faeces*), yang mengandung mikroba patogen, air seni (*urine*), pada umumnya mengandung nitrogen dan Posfor campuran air seni dan tinja, *Excreta*. Grey water atau air bekas cucian dapur, mesin cuci dan kamar mandi. Air cucian dari setiap rumah tangga berkumpul dan menyatu pada parit-parit kota mengalir menuju parit yang lebih besar kemudian ke sungai bercampur dengan segala macam limbah mulai dari detergen, busa sampho, kaporit dan karbol serta cucian bekas kotoran lainnya.

Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 112 Tahun 2003, air limbah domestik terdiri dari parameter BOD, TSS, pH, minyak dan lemak yang apabila keseluruhan parameter tersebut dibuang langsung ke badan penerima, maka akan mengakibatkan pencemaran air. Oleh karena itu sebelum dibuang ke badan penerima air, terlebih dahulu harus diolah sehingga dapat memenuhi standar air yang baik. Karakteristik limbah di Indonesia menurut Djajadiningrat (1992) dalam Dhokkiah (2006) adalah TS 350-1200mg/l, TDS 200-850 mg/l, TSS 100-350mg/l, BOD 40-400 mg/l, COD 250-1000 mg/l, N total 20-85 mg/l, P total 4-15mg/l, dan lemak 50-150 mg/l.

Roughing filter merupakan salah satu teknologi yang berpotensi mampu mengelola limbah domestik. Kelebihan *filter* ini adalah bahan baku media mudah diperoleh, tidak diperlukan tenaga ahli dalam pengoperasiannya, serta biaya pembuatan yang sangat rendah. (Sumber : Collins, dkk, 2003 dalam Triwardani, 2011).

Ada 2 jenis *roughing filter* yaitu *roughing filter* aliran *vertikal* dan *roughing filter* aliran *horizontal*. *Roughing filter* aliran horizontal memiliki efisiensi penurunan kekeruhan, partikel tersuspensi dan warna lebih tinggi dibandingkan *roughing filter* aliran *vertikal*. Cara pengolahan dengan *roughing filter* merupakan salah satu cara yang sederhana dalam menerapkan teknologi yang berpotensi mampu mengelola limbah domestik.

Pada kawasan perumahan Kota Malang, banyak perumahan yang belum memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) domestik. Keterbatasan biaya dalam pembangunan IPAL domestik menjadi masalah tersendiri. Selain keterbatasan biaya, adanya keterbatasan tenaga operator dalam bidang pengoperasian IPAL, serta diperlukan lahan yang luas untuk pembangunan IPAL domestik menyebabkan teknologi tersebut sukar untuk diwujudkan. Belum lagi biaya perawatan dan operasionalnya. Sehingga diperlukan suatu teknologi baru yang sederhana, mudah dan murah serta terjangkau dalam sistem pengoperasian dan perawatannya.

Dalam penelitian kali ini digunakan media zeolite sebagai media penyaringan limbah. Zeolit juga mudah dimodifikasi karena sifat tetrahedral dapat dikontakkan dengan bahan-bahan pemodifikasi. zeolit berfungsi sebagai adsorben, molecular sieve/molecular mesh (saringan molekuler) karena memiliki pori-pori berukuran molekuler sehingga mampu memisahkan/ menyaring molekul dengan ukuran tertentu, dan bahan pengering (Kusnaedi, 2010). Sifat muatan listrik yang dimiliki oleh kerangka zeolit baik muatan pada permukaan maupun muatan di dalam rongga menyebabkan zeolit dapat digunakan sebagai zat pengadsorpsi, penukar ion dan katalis. Dengan adanya sifat-sifat tersebut zeolit banyak dimanfaatkan sebagai adsorben, penukar ion dan lain-lain. Zeolit sendiri efisien menurunkan kadar BOD dan COD pada limbah domestik.

Adapun penelitian yang dilakukan Maherysetiawan, A. (2011) dengan penelitiannya yang berjudul Penggunaan Reaktor Biosand Filter dengan Penambahan Gerabah dan Karbon Aktif untuk Mengolah Limbah Cair Rumah Susun mampu menurunkan konsentrasi TSS dengan efisiensi 90,1%, konsentrasi COD dengan efisiensi 69,2% dan konsentrasi minyak dan lemak sebesar 70,5%.

1.2 Rumusan Masalah

1. Seberapa besar efektifitas penggunaan *roughing filter* aliran *horizontal* dengan media zeolite, gerabah, dan karbon aktif dalam menurunkan kadar BOD, TSS dan Minyak lemak pada limbah domestik
2. Bagaimana pengaruh variasi ketebalan ruang media dan waktu operasional dalam menurunkan kadar BOD, TSS dan Minyak lemak dengan menggunakan *roughing filter* aliran *horizontal* dengan media zeolite, gerabah, dan karbon aktif

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui kemampuan *Reaktor Roughing filter aliran horizontal* dalam menurunkan konsentrasi BOD, TSS dan Minyak lemak dari limbah domestik
2. Untuk mengetahui perbedaan penurunan kadar BOD, TSS dan Minyak lemak dengan variasi ketinggian media dan waktu operasional.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah mendapatkan alternatif teknologi yang murah, sederhana, dan mudah pengoperasiannya untuk menurunkan kadar BOD, TSS dan Minyak lemak dengan menggunakan reaktor *roughing filter aliran horizontal*.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian adalah :

1. Sampel limbah yang digunakan berasal dari limbah cair domestik yang berasal dari buangan dapur, pencucian pakaian, kamar mandi (*grey water*).
2. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium.
3. Parameter yang dianalisis adalah BOD, TSS dan Minyak lemak.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Air Limbah Domestik

Air merupakan senyawa kimia yang berbentuk cair, sehingga sangat fleksibel digunakan oleh makhluk hidup sebagai media transportasi makanan di dalam tubuhnya. Fungsi air bagi kehidupan tidak dapat diganti oleh senyawa lain. Badan manusia terdiri dari 65% air. Air digunakan manusia selain untuk minum juga untuk kebutuhan sehari – hari lainnya seperti mandi, cuci, dan juga digunakan untuk pertanian, perikanan, perindustrian, dan lain – lain

Air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (restauran), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama (KEPMEN LH No.112, 2003)

2.2 Karakteristik Air Buangan Domestik

Limbah Rumah tangga adalah air yang membawa sampah (limbah) dari rumah, bisnis & industri. 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 2.1 Karakteristik Limbah Domestik atau Perkotaan.

No.	Parameter	Minimum (mg/l)	Maksimum (mg/l)	Rata-rata (mg/l)
1	BOD	31.52	675.33	353.43
2	COD	46.62	1183.4	615.01
3	Angka permanganat (KMnO ₄)	69.84	739.56	404.7
4	Amoniak (NH ₃)	10.79	158.73	84.76
5	Nitrit (NO ₂)	0.013	0.274	0.145
6	Nitrat (NO ₃)	2.25	8.91	5.58
7	Khlorida (Cl)	29.74	103.73	66.73
8	Sulfat (So ₄)	81.3	120.6	100.96
9	PH	4.92	8.99	6.96
10	Zat padat tersuspensi (TSS)	27.5	211	119.25
11	Deterjen (MBAS)	1.66	9.79	5.725
12	Minyak lemak	1	125	63
13	Cadmium (Cd)	-	0.016	0.008
14	Timbal (Pb)	0.002	0.04	0.021
15	Tembaga (cu)	-	0.49	0.245
16	Besi (Fe)	0.19	70	35.1
17	Warna	31	150	76
18	Phenol	0.04	0.63	0.335

Sumber : Pusat Pengkajian Dan Penerapan Teknologi Lingkungan, BPPT , 2005

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

a) .Karateristik Kimiawi

Karateristik kimiawi yang menjadi parameter 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. Keadaan ini menyebabkan air buangan domestik menjadi berbau. Tabel 2.2 menunjukkan pengaruh dan penyebab air buangan domestik dari karateristik fisik.

Tabel 2.2 Karakteristik 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, garam, tanah liat, bahan organik yang halus dari buah-buahan asli, algae, organisme kecil	Memantulkan sinar, mengurangi produksi oksigen yang dihasilkan tumbuhan, merusak estetika dan mengganggu kehidupan biota
Warna	Benda terlarut seperti sisa bahan organik dari daun dan tanaman, buangan industri	Umumnya tidak berbahaya dan berpengaruh terhadap kualitas estetika lingkungan
Bau	Bahan volatil, gas terlarut, berasal dari pembusukan bahan organik, minyak terutama dari mikroorganisme	Petunjuk adanya pembusukan air limbah sehingga perludanya 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

2.3 Jenis Pengolahan Air Limbah

Pengolahan berdasarkan unit proses dan unit operasinya (Metcalf and Eddy, 1991) dapat dibedakan menjadi tiga jenis :

1. Pengolahan secara fisik

Merupakan proses pengolahan melakukan *removal* bahan pengotor secara fisik. Yang termasuk proses pengolahan secara fisik adalah *screening*, sedimentasi, filtrasi, adsorpsi (penyerapan fisik), dan floatasi.

2. Pengolahan secara kimiawi

Merupakan proses pengolahan dengan menggunakan *removal* atau konversi kontaminan yang menggunakan bahan kimia dalam air buangan. Yang termasuk proses pengolahan secara kimiawi adalah netralisasi, koagulasi-flokulasi, dan pertukaran ion.

3. Pengolahan secara biologis

Merupakan proses pengolahan dengan menggunakan *removal* kontaminan dalam air buangan melalui aktifitas biologis, yang berfungsi untuk menghilangkan bahan organik yang ada dalam air buangan tersebut.

2.4. *Roughing Filter*

Proses filtrasi adalah suatu pemisahan padatan dan cairan dimana cairan ditempatkan melalui media berpori untuk memisahkan zat padat tersuspensi halus yang mungkin ada. Diantara berbagai jenis filter yang ada, *Roughing filter* merupakan salah satu pengolahan pendahuluan yang umum dipakai dalam penyediaan air minum. Kelebihan filter ini adalah bahan baku media mudah diperoleh, tidak diperlukan tenaga ahli dalam pengoperasiannya, serta biaya pembuatan yang sangat rendah. (Sumber : Collins, dkk, 2003 dalam Triwardani, 2011).

Roughing filter menggunakan media dengan ukuran yang jauh lebih kasar dibandingkan dengan *slow filtration* maupun *rapid filtration*, seperti dapat dilihat

berikut ini (Sumber : Rooklidge J. Stephen, dan kawan-kawan, 2001 dalam Triwardani, 2011).

- a. *Slow sand filter* 0, 15 mm < diameter < 0, 35 mm
- b. *Rapid sand filter* 0, 50 mm < diameter < 2,0 mm
- c. *Roughing filter* diameter > 2,00 mm

Pada dasarnya ada dua jenis *roughing filter* yang dibedakan oleh arah alirannya, yaitu *roughing filter* aliran *vertikal* dan *roughing filter* aliran *horizontal*. Keterbatasan struktural reaktor menyebabkan kedalaman *filterbed* pada *roughing filter* aliran *vertikal* terbatas tetapi memungkinkan kecepatan filtrasi dan kecepatan pencucian yang lebih tinggi. Sedangkan *roughing filter* aliran *horizontal* memungkinkan penggunaan tinggi filter yang tak terbatas tetapi kecepatan filtrasinya lebih rendah dan memerlukan pembersihan media secara manual.

2.4.1. *Roughing Filter* Aliran Horizontal

Roughing filter aliran *horizontal* adalah proses dimana air mengalir secara *horizontal*. Pada *horizontal roughing filter* memungkinkan penggunaan panjang filter yang tidak terbatas tetapi dengan rate filtrasi *roughing filter* yang rendah dan biasanya pembersihan dilakukan secara manual. (Sumber : Rooklidge J. Stephen, dkk, 2001 dalam Triwardani, 2011).

2.4.2 Kriteria Desain *Roughing Filter*

Roughing filter aliran *horizontal* adalah proses dimana air mengalir secara *horizontal*. *Roughing filter* menggunakan media dengan ukuran yang jauh lebih kasar dan *rate filtrasi* yang lebih besar dibandingkan dengan *slow filtration* maupun *rapid filtration*, seperti dapat dilihat pada Tabel 2.2 dibawah ini :

Tabel 2.2. Ringkasan Parameter-parameter Desain

item	kolom		Rate filtrasi (m/hr)	Aliran desain (ml/min)	Area filter (m ²)	Ketebalan media filter (mm)		Catatan
	tinggi (mm)	diameter (mm)						
Roughing filter	1900	200	0.45	235	0.032	Gravel 1	450	1
			0.91	500		Gravel 2	450	1
						Gravel 3	450	1
Slow sand filter	2500	300	0.20	235	0.072	Sand	900	2
						Gravel 3	100	1
						Gravel 1	100	1
						Gravel Support	200	3
Slow sand filter with GAC	1600	300	0.20	235	0.072	Sand	500	2
						GAC	150	4
						Sand	250	2
						Gravel 3	100	1
						Gravel 1	100	1
						Gravel support	200	3

Catatan:

1. Kerikil 1 d₁₀ = 6-8 mm (UC < 1.41), kerikil 2 d₁₀ = 4-6 mm (UC < 1.45), kerikil 3 d₁₀ = 2-4 mm (UC < 1.6)
2. Filter Sand d₁₀ = 0.3-0.35 mm, UC < 2
3. SSF Gravel Support d₁₀ = 14-16 mm, UC < 1.8
4. Granular Activated Carbon, Calgon Carbon F400, d₁₀ = 0.55-0.75 mm (UC < 1.9)

(Sumber : Collins, dkk, 2003 dalam Triwardani, 2011)

Tabel 2.3. Perbedaan Antara *Roughing Filter*, *Slow Sand Filter* dan *Rapid Sand Filter*

No	Subyek	Slow Sand Filter	Rapid Sand Filter	Roughing Filter
1.	Kekeruhan air baku	< 50 NTU	<30 NTU	20-80 NTU
2.	Diameter media	0,15-0,35 mm	0,40-0,70 mm	> 2,0 mm
3.	Kedalaman/ketebalan media	1,0-1,4 m	0,8-1,0 m	2,0-2,5 m
4.	Kecepatan filtrasi	0,1-0,2 m/jam	4,0-10,0 m/jam	Dapat serendah pada slow sand filter atau lebih tinggi dari pada rapid sand filter
5.	Pencucian	1-3 bulan sekali	12-72 jam sekali	3-5 bulan sekali
6.	Cara Pencucian	Mencuci media bagian atas (50-80 mm) diluar bak filter	Cara pencucian dengan backwash upflow	Backwash dengan air atau dicampur udara, dan bila perlu media digali, dicuci dan dipakai lagi atau diganti
7.	Headloss	100 cm	50-80 cm	
8.	Underdrain system	Menggunakan sistem lateral manifold. Menggunakan standart bricks atau precast concrete blocks dengan lobang-lobang di atas atau porous concrete	Menggunakan sistem lateral-manifold	< 38 cm Menggunakan teepe atau sistem lateral manifold

(Sumber : Marsono, 1997)

Seperti jenis filter lainnya, kecepatan filtrasi memegang peran penting pada kinerja Roughing filter. Dalam rentang nilai 0,3 sampai 1,0 m/jam, roughing filter aliran horizontal bisa bekerja optimal dan masih dalam kelayakan dari sisi kualitas dan operasi rawatnya. Namun yang paling umum diterapkan adalah kecepatan 0,5 m/jam untuk kekeruhan rendah, dan 0,3 m/jam untuk yang kekeruhannya tinggi (<http://www.airlimbahku.com/2006/10/roughing-filter.html>).

2.5. Jenis Media

Media yang digunakan dalam penelitian ini ada tiga jenis yakni zeolite, gerabah dan arang aktif tempurung kelapa yang digunakan pada proses *roughing filter*. Ketiga media ini dipilih sebagai media filter karena jenis media ini mudah didapat.

2.5.1. Batu Zeolite

Zeolit adalah senyawa alumino silikat hidrat dengan logam alkali yang merupakan kelompok mineral yang terdiri dari beberapa jenis (*species*). Endapan zeolit biasanya terdapat dalam batuan sedimen piroklastik berbutir halus dengan komposisi riolitik. Kegunaan zeolit sangat luas seperti untuk bahan bangunan dan ornamen, semen puzzolan, bahan agregat ringan, bahan pengembang dan pengisi, tapal gigi, bahan penjernih air limbah dalam kolam ikan, makanan ternak, pemurni gas metan, gas alam dan gas bumi, penyerap zat (logam) racun dan lain-lain (<http://galeriilmiah.wordpress.com/2011/07/22/batuan-dan-kegunaannya/>)



Gambar 2.1 Batu Zeolite

2.5.2. Gerabah

Gerabah/lempung tanah liat terdiri dari leburan silika dan/atau aluminium yang halus. Unsur-unsur ini, silikon, oksigen, dan aluminium yang cocok digunakan sebagai penyaring alami. Gerabah yang digunakan untuk menjernihkan air adalah gerabah yang terdiri dari golongan gerabah yang lunak (baik putih maupun merah) dan golongan bahan untuk bahan bangunan misalnya bata merah, genting, ubin merah, pipa tanah, dan sebagainya. Semua itu dibuat dari bahan yang tahan api. Barang-barang yang menyerap air dari golongan gerabah lunak, terdiri dari bahan kaolin, tanah liat, dan kwarsa, hanya suhu pembakarannya lebih rendah dari porselen, yaitu 900-1200°C.



Gambar 2.2 Gerabah tanah liat

2.5.3. Karbon Aktif Tempurung Kelapa

Karbon aktif adalah karbon yang di proses sedemikian rupa sehingga pori – porinya terbuka, dan dengan demikian akan mempunyai daya serap yang tinggi. Karbon aktif merupakan karbon yang bebas serta memiliki permukaan dalam (internal surface), sehingga mempunyai daya serap yang baik. Keaktifan daya menyerap dari karbon aktif ini tergantung dari jumlah senyawa karbonnya yang berkisar antara 85 % sampai 95% karbon bebas. Karbon aktif yang berwarna hitam, tidak berbau, tidak terasa dan mempunyai daya serap yang jauh lebih besar dibandingkan dengan karbon aktif yang belum menjalani proses aktivasi, serta mempunyai permukaan yang luas, yaitu memiliki luas antara 300 sampai 2000 m/gram. Karbon aktif ini mempunyai dua bentuk sesuai ukuran butirannya, yaitu

karbon aktif bubuk dan karbon aktif granular (butiran). Karbon aktif bubuk ukuran diameter butirannya kurang dari atau sama dengan 325 mesh. Sedangkan karbon aktif granular ukuran diameter butirannya lebih besar dari 325 mesh.

Karbon aktif merupakan suatu bentuk arang yang telah melalui aktivasi dengan menggunakan gas CO₂, uap air atau bahan-bahan kimia sehingga pori-porinya terbuka dan dengan demikian daya absorpsinya menjadi lebih tinggi terhadap zat warna dan bau. Karbon aktif mengandung 5 sampai 15 persen air, 2 sampai 3 persen abu dan sisanya terdiri dari karbon. Karbon aktif berbentuk amorf terdiri dari pelat-pelat datar, disusun oleh atom-atom C yang terikat secara kovalen dalam suatu kisi heksagonal datar dengan satu atom C pada setiap sudutnya. Pelat-pelat tersebut bertumpuk-tumpuk satu sama lain membentuk kristal-kristal dengan sisa hidrokarbon, senyawa organik lain yang tertinggal pada permukaannya. Bahan baku karbon aktif dapat berasal dari bahan nabati atau turunannya dan bahan hewani. Mutu karbon aktif yang dihasilkan dari tempurung kelapa mempunyai daya serap tinggi, karena arang ini berpori-pori dengan diameter yang kecil, sehingga mempunyai internal yang luas. Luas permukaan arang adalah 2×10^4 cm² per gram, tetapi sesudah pengaktifan dengan bahan kimia mempunyai luas sebesar 5×10^6 sampai 15×10^7 cm² per gram. Ada 2 tahap utama proses pembuatan karbon aktif yakni proses karbonisasi dan proses aktivasi. Dijelaskan bahwa secara umum proses karbonisasi sempurna adalah pemanasan bahan baku tanpa adanya udara sampai temperatur yang cukup tinggi untuk mengeringkan dan menguapkan senyawa dalam karbon. Pada proses ini terjadi dekomposisi termal dari bahan yang mengandung karbon, dan menghilangkan spesies non karbonnya. Proses aktivasi bertujuan untuk meningkatkan volume dan memperbesar diameter pori setelah mengalami proses karbonisasi, dan meningkatkan penyerapan. Pada umumnya karbon aktif dapat di aktivasi dengan 2 (dua) cara, yaitu dengan cara aktivasi kimia dan aktivasi fisika.

- Aktivasi kimia, arang hasil karbonisasi direndam dalam larutan aktivasi sebelum dipanaskan. Pada proses aktivasi kimia, arang direndam dalam larutan pengaktifasi selama 24 jam lalu ditiriskan dan dipanaskan pada suhu 600 – 900°C selama 1 – 2 jam.

- Aktifasi fisika, yaitu proses menggunakan gas aktifasi misalnya uap air atau CO₂ yang dialirkan pada arang hasil karbonisasi. Proses ini biasanya berlangsung pada temperatur 800 – 11000C.

(http://www.purewatercare.com/karbon_aktif.php)



Gambar 2.3 Karbon Aktif Tempurung Kelapa

2.6. Parameter-Parameter

2.6.1. Biological Oxygen Demand (BOD)

Biochemical Oxygen Demand atau yang biasa dikenal dengan istilah BOD adalah suatu karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme (biasanya bakteri) untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik (Sumber : Hariyadi, 2004)

Pemeriksaan BOD dalam limbah didasarkan atas reaksi oksidasi zat-zat organik dengan oksigen dalam air dimana proses tersebut berlangsung karena adanya sejumlah bakteri. BOD adalah kebutuhan oksigen bagi sejumlah bakteri untuk menguraikan (mengoksidasikan) semua zat-zat organik yang terlarut maupun sebagai tersuspensi dalam air menjadi bahan organik yang lebih sederhana (Ginting, 2007 dalam Angga P 2011)

2.6.2 Total Suspended Solid (TSS)

Dalam air alam ditemui dua kelompok zat, yaitu zat terlarut seperti garam dan molekul organik, 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. (Sumber : Alaerts dan Santika, 1987).

2.6.3. Minyak dan Lemak

Minyak 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 mikroorganismenya.

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 (Titaheluw, 2010).

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

Lapisan minyak lemak yang berada di permukaan air akan 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 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 emulsifikasi yang menyebabkan air dan minyak dapat bercampur. (Suyasa, 2011)

2.7. Metode Pengolahan Data

2.7.1. Statistika Deskriptif dan Inferensi

Secara garis besar, statistik dibedakan menjadi 2 yaitu statistika deskriptif dan statistika inferensi. Metode statistika yang meringkas, menyajikan, dan mendeskripsikan data dalam bentuk yang mudah dibaca sehingga memberikan kemudahan dalam memberikan informasi disebut statistika deskriptif. Statistika deskriptif menyajikan data dalam tabel, grafik, ukuran pemusatan data, dan penyebaran data. Agar mendapatkan data lebih terperinci, kita memerlukan analisis data dengan metode statistika tertentu. Hasil analisis data akan memberikan informasi lebih rinci sehingga kita memperoleh suatu kesimpulan mengenai suatu fenomena berdasarkan sampel yang diambil. Analisis tersebut dinamakan statistika inferensi. Statistika inferensi sering disebut statistika induktif. Statistika inferensi memerlukan pengetahuan lebih mengenai konsep probabilitas yang biasa dikenal sebagai ilmu peluang. Ilmu peluang tidak lepas dari statistika karena membantu pengambilan keputusan statistik suatu data (Sumber : Iriawan dan Astuti, 2006 dalam Angga P 2011).

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

Analisa regresi adalah suatu analisa untuk menyatakan hubungan fungsional antara variable-variabel ke dalam bentuk persamaan matematis. Untuk analisis regresi akan dibedakan dua jenis variabel ialah variabel bebas atau variabel prediktor dan variabel tak bebas atau variabel respon. Pembuatan persamaan matematis dimaksudkan untuk

membantu peneliti di dalam melihat pola atau karakteristik hubungan antara variabel bebas dengan variabel tak bebas/terikat, bahkan biasanya digunakan untuk memprediksikan kondisi masa yang akan datang.

Jika variabel bebas dan variabel terikat yang terlibat dalam penelitian masing-masing hanya satu, maka dinamakan Regresi Linear Sederhana. Kemudian apabila hanya ada satu variabel terikat dan beberapa variabel bebas maka persamaan regresinya disebut Regresi Linear Berganda. Bentuk persamaan regresi secara umum adalah:

$$Y = a + bX_1 + cX_2 + \dots + kX_z$$

dimana:

Y = variabel terikat

a = konstanta

b = koefisien regresi

X_1 = variabel bebas

Pada analisa regresi juga diperlukan beberapa pengujian yaitu:

- Uji F yang digunakan untuk mengetahui apakah persamaan regresi bisa dipakai untuk memprediksi variabel terikat.
- Uji t digunakan untuk mengetahui signifikansi koefisien dan variabel bebas.

2.7.4. Pengantar Desain Eksperimen

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

2.7.4.1. Langkah-langkah dalam Desain Eksperimen

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

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

2.7.4.2. Analysis of Variance

Analysis of Variance atau sering dikenal ANOVA digunakan untuk menyelidiki hubungan antara variabel respon (dependen) dengan 1 atau beberapa variabel prediktor (independent). ANOVA sama dengan regresi, tetapi skala data variabel independen adalah data kategori yaitu skala ordinal atau nominal . Lebih lanjut ANOVA tidak mempunyai nominal. Uji ini dilakukan berdasarkan distribusi nilai F. Nilai F diperoleh dari rata-rata jumlah kuadrat (*mean square*) antar kelompok yang dibagi dengan rata-rata jumlah kuadrat dalam kelompok dengan rumus:

$$F = \frac{S_B^2}{S_W^2}$$

dimana: S_B^2 = varians antar kelompok

S_W^2 = varians dalam kelompok

(Sumber : Iriawan dan Astuti, 2006 dalam Angga P 2011).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimental yang dilaksanakan dalam skala laboratorium untuk menguji efektifitas zeolite, gerabah, dan karbon aktif sebagai media *roughing filter* aliran horizontal dalam menurunkan kadar BOD, TSS, dan Minyak lemak pada limbah domestik.

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi sampling : Perumahan Poharin Kota Malang, sebagai titik pengambilan sampel limbah cair.

Lokasi pengujian media : Laboratorium Teknik Lingkungan, ITN Malang sebagai tempat pengujian efektifitas zeolite, gerabah, karbon aktif sebagai media *roughing filter* aliran horizontal dalam menurunkan kadar BOD, TSS, dan Minyak lemak pada limbah domestik.

3.3 Variabel Penelitian

1. Variabel terikat :

- BOD
- TSS
- Minyak lemak

Parameter diatas merupakan parameter ruang media yang diteliti dari limbah cair domestik.

2. Variabel Tetap

A. Debit air

Debit air yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,2 l/menit, perhitungan debit didasarkan pada kecepatan filtrasi yang dipakai yaitu 0,3 m/jam. Waktu tinggal limbah domestik yang diperlukan saat awal masuk pertama/influent kedalam reaktor samapai keluar/effluent adalah 0,42 jam.

B. Diameter media yang digunakan dalam penelitian ini 6 mm. Karena untuk ukuran diameter roughing filter itu sendiri > 2 mm. Sedangkan pada *Slow sand filter* 0,15-0,35 mm, pada *Rapid sand Filter* 0,40-0,70 mm. (Sumber : Rooklidge J. Stephen, dkk, 2001 dalam Putra, 2006)

3. Varibel bebas :

A. Variasi ketinggian ruang media antara batu zeolite, gerabah, arang aktif tempurung kelapa

- ketinggian ruang media :35 cm batu zeolite : 30 cm gerabah : 35 cm arang aktif tempurung kelapa (R1)
- ketinggian ruang media :30 cm batu zeolite: 35 cm gerabah : 35 cm arang aktif tempurung kelapa (R2)
- ketinggian ruang media: 35 cm batu zeolite: 35 cm gerabah : 30 cm arang aktif tempurung kelapa (R3).

B. Variasi Waktu Operasional:

- Pengambilan pertama (jam ke-0)
Pengambilan sampel saat efluen keluar pertama
- Pengambilan kedua
Pengambilan sampel setelah 2 jam
- Pengambilan ketiga
Pengambilan sampel setelah 4 jam
- Pengambilan keempat
Pengambilan sampel setelah 6 jam
- Pengambilan kelima
Pengambilan sampel setelah 8 jam

Waktu pengambilan sampel dilakukan secara kontinyu selama waktu yang telah ditentukan.

3.4. Alat Dan Bahan Penelitian

3.4.1. Sampel Air

Sampel air yang digunakan berasal dari limbah cair domestik Perumahan Poharin Kota Malang yang berasal dari buangan dapur, pencucian pakaian, kamar mandi (selain tinja) (*grey water*). Pengambilan sampel dilakukan pada 05.30-08.00, karena pada waktu tersebut penghuni rumah melakukan banyak aktifitas dalam hal pemakaian air bersih, sehingga air limbah yang dibuang banyak (Alaerts, G, 1984). Titik sampling dilakukan pada saluran akhir pembuangan dari rumah yang merupakan gabungan dari buangan kamar mandi komunal dan buangan dapur. Dimana sampel diambil pada outlet saluran akhir pembuangan sebelum menuju saluran drainase. Selanjutnya sampel untuk pengujian diambil dari dua titik, titik pertama yaitu pada inlet reaktor atau outlet dari bak penampung (*reservoir*) sebelum masuk kedalam reaktor dan titik kedua yaitu pada outlet reaktor.

3.4.2. Alat

- a. Bak plastik besar 2 buah yang digunakan sebagai bak penampung air, dan bak penampung *effluent*
- b. Kran air digunakan untuk mengatur air yang keluar dari bak pengatur debit
- c. Oven digunakan untuk mengeringkan media setelah pencucian sebelum digunakan.
- d. Reaktor horizontal digunakan sebagai tempat media filter, terbuat dari kaca dengan ukuran :
 - Panjang : 120 cm
 - Lebar : 20 cm
 - Tinggi : 20 cm

3.4.3. Bahan

- a. Pecahan batu zeolite, pecahan gerabah, dan pecahan arang aktif tempurung kelapa sebesar 6 mm.
- b. Sampel air di ambil dari limbah domestik Perumahan Pondok Harapan Indah (block A, B, C, D) Malang.

3.4.4. Persiapan Alat

- a. Menyiapkan dua buah ember plastik, ember yang pertama digunakan sebagai bak penampung air sampel/influent diberi lubang untuk pipa. Ember yang kedua digunakan sebagai penampung effluent/ hasil filtrasi.
- b. Memotong pipa PVC ½” yang digunakan untuk penyaluran air kemudian dipasang satu persatu yaitu dari bak penampung influent ke bak *horizontal roughing filter* selanjutnya mengalir ke bak penampung effluent.
- d. Bak *horizontal roughing filter* terbuat dari kaca dengan panjang 120 cm, lebar 20 cm dan tinggi 20 cm, yang digunakan sebagai tempat media filter
- e. Untuk mengatur air yang keluar dari bak penampung air diberi keran
- f. Cara untuk mengatur besarnya debit yaitu dengan mengatur besarnya bukaan stop kran menuju reaktor dengan menggunakan gelas ukur dan stopwatch. Caranya adalah mengukur waktu yang diperlukan untuk menampung air sebanyak 0,2 liter pada gelas ukur untuk debit 0,2 l/menit maka diperlukan waktu 60 detik.

3.4.5. Persiapan media

- a. Untuk filtrasi dengan media arang aktif :

Media arang aktif harus dicuci sebelum dimasukan ke dalam reaktor. Hal ini bertujuan untuk agar media yang digunakan dalam keadaan bersih dan steril dari bakteri dan kotoran lainnya.

Selanjutnya, pada tahap pengeringan untuk media karbon aktif dilakukan dengan menggunakan oven, tujuan penggunaan oven ini dilakukan agar media yang masih basah dapat kering secara cepat dan homogen serta bersih dari

bakteri-bakteri yang mungkin masih terbawa dari proses pencucian. Untuk karbon aktif dari tempurung kelapa, proses Aktivasi dan karbonisasi dilakukan sesuai prosedur di bawah ini :

1. Melakukan proses karbonisasi dengan cara arang dimasukkan pada furnace pada suhu 600°C selama \pm 2 jam.
2. Mengeringkan karbon aktif dengan cara memanaskan dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam.
3. Karbon aktif dihaluskan, kemudian diayak dengan ukuran 6 mm.
4. Melakukan pencucian terhadap media zeolite dan gerabah dengan menggunakan aquadest.
5. Mengeringkan zeolite dan gerabah dengan cara dijemur lalu dioven pada suhu 105°C.

3.5. Proses Sampling

Pengambilan sampel dilakukan pada 05.30-08.00, karena pada waktu tersebut penghuni rumah melakukan banyak aktifitas dalam hal pemakaian air bersih, sehingga air limbah yang dibuang banyak (Alaerts, G, 1984).

1. Persiapan pengambilan sampel

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

2. Pengambilan sampel

Sampel air buangan yang diambil harus homogen, maka titik sampling dilakukan pada saluran akhir pembuangan dari rumah yang merupakan gabungan dari buangan kamar mandi komunal dan buangan dapur. Dimana sampel diambil pada outlet saluran akhir pembuangan sebelum menuju saluran drainase.

3. Analisa sampel

Parameter yang akan diturunkan dan dianalisa adalah BOD dan TSS dan minyak lemak.

4. Pengaliran sampel air limbah cair domestik dilakukan secara kontinyu.
5. Sampel untuk pengujian diambil dari dua titik, titik pertama yaitu pada inlet reaktor dan titik kedua yaitu pada outlet reaktor.

3.6 Pengoperasian alat

- a. Membuat alat *roughing filter* aliran *horizontal* dengan skala laboratorium.
- b. Bak *roughing filter* aliran *horizontal* diisi dengan media filter.
- c. Air sampel dialirkan dari bak penampung air menuju bak *roughing filter* aliran *horizontal* yang telah diisi media.
- d. Air keluar dari bak *roughing filter* kemudian ditampung dalam bak penampungan/*effluent* dan siap untuk dianalisa
- e. Melakukan hal yang sama seperti prosedur b, c, dan d dengan mengganti media dan variasi panjang media
- f. Air yang telah mengalami filtrasi diambil secukupnya untuk dianalisa.

3.7 Analisis Parameter Uji

Analisis parameter uji yang digunakan dalam penelitian ini yaitu analisis BOD dan TSS dan minyak lemak

3.7.1 *Biological Oxygen Demand (BOD)*

Analisis BOD terlarut dilakukan untuk mengetahui besarnya BOD terlarut awal dari air limbah sebelum dilaksanakan penelitian, yang nantinya akan dibandingkan dengan BOD terlarut *effluent* sehingga dapat diketahui penyisihan BOD₅ yang terjadi. Sampel yang digunakan untuk menganalisis BOD₅ terlarut terlebih dahulu disaring agar sampel terbebas dari padatan tersuspensi maupun koloid. Metode analisis yang digunakan adalah metode titrimetri (Alaerts dan Santika, 1987).

3.7.2 Total Suspended Solid (TSS)

Metode yang digunakan dalam menganalisis TSS adalah metode gravimetri. Prinsip metode gravimetri adalah 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 $\pm 105^{\circ}\text{C}$. Maka berat residu sesudah pengeringan adalah zat padat tersuspensi (TSS) (Alaerts dan Santika, 1987).

3.7.3 Minyak dan lemak

Metode yang digunakan dalam menganalisis minyak dan lemak adalah metode ekstraksi soxhlet, yaitu minyak dan lemak dalam air diekstraksi dengan pelarut organik dalam corong pisah. Untuk menghilangkan air yang masih tersisa sampel di oven pada suhu 105°C

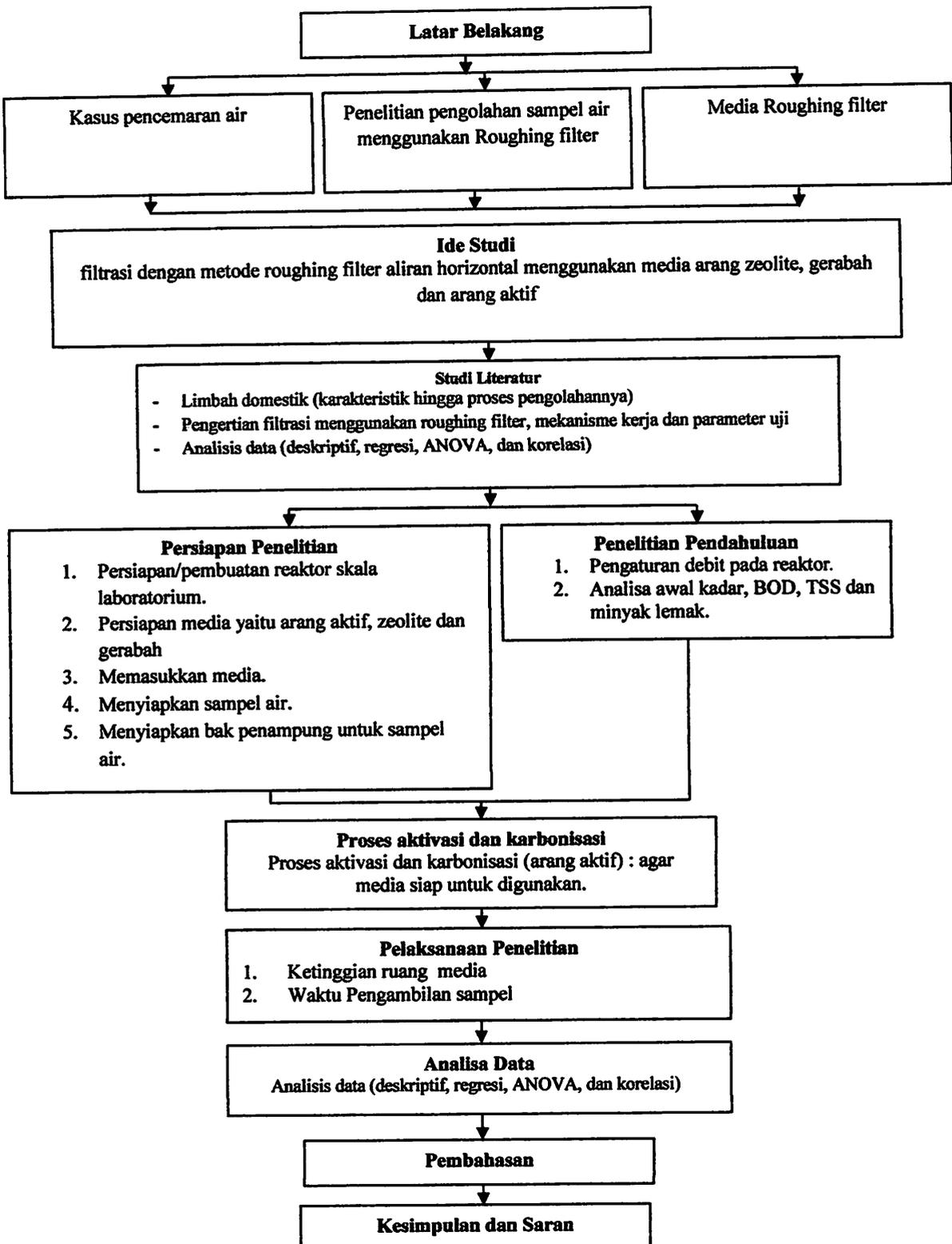
3.7 Analisis Data

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 data statistik menggunakan ANOVA untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang nyata atau tidak (secara statistic) antara berbagai variasi percobaan terhadap penurunan kadar BOD, TSS dan minyak lemak pada air limbah domestic.

3.8 Kerangka Penelitian



BAB IV

DATA ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik Limbah Cair Perumahan Pondok Harapan Indah Kota Malang

Dalam penelitian ini dilakukan analisa pendahuluan untuk memperoleh data karakteristik air limbah yang akan digunakan sebagai sampel influen pada reaktor. Berdasarkan analisa laboratorium yang dilakukan, diperoleh data karakteristik air limbah Perumahan Pondok Harapan Indah Kota Malang yang terdapat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Karakteristik Air Limbah Domestik Perumahan Pondok Harapan Indah Kota Malang

No.	Parameter	Hasil*)	Baku Mutu**)	Satuan
1.	BOD	122	100	mg/L
2.	TSS	114	100	mg/L
3.	Minyak Lemak	13	10	mg/L

Sumber : *) *Analisa Laboratorium Lingkungan ITN Malang*

**) *Kepmen Negara LH No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik*

Berdasarkan Kepmen Negara Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik kadar maksimum yang diperbolehkan untuk BOD dan TSS adalah 100 mg/l serta Minyak Lemak adalah 10 g/L. Dari hasil analisa tersebut diketahui bahwa konsentrasi BOD, TSS dan Minyak Lemak yang ada melampaui baku mutu jika dibandingkan dengan Kepmen Negara LH No. 5 Tahun 2014. Sehingga dilakukan penelitian untuk menurunkan konsentrasi BOD dan TSS pada limbah Perumahan Pondok Harapan Indah Kota Malang menggunakan reaktor *Roughing filter* aliran *horizontal*.

4.2 Konsentrasi BOD, TSS dan Minyak Lemak Setelah Proses Pengolahan

Dari hasil penelitian yang dilakukan reaktor *Roughing filter* aliran *horizontal* mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi BOD dan TSS dengan tingkat penurunan yang bervariasi seiring dengan perlakuan waktu operasional.

Analisis persentase penurunan BOD, TSS dan Minyak Lemak pada setiap variasinya digunakan rumus :

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

Besarnya persentase penurunan konsentrasi BOD, TSS dan Minyak Lemak pada masing-masing reaktor dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.2. Konsentrasi dan persentase BOD Setelah Proses pengolahan

Reaktor	Konsentrasi Awal (mg/l)	Waktu (jam)	Konsentrasi Akhir BOD (mg/l)	Persentase Penyisihan BOD (%)
1	122	0	119	3
	122	2	116	5
	122	4	108	11
	122	6	99	19
	122	8	90	26
2	122	0	118	4
	122	2	113	8
	122	4	104	14
	122	6	96	22
	122	8	88	28
3	122	0	120	2
	122	2	118	4
	122	4	110	10
	122	6	107	13
	122	8	96	21

Sumber : Hasil penelitian dan perhitungan.

Berdasarkan tabel 4.2 didapatkan persentase penurunan konsentrasi BOD pada masing-masing reaktor adalah 3%-26% pada reaktor I dan 4%-28% pada reaktor II serta 2%-21% pada reaktor III.

Tabel 4.3. Konsentrasi dan persentase TSS Setelah Proses pengolahan

Reaktor	Konsentrasi Awal (mg/l)	Waktu (jam)	Konsentrasi Akhir TSS (mg/l)	Persentase Penyisihan TSS (%)
1	114	0	102	11
	114	2	90	21
	114	4	73	36
	114	6	60	48
	114	8	40	65
2	114	0	102	10
	114	2	93	19
	114	4	74	35
	114	6	62	46
	114	8	42	63
3	114	0	107	6
	114	2	96	16
	114	4	83	27
	114	6	68	40
	114	8	51	55

Sumber : Hasil penelitian dan perhitungan.

Berdasarkan tabel 4.3 didapatkan persentase penurunan konsentrasi TSS pada masing-masing reaktor adalah 11%-65% pada reaktor I dan 10%-63% pada reaktor II serta 6%-55% pada reaktor III.

Tabel 4.4. Konsentrasi dan persentase Minyak Lemak Setelah Proses pengolahan

Reaktor	Konsentrasi Awal (mg/l)	Waktu (jam)	Konsentrasi Akhir Minyak Lemak (mg/l)	Persentase Penyisihan Minyak Lemak (%)
1	13	0	11	18
	13	2	10	26
	13	4	9	33
	13	6	7	49
	13	8	4	67
2	13	0	11	23
	13	2	9	31
	13	4	7	46
	13	6	5	54
	13	8	3	77
3	13	0	12	15
	13	2	10	23
	13	4	9	31
	13	6	7	38
	13	8	6	54

Sumber : Hasil penelitian dan perhitungan.

Berdasarkan tabel 4.4 didapatkan persentase penurunan konsentrasi Minyak Lemak pada masing-masing reaktor adalah 18%-67% pada reaktor I dan 23%-77% pada reaktor II serta 15%-54% pada reaktor III.

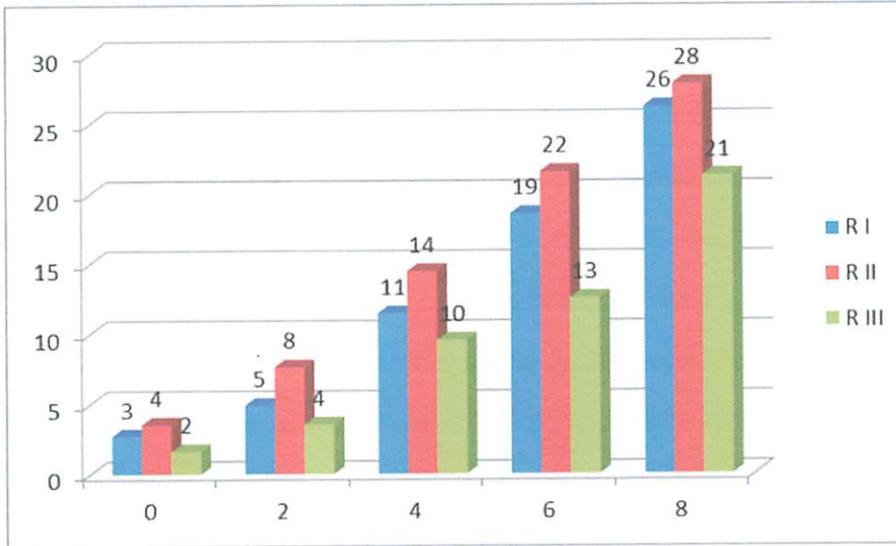
4.3 Analisis Statistkik

4.3.1 Analisis Deskriptif

4.3.1.1 Analisis Deskriptif Penurunan BOD

Berdasarkan tabel 4.2 menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair menggunakan reaktor *Roughing filter aliran horizontal* mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi BOD dengan tingkat penurunan yang bervariasi. Variasi yang digunakan adalah waktu operasional yaitu 0, 2, 4, 6 dan 8 jam.

Berdasarkan data persentase penurunan konsentrasi BOD pada masing-masing reaktor pada tabel 4.2 maka dapat diplotkan menjadi sebuah grafik persentase penurunan konsentrasi BOD pada gambar 4.1 berikut ini:



Gambar 4.1 Persentase penurunan konsentrasi BOD

Berdasarkan tabel 4.2 dan gambar 4.1 menunjukkan bahwa persentase penurunan konsentrasi BOD cenderung semakin naik seiring dengan semakin lamanya waktu operasional. Persentase penurunan BOD pada reaktor I dari waktu operasional jam ke 0 ke jam 2 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 2%, jam ke 2 ke jam 4 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 6%, jam ke 4 ke jam 6 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 8%, jam ke 6 ke jam 8 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 7%. Persentase penurunan BOD tertinggi pada reaktor I sebesar 26% terjadi pada waktu operasional jam ke 8, sedangkan persentase penurunan BOD terendah sebesar 3% terjadi pada waktu operasional jam ke 0.

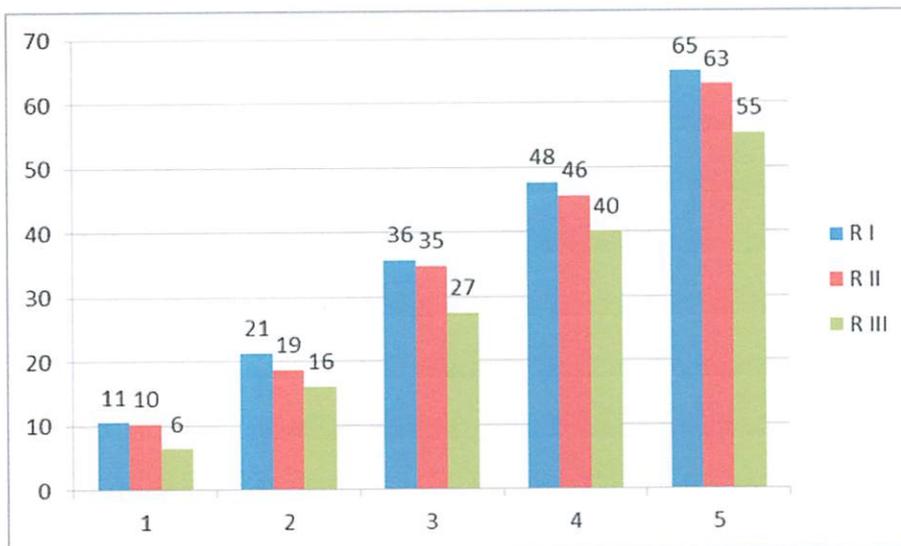
Persentase penurunan BOD pada reaktor II dari waktu operasional jam ke 0 ke jam 2 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 4%, jam ke 2 ke jam 4 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 6%, jam ke 4 ke jam 6 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 8%, jam ke 6 ke jam 8 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 8%. Persentase penurunan BOD tertinggi pada reaktor II sebesar 28% terjadi pada waktu operasional jam ke 8, sedangkan persentase penurunan BOD terendah sebesar 4% terjadi pada waktu operasional jam ke 0.

Persentase penurunan BOD pada reaktor III dari waktu operasional jam ke 0 ke jam 2 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 2%, jam ke 2 ke jam 4 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 6%, jam ke 4 ke jam 6 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 3%, jam ke 6 ke jam 8 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 7%. Persentase penurunan BOD tertinggi pada reaktor III sebesar 21% terjadi pada waktu operasional jam ke 8, sedangkan persentase penurunan BOD terendah sebesar 2% terjadi pada waktu operasional jam ke 0.

4.3.1.2 Analisis Deskriptif Penurunan TSS

Berdasarkan tabel 4.3 menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair menggunakan *Roughing filter* aliran *horizontal* mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi TSS dengan tingkat penurunan yang bervariasi. Variasi yang digunakan adalah waktu operasional yaitu 0, 2, 4, 6 dan 8 jam.

Berdasarkan data persentase penurunan konsentrasi TSS pada masing-masing reaktor pada tabel 4.3 maka dapat diplotkan menjadi sebuah grafik persentase penurunan konsentrasi TSS pada gambar 4.2 berikut ini:



Gambar 4.2. Persentase penurunan konsentrasi TSS

Berdasarkan tabel 4.3 dan gambar 4.2 menunjukkan bahwa persentase penurunan konsentrasi TSS cenderung semakin naik seiring dengan semakin lamanya waktu operasional. Persentase penurunan TSS pada reaktor I dari waktu operasional jam ke 0 ke jam 2 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 10%, jam ke 2 ke jam 4 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 15%, jam ke 4 ke jam 6 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 12%, jam ke 6 ke jam 8 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 17%. Persentase penurunan TSS tertinggi pada reaktor I sebesar 65% terjadi pada waktu operasional jam ke 8, sedangkan persentase penurunan TSS terendah sebesar 11% terjadi pada waktu operasional jam ke 0.

Persentase penurunan TSS pada reaktor II dari waktu operasional jam ke 0 ke jam 2 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 9%, jam ke 2 ke jam 4 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 16%, jam ke 4 ke jam 6 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 11%, jam ke 6 ke jam 8 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 17%. Persentase penurunan TSS tertinggi pada reaktor II sebesar 63% terjadi pada waktu operasional jam ke 8, sedangkan persentase penurunan TSS terendah sebesar 10% terjadi pada waktu operasional jam ke 0.

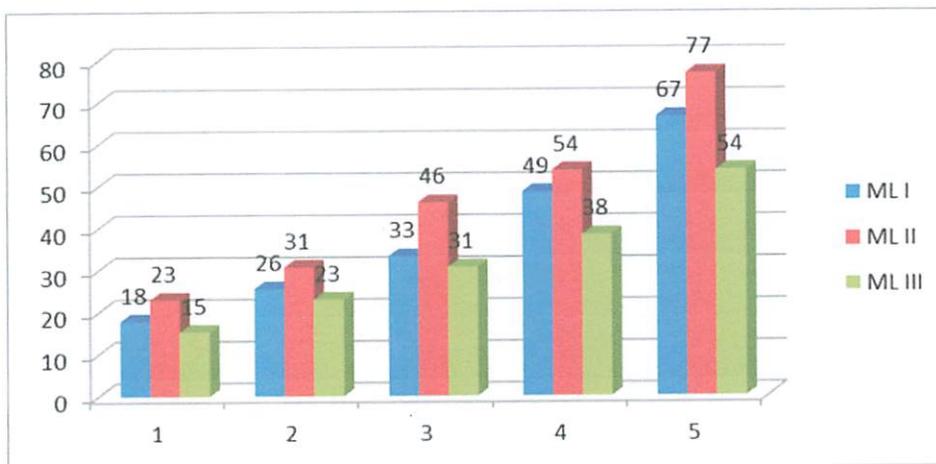
Persentase penurunan TSS pada reaktor III dari waktu operasional jam ke 0 ke jam 2 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 10%, jam ke 2 ke jam 4 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 11%, jam ke 4 ke jam 6 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 13%, jam ke 6 ke jam 8 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 15%. Persentase penurunan TSS tertinggi pada reaktor III sebesar 55% terjadi pada waktu operasional jam ke 8, sedangkan persentase penurunan TSS terendah sebesar 6% terjadi pada waktu operasional jam ke 0.

4.3.1.3 Analisis Deskriptif Penurunan Minyak Lemak

Berdasarkan tabel 4.4 menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair menggunakan *Roughing filter* aliran *horizontal* mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi Minyak Lemak dengan tingkat penurunan yang

bervariasi. Variasi yang digunakan adalah waktu operasional yaitu 0, 2, 4, 6 dan 8 jam.

Berdasarkan data persentase penurunan konsentrasi Minyak Lemak pada masing-masing reaktor pada tabel 4.4 maka dapat diplotkan menjadi sebuah grafik persentase penurunan konsentrasi Minyak Lemak pada gambar 4.3 berikut ini:



Gambar 4.3 Persentase penurunan konsentrasi Minyak Lemak

Berdasarkan tabel 4.4 dan gambar 4.3 menunjukkan bahwa persentase penurunan konsentrasi Minyak Lemak cenderung semakin naik seiring dengan semakin lamanya waktu operasional. Persentase penurunan Minyak Lemak pada reaktor I dari waktu operasional jam ke 0 ke jam 2 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 8%, jam ke 2 ke jam 4 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 7%, jam ke 4 ke jam 6 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 16%, jam ke 6 ke jam 8 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 18%. Persentase penurunan Minyak Lemak tertinggi pada reaktor I sebesar 67% terjadi pada waktu operasional jam ke 8, sedangkan persentase penurunan Minyak Lemak terendah sebesar 18% terjadi pada waktu operasional jam ke 0.

Persentase penurunan Minyak Lemak pada reaktor II dari waktu operasional jam ke 0 ke jam 2 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 8%, jam

ke 2 ke jam 4 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 15%, jam ke 4 ke jam 6 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 8%, jam ke 6 ke jam 8 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 23%. Persentase penurunan Minyak Lemak tertinggi pada reaktor II sebesar 77% terjadi pada waktu operasional jam ke 8, sedangkan persentase penurunan TSS terendah sebesar 23% terjadi pada waktu operasional jam ke 0.

Persentase penurunan Minyak Lemak pada reaktor III dari waktu operasional jam ke 0 ke jam 2 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 8%, jam ke 2 ke jam 4 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 8%, jam ke 4 ke jam 6 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 7%, jam ke 6 ke jam 8 mempunyai nilai selisih persentase penurunan sebesar 16%. Persentase penurunan Minyak Lemak tertinggi pada reaktor III sebesar 54% terjadi pada waktu operasional jam ke 8, sedangkan persentase penurunan Minyak Lemak terendah sebesar 15% terjadi pada waktu operasional jam ke 0.

4.3.2 Analisis Korelasi

Analisis korelasi dilakukan untuk mengukur tingkat keeratan hubungan linear antara variabel yang diamati.

Analisis korelasi ini juga terdapat hipotesa ada tidaknya korelasi antar variabel, dimana :

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

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

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

4.3.2.1 Analisis Korelasi Untuk Persentase Penyisihan BOD

Analisis korelasi dilakukan untuk mengetahui tingkat keeratan persentase penyisihan BOD dengan ketinggian media dan waktu operasional, hasil uji korelasi dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut ini:

Tabel 4.5 Hasil uji korelasi antara waktu operasional (jam) terhadap persentase (%) penyisihan BOD pada Reaktor I

<p>Correlations Analysis: (%) penyisihan; waktu pengambilan sampel</p> <p>Pearson correlation of %penyisihan and waktu = 0.983 P-Value = 0.003</p>

Keterangan :

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

Keputusan:

Nilai korelasi antara variasi waktu operasional terhadap persentase penyisihan BOD sebesar 0,983. Artinya hubungan antara variasi waktu operasional terhadap persentase penyisihan kuat karena mendekati 1. Untuk nilai probabilitas variasi waktu operasional terhadap penyisihan BOD sebesar 0,003 (<0,05) maka menolak hipotesis (H_0). Artinya nilai persentase penyisihan BOD terhadap waktu operasional signifikan. Hubungan antara variasi waktu operasional terhadap persentase penyisihan BOD searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai korelasi, yang berarti semakin besar waktu operasional maka persentase penyisihan BOD semakin meningkat.

Tabel 4.6 Hasil uji korelasi antara waktu operasional (jam) terhadap persentase (%) penyisihan BOD pada Reaktor II

<p>Correlations Analysis: (%) penyisihan; waktu pengambilan sampel</p> <p>Pearson correlation of r2 and waktu = 0.994 P-Value = 0.001</p>
--

Keterangan :

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

P-value : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

Keputusan:

Nilai korelasi antara variasi waktu operasional terhadap persentase penyisihan BOD sebesar 0,994. Artinya hubungan antara variasi waktu operasional terhadap persentase penyisihan kuat karena mendekati 1. Untuk nilai probabilitas variasi waktu operasional terhadap penyisihan BOD sebesar 0,001 ($<0,05$) maka menolak hipotesis (H_0). Artinya nilai persentase penyisihan BOD terhadap waktu operasional signifikan. Hubungan antara variasi waktu operasional terhadap persentase penyisihan BOD searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai korelasi, yang berarti semakin besar waktu operasional maka persentase penyisihan BOD semakin meningkat.

Tabel 4.7 Hasil uji korelasi antara waktu operasional (jam) terhadap persentase (%) penyisihan BOD pada Reaktor III

Correlations Analysis: (%) penyisihan; waktu pengambilan sampel

Pearson correlation of r3 and waktu = 0.980
P-Value = 0.003

Keterangan :

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

P-value : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

Keputusan:

Nilai korelasi antara variasi waktu operasional terhadap persentase penyisihan BOD sebesar 0,980. Artinya hubungan antara variasi waktu operasional terhadap persentase penyisihan kuat karena mendekati 1. Untuk nilai

probabilitas variasi waktu operasional terhadap penyisihan BOD sebesar 0,003 ($<0,05$) maka menolak hipotesis (H_0). Artinya nilai persentase penyisihan BOD terhadap waktu operasional signifikan. Hubungan antara variasi waktu operasional terhadap persentase penyisihan BOD searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai korelasi, yang berarti semakin besar waktu operasional maka persentase penyisihan BOD semakin meningkat.

4.3.2.2 Analisis Korelasi Untuk Persentase Penyisihan TSS

Analisis korelasi dilakukan untuk mengetahui tingkat keeratan persentase penyisihan TSS dengan ketinggian media dan waktu operasional, hasil uji korelasi dapat dilihat pada tabel 4.8 berikut ini:

Tabel 4.8 Hasil uji korelasi antara waktu operasional (jam) terhadap persentase (%) penyisihan TSS pada Reaktor I

Correlations Analysis: (%) penyisihan; waktu pengambilan sampel

Pearson correlation of r1 and waktu = 0.997
P-Value = 0.000

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 diketahui bahwa nilai korelasi antara variasi waktu operasional terhadap persentase penyisihan TSS sebesar 0,997. Artinya hubungan antara variasi waktu operasional terhadap persentase penyisihan kuat karena mendekati 1. Untuk nilai probabilitas variasi waktu operasional terhadap penyisihan TSS sebesar 0,000 ($<0,05$) maka menolak hipotesis (H_0). Artinya nilai persentase penyisihan TSS terhadap waktu operasional signifikan. Hubungan antara variasi waktu operasional terhadap persentase penyisihan TSS searah hal

ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai korelasi, yang berarti semakin besar waktu operasional maka persentase penyisihan TSS semakin meningkat.

Tabel 4.9 Hasil uji korelasi antara waktu operasional (jam) terhadap persentase (%) penyisihan TSS pada Reaktor II

<p>Correlations Analysis: (%) penyisihan; waktu pengambilan sampel</p> <p>Pearson correlation of r2 and waktu = 0.995 P-Value = 0.000</p>
--

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 diketahui bahwa nilai korelasi antara variasi waktu operasional terhadap persentase penyisihan TSS sebesar 0,995. Artinya hubungan antara variasi waktu operasional terhadap persentase penyisihan kuat karena mendekati 1. Untuk nilai probabilitas variasi waktu operasional terhadap penyisihan TSS sebesar 0,000 ($<0,05$) maka menolak hipotesis (H_0). Artinya nilai persentase penyisihan TSS terhadap waktu operasional signifikan. Hubungan antara variasi waktu operasional terhadap persentase penyisihan TSS searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai korelasi, yang berarti semakin besar waktu operasional maka persentase penyisihan TSS semakin meningkat.

Tabel 4.10 Hasil uji korelasi antara waktu operasional (jam) terhadap persentase (%) penyisihan TSS pada Reaktor III

<p>Correlations Analysis: (%) penyisihan; waktu pengambilan sampel</p> <p>Pearson correlation of r3 and waktu = 0.997 P-Value = 0.000</p>
--

Keterangan :

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

P-value : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

Keputusan:

Berdasarkan tabel 4.9 diketahui bahwa nilai korelasi antara variasi waktu operasional terhadap persentase penyisihan TSS sebesar 0,997. Artinya hubungan antara variasi waktu operasional terhadap persentase penyisihan kuat karena mendekati 1. Untuk nilai probabilitas variasi waktu operasional terhadap penyisihan TSS sebesar 0,000 ($<0,05$) maka menolak hipotesis (H_0). Artinya nilai persentase penyisihan TSS terhadap waktu operasional signifikan. Hubungan antara variasi waktu operasional terhadap persentase penyisihan TSS searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai korelasi, yang berarti semakin besar waktu operasional maka persentase penyisihan TSS semakin meningkat.

4.3.2.2 Analisis Korelasi Untuk Persentase Penyisihan Minyak Lemak

Analisis korelasi dilakukan untuk mengetahui tingkat keeratan persentase penyisihan Minyak Lemak dengan ketinggian media dan waktu operasional, hasil uji korelasi dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.11 Hasil uji korelasi antara waktu operasional (jam) terhadap persentase (%) penyisihan Minyak Lemak pada Reaktor I

<p>Correlations Analysis: (%) penyisihan; waktu pengambilan sampel</p> <p>Pearson correlation of r1 and waktu = 0.978 P-Value = 0.004</p>
--

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 diketahui bahwa nilai korelasi antara variasi waktu operasional terhadap persentase penyisihan Minyak Lemak sebesar 0,978. Artinya hubungan antara variasi waktu operasional terhadap persentase penyisihan kuat karena mendekati 1. Untuk nilai probabilitas variasi waktu operasional terhadap penyisihan Minyak Lemak sebesar 0,004 ($<0,05$) maka menolak hipotesis (H_0). Artinya nilai persentase penyisihan Minyak Lemak terhadap waktu operasional signifikan. Hubungan antara variasi waktu operasional terhadap persentase penyisihan Minyak Lemak searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai korelasi, yang berarti semakin besar waktu operasional maka persentase penyisihan Minyak Lemak semakin meningkat.

Tabel 4.11 Hasil uji korelasi antara waktu operasional (jam) terhadap persentase (%) penyisihan Minyak Lemak pada Reaktor II

<p>Correlations Analysis: (%) penyisihan; waktu pengambilan sampel</p> <p>Pearson correlation of r2 and waktu = 0.982 P-Value = 0.003</p>
--

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 diketahui bahwa nilai korelasi antara variasi waktu operasional terhadap persentase penyisihan Minyak Lemak sebesar 0,982. Artinya hubungan antara variasi waktu operasional terhadap persentase penyisihan kuat

karena mendekati 1. Untuk nilai probabilitas variasi waktu operasional terhadap penyisihan Minyak Lemak sebesar 0,003 ($<0,05$) maka menolak hipotesis (H_0). Artinya nilai persentase penyisihan Minyak Lemak terhadap waktu operasional signifikan. Hubungan antara variasi waktu operasional terhadap persentase penyisihan Minyak Lemak searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai korelasi, yang berarti semakin besar waktu operasional maka persentase penyisihan Minyak Lemak semakin meningkat.

Tabel 4.11 Hasil uji korelasi antara waktu operasional (jam) terhadap persentase (%) penyisihan Minyak Lemak pada Reaktor III

Correlations Analysis: (%) penyisihan; waktu pengambilan sampel	
Pearson correlation of r3 and waktu =	0.985
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 diketahui bahwa nilai korelasi antara variasi waktu operasional terhadap persentase penyisihan Minyak Lemak sebesar 0,985. Artinya hubungan antara variasi waktu operasional terhadap persentase penyisihan kuat karena mendekati 1. Untuk nilai probabilitas variasi waktu operasional terhadap penyisihan Minyak Lemak sebesar 0,002 ($<0,05$) maka menolak hipotesis (H_0). Artinya nilai persentase penyisihan Minyak Lemak terhadap waktu operasional signifikan. Hubungan antara variasi waktu operasional terhadap persentase penyisihan Minyak Lemak searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai korelasi, yang berarti semakin besar waktu operasional maka persentase penyisihan Minyak Lemak semakin meningkat.

4.3.3 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 = 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.

4.3.3.1 Analisis Regresi Untuk Persentase Penyisihan BOD

Analisis regresi dilakukan untuk mengetahui besarnya hubungan persentase penyisihan BOD dengan waktu operasional, hasil uji regresi dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.12 Hasil Uji Regresi antara waktu operasional (jam) Terhadap persentase (%) penyisihan BOD pada Reaktor I

Regression Analysis: (%) penyisihan; waktu pengambilan sampel					
The regression equation is					
r1 = 0.80 + 3.00 waktu					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	0.800	1.600	0.50	0.651	
waktu	3.0000	0.3266	9.19	0.003	
S = 2.06559	R-Sq = 96.6%		R-Sq(adj) = 95.4%		

Pada tabel 4.8 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

Pada tabel 4.8 dapat kita ketahui :

a) Analisis regresi yang dilakukan, model regresi yang didapat yaitu :

$$Y = 0,80 + 3,00X$$

Dimana :

Y = Persentase Penyisihan BOD

X =Waktu operasional (jam)

Persamaan regresi pada tabel 4.8 dapat disimpulkan :

- Konstanta sebesar 0,800 yang menyatakan bahwa jika waktu operasional konstan maka persentase penurunan BOD sebesar 0,800 %.
 - Koefisien regresi sebesar 3,00 untuk variasi waktu operasional (X) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu operasional sebesar 2 jam akan meningkatkan prosentase penyisihan BOD sebesar 3,00 % dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.
- b). Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R Square = r^2) sebesar 96,6 %. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi BOD dipengaruhi oleh waktu operasional, sedangkan sisanya 3,4 % penurunan penyisihan BOD dipengaruhi oleh faktor lainnya.
- c). Uji t untuk menguji signifikan koefisien dan variabel bebas
- Berdasarkan nilai t
Uji t dilakukan untuk menguji signifikan koefisien dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka didapat distribusi tabel $t=3,182$. Nilai t variasi waktu operasional pada tabel 4.8 adalah sebesar 9,19. Untuk variasi waktu operasional t hitung > statistik t

tabel jadi keputusannya adalah H_0 ditolak dan H_1 diterima. Maka kesimpulannya variasi waktu operasional berpengaruh secara signifikan terhadap presentase penyisihan BOD.

- Berdasarkan probabilitas

Terlihat pada tabel 4.8 nilai probabilitas (P) untuk variasi waktu operasional sebesar 0,003. Untuk variasi waktu operasional probabilitasnya $p < 0,05$ sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan.

Tabel 4.13 Hasil Uji Regresi antara waktu operasional (jam) Terhadap persentase (%) penyisihan BOD pada Reaktor II

Regression Analysis: (%) penyisihan; waktu pengambilan sampel					
The regression equation is					
$r^2 = 2.80 + 3.10 \text{ waktu}$					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	2.8000	0.9381	2.98	0.058	
waktu	3.1000	0.1915	16.19	0.001	
S = 1.21106		R-Sq = 98.9%		R-Sq(adj) = 98.5%	

Pada tabel 4.13 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

Pada tabel 4.13 dapat kita ketahui :

- b) Analisis regresi yang dilakukan, model regresi yang didapat yaitu :

$$Y = 2,80 + 3,10X$$

Dimana :

Y = Persentase Penyisihan BOD

X = Waktu operasional (jam).

Persamaan regresi pada tabel 4.8 dapat disimpulkan :

- Konstanta sebesar 2,80 yang menyatakan bahwa jika waktu operasional konstan maka persentase penurunan BOD sebesar 2,80 %.
 - Koefisien regresi sebesar 3,10 untuk variasi waktu operasional (X) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu operasional sebesar 2 jam akan meningkatkan prosentase penyisihan BOD sebesar 3,10 % dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.
- b). Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R Square = r^2) sebesar 98,9 %. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi BOD dipengaruhi oleh waktu operasional, sedangkan sisanya 1,1 % penurunan penyisihan BOD dipengaruhi oleh faktor lainnya.
- c). Uji t untuk menguji signifikan koefisien dan variabel bebas
- Berdasarkan nilai t
Uji t dilakukan untuk menguji signifikan koefisien dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka didapat distribusi tabel $t=3,182$. Nilai t variasi waktu operasional pada tabel 4.8 adalah sebesar 16,19. Untuk variasi waktu operasional t hitung > statistik t tabel jadi keputusannya adalah H_0 ditolak dan H_1 diterima. Maka kesimpulannya variasi waktu operasional berpengaruh secara signifikan terhadap presentase penyisihan BOD.
 - Berdasarkan probabilitas
Terlihat pada tabel 4.8 nilai probabilitas (P) untuk variasi waktu operasional sebesar 0,001. Untuk variasi waktu operasional probabilitasnya $p < 0,05$ sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan.

Tabel 4.13 Hasil Uji Regresi antara waktu operasional (jam) Terhadap persentase (%) penyisihan BOD pada Reaktor I

Regression Analysis: (%) penyisihan; waktu pengambilan sampel				
The regression equation is				
$r3 = 0.60 + 2.35 \text{ waktu}$				
Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	0.600	1.349	0.44	0.687
waktu	2.3500	0.2754	8.53	0.003
S = 1.74165		R-Sq = 96.0%	R-Sq(adj) = 94.7%	

Pada tabel 4.13 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

Pada tabel 4.13 dapat kita ketahui :

c) Analisis regresi yang dilakukan, model regresi yang didapat yaitu :

$$Y = 0,60 + 2,35X$$

Dimana :

Y = Persentase Penyisihan BOD

X = Waktu operasional (jam).

Persamaan regresi pada tabel 4.8 dapat disimpulkan :

- Konstanta sebesar 0,60 yang menyatakan bahwa jika waktu operasional konstan maka persentase penurunan BOD sebesar 0,60 %.
- Koefisien regresi sebesar 2,35 untuk variasi waktu operasional (X) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu operasional sebesar 2 jam akan meningkatkan prosentase penyisihan BOD sebesar 2,35 % dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.

b). Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R Square = r^2) sebesar 96,0 %. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi BOD dipengaruhi oleh waktu operasional, sedangkan sisanya 4 % penurunan penyisihan BOD dipengaruhi oleh faktor lainnya.

c). Uji t untuk menguji signifikan koefisien dan variabel bebas

- Berdasarkan nilai t

Uji t dilakukan untuk menguji signifikan koefisien dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka didapat distribusi tabel $t=3,182$. Nilai t variasi waktu operasional pada tabel 4.8 adalah sebesar 8,53. Untuk variasi waktu operasional t hitung > statistik t tabel jadi keputusannya adalah H_0 ditolak dan H_1 diterima. Maka kesimpulannya variasi waktu operasional berpengaruh secara signifikan terhadap presentase penyisihan BOD.

- Berdasarkan probabilitas

Terlihat pada tabel 4.8 nilai probabilitas (P) untuk variasi waktu operasional sebesar 0,003. Untuk variasi waktu operasional probabilitasnya $p < 0,05$ sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan.

4.3.3.1 Analisis Regresi Untuk Persentase Penyisihan TSS

Analisis regresi dilakukan untuk mengetahui besarnya hubungan persentase penyisihan TSS dengan waktu operasional, hasil uji regresi dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.14 Hasil Uji Regresi antara waktu operasional (jam) Terhadap persentase (%) penyisihan TSS pada Reactor I

Regression Analysis: (%) penyisihan; waktu pengambilan sampel					
The regression equation is					
$r1 = 9.20 + 6.75 \text{ waktu}$					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	9.200	1.568	5.87	0.010	
waktu	6.7500	0.3202	21.08	0.000	
S = 2.02485		R-Sq = 99.3%		R-Sq(adj) = 99.1%	

Pada tabel 4.8 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

Pada tabel 4.8 dapat kita ketahui :

a) Analisis regresi yang dilakukan, model regresi yang didapat yaitu :

$$Y = 9,20 + 6,75X$$

Dimana :

Y = Persentase Penyisihan TSS

X =Waktu operasional (jam).

Persamaan regresi pada tabel 4.8 dapat disimpulkan :

- Konstanta sebesar 9,20 yang menyatakan bahwa jika waktu operasional konstan maka persentase penurunan TSS sebesar 9,20 %.
 - Koefisien regresi sebesar 6,75 untuk variasi waktu operasional (X) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu operasional sebesar 2 jam akan meningkatkan prosentase penyisihan TSS sebesar 6,75 % dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.
- b). Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R Square = r^2) sebesar 99,3 %. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi TSS dipengaruhi oleh waktu operasional, sedangkan sisanya 0,7 % penurunan penyisihan TSS dipengaruhi oleh faktor lainnya.
- c). Uji t untuk menguji signifikan koefisien dan variabel bebas
- Berdasarkan nilai t

Uji t dilakukan untuk menguji signifikan koefisien dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka didapat distribusi tabel $t=3,182$. Nilai t variasi waktu operasional pada tabel 4.8 adalah sebesar 21,08. Untuk variasi waktu operasional t hitung > statistik t tabel jadi keputusannya adalah H_0 ditolak dan H_1 diterima. Maka kesimpulannya variasi waktu operasional berpengaruh secara signifikan terhadap presentase penyisihan TSS.

- Berdasarkan probabilitas
Terlihat pada tabel 4.8 nilai probabilitas (P) untuk variasi waktu operasional sebesar 0,000. Untuk variasi waktu operasional probabilitasnya $p < 0,05$ sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan.

Tabel 4.15 Hasil Uji Regresi antara waktu operasional (jam) Terhadap persentase (%) penyisihan TSS pada Reactor II

Regression Analysis: (%) penyisihan; waktu pengambilan sampel					
The regression equation is					
$r^2 = 8.00 + 6.65 \text{ waktu}$					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	8.000	1.806	4.43	0.021	
waktu	6.6500	0.3686	18.04	0.000	
S = 2.33095		R-Sq = 99.1%		R-Sq(adj) = 98.8%	

Pada tabel 4.15 memuat keterangan sebagai berikut :

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

Pada tabel 4.15 dapat kita ketahui :

- a) Analisis regresi yang dilakukan, model regresi yang didapat yaitu :

$$Y = 8,00 + 6,65X$$

Dimana :

Y = Persentase Penyisihan TSS

X = Waktu operasional (jam).

Persamaan regresi pada tabel 4.8 dapat disimpulkan :

- Konstanta sebesar 8,00 yang menyatakan bahwa jika waktu operasional konstan maka persentase penurunan TSS sebesar 8,00 %.
- Koefisien regresi sebesar 6,65 untuk variasi waktu operasional (X) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu operasional sebesar 2 jam akan meningkatkan prosentase penyisihan TSS sebesar 6,65 % dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.

- b). Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R Square = r^2) sebesar 99,1 %. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi TSS dipengaruhi oleh waktu operasional, sedangkan sisanya 0,9 % penurunan penyisihan TSS dipengaruhi oleh faktor lainnya.
- c). Uji t untuk menguji signifikan koefisien dan variabel bebas
- Berdasarkan nilai t
Uji t dilakukan untuk menguji signifikan koefisien dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka didapat distribusi tabel $t=3,182$. Nilai t variasi waktu operasional pada tabel 4.8 adalah sebesar 18,04. Untuk variasi waktu operasional t hitung > statistik t tabel jadi keputusannya adalah H_0 ditolak dan H_1 diterima. Maka kesimpulannya variasi waktu operasional berpengaruh secara signifikan terhadap presentase penyisihan TSS.
 - Berdasarkan probabilitas
Terlihat pada tabel 4.8 nilai probabilitas (P) untuk variasi waktu operasional sebesar 0,000. Untuk variasi waktu operasional probabilitasnya $p < 0,05$ sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan.

Tabel 4.16 Hasil Uji Regresi antara waktu operasional (jam) Terhadap persentase (%) penyisihan TSS pada Reactor III

Regression Analysis: (%) penyisihan; waktu pengambilan sampel					
The regression equation is					
$r3 = 4.40 + 6.10 \text{ waktu}$					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	4.400	1.442	3.05	0.055	
waktu	6.1000	0.2944	20.72	0.000	
S = 1.86190		R-Sq = 99.3%		R-Sq(adj) = 99.1%	

Pada tabel 4.8 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

Pada tabel 4.8 dapat kita ketahui :

a) Analisis regresi yang dilakukan, model regresi yang didapat yaitu :

$$Y = 4,40 + 6,10X$$

Dimana :

Y = Persentase Penyisihan TSS

X =Waktu operasional (jam).

Persamaan regresi pada tabel 4.8 dapat disimpulkan :

- Konstanta sebesar 8,00 yang menyatakan bahwa jika waktu operasional konstan maka persentase penurunan TSS sebesar 8,00 %.
 - Koefisien regresi sebesar 6,10 untuk variasi waktu operasional (X) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu operasional sebesar 2 jam akan meningkatkan prosentase penyisihan TSS sebesar 6,10 % dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.
- b). Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R Square = r^2) sebesar 99,3 %. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi TSS dipengaruhi oleh waktu operasional, sedangkan sisanya 0,7 % penurunan penyisihan TSS dipengaruhi oleh faktor lainnya.
- c). Uji t untuk menguji signifikan koefisien dan variabel bebas
- Berdasarkan nilai t
Uji t dilakukan untuk menguji signifikan koefisien dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka didapat distribusi tabel $t=3,182$. Nilai t variasi waktu operasional pada tabel 4.8 adalah sebesar 20,72. Untuk variasi waktu operasional t hitung > statistik t tabel jadi keputusannya adalah H_0 ditolak dan H_1 diterima. Maka kesimpulannya variasi waktu operasional berpengaruh secara signifikan terhadap presentase penyisihan TSS.

- Berdasarkan probabilitas
Terlihat pada tabel 4.8 nilai probabilitas (P) untuk variasi waktu operasional sebesar 0,000. Untuk variasi waktu operasional probabilitasnya $p < 0,05$ sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan.

4.3.3.2 Analisis Regresi Untuk Persentase Penyisihan Minyak Lemak

Analisis regresi dilakukan untuk mengetahui besarnya hubungan persentase penyisihan Minyak Lemak dengan waktu operasional, hasil uji regresi dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.17 Hasil Uji Regresi antara waktu operasional (jam) Terhadap persentase (%) penyisihan Minyak Lemak pada reactor I

Regression Analysis: (%) penyisihan; waktu pengambilan sampel					
The regression equation is					
r1 = 14.4 + 6.05 waktu					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	14.400	3.608	3.99	0.028	
waktu	6.0500	0.7365	8.21	0.004	
S = 4.65833		R-Sq = 95.7%		R-Sq(adj) = 94.3%	

Pada tabel 4.17 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

Pada tabel 4.17 dapat kita ketahui :

- Analisis regresi yang dilakukan, model regresi yang didapat yaitu :
 $Y = 14,4 + 6,05X$

Dimana :

Y = Persentase Penyisihan Minyak Lemak

X = Waktu operasional (jam).

Persamaan regresi pada tabel 4.8 dapat disimpulkan :

- Konstanta sebesar 14,4 yang menyatakan bahwa jika waktu operasional konstan maka persentase penurunan Minyak Lemak sebesar 14,4 %.
 - Koefisien regresi sebesar 6,05 untuk variasi waktu operasional (X) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu operasional sebesar 2 jam akan meningkatkan prosentase penyisihan Minyak Lemak sebesar 6,05 % dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.
- b). Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R Square = r^2) sebesar 95,7 %. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi Minyak Lemak dipengaruhi oleh waktu operasional, sedangkan sisanya 4,3 % penurunan penyisihan Minyak Lemak dipengaruhi oleh faktor lainnya.
- c). Uji t untuk menguji signifikan koefisien dan variabel bebas
- Berdasarkan nilai t
Uji t dilakukan untuk menguji signifikan koefisien dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka didapat distribusi tabel $t=3,182$. Nilai t variasi waktu operasional pada tabel 4.8 adalah sebesar 8,21. Untuk variasi waktu operasional t hitung > statistik t tabel jadi keputusannya adalah H_0 ditolak dan H_1 diterima. Maka kesimpulannya variasi waktu operasional berpengaruh secara signifikan terhadap presentase penyisihan Minyak Lemak.
 - Berdasarkan probabilitas
Terlihat pada tabel 4.8 nilai probabilitas (P) untuk variasi waktu operasional sebesar 0,004. Untuk variasi waktu operasional probabilitasnya $p < 0,05$ sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan.

Tabel 4.18 Hasil Uji Regresi antara waktu operasional (jam) Terhadap persentase (%) penyisihan Minyak Lemak pada reactor II

Regression Analysis: (%) penyisihan; waktu pengambilan sampel					
The regression equation is					
r2 = 20.0 + 6.55 waktu					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	20.000	3.541	5.65	0.011	
waktu	6.5500	0.7228	9.06	0.003	
S = 4.57165 R-Sq = 96.5% R-Sq(adj) = 95.3%					

Pada tabel 4.18 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

Pada tabel 4.18 dapat kita ketahui :

a) Analisis regresi yang dilakukan, model regresi yang didapat yaitu :

$$Y = 20,0 + 6,55X$$

Dimana :

Y = Persentase Penyisihan Minyak Lemak

X =Waktu operasional (jam).

Persamaan regresi pada tabel 4.8 dapat disimpulkan :

- Konstanta sebesar 20,0 yang menyatakan bahwa jika waktu operasional konstan maka persentase penurunan Minyak Lemak sebesar 20,0 %.
- Koefisien regresi sebesar 6,55 untuk variasi waktu operasional (X) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu operasional sebesar 2 jam akan meningkatkan prosentase penyisihan Minyak Lemak sebesar 6,55 % dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.

- b). Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R Square = r^2) sebesar 96,5 %. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi Minyak Lemak dipengaruhi oleh waktu operasional, sedangkan sisanya 3,5 % penurunan penyisihan Minyak Lemak dipengaruhi oleh faktor lainnya.
- c). Uji t untuk menguji signifikan koefisien dan variabel bebas
- Berdasarkan nilai t
Uji t dilakukan untuk menguji signifikan koefisien dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka didapat distribusi tabel $t=3,182$. Nilai t variasi waktu operasional pada tabel 4.8 adalah sebesar 9,06. Untuk variasi waktu operasional t hitung $>$ statistik t tabel jadi keputusannya adalah H_0 ditolak dan H_1 diterima. Maka kesimpulannya variasi waktu operasional berpengaruh secara signifikan terhadap presentase penyisihan Minyak Lemak.
 - Berdasarkan probabilitas
Terlihat pada tabel 4.8 nilai probabilitas (P) untuk variasi waktu operasional sebesar 0,003. Untuk variasi waktu operasional probabilitasnya $p < 0,05$ sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan.

Tabel 4.19 Hasil Uji Regresi antara waktu operasional (jam) Terhadap persentase (%) penyisihan Minyak Lemak pada reactor III

Regression Analysis: (%) penyisihan; waktu pengambilan sampel				
The regression equation is				
$r3 = 13.6 + 4.65 \text{ waktu}$				
Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	13.600	2.276	5.98	0.009
waktu	4.6500	0.4646	10.01	0.002
S = 2.93825 R-Sq = 97.1% R-Sq(adj) = 96.1%				

Pada tabel 4.8 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

Pada tabel 4.8 dapat kita ketahui :

a) Analisis regresi yang dilakukan, model regresi yang didapat yaitu :

$$Y = 13,6 + 4,65X$$

Dimana :

Y = Persentase Penyisihan Minyak Lemak

X =Waktu operasional (jam).

Persamaan regresi pada tabel 4.8 dapat disimpulkan :

- Konstanta sebesar 13,6 yang menyatakan bahwa jika waktu operasional konstan maka persentase penurunan Minyak Lemak sebesar 20,013,6 %.
 - Koefisien regresi sebesar 4,65 untuk variasi waktu operasional (X) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu operasional sebesar 2 jam akan meningkatkan prosentase penyisihan Minyak Lemak sebesar 4,65 % dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.
- b). Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R Square = r^2) sebesar 97,1 %. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi Minyak Lemak dipengaruhi oleh waktu operasional, sedangkan sisanya 2,9 % penurunan penyisihan Minyak Lemak dipengaruhi oleh faktor lainnya.
- c). Uji t untuk menguji signifikan koefisien dan variabel bebas
- Berdasarkan nilai t

Uji t dilakukan untuk menguji signifikan koefisien dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka didapat distribusi tabel $t=3,182$. Nilai t variasi waktu operasional pada tabel 4.8 adalah sebesar 10,01. Untuk variasi waktu operasional t hitung > statistik t tabel jadi keputusannya adalah H_0 ditolak dan H_1 diterima. Maka kesimpulannya variasi waktu operasional berpengaruh secara signifikan terhadap presentase penyisihan Minyak Lemak.

- Berdasarkan probabilitas
Terlihat pada tabel 4.8 nilai probabilitas (P) untuk variasi waktu operasional sebesar 0,002. Untuk variasi waktu operasional probabilitasnya $p < 0,05$ sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan.

4.3.4 Analisis ANOVA One Way

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

Dalam analisis ANOVA terdapat hipotesis masalah, yaitu :

$H_0 = 1 = 2 = 3 = 4 = 5 = 6$ (identik)

$H_1 = 1 \neq 2 \neq 3 \neq 4 \neq 5 \neq 6$ (tidak identik)

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

Nilai probabilitas,

Jika probabilitas $\geq 0,05$, H_0 diterima

Jika probabilitas $< 0,05$, H_0 ditolak

Nilai F hitung,

F hitung output $>$ F tabel, H_0 ditolak

F hitung output $<$ F tabel, H_0 diterima

4.3.4.1 Analisis Anova One Way untuk Persentase Penyisihan BOD

Analisis anova dilakukan untuk mengetahui besarnya pengaruh ketinggian media dan waktu operasional terhadap persentase penyisihan BOD, hasil analisis untuk waktu operasional terhadap persentase penyisihan BOD dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.20 Hasil Uji ANOVA antara waktu operasional Terhadap persentase (%) penyisihan BOD pada reaktor I

One Way ANOVA Analysis: (%) penyisihan; waktu pengambilan sampel					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	193.6	193.6	3.75	0.089
Error	8	412.8	51.6		
Total	9	606.4			
S = 7.183		R-Sq = 31.93%		R-Sq(adj) = 23.42%	

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 6.59. Nilai F hitung output waktu operasional adalah 3.75. Nilai probabilitas waktu operasional adalah 0,089.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi 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 persentase penyisihan BOD terhadap waktu operasional dalam perlakuan tersebut tidak identik atau terdapat perbedaan yang tidak signifikan.

Tabel 4.20 Hasil Uji ANOVA antara waktu operasional Terhadap persentase (%) penyisihan BOD pada reaktor II

One Way ANOVA Analysis: (%) penyisihan; waktu pengambilan sampel					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	313.6	313.6	5.85	0.042
Error	8	428.8	53.6		
Total	9	742.4			
S = 7.321		R-Sq = 42.24%		R-Sq(adj) = 35.02%	

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 6,59. Nilai F hitung output waktu operasional adalah 5,85. Nilai probabilitas waktu operasional adalah 0,042.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi 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 persentase penyisihan BOD terhadap waktu operasional dalam perlakuan tersebut memang tidak identik atau terdapat perbedaan yang signifikan.

Tabel 4.22 Hasil Uji ANOVA antara waktu operasional Terhadap persentase (%) penyisihan BOD pada reaktor III

One Way ANOVA Analysis: (%) penyisihan; waktu pengambilan sampel					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	90.0	90.0	2.67	0.141
Error	8	270.0	33.8		
Total	9	360.0			
S = 5.809		R-Sq = 25.00%		R-Sq(adj) = 15.63%	

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 6,59. Nilai F hitung output waktu operasional adalah 2,67. Nilai probabilitas waktu operasional adalah 0,141.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi 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 persentase penyisihan BOD terhadap waktu operasional dalam perlakuan tersebut memang tidak identik atau terdapat perbedaan yang tidak signifikan.

4.3.4.2 Analisis Anova One Way untuk Persentase Penyisihan TSS

Analisis anova dilakukan untuk mengetahui besarnya pengaruh ketinggian media dan waktu operasional terhadap persentase penyisihan TSS, hasil analisis untuk waktu operasional terhadap persentase penyisihan TSS dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.23 Hasil Uji ANOVA antara waktu operasional Terhadap persentase (%) penyisihan TSS pada Reaktor I

One Way ANOVA Analysis: (%) penyisihan; waktu pengambilan sampel					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	2592	2592	11.06	0.010
Error	8	1875	234		
Total	9	4467			

S = 15.31 R-Sq = 58.03% R-Sq(adj) = 52.78%

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 6,59. Nilai F hitung output waktu operasional adalah 11,06. Nilai probabilitas waktu operasional adalah 0,010.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu operasional adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai F hitung >

F tabel dan nilai $P < 0,05$. Artinya bahwa persentase penyisihan TSS terhadap waktu operasional dalam perlakuan tersebut memang identik atau terdapat perbedaan yang signifikan.

Tabel 4.24 Hasil Uji ANOVA antara waktu operasional Terhadap persentase (%) penyisihan TSS pada Reaktor II

One Way ANOVA Analysis: (%) penyisihan; waktu pengambilan sampel					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	2341	2341	10.26	0.013
Error	8	1825	228		
Total	9	4166			

S = 15.10 R-Sq = 56.19% R-Sq(adj) = 50.71%

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 6,59. Nilai F hitung output waktu operasional adalah 10,26. Nilai probabilitas waktu operasional adalah 0,013.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu operasional adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai F hitung > F tabel dan nilai $P < 0,05$. Artinya bahwa persentase penyisihan TSS terhadap waktu operasional dalam perlakuan tersebut memang identik atau terdapat perbedaan yang signifikan.

Tabel 4.25 Hasil Uji ANOVA antara waktu operasional Terhadap persentase (%) penyisihan TSS pada Reaktor III

One Way ANOVA Analysis: (%) penyisihan; waktu pengambilan sampel					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	1538	1538	7.99	0.022
Error	8	1539	192		
Total	9	3076			

S = 13.87 R-Sq = 49.98% R-Sq(adj) = 43.73%

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 6,59. Nilai F hitung output waktu operasional adalah 7,99. Nilai probabilitas waktu operasional adalah 0,022.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu operasional adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai F hitung > F tabel dan nilai P < 0,05. Artinya bahwa persentase penyisihan TSS terhadap waktu operasional dalam perlakuan tersebut memang identik atau terdapat perbedaan yang signifikan.

4.3.4.3 Analisis Anova One Way untuk Persentase Penyisihan Minyak Lemak

Analisis anova dilakukan untuk mengetahui besarnya pengaruh ketinggian media dan waktu operasional terhadap persentase penyisihan Minyak Lemak, hasil analisis untuk waktu operasional terhadap persentase penyisihan Minyak Lemak dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.26 Hasil Uji ANOVA antara waktu operasional Terhadap persentase (%) penyisihan Minyak Lemak pada Reaktor I

One Way ANOVA Analysis: (%) penyisihan; waktu pengambilan sampel					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	2993	2993	15.26	0.005
Error	8	1569	196		
Total	9	4562			

S = 14.01 R-Sq = 65.60% R-Sq(adj) = 61.30%

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 6,59. Nilai F hitung output waktu operasional adalah 15,26. Nilai probabilitas waktu operasional adalah 0,005.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu operasional adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai F hitung > F tabel dan nilai P < 0,05. Artinya bahwa persentase penyisihan Minyak Lemak terhadap waktu operasional dalam perlakuan tersebut memang identik atau terdapat perbedaan yang signifikan.

Tabel 4.27 Hasil Uji ANOVA antara waktu operasional Terhadap persentase (%) penyisihan Minyak Lemak pada Reaktor II

One Way ANOVA Analysis: (%) penyisihan; waktu pengambilan sampel					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	4452	4452	19.58	0.002
Error	8	1819	227		
Total	9	6271			

S = 15.08 R-Sq = 71.00% R-Sq(adj) = 67.37%

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 6,59. Nilai F hitung output waktu operasional adalah 19,58. Nilai probabilitas waktu operasional adalah 0,002.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu operasional adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai F hitung > F tabel dan nilai P < 0,05. Artinya bahwa persentase penyisihan Minyak Lemak terhadap waktu operasional dalam perlakuan tersebut memang identik atau terdapat perbedaan yang signifikan.

Tabel 4.28 Hasil Uji ANOVA antara waktu operasional Terhadap persentase (%) penyisihan Minyak Lemak pada Reaktor III

One Way ANOVA Analysis: (%) penyisihan; waktu pengambilan sampel					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	1988	1988	17.09	0.003
Error	8	931	116		
Total	9	2919			

S = 10.79 R-Sq = 68.11% R-Sq(adj) = 64.13%

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 6,59. Nilai F hitung output waktu operasional adalah 17,09. Nilai probabilitas waktu operasional adalah 0,003.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu operasional adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai F hitung > F tabel dan nilai $P < 0,05$. Artinya bahwa persentase penyisihan Minyak Lemak terhadap waktu operasional dalam perlakuan tersebut memang identik atau terdapat perbedaan yang signifikan.

4.4 Pembahasan

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair Perumahan Pondok Harapan Indah Kota Malang dengan menggunakan reaktor *Roughing filter aliran Horizontal* mampu menurunkan konsentrasi BOD, TSS dan Minyak Lemak.

4.4.1 Penurunan Konsentrasi BOD

Pada tabel 4.2 dapat diketahui bahwa hasil dari konsentrasi akhir BOD setelah proses pengolahan berkisar antara 119 mg/l - 88 mg/l. Dari gambar 4.3 menunjukkan bahwa persentase penyisihan BOD tertinggi sebesar 28 % yaitu pada dengan tinggi media 100 cm, dengan komposisi media didalamnya yaitu tinggi 30 cm zeolite : 35 cm gerabah : 35 cm arang aktif dengan waktu operasional 8 jam, sedangkan persentase penyisihan BOD terendah sebesar 2 % yaitu pada variasi dengan tinggi media 100 cm, dengan komposisi media didalamnya yaitu tinggi 35 cm zeolite : 35 cm gerabah : 30 cm arang aktif dengan waktu operasional jam ke 0 (saat effluent pertama keluar).

Pada proses pengolahan ini terdapat media karbon aktif yang terbuat dari tempurung kelapa. Karbon aktif dipilih karena mampu menyerap (sebagai *adsorben*) berbagai material organik dan anorganik dalam air. (Triandini, 2001). Karbon aktif sangat berguna sebagai media filtrasi karena tidak hanya mampu memisahkan partikel solid secara fisik namun mampu menyerap berbagai material dalam air termasuk BOD. Efektifitas dari karbon aktif dalam meremoval bahan organik ini dikarenakan besarnya luas permukaan yang merupakan faktor penting dalam proses adsorpsi (Cheremisinoff, 2002)

Media gerabah/tembikar yang digunakan juga mempunyai kemampuan dalam menyerap kandungan pencemar dari limbah cair. Gerabah/tembikar memiliki nilai porositas sebesar 0,48. Dengan porositas yang tinggi memungkinkan air untuk mudah merembes pada gerabah/tembikar, sehingga memiliki kemampuan menyerap kandungan BOD yang baik, karena ukuran media dan porositas berpengaruh terhadap penurunan BOD (Janah dan Karnaningrum, 2009).

Pada tabel 4.2 dan Gambar 4.1 terlihat bahwa Reaktor Roughing filter II lebih efektif dalam menurunkan parameter BOD yang terdapat pada air limbah domestik, dengan tinggi media 100 cm, dengan komposisi media didalamnya yaitu tinggi 30 cm zeolite : 35 cm gerabah : 35 cm arang aktif. Kemampuan Reaktor Roughing filter II dapat melakukan proses penyisihan parameter BOD hingga jam ke 8 dengan nilai presentase penyisihan sebesar 28%, dengan nilai penurunan sebesar 88 mg/l. Berdasarkan KEPMEN LH no 5 Tahun 2014, tentang Standar Baku Mutu Air Limbah Domestik kadar maksimum yang diperbolehkan untuk BOD adalah 100 mg/l. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi akhir BOD 88mg/l dibawah 100 mg/l, maka memenuhi standart kualitas baku mutu air limbah domestik.

4.4.2 Penurunan Konsentrasi TSS

Pada tabel 4.3 dapat diketahui bahwa hasil dari konsentrasi akhir TSS setelah proses pengolahan berkisar antara 107 mg/l - 42 mg/l. Dari gambar 4.3 menunjukkan bahwa persentase penyisihan TSS tertinggi sebesar 65 % yaitu pada dengan tinggi media 100 cm, dengan komposisi media didalamnya yaitu tinggi 30 cm zeolite : 35 cm gerabah : 35 cm arang aktif dengan waktu operasional 8 jam, sedangkan persentase penyisihan TSS terendah sebesar 6 % yaitu pada variasi dengan tinggi media 100 cm, dengan komposisi media didalamnya yaitu tinggi 35 cm zeolite : 35 cm gerabah : 30 cm arang aktif dengan waktu operasional jam ke 0 (saat effluent pertama keluar).

Terdapatnya *Total Suspended Solid* (TSS) dalam jumlah yang berlebihan di dalam air akan mengakibatkan kualitas air menurun, karena adanya absorbs

oksigen yang ada didalam air berkurang dan akan menyebabkan fotosintesis tidak dapat berjalan (Alearts G dan Sumentri,1984).

Kecepatan debit terhadap filter sangat berpengaruh dalam proses filtrasi. Debit yang terlalu cepat menyebabkan tidak berfungsinya filter secara efisien. Proses penyaringan tidak dapat berjalan dengan sempurna akibat adanya aliran air yang terlalu cepat dalam melewati rongga diantara butiran media filter. Hal ini menyebabkan berkurangnya waktu kontak antara permukaan butiran media filter dengan air yang disaring. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang didapatkan yaitu semakin kecil debit maka efisiensi penyisihan TSS semakin tinggi. Selain itu, penyisihan yang baik pada roughing filter tercapai dengan baik saat kecepatan filtrasi rendah (Boller, 1993).

Penurunan konsentrasi TSS lebih disebabkan oleh proses filtrasi akibat air limbah yang dialirkan melewati lapisan media. Karakteristik media (koefisien keseragaman, ukuran dan luas permukaan butiran) berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi TSS. Semakin kecil diameter maka akan mempertinggi kerapatan media sehingga memperbesar daya saring. Keseragaman diameter mampu mengalirkan air limbah ke dalam media secara merata terjadi kontak pada hampir seluruh media dan luas permukaan butiran semakin memperbesar akan terjadi kontak dengan seluruh air limbah (Wiasi, Agni, 2005)

Pada tabel 4.3 dan Gambar 4.2 terlihat bahwa Reaktor Roughing filter I lebih efektif dalam menurunkan parameter TSS yang terdapat pada air limbah domestik, dengan tinggi media 100 cm, dengan komposisi media didalamnya yaitu tinggi 35 cm zeolite : 30 cm gerabah : 35 cm arang aktif. Kemampuan Reaktor Roughing filter I dapat melakukan proses penyisihan parameter TSS hingga jam ke 8 dengan nilai presentase penyisihan sebesar 65%, dengan nilai penurunan sebesar 40 mg/l. Nilai penurunan TSS berada dibawah standart baku mutu yang telah ditetapkan. Berdasarkan KEPMEN LH no 5 Tahun 2014, tentang Standar Baku Mutu Air Limbah Domestik kadar maksimum yang diperbolehkan untuk TSS adalah 100 mg/l. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi akhir TSS 40 mg/l dibawah 100 mg/l, maka memenuhi standart kualitas baku mutu air limbah domestik.

4.4.3 Penurunan Konsentrasi Minyak Lemak

Pada tabel 4.4 dapat diketahui bahwa hasil dari konsentrasi akhir Minyak Lemak setelah proses pengolahan berkisar antara 12 mg/l - 3 mg/l. Dari gambar 4.4 menunjukkan bahwa persentase penyisihan Minyak Lemak tertinggi sebesar 77% yaitu pada dengan tinggi media 100 cm, dengan komposisi media didalamnya yaitu tinggi 35 cm zeolite : 30 cm gerabah : 35 cm arang aktif dengan waktu operasional 8 jam, sedangkan persentase penyisihan Minyak Lemak terendah sebesar 15 % yaitu pada variasi dengan tinggi media 100 cm, dengan komposisi media didalamnya yaitu tinggi 35 cm zeolite : 35 cm gerabah : 30 cm arang aktif dengan waktu operasional jam ke 0 (saat effluent pertama keluar).

Salah satu media yang digunakan dalam penelitian ini adalah karbon aktif dengan diameter 6 mm. Ukuran partikel lebih kecil dapat mengadsorpsi substansi lebih banyak bila dibandingkan dengan partikel berukuran lebih besar. Hal ini dikarenakan karbon aktif merupakan padatan yang bersifat porous sehingga dapat menyerap berbagai bahan organik, salah satunya adalah minyak lemak (Cheremisinoff, 2002). Karbon aktif yang akan digunakan sebagai media diaktivasi terlebih dahulu melalui proses pemanasan sehingga pori-porinya terbuka, dengan demikian akan mempunyai daya serap yang tinggi. Dengan terbukanya pori-pori pada karbon aktif, maka karbon aktif mampu menyerap molekul lain yang mempunyai ukuran lebih kecil dari ukuran porinya. Proses 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 minyak lemak. Akan tetapi pada proses adsorpsi pada suatu saat akan mengalami titik kejenuhan dimana adsorben tidak bisa lagi melakukan penyerapan sehingga perlu dilakukan proses regenerasi yaitu proses pengaktifan kembali atau pergantian adsorben. (Supranto 1996).

Pada tabel 4.4 dan Gambar 4.3 terlihat bahwa Reaktor Roughing filter II lebih efektif dalam menurunkan parameter Minyak Lemak yang terdapat pada air limbah domestik, dengan tinggi media 100 cm, dengan komposisi media

didalamnya yaitu tinggi 30 cm zeolite : 35 cm gerabah : 35 cm arang aktif. Kemampuan Reaktor Roughing filter II dalam melakukan proses penyisihan parameter Minyak Lemak hingga jam ke 8 dengan nilai presentase penyisihan sebesar 77%, dengan nilai penurunan sebesar 3 mg/l. Berdasarkan KEPMEN LH no 5 Tahun 2014, tentang Standar Baku Mutu Air Limbah Domestik kadar maksimum yang diperbolehkan untuk Minyak Lemak adalah 10 mg/l. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi akhir Minyak Lemak 3mg/l dibawah 10 mg/l, maka memenuhi standart kualitas baku mutu air limbah domestik.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

1. KESIMPULAN

- Reaktor *Roughing Filter aliran horizontal* mampu menurunkan konsentrasi BOD, TSS, dan Minyak Lemak. Media yang digunakan adalah zeolite, gerabah dan arang aktif. Adapun kemampuan masing-masing reaktor sebagai berikut:
 - *Roughing Filter aliran horizontal (RI)* dapat menyisihkan parameter yang terdapat dalam limbah cair sebesar :
 - TSS : 65 %
 - BOD : 26 %
 - Minyak Lemak : 67 %
 - *Roughing Filter aliran horizontal (RII)* dapat menyisihkan parameter yang terdapat dalam limbah cair sebesar :
 - TSS : 63%
 - BOD : 28 %
 - Minyak Lemak : 77 %
 - *Roughing Filter aliran horizontal (RIII)* dapat menyisihkan parameter yang terdapat dalam limbah cair sebesar :
 - TSS : 55 %
 - BOD : 21 %
 - Minyak Lemak : 54 %

- Pengaruh variasi media
 - Variasi media yang efektif dalam pengolahan limbah cair yang telah dilakukan adalah pada media dengan ketinggian 100 cm dengan komposisi media didalamnya yaitu Tinggi 35 cm zeolite : 30 cm batu kerikil : 35 cm arang aktif. Media yang digunakan memiliki kemampuan penyisihan yang berbeda-beda sesuai dengan porositas yang terdapat pada media tersebut.

➤ Pengaruh Waktu Operasional

- Semakin lama waktu operasional yang digunakan dapat memberikan efektifitas penurunan yang baik, namun diwaktu operasional yang ditentukan juga berpengaruh terhadap media yang digunakan. Penelitian yang telah dilakukan yaitu menggunakan waktu selama 8 jam dalam penurunan parameter TSS, BOD, dan Minyak Lemak.
- Dimana waktu operasional selama 8 jam pada Reaktor *Roughing Filter aliran Horizontal*, dapat menurunkan parameter TSS, BOD dan Minyak Lemak.

2. SARAN

- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambah interval waktu operasinal sehingga dapat diketahui sejauh mana kemampuan reaktor ini dalam menurunkan konsentrasi pencemar hingga mencapai titik *breaktrough*.
- Perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan variasi jenis media yang berbeda untuk meningkatkan efektifitas penyisihan pada reaktor.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G dan Sri Santika S, 1987. Metode Penelitian Air. Usaha Nasional, Surabaya.
- Aditya riski, karnaningroem nieke, 2012. peningkatan kualitas air pdam menggunakan gerabah dengan menggunakan perak nitrat (studi kasus jurusan teknik lingkungan) water quality improvement using pottery with solution of silver nitrate (case study department of environmental engineering) Jurnal, Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik ITS, Surabaya.
- Boller 1993. Filter mechanisms in Roughing filter
- Cheremisinoff 2002. Handbook of Water and Wastewater Treatment Technologies
- Ganjar Samudro dan R. Abadi Rulian E, 2013. studi penurunan kekeruhan dan total suspended solids (TSS) dalam bak penampung air hujan (pah) menggunakan reaktor gravity roughing filter (GRF) Jurnal, Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik UNDIP, Semarang.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 112 Tahun 2003. Baku Mutu Air Limbah Domestik. Deputi MENLH Bidang Kebijakan dan Kelembagaan Lingkungan Hidup. Jakarta
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014. Baku Mutu Air Limbah Domestik.
- Maherystiawan, Ade, 2011. Penggunaan Reaktor Biosand Filter dengan Penambahan Tembikar dan Karbon Aktif Sekam Padi untuk Mengolah Limbah Cair Rumah Susun (Parameter Terolah: COD, TSS dan Minyak Lemak). Skripsi, Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITN Malang.
- Masduqi, dan Slamet, 2000. Satuan Proses . Fakultas Teknik Lingkungan ITS, Surabaya.
- Metcalf and Eddy, 1991. Wastewater Engineering : Treatment, Disposal, Reuse, Revised by Geo Tchobanoglous, Tata Mc Graw-Hil Publising Company LTD, New Delhi

- Ndeku, Bernadetha, Kornelia, 2013. Pengaruh penambahan karbon aktif dari ampas tebu dan gerbah terhadap efisiensi biosand filter dalam pengolahan limbah cair rumah makan.
- Pratama, Angga, 2013. Analisa kinerja bio - ball filter dengan penambahan karbon aktif dalam menurunkan kadar bod dan tss untuk pengolahan "grey water" (limbah domestik) Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang
- Sugiharto, 1987. Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Said, Nusa Idaman dan Ruliasih. Aspek Teknis Pemilihan Media Biofilter Untuk Pengolahan Air Limbah. Jakarta: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, 2005.
- Sumiyati Sri, Samudro Ganjar, Flora Resty Utami, 2013. studi penurunan parameter BOD, COD dan BOD/COD menggunakan gabungan vertical roughing filter dan horizontal roughing filter pada limbah cair domestik artificial. Jurnal, Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik UNDIP, Semarang
- Sumiyati Sri, Samudro Ganjar, Flora Resty Utami, 2013. studi penurunan parameter tss dan turbidity dalam air limbah domestik artifisial menggunakan kombinasi vertical roughing filter dan horizontal roughing filter. Jurnal, Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik UNDIP, Semarang
- Triwardani, Ucy, 2011, Pemakaian cangkang kerang, batu apung, dan arang aktif tempurung kelapa sebagai media pada roughing filter aliran horizontal dalam menurunkan kadar kekeruhan dan kesadahan pada air sungai brantas (Studi kasus sumber air DAS Brantas, jalan Cibuni, Kota Malang). Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang
- Wahistina Rizki, 2013. Analisis Perbedaan Penurunan Kadar BOD Dan COD pada Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Zeolit (Studi di Pabrik Tahu di Desa Kraton Kecamatan Kencong Kabupaten Jember) Analysis the difference of BOD and COD levels decrease in

Wastewater of Tofu Industry by Using zeolites (A Study at Tofu
Factory in Kraton Village, Kencong Sub-District Jember District)

Artikel Ilmiah hasil penelitian Mahasiswa 2013 Universitas Jember.

Anonim: Air Limbah

<http://galeriilmiah.wordpress.com>. (diakses tanggal 2 September pukul
21.00 WIB)

Anonim: Karbon Aktif

[http : www.purewatercare.com](http://www.purewatercare.com) (diakses tanggal 2 September pukul
21.00 WIB)

Anonim: Limbah Domestik

<http://www.airlimbahku.com>. (diakses tanggal 2 September pukul
21.00 WIB)

LAMPIRAN

LAMPIRAN

LAMPIRAN

LEMBAR PERSEMBAHAN

Puji dan syukur kepada Tuhan yang Maha Esa. Taburan cinta dan kasih sayang-Mu telah memberikanku kekuatan, membekaliku dengan ilmu serta memperkenalkanku dengan cinta..

Buat Papa dan Mama, inilah kado kecil yang dapat anakmu persembahkan untuk sedikit menghibur hati Bapak dan Mama yang telah aku susahkan, aku tahu banyak yang telah kalian korbakan demi memenuhi kebutuhanku yang selalu tak pernah merasa lelah demi memenuhi kebutuhanku. Saya hanya bisa mengucapkan banyak terima kasih kepada Bapa dan Mama, hanya Tuhanlah yang membalas kemuliaan hati kalian. Buat adik-adik saya semuanya (eky, simon, susi) terima kasih untuk doanya kalian semua.. ya walaupun agak lama, tapi akhirnya kakak kalian ini bisa berhasil juga menjadi sarjana.. hahaha.. kamu cepat sudah menyusul saya,, haha

Terima kasih untuk ibu bapak dosen yang telah memberikan banyak ilmu kepada saya. Terima kasih untuk semua bantuan dan perhatiannya dikampus.

Buat semua teman-teman seangkatan di kampus, Anak-anak TL 07, kalian semua sungguh luar biasa. Tidak ada kata atau kalimat apapun yang pantas untuk menggantikan kebaikan hati kalian semua. Kalian mengajarkan saya tentang banyak hal, tentang cara berbagi, tentang cara bekerja sama, terlebih tentang cara saling menolong. Banyak hal yang sudah kita lalui, tentang suka maupun duka. Terlepas dari apapun itu, banyak pelajaran berharga yang saya dapatkan dengan memiliki kalian para sahabatku. Terima kasih untuk jen, angga, pian, acy, rona, yanuar, adem, ody, ucy, ledy dan yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu sudah membantu saya selama saya di kampus. Hanya waktu yang bisa memisahkan kita. Tapi walaupun kita jauh, kalian sudah saya anggap seperti saudara saya sendiri. Ow iya teman, akhirnya gelar kita sama.. hahaha

Terima kasih juga untuk kalian RASIO (rizal, soli, isak, obi) saya yakin persahabatan kita akan berlanngsung selama-lamanya. Walaupun kita terpisah dan beda pulau saat menempuh kuliah, tapi kalian tetap salah satu sahabat terbaik yang pernah saya miliki. Terima kasih untuk semua doa dan support kalian. Saya selalu berharap yang terbaik buat kita semua. Sepertinya kita harus reuni sejenak pi bijaesunan ko makan kusambi...haha

Terima kasih juga buat teman-teman semua di poharin. Terlalu banyak kenangan yang sudah dilewati disini. Saya pasti akan merindukan tempat ini. Ketawa bersama, menari bersama, dan banyak kegilaan yang terjadi disini..

Terima kasih untuk dian yang selalu memotivasi saya serta mengingatkan saya bangun pagi untuk pergi asistensi di kampus. Sorry sedikit merepotkan.. hehe

*Terima kasih untuk anak-anak kontrakan yang selalu jadi teman setia untuk begadang.. sepertinya kita harus mulai memikirkan kesehatan..ingat umur ow..
hahaha*

Terima kasih untuk kota malang dan suguhan yang diberikan.. akan merindukan wangi tanah kota ini.. kuliner malang yang beragam jenisnya serta beragam rasanya..

Selanjutnya saya memohon maaf atas semua kesalahan yang dibuat. Orang-orang yang saya susahkan dalam proses penyusunan skripsi ini, teman-teman seangkatan saya, hingga teman-teman kontrakan saya.

Saya berharap yang terbaik buat kita semua. Dan semoga disuatu saat nanti, kita semua akan mendapatkan apa yang menjadi cita-cita kita semua. Tuhan melindungi dan memberkati kita semua. Aminn.....

Terima kasih

penyusun

DOKUMENTASI PENELITIAN



Gambar Proses memasukan media kedalam reaktor



Gambar Proses memasukan media kedalam reaktor



Gambar reaktor roughing filter aliran horizontal



Gambar reaktor roughing filter aliran horizontal



Gambar zat kimia yang digunakan dalam proses sampling



Gambar Proses analisa sampling



Gambar Proses analisa sampling



Gambar hasil effluent