

**SKRIPSI**

**PENERAPAN KOMBINASI *ROUGHING FILTER* ALIRAN VERTICAL DAN ALIRAN  
HORIZONTAL DALAM MENURUNKAN KADAR TSS, BOD DAN MINYAK LEMAK  
DIRUSUN UMM MALANG**



**HAPOSAN PRATAMA GULTOM  
(11.26.018)**

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

**2016**

2012

THE NATIONAL ARCHIVES  
OFFICE OF THE ARCHIVAL SERVICES  
1900 PENNSYLVANIA AVENUE, N.W.  
WASHINGTON, D.C. 20540

(11/10/12)

THE NATIONAL ARCHIVES

THE NATIONAL ARCHIVES

THE NATIONAL ARCHIVES  
OFFICE OF THE ARCHIVAL SERVICES  
1900 PENNSYLVANIA AVENUE, N.W.  
WASHINGTON, D.C. 20540

2012

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**SKRIPSI**

**PENERAPAN KOMBINASI *ROUGHING FILTER* ALIRAN VERTICAL  
DAN ALIRAN HORIZONTAL DALAM MENURUNKAN KADAR TSS,  
BOD DAN MINYAK LEMAK DIRUSUN UNIVERSITAS  
MUHAMMADIYAH MALANG**

Oleh :

**HAPOSAN PRATAMA GULTOM**

**(11.26.018)**

**Mengetahui**

**Dosen Pembimbing**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

**(Candra Dwi Ratna, ST.MT)**

**NIP.Y.1030000349**

**(Dr. Ir Hery Setyobudiarso, Msi)**

**NIP. 196106201991031002**

**Mengetahui**

**Ketua Jurusan Teknik Lingkungan**



**(Candra Dwi Ratna, ST.MT)**

**NIP. Y. 1030000349**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**PENERAPAN KOMBINASI *ROUGHING FILTER* ALIRAN VERTICAL  
DAN ALIRAN HORIZONTAL DALAM MENURUNKAN KADAR TSS,  
BOD DAN MINYAK LEMAK DIRUSUN UNIVERSITAS  
MUHAMMADIYAH MALANG**

Oleh :

**HAPOSAN PRATAMA GULTOM**

**(11.26.018)**

Telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji pada Ujian Komprehenship Skripsi Jurusan/Program Studi Teknik Lingkungan Jenjang Strata Satu (S-1), dan diterima untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada tanggal 19 Maret 2016.

Nilai : 70,83 (B)

**Mengetahui :**

**Panitia Ujian Komprehenship Skripsi**

**Ketua**



**(Candra Dwi Ratna, ST.MT)**

**NIP.Y.1030000349**

**Sekretaris**

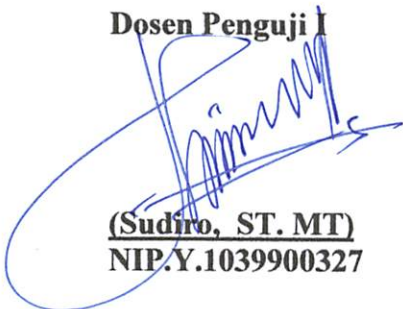


**( Anis Artiyani, ST. MT)**

**NIP.P.1030300384**

**Dewan Penguji**

**Dosen Penguji I**



**(Sudiro, ST. MT)**

**NIP.Y.1039900327**

**Dosen Penguji II**



**( Anis Artiyani, ST. MT)**

**NIP.P.1030300384**



Gultom, Haposan Pratama, Setyo BH, Dwi Candra, 2016 Penerapan Kombinasi Roughing Filter Aliran Vertical dan Aliran Horizontal dalam Menurunkan Kadar TSS, BOD dan Minyak Lemak di RUSUN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang.

### ABSTRAKSI

Aktifitas sehari-hari dari Rumah Susun (RUSUNAWA) menghasilkan limbah cair domestik yang dapat menimbulkan masalah bagi lingkungan. Dari permasalahan yang ada maka timbulah ide untuk melakukan penelitian dalam pengolahan limbah cair dengan menerapkan kombinasi roughing Filter aliran vertikal dan horizontal dalam menurunkan TSS, BOD dan Minyak Lemak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kombinasi reaktor *Vertical Roughing Filter* dan *Horizontal Roughing Filter*, variasi media dan waktu detensi dalam penurunan parameter. Penelitian ini menggunakan reaktor *Roughing Filter* dengan menggunakan media batu kerikil, Zeloit, dan arang aktif. Variasi tinggi media untuk VRF: Tinggi 35 cm zeolite : 30 cm batu kerikil : 35 cm arang aktif (R1) dan Tinggi 40 cm zeolite : 40 cm batu kerikil : 20 cm arang aktif (R2) sedangkan untuk HRF : Tinggi 35 cm zeolite : 30 cm batu kerikil : 35 cm arang aktif (R1) dan Tinggi 40 cm zeolite : 40 cm batu kerikil : 20 cm arang aktif (R2). *Reaktor Vertikal Roughing Filter I* dapat menyisihkan parameter yang terdapat dalam limbah cair sebesar : TSS : 38.66 %, BOD : 26.80 %, Minyak Lemak : 33.17 %. *Reaktor Horizontal Roughing Filter I* dapat menyisihkan parameter yang terdapat dalam limbah cair sebesar : TSS : 41,07 %, BOD : 9,33 %, Minyak Lemak : 23,07 %. *Reaktor Vertical Roughing Filter II* dapat menyisihkan parameter yang terdapat dalam limbah cair sebesar : TSS : 12,54 %, BOD : 31,40 %, Minyak Lemak : 29,79 %. *Reaktor Horizontal Roughing Filter II* dapat menyisihkan parameter yang terdapat dalam limbah cair sebesar : TSS : 28,08 %, BOD : 8,10 %, Minyak Lemak : 31,99 %.

**Kata Kunci** : Horizontal, Roughing Filter , Rumah Susun, Vertical

Teknologi Nasional  
 Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
 Gedung Teknik Informatika  
 Kampus ITS Suroboyo  
 Surabaya 60132

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari Rasio Suhu (RHS) terhadap hasil uji kompresi pada mesin diesel. Penelitian ini dilakukan dengan cara percobaan di laboratorium mesin diesel. Variabel bebasnya adalah Rasio Suhu (RHS) yang nilainya 1, 2, 3, 4, dan 5. Variabel terikatnya adalah tekanan maksimum, tekanan rata-rata, dan efisiensi mekanis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi Rasio Suhu (RHS), maka semakin tinggi tekanan maksimum, tekanan rata-rata, dan efisiensi mekanis. Hal ini disebabkan karena dengan meningkatnya Rasio Suhu (RHS), maka volume gas akan semakin besar, sehingga akan memberikan dorongan yang lebih kuat pada piston.

Kata Kunci : Mesin Diesel, Rasio Suhu, Uji Kompresi

---

Gultom, Haposan Pratama, Setyo BH, Dwi Candra, 2016 **IMPLEMENT COMBINATION OF ROUGHING FILTER VERTICAL FLOW AND HORIZONTAL FLOW IN REDUCE LEVELS OF TSS, BOD, AND FATTY OILS IN APARTEMENT OF UMM MALANG**. Thesis of Environmental Engineering, National Institute of Technology Malang.

---

### ABSTRACT

Daily activity of Apartement (RUSUNAWA) produces domestic liquid waste that can cause problems for environmental. Of the existing problems then arises idea to do research in liquid waste management by implement combination of *Roughing Filter* vertical and horizontal flow on reduce *TSS*, *BOD*, and fatty oils. The purpose of this research is to know effect of combination reactor of *Vertical Roughing Filter* and *Horizontal Roughing Filter*, variant of media and time in decrease parameter. This research use *Roughing Filter* rector using pebbles, Zeloit, and activated charcoal media. High variant media for *VRF* are: 35 cm Zeolite, 30 cm pebbles, 35 cm activated charcoal (these is for R1); and 40 cm Zeolite, 40 cm pebbles, 20 cm activated charcoal (these is for R2); while for *HRF* are: 35 cm zeolite, 30 cm pebble, 35 cm activated charcoal (these is for R1); and 40 cm zeolite, 40 cm pebbles, 20 cm activated charcoal (these is for R2). *Vertical Roughing Filter* rector can be set-aside parameter contained in liquid waste by: *TSS* 38,66%, *BOD* 26,80 %, and fatty oils 33,17 %. *Horizontal Roughing Filter* rector can be set-aside parameter contained in liquid waste by: *TSS* 41,07 %, *BOD* 9,33 %, and fatty oils 23,07 %. *Vertical Roughing Filter II* rector can be set-aside parameter contained in liquid waste by: *TSS* 12,54 %, *BOD* 31,40 %, and fatty oils 29,79 %. *Horizontal Roughing Filter II* rector can be set-aside parameter contained in liquid waste by: *TSS* 28,08 %, *BOD* 8,10 %, and fatty oils 31,99 %.

---

**Keywords** : Horizontal, Roughing Filter , Apartement, Vertical

---





## KATA PENGANTAR

Puji Syukur Kehadirat Tuhan, penyusun dapat menyelesaikan penyusunan dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Penerapan Kombinasi *Roughing filter* Aliran *Vertical* Dan Aliran *Horizontal* Dalam Menurunkan Kadar TSS, BOD, Minyak Lemak Dirusun UMM Malang”** ini tepat pada waktunya.

Skripsi ini disusun setelah melalui proses penelitian, analisa data dan pembahasan. Dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Candra Dwi Ratna, ST.MT., selaku dosen pembimbing I dan sekaligus Ketua Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Ir Hery Setobudiarso, Msi., selaku dosen pembimbing II dan Kepala Laboratorium Teknik Lingkungan yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
3. Bapak Sudiro, ST.MT., selaku dosen penguji I yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
4. Ibu Anis Artiyanti, ST.MT., selaku dosen penguji II dan sekertaris Jurusan Teknik Lingkungan yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
5. Teman-teman Teknik Lingkungan seperjuangan Angkatan 2011, dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan Skripsi ini.

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

Malang, Februari 2016

Penyusun

## **DAFTAR ISI**

**Lembar Persetujuan**

**Abstraksi**

**Abstract**

**Kata Pengantar ..... i**

**Daftar Isi ..... ii**

**Daftar Gambar ..... iii**

**Daftar Tabel..... iv**

**Daftar Lampiran ..... v**

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1. Latar Belakang ..... 1

1.2. Rumusan Masalah ..... 3

1.3. Tujuan Penelitian ..... 4

1.4. Manfaat ..... 4

1.5. Ruang Lingkup..... 4

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1. Pengertian Air Limbah..... 5

2.2. Jenis Limbah ..... 6

    2.2.1. Domestik ..... 6

    2.2.2. Non Domestik ..... 6

2.3. Dampak Limbah..... 7

2.4. Karakteristik Limbah ..... 7

    2.4.1. Karakteristik Fisik..... 7

    2.4.2. Karakteristik Kimia..... 9

2.5. Teknik Pengambilan Sampel..... 11

2.6. Analisa Pendahuluan ..... 12

2.7. Pengertian Filtrasi ..... 12

2.8. Roughing Filter ..... 12

2.8.1 Roughing Filter Aliran Vertikal .....	13
2.8.2 Roughing Filter Aliran Horizontal .....	13
2.9. Efektifitas Pengolahan Limbah Cair Dengan Menggunakan Roughing Filter .....	13
2.10. Kriteria Desain Roughing Filter .....	15
2.11. Jenis Media .....	16
2.11.1 Zeolit .....	16
2.11.2 Batu Krikil .....	18
2.11.3 Karbon Aktif .....	19
2.12. Aktifasi .....	20
2.13. Metode Pengolahan Data .....	20
2.13.1. Statistik Deskriptif dan Inferensi .....	20
2.13.2. Analisis Kolerasi .....	21
2.13.3. Analisis of Variance .....	21

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1. Jenis Penelitian .....	22
3.2. Lokasi Penelitian .....	22
3.3. Variabel Penelitian .....	22
3.4. Pengambilan Sampel .....	24
3.5. Alat dan Bahan Penelitian .....	25
3.5.1 Sampel Air .....	25
3.5.2. Alat .....	25
3.5.3. Alat Running Penelitian .....	25
3.5.4 Bahan .....	28
3.6. Tahapan Penelitian .....	28
3.6.1. Analisa Pendahuluan .....	28
3.6.2. Persiapan Alat .....	28
3.6.3. Menyiapkan Media Filter .....	29
3.6.4. Pengoperasian Alat .....	29
3.7. Analisis Parameter Uji .....	30
3.7.1. Analisis TSS .....	30

3.7.2. Analisis BOD .....	30
3.7.3. Analisis Minyak Lemak .....	31
3.8. Analisis Data .....	32
3.9. Kerangka Penelitian .....	33

## **BAB IV PEMBAHASAN**

4.1. Karakteristik Limbah Cair Domestik .....	35
4.2. Data Dan Hasil Analisis Data .....	35
4.3. Analisis Deskriptif .....	48
4.3.1 Analisis Deskriptif BOD .....	48
4.3.2. Analisis Deskriptif TSS .....	50
4.3.3. Analisis Deskriptif Minyak Lemak.....	52
4.4. Hasil Uji Korelasi.....	54
4.4.1 Analisis Korelasi BOD.....	54
4.4.2 Analisis Korelasi TSS.....	58
4.4.3 Analisis Minyak Lemak.....	62
4.5. Analisis Anova One Away.....	66
4.5.1. Analisis BOD .....	66
4.5.2. Analisis TSS.....	70
4.5.3. Analisis Minyak Lemak .....	74
4.6. Pembahasan.....	79
4.6.1. Konsentrasi BOD .....	79
4.6.2. Konsentrasi TSS.....	82
4.6.3. Konsentrasi Minyak Lemak .....	87

## **BAB V KESIMPULAN**

5.1 Kesimpulan .....	93
5.2 Saran.....	95

## **DAFTAR PUSTAKA**



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Desain Reaktor <i>Upflow Roughing filter</i> .....	.26
Gambar 3.2 Kerangka Penelitian .....	.32
Gambar 4.1 Grafik Efektifitas Penuruna Nilai Konsentrasi BOD selama 10 hari.....	32
Gambar 4.2 Grafik Presentase Penuruna Nilai Konsentrasi BOD selama 10 hari.....	32
Gambar 4.3 Grafik Efektifitas Penuruna Nilai Konsentrasi TSS selama10 hari.....	32
Gambar 4.4 Grafik Presentase Penuruna Nilai Konsentrasi TSS selama10 hari.....	32
Gambar 4.5 Grafik Efektifitas Penuruna Nilai Konsentrasi Minyak Lemak selama10 hari.....	32
Gambar 4.6 Grafik Presentase Penuruna Nilai Konsentrasi Minyak Lemak selama10 hari.....	32
Gambar 4.7 Grafik Presentase Penyisihan BOD selama 10 hari.....	32
Gambar 4.8 Grafik Presentase Penyisihan TSS selama 10 hari.....	32
Gambar 4.9 Grafik Presentase Penyisihan Minyak Lemak selama 10 hari.....	32

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan Antara <i>Roughing Filter</i> , <i>Slow Sand Filter</i> dan <i>Rapid Sand Filter</i> .....	8
Tabel 2.2 Penggolongan batuan berdasarkan besarnya butiran .....	17
Tabel 4.1 Analisis Awal Limbah domestik Dirusun UMM malang .....	33
Tabel 4.2 Hasil Analisis Data BOD Selama 10 Hari .....	34
Tabel 4.3 Presentase Penurunan Nilai Konsentrasi BOD Selama 10 Hari .....	34
Tabel 4.4 Hasil Analisis Data TSS Selama 10 Hari.....	39
Tabel 4.5 Presentase Penurunan Nilai Konsentrasi TSS Selama 10 Hari.....	34
Tabel 4.6 Hasil Analisis Data Minyak Lemak Selama 10 Hari.....	44
Tabel 4.7 Presentase Penurunan Nilai Konsentrasi Minyak Lemak Selama 10 Hari.....	45
Tabel 4.8 Data Konsentrasi BOD Selama 10 Hari.....	49
Tabel 4.9 Analisis Deskriptif Presentase Penurunan Nilai Konsentrasi BOD Selama 10 Hari.....	50
Tabel 4.10 Data Konsentrasi TSS Selama 10 Hari.....	51
Tabel 4.11 Analisis Deskriptif Presentase Penurunan Nilai Konsentrasi TSS Selama 10 Hari .....	51
Tabel 4.12 Data Konsentrasi Minyak Lemak Selama 10 Hari.....	53
Tabel 4.13 Analisis Deskriptif Presentase Penurunan Nilai Konsentrasi Minyak Lemak Selama 10 Hari.....	54
Tabel 4.14 Hasil Uji Korelasi Presentase Penyisihan BOD Pada Reaktor Vertical I Terhadap Waktu Operasional.....	55
Tabel 4.15 Hasil Uji Korelasi Presentase Penyisihan BOD Pada Reaktor Horizontal I Terhadap Waktu Operasional.....	56
Tabel 4.16 Hasil Uji Korelasi Presentase Penyisihan BOD Pada Reaktor Vertical II Terhadap Waktu Operasional.....	56
Tabel 4.17 Hasil Uji Korelasi Presentase Penyisihan BOD Pada Reaktor Horizontal II Terhadap Waktu Operasional.....	57
Tabel 4.18 Hasil Uji Korelasi Presentase Penyisihan TSS pada Reaktor Vertical I	

Terhadap Waktu Operasional .....	58
<b>Tabel 4.19 Hasil Uji Korelasi Presentase Penyisihan TSS Pada Reaktor Horizontal I</b>	
Terhadap Waktu Operasional.....	59
<b>Tabel 4.20 Hasil Uji Korelasi Presentase Penyisihan TSS Pada Reaktor Vertical II</b>	
Terhadap Waktu Operasional.....	60
<b>Tabel 4.21 Hasil Uji Korelasi Presentase Penyisihan TSS Pada Reaktor Horizontal II</b>	
Terhadap Waktu Operasional.....	60
<b>Tabel 4.22 Hasil Uji Korelasi Presentase Penyisihan Minyak Lemak pada</b>	
<b>Reaktor Vertical I Terhadap Waktu Operasional.....</b>	<b>61</b>
<b>Tabel 4.23 Hasil Uji Korelasi Presentase Penyisihan Minyak Lemak pada</b>	
<b>Reaktor Horizontal I Terhadap Waktu Operasional.....</b>	<b>62</b>
<b>Tabel 4.24 Hasil Uji Korelasi Presentase Penyisihan Minyak Lemak pada</b>	
<b>Reaktor Vertical II Terhadap Waktu Operasional .....</b>	<b>63</b>
<b>Tabel 4.25 Hasil Uji Korelasi Presentase Penyisihan Minyak Lemak pada</b>	
<b>Reaktor Horizontal II Terhadap Waktu Operasional .....</b>	<b>64</b>
<b>Tabel 4.26 Hasil Uji Anova One Away Presentase Penyisihan BOD pada</b>	
<b>Reaktor Vertical I Terhadap Waktu Operasional.....</b>	<b>65</b>
<b>Tabel 4.27 Hasil Uji Anova One Away Presentase Penyisihan BOD pada</b>	
<b>Reaktor Horizontal I Terhadap Waktu Operasional.....</b>	<b>66</b>
<b>Tabel 4.28 Hasil Uji Anova One Away Presentase Penyisihan BOD pada</b>	
<b>Reaktor Vertical II Terhadap Waktu Operasional .....</b>	<b>67</b>
<b>Tabel 4.29 Hasil Uji Anova One Away Presentase Penyisihan BOD pada</b>	
<b>Reaktor Horizontal II Terhadap Waktu Operasional .....</b>	<b>68</b>
<b>Tabel 4.26 Hasil Uji Anova One Away Presentase Penyisihan TSS pada</b>	
<b>Reaktor Vertical I Terhadap Waktu Operasional.....</b>	<b>69</b>
<b>Tabel 4.27 Hasil Uji Anova One Away Presentase Penyisihan TSS pada</b>	
<b>Reaktor Horizontal I Terhadap Waktu Operasional.....</b>	<b>70</b>
<b>Tabel 4.28 Hasil Uji Anova One Away Presentase Penyisihan TSS pada</b>	
<b>Reaktor Vertical II Terhadap Waktu Operasional .....</b>	<b>71</b>
<b>Tabel 4.29 Hasil Uji Anova One Away Presentase Penyisihan TSS pada</b>	
<b>Reaktor Horizontal II Terhadap Waktu Operasional .....</b>	<b>72</b>

Tabel 4.26 Hasil Uji Anova One Away Presentase Penyisihan Minyak Lemak pada Reaktor Vertical I Terhadap Waktu Operasional.....	73
Tabel 4.27 Hasil Uji Anova One Away Presentase Penyisihan Minyak Lemak pada Reaktor Horizontal I Terhadap Waktu Operasional .....	74
Tabel 4.28 Hasil Uji Anova One Away Presentase Penyisihan Minyak Lemak pada Reaktor Vertical II Terhadap Waktu Operasional .....	75
Tabel 4.29 Hasil Uji Anova One Away Presentase Penyisihan Minyak Lemak pada Reaktor Horizontal II Terhadap Waktu Operasional .....	76



## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1 Gambar Pengambilan Air Limbah Domestik**
- Lampiran 2 Gambar Persiapan Media Batu Zeolite**
- Lampiran 3 Gambar Persiapan Media Batu Arang Aktif**
- Lampiran 4 Gambar Persiapan Media Batu Kerikil**
- Lampiran 5 Gambar Reaktor Vertical Roughing Filter Dan Horizontal Roughing Filter**
- Lampiran 6 Gambar Reaktor Berisi Media Zeolite**
- Lampiran 7 Gambar Reaktor Berisi Media Batu Kerikil**
- Lampiran 8 Gambar Reaktor Berisi Media Arang Aktif**
- Lampiran 9 Gambar Analisis Parameter BOD**
- Lampiran 10 Gambar Analisis Parameter Minyak Lemak**
- Lampiran 11 Gambar Analisis Parameter TSS**

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Rumah susun merupakan salah satu fasilitas yang disediakan sebagai salah satu tempat tinggal bagi penduduk yang berasal dari kota lain ataupun yang berasal dari kota tersebut. Salah satu contoh rumah susun terdapat di kampus III UMM Malang yang terletak di sebelah utara kampus III UMM, Jl. Jetis - Bawang Tegalondo, Malang. Rumah susun yang disediakan bagi mahasiswa UMM ini dibangun di atas luas lahan seluas 6000 m<sup>2</sup> dan luas bangunannya 5800 m<sup>2</sup>.

Rumah susun (Rusunawa) ini dapat menimbulkan masalah yang kompleks dalam pencemaran lingkungan, dikarenakan dari rumah susun tersebut menghasilkan limbah yang dapat mencemari lingkungan sekitar. Limbah yang dihasilkan oleh rumah susun langsung dibuang menuju sungai yang berada disekitarnya, apabila limbah tersebut langsung dibuang tanpa ada proses pengolahan maka air sungai yang terdapat disekitarnya akan tercemar.

Limbah yang dihasilkan oleh rumah susun adalah limbah domestik yang dimana adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, apartemen, dan asrama. *Grey water* yaitu limbah cair hasil aktivitas dapur, pencucian pakaian, kamar mandi (selain tinja) dan lain sebagainya yang berasal dari rumah, sekolah, maupun perkantoran yang merupakan salah satu pencemar yang paling banyak masuk ke badan air. Meskipun kandungan organik pencemar pada *grey water* tidak begitu tinggi, namun apabila masuk ke badan air dan terakumulasi dapat menyebabkan penurunan kualitas air yang cukup berarti. Limbah cair domestik yang berasal dari *grey water* rumah susun juga turut berperan serta dalam penyebab tercemarnya air di badan air.

Pencemaran yang disebabkan oleh air buangan tersebut jelas dapat membahayakan kesehatan manusia karena merupakan faktor penyakit. Limbah yang dihasilkan juga berbahaya bagi organisme lain karena bersifat racun terhadap

organisme tersebut. Limbah tersebut juga menimbulkan bau yang tidak sedap dan merusak pemandangan, dengan demikian dapat merugikan jika ditinjau dari segi estetika. Perlu adanya pengolahan limbah cair di suatu rumah susun, terutama di rusunawa 2 UMM agar air buangan yang berasal di rumah susun tersebut telah memenuhi standar air buangan yang telah ditetapkan oleh Keputusan Menteri Lingkungan Hidup no 112 tahun 2003 tentang baku mutu air limbah sehingga tidak mencemari badan air. Rumah susun tersebut masih membuang air buangan rumah tangga mereka secara langsung dialirkan ke badan air, akibatnya banyak sungai-sungai yang terdapat di Malang tercemar oleh air buangan domestik ( limbah rumah tangga ).

Parameter pencemar yang banyak terdapat pada limbah cair domestik adalah Total Suspended Solid (TSS), Kekeruhan (Turbidity) dan BOD. Air limbah domestik yang mengandung TSS, Kekeruhan dan BOD yang tinggi, bila tidak diolah terlebih dahulu dan masuk ke badan air maka akan menyebabkan menurunnya kualitas air. Teknologi untuk menurunkan parameter TSS, Kekeruhan dan BOD adalah dengan menggunakan gabungan vertical roughing filter and horizontal roughing filter. Kelebihan dari teknologi ini berdasarkan penelitian terdahulu adalah tidak membutuhkan lahan yang luas, efisiensi penyisihan beberapa parameter yang cukup tinggi dan pengaplikasian yang mudah didapatkan.

Menurut (Samudro, 2013) Efisiensi penurunan TSS yaitu dengan debit yang semakin kecil ( $Q_1=0,2778$  l/jam;  $Q_2=0,1389$  l/jam;  $Q_3=0,0926$  l/jam), efisiensi penurunan TSS yang dihasilkan semakin besar. Secara keseluruhan penurunan tertinggi TSS terjadi pada debit  $Q_3= 0,0926$  l/jam dan penurunan terendah terdapat pada debit  $Q_1= 0,2778$  l/jam. Efisiensi penyisihan TSS semakin meningkat seiring dengan berkurangnya debit. Penelitian (Rahman, 2012) dengan judul “Pemanfaatan Rouging filter aliran horizontal dalam menurunkan kekeruhan dan kesadahan pada air sungai dengan media filter batu kapur, zeolit dan batu kerikil. Mampu menurunkan kekeruhan menjadi 71,17% dan kesadahan menjadi 63,11%.

Penelitian (Sari, 2014) dengan judul “Pengolahan Limbah Cair Domestik (*Grey Water*) Menggunakan Kombinasi Filtrasi dan Aerobik Biofilter” menunjukkan bahwa Reaktor Filtrasi II dapat menyisihkan parameter BOD sebesar 15,09 %, TSS sebesar 77,93 %, Minyak Lemak sebesar 73,48 % dan Nitrogen sebesar 13,95 % dengan ketinggian media pada reaktor Filtrasi II yaitu batu zeolit 20 cm dan karbon aktif 40 cm. Menurut (Zuliyanto, 2010) Dari variasi filtration rate dan tinggi media pada grafik tersebut diperoleh bahwa pada saat tinggi media 300 mm dengan filtration rate 2, 4 dan 8 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.jam secara berturut-turut efisiensi removal kekeruhan sebesar 88.89%, 90.06% dan 88.89%. Pada saat tinggi media 600 mm dengan filtration rate 2, 4 dan 8 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.jam secara berturut-turut efisiensi removal kekeruhan sebesar 78.95%, 77.78% dan 83.04%. Pada saat tinggi media 900 mm dengan filtration rate 2, 4 dan 8 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.jam secara berturut-turut efisiensi removal kekeruhan sebesar 81.87%, 87.13% dan 83.63%.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan muncul ide pemikiran untuk mencoba menggunakan kombinasi reaktor *Vertical Roughing Filter* dan *Horizontal Roughing Filter* dengan tiga media (*mixed media*) yakni batu kerikil, arang aktif dan batu zeolit dalam guna memperbaiki kualitas air dengan parameter uji yaitu TSS, Turbidity, BOD, dan Minyak Lemak pada air limbah domestik rusunawa. Diharapkan dengan kombinasi kedua roughing filter tersebut akan mendapatkan nilai persentase penurunan TSS, Turbidity, BOD, dan Minyak Lemak yang tinggi. Menjadi salah satu alternatif untuk memenuhi syarat dari parameter TSS, Turbidity, BOD, dan Minyak Lemak dalam hal penyediaan air minum.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Penggunaan reaktor roughing filter dalam menurunkan kadar parameter pencemar pada air limbah domestik selama ini masih belum efisien, hal ini disebabkan karena pada aliran vertical dan aliran horizontal dengan jenis media yang digunakan batu kapur, zeolite dan batu kerikil serta ketinggian media dan waktu operasional dapat menurunkan kadar parameter pencemar yaitu TSS, BOD ,dan



Penelitian (Sari, 2014) dengan judul "Pengolahan Limbah Cair Domestik (Grey Water) Menggunakan Kombinasi Filtrasi dan Teknik Biofilter" menunjukkan bahwa Reaktor Filtrasi II dapat meningkatkan parameter BOD sebesar 15,00% TSS sebesar 77,93%, Minyak Lemak sebesar 74,18% dan Nitrogen sebesar 13,92% dengan ketinggian media pada reaktor Filtrasi II yaitu pada xcofit 20 cm dan karbon aktif 40 cm. Memono (Xolijanto, 2010) Dari variasi filtration rate dan tinggi media pada grafik tersebut diperoleh bahwa saat tinggi media 500 mm dengan filtration rate 2,4 dan 8 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.jam secara berturut-turut efisiensi removal kekeruhan sebesar 88,89%, 90,00% dan 88,89%. Pada saat tinggi media 600 mm dengan filtration rate 2,4 dan 8 m<sup>3</sup>.jam secara berturut-turut efisiensi removal kekeruhan sebesar 78,92%, 77,78% dan 83,04%. Pada saat tinggi media 900 mm dengan filtration rate 2,4 dan 8 m<sup>3</sup>.jam secara berturut-turut efisiensi removal kekeruhan sebesar 81,87%, 87,13% dan 83,07%.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan muncul ide penelitian untuk mencoba menggunakan kombinasi reaktor Uvulva, Koughing Filter dan Wozowac Koughing Filter dengan tiga media (uvulva, wozowac, karbon aktif) yang aktif dan batu xcofit dalam guna memperbaiki kualitas air dengan parameter uji yaitu TSS, Turbidity, BOD, dan Minyak Lemak pada air limbah domestik rumah-rumah. Dibandingkan dengan kombinasi kedua koughing filter tersebut akan mendapatkan nilai persentase penurunan TSS, Turbidity, BOD, dan Minyak Lemak yang tinggi. Menjadi salah satu alternatif untuk meneliti syarat dari parameter TSS, Turbidity, BOD, dan Minyak Lemak dalam hal perbandingan air limbah.

### 1.2 Rumusan Masalah

Penggunaan reaktor koughing filter dalam menurunkan kadar parameter pencemar pada air limbah domestik selama ini masih belum efisien, hal ini disebabkan karena pada aliran vertical dan aliran horizontal dengan jenis media yang digunakan batu kapur, xcofit dan batu kerikil serta ketinggian media dan waktu operasional dapat menurunkan kadar parameter pencemar yaitu TSS, BOD, dan

Minyak Lemak yang berkisar 50%-70%. Sehingga untuk lebih efisien pada penggunaan roughing filter, maka muncul sebuah ide untuk mengkombinasikan roughing filter aliran vertical dan horizontal.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui pengaruh kombinasi Reaktor *Vertical Roughing Filter* dan *Horizontal Roughing Filter* terhadap TSS, BOD, dan Minyak Lemak.
2. Mengetahui pengaruh variasi media dan waktu detensi dalam penurunan parameter TSS, BOD, dan Minyak Lemak pada kombinasi reaktor *Vertical Roughing Filter* dan *Horizontal Roughing Filter*.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat menentukan media yang tepat dalam model pengolahan yaitu *Roughing Filter* dengan kombinasi *Aliran Vertical* dan *Aliran Horizontal* pada limbah domestik (Rumah susun UMM).

### **1.5 Ruang Lingkup Penelitian**

Dengan melihat permasalahan diatas maka diambil batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium.
2. Sumber air limbah berasal dari outlet buangan limbah cair domestik (*grey water*) yang berasal dari air buangan rumah susun 2 UMM.
3. Parameter yang diuji adalah TSS, BOD, dan Minyak Lemak
4. Menggunakan media kerikil, arang aktif dan batu zeolite.
5. Untuk mengetahui presentase penyisihan kadar dari parameter TSS, BOD dan Minyak Lemak.
6. Menggunakan variasi :
  - a. Ketinggian media
  - b. Waktu detensi
7. Menggunakan metode kombinasi reaktor *Vertical Roughing Filter* dan *Horizontal Roughing Filter*.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Pengertian Air Limbah

Wilgooso 1979 mendefinisikan air limbah sebagai *Wastewater is water carrying waste from homes, businesses and industries that mixture and dissolved or suspended solids*. Yang artinya limbah cair adalah air kotor yang membawa sampah dari tempat tinggal, bangunan perdagangan, dan industri berupa campuran air dan bahan padat terlarut atau bahan tersuspensi.

Menurut Environmental Protection Agency 1977, air limbah sebagai *wastewater is water carrying dissolved or suspended solids from homes farms businesses and industries*. Yang artinya limbah cair adalah air yang membawa bahan padat terlarut atau tersuspensi dari tempat tinggal, kebun, bangunan perdagangan dan industri.

Menurut Salvato 1982, air limbah adalah air bekas yang berasal dari penyediaan air bersih sudah dicemari berbagai macam penggunaannya.

Limbah adalah sampah cair dari suatu lingkungan masyarakat dan terutama terdiri dari air yang telah dipergunakan dengan hampir 0,1% dari padanya berupa benda-benda padat yang terdiri dari zat organik dan bukan organik (Mahida,1984).

Sedangkan menurut P. Gintings 2005, limbah adalah buangan yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki di lingkungan karena tidak mempunyai nilai ekonomi.

Air limbah yaitu air dari suatu daerah permukiman yang telah dipergunakan untuk berbagai keperluan, harus dikumpulkan dan dibuang untuk menjaga lingkungan hidup yang sehat dan baik. Unsur – unsur dari suatu sistem pengolahan air limbah yang modern terdiri dari :

1. Masing – masing sumber air limbah
2. Sarana pemrosesan setempat
3. Sarana pengumpul

4. Sarana penyaluran
5. Sarana pengolahan, dan
6. Sarana pembuangan.

Dan dua faktor yang penting yang harus diperhatikan dalam sistem pengolahan air limbah yaitu jumlah dan mutu.

## **2.2. Jenis limbah**

Limbah cair Adalah semua limbah yang berwujud cair dengan komposisi 99,9 % air dan 0,1 % bahan buangan yang terlarut maupun tersuspensi didalamnya. Limbah cair diklasifikasikan menjadi 2 kelompok yaitu :

### **2.2.1. Domestik**

Limbah domestik adalah semua buangan yang berasal dari kamar mandi, kakus, dapur, tempat cuci pakaian, cuci peralatan rumah tangga, apotek, rumah sakit, rumah makan dan sebagainya yang secara kuantitatif limbah tadi terdiri dari zat organik baik berupa zat padat ataupun cair, bahan berbahaya, dan beracun, garam terlarut, lemak dan bakteri terutama golongan fekal coli, jasad pathogen, dan parasit.

### **2.2.2. Non domestik**

Limbah nondomestik sangat bervariasi, terlebih lebih untuk limbah industri. Limbah pertanian biasanya terdiri atas bahan padat bekas tanaman yang bersifat organik, bahan pemberantas hama dan penyakit ( peptisida bahan pupuk yang mengandung nitrogen, fosfor, sulfur, mineral, dan sebagainya. (Sastrawijaya.T.A. 2001).

Dalam air buangan terdapat zat organik yang terdiri dari unsure karbon, hidrogen, dan oksigen dengan unsure tambahan yang lain seperti nitrogen, belerang dan lain-lain yang cenderung menyerap oksigen. Bentuk lain untuk mengukur oksigen ini adalah COD. Pengukuran ini diperlukan untuk mengukur kebutuhan oksigen terhadap zat organik yang sukar dihancurkan secara oksidasi. Oleh karena itu dibutuhkan bantuan pereaksi oksidator yang kuat dalam suasana asam. Nilai BOD selalu lebih kecil dari pada nilai COD diukur pada senyawa organik yang dapat diuraikan maupun senyawa organik yang tidak dapat berurai. ( Agusnar.H.2008 )

### 2.3. Dampak Limbah

Dampak Limbah Menurut Said, NI (1999) ditinjau dari segi kesehatan, secara umum bahaya atau resiko kesehatan yang berhubungan dengan pencemaran air dapat diklasifikasikan menjadi dua, yakni bahaya langsung dan bahaya tidak langsung. Bahaya langsung terhadap kesehatan masyarakat dapat terjadi akibat mengkonsumsi air yang tercemar atau air dengan kualitas yang buruk, baik secara langsung diminum, melalui makanan, bahkan melalui kegiatan sehari-hari, misalnya mencuci peralatan makan, mandi atau rekreasi. Sedangkan bahaya tidak langsung dapat terjadi misalnya akibat mengkonsumsi hasil perikanan dimana produk-produk tersebut dapat mengakumulasi zat-zat polutan berbahaya.

### 2.4. Karakteristik Air Limbah

Disamping kotoran yang biasanya terkandung dalam persediaan air bersih air limbah mengandung tambahan kotoran akibat pemakaian untuk keperluan rumah tangga, komersial dan industri. Beberapa analisis yang dipakai untuk penentuan ciri – ciri fisik, kimiawi, dan biologis dari kotoran yang terdapat dari air limbah.

#### 2.4.1. Karakteristik Fisik

Karakteristik fisik dengan parameter yang penting antara lain :

##### a. Total zat padat (*total solid*)

Kandungan total zat padat dalam limbah cair didefinisikan sebagai seluruh bahan yang tertinggal dari penguapan pada suhu  $103^{\circ}\text{C}$  sampai  $105^{\circ}\text{C}$ , sedangkan zat padat yang menguap pada suhu tersebut tidak dinyatakan sebagai zat padat. Total zat padat menurut ukurannya dapat dikelompokkan atas *suspended solid* dan *filterable solid*. Termasuk dalam *suspended solid* adalah bila padatan dapat ditahan dengan diameter minimum 1 mikron ( $1\mu$ ). Bagian dari *suspended solid* yang mengendap dalam *Inhoff cone* disebut *settleable solid* yang merupakan taksiran volume lumpur yang dapat dihilangkan melalui proses sedimentasi. *Filterable solid* digolongkan atas *colloidal solid* dan *dissolved solid*, tergolong dalam *colloidal solid* adalah partikel yang berukuran antara 1 milimikron ( $1\text{ m}\mu$ ) hingga  $1\mu$ . Sedangkan *dissolved solid* terdiri dari molekul dan ion organik maupun anorganik yang terkandung dalam air.

Koloid ini tidak dapat dihilangkan dengan cara pengendapan dengan cara pengendapan biasa. Atas dasar ventilasi pada suhu 600<sup>0</sup>C zat padatan dapat pula dikelompokkan atas *volatile suspended solid* (fraksi organik) yang teroksidasi dan menjadi gas pada suhu tersebut dan *fixed suspended solid* (fraksi anorganik) yang tersisa dan tertinggal sebagai abu.

b. Total Padatan Terlarut (*Total Dissolved Solids*)

Padatan terlarut (*dissolve solids*) ini terdiri dari berbagai macam material yang terlarut di dalam air, diantaranya mineral, garam, logam, serta anion. Sedangkan *Total Dissolved Solids* (TDS) merupakan jumlah dari padatan terlarut yang terdiri garam anorganik (terutama kalsium, magnesium, potassium, sodium, bicarbonates, chlorides dan sulfates) dan sebagian kecil jumlah organik lain yang larut dalam air.

c. TSS (*Total Suspended Solids*)

TSS (*Total Suspended Solids*) merupakan hasil dari penyaringan padatan terlarut, yang biasanya merupakan partikel koloid, yang pengendapannya dilakukan dengan gravitasi.

d. Bau

Bau limbah cair tergantung dari sumbernya, bau dapat disebabkan oleh bahan-bahan kimia, ganggang, plankton atau tumbuhan dan hewan air baik yang hidup maupun yang mati.

e. Temperatur

Limbah cair mempunyai temperatur lebih tinggi daripada asalnya. Tingginya temperatur disebabkan oleh pengaruh cuaca, pengaruh kimia dalam limbah cair dan kondisi bahan yang dibuang ke dalam saluran limbah.

f. Warna

Warna limbah cair menunjukkan kesegaran limbah tersebut, bila warna berubah menjadi hitam maka hal itu menunjukkan telah terjadi pencemaran.

#### 2.4.2 Karakteristik kimia

Selain pengukuran BOD, COD pengujian kimia yang utama adalah yang bersangkutan dengan Amonia bebas, Nitrogen organik, Nitrit, Nitrat, Fosfor organik dan Fosfor anorganik. Nitrogen dan fosfor sangat penting karena kedua nutrien ini telah sangat umum diidentifikasi sebagai bahan untuk pertumbuhan gulma air. Pengujian – pengujian lain seperti Klorida, Sulfat, pH serta alkalinitas diperlukan untuk mengkaji dapat tidaknya air limbah yang sudah diolah dipakai kembali serta untuk mengendalikan berbagai proses pengolahan. (Linsley.K.R. 1995).

Sifat kimia ini disebabkan oleh adanya zat-zat organik didalam limbah cair yang berasal dari buangan manusia. Zat-zat organik tersebut dapat menghasilkan oksigen didalam limbah serta akan menimbulkan rasa dan bau yang tidak sedap. Bahan kimiapenting yang ada dalam limbah cair pada umumnya dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

##### a. Kandungan Organik

Pada umumnya berisikan kombinasi dari karbon, hydrogen dan oksigen. Elemen yang juga penting diantaranya belerang, fosfat dan besi. Pada umumnya kandungan bahan organik yang dijumpai dalam limbah cair berisikan 40-60% protein, 25-50% karbohidrat 10% serta lainnya berupa lemak atau minyak. Jumlah dan jenis bahan organik yang semakin banyak sebagai contoh dalam pemakain pestisida pertanian akan mempersulit pengelolaan limbah cair karena beberapa zat organik tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme.

Untuk menentukan kandungan organik dalam limbah cair umumnya dipakai parameter Biological Oxygen Demand (BOD) dan Chemical Oxygen Deman (COD).

##### 1. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

BOD adalah banyaknya oksigen yang diperlukan untuk menguraikan benda organik oleh bakteri aerobik melalui proses biologis (*biological oxidation*) secara dekomposisi aerobik. *Biological Oxygen Demand* (BOD) adalah suatu analisa empiris yang mencoba mendekati secara global proses-proses mikrobiologis yang benar-benar terjadi di dalam air. Angka BOD menggambarkan jumlah oksigen yang

diperlukan oleh bakteri untuk menguraikan (mengoksidasi) hampir semua zat organik yang terlarut dan sebagian zat-zat organik yang tersuspensi di dalam air.

Pemeriksaan BOD dilakukan untuk menentukan beban pencemaran akibat buangan dan untuk merancang sistem pengolahan biologis bagi air yang tercemar. Prinsip pemeriksaan BOD didasarkan atas reaksi oksidasi zat organik dengan oksigen di dalam air, dan proses tersebut berlangsung karena adanya bakteri. Sebagai hasil oksidasi akan terbentuk karbon dioksida, air dan amoniak. Dengan demikian zat organik yang ada di dalam air diukur berdasarkan jumlah oksigen yang dibutuhkan bakteri untuk mengoksidasi zat organik tersebut.

BOD ditentukan dengan mengukur oksigen yang diserap oleh sampel limbah cair akibat adanya mikroorganisme selama satu periode waktu tertentu, biasanya 5 hari, pada satu temperature tertentu, umumnya 20°C.

## 2. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Chemical Oxygen Demand (COD) merupakan analisis terhadap jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada di dalam 1 liter sampel air dengan menggunakan pengoksidasi K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> sebagai sumber oksigen. Angka COD yang didapat merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat organik, dimana secara alami dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologi yang mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut didalam air.

COD atau kebutuhan oksigen kimiawi adalah jumlah kebutuhan oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi zat-zat organik. Angka COD merupakan ukuran bagipencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya kandungan oksigen di dalam air. Hasil pengukuran COD dapat dipergunakan untuk memperkirakan BOD ultimate atau nilai BOD tidak dapat ditentukan karena terdapat bahan-bahan beracun.



### 3. Minyak Lemak

Lemak dan minyak adalah golongan dari lipida (latin yaitu lipos yang artinya lemak). Lipida larut dalam pelarut nonpolar dan tidak larut dalam air. Sifat kelarutan ini yang membedakan lipida dari golongan senyawa alam penting lain seperti protein dan karbohidrat yang pada umumnya tidak larut dalam pelarut nonpolar (Hart, 1990). Lemak dan minyak merupakan zat makanan yang penting untuk menjaga kesehatan tubuh manusia. Selain itu lemak dan minyak juga merupakan sumber energi yang efektif, dimana satu gram minyak atau lemak dapat menghasilkan 9 kkal (Winarno, 1992). Lemak merupakan bahan padat pada suhu ruang disebabkan kandungannya yang tinggi akan asam lemak jenuh yang tidak memiliki ikatan rangkap, sehingga mempunyai titik lebur yang lebih tinggi, sedangkan minyak merupakan bahan cair pada suhu ruang disebabkan tingginya kandungan asam lemak yang tidak jenuh, yang memiliki satu atau lebih ikatan rangkap diantara atom-atom karbonnya, sehingga mempunyai titik lebur yang rendah (Winarno, 1992).

#### 2.5. Pengambilan Sampel Air limbah

Teknik Pengambilan Sampel Air Adapun beberapa teknik pengambilan sampel menurut Effendi berdasarkan Kumpulan Standar Nasional Bidang Pekerjaan Umum mengenai Kualitas Air yaitu :

1. Pertimbangan dalam Pemilihan Lokasi Pengambilan Sampel Pertimbangan-pertimbangan yang digunakan dalam pemilihan lokasi pengambilan sampel adalah sebagai berikut :
  - a. Sampel air limbah harus diambil pada lokasi yang mewakili seluruh karakteristik limbah dan kemungkinan pencemaran yang akan ditimbulkannya.
  - b. Sampel air dari badan air harus diambil dari lokasi yang dapat menggambarkan karakteristik keseluruhan badan air. Oleh karena itu, sampel air perlu diambil dari beberapa lokasi dengan debit air yang harus diketahui.
  - c. Sumber pencemar yang mencemari badan air yang dipantau harus diketahui; berupa sumber pencemar setempat (point source) atau sumber pencemar tersebar (disperse source).

## 2.6 Analisa Pendahuluan

Pada awal penelitian dilakukan analisa pendahuluan untuk mengetahui kondisi awal limbah cair domestik yang akan diolah. Tujuan utama kimia analisis adalah terkait dengan penentuan komposisi suatu senyawa dalam suatu bahan/sampel yang lazim disebut dengan kimia analisis kualitatif. Dalam kimia analisis modern, aspek-aspeknya tidak hanya mencakup kimia analisis kuantitatif baik dengan menggunakan metode konvensional maupun dengan metode modern. Latar belakang percobaan ini ialah : pemeriksaan pendahuluan dari sampel yang akan dianalisis dapat memberikan petunjuk-petunjuk yang sangat penting, yang akan memudahkan pemeriksaan lebih lanjut. Oleh karena itu sebelum mencoba melakukan reaksi analitis berbagai kation dan anion, ia harus kenal akan operasi yang lazim dilakukan dalam analisis kualitatif, yakni akan teknik laboratorium yang dilibatkan.

## 2.7. Pengertian Filtrasi

Proses filtrasi merupakan bagian yang cukup penting untuk proses pengolahan air. Beberapa pengertian filtrasi antara lain:

1. Filtrasi adalah proses pemisahan antara padatan/koloid dengan cairan. (Sumber : Kusnaedi, 2010)
2. Filtrasi adalah suatu proses pemisahan zat padat dari fluida (cair maupun gas) yang membawanya menggunakan suatu medium berpori atau bahan berpori lain untuk menghilangkan sebanyak mungkin zat padat halus yang tersuspensi dan koloid (Sumber : Masduqi dan Slamet, 2002).

## 2.8. *Roughing Filter*

*Roughing Filter* merupakan salah satu jenis pengolahan pendahuluan yang paling umum dipakai untuk penyediaan air minum. *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, 2002).

- 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.

#### 1. *Roughing Filter* Aliran Vertikal

*Roughing filter* aliran vertikal dibedakan menjadi *roughing filter* aliran keatas (*Upflow*) dan aliran ke bawah (*Downflow*). Rate filtrasi pada grafel *upflow* filter relatif tinggi, mencapai 20 m/jam, karena besarnya rongga pori pada media filter sehingga tidak cepat terjadi *clogging*. Rate *backwashing* yang digunakan rendah karena tidak bermaksud membuat lapisan media terekspansi, tetapi biasanya perlu waktu yang lebih panjang untuk membersihkan gravel (kira-kira 20-30 menit) (Sumber : Galvis, dkk, 1998)

#### 2. *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, 2002)

### 2.9. Efektifitas Pengolahan Limbah Cair Dengan Menggunakan *Roughing Filter*

penurunan TSS tertinggi menggunakan kombinasi VRF-HRF dengan media filter arang dengan ukuran media filter halus sebesar 10 mg/l dengan efisiensi penyisihan 99,25 %. Untuk penurunan TSS terendah dengan media filter kerikil dengan ukuran media filter kasar sebesar 168 mg/l dengan efisiensi penyisihan 87,46

- a. Slow sand filter < 0.35 mm
- b. Rapid sand filter < 1.0 mm
- c. Koagulasi filter > 2.00 mm

Pada dasarnya ada dua jenis koagulasi filter yang dibedakan oleh arah alirannya yaitu koagulasi filter aliran vertikal dan koagulasi filter aliran horizontal. Keterbatasan struktural reaktor menyebabkan perbedaan koagulasi filter aliran vertikal tetapi memungkinkan kecepatan filtrasi dan kecepatan penemuan yang lebih tinggi. Sedangkan koagulasi filter aliran horizontal memungkinkan penggunaan ringgi filter yang tak terbatas tetapi kecepatan filtrasinya lebih rendah dan memerlukan pemeliharaan media secara manual.

#### 1. Koagulasi Filter Aliran Vertikal

Koagulasi filter aliran vertikal dibedakan menjadi koagulasi filter aliran keatas (Upflow) dan aliran ke bawah (Downflow). Rate filter pada grade Wykon filter relatif tinggi mencapai 20 m/jam, karena besarnya ringgi pada media filter sehingga tidak terjadi clogging. Rate backwashing yang digunakan rendah karena tidak bermaksud membuang lapisan media terakumulasi tetapi hanya untuk waktu yang lebih panjang untuk membersihkan gravel (kira-kira 20-30 menit) (Sumber: Galvis, dkk. 1998)

#### 2. Koagulasi Filter Aliran Horizontal

Koagulasi filter aliran horizontal adalah proses dimana air mengalir secara horizontal. Pada horizontal koagulasi filter memungkinkan penggunaan panjang filter yang tidak terbatas tetapi dengan rate filtrasi koagulasi filter yang rendah dan biasanya pemeliharaan dilakukan secara manual. (Sumber: Kookilgog, J. Stephen, dkk. 2002)

### 2.9. Efektivitas Pengolahan Limbah Cair Dengan Penggunaan Koagulasi Filter

penemuan TSS tertinggi menggunakan kombinasi YRF-IFR dengan media filter arang dengan ukuran media filter halus sebesar 10 mg/l dengan efisiensi pengisihan 99,25 %. Untuk penemuan TSS rendah dengan media filter kerikil dengan ukuran media filter kasar sebesar 102 mg/l dengan efisiensi pengisihan 87,46

% Efisiensi penurunan TSS optimal menggunakan kombinasi VRF-HRF terjadi pada media filter arang berukuran halus sebesar 99,25 %.

Disisi lain, variasi ukuran media filter berpengaruh terhadap efisiensi penyisihan TSS yang mana semakin kecil ukuran media maka efisiensi penyisihan TSS akan semakin besar.

(Sumber : Sumiyati, 2012)

Pengaruh ketiga variabel yaitu variasi debit, jenis media filter dan ukuran media filter mempengaruhi proses penurunan konsentrasi parameter, terutama parameter BOD dan COD sedangkan untuk parameter rasio BOD/COD tidak terlalu mempengaruhi efisiensi penurunan karena pada setiap variabel nilai penyisihan masih fluktuatif. Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan bahwa efisiensi penurunan konsentrasi parameter BOD, COD dan BOD/COD untuk variasi debit menggunakan gabungan *vertical roughing filter* dan *horizontal roughing filter* yaitu nilai optimum penyisihan BOD pada variasi debit besar 277,7 ml/jam dan pada variasi debit sedang 138,8 ml/jam untuk COD. Variasi jenis media filter paling optimum untuk penyisihan BOD dan COD adalah media filter jenis kerikil sedangkan untuk variasi ukuran media filter, parameter BOD dan media filter berukuran kasar dan untuk parameter COD media filter ukuran medium.

(sumber : Utami,2012)

Percobaan efektivitas penyaringan horizontal limbah batik menggunakan media pasir kuarsa, serbuk arang bambu, sekam padi, dan batu zeolit pada:

a. Saringan Tipe I (8cm : 8cm : 8cm : 8cm) mampu mengurangi kadar pH (13,48%); COD (83,33%); tembaga (64,10%) dan sianida (67,31%); sedangkan pada kadar BOD (+5039,11%); TSS (+221,43%); amonia total (+151,04%); besi (+46,81%); mangan (+281,88%); kadmium (+286,29%) mengalami kenaikan

b. Saringan Tipe II (8cm : 6cm : 10cm : 8cm) mampu mengurangi kadar pH (30,13%); COD (33,33%) dan tembaga (31,62%) sedangkan pada kadar BOD (+11.095,35%); TSS (+35,71%); amonia total (+346,88%); besi (+136,17%); mangan (+442,43%); kadmium (+329,91%); sianida (+23,08%) mengalami kenaikan.

c. Saringan Tipe III (8cm : 10cm : 6cm : 8cm) hanya mampu mengurangi kadar pH (28,49%) sedangkan pada kadar BOD (+11.008,88%); COD (0%); TSS (+419,05%); amonia total (+369,27%); besi (+301,60%); mangan (+604,13%); kadmium (+535,51%); tembaga (+71,79%); sianida (+86,54%) mengalami kenaikan.  
(sumber : Framika, 2014)

### 2.10. Kriteria Desain *Roughing Filter*

*Roughing filter* menggunakan media dengan ukuran yang jauh lebih kasardan *rate filtrasi* yang lebih besar dibandingkan dengan *slow filtration* maupun *rapid filtration*, seperti dapat dilihat pada Tabel 2.1 dibawah ini :

**Tabel 2.1. Perbedaan Antara *Roughing Filter*, *Slow Sand Filter* dan *Rapid Sand Filter***

No	Subyek	Slow Sand Filter	Rapid Sand Filter	<i>Roughing Filter</i>
	Kekeruhan air baku	< 50 NTU	<30 NTU	20-80 NTU
	Diameter media	0,15-0,35 mm	0,40-0,70 mm	> 2,0 mm
	Kedalaman/ketebalan media	1,0-1,4 m	0,8-1,0 m	2,0-2,5 m
	Kecepatan filtrasi	0,1-0,2 m/jam	4,0-10,0 m/jam	Dapat serendah pada slow sand filter atau lebih tinggi daripada rapid sand filter
	Pencucian	1-3 bulan sekali	12-72 jam sekali	3-5 bulan sekali
	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

	Headloss Underdrain system	100 cm Menggunakan sistem lateral manifold. Menggunakan standart bricks atau precast concrete blocks dengan lobang-lobang di atas atau porous concrete	50-80 cm Menggunakan sistem lateral-manifold	dipakai lagi atau diganti < 38 cm Menggunakan teepe atau sistem lateral manifold
--	-------------------------------	--	---	---

(Sumber : Djoko Bowo Marsono, 1997)

## 2.11. Jenis Media

Media yang digunakan dalam penelitian ini ada tiga jenis yakni zeolit, batu krikil, dan karbon aktif. Ketiga media ini dipilih sebagai media filter karena jenis media ini mudah didapat.

### 2.11.1 Zeolit

Zeolit adalah senyawa zat kimia alumino-silikat berhidrat dengan kation natrium, kalium dan barium. Secara umum, zeolit memiliki molecular struktur yang unik dimana atom silikon dikelilingi oleh 4 atom oksigen sehingga membentuk semacam jaringan dengan pola yang teratur. Di beberapa tempat di jaringan ini, atom silikon digantikan dengan atom aluminium, yang hanya terkoordinasi dengan 3 atom oksigen. Atom aluminium ini hanya memiliki muatan 3+, sedangkan silikon sendiri memiliki muatan 4+. Keberadaan atom aluminium ini secara keseluruhan akan menyebabkan zeolit memiliki muatan negatif. Muatan negatif inilah yang menyebabkan zeolit mampu mengikat kation. Zeolit juga sering disebut sebagai “molecular sieve”/ “molecular mesh” (saringan molekuler) karena zeolit memiliki pori-pori berukuran molekuler sehingga mampu memisahkan/menyaring molekul

dengan ukuran tertentu. Zeolit mempunyai beberapa sifat antara lain : mudah melepas air akibat pemanasan, tetapi juga mudah mengikat kembali molekul air dalam udara lambat. Oleh sebab sifatnya tersebut maka zeolit banyak digunakan sebagai bahan pengering. Disamping itu zeolit juga mudah melepas kation dan diganti dengan kation lainnya misal zeolit melepas natrium dan digantikan dengan mengikat kalsium atau magnesium. Sifat ini pula menyebabkan zeolit dimanfaatkan untuk melunakan air.

Zeolit mempunyai sifat-sifat kimia ( Amelia, 2003 dan Rini K Dian, 2010 ) diantaranya:

#### 1. Dehidrasi

Sifat dehidrasi zeolite berpengaruh terhadap sifat jerapannya. Keunikan zeolit terletak pada struktur porinya yang spesifik. Pada zeolit alam didalam pori-porinya terdapat kation-kation atau molekul air.

Bila kation-kation atau molekul air tersebut dikeluarkan dari dalam pori dengan suatu perlakuan tertentu maka zeolit akan meninggalkan pori yang kosong.

#### 2. Penyerapan

Dalam keadaan normal ruang hampa dalam Kristal zeolit terisi oleh molekul air yang berada disekitar kation. Bila zeolit dipanaskan maka air tersebut akan keluar. Zeolit yang telah dipanaskan dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan.

#### 3. Penukar Ion

Ion-ion pada rongga berguna untuk menjaga kenetralan zeolit. Ion-ion ini dapat bergerak bebas sehingga pertukaran ion yang terjadi tergantung dari ukuran dan muatan maupun jenis zeolitnya. Sifat sebagai penukar ion dari zeolit antara lain tergantung dari sifat kation , suhu, dan jenis anion.

#### 4. Penyaring/pemisah

Zeolit sebagai penyaring molekul maupun pemisah didasarkan atas perbedaan bentuk ukuran, dan porositas molekul yang disaring. Sifat ini disebabkan zeolit mempunyai ruang hampa yang cukup besar. Molekul yang berukuran lebih besar dari ruang hampa akan ditahan.



dengan ukuran tertentu. Zeolit mempunyai beberapa sifat antara lain : mudah menyerap air akibat permukaannya tetapi juga mudah mengikat kembali molekul air dalam udara lembab. Oleh sebab sifatnya tersebut maka zeolit banyak digunakan sebagai bahan pengering. Disamping itu zeolit juga mudah menyerap kation dan diganti dengan kation lainnya misal zeolit menyerap natrium dan digantikan dengan mengikat kalsium atau magnesium. Sifat ini bisa menyebabkan zeolit di manfaatkan untuk melunakkan air.

Zeolit mempunyai sifat-sifat kimia ( Amelia, 2003 dan Rini K Diani, 2010 )

diantaranya:

#### 1. Dehidrasi

Sifat dehidrasi zeolit terbentuklah terhadap sifat jerapannya. Kemampuan zeolit menyerap pada struktur porinya yang spesifik. Pada zeolit alam didapati pori-pori yang terdapat kation-kation dan molekul air.

Bila kation-kation dan molekul air tersebut dikeluarkan dari dalam pori dengan suatu perlakuan tertentu maka zeolit akan meninggalkan pori yang kosong.

#### 2. Penyerapan

Dalam keadaan normal ruang hampa dalam kristal zeolit terdiri oleh molekul air yang berada disekitar kation. Bila zeolit dipanaskan maka air tersebut akan keluar. Zeolit yang telah dipanaskan dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan.

#### 3. Pertukaran Ion

Ion-ion pada rangka zeolit untuk menjaga kestabilan zeolit. Ion-ion ini dapat bergerak bebas sehingga pertukaran ion yang terjadi tergantung dari ukuran dan muatan maupun jenis zeolitanya. Sifat sebagai penukar ion dari zeolit antara lain tergantung dari sifat kation - substitusi dan jenis anion.

#### 4. Penyerapan/penisiran

Zeolit sebagai penyerap molekul maupun pemisahan didasarkan atas perbedaan bentuk ukuran dan porositas molekul yang diserap. Sifat ini disebabkan zeolit mempunyai ruang hampa yang cukup besar. Molekul yang berukuran lebih besar dari ruang hampa akan ditolak.

### 2.11.2 Batu Krikil

Batu kerikil juga termasuk dalam jenis batuan sedimen, yaitu sedimen klastis (Clastic). Batuan sedimen klastis/mekanik/fisik merupakan batuan yang terangkut dalam bentuk padat/tidak larut kemudian diendapkan di tempat lain mengalami sedimentasi menjadi batuan sedimen. Tabel 2.3 dibawah ini menunjukkan penggolongan batuan berdasarkan besarnya butiran.

**Tabel 2.3 dibawah ini menunjukkan penggolongan batuan berdasarkan besarnya butiran.**

Nama Partikel	Diameter (mm)	Sebutan Endapan Lepas	Sebutan Batuan Gabungan
Batuan Besar	>256	Kerikil	Konglomerat
Kerikil Kasar	64-256	Kerikil	Sedimen
Kerikil Halus	2-64	Kerikil	Breksi
Pasir	1/16-2	Pasir	Batu Pasir
Debu	1/256-1/16	Debu	Batu Pasir
Liat	<1/256	Liat	Batu Liat, Batu Lempur, dan Shale

(Sumber : Kusnaedi, 2010)

Batuan sedimen yang tergolong sedimen klastis ini mempunyai sifat yang koheren, pada umumnya warnanya bervariasi tergantung pada penyusunannya. Biasanya dicirikan oleh sekumpulan batu atau kerikil yang bulat dan kokoh tersusun sedemikian rupa sehingga menjadi satu kesatuan kokoh.

Beberapa sifat lainnya adalah bentuk batuan penyusunnya pada umumnya berbentuk bulat (rounded) yang mencirikan bahwa bahan penyusun tersebut berasal dari tempat yang jauh.

### 2.11.3. Karbon Aktif (*Activated Carbon*)

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<sup>2</sup>/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.

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  $2 \times 10^4 \text{ cm}^2$  per gram, tetapi sesudah pengaktifan dengan bahan kimia mempunyai luas sebesar  $5 \times 10^6$  sampai  $15 \times 10^7 \text{ cm}^2$  per gram . Ada 2 tahap utama proses pembuatan karbon aktif yakni proses karbonasi dan proses aktivasi.

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  $600 - 900 \text{ }^\circ\text{C}$  selama 1 - 2jam.

### 2.11.3. Karbon Aktif (Activated Carbon)

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 seratnya 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 melalui proses aktivasi. serta mempunyai permukaan yang luas yaitu memiliki luas antara 300 sampai 3000 m<sup>2</sup>/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 satu sentimeter dengan 325 mesh. Sedangkan karbon aktif granular ukuran diameter butirannya lebih besar dari 325 mesh.

Bahan baku karbon aktif dapat berasal dari bahan nabati atau hewani dan bahan hewani. Untuk karbon aktif yang dibalikkan dan tempung kelapa mempunyai daya serap tinggi, karena sangat pori-pori dengan diameter yang kecil sehingga mempunyai internal yang luas. Luas permukaan sangat adalah 2 x 104 cm<sup>2</sup> per gram tetapi sudah pengaktifan dengan bahan kimia mempunyai luas sebesar 5 x 106 sampai 12 x 107 cm<sup>2</sup> per gram. Ada 2 tahap utama proses pembuatan karbon aktif yakni proses karbonisasi dan proses aktivasi.

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 menggunakan bahan karbonisasi dilakukan dalam larutan aktivasi sebelum dipanaskan. Pada proses aktivasi kimia sangat dilakukan dalam larutan pengaktifan 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  $\text{CO}_2$  yang dialirkan pada arang hasil karbonisasi. Proses ini biasanya berlangsung pada temperatur  $800 - 1100^\circ\text{C}$ .

([http://www.purewatercare.com/karbon\\_aktif.php](http://www.purewatercare.com/karbon_aktif.php))

## 2.12. Aktifasi

Proses aktifasi dilakukan dengan cara pemanasan pada temperatur  $750-950^\circ\text{C}$  dengan mencampurkan  $\text{CO}_2$  udara dan uap pada tekanan terkontrol atau dengan penambahan bahan kimia. Aktifasi secara kimia atau "*chemical impregnating agent*" dilakukan dengan menggunakan bahan kimia atau bahan pengaktif seperti seng klorida ( $\text{ZnCl}_2$ ), magnesium klorida ( $\text{MgCl}_2$ ), kalsium klorida ( $\text{CaCl}_2$ ), natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ), natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), natrium klorida ( $\text{NaCl}$ ), potassium sulfida ( $\text{K}_2\text{S}$ ), asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), potassium hidroksida ( $\text{KOH}$ ).

Bahan kimia tersebut ditambahkan pada bahan baku sebelum proses karbonisasi dilakukan. Pengembangan struktur pori yang demikian ini, dilakukan secara internal sebagai akibat adanya reaksi kimia antar bahan baku dengan agen kimia yang digunakan. Zat kimia yang ditambahkan tersebut akan mengikat karbon yang baru terbentuk dengan gaya adhesi, sehingga bila bahan baku tersebut dicuci baik dengan air maupun asam tetap akan mengasilkan karbon dengan struktur permukaan lebih besar dibandingkan dengan yang sebelumnya (Sumber : Kusnaedi, 2010).

## 2.13. Metode Pengolahan Data

Data adalah hasil pengukuran atau pengamatan yang dikumpulkan, berupa angka-angka atau besaran-besaran atau fakta-fakta atau pernyataan-pernyataan yang menggambarkan perbedaan atau persamaan suatu individu atau obyek yang lain berdasarkan karakteristiknya.

### 2.13.1. 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. (Sumber : Iriawan dan Astuti, 2006)

### **2.13.2. 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).

### **2.13.3. 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.

(Sumber : Iriawan dan Astuti, 2006).

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Jenis Penelitian**

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimental yang dilaksanakan dalam skala laboratorium untuk menentukan efisiensi *Roughing Filter* dengan media batu kerikil, zeolit, karbon aktif dalam menurunkan kadar TSS, BOD dan Minyak Lemak air limbah domestik rusunawa UMM.

#### **3.2. Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Lingkungan ITN Malang.

#### **3.3. Variabel Penelitian**

a. Variabel terikat :

1. TSS
2. BOD
3. Minyak Lemak

b. Variabel tetap :

1. Diameter media yang digunakan dalam penelitian ini 6 mm. Karena untuk ukuran diameter roughing filter itu sendiri > 2 mm.
2. Debit aliran 0,2 l/menit (Sumber: Hasil perhitungan, 2015)

c. Variabel bebas :

1. Variasi tinggi media antara batu zeolite, batu kerikil dan arang aktif.
  - a. Vertical Roughing Filter :
    - Tinggi 35 cm zeolite : 30 cm batu kerikil : 35 cm arang aktif (V1)

- Tinggi 40 cm zeolite : 40 cm batu kerikil : 20 cm arang aktif (V2)

b. Horizontal Roughing Filter :

- Tinggi 35 cm zeolite : 30 cm batu kerikil : 35 cm arang aktif (H1)
- Tinggi 40 cm zeolite : 40 cm batu kerikil : 20 cm arang aktif (H2)

2. Variasi waktu operasional

a. Pengambilan pertama

Pengambilan sampel pada saat pertama masuk proses pengolahan, sampel diambil pada akhir outlet aliran vertikal dan outlet dari aliran horizontal.

b. Pengambilan kedua

Pengambilan sampel setelah dari pengolahan sebelumnya, sampel diambil pada akhir outlet aliran vertical dan outlet dari aliran horizontal.

c. Pengambilan ketiga

Pengambilan sampel setelah dari pengolahan sebelumnya, sampel diambil pada akhir outlet aliran vertical dan outlet dari aliran horizontal.

d. Pengambilan keempat

Pengambilan sampel setelah dari pengolahan sebelumnya, sampel diambil pada akhir outlet aliran vertical dan outlet dari aliran horizontal.

e. Pengambilan kelima

Pengambilan sampel setelah dari pengolahan sebelumnya, sampel diambil pada akhir outlet aliran vertical dan outlet dari aliran horizontal.



f. Pengambilan keenam

Pengambilan sampel setelah dari pengolahan sebelumnya, sampel diambil pada akhir outlet aliran vertical dan outlet dari aliran horizontal.

g. Pengambilan ketujuh

Pengambilan sampel setelah dari pengolahan sebelumnya, sampel diambil pada akhir outlet aliran vertical dan outlet dari aliran horizontal.

h. Pengambilan kedelapan

Pengambilan sampel setelah dari pengolahan sebelumnya, sampel diambil pada akhir outlet aliran vertical dan outlet dari aliran horizontal.

i. Pengambilan kesembilan

Pengambilan sampel setelah dari pengolahan sebelumnya, sampel diambil pada akhir outlet aliran vertical dan outlet dari aliran horizontal.

j. Pengambilan kesepuluh

Pengambilan sampel setelah dari pengolahan sebelumnya, sampel diambil pada akhir outlet aliran vertical dan outlet dari aliran horizontal.

### **3.4. Pengambilan Sampel**

Dalam pengambilan sampel limbah domestik dilihat dari karakteristik air limbah yang ada serta debit air limbah yang dihasilkan oleh rumah susun UMM, maka proses pengambilan sampel dilakukan dengan cara pengumpulan air limbah. Hal ini dikarenakan limbah yang dihasilkan dari rumah susun UMM tidak stabil.

### **3.5. Alat dan Bahan Penelitian**

#### **3.5.1. Sampel Air**

Sampel air yang digunakan diambil dari limbah domestik Rusunawa UMM.

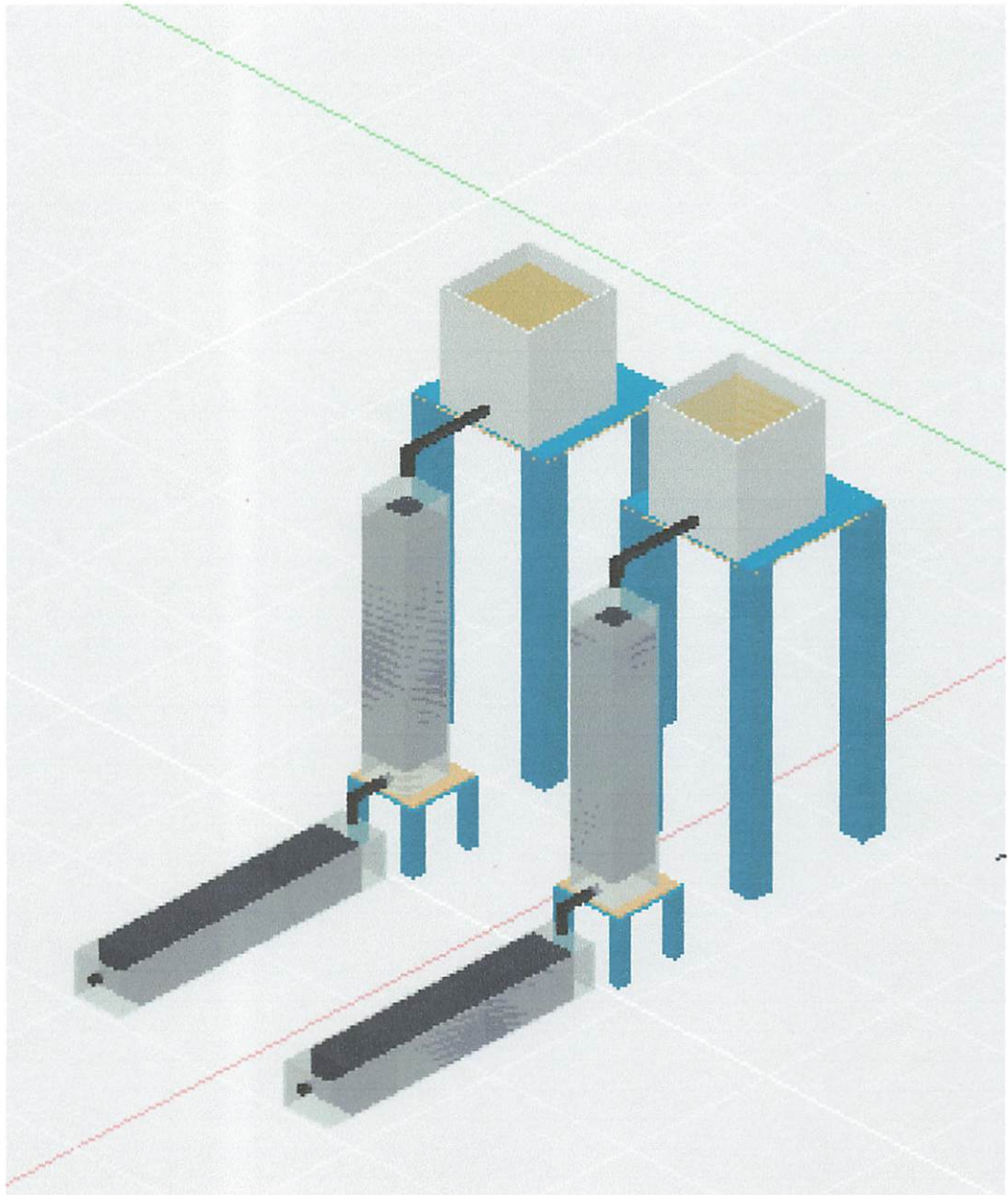
#### **3.5.2. Alat Penelitian**

- a. Bak plastik besar 4 buah yang digunakan sebagai bak penampung air dan bak penampung *effluent*.
- b. Keran air digunakan untuk mengatur air yang keluar dari bak pengatur debit.
- c. Bak *Roughing Filter* aliran *Vertical* ( h = 120 cm), digunakan sebagai tempat media filter.
- d. Bak *Roughing Filter* aliran *Horizontal* ( h = 120 cm), digunakan sebagai tempat media filter.
- e. Pipa PVC ½ inc digunakan untuk menyalurkan air dari bak penampung influent ke bak *Vertical Roughing Filter* lalu ke bak *Horizontal Roughing Filter* selanjutnya mengalir ke bak penampung *effluent*.
- f. Oven digunakan untuk mengeringkan media setelah pencucian sebelum digunakan.

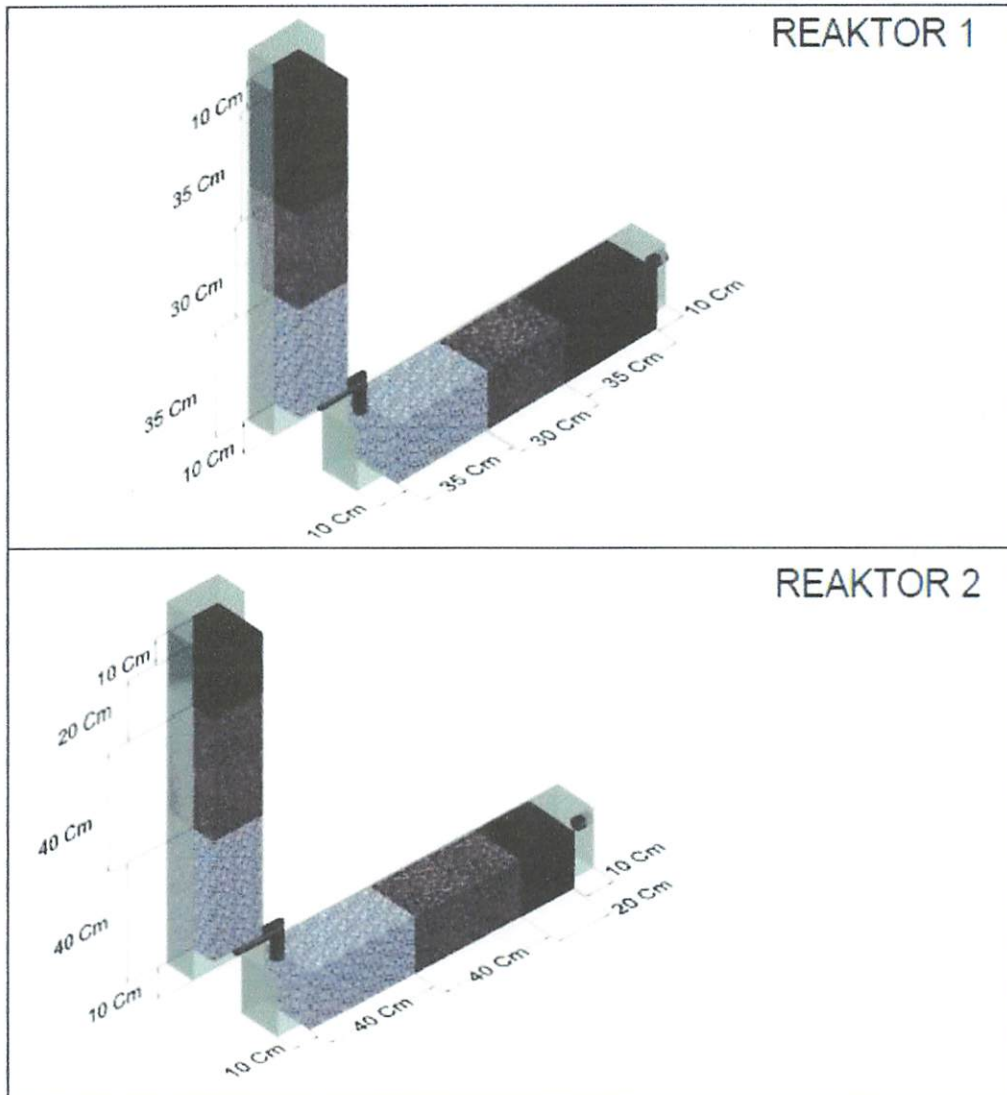
#### **3.5.3. Alat Runing Penelitian**

- a. Reaktor *Roughing Filter* Aliran *Vertical*, terbuat dari kaca dengan ukuran:
  - Panjang : 20 cm
  - Lebar : 20 cm
  - Tinggi : 120 cm
- b. Reaktor *Roughing Filter* Aliran *Horizontal*, terbuat dari kaca dengan ukuran:
  - Panjang : 120 cm
  - Lebar : 20 cm
  - Tinggi : 20 cm
- c. Sekat, yang digunakan pada reaktor *Roughing Filter Horizontal*. Digunakan sekat agar dapat menjaga aliran tetap pada aliran horizontal.

Desain kombinasi reaktor *Vertical Roughing Filter* dan *Horizontal Roughing Filter* dapat di lihat pada gambar 3.1 di bawah ini :



**Gambar 3.1** desain kombinasi reaktor *Vertical Roughing Filter* dan *Horizontal Roughing Filter*



**Gambar 3.2 Sketsa Reaktor Vertical Roughing Filter dan Horizontal Roughing Filter**

Keterangan :

- Vertical I = 35 cm : Zolite, 30 cm : Batu Krikil, 35 cm : Arang Aktif
- Horizontal I = 35 cm : Zolite, 30 cm : Batu Krikil, 35 cm : Arang Aktif
- Vertical II = 40 cm : zeolite, 40 cm : Batu Krikil, 20 cm : Arang Aktif
- Horizontal II = 40 cm : zeolite, 40 cm : Batu Krikil, 20 cm : Arang Aktif

### 3.5.4 Bahan

- a. Sampel air limbah cair domestik rusunawa UMM.
- b. Media batu zeolit, batu kerikil dan arang aktif.

## 3.6. Tahapan Penelitiann

### 3.6.1. Analisa Pendahuluan

Pada awal penelitian dilakukan analisa pendahuluan untuk mengetahui kondisi awal limbah cair domestik yang akan diolah. Parameter yang akan diuji adalah TSS, kekeruhan dan BOD.

### 3.6.2. Persiapan Alat

- a. Menyiapkan 4 buah ember plastik yang masing-masing telah diberi lubang untuk pipa.
- b. 2 ember yang pertama digunakan sebagai bak penampung air sampel/influent. 2 ember yang kedua digunakan sebagai penampung effluent/hasil filtrasi.
- c. Memotong pipa PVC  $\frac{1}{2}$  yang digunakan untuk penyaluran air kemudian dipasang satu persatu yaitu dari bak penampung *influent* ke bak *Vertical Roughing Filter* lalu ke bak *Horizontal Roughing Filter* selanjutnya mengalir ke bak penampung *effluent*.
- d. Bak *Vertical Roughing Filter* terbuat dari kaca dengan panjang 20 cm, lebar 20 cm, tinggi 120 cm dan bak *Horizontal Roughing Filter* terbuat dari kaca dengan panjang 120 cm, lebar 20 cm, 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 *roughing filter* 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.

### 3.6.3. Menyiapkan Media Filter

- a. Menyiapkan batu zeolit, batu kerikil dan arang aktif.
- b. Batu zeolit, batu kerikil dan arang aktif di pecah.
- c. Mengayak dengan diameter 6 mm.
- d. Mencuci sampai bersih.
- e. Saring dan cuci dengan aquadest, kemudian keringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 20 menit.

### 3.6.4. Pengoperasian Alat

- a. Membuat alat *roughing filter* aliran *vertical* dan *roughing filter* aliran *horizontal* dengan skala laboratorium.
- b. Bak *roughing filter* aliran *vertical* dan bak *roughing filter* aliran *horizontal* diisi dengan media filter, bagian pertama diisi dengan media zeolit, dilanjutkan dengan batu kerikil, dan karbon aktif dengan ketinggian pada masing-masing bak *roughing filter* V1-H1 dan V2-H2 dan ukuran diameter media 6 mm.
- c. Air sampel dialirkan dari bak penampung air menuju bak *roughing filter* aliran *vertical* yang telah diisi media.
- d. Air sampel dialirkan dari bak *roughing filter* aliran *vertical* menuju bak *roughing filter* aliran *horizontal* yang telah diisi media.
- e. Air keluar dari bak *roughing filter* aliran *horizontal* kemudian ditampung dalam bak penampungan/*effluent* dan siap untuk dianalisa.
- f. Melakukan hal yang sama seperti prosedur b, c, dan d dengan mengganti media dan variasi panjang media.
- g. Air yang telah mengalami filtrasi diambil secukupnya untuk dianalisa.

### 3.7. Analisis Parameter Uji

Analisis parameter uji yang digunakan dalam penelitian ini yaitu analisis TSS, BOD, dan Minyak Lemak

#### 3.7.1. TSS (*Total Suspended Solid*)

Prinsip analisa dalam penentuan kadar TSS (*Total Suspended Solid*) yaitu sampel dalam cawan diuapkan dan dikeringkan dalam oven pada suhu  $\pm 105^{\circ}\text{C}$ , sampai beratnya konstan. Berat residu didalam cawan adalah zat padat total (SriSumestri dan G.Alearts,1984). Analisa TSS (*Total Suspended Solid*) dengan metode Gravimetri, dengan tahapan analisa :

1. Cawan yang telah dibersihkan di *furnace* selama 1 jam pada suhu  $550^{\circ}\text{C}$ , setelah itu oven pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit dan masukkan dalam desikator selama 10 menit
  2. Kertas saring di oven pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam kemudian masukkan dalam desikator selama 10 menit
  3. Cawan dan kertas saring yang telah di oven, di timbang sebagai berat awal (a)
  4. Saring 10 ml sampel yang telah di kocok merata dengan menggunakan kertas saring yang telah di oven
  5. Masukkan cawan dan kertas saring ke dalam oven pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam kemudian masukkan ke dalam desikator selama 15 menit
  6. Timbang berat cawan, kertas saring, dan residu sebagai berat akhir (b)
- (G.Alearts,1984).

#### 3.7.2. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

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  $\text{BOD}_5$  yang terjadi. Sampel yang digunakan untuk menganalisis  $\text{BOD}_5$  terlarut terlebih dahulu disaring agar sampel terbebas dari padatan tersuspensi maupun koloid. Metode analisis yang digunakan adalah metode titrimetri (Alaerts dan Santika, 1987). Tahapan uji pada sampel air yang akan dilakukan adalah :

1. Isi botol winkler dengan sampel air hingga penuh
2. Tambahkan 2 ml larutan mangan sulfat ( $MnSO_4$ ) dengan pipet di bawah permukaan air
3. Tambahkan 2 ml larutan alkali – iodide – azida
4. Botol ditutup, dikocok dengan membolak – balik beberapa kali, biarkan 10 menit
5. Botol diinkubasi pada suhu  $25^{\circ}C$  selama 5 hari
6. Kemudian buang 100 ml larutan jernih dengan pipet
7. Tambahkan 2 ml asam sulfat pekat  $H_2SO_4$ , kocok kemudian pindahkan ke Erlenmeyer
8. Titrasi dengan thiosulfat hingga terjadi warna kuning muda
9. Tambahkan indikator amylum, sampai timbul warna biru
10. Titrasi dengan thiosulfat sampai warna biru hilang pertama kali.

(G.Alearts,1984)

### **3.7.3. Minyak Lemak**

Metoda ini untuk menentukan minyak dan lemak dalam contoh uji air dan air limbah secara gravimetri. Metoda ini termasuk penanganan emulsi tertentu, zat yang tidak menguap, zat lain yang terekstraksi oleh pelarut dari contoh uji yang diasamkan seperti senyawa belerang, pewarna organik tertentu dan klorofil. Metoda ini tidak dapat digunakan untuk mengukur fraksi yang mempunyai titik didih lebih kecil dari  $70^{\circ}C$  bila menggunakan pelarut trichlorotrifluoroethane atau bila menggunakan pelarut campuran n-hexana dengan methyl tert buthyl ether (80 : 20) pada titik didih di bawah  $85^{\circ}C$ . Metoda ini dapat digunakan untuk contoh uji yang mengandung minyak dan lemak lebih besar dari 10 mg/L (SNI 06-6989.10-2004). Tahapan uji pada sampel air yang akan dilakukan adalah :

1. Mengambil sample limbah 100 ml
2. Dimasukan Hidroklorit 0,1 ml sampai terlarut



3. Sampel di campurkan Petroleum Ether (PE) 10 ml, lalu didiamkan minimal selama 5 menit, setelah mengendap lapisan yang berada di atas diambil dan ditampung di dalam cawan yang sudah diketahui beratnya
4. Sampel dimasukkan kedalam oven dengan suhu 105 °C selama 1 jam.

Sampel dinginkan di dalam desikator kemudian ditimbang.

(G. Alearts, 1984)

### **3.8. Analisis Data**

#### **a. Analisis Deskriptif**

Analisis deskriptif bertujuan untuk mendapatkan gejala dan fakta yang diperoleh dari sampel penelitian yang ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.

#### **b. 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).

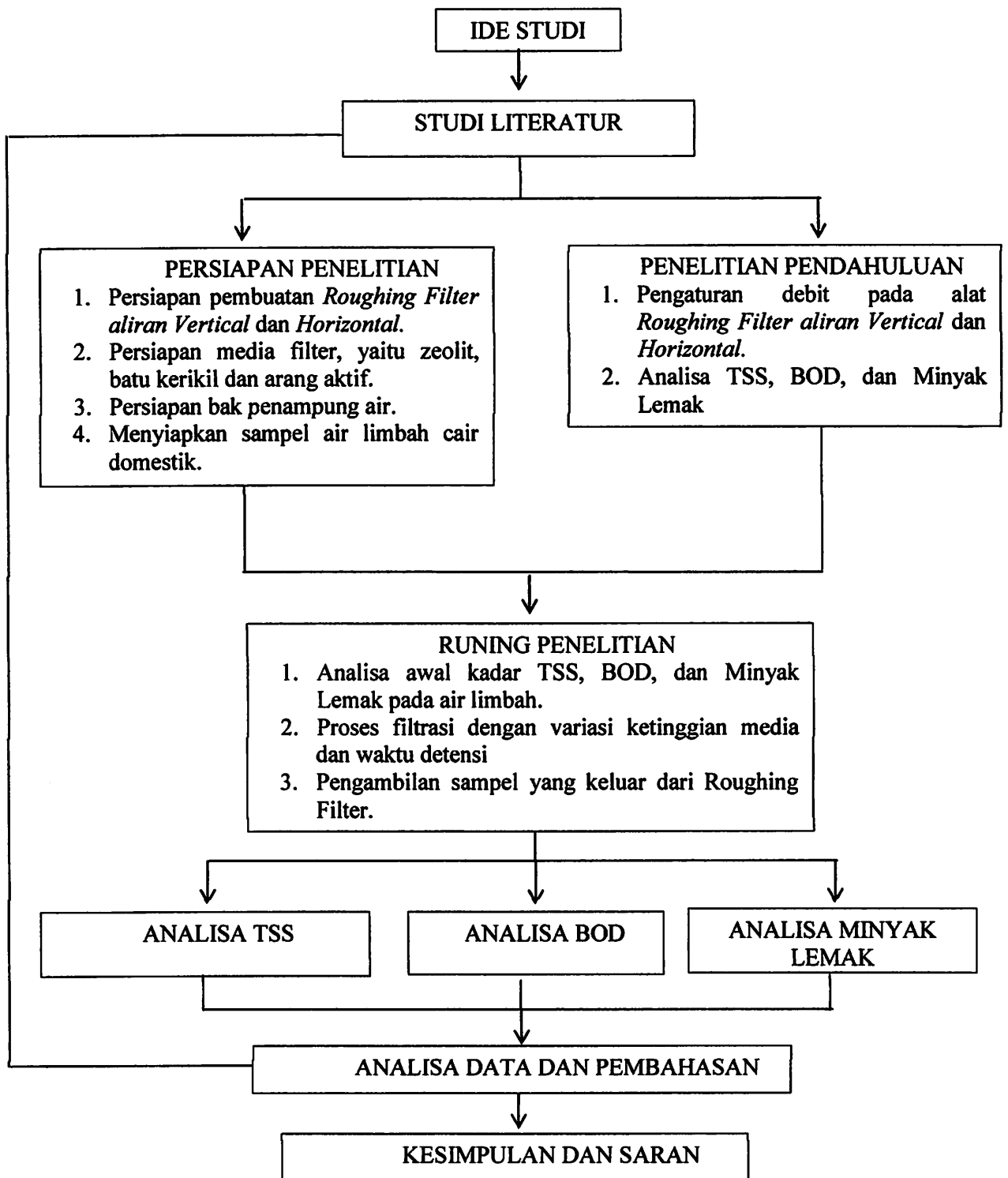
#### **c. Analisis Varian**

Analisis Varian 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. Analisis ANOVA ini dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh berbagai perlakuan dalam prosentase penyisihan TSS, BOD dan Minyak Lemak maka dilakukan analisis

dengan menggunakan uji ANOVA dua faktor atau desain faktorial. Analisis ANOVA ini akan menguji apakah semua perlakuan mempunyai rata-rata (mean) yang sama.

### **3.9 Kerangka Penelitian**

Kerangka acuan penelitian dibuat untuk dijadikan pedoman dalam melakukan penelitian. Dari latar belakang yang mendasari pemikiran untuk melakukan penelitian tentang pemakaian zeolit, batu kerikil, dan karbon aktif sebagai media pada kombinasi *roughing filter* aliran *vertical* dan *roughing filter* aliran *horizontal* dalam menurunkan kadar kekeruhan, TSS dan BOD pada limbah cair domestik rusunawa UMM. Maka dibuat kerangka penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut :



**Gambar 3.2 Kerangka Penelitian**

## **BAB IV**

### **ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Karakteristik Limbah Cair Domestik**

##### **4.1.1 Observasi**

Penelitian ini menggunakan limbah cair domestik dari rumah susun UMM Malang, dimana hasil dari aktifitas limbah domestik ini terdiri dari aktivitas air buangan kamar mandi, dapur, sisa-sisa makanan, mencuci, dan kakus. Karakteristik fisik (secara kasat mata) terlihat bahwa limbah cair ini memiliki karakteristik dengan bau yang tidak terlalu menyengat, namun dengan demikian kondisi fisik limbah cair ini memberikan dampak negative terhadap lingkungan sehingga perlu dilakukan pengolahan untuk menurunkan dampak limbah cair terhadap lingkungan.

#### **4.2 Data Dan Hasil Analisis Data**

Table 4. 1 Analisis Awal Limbah domestik Dirusun UMM Malang

<b>No</b>	<b>Parameter</b>	<b>Konsentrasi</b>	<b>Baku Mutu*</b>
1	BOD	273 mg/l	30 mg/l
2	TSS	48.6 mg/l	50 mg/l
3	Minyak Lemak	57.6 mg/l	10 mg/l

Sumber : PERATURAN GUBERNUR JAWA TIMUR NOMOR 72 TAHUN 2013

Tingginya nilai konsentrasi awal parameter yang terdapat pada limbah cair yang melebihi baku mutu dikarenakan pada bangunan ini belum adanya pengolahan limbah cair dan penggunaan bahan-bahan atau kebutuhan sehari-hari yang berlebihan dan terus-menerus, sehingga mengakibatkan tingginya nilai parameter yang ada. Maka dilakukan proses pengolahan yang dapat menurunkan nilai konsentrasi yang terdapat pada parameter yang ada pada limbah cair domestik.

**BAB IV**  
**ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Karakteristik Limbah (Limbahdomestik)**

**4.1.1 (Pemeriksaan)**

Pemeriksaan ini menggunakan limbah cair domestik dari pemukiman UMM Malang, dimana hasil dari analisis limbah domestik ini terdiri dari analisis air buangan kamar mandi, dapur, sisa-sisa makanan, pencuci dan kelas Karakteristik Limbah (sebagai dasar) terlihat bahwa limbah cair ini memiliki karakteristik dengan bau yang tidak tajam namun dengan demikian kondisi fisik limbah cair ini memberikan dampak negatif terhadap lingkungan sehingga perlu dilakukan pengolahan untuk menurunkan dampak limbah cair terhadap lingkungan.

**4.2 Data Dan Hasil Analisis Data**

Table 4.1 Analisis Awal Limbah domestik Diusun UMM Malang

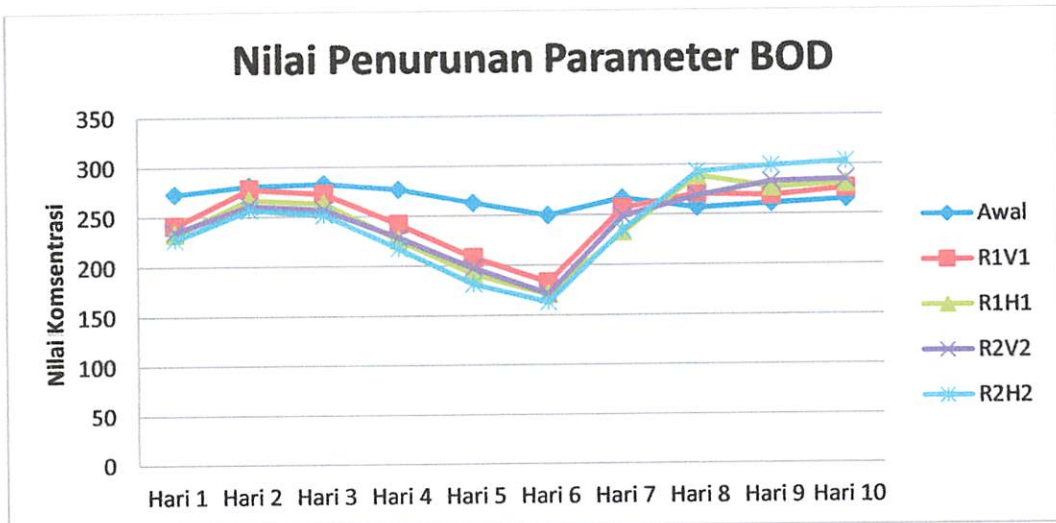
No	Parameter	Konsentrasi	Batas Standar
1	BOD	273 mg/l	30 mg/l
2	TSS	180 mg/l	20 mg/l
3	Amilasi organik	270 mg/l	10 mg/l

Sumber : PERATURAN GOV RI NO 17 TAHUN 2013

Tingginya nilai konsentrasi awal parameter yang terdapat pada limbah cair yang melebihi baku mutu dibuktikan pada penggunaan ini belum adanya pengolahan limbah cair dan penggunaan bahan-bahan atau kebutuhan sehari-hari yang berlebihan dan terakumulasi sehingga mengakibatkan tingginya nilai parameter yang ada. Maka dilakukan proses pengolahan yang dapat menurunkan nilai konsentrasi yang terdapat pada parameter yang ada pada limbah cair domestik.

Table 4. 2 Hasil Analisis Data BOD Selama 10 Hari

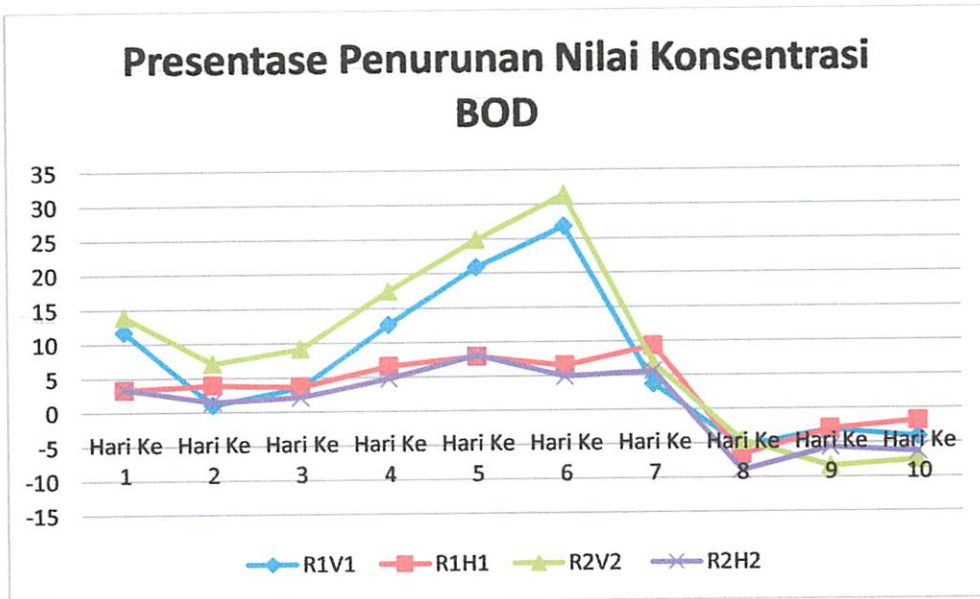
No	Tanggal	Awal	Setelah Proses (mg/l)			
			R1V1	R1H1	R2V2	R2H2
1	17 januari 2016	273	241	233	235	227
2	18 januari 2016	281	278	267	261	257
3	19 januari 2016	283	273	263	257	251.5
4	20 januari 2016	277	242	226	228.5	217.5
5	21 januari 2016	263	208	191.5	197.5	181.5
6	22 januari 2016	250	183	171	171.5	163
7	23 januari 2016	267	257	233	249	235
8	24 januari 2016	257	271	289	269	293
9	25 januari 2016	261	269	277	283	299
10	26 januari 2016	265	276	281	285	303



Gambar 4.1 Grafik Efektifitas Penuruna Nilai Konsentrasi BOD selama 10 hari

Tabel 4.3 Presentase Penurunan Nilai Konsentrasi BOD Selama 10 Hari

No	Tanggal	Proses (%)			
		R1V1	R1H1	R2V2	R2H2
1	17 januari 2016	11.72 %	3.31 %	13.91 %	3.40 %
2	18 januari 2016	1.06 %	3.95 %	7.11 %	1.53 %
3	19 januari 2016	3.53%	3.66 %	9.18 %	2.14 %
4	20 januari 2016	12.63 %	6.61 %	17.50 %	4.81 %
5	21 januari 2016	20.91 %	7.93 %	24.90 %	8.10 %
6	22 januari 2016	26.80 %	6.55 %	31.40 %	4.95 %
7	23 januari 2016	3.74 %	9.33 %	6.74 %	5.62 %
8	24 januari 2016	-5.44 %	-6.64 %	-4.66 %	-8.92 %
9	25 januari 2016	-3.06 %	-2.97 %	-8.42 %	-5.65 %
10	26 januari 2016	-4.15 %	-1.81 %	-7.54 %	-6.31 %

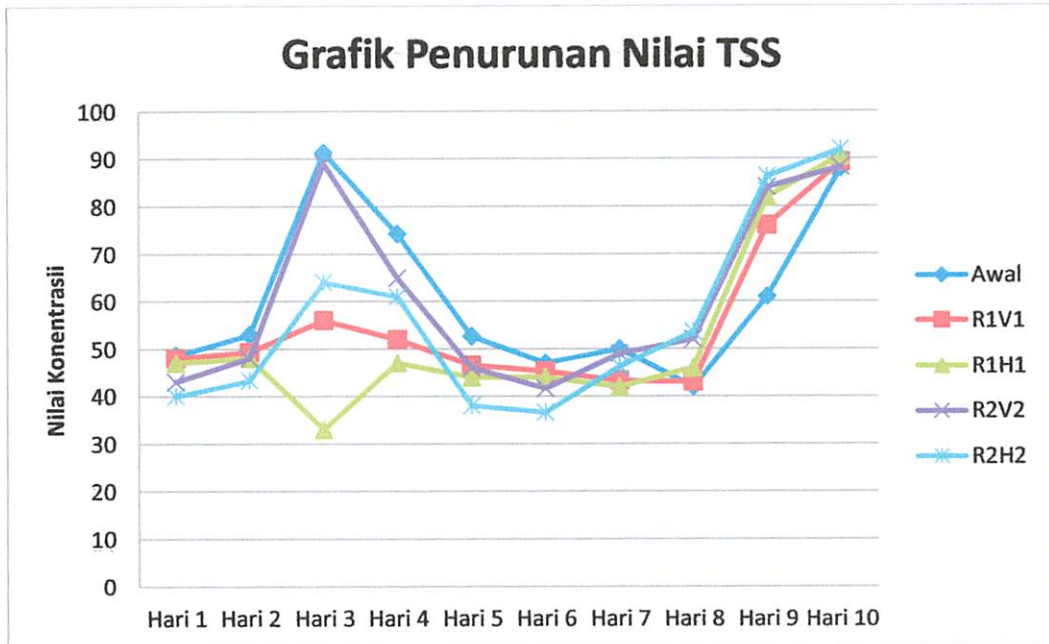


Gambar 4.2 Grafik Presentase Penuruan Nilai Konsentrasi BOD selama 10 Hari

Table 4.4 Hasil Analisis Data TSS Selama 10 Hari

No	Tanggal	Awal	Setelah Proses (mg/l)			
			R1V1	R1H1	R2V2	R2H2
1	17 januari 2016	48.6	48	47	43	40
2	18 januari 2016	53	49.3	48	48	43.3
3	19 januari 2016	91.3	56	33	89	64
4	20 januari 2016	74.3	52	47	65	61
5	21 januari 2016	52.6	46.6	44	46	38
6	22 januari 2016	47	45.3	44	41.6	36.6
7	23 januari 2016	50	43.3	42	49	46.3
8	24 januari 2016	42	43	46	52	53.6
9	25 januari 2016	61	76	82	84	86.3
10	26 januari 2016	88	89.3	90.6	88.3	92

Grafik 4. Efektifitas Penurunan Nilai TSS Selama 10 Hari



Gambar 4.3 Grafik Efektifitas Penurunan Nilai TSS Selama 10 Hari



Таблица 4.3. Средние значения показателей за 1992-2000 гг. (тыс. руб.)

Показатель	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
	...	...	...	...	...	...	...	...	...

**Таблица 4.4. Средние значения показателей за 1992-2000 гг. (тыс. руб.)**

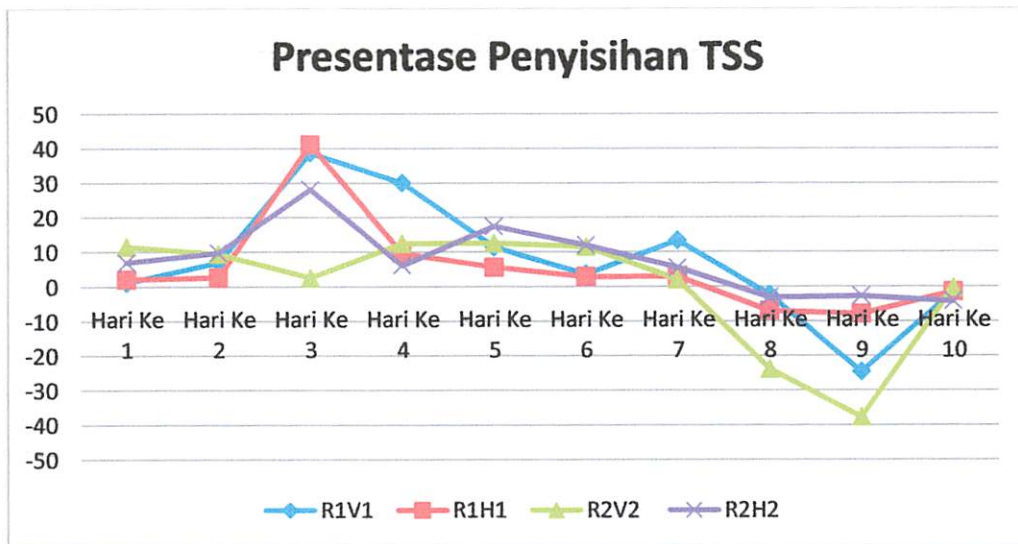
Таблица 4.4. Средние значения показателей за 1992-2000 гг. (тыс. руб.)

№	Наименование	Единица измерения	Показатели				Среднее значение
			1992	1993	1994	1995	
10	...	...	82	87	80	88	85
9	...	...	91	10	85	84	80
8	...	...	45	42	40	25	23
7	...	...	20	43	45	40	40
6	...	...	43	42	44	41	39
5	...	...	25	40	41	40	38
4	...	...	34	25	43	02	01
3	...	...	01	20	33	80	04
2	...	...	23	40	42	48	43
1	...	...	48	44	44	44	40
...	...	...	...	...	...	...	...

Таблица 4.4. Средние значения показателей за 1992-2000 гг. (тыс. руб.)

Tabel 4.5 Presentase Penurunan Nilai Konsentrasi TSS Selama 10 Hari

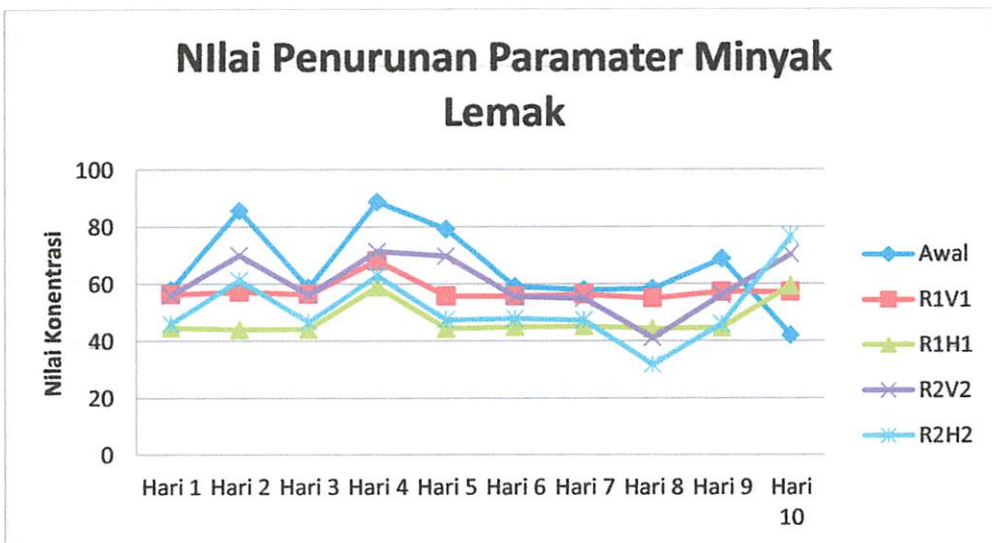
No	Tanggal	Proses (%)			
		R1V1	R1H1	R2V2	R2H2
1	17 januari 2016	1.24 %	2.08 %	11.52 %	6.97 %
2	18 januari 2016	6.98 %	2.63 %	9.43 %	9.79 %
3	19 januari 2016	38.66 %	41.07 %	2.519 %	28.08 %
4	20 januari 2016	30.01 %	9.61 %	12.51 %	6.15 %
5	21 januari 2016	11.40 %	5.57 %	12.54 %	17.39 %
6	22 januari 2016	3.61 %	2.86 %	11.48 %	12.01 %
7	23 januari 2016	13.40 %	3.00 %	20 %	5.510 %
8	24 januari 2016	-2.38 %	-6.97 %	-23.80 %	-3.07 %
9	25 januari 2016	-24.59 %	-7.90 %	-37.70 %	-2.73 %
10	26 januari 2016	-1.47 %	-1.45 %	-0.340 %	-4.19 %



Gambar 4.4 Grafik Presentase Penyisihan TSS Selama 10 hari

Table 4.6 Hasil Analisis Data Minyak Lemak Selama 10 Hari

No	Tanggal	Awal	Setelah Proses			
			R1V1	R1H1	R2V2	R2H2
1	17 januari 2016	57.9	56.4	44.6	56	46
2	18 januari 2016	85.6	57.2	44	70	61.3
3	19 januari 2016	58.7	56.4	44.1	56.2	46.7
4	20 januari 2016	88.8	68.1	59	71.4	63
5	21 januari 2016	79.2	55.8	44.3	69.7	47.4
6	22 januari 2016	59.1	55.8	45	55.7	47.9
7	23 januari 2016	58	56.4	45.2	55	47.3
8	24 januari 2016	58.4	55	44.3	41	31.7
9	25 januari 2016	68.8	57.3	44.7	56.2	46
10	26 januari 2016	42	57.2	59.5	70.4	76.6

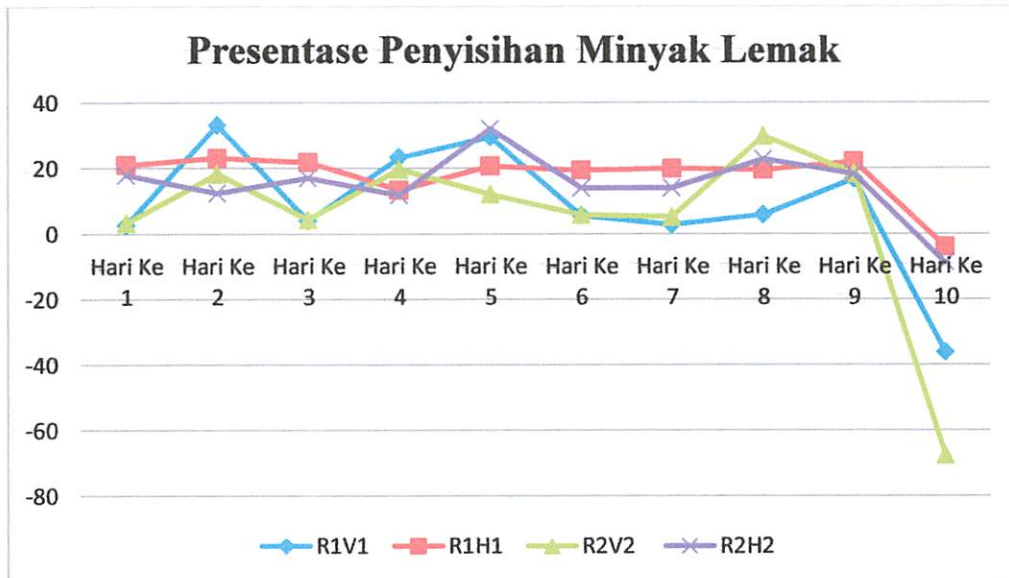


Grafik 4.5 Grafik Efektifitas Penurunan Nilai Minyak Lemak Selama 10 Hari



Tabel 4.7 Presentase Penurunan Nilai Konsentrasi Minyak Lemak Selama 10 Hari

No	Tanggal	Proses			
		R1V1	R1H1	R2V2	R2H2
1	17 januari 2016	2.590674	20.92199	3.28152	17.85714
2	18 januari 2016	33.17757	23.07692	18.2243	12.42857
3	19 januari 2016	3.918228	21.80851	4.258944	16.90391
4	20 januari 2016	23.31081	13.3627	19.59459	11.76471
5	21 januari 2016	29.54545	20.60932	11.99495	31.99426
6	22 januari 2016	5.583756	19.35484	5.752961	14.00359
7	23 januari 2016	2.758621	19.85816	5.172414	14.00
8	24 januari 2016	5.821918	19.45455	29.79452	22.68293
9	25 januari 2016	16.71512	21.98953	18.31395	18.14947
10	26 januari 2016	-36.1905	-4.02098	-67.619	-8.80682

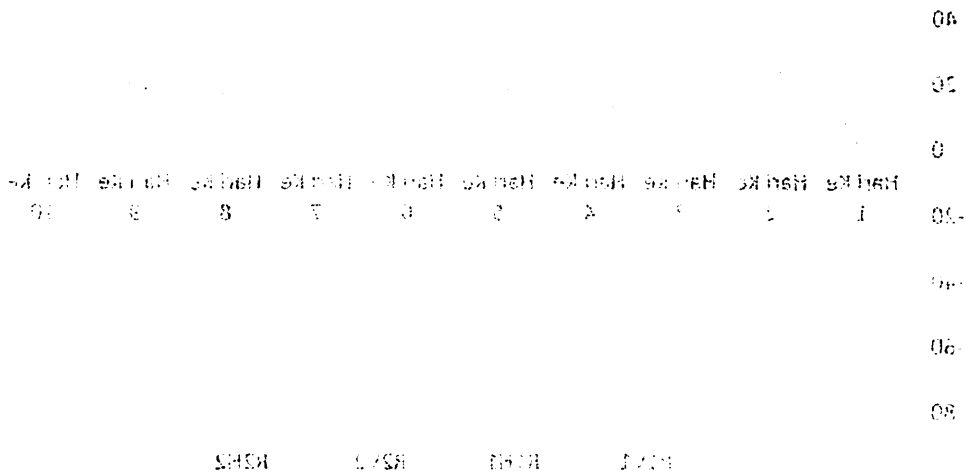


Gambar 4.6 Grafik Presentase Penyisihan Minyak Lemak Selama 10 hari

Tabel 4.7. Persentase Penjualan Nilai Konsumsi Minyak Bumi Selama 10 Hari

No	Tanggal	Pemas		
		R1171	R1111	R212
1	17 Januari 2016	2.200.574	20.621.09	2.281.52
2	18 Januari 2016	2.177.27	22.076.2	18.224.3
3	19 Januari 2016	3.012.228	21.808.21	1.228.44
4	20 Januari 2016	23.210.81	13.362.7	10.204.29
5	21 Januari 2016	20.242.12	20.602.22	11.904.22
6	22 Januari 2016	2.222.226	19.224.24	2.222.021
7	23 Januari 2016	2.222.221	19.222.19	2.122.14
8	24 Januari 2016	2.221.218	19.424.22	20.204.22
9	25 Januari 2016	19.222.12	21.022.22	18.222.22
10	26 Januari 2016	-22.102.2	-1.022.2	-2.219

Persentase Penjualan Minyak Bumi



Gambar 4.6. Grafik Persentase Penjualan Minyak Bumi Selama 10 Hari

Pada pengolahan air limbah domestik yang telah dilakukan dengan menggunakan Roughing Filter Aliran Vertical dan Aliran Horizontal selama 10 hari menggunakan media batu zeolite, batu kerikil dan arang aktif, maka didapatkan hasil sebagai berikut :

Pada hari 1, nilai BOD awal sebesar 273 mg/l, TSS awal sebesar 48,6 mg/l, Minyak Lemak awal sebesar 57,9 mg/l. Dan kemudian telah dilakukan proses pengolahan dengan pengolahan yang ada maka terjadinya proses penurunan pada R1V1 untuk nilai BOD sebesar 241 mg/l, presentase penyisihan 11.72%, TSS sebesar 48 mg/l, presentase penyisihan 1,24%, Minyak Lemak sebesar 56,4 mg/l, presentase penyisihan 2,59%. Pada R1H1 dengan penurunan nilai BOD yaitu sebesar 233 mg/l, presentase penyisihan 3.31%. TSS sebesar 46 mg/l, presentase penyisihan 2,08%. Minyak Lemak sebesar 44,6 mg/l, presentasi penyisihan 20,92%. Pada R2V2 juga terjadi penurunan nilai BOD sebesar 235 mg/l, presentase penyisihan 13.91%. TSS sebesar 43 mg/l, presentase penyisihan 11,52%. Minyak Lemak sebesar 56 mg/l, presentase penyisihan 3,28%. Pada R2H2 dengan nilai BOD sebesar 227 mg/l, presentase penyisihan 3.40%. TSS sebesar 40 mg/l, presentase penyisihan 6,97%. Minyak Lemak sebesar 46 mg/l, presentase penyisihan 17,85%.

Pada hari 2, nilai BOD awal sebesar 281 mg/l, TSS awal sebesar 53 mg/l, Minyak Lemak awal sebesar 85,6 mg/l. Dan kemudian telah dilakukan proses pengolahan dengan pengolahan yang ada maka terjadinya proses penurunan pada R1V1 untuk nilai BOD sebesar 278 mg/l, presentase penyisihan 1,06%, TSS sebesar 49,3 mg/l, presentase penyisihan 6,98%, Minyak Lemak sebesar 57,2 mg/l, presentase penyisihan 33,17%. Pada R1H1 dengan penurunan nilai BOD yaitu sebesar 267 mg/l, presentase penyisihan 3,95%. TSS sebesar 48 mg/l, presentase penyisihan 2,63%. Minyak Lemak sebesar 44 mg/l, presentasi penyisihan 23,07%. Pada R2V2 juga terjadi penurunan nilai BOD sebesar 235 mg/l, presentase penyisihan 13,91%. TSS sebesar 48 mg/l, presentase penyisihan 9,43%. Minyak Lemak sebesar 70 mg/l, presentase penyisihan 18,22%. Pada R2H2 dengan nilai BOD sebesar 257 mg/l, presentase penyisihan 1,53%. TSS sebesar 43,4 mg/l,

presentase penyisihan 9,79%. Minyak Lemak sebesar 61,3 mg/l, presentase penyisihan 12,42%.

Pada hari 3, nilai BOD awal sebesar 283 mg/l, TSS awal sebesar 91,3 mg/l, Minyak Lemak awal sebesar 58,7 mg/l. Dan kemudian telah dilakukan proses pengolahan dengan pengolahan yang ada maka terjadinya proses penurunan pada R1V1 untuk nilai BOD sebesar 273 mg/l, presentase penyisihan 3,53%, TSS sebesar 56 mg/l, presentase penyisihan 38,66%, Minyak Lemak sebesar 56,4 mg/l, presentase penyisihan 3,91%. Pada R1H1 dengan penurunan nilai BOD yaitu sebesar 263 mg/l, presentase penyisihan 3,66%. TSS sebesar 33 mg/l, presentase penyisihan 41,07%. Minyak Lemak sebesar 44,1 mg/l, presentasi penyisihan 21,80%. Pada R2V2 juga terjadi penurunan nilai BOD sebesar 257 mg/l, presentase penyisihan 9,18%. TSS sebesar 89 mg/l, presentase penyisihan 2,51%. Minyak Lemak sebesar 56,2 mg/l, presentase penyisihan 4,52%. Pada R2H2 dengan nilai BOD sebesar 251,5 mg/l, presentase penyisihan 2,14%. TSS sebesar 64 mg/l, presentase penyisihan 28,08%. Minyak Lemak sebesar 46,7 mg/l, presentase penyisihan 16,90%.

Pada hari 4, nilai BOD awal sebesar 277 mg/l, TSS awal sebesar 74,3 mg/l, Minyak Lemak awal sebesar 88,8 mg/l. Dan kemudian telah dilakukan proses pengolahan dengan pengolahan yang ada maka terjadinya proses penurunan pada R1V1 untuk nilai BOD sebesar 242 mg/l, presentase penyisihan 12,63%, TSS sebesar 52 mg/l, presentase penyisihan 30,01%, Minyak Lemak sebesar 68,1 mg/l, presentase penyisihan 23,31%. Pada R1H1 dengan penurunan nilai BOD yaitu sebesar 226 mg/l, presentase penyisihan 6,61%. TSS sebesar 47 mg/l, presentase penyisihan 9,61%. Minyak Lemak sebesar 59 mg/l, presentasi penyisihan 13,36%. Pada R2V2 juga terjadi penurunan nilai BOD sebesar 228,5 mg/l, presentase penyisihan 17,50%. TSS sebesar 65 mg/l, presentase penyisihan 12,54%. Minyak Lemak sebesar 71,4 mg/l, presentase penyisihan 19,59%. Pada R2H2 dengan nilai BOD sebesar 217 mg/l, presentase penyisihan 4,81%. TSS sebesar 61 mg/l, presentase penyisihan 6,15%. Minyak Lemak sebesar 63 mg/l, presentase penyisihan 11,74%.



persentase pengisapan 9,70%. Minyak Lemak sebesar 61,3 mg/l persentase pengisapan 13,43%.

Pada hari 2 nilai BOD awal sebesar 283 mg/l, TSS awal sebesar 61,3 mg/l. Minyak Lemak awal sebesar 38,7 mg/l. Dan kemudian telah dilakukan proses pengalihan dengan pengalihan yang ada maka terjalinya proses penurunan pada BOD untuk nilai BOD sebesar 273 mg/l, persentase pengisapan 9,23%. TSS sebesar 50 mg/l, persentase pengisapan 38,06%. Minyak Lemak sebesar 50,4 mg/l, persentase pengisapan 8,21%. Pada R1H1 dengan penurunan nilai BOD yaitu sebesar 203 mg/l, persentase pengisapan 2,60%. TSS sebesar 33 mg/l, persentase pengisapan 41,03%. Minyak Lemak sebesar 44,1 mg/l, persentase pengisapan 31,80%. Pada R2V2 juga terjadi penurunan nilai BOD sebesar 257 mg/l, persentase pengisapan 9,18%. TSS sebesar 89 mg/l, persentase pengisapan 2,51%. Minyak Lemak sebesar 50,2 mg/l, persentase pengisapan 4,52%. Pada R2H2 dengan nilai BOD sebesar 251,5 mg/l, persentase pengisapan 2,16%. TSS sebesar 64 mg/l, persentase pengisapan 28,08%. Minyak Lemak sebesar 60,7 mg/l, persentase pengisapan 10,00%.

Pada hari 4 nilai BOD awal sebesar 177 mg/l, TSS awal sebesar 74,3 mg/l. Minyak Lemak awal sebesar 88,8 mg/l. Dan kemudian telah dilakukan proses pengalihan dengan pengalihan yang ada maka terjalinya proses penurunan pada BOD untuk nilai BOD sebesar 242 mg/l, persentase pengisapan 12,63%. TSS sebesar 75 mg/l, persentase pengisapan 30,01%. Minyak Lemak sebesar 88,1 mg/l, persentase pengisapan 23,31%. Pada R1H1 dengan penurunan nilai BOD yaitu sebesar 226 mg/l, persentase pengisapan 6,10%. TSS sebesar 47 mg/l, persentase pengisapan 9,61%. Minyak Lemak sebesar 59 mg/l, persentase pengisapan 13,38%. Pada R2V2 juga terjadi penurunan nilai BOD sebesar 228,5 mg/l, persentase pengisapan 17,20%. TSS sebesar 65 mg/l, persentase pengisapan 12,24%. Minyak Lemak sebesar 71,4 mg/l, persentase pengisapan 10,50%. Pada R2H2 dengan nilai BOD sebesar 217 mg/l, persentase pengisapan 4,81%. TSS sebesar 61 mg/l, persentase pengisapan 6,15%. Minyak Lemak sebesar 63 mg/l, persentase pengisapan 11,74%.

Pada hari 5, nilai BOD awal sebesar 263 mg/l, TSS awal sebesar 52,6 mg/l, Minyak Lemak awal sebesar 79,2 mg/l. Dan kemudian telah dilakukan proses pengolahan dengan pengolahan yang ada maka terjadinya proses penurunan pada R1V1 untuk nilai BOD sebesar 208 mg/l, presentase penyisihan 20,91%, TSS sebesar 46,6 mg/l, presentase penyisihan 11,40%, Minyak Lemak sebesar 55,8 mg/l, presentase penyisihan 29,54%. Pada R1H1 dengan penurunan nilai BOD yaitu sebesar 191,5 mg/l, presentase penyisihan 7,93%. TSS sebesar 44 mg/l, presentase penyisihan 5,57%. Minyak Lemak sebesar 44,3 mg/l, presentasi penyisihan 20,60%. Pada R2V2 juga terjadi penurunan nilai BOD sebesar 197 mg/l, presentase penyisihan 24,90%. TSS sebesar 46 mg/l, presentase penyisihan 12,54%. Minyak Lemak sebesar 69,7 mg/l, presentase penyisihan 11,99%. Pada R2H2 dengan nilai BOD sebesar 181,5 mg/l, presentase penyisihan 8,10%. TSS sebesar 38 mg/l, presentase penyisihan 17,39%. Minyak Lemak sebesar 47,4 mg/l, presentase penyisihan 31,99%.

Pada hari 6, nilai BOD awal sebesar 250 mg/l, TSS awal sebesar 47 mg/l, Minyak Lemak awal sebesar 59,1 mg/l. Dan kemudian telah dilakukan proses pengolahan dengan pengolahan yang ada maka terjadinya proses penurunan pada R1V1 untuk nilai BOD sebesar 183 mg/l, presentase penyisihan 26,80%, TSS sebesar 45,3 mg/l, presentase penyisihan 3,61%, Minyak Lemak sebesar 58,7 mg/l, presentase penyisihan 5,58%. Pada R1H1 dengan penurunan nilai BOD yaitu sebesar 171 mg/l, presentase penyisihan 6,55%. TSS sebesar 44 mg/l, presentase penyisihan 2,86%. Minyak Lemak sebesar 45 mg/l, presentasi penyisihan 19,35%. Pada R2V2 juga terjadi penurunan nilai BOD sebesar 171,5 mg/l, presentase penyisihan 31,40%. TSS sebesar 41,6 mg/l, presentase penyisihan 11,48%. Minyak Lemak sebesar 55,7 mg/l, presentase penyisihan 5,75%. Pada R2H2 dengan nilai BOD sebesar 163 mg/l, presentase penyisihan 4,95%. TSS sebesar 36,6 mg/l, presentase penyisihan 12,01%. Minyak Lemak sebesar 47,9 mg/l, presentase penyisihan 14,00%.

Pada hari 7, nilai BOD awal sebesar 267 mg/l, TSS awal sebesar 50 mg/l, Minyak Lemak awal sebesar 58 mg/l. Dan kemudian telah dilakukan proses

pengolahan dengan pengolahan yang ada maka terjadinya proses penurunan pada R1V1 untuk nilai BOD sebesar 257 mg/l, presentase penyisihan 3,74%, TSS sebesar 43,3 mg/l, presentase penyisihan 13,40%, Minyak Lemak sebesar 56,4 mg/l, presentase penyisihan 2,75%. Pada R1H1 dengan penurunan nilai BOD yaitu sebesar 233 mg/l, presentase penyisihan 9,33%. TSS sebesar 42 mg/l, presentase penyisihan 3,00%. Minyak Lemak sebesar 45,2 mg/l, presentasi penyisihan 19,85%. Pada R2V2 juga terjadi penurunan nilai BOD sebesar 249 mg/l, presentase penyisihan 6,74%. TSS sebesar 49 mg/l, presentase penyisihan 2,00%. Minyak Lemak sebesar 55 mg/l, presentase penyisihan 5,17%. Pada R2H2 dengan nilai BOD sebesar 235 mg/l, presentase penyisihan 5,62%. TSS sebesar 46,3 mg/l, presentase penyisihan 5,51%. Minyak Lemak sebesar 47,3 mg/l, presentase penyisihan 14,00%.

Pada hari 8, nilai BOD awal sebesar 257 mg/l, TSS awal sebesar 42 mg/l, Minyak Lemak awal sebesar 58,4 mg/l. Dan kemudian telah dilakukan proses pengolahan dengan pengolahan yang ada maka terjadinya proses penurunan pada R1V1 untuk nilai BOD sebesar 271 mg/l, presentase penyisihan -5,44%, TSS sebesar 43 mg/l, presentase penyisihan 13,40%, Minyak Lemak sebesar 55 mg/l, presentase penyisihan 5,82%. Pada R1H1 dengan penurunan nilai BOD yaitu sebesar 289 mg/l, presentase penyisihan -6,64%. TSS sebesar 46 mg/l, presentase penyisihan -6,97%. Minyak Lemak sebesar 43,7 mg/l, presentasi penyisihan 19,54%. Pada R2V2 juga terjadi penurunan nilai BOD sebesar 269 mg/l, presentase penyisihan -4,66%. TSS sebesar 52 mg/l, presentase penyisihan -23,80%. Minyak Lemak sebesar 41 mg/l, presentase penyisihan 29,79%. Pada R2H2 dengan nilai BOD sebesar 293 mg/l, presentase penyisihan -8,92%. TSS sebesar 53,6 mg/l, presentase penyisihan -3,07%. Minyak Lemak sebesar 31,7 mg/l, presentase penyisihan 22,68%.

Pada hari 9, nilai BOD awal sebesar 261 mg/l, TSS awal sebesar 61 mg/l, Minyak Lemak awal sebesar 68,8 mg/l. Dan kemudian telah dilakukan proses pengolahan dengan pengolahan yang ada maka terjadinya proses penurunan pada R1V1 untuk nilai BOD sebesar 269 mg/l, presentase penyisihan -3,06%, TSS sebesar 76 mg/l, presentase penyisihan -24,59%, Minyak Lemak sebesar 57,3 mg/l,

pengolahan dengan pengalihan yang ada maka terdapat proses penurunan pada R1V1 untuk nilai BOD sebesar 257 mg/l, persentase pengalihan 57,4%. TSS sebesar 433 mg/l, persentase pengalihan 13,40%. Minyak Lemak sebesar 264 mg/l, persentase pengalihan 2,73%. Pada R1H1 dengan penurunan nilai BOD yang sebesar 233 mg/l, persentase pengalihan 9,33%. TSS sebesar 43 mg/l, persentase pengalihan 3,00%. Minyak Lemak sebesar 452 mg/l, persentase pengalihan 19,87%. Pada R2V2 juga terjadi penurunan nilai BOD sebesar 249 mg/l, persentase pengalihan 6,74%. TSS sebesar 49 mg/l, persentase pengalihan 2,00%. Minyak Lemak sebesar 25 mg/l, persentase pengalihan 2,17%. Pada R2H2 dengan nilai BOD sebesar 235 mg/l, persentase pengalihan 2,62%. TSS sebesar 463 mg/l, persentase pengalihan 2,21%. Minyak Lemak sebesar 473 mg/l, persentase pengalihan 14,00%.

Pada hari 8, nilai BOD awal sebesar 297 mg/l, TSS awal sebesar 43 mg/l, Minyak Lemak awal sebesar 284 mg/l. Dan kemudian telah dilakukan proses pengolahan dengan pengalihan yang ada maka terdapat proses penurunan pada R1V1 untuk nilai BOD sebesar 271 mg/l, persentase pengalihan 7,44%. TSS sebesar 43 mg/l, persentase pengalihan 13,40%. Minyak Lemak sebesar 25 mg/l, persentase pengalihan 2,82%. Pada R1H1 dengan penurunan nilai BOD yang sebesar 289 mg/l, persentase pengalihan 6,64%. TSS sebesar 46 mg/l, persentase pengalihan 6,97%. Minyak Lemak sebesar 437 mg/l, persentase pengalihan 19,54%. Pada R2V2 juga terjadi penurunan nilai BOD sebesar 269 mg/l, persentase pengalihan 4,66%. TSS sebesar 25 mg/l, persentase pengalihan 23,80%. Minyak Lemak sebesar 41 mg/l, persentase pengalihan 29,79%. Pada R2H2 dengan nilai BOD sebesar 293 mg/l, persentase pengalihan 8,92%. TSS sebesar 336 mg/l, persentase pengalihan 3,07%. Minyak Lemak sebesar 317 mg/l, persentase pengalihan 11,68%.

Pada hari 9, nilai BOD awal sebesar 261 mg/l, TSS awal sebesar 61 mg/l, Minyak Lemak awal sebesar 688 mg/l. Dan kemudian telah dilakukan proses pengolahan dengan pengalihan yang ada maka terdapat proses penurunan pada R1V1 untuk nilai BOD sebesar 269 mg/l, persentase pengalihan 3,06%. TSS sebesar 76 mg/l, persentase pengalihan 24,50%. Minyak Lemak sebesar 373 mg/l,

presentase penyisihan 16,71%. Pada R1H1 dengan penurunan nilai BOD yaitu sebesar 277 mg/l, presentase penyisihan -2,97%. TSS sebesar 82 mg/l, presentase penyisihan -7,90%. Minyak Lemak sebesar 44,7 mg/l, presentasi penyisihan 21,98%. Pada R2V2 juga terjadi penurunan nilai BOD sebesar 283 mg/l, presentase penyisihan -8,42%. TSS sebesar 84 mg/l, presentase penyisihan -37,70%. Minyak Lemak sebesar 56,2 mg/l, presentase penyisihan 18,31%. Pada R2H2 dengan nilai BOD sebesar 299 mg/l, presentase penyisihan- 5,65%. TSS sebesar 86,3 mg/l, presentase penyisihan -2,73%. Minyak Lemak sebesar 46 mg/l, presentase penyisihan 18,14%.

Pada hari 10, nilai BOD awal sebesar 257 mg/l, TSS awal sebesar 88 mg/l, Minyak Lemak awal sebesar 42,7 mg/l. Dan kemudian telah dilakukan proses pengolahan dengan pengolahan yang ada maka terjadinya proses penurunan pada R1V1 untuk nilai BOD sebesar 276 mg/l, presentase penyisihan -4,51%, TSS sebesar 89,3 mg/l, presentase penyisihan -1,47%, Minyak Lemak sebesar 57,2 mg/l, presentase penyisihan -36,19%. Pada R1H1 dengan penurunan nilai BOD yaitu sebesar 281 mg/l, presentase penyisihan -1,81%. TSS sebesar 90,6 mg/l, presentase penyisihan -1,45%. Minyak Lemak sebesar 59,5 mg/l, presentasi penyisihan -4,02%. Pada R2V2 juga terjadi penurunan nilai BOD sebesar 285 mg/l, presentase penyisihan -7,54%. TSS sebesar 88,3 mg/l, presentase penyisihan 0,34%. Minyak Lemak sebesar 70,4 mg/l, presentase penyisihan 67,61%. Pada R2H2 dengan nilai BOD sebesar 303 mg/l, presentase penyisihan -6,31%. TSS sebesar 92 mg/l, presentase penyisihan -4,19%. Minyak Lemak sebesar 76,6 mg/l, presentase penyisihan -8,80%.

Efektifitas penurunan nilai konsentrasi BOD, dengan nilai presentase penurunan tertinggi terjadi pada reaktor Vertical I sebesar 26,80%, pada reaktor Vertical II sebesar 31,40%, pada reaktor Horizontal I sebesar 9,33%, pada reaktor Horizontal II sebesar 8,10%. Pada penurunan nilai konsentrasi TSS dengan nilai tertinggi terjadi pada reaktor Vertical I 30,01%, pada reaktor Vertical II 12,54%, pada reaktor Horizontal I 41,07%, pada reaktor Horizontal II 28,08%. Dan pada penurunan

persentase pengisihan 16,71%. Pada R111 dengan penurunan nilai BOD yaitu sebesar 277 mg/l, persentase pengisihan -2,97%. TSS sebesar 82 mg/l, persentase pengisihan -7,90%. Minyak Lemak sebesar 44,7 mg/l, persentase pengisihan 21,08%. Pada R2V2 juga terjadi penurunan nilai BOD sebesar 283 mg/l, persentase pengisihan -8,42%. TSS sebesar 84 mg/l, persentase pengisihan -27,70%. Minyak Lemak sebesar 30,2 mg/l, persentase pengisihan 18,31%. Pada R212 dengan nilai BOD sebesar 299 mg/l, persentase pengisihan -2,02%. TSS sebesar 86,3 mg/l, persentase pengisihan -2,33%. Minyak Lemak sebesar 16 mg/l, persentase pengisihan 18,14%.

Pada hari 10 nilai BOD awal sebesar 257 mg/l, TSS awal sebesar 88 mg/l. Minyak Lemak awal sebesar 42,7 mg/l. Dan kemudian telah dilakukan proses pengisihan dengan pengolahan yang ada maka terjadi proses penurunan pada R1V1 untuk nilai BOD sebesar 276 mg/l, persentase pengisihan -42,19%. TSS sebesar 89,3 mg/l, persentase pengisihan -14,73%. Minyak Lemak sebesar 37,2 mg/l, persentase pengisihan -36,10%. Pada R111 dengan penurunan nilai BOD yaitu sebesar 281 mg/l, persentase pengisihan -1,81%. TSS sebesar 90 mg/l, persentase pengisihan -14,59%. Minyak Lemak sebesar 39,2 mg/l, persentase pengisihan -4,07%. Pada R2V2 juga terjadi penurunan nilai BOD sebesar 285 mg/l, persentase pengisihan -7,54%. TSS sebesar 88,3 mg/l, persentase pengisihan 0,54%. Minyak Lemak sebesar 30,4 mg/l, persentase pengisihan 67,61%. Pada R212 dengan nilai BOD sebesar 305 mg/l, persentase pengisihan -6,31%. TSS sebesar 92 mg/l, persentase pengisihan -4,19%. Minyak Lemak sebesar 36,6 mg/l, persentase pengisihan -2,80%.

Efektivitas penurunan nilai Konsentrasi BOD, dengan nilai persentase penurunan tertinggi terjadi pada reaktor Vertical I sebesar 26,80%, pada reaktor Vertical II sebesar 31,40%, pada reaktor Horizontal I sebesar 9,73%, pada reaktor Horizontal II sebesar 8,10%. Pada penurunan nilai konsentrasi TSS dengan nilai tertinggi terjadi pada reaktor Vertical I 30,01%, pada reaktor Vertical II 12,24%, pada reaktor Horizontal I 11,07%, pada reaktor Horizontal II 28,08%. Dan pada penurunan

nilai konsentrasi Minyak Lemak tertinggi terjadi pada reaktor Vertical I 33.17%, pada Vertical II 29,79%, pada reaktor Horizontal I 23,07%, pada reaktor Horizontal 31,99%.

Proses penyisihan terhadap parameter yang ada terjadi dikarenakan faktor dari media dan waktu operasional yang digunakan. Karena pada setiap proses penyaringan kemampuan media dapat menentukan dalam proses penyaringan. Media yang digunakan dalam proses pengolahan ini adalah batu zeolite, batu krikil, dan arang aktif dengan diameter media yang sama yaitu 6 mm. Dengan tinggi media 100 cm dan komposisi didalamnya yg berbeda, yaitu pada Vertical Roughing Filter I : Tinggi 35 cm zeolite : 30 cm batu kerikil : 35 cm arang aktif (V1), Vertical Roughing Filter II : Tinggi 40 cm zeolite : 40 cm batu kerikil : 20 cm arang aktif (V2), Horizontal Roughing Filter I : Tinggi 35 cm zeolite : 30 cm batu kerikil : 35 cm arang aktif (H1), Horizontal Roughing Filter II : Tinggi 40 cm zeolite : 40 cm batu kerikil : 20 cm arang aktif (H2), dengan kemampuan penyaringan yang berbeda-beda. Besar kecilnya nilai konsentrasi dalam pengolahan dapat dipengaruhi dengan waktu operasional yang ada.

### 4.3 Analisis Deskriptif

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

#### 4.3.1 Analisa Deskriptif BOD

Data hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa, kombinasi reaktor aliran vertikal dan aliran horizontal dalam proses filtrasi dengan menggunakan media batu zeolit, krikil, dan karbon aktif mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi BOD.

Tabel 4.8 Data Konsentrasi BOD Selama 10 hari

No	Tanggal	Awal	Setelah Proses (mg/l)			
			R1V1	R1H1	R2V2	R2H2
1	17 januari 2016	273	241	233	235	227
2	18 januari 2016	281	278	267	261	257
3	19 januari 2016	283	273	263	257	251.5
4	20 januari 2016	277	242	226	228.5	217.5
5	21 januari 2016	263	208	191.5	197.5	181.5
6	22 januari 2016	250	183	171	171.5	163
7	23 januari 2016	267	257	233	249	235
8	24 januari 2016	257	271	289	269	293
9	25 januari 2016	261	269	277	283	299
10	26 januari 2016	265	276	281	285	303
<b>Rata-rata</b>		<b>267.7</b>	<b>249.8</b>	<b>243.15</b>	<b>243.65</b>	<b>242.75</b>

Sumber : Hasil Penelitian Di Laboratorium ITN malang

Untuk mengetahui Presentase Penyisihan BOD digunakan rumus :

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{\text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

Hasil perhitungan% penyisihan BOD dapat dilihat pada tabel 4 dan gambar 4.4



4.3. Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif dilakukan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan data yang telah terdapat tanpa melakukan perhitungan yang berkeseluruhan. Dalam penelitian ini analisis deskriptif menggunakan nilai rata-rata dan standar deviasi.

4.3.1. Analisis Deskriptif BOD

Data hasil penelitian yang diperoleh merupakan data komposisi reaktor aliran vertikal dan aliran horizontal dalam proses aliran menggunakan media batu kerikil, dan kapton akan menunjukkan kemampuan menahan konsentrasi BOD.

Tabel 4.8 Data Konsentrasi BOD Selama 10 hari

No	Tanggal	Awal	Selang Proses (mg/l)		
			K171	K111	K272
1	17 Januari 2010	237	241	237	K312
2	18 Januari 2010	221	228	207	227
3	19 Januari 2010	287	271	207	227
4	20 Januari 2010	277	242	220	228,2
5	21 Januari 2010	207	208	191,2	197,2
6	22 Januari 2010	220	183	171	171,2
7	23 Januari 2010	207	227	207	240
8	24 Januari 2010	227	271	220	220
9	25 Januari 2010	201	200	217	223
10	26 Januari 2010	207	220	221	222
	Rata-rata	227,2	240,8	213,2	213,02

Jumlah : Awal Terhitung ke dalam kurva 17, medium

Untuk mengetahui Persentase Penyebaran BOD digunakan rumus:

$$\% \text{ Penyebaran} = \frac{\text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

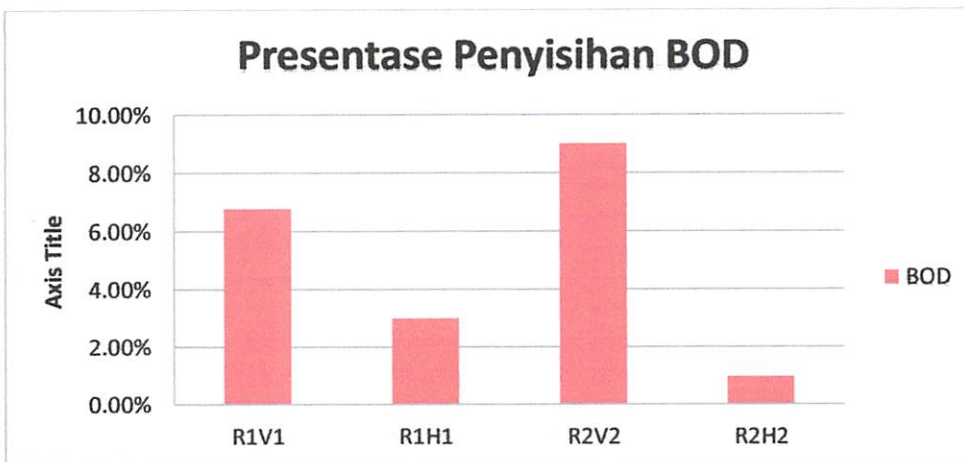
hasil perhitungan% penyebaran BOD dapat dilihat pada tabel 4 dan gambar 14

Tabel 4.9 Presentase Penurunan Nilai Konsentrasi BOD Selama 10 Hari

No	Tanggal	Proses			
		R1V1	R1H1	R2V2	R2H2
1	17 januari 2016	11.72	3.31	13.91	3.40
2	18 januari 2016	1.06	3.95	7.11	1.53
3	19 januari 2016	3.53	3.66	9.18	2.14
4	20 januari 2016	12.63	6.61	17.50	4.81
5	21 januari 2016	20.91	7.93	24.90	8.10
6	22 januari 2016	26.80	6.55	31.40	4.95
7	23 januari 2016	3.74	9.33	6.74	5.62
8	24 januari 2016	-5.44	-6.64	-4.66	-8.92
9	25 januari 2016	-3.06	-2.97	-8.42	-5.65
10	26 januari 2016	-4.15	-1.81	-7.54	-6.31
<b>Rata-rata</b>		<b>6.77</b>	<b>2.99</b>	<b>9.01</b>	<b>0.97</b>

Sumber : hasil perhitungan , 2016

Pada tabel 4.9 Dapat dilihat bahwa persen penyisihan BOD terendah pada Reaktor Horizontal 2 sebesar 0.97 %, dan tertinggi pada Reaktor Vertical 2 sebesar 9.01 %.



Gambar 4.7 Grafik Presentase Penyisihan BOD

### 4.3.2 Analisis Deskriptif TSS

Data hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa, kombinasi reaktor aliran vertical dan aliran horizontal dalam proses filtrasi dengan menggunakan media batu zeolit, krikil, dan karbon aktif mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi TSS.

Tabel 4.10 Data Konsentrasi TSS Selama 10 hari

No	Tanggal	Awal	Setelah Proses			
			R1V1	R1H1	R2V2	R2H2
1	17 januari 2016	48.6	48	47	43	40
2	18 januari 2016	53	49.3	48	48	43.3
3	19 januari 2016	91.3	56	33	89	64
4	20 januari 2016	74.3	52	47	65	61
5	21 januari 2016	52.6	46.6	44	46	38
6	22 januari 2016	47	45.3	44	41.6	36.6
7	23 januari 2016	50	43.3	42	49	46.3
8	24 januari 2016	42	43	46	52	53.6
9	25 januari 2016	61	76	82	84	86.3
10	26 januari 2016	88	89.3	90.6	88.3	92
Rata-rata		60.78	54.88	52.36	60.59	56.11

Sumber : Hasil Penelitian Di Laboratorium ITN malang

Untuk mengetahui Presentase Penyisihan TSS digunakan rumus :

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{\text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

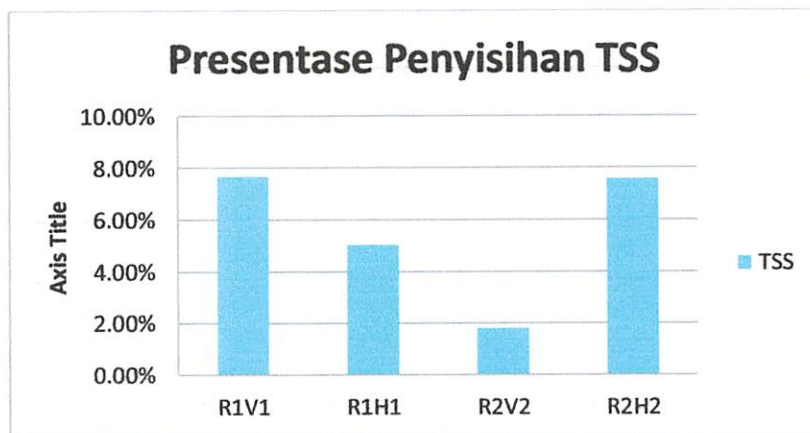
Hasil perhitungan% penyisihan TSS dapat dilihat pada tabel 4 dan gambar 4.5

Tabel 4.11 Presentase Penurunan Nilai Konsentrasi TSS Selama 10 Hari

No	Tanggal	Proses (%)			
		R1V1	R1H1	R2V2	R2H2
1	17 januari 2016	1.24	2.08	11.52	6.97
2	18 januari 2016	6.98	2.63	9.43	9.79
3	19 januari 2016	38.66	41.07	2.52	28.08
4	20 januari 2016	30.01	9.61	12.51	6.15
5	21 januari 2016	11.40	5.57	12.54	17.39
6	22 januari 2016	3.61	2.86	11.48	12.01
7	23 januari 2016	13.40	3.00	20	5.51
8	24 januari 2016	-2.38	-6.97	-23.80	-3.07
9	25 januari 2016	-24.59	-7.90	-37.70	-2.73
10	26 januari 2016	-1.47	-1.45	-0.34	-4.19
<b>Rata-rata</b>		<b>7.69</b>	<b>5.05</b>	<b>1.82</b>	<b>7.59</b>

Sumber : hasil perhitungan , 2016

Pada tabel 4.11 Dapat dilihat bahwa persen penyisihan TSS terendah pada Reaktor Vertical 2 sebesar 1.82 %, dan tertinggi pada Reaktor Vertical 1 sebesar 7.69 %.



Gambar 4.8 Grafik Presentase Penyisihan TSS

### 4.3.1 Analisa Deskriptif Minyak Lemak

Data hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa, kombinasi reaktor aliran vertical dan aliran horizontal dalam proses filtrasi dengan menggunakan media batu zeolit, krikil, dan karbon aktif mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi Minyak Lemak.

Tabel 4.12 Data Konsentrasi Minyak Lemak Selama 10 hari

No	Tanggal	Awal	Setelah Proses (mg/l)			
			R1V1	R1H1	R2V2	R2H2
1	17 januari 2016	57.9	56.4	44.6	56	46
2	18 januari 2016	85.6	57.2	44	70	61.3
3	19 januari 2016	58.7	56.4	44.1	56.2	46.7
4	20 januari 2016	88.8	68.1	59	71.4	63
5	21 januari 2016	79.2	55.8	44.3	69.7	47.4
6	22 januari 2016	59.1	55.8	45	55.7	47.9
7	23 januari 2016	58	56.4	45.2	55	47.3
8	24 januari 2016	58.4	55	44.3	41	31.7
9	25 januari 2016	68.8	57.3	44.7	56.2	46
10	26 januari 2016	42	57.2	59.5	70.4	76.6
<b>Rata-rata</b>		<b>65.65</b>	<b>57.56</b>	<b>47.47</b>	<b>60.16</b>	<b>51.39</b>

Sumber : Hasil Penelitian Di Laboratorium ITN malang

Untuk mengetahui Presentase Penyisihan Minyak Lemak digunakan rumus :

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{\text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

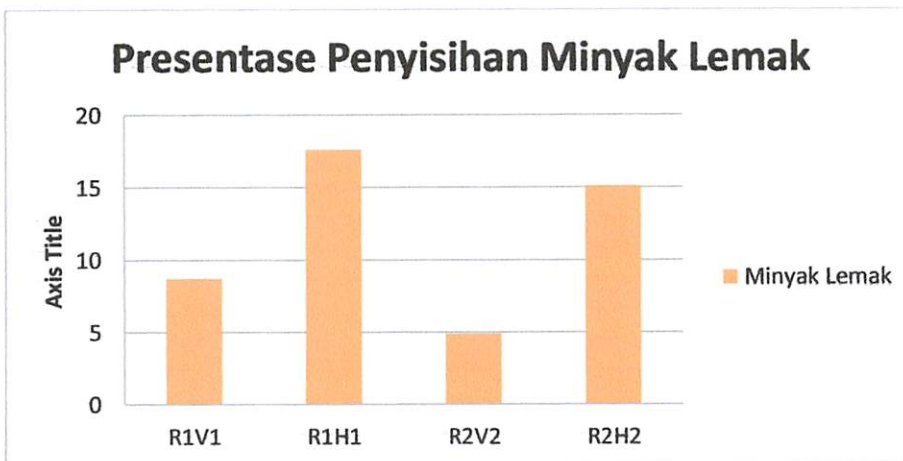
Hasil perhitungan% penyisihan Minyak Lemak dapat dilihat pada tabel 4 dan gambar 4.6

Tabel 4.13 Presentase Penurunan Nilai Konsentrasi Minyak Lemak Selama 10 Hari

No	Tanggal	Proses (%)			
		R1V1	R1H1	R2V2	R2H2
1	17 januari 2016	2.59067	20.922	3.28152	17.8571
2	18 januari 2016	33.1776	23.0769	18.2243	12.4286
3	19 januari 2016	3.91823	21.8085	4.25894	16.9039
4	20 januari 2016	23.3108	13.3627	19.5946	11.7647
5	21 januari 2016	29.5455	20.6093	11.995	31.9943
6	22 januari 2016	5.58376	19.3548	5.75296	14.0036
7	23 januari 2016	2.75862	19.8582	5.17241	14
8	24 januari 2016	5.82192	19.4546	29.7945	22.6829
9	25 januari 2016	16.7151	21.9895	18.314	18.1495
10	26 januari 2016	-36.191	-4.021	-67.619	-8.8068
<b>Rata-rata</b>		<b>8.723165</b>	<b>17.64155</b>	<b>4.876915</b>	<b>15.09778</b>

Sumber : hasil perhitungan , 2016

Pada tabel 4.13 Dapat dilihat bahwa persen penyisihan Minyak Lemak terendah pada Reaktor Vertical 2 sebesar 4.8 %, dan tertinggi pada Reaktor Vertical 2 sebesar 17.64 %.



Gambar 4.9 Grafik Presentase Penyisihan Minyak Lemak

#### 4.4. Hasil Uji Korelasi

Mengetahui ada atau tidaknya dan kuat atau lemahnya hubungan antara variabel yang di amati, maka digunakan analisis korelasi. Dalam analisa korelasi terdapat :

- Ho : Tidak ada korelasi antara dua variable
- H1 : Ada korelasi antara dua variable

Pengambilan keputusan

- Jika p-value  $> \alpha$ , Ho diterima
- Jika p-value  $< \alpha$ , Ho ditolak

(Iriawan dan Astuti, 2006)

##### 4.4.1 Analisis Korelasi BOD

###### ➤ Pada Reaktor Vertical I

- Hasil uji korelasi persentase penyisihan BOD dapat dilihat pada Tabel 4.14

**Tabel 4.14 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan BOD Pada Reaktor Vertical I (%)**

**Terhadap Waktu Operasional**

**Correlations: Presentase Penyisihan BOD (%); Waktu Operasional**

Pearson correlation of R1V1 and WAKTU = -0.398

P-Value = 0.255

**Keterangan :**

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

**P-value** : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

###### **Keputusan :**

Berdasarkan Tabel 4.14 menunjukkan bahwa :

Koefisien korelasi antara persentase penyisihan BOD dengan waktu operasional pada reaktor adalah -0.398. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara

4.4 Hasil Uji Korelasi

Mengetahui ada atau tidaknya dan luas dan lamanya hubungan antara variabel yang di manai maka digunakan analisis korelasi. Dalam analisis korelasi terdapat :

- > Ho : Tidak ada korelasi antara dua variabel
- > H1 : Ada korelasi antara dua variabel

Pengambilan keputusan

- > Jika  $p < \alpha$  maka  $H_0$  ditolak
- > Jika  $p > \alpha$  maka  $H_0$  diterima

(Sudjana dan Sumarto, 2000)

4.4.1 Analisis Korelasi (R<sup>2</sup>)

> Pada Reaktor Vertical

> Hasil uji korelasi persentase pengisapan BOD dapat dilihat pada tabel 4.14  
Tabel 4.14 Hasil Uji Korelasi Persentase pengisapan BOD Pada Reaktor Vertical

1 (0%)

Terdapat Waktu Operasional

Correlations: Persentase Pengisapan BOD (%) vs Waktu Operasional Pearson correlation of BOD (%) and WAKTU = -0.398 P-Value = 0.188
--

Keterangan :

Pearson correlation : nilai korelasi Pearson (korelasi yang digunakan untuk variabel kuantitatif/korelasi Pearson)

P-value : nilai probabilitas nilai signifikan

Kesimpulan :

Hasil analisis Tabel 4.14 menunjukkan bahwa :

Korelasi korelasi antara persentase pengisapan BOD dengan waktu operasional pada reaktor adalah -0.398. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara



kedua variabel tidak kuat, karena tidak mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai negative pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasional nya maka persen penyisihan BOD yang dihasilkan akan semakin menurun. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal ( $H_1$ ) dan menerima hipotesis alternatif ( $H_0$ ) karena nilai probabilitasnya  $-0.255 < 0,05$ . Artinya ada hubungan yang tidak signifikan antara persentase penyisihan BOD dengan waktu operasional.

➤ **Pada Reaktor Horizontal I**

➤ Hasil uji korelasi persentase penyisihan BOD dapat dilihat pada Tabel 4.15

**Tabel 4.15 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan BOD Pada Reaktor Horizontal I (%) Terhadap Waktu Operasional**

<p><b>Correlations: Presentase Penyisihan BOD (%); Waktu Operasional</b></p> <p>Pearson correlation of R1H1 and WAKTU = -0.492</p> <p>P-Value = 0.149</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 4.15 menunjukkan bahwa :

Koefisien korelasi antara persentase penyisihan BOD dengan waktu operasional pada reaktor adalah -0.492. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel tidak kuat, karena tidak mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai negative pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasional nya maka persen penyisihan BOD yang dihasilkan akan semakin menurun. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis

kedua variabel tidak sama tidak mendeteksi. Hubungan kedua variabel secara statistik ditunjukkan dengan nilai negative pada nilai koefisien korelasi yang berarti semakin lama waktu operasionalnya maka persentase pengisian BOD yang dihasilkan akan semakin menurun. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H<sub>0</sub>) dan menerima hipotesis alternatif (H<sub>1</sub>) karena nilai probabilitasnya < 0,05. Artinya ada hubungan yang tidak signifikan antara persentase pengisian BOD dengan waktu operasional.

**4.1.2. Uji Korelasi Pearson**

Hasil uji korelasi Pearson persentase pengisian BOD dapat dilihat pada Tabel 4.12

Tabel 4.12 Hasil Uji Korelasi Pearson persentase pengisian BOD Pada Reaktor

Horizontal (%)  
 Perubahan Waktu Operasional

Correlations: Persentase Pengisian BOD (%) vs Waktu Operasional	
Persentase Pengisian BOD (%)	Waktu Operasional
Waktu Operasional	Persentase Pengisian BOD (%)

**Keterangan :**

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

**Kesimpulan :**

Berdasarkan Tabel 4.12 menunjukkan bahwa :

Korelasi korelasi antara persentase pengisian BOD dengan waktu operasional pada reaktor adalah -0,497. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel tidak sama tidak mendeteksi. Hubungan kedua variabel secara statistik ditunjukkan dengan nilai negative pada nilai koefisien korelasi yang berarti semakin lama waktu operasionalnya maka persentase pengisian BOD yang dihasilkan akan semakin menurun. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis

awal ( $H_1$ ) dan menerima hipotesis alternatif ( $H_0$ ) karena nilai probabilitasnya  $-0.149 < 0,05$ . Artinya ada hubungan yang tidak signifikan antara persentase penyisihan BOD dengan waktu operasional.

➤ **Pada Reaktor Vertical II**

➤ Hasil uji korelasi persentase penyisihan BOD dapat dilihat pada Tabel 4.16

**Tabel 4.16 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan BOD Pada Reaktor Vertical II (%) Terhadap Waktu Operasional**

**Correlations: Presentase Penyisihan BOD (%); Waktu Operasional**

Pearson correlation of R2V2 and WAKTU = -0.542

P-Value = 0.106

**Keterangan :**

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

P-value : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

**Keputusan :**

Berdasarkan Tabel 4.16 menunjukkan bahwa :

Koefisien korelasi antara persentase penyisihan BOD dengan waktu operasional pada reaktor adalah -0.542. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel tidak kuat, karena tidak mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai negative pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasional nya maka persen penyisihan BOD yang dihasilkan akan semakin menurun. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal ( $H_1$ ) dan menerima hipotesis alternatif ( $H_0$ ) karena nilai probabilitasnya  $-0.106 < 0,05$ . Artinya ada hubungan yang tidak signifikan antara persentase penyisihan BOD dengan waktu operasional.

0.05. Artinya ada hubungan yang tidak signifikan antara persentase pengisian BOD dengan waktu operasional.

➤ **Tabel Korelasi Pearson II**

➤ Hasil uji korelasi persentase pengisian BOD dapat dilihat pada Tabel 4.16

Tabel 4.16 Hasil Uji Korelasi Persentase pengisian BOD Pada Reaktor Fermentasi

II (%)

**Terdapat Waktu Operasional**

Correlations: Persentase Pengisian BOD (%) ; Waktu Operasional	

**Keterangan :**

Pearson Correlation : Nilai korelasi Pearson (korelasi yang digunakan

untuk melihat kuantitatif adanya korelasi Pearson)

P-value : Nilai probabilitas nilai signifikan

P-value

**kesimpulan :**

Berdasarkan tabel 4.16 menunjukkan bahwa :

Korelasi korelasi antara persentase pengisian BOD dengan waktu operasional pada reaktor adalah -0,343. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel tidak kuat karena tidak mendekati 1. Hubungan kedua variabel secara statistik ini ditunjukkan dengan nilai koefisien korelasi yang berarti semakin lama waktu operasionalnya maka persentase pengisian BOD yang dihasilkan akan semakin menurun. Koefisien yang diambil adalah koefisien hipotesis awal (H<sub>0</sub>) dan koefisien hipotesis alternatif (H<sub>1</sub>) karena nilai probabilitasnya < 0,100 < 0,05. Artinya ada hubungan yang tidak signifikan antara persentase pengisian BOD dengan waktu operasional.

➤ **Pada Reaktor Horizontal II**

➤ Hasil uji korelasi persentase penyisihan BOD dapat dilihat pada Tabel 4.17

**Tabel 4.17 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan BOD Pada Reaktor Horizontal II (%) Terhadap Waktu Operasional**

**Correlations: Presentase Penyisihan BOD (%); Waktu Operasional**

Pearson correlation of R2H2 and WAKTU = -0.610

P-Value = 0.061

**Keterangan :**

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

**P-value** : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

**Keputusan :**

Berdasarkan Tabel 4.17 menunjukkan bahwa :

Koefisien korelasi antara persentase penyisihan BOD dengan waktu operasional pada reaktor adalah -0.610. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel tidak kuat, karena tidak mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai negative pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasional nya maka persen penyisihan BOD yang dihasilkan akan semakin menurun. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal ( $H_1$ ) dan menerima hipotesis alternatif ( $H_0$ ) karena nilai probabilitasnya  $-0.061 < 0,05$ . Artinya ada hubungan yang tidak signifikan antara persentase penyisihan BOD dengan waktu operasional.

Badan Reaktor Horizontal II

Nilai uji kontrol persentase pengisian BOD dalam badan Tabel 4.17

Tabel 4.17 Hasil Uji Kontrol Persentase pengisian BOD Badan Reaktor

Horizontal II (%)

Terdapat Waktu Operasional

Correlations: Persentase Pengisian BOD (%) Waktu Operasional

Keterangan:

Person Correlation: Nilai kontrol Person (kontrol yang digunakan

untuk variabel kontrol adalah kontrol Person)

: Nilai probabilitas (nilai signifikansi)

P-value

Kesimpulan:

Berdasarkan Tabel 4.17 menunjukkan bahwa:

Kontrol kontrol antara persentase pengisian BOD dengan waktu operasional pada reaktor adalah -0,610. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel tidak kuat karena tidak mendekati 1. Hubungan kedua variabel sangat kuat ini ditunjukkan dengan nilai koefisien korelasi yang berarti semakin lama waktu operasionalnya maka persentase pengisian BOD yang dihasilkan akan semakin menurun. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H<sub>0</sub>) dan menerima hipotesis alternatif (H<sub>1</sub>) karena nilai probabilitas < 0,001 < 0,05. Artinya ada hubungan yang tidak signifikan antara persentase pengisian BOD dengan waktu operasional.

#### 4.4.2 Analisis Korelasi TSS

##### ➤ Pada Reaktor Vertical I

➤ Hasil uji korelasi persentase penyisihan TSS dapat dilihat pada Tabel 4.18

**Tabel 4.18 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan TSS (%) Pada Reaktor Vertical I**

##### **Terhadap Waktu Operasional**

<b>Correlations: Presentase Penyisihan TSS (%); Waktu Operasional</b>
Pearson correlation of R1V1 and WAKTU = -0.530
P-Value = 0.115

##### **Keterangan :**

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

**P-value** : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

##### **Keputusan**

Berdasarkan Tabel 4.18 menunjukkan bahwa :

- Koefisien korelasi antara persentase penyisihan TSS dengan waktu operasional pada reaktor adalah -0.530. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel tidak kuat, karena tidak mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai negative pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasional nya maka persen penyisihan TSS yang dihasilkan akan semakin menurun. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal ( $H_1$ ) dan menerima hipotesis alternatif ( $H_0$ ) karena nilai probabilitasnya  $0.115 < 0,05$ . Artinya ada hubungan yang tidak signifikan antara persentase penyisihan TSS dengan waktu operasional.

➤ **Pada Reaktor Horizontal I**

- Hasil uji korelasi persentase penyisihan TSS dapat dilihat pada Tabel 4.19

**Tabel 4.19 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan TSS (%) Pada Reaktor Horizontal I Terhadap Waktu Operasional**

<b>Correlations: Presentase Penyisihan TSS (%); Waktu Operasional</b> Pearson correlation of R1H1 and WAKTU = -0.492 P-Value = 0.149
--

**Keterangan :**

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

P-value : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

**Keputusan**

Berdasarkan Tabel 4.19 menunjukkan bahwa :

- Koefisien korelasi antara persentase penyisihan TSS dengan waktu operasional pada reaktor adalah -0.492. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel tidak kuat, karena tidak mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai negative pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasional nya maka persen penyisihan TSS yang dihasilkan akan semakin menurun. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal ( $H_1$ ) dan menerima hipotesis alternatif ( $H_0$ ) karena nilai probabilitasnya  $0.149 < 0,05$ . Artinya ada hubungan yang tidak signifikan antara persentase penyisihan TSS dengan waktu operasional.



➤ **Pada Reaktor Vertical II**

- Hasil uji korelasi persentase penyisihan TSS dapat dilihat pada Tabel 4.20

**Tabel 4.20 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan TSS (%) Pada Reaktor Vertical II Terhadap Waktu Operasional**

<p><b>Correlations: Presentase Penyisihan TSS (%); Waktu Operasional</b> Pearson correlation of R2V2 and WAKTU = -0.547 P-Value = 0.102</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 4.20 menunjukkan bahwa :

- Koefisien korelasi antara persentase penyisihan TSS dengan waktu operasional pada reaktor adalah -0.547. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel tidak kuat, karena tidak mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai negative pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasional nya maka persen penyisihan TSS yang dihasilkan akan semakin menurun. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal ( $H_1$ ) dan menerima hipotesis alternatif ( $H_0$ ) karena nilai probabilitasnya  $0.102 < 0,05$ . Artinya ada hubungan yang tidak signifikan antara persentase penyisihan TSS dengan waktu operasional.

➤ **Pada Reaktor Horizontal II**

- Hasil uji korelasi persentase penyisihan TSS dapat dilihat pada Tabel 4.21

**Tabel 4.21 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan TSS (%) Pada Reaktor Horizontal II Terhadap Waktu Operasional**

<p><b>Correlations: Presentase Penyisihan TSS (%); Waktu Operasional</b> Pearson correlation of R2H2 and WAKTU = -0.642 P-Value = 0.045</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 4.21 menunjukkan bahwa :

- Koefisien korelasi antara persentase penyisihan TSS dengan waktu operasional pada reaktor adalah -0.642. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel tidak kuat, karena tidak mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai negative pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasional nya maka persen penyisihan TSS yang dihasilkan akan semakin menurun. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal ( $H_1$ ) dan menerima hipotesis alternatif ( $H_0$ ) karena nilai probabilitasnya  $0.045 < 0,05$ . Artinya ada hubungan yang tidak signifikan antara persentase penyisihan TSS dengan waktu operasional.

#### 4.4.3 Analisis Korelasi Minyak Lemak

##### ➤ Pada Reaktor Vertical I

- Hasil uji korelasi persentase penyisihan Minyak Lemak dapat dilihat pada Tabel 4.22

**Tabel 4.22 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan Minyak Lemak (%) Pada Reaktor Vertical I Terhadap Waktu Operasional**

<p><b>Correlations: Presentase Penyisihan Minyak Lemak (%); Waktu Operasional</b></p> <p>Pearson correlation of R1V1 and WAKTU = -0.507</p> <p>P-Value = 0.135</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 4.22 menunjukkan bahwa :

- Koefisien korelasi antara persentase penyisihan Minyak Lemak dengan waktu operasional pada reaktor adalah -0.507. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel tidak kuat, karena tidak mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai negative pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasional nya maka persen penyisihan Minyak Lemak yang dihasilkan akan semakin menurun. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal ( $H_1$ ) dan menerima hipotesis alternatif ( $H_0$ ) karena nilai probabilitasnya  $0.135 < 0,05$ . Artinya ada hubungan yang tidak signifikan antara persentase penyisihan Minyak Lemak dengan waktu operasional.

➤ **Pada Reaktor Horizontal I**

- Hasil uji korelasi persentase penyisihan Minyak Lemak dapat dilihat pada Tabel 4.23

**Tabel 4.23 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan Minyak Lemak (%) Pada Reaktor Horizontal I Terhadap Waktu Operasional**

**Correlations: Presentase Penyisihan Minyak Lemak (%); Waktu Operasional**

Pearson correlation of R1H1 and WAKTU = -0.514

P-Value = 0.129

**Keterangan :**

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

**P-value** : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

**Keputusan**

Berdasarkan Tabel 4.23 menunjukkan bahwa :

- Koefisien korelasi antara persentase penyisihan Minyak Lemak dengan waktu operasional pada reaktor adalah -0.514. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel tidak kuat, karena tidak mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai negative pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasional nya maka persen penyisihan Minyak Lemak yang dihasilkan akan semakin menurun. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal ( $H_1$ ) dan menerima hipotesis alternatif ( $H_0$ ) karena nilai probabilitasnya  $0.129 < 0,05$ . Artinya ada hubungan yang tidak signifikan antara persentase penyisihan Minyak Lemak dengan waktu operasional.

**Tabel 4.13 Hasil Uji Korelasi Pearson**

Hasil uji korelasi Pearson antara penyisihan minyak lemak dengan waktu pada Tabel 4.13

**Tabel 4.13 Hasil Uji Korelasi Pearson antara penyisihan minyak lemak (%) pada Reaktor Horizontal I Terhadap Waktu Operasional**

Operasional	Korelasi
0.00	0.00
0.05	0.05
0.10	0.10
0.15	0.15
0.20	0.20
0.25	0.25
0.30	0.30
0.35	0.35
0.40	0.40
0.45	0.45
0.50	0.50
0.55	0.55
0.60	0.60
0.65	0.65
0.70	0.70
0.75	0.75
0.80	0.80
0.85	0.85
0.90	0.90
0.95	0.95
1.00	1.00

Keterangan :

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

P-value : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

**Kesimpulan**

Berdasarkan Tabel 4.13 menunjukkan bahwa :

Korelasi korelasi antara penyisihan minyak lemak dengan waktu operasional pada reaktor adalah -0.514. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel tidak kuat karena tidak mendekati 1. Hubungan kedua variabel sangat yang ditunjukkan dengan nilai negatif. Sehingga nilai korelasi korelasi yang berarti semakin lama waktu operasionalnya maka penyisihan minyak lemak yang dihasilkan akan semakin menurun. Kesimpulan yang diambil adalah metode hipotesis awal (H<sub>0</sub>) dan alternatif hipotesis alternatif (H<sub>1</sub>) karena nilai probabilitasnya 0.029 < 0.05. Artinya ada hubungan yang tidak signifikan antara penyisihan penyisihan minyak lemak dengan waktu operasional.

➤ **Pada Reaktor Vertical II**

- Hasil uji korelasi persentase penyisihan Minyak Lemak dapat dilihat pada Tabel 4.24

**Tabel 4.24 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan Minyak Lemak (%) Pada Reaktor Vertical II Terhadap Waktu Operasional**

**Correlations: Presentase Penyisihan Minyak Lemak (%); Waktu Operasional**

Pearson correlation of R2V2 and WAKTU = -0.382  
P-Value = 0.276

**Keterangan :**

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

**P-value** : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

**Keputusan**

Berdasarkan Tabel 4.24 menunjukkan bahwa :

- Koefisien korelasi antara persentase penyisihan Minyak Lemak dengan waktu operasional pada reaktor adalah -0.382. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel tidak kuat, karena tidak mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai negative pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasional nya maka persen penyisihan Minyak Lemak yang dihasilkan akan semakin menurun. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal ( $H_1$ ) dan menerima hipotesis alternatif ( $H_0$ ) karena nilai probabilitasnya  $0.276 < 0,05$ . Artinya ada hubungan yang tidak signifikan antara persentase penyisihan Minyak Lemak dengan waktu operasional.

> Pada Reaktor Vertical II

> Hasil uji korelasi persentase penyisihan Minyak Lemak dengan bilangan pada

Tabel 4.24

Tabel 4.24 Hasil Uji Korelasi Persentase Penyisihan Minyak Lemak (%) Pada

Reaktor Vertical II Terhadap Waktu Operasional

Operasional	Korelasi: Persentase Penyisihan Minyak Lemak (%) / Waktu
1	0,382
2	0,382
3	0,382
4	0,382
5	0,382
6	0,382
7	0,382
8	0,382
9	0,382
10	0,382
11	0,382
12	0,382
13	0,382
14	0,382
15	0,382
16	0,382
17	0,382
18	0,382
19	0,382
20	0,382
21	0,382
22	0,382
23	0,382
24	0,382
25	0,382
26	0,382
27	0,382
28	0,382
29	0,382
30	0,382
31	0,382
32	0,382
33	0,382
34	0,382
35	0,382
36	0,382
37	0,382
38	0,382
39	0,382
40	0,382
41	0,382
42	0,382
43	0,382
44	0,382
45	0,382
46	0,382
47	0,382
48	0,382
49	0,382
50	0,382

Peterson :

Pearson Correlation : Nilai korelasi Pearson (korelasi yang digunakan

untuk variabel kuantitatif adalah korelasi Pearson)

P-value : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

Kesimpulan

Berdasarkan Tabel 4.24 menunjukkan bahwa :

> Korelasi korelasi antara persentase penyisihan Minyak Lemak dengan waktu operasional pada reaktor adalah -0,382. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel tidak kuat karena tidak mendekati 1. Hubungan kedua variabel secara ini ditunjukkan dengan nilai negative pada nilai korelasi korelasi yang berarti semakin lama waktu operasionalnya maka persentase penyisihan Minyak Lemak yang dihasilkan akan semakin menurun. Kesimpulan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H<sub>0</sub>) dan menerima hipotesis alternatif (H<sub>1</sub>) karena nilai probabilitasnya 0,176 < 0,05. Artinya ada hubungan yang tidak signifikan antara persentase penyisihan Minyak Lemak dengan waktu operasional.

➤ **Pada Reaktor Horizontal II**

- Hasil uji korelasi persentase penyisihan Minyak Lemak dapat dilihat pada Tabel 4.25

**Tabel 4.25 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan Minyak Lemak (%) Pada Reaktor Horizontal II Terhadap Waktu Operasional**

**Correlations: Presentase Penyisihan Minyak Lemak (%); Waktu Operasional**

Pearson correlation of R2H2 and WAKTU = -0.325

P-Value = 0.360

**Keterangan :**

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

**P-value** : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

**Keputusan**

Berdasarkan Tabel 4.25 menunjukkan bahwa :

- Koefisien korelasi antara persentase penyisihan Minyak Lemak dengan waktu operasional pada reaktor adalah -0.325. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel tidak kuat, karena tidak mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai negative pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasional nya maka persen penyisihan Minyak Lemak yang dihasilkan akan semakin menurun. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal ( $H_1$ ) dan menerima hipotesis alternatif ( $H_0$ ) karena nilai probabilitasnya  $0.360 < 0,05$ . Artinya ada hubungan yang tidak signifikan antara persentase penyisihan Minyak Lemak dengan waktu operasional.



#### 4.5. Hasil Uji ANOVA

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

A. 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 :

B. Nilai probabilitas,

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

C. Nilai F hitung,

- F hitung output  $>$  F Tabel,  $H_0$  ditolak
- F hitung output  $<$  F Tabel,  $H_0$  diterima

##### 4.5.1 Analisa ANOVA BOD

###### > Pada Reaktor Vertical I

> Uji korelasi persentase penyisihan BOD dapat dilihat pada tabel 4.26

**Tabel 4.26 Analisa Anova Antara persen Penyisihan BOD Pada Reaktor Vertical I Dengan Waktu Operasional**

<b>One-way ANOVA: Presentase Penyisihan BOD (%); Waktu Operasional</b>					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	8.1	8.1	0.13	0.727
Error	18	1159.7	64.4		
Total	19	1167.8			

S = 8.027    R-Sq = 0.69%    R-Sq(adj) = 0.00%

Hasil Tabel 4.26 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  $\alpha = 0,05$ )

**Keputusan :**

**1. Nilai Probabilitas**

Berdasarkan tabel 4.26 nilai probabilitas adalah sebesar 0.727. Karena nilai probabilitas lebih besar dari 0.05, maka kesimpulannya bahwa kedua variasi perlakuan adalah identik.

**2. Nilai F**

Berdasarkan tabel 4.26 F hitung variasi perbandingan waktu operasional adalah 0.13. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah sebesar 2.64 (Sudjana, 2005). Jika nilai F *output* variasi waktu operasional dibandingkan dengan nilai F tabel maka nilai F hitung *output* < nilai F tabel maka kesimpulannya bahwa ada perbedaan yang tidak signifikan antara variasi waktu operasional terhadap penyisihan BOD.

**➤ Pada Reaktor Horizontal I**

➤ Uji korelasi persentase penyisihan BOD dapat dilihat pada tabel 4.27

**Tabel 4.27 Analisa Anova Antara persen Penyisihan BOD Pada Reaktor Horizontal I Dengan Waktu Operasional**

<b>One-way ANOVA: Presentase Penyisihan BOD (%); Waktu Operasional</b>					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	31.5	31.5	1.74	0.204
Error	18	325.6	18.1		
Total	19	357.1			

S = 4.253    R-Sq = 8.81%    R-Sq(adj) = 3.74%

Nilai Tabel 4.26 diatas merupakan ketetapan 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  $\alpha = 0.05$ )

**PEMBAHASAN**

**1. Nilai Probabilitas**

Menentukan tabel 4.26 nilai probabilitas adalah sebesar 0.573. Karena nilai probabilitas lebih besar dari 0.05 maka kesimpulannya bahwa kedua variasi perlakuan adalah identik.

**2. Nilai F**

Berdasarkan tabel 4.26 F hitung variasi perlakuan waktu operasional adalah 0.11. Jika dilihat pada tabel distribusi F nilai F tabel adalah sebesar 2.04 (Subjara 2002). Jika nilai F diperoleh variasi waktu operasional dibandingkan dengan nilai F tabel maka nilai F hitung diperoleh nilai F tabel maka kesimpulannya bahwa ada perbedaan yang tidak signifikan antara variasi waktu operasional terhadap pengaliran BOD.

**3. Pada Reaktor Horizontal 1**

Uji korelasi persentase pengaliran BOD dapat dilihat pada tabel 4.27

**Tabel 4.27 Analisis Anova Antara Perseor Penyaliran BOD Pada Reaktor**

**Horizontal 1 Dengan Waktu Operasional**

One-way ANOVA: Persentase Penyaliran BOD (%): Waktu Operasional	
Source	Sum of Squares
Factor 1	0.000000
Error	0.000000
Total	0.000000

Hasil Tabel 4.27 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  $\alpha = 0,05$ )

**Keputusan :**

**1. Nilai Probabilitas**

Berdasarkan tabel 4.27 nilai probabilitas adalah sebesar 0.204. Karena nilai probabilitas lebih besar dari 0.05, maka kesimpulannya bahwa kedua variasi perlakuan adalah identik.

**2. Nilai F**

Berdasarkan tabel 4.27 F hitung variasi perbandingan waktu operasional adalah 1.74. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah sebesar 2.64 (Sudjana, 2005). Jika nilai F *output* variasi waktu operasional dibandingkan dengan nilai F tabel maka nilai F hitung *output* < nilai F tabel maka kesimpulannya bahwa ada perbedaan yang tidak signifikan antara variasi waktu operasional terhadap penyisihan BOD.

**➤ Pada Reaktor Vertical II**

➤ Uji korelasi persentase penyisihan BOD dapat dilihat pada tabel 4.28

**Tabel 4.28 Analisa Anova Antara persen Penyisihan BOD Pada Reaktor Vertical II Dengan Waktu Operasional**

<b>One-way ANOVA: Presentase Penyisihan BOD (%); Waktu Operasional</b>					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	61.7	61.7	0.65	0.430
Error	18	1705.8	94.8		
Total	19	1767.4			

S = 9.735    R-Sq = 3.49%    R-Sq(adj) = 0.00%

Hasil Tabel 4.28 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  $\alpha = 0,05$ )

**Keputusan :**

**1. Nilai Probabilitas**

Berdasarkan tabel 4.28 nilai probabilitas adalah sebesar 0.430. Karena nilai probabilitas lebih besar dari 0.05, maka kesimpulannya bahwa kedua variasi perlakuan adalah identik.

**2. Nilai F**

Berdasarkan tabel 4.28 F hitung variasi perbandingan waktu operasional adalah 0.65. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah sebesar 2.64 (Sudjana, 2005). Jika nilai F *output* variasi waktu operasional dibandingkan dengan nilai F tabel maka nilai F hitung *output* < nilai F tabel maka kesimpulannya bahwa ada perbedaan yang tidak signifikan antara variasi waktu operasional terhadap penyisihan BOD.

**➤ Pada Reaktor Horizontal II**

➤ Uji korelasi persentase penyisihan BOD dapat dilihat pada tabel 4.29

**Tabel 4.29 Analisa Anova Antara persen Penyisihan BOD Pada Reaktor**

**Horizontal II**

**Dengan Waktu Operasional**

<b>One-way ANOVA: Presentase Penyisihan BOD (%); Waktu Operasional</b>					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	102.7	102.7	4.77	0.042
Error	18	387.8	21.5		
Total	19	490.5			

S = 4.641    R-Sq = 20.95%    R-Sq(adj) = 16.55%

Hasil Tabel 4.28 dapat digunakan sebagai berikut :

DOI = Derajat Bebas

SS = Variasi Residual

MS = Mean Square

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

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

**Kesimpulan**

1. Nilai Probabilitas

Berdasarkan tabel 4.28 nilai probabilitas adalah sebesar 0,430. Karena nilai probabilitas lebih besar dari 0,05 maka kesimpulan yang dapat diambil adalah perbedaan adalah tidak signifikan.

2. Nilai F

Berdasarkan tabel 4.28 F hitung variasi perbandingan waktu operasional adalah 0,65 jika dilihat pada tabel distribusi F nilai F tabel adalah sebesar 2,04 (2df). 2003). Jika nilai F cukup variasi waktu operasional dibandingkan dengan nilai F tabel maka nilai F hitung < nilai F tabel maka kesimpulannya bahwa ada perbedaan yang tidak signifikan antara variasi waktu operasional terhadap pengisian BOD.

3. Pada Resektor Horizontal II

Uji korelasi persentase pengisian BOD dapat dilihat pada tabel 4.29

Tabel 4.29 Analisis Anova Persen Pengisian BOD Pada Resektor

**Horizontal II**

**Waktu Waktu Operasional**

One-way ANOVA: Persentase Pengisian BOD (%) Waktu Operasional	
Sum of Squares	10,000
Mean Square	2,500
F-Value	0,125
P-Value	0,900
T-Value	0,125
DF Error	12
Total	13

Hasil Tabel 4.29 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  $\alpha = 0,05$ )

#### Keputusan :

##### 1. Nilai Probabilitas

Berdasarkan tabel 4.29 nilai probabilitas adalah sebesar 0.042 .Karena nilai probabilitas lebih kecil dari 0.05, maka kesimpulannya bahwa kedua variasi perlakuan adalah tidak identik.

##### 2. Nilai F

Berdasarkan tabel 4.29 F hitung variasi perbandingan waktu operasional adalah 4.77. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah sebesar 2.64 (Sudjana, 2005). Jika nilai F *output* variasi waktu operasional dibandingkan dengan nilai F tabel maka nilai F hitung *output* > nilai F tabel maka kesimpulannya bahwa ada perbedaan yang signifikan antara variasi waktu operasional terhadap penyisihan BOD.

#### 4.5.2 Analisa ANOVA TSS

##### ➤ Pada Reaktor Vertical I

➤ Uji korelasi persentase penyisihan TSS dapat dilihat pada tabel 4.30

**Tabel 4.30 Analisa Anova Antara persen Penyisihan TSS Pada Reaktor Vertical I Dengan Waktu Operasional**

<b>One-way ANOVA: Presentase Penyisihan TSS (%); Waktu Operasional</b>					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	24	24	0.15	0.703
Error	18	2872	160		
Total	19	2896			

Tabel 4.29 diatas menunjukkan ketunggalan sebagai berikut :

$$DF = \text{Derajat Bebas}$$

$$SS = \text{Variasi Residual}$$

$$MS = \text{Mean Square}$$

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

$\alpha$  = Nilai Probabilitas (dalam  $\alpha = 0,05$ )

### Keputusan :

#### 1. Nilai Probabilitas

Berdasarkan tabel 4.29 nilai probabilitas adalah sebesar 0,05. Karena nilai probabilitas lebih kecil dari 0,05 maka kesimpulannya bahwa kedua varian tersebut adalah tidak berbeda.

#### 2. Nilai F

Berdasarkan tabel 4.29 F hitung variasi perbandingan waktu operasional adalah 4,77. Jika dilihat pada tabel distribusi F nilai F tabel adalah sebesar 2,04 (Sudjana, 2005). Jika nilai F hitung lebih kecil dari nilai F tabel maka kesimpulannya dengan nilai F tabel maka nilai F hitung yaitu nilai F tabel maka kesimpulannya bahwa ada perbedaan yang signifikan antara varian waktu operasional terhadap pengisian BOD.

### 4.5.2. Analisis ANOVA TSS

#### 2. Pada Reaktor Vertikal

2. Uji kontrasi persentase pengisian TSS dapat dilihat pada tabel 4.30

Tabel 4.30 Analisis Anova Berpasangan Pengisian TSS Pada Reaktor

Vertikal / Dengan Waktu Operasional

Operasional		One-way ANOVA: Persentase Pengisian TSS (%); Waktu	
Sum of Squares	1,10	Sum of Squares	1,10
df	1	df	1
Mean Square	1,10	Mean Square	1,10
F-Value	1,10	F-Value	1,10
Probability > F	0,31	Probability > F	0,31



Hasil Tabel 4.30 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  $\alpha = 0,05$ )

Keputusan :

1. Nilai Probabilitas

Berdasarkan tabel 4.30 nilai probabilitas adalah sebesar 0.703. Karena nilai probabilitas lebih besar dari 0.05, maka kesimpulannya bahwa kedua variasi perlakuan adalah identik.

2. Nilai F

Berdasarkan tabel 4.30 F hitung variasi perbandingan waktu operasional adalah 0.15. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah sebesar 2.64 (Sudjana, 2005). Jika nilai F *output* variasi waktu operasional dibandingkan dengan nilai F tabel maka nilai F hitung *output* < nilai F tabel maka kesimpulannya bahwa ada perbedaan yang tidak signifikan antara variasi waktu operasional terhadap penyisihan TSS.

➤ Pada Reaktor Horizontal I

➤ Uji korelasi persentase penyisihan TSS dapat dilihat pada tabel 4.31

**Tabel 4.31 Analisa Anova Antara persen Penyisihan TSS Pada Reaktor Horizontal I Dengan Waktu Operasional**

<b>One-way ANOVA: Presentase Penyisihan TSS (%); Waktu Operasional</b>					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	1.0	1.0	0.01	0.921
Error	18	1779.1	98.8		
Total	19	1780.1			

Table 4.30 dalam bentuk kerangka sebagai berikut :

DI = Derajat Bebas

SS = Variasi Residual

MS = Mean Square

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

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

Keputusan :

1. Nilai Probabilitas

Berdasarkan tabel 4.30 nilai probabilitas adalah sebesar 0,703. Karena nilai probabilitas lebih besar dari 0,05, maka kesimpulannya bahwa kedua variasi perlakuan adalah tidak

2. Nilai F

Berdasarkan tabel 4.30 F hitung untuk perbandingan waktu operasional adalah 0,15. Jika dilihat pada tabel distribusi F nilai F tabel adalah sebesar 3,04 (Suljono, 2002). Jika nilai F nyata waktu operasional dibandingkan dengan nilai F tabel maka nilai F hitung nyata < nilai F tabel maka kesimpulannya bahwa ada perbedaan yang tidak signifikan antara variasi waktu operasional terhadap perlakuan SS.

3. Pada Reaktor Horizontal 1

Uji koreksi persentase penyisihan TSS dapat dilihat pada tabel 4.31

Table 4.31 Analisis Anova perses (Fungsi) TSS Pada Reaktor

Horizontal 1 dengan Waktu Operasional

One-way ANOVA: Persentase Penyisihan TSS (%)	
Waktu Operasional	
Source	DF
Factor	1
Error	19
Total	20
Corrected Total	20

Hasil Tabel 4.31 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  $\alpha = 0,05$ )

**Keputusan :**

**1. Nilai Probabilitas**

Berdasarkan tabel 4.31 nilai probabilitas adalah sebesar 0.921 .Karena nilai probabilitas lebih besar dari 0.05, maka kesimpulannya bahwa kedua variasi perlakuan adalah identik.

**2. Nilai F**

Berdasarkan tabel 4.31 F hitung variasi perbandingan waktu operasional adalah 0.01. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah sebesar 2.64 (Sudjana, 2005). Jika nilai F *output* variasi waktu operasional dibandingkan dengan nilai F tabel maka nilai F hitung *output* < nilai F tabel maka kesimpulannya bahwa ada perbedaan yang tidak signifikan antara variasi waktu operasional terhadap penyisihan TSS.

➤ **Pada Reaktor Vertical II**

➤ Uji korelasi persentase penyisihan TSS dapat dilihat pada tabel 4.32

**Tabel 4.32 Analisa Anova Antara persen Penyisihan TSS Pada Reaktor Vertical II Dengan Waktu Operasional**

<b>One-way ANOVA: Presentase Penyisihan TSS (%); Waktu Operasional</b>					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	68	68	0.39	0.539
Error	18	3111	173		
Total	19	3179			

hasil Tabel 4.31 diatas memuat keterangan sebagai berikut :

DF = Derajat Bebas

SS = Variasi Residual

MS = Mean Square

F = Nilai statistik uji yang dibandingkan dengan nilai F pada lampiran

α = Nilai Probabilitas (dengan α = 0,05)

Kesimpulan:

1. Nilai Probabilitas

Berdasarkan tabel 4.31 nilai probabilitas adalah sebesar 0,021. Karena nilai probabilitas lebih besar dari 0,05 maka kesimpulannya bahwa kedua variasi perlakuan adalah identik.

2. Nilai F

Berdasarkan tabel 4.31 F hitung variasi perlakuan waktu operasional adalah 0,01. Jika dilihat pada tabel distribusi F nilai F tabel adalah sebesar 2,04 (sifatnya 200%). Jika nilai F wywaw variasi waktu operasional dibandingkan dengan nilai F tabel maka nilai F hitung wywaw nilai F tabel maka kesimpulannya bahwa ada perbedaan yang tidak signifikan antara variasi waktu operasional terhadap perlakuan TSS.

3. Pada Resektor Vertikal II

~ Uji kontrol persentase pengisihan TSS dapat dilihat pada tabel 4.32

Tabel 4.32 Analisis Anova Varian dengan Pengisihan TSS Pada Resektor

Variasi II Dengan Waktu Operasional

One-way ANOVA: Presentase Pengisihan TSS (%) Waktu Operasional					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	P-Value
Operasional	0,01	1	0,01	0,01	0,98
Error	0,02	19	0,001		
Total	0,03	20			
Corrected Total	0,03	20			

Hasil Tabel 4.32 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  $\alpha = 0,05$ )

**Keputusan :**

**1. Nilai Probabilitas**

Berdasarkan tabel 4.32 nilai probabilitas adalah sebesar 0.539. Karena nilai probabilitas lebih besar dari 0.05, maka kesimpulannya bahwa kedua variasi perlakuan adalah identik.

**2. Nilai F**

Berdasarkan tabel 4.32 F hitung variasi perbandingan waktu operasional adalah 0.39. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah sebesar 2.64 (Sudjana, 2005). Jika nilai F *output* variasi waktu operasional dibandingkan dengan nilai F tabel maka nilai F hitung *output* < nilai F tabel maka kesimpulannya bahwa ada perbedaan yang tidak signifikan antara variasi waktu operasional terhadap penyisihan TSS.

**➤ Pada Reaktor Horizontal II**

➤ Uji korelasi persentase penyisihan TSS dapat dilihat pada tabel 4.33

**Tabel 4.33 Analisa Anova Antara persen Penyisihan TSS Pada Reaktor Horizontal II Dengan Waktu Operasional**

<b>One-way ANOVA: Presentase Penyisihan TSS (%); Waktu Operasional</b>					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	21.9	21.9	0.40	0.536
Error	18	988.4	54.9		
Total	19	1010.3			

Hasil Tabel 4.32 diatas memuat tabel-tabel sebagai berikut :

DR = Derajat Bebas

SS = Variasi Residual

MS = Mean Square

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

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

Kesimpulan

1. Nilai Probabilitas

Isoserasikan tabel 4.32 nilai probabilitas adalah sebesar 0,559. Karena nilai probabilitas lebih besar dari 0,05, maka kesimpulannya bahwa kedua variasi perlakuan adalah identik.

2. Nilai F

Berdasarkan tabel 4.32 F hitung variasi perlakuan waktu operasional adalah 0,39. Jika dilihat pada tabel distribusi F nilai F tabel adalah sebesar 7,04 (dengan 2003). Jika nilai F waywa variasi waktu operasional dibandingkan dengan nilai F tabel maka nilai F hitung waywa nilai F tabel maka kesimpulannya bahwa ada perbedaan yang tidak signifikan antara variasi waktu operasional terhadap penyisihan TSS.

3. Pada Reaktor Horizontal II

> Uji korelasi persentase penyisihan TSS dapat dilihat pada tabel 4.33

Tabel 4.33 Analisis Anova Persen Penyisihan TSS Pada Reaktor

Horizontal II Dengan Waktu Operasional

Waktu Operasional		One-way ANOVA: Persentase Penyisihan TSS (%)	
Sum of Squares	10,000	Mean Square	5,000
df	1	F	0,100
Total	10,000	P	0,750
Error	9,000		
df	9		

Hasil Tabel 4.33 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  $\alpha = 0,05$ )

**Keputusan :**

**1. Nilai Probabilitas**

Berdasarkan tabel 4.35 nilai probabilitas adalah sebesar 0.536. Karena nilai probabilitas lebih kecil dari 0.05, maka kesimpulannya bahwa kedua variasi perlakuan adalah tidak identik.

**2. Nilai F**

Berdasarkan tabel 4.35 F hitung variasi perbandingan waktu operasional adalah 0.40. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah sebesar 2.64 (Sudjana, 2005). Jika nilai F *output* variasi waktu operasional dibandingkan dengan nilai F tabel maka nilai F hitung *output* < nilai F tabel maka kesimpulannya bahwa ada perbedaan yang tidak signifikan antara variasi waktu operasional terhadap penyisihan TSS.

**4.5.3 Analisa ANOVA Minyak Lemak**

**➤ Pada Reaktor Vertical I**

➤ Uji korelasi persentase penyisihan Minyak Lemak dapat dilihat pada tabel 4.36

**Tabel 4.36 Analisa Anova Antara persen Penyisihan Minyak Lemak Pada Reaktor Vertical I Dengan Waktu Operasional**

<b>One-way ANOVA: Presentase Penyisihan Minyak Lemak (%); Waktu Operasional</b>					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	52	52	0.27	0.613
Error	18	3523	196		
Total	19	3575			

S = 13.99    R-Sq = 1.45%    R-Sq(adj) = 0.00%

nilai Tabel 4.33 diatas menjadi kerangka sebagai berikut :

$DF =$  Derajat Bebas

$SS =$  Variasi Residual

$MS =$  Mean Square

F = nilai statistik uji (membandingkan dengan nilai F tabel F pada lampiran)

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

**Kesimpulan:**

**1. Nilai Probabilitas**

Berdasarkan tabel 4.32 nilai probabilitas adalah sebesar 0,276. Karena nilai probabilitas lebih kecil dari 0,05 maka kesimpulannya bahwa variasi perlakuan adalah tidak statistik.

**2. Nilai F**

Berdasarkan tabel 4.32 t hitung variasi perlakuan waktu operasional adalah 0,40. Jika dilihat pada tabel distribusi F nilai F tabel adalah sebesar 2,64 (pada 2005). Maka nilai F nyata variasi waktu operasional dibandingkan dengan nilai F tabel maka nilai F hitung ternyata lebih kecil maka kesimpulannya bahwa ada perbedaan yang tidak signifikan antara variasi waktu operasional terhadap perlakuan 122.

**4.2.3 Analisis ANOVA Statistik Lemak**

**a. Pada Reaktor Vertikal**

Uji korelasi persentase penyisihan minyak lemak dapat dilihat pada tabel

4.36

Tabel 4.36 Analisis Anova persentase Penyisihan Minyak Lemak Pada

Reaktor Vertikal Dengan Waktu Operasional

One-way ANOVA: Persentase Penyisihan Minyak Lemak (20) Waktu Operasional					
Source	DF	SS	MS	F	P
Operator	2	0,000000	0,000000	0,00	1,000
Waktu Operasional	2	0,000000	0,000000	0,00	1,000
Error	12	0,000000	0,000000		
Total	16	0,000000			



Hasil Tabel 4.36 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  $\alpha = 0,05$ )

**Keputusan :**

**1. Nilai Probabilitas**

Berdasarkan tabel 4.36 nilai probabilitas adalah sebesar 0.613. Karena nilai probabilitas lebih kecil dari 0.05, maka kesimpulannya bahwa kedua variasi perlakuan adalah tidak identik.

**2. Nilai F**

Berdasarkan tabel 4.36 F hitung variasi perbandingan waktu operasional adalah 0.27. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah sebesar 2.64 (Sudjana, 2005). Jika nilai F *output* variasi waktu operasional dibandingkan dengan nilai F tabel maka nilai F hitung *output* < nilai F tabel maka kesimpulannya bahwa ada perbedaan yang tidak signifikan antara variasi waktu operasional terhadap penyisihan Minyak Lemak.

**➤ Pada Reaktor Horizontal I**

- Uji korelasi persentase penyisihan Minyak Lemak dapat dilihat pada tabel 4.37

**Tabel 4.37 Analisa Anova Antara persen Penyisihan Minyak Lemak Pada Reaktor Horizontal I Dengan Waktu Operasional**

<b>One-way ANOVA: Presentase Penyisihan Minyak Lemak (%); Waktu Operasional</b>					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	52	52	0.27	0.613
Error	18	3523	196		
Total	19	3575			

S = 13.99    R-Sq = 1.45%    R-Sq(adj) = 0.00%

hasil tabel 4.30 diatas menunjukkan sebagai berikut :

DF = Derajat Bebas

SS = Variasi Total

MS = Mean Square

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

$\alpha$  = Nilai Probabilitas (dengan  $\alpha = 0.05$ )

Kesimpulan :

1. Nilai Probabilitas

Berdasarkan tabel 4.30 nilai probabilitas adalah sebesar 0.013. Karena nilai probabilitas lebih kecil dari 0.05 maka kesimpulannya bahwa kedua variasi perlakuan adalah tidak identik.

2. Nilai F

Berdasarkan tabel 4.30 F hitung variasi perbandingan waktu operasional adalah 0.27. Jika dilihat pada tabel distribusi F nilai F tabel adalah sebesar 2.04 (pendekatan 200%). Jika nilai F yang variasi waktu operasional dibandingkan dengan nilai F tabel maka nilai F hitung yang sama dengan nilai F tabel maka kesimpulannya bahwa ada perbedaan yang tidak signifikan antara variasi waktu operasional terhadap perlakuan Minyak Lemak.

3. Tanda Reaktor Horizontal 1

4. Uji korelasi persentase pengalihan minyak lemak dapat dilihat pada tabel

4.37

Tabel 4.37 Analisis Anova Antara Perseor Penelitian Minyak Lemak Pada

Reaktor Horizontal 1 Dengan Waktu Operasional

One-way ANOVA: Perseor Penelitian Minyak Lemak (%)	
Waktu Operasional	
Source	DF
Perseor	2
Error	18
Total	20
Adjusted Total	19
Mean	MS
Perseor	1.11
Error	0.05
Total	1.16
Adjusted Total	1.15
F	21.22
P	0.000
95% CI for Mean	
Perseor	(0.98, 1.24)
Error	(0.98, 1.16)

Hasil Tabel 4.37 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  $\alpha = 0,05$ )

Keputusan :

1. Nilai Probabilitas

Berdasarkan tabel 4.37 nilai probabilitas adalah sebesar 0.613. Karena nilai probabilitas lebih besar dari 0.05, maka kesimpulannya bahwa kedua variasi perlakuan adalah identik.

2. Nilai F

Berdasarkan tabel 4.37 F hitung variasi perbandingan waktu operasional adalah 0.27. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah sebesar 2.64 (Sudjana, 2005). Jika nilai F *output* variasi waktu operasional dibandingkan dengan nilai F tabel maka nilai F hitung *output* < nilai F tabel maka kesimpulannya bahwa ada perbedaan yang tidak signifikan antara variasi waktu operasional terhadap penyisihan Minyak Lemak.

➤ Pada Reaktor Vertical II

➤ Uji korelasi persentase penyisihan Minyak Lemak dapat dilihat pada tabel 4.38

**Tabel 4.38 Analisa Anova Antara persen Penyisihan Minyak Lemak Pada Reaktor Vertical II Dengan Waktu Operasional**

One-way ANOVA: Presentase Penyisihan Minyak Lemak (%) ; Waktu Operasional					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	2	2	0.01	0.943
Error	18	6589	366		
Total	19	6591			

S = 19.13    R-Sq = 0.03%    R-Sq(adj) = 0.00%

hasil Tabel 4.37 diatas memuat ketunggalan sebagai berikut :

$DF =$  Derajat bebas

$SS =$  Variasi Residual

$MS =$  Mean Square

$F_0 =$  Nilai statistik uji (mendibandingkan dengan nilai Tabel F pada lampiran)

$F_{\alpha} =$  Nilai Probabilitas (dengan  $\alpha = 0,05$ )

kesimpulan :

1. Nilai Probabilitas

Mendasarkan tabel 4.37 nilai probabilitas adalah sebesar 0,013. Karena nilai probabilitas lebih besar dari 0,05 maka kesimpulannya bahwa kedua metode peralihan adalah identik.

2. Nilai F

Mendasarkan tabel 4.37 F hitung variasi peralihan waktu operasional adalah 0,27. Jika dilihat pada tabel distribusi F nilai F tabel adalah sebesar 2,04 (dengan 200DF). Jika nilai F output variasi waktu operasional dibandingkan dengan nilai F tabel maka nilai F hitung output < nilai F tabel maka kesimpulannya bahwa ada perbedaan yang tidak signifikan antara variasi waktu operasional terhadap peralihan barang.

➤ Pada Reaktor Vertical II

➤ Uji tawala persentase penyisihan Minyak Lemak dilihat pada tabel

4.38

Tabel 4.38 Analisis Anova Persen Penyisihan Minyak Lemak Pada

Reaktor Vertical II Dengan Waktu Operasional

One-way ANOVA: Persentase Penyisihan Minyak Lemak	
(%) Waktu Operasional	
Sum of Squares	14,000
Mean Square	3,500
F-Value	14,000
Probability > F	0,013

Hasil Tabel 4.38 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  $\alpha = 0,05$ )

Keputusan :

1. Nilai Probabilitas

Berdasarkan tabel 4.38 nilai probabilitas adalah sebesar 0.943. Karena nilai probabilitas lebih besar dari 0.05, maka kesimpulannya bahwa kedua variasi perlakuan adalah identik.

2. Nilai F

Berdasarkan tabel 4.38 F hitung variasi perbandingan waktu operasional adalah 0.01. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah sebesar 2.64 (Sudjana, 2005). Jika nilai F *output* variasi waktu operasional dibandingkan dengan nilai F tabel maka nilai F hitung *output* > nilai F tabel maka kesimpulannya bahwa ada perbedaan yang tidak signifikan antara variasi waktu operasional terhadap penyisihan Minyak Lemak.

➤ Pada Reaktor Horizontal II

- Uji korelasi persentase penyisihan Minyak Lemak dapat dilihat pada tabel 4.39

**Tabel 4.39 Analisa Anova Antara persen Penyisihan Minyak Lemak Pada Reaktor Horizontal II Dengan Waktu Operasional**

<b>One-way ANOVA: Presentase Penyisihan Minyak Lemak (%); Waktu Operasional</b>					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	460.6	460.6	7.99	0.011
Error	18	1037.8	57.7		
Total	19	1498.4			

Tabel 4.38 diatas menunjukkan sebagai berikut :

DF = Derajat Bebas

SS = Variasi Residual

MS = Mean Square

F = Nilai statistik uji yang dibandingkan dengan nilai F pada lampiran

$\alpha$  = Nilai Probabilitas (dengan  $\alpha = 0.05$ )

**Langkah :**

1. Nilai Probabilitas

Dibaca pada tabel 4.38 nilai probabilitas adalah sebesar 0.05. Karena nilai probabilitas lebih besar dari 0.05 maka kesimpulananya bahwa kedua variasi perlakuan adalah identik.

2. Nilai F

Dibaca pada tabel 4.38 F hitung variasi perlakuan waktu operasional adalah 0.01. Jika dilihat pada tabel distribusi F nilai F tabel adalah sebesar 2.64 (sampingan 2002). Jika nilai F hitung variasi waktu operasional dibandingkan dengan nilai F tabel maka nilai F hitung variasi waktu operasional lebih kecil dari nilai F tabel maka kesimpulananya bahwa ada perbedaan yang tidak signifikan antara variasi waktu operasional terhadap perlakuan masing-masing.

**4.2.2. Uji Korelasi Pearson**

Uji korelasi Pearson digunakan untuk mengukur hubungan antara dua variabel

4.2.3

Tabel 4.39 Analisis ANOVA untuk proses penyesuaian alat ukur Lemak Pada

Reaktor Horizontal II Dengan Waktu Operasional

One-way ANOVA: Presentase Penyesuaian Minyak	
Lemak (%): Waktu Operasional	
Sum of Squares	1.000
Mean Square	1.000
F-Value	0.000
Probability > F	0.999

Hasil Tabel 4.39 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  $\alpha = 0,05$ )

**Keputusan :**

**1. Nilai Probabilitas**

Berdasarkan tabel 4.39 nilai probabilitas adalah sebesar 0.011. Karena nilai probabilitas lebih kecil dari 0.05, maka kesimpulannya bahwa kedua variasi perlakuan adalah tidak identik.

**2. Nilai F**

Berdasarkan tabel 4.39 F hitung variasi perbandingan waktu operasional adalah 7.99. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah sebesar 2.64 (Sudjana, 2005). Jika nilai F *output* variasi waktu operasional dibandingkan dengan nilai F tabel maka nilai F hitung *output* > nilai F tabel maka kesimpulannya bahwa ada perbedaan yang signifikan antara variasi waktu operasional terhadap penyisihan Minyak Lemak.

## **4.6 PEMBAHASAN**

### **4.6.1 Konsentrasi BOD**

Pada tabel 4.3 dan Gambar 4.2 terlihat bahwa Reaktor Vertical II dapat lebih efektif dalam menurunkan parameter BOD yang terdapat pada air limbah domestik, dengan tinggi media 100 cm, dengan komposisi media didalamnya yaitu Tinggi 40 cm zeolite : 40 cm batu kerikil : 20 cm arang aktif. Kemampuan Reaktor Vertical II dapat melakukan proses penyisihan parameter BOD hanya hingga hari ke 6 dengan nilai presentase penyisihan sebesar 31.40%, dan untuk dengan nilai penurunan sebesar 171.5 mg/l. Reaktor Horizontal Roughing Filter yang digunakan adalah Reaktor Horizontal I dengan tinggi media 100 cm, dengan komposisi media didalamnya Tinggi 35 cm zeolite : 30 cm batu kerikil : 35 cm arang aktif. Dapat melakukan presentase penyisihan sebesar 9.33%, dan untuk nilai penurunan sebesar 233 mg/l, pada hari ke 7. Namun nilai penurunan BOD masih di atas standar baku mutu yang telah ditetapkan. Sesuai dengan peraturan PERATURAN GUBERNUR JAWA TIMUR NOMOR 72 TAHUN 2013, dengan nilai baku mutu yang telah ditetapkan untuk parameter BOD adalah 30 mg/l.

Proses penyisihan parameter BOD terjadi dikarenakan faktor dari media yang digunakan dan waktu operasional yang digunakan. Media yang memiliki porositas yang lebih kecil memungkinkan untuk melakukan proses penyisihan yang lebih efektif pada saat proses pengolahan. Porositas yang lebih kecil memiliki luas permukaan yang besar, sehingga molekul-molekul yang terdapat dalam air dapat tersisihkan lebih besar dengan cara menempel pada pori-pori media yang luas. Komposisi media yang digunakan dalam proses pengolahan juga berpengaruh dalam proses penyisihan, komposisi yang digunakan pada proses penyisihan BOD yang terdapat pada Vertical Roughing Filter II yaitu 40 cm : batu zeolite, 40 cm : batu krikil, 20 cm : arang aktif, dan pada Horizontal Roughing Filter I dengan komposisi didalamnya 35 cm : batu zeolite, 30 cm : batu krikil, 35 cm : arang aktif. Dengan perbandingan komposisi media yang berbeda dari reaktor lainnya penggunaan media zeolite dan arang aktif lebih tinggi komposisinya dapat mempengaruhi dalam



4.6. PERBAHAYUAN  
4.6.1. Konsentrasi BOD

Pada tabel 4.3 dan gambar 4.2 terlihat bahwa Reaktor Vertical II dapat lebih efektif dalam menurunkan parameter BOD yang terdapat pada air limbah domestik dengan tinggi media 100 cm dengan komposisi media dibelakangnya yaitu Tinggi 40 cm scotite : 40 cm batu kerikil : 20 cm pasir aktif. Kemampuan Reaktor Vertical II dapat melakukan proses penyisihan parameter BOD hanya hingga part ke 6 dengan nilai persentase penyisihan sebesar 31,40% dan untuk dengan nilai penyisihan sebesar 17,3 mg/l Reaktor Horizontal Keating Filter yang digunakan adalah Reaktor Horizontal I dengan tinggi media 100 cm dengan komposisi media dibelakangnya Tinggi 35 cm scotite : 30 cm batu kerikil : 25 cm pasir aktif. Tidak melakukan proses penyisihan sebesar 27,9% dan untuk nilai penyisihan sebesar 23,1 mg/l pada part ke 3. Namun nilai penyisihan BOD media II dan standar baku mutu yang telah ditetapkan sesuai dengan peraturan PERATRIKAS GURURUBAWA TARIK NOMOR 77 TAHUN 2017 dengan nilai baku mutu yang telah ditetapkan untuk parameter BOD adalah 30 mg/l.

Proses penyisihan parameter BOD terjadi dikarenakan faktor dari media yang digunakan dan waktu operasional yang digunakan. Media yang memiliki porositas yang lebih kecil memungkinkan untuk melakukan proses penyisihan yang lebih efektif pada saat proses pengalihan. Porositas yang lebih kecil memiliki luas permukaan yang besar sehingga molekul-molekul yang terdapat dalam air dapat tersisihkan lebih besar dengan cara menapal pada pori-pori media yang luas. Komposisi media yang digunakan dalam proses pengalihan juga berpengaruh dalam proses penyisihan komposisi yang digunakan pada proses penyisihan BOD yang terdapat pada Vertical Keating Filter II yaitu 40 cm : batu scotite, 40 cm : batu kerikil, 20 cm : pasir aktif dan pada Horizontal Keating Filter I dengan komposisi dibelakangnya 35 cm : batu scotite, 30 cm : batu kerikil, 25 cm : pasir aktif. Dengan pertimbangan komposisi media yang berbeda dari reaktor lain yang menggunakan media scotite dan pasir aktif lebih tinggi komposisinya dapat mempengaruhi dalam

penurunan parameter BOD dibandingkan batu kerikil, seperti yang dikatakan Ainur Rosyida (2011), zeolite aktif yang bertindak sebagai penukar ion dan sekaligus sebagai adsorben. Zeolite mempunyai struktur pori yang sangat terbuka dan mempunyai luas permukaan internal yang luas sehingga mampu mengadsorpsi sejumlah partikel selain air, Namun zeolit merupakan mineral dengan selektivitas tinggi dimana hanya jenis molekul tertentu dan mempunyai ukuran yang lebih kecil dari ukuran pori zeolitlah yang dapat teradsorpsi ke pori zeolite, sedangkan molekul yang berukuran lebih besar akan tertahan dan akan tersaring pada rongga antar butir. Pada proses filtrasi dengan karbon aktif, molekul yang berukuran lebih kecil dari butir antar rongga akan lolos dan tetap bersama limbah cair hasil filtrasi. Hal ini menjadi penyebab lebih rendahnya penurunan nilai BOD, selama proses filtrasi oleh karbon aktif terjadi karena adanya proses pengikatan ion oleh permukaan karbon aktif, yang melibatkan ikatan intramolekuler diantara keduanya.

Proses penyisihan parameter BOD yang pertama adalah proses transportasi (pengangkutan) partikel-partikel BOD disaring oleh media filter dan partikel yang berukuran besar tersaring selama proses ini. Kemudian partikel-partikel tersebut mengendap didalam pori-pori media filter, sehingga partikel tersebut terkumpul dan tertahan kemudian partikel tersebut terbawa oleh aliran air. Proses selanjutnya adalah proses pelekatan partikel pada media filter dengan adanya gaya tarik-menarik, pada proses ini terjadi pembentukan lapisan biofilm pada pori-pori media filter karena aktifitas biologis dari mikroorganisme, proses oksidasi kimia kemudian mengubah partikel bahan organik menjadi partikel-partikel yang lebih kecil (agregat) dan akhirnya menjadi air, karbon dioksida dan garam inorganik lainnya (Wegelin, 1996).

Hal lain juga didukung dengan waktu operasional yang digunakan, karena semakin lama waktu operasional yang digunakan maka dapat mempengaruhi proses penyisihan yang terjadi. Waktu operasional yang terjadi dalam proses pengolahan bertujuan untuk melihat seberapa besar terjadinya proses penyisihan pada media yang digunakan, dengan melihat lama proses pengolahan yang dilakukan terhadap

penurunan parameter BOD dibandingkan dari kondisi seperti yang dikatakan Ahrar (Kozida 2011). Keolihan air yang berbandak sebagai penakar ion dan skalanya sebagai asidren. Keolihan mempunyai struktur pori yang sangat terdistribusi dan mempunyai luas permukaan internal yang luas sehingga mampu mengadsorpsi sejumlah partikel selama ini. Namun keolihan mempunyai nilai daya selektivitas tinggi dimana hanya jenis molekul organik terlarut dan terdispersi dalam yang lebih kecil dari ukuran pori keolihan yang dapat teradsorpsi ke pori keolihan. Sedangkan molekul yang berukuran lebih besar akan teradsorpsi dan akan terakumulasi pada rongga antar butiran. Pada proses filterasi dengan karbon aktif molekul yang berukuran lebih kecil dari butiran akan lolos dan tetap berserut. Untuk air hasil filterasi ini menjadi penyebab lebih terdapatnya penurunan nilai BOD selama proses filterasi oleh karbon aktif terjadi karena adanya proses pengikutan ion oleh permukaan karbon aktif yang disebabkan ikatan permukaan dengan kation.

Proses penyisihan parameter BOD yang pertama adalah proses konvensional (pengangkutan) partikel-partikel BOD dengan cara media filter dan partikel yang berukuran besar tersisih selama proses ini. Kemudian partikel-partikel tersebut mengendap di dalam pori-pori media filter sehingga partikel tersebut terkumpul dan terakumulasi di dalam partikel tersebut. Oleh karena itu proses selanjutnya adalah proses pelekaman partikel pada media filter dengan adanya gaya tarik-menarik. Pada proses ini terjadi pembentukan lapisan di dalam pori-pori media filter karena aktifitas biologis dari mikroorganisme proses oksidasi kimia selanjutnya menggunakan partikel karbon organik sebagai partikel-partikel yang lebih kecil (tergang) dan akhirnya menjadi air karbon dioksida dan gas metana lainnya (Wegelin 1996).

Hal ini juga didukung dengan waktu operasional yang digunakan karena semakin lama waktu operasional yang digunakan maka dapat mempengaruhi proses penyisihan yang terjadi. Waktu operasional yang terjadi dalam proses pengalihan partikel untuk media besar terjadinya proses pengalihan pada media yang digunakan dengan media lama proses pengalihan yang dilakukan terhadap

roughing filter. Waktu proses pengolahan yang terjadi yaitu selama 1 hari pada roughing filter dan dilakukan selama 10 hari.

Pengaruh lain yang dapat mempengaruhi proses penyaringan pada parameter BOD adalah debit yang digunakan, apabila debit yang digunakan besar maka proses penyaringan yang terjadi dapat kurang efektif karena waktu tinggal air limbah yang tertahan pada proses filtrasi akan tidak lama, maka diperlukan debit yang kecil agar proses penyaringan dapat berjalan dengan efektif. Pengaruh dari besar kecilnya nilai kandungan dalam air limbah juga dapat menentukan proses penyaringan. Kandungan nilai air limbah yang tinggi dapat mempengaruhi media yang digunakan dalam penyaringan.

Pada proses filtrasi anaerobik penurunan konsentrasi BOD disebabkan oleh proses biologis. Air limbah yang dialirkan melewati lapisan media filter (batu dan kerikil) akan terjadi kontak dengan bakteri anaerobik. Bahan organik dalam air buangan dikonversi secara biologis oleh mikroorganisme dalam kondisi anaerobik. (Metcalf & Eddy, 1991).

Pada tabel 4.14 Koefisien korelasi antara persentase penyisihan BOD dengan waktu operasional pada Reaktor Vertical II adalah -0.542 dengan nilai P-Value sebesar 0.106 dan pada Reaktor Horizontal I adalah -0.492 dengan P-Value sebesar 0.149. Untuk Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel tidak kuat, karena tidak mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai negative pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasional nya maka persen penyisihan BOD yang dihasilkan akan semakin menurun. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H1) dan menerima hipotesis alternatif (H0) karena nilai probabilitasnya  $0.106 > 0,05$  pada Reaktor Vertical II dan pada Reaktor Horizontal I nilai probilitasnya  $0.149 > 0,05$ . Artinya ada hubungan yang tidak signifikan antara persentase penyisihan BOD dengan waktu operasional.

menyaring filter. Waktu proses pengalihan yang terjadi yaitu selama 1 hari pada penyaringan filter dan dilakukan selama 10 hari.

Berbagai lain yang dapat mempengaruhi proses penyaringan pada parameter BOD adalah debit yang digunakan apabila debit yang digunakan besar maka proses penyaringan yang terjadi dapat kurang efektif karena waktu tinggal air limbah yang tersalin pada proses filter akan tidak lama, maka diperlukan debit yang kecil agar proses penyaringan dapat berjalan dengan efektif. Pengaruh dari besar koefisien nilai kandungan dalam air limbah juga dapat menentukan proses penyaringan. Kandungan nilai air limbah yang tinggi dapat mempengaruhi media yang digunakan dalam penyaringan.

Pada proses filterasi anaerobik penurunan konsentrasi BOD disebabkan oleh proses biologis. Air limbah yang disalurkan melalui lapisan media filter (pasir dan kerikil) akan terjadi kontak dengan bakteri anaerobik. Bahan organik dalam air kemudian dikonversi secara biologis oleh mikroorganisme dalam kondisi anaerobik.

(Metcalf & Eddy, 1991)

Pada tabel 4.14 Koefisien konversi antara persentase pengisihan BOD dengan waktu operasional pada Reaktor Vertical II adalah -0,542 dengan nilai P-Value sebesar 0,100 dan pada Reaktor Horizontal I adalah -0,492 dengan P-Value sebesar 0,149. Untuk Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel tidak kuat karena tidak melebihi 1. Hubungan kedua variabel tersebut hal ini ditunjukkan dengan nilai negative pada nilai koefisien konversi yang berarti semakin lama waktu operasionalnya maka persen pengisihan BOD yang dihasilkan akan semakin menurun. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H0) dan menerima hipotesis alternatif (H1) karena nilai probabilitasnya  $0,100 > 0,05$  pada Reaktor Vertical II dan pada Reaktor Horizontal I nilai probabilitasnya  $0,149 > 0,05$ . Artinya ada hubungan yang tidak signifikan antara persentase pengisihan BOD dengan waktu operasional.

Pengaruh ketiga variabel yaitu variasi debit, jenis media filter dan ukuran media filter mempengaruhi proses penurunan konsentrasi parameter, terutama parameter BOD sedangkan untuk parameter rasio BOD tidak mempengaruhi efisiensi penurunan karena pada setiap variabel nilai penyisihan masih fluktuatif. Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan bahwa efisiensi penurunan konsentrasi parameter BOD untuk variasi debit menggunakan gabungan *vertical roughing filter* dan *horizontal roughing filter* yaitu nilai optimum penyisihan BOD pada variasi debit besar 0.2 L/Menit. Variasi debit yang digunakan juga dapat mempengaruhi presentase penyisihan BOD, karena semakin besar debit yang digunakan maka penyisihan BOD akan semakin kurang efektif, Apabila debit yang digunakan besar maka proses waktu tinggal air limbah yang terjadi pada reaktor akan tidak lama dan proses filtrasi/penyisihan yang dilakukan oleh media filtrasi tidak dapat bekerja secara efektif.

Sedangkan Menurut samudro (2012) bahwa efisiensi penurunan konsentrasi parameter BOD, COD dan BOD/COD untuk variasi debit menggunakan gabungan *vertical roughing filter* dan *horizontal roughing filter* yaitu nilai optimum penyisihan BOD pada variasi debit besar 277,7 ml/jam dan pada variasi debit sedang 138,8 ml/jam untuk COD. Variasi jenis media filter paling optimum untuk penyisihan BOD dan COD adalah media filter jenis kerikil sedangkan untuk variasi ukuran media filter, parameter BOD dan media filter berukuran kasar dan untuk parameter COD media filter ukuran medium.

#### **4.6.2 Konsentrasi TSS**

Pada tabel 4.5 dan Gambar 4.4 terlihat bahwa Reaktor Vertical I dapat 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 batu kerikil : 35 cm arang aktif. Kemampuan Reaktor Vertical I dapat melakukan proses penyisihan parameter TSS hanya hingga hari ke 3 dengan nilai presentase penyisihan sebesar 38.66%, dengan nilai penurunan sebesar 56 mg/l.

Pengaruh ketiga variabel yaitu variasi debit jenis media filter dan ukuran media filter terhadap proses pertumbuhan konsentrasi parameter BOD, COD dan BOD/COD tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan karena pada setiap variabel nilai pengujian masih termasuk berdasarkan penelitian dapat disimpulkan bahwa efisiensi pertumbuhan konsentrasi parameter BOD untuk variasi debit menggunakan gabungan variabel kecepatan aliran dan konsentrasi yang nilai nilai optimum pengujian BOD pada variasi debit besar 0,3 L/menit. Variasi debit yang digunakan juga dapat mempengaruhi konsentrasi BOD karena semakin besar debit yang digunakan maka pengujian BOD akan semakin kurang efektif. Apabila debit yang digunakan besar maka proses waktu tinggal air limbah yang terjadi pada reaktor akan tidak lama dan proses filtrasi-pengaliran yang dilakukan oleh media filter tidak dapat bekerja secara efektif.

Sedangkan menurut Samudro (2012) bahwa efisiensi pertumbuhan konsentrasi parameter BOD, COD dan BOD/COD akan variasi debit menggunakan gabungan variabel kecepatan aliran dan konsentrasi yang nilai nilai optimum pengujian BOD pada variasi debit besar 277,7 ml/jam dan pada variasi debit sedang 138,8 ml/jam untuk COD. Variasi jenis media filter paling optimum untuk pengujian BOD dan COD adalah media filter jenis kerikil sedangkan untuk variasi ukuran media filter parameter BOD dan media filter berukuran kasar dan untuk parameter COD media filter ukuran medium.

#### 4.6.3. Konsentrasi TSS

Pada tabel 4.5 dan Gambar 4.4 terlihat bahwa Reaktor / Variasi 1 dapat lebih efektif dalam menurunkan parameter TSS yang terdapat pada air limbah domestik. Dengan tinggi media 100 cm, tenaga komposisi media dibatasinya yaitu Tinggi 35 cm seolite : 30 cm pasir kerikil : 35 cm mang alkali. Kemampuan Reaktor Variasi 1 dapat melakukan proses pengaliran parameter TSS hanya tinggal pada 3 dengan nilai persentase pengaliran sebesar 28,08% dengan nilai pertumbuhan sebesar 26 mg/l.

Reaktor Horizontal Roughing Filter yang digunakan adalah Reaktor Horizontal I dengan tinggi media 100 cm, dengan komposisi media didalamnya Tinggi 35 cm zeolite : 30 cm batu kerikil : 35 cm arang aktif. Dapat melakukan presentase penyisihan sebesar 41.07%, dan untuk nilai penurunan sebesar 33 mg/l, pada hari ke 3. Sesuai dengan peraturan PERATURAN GUBERNUR JAWA TIMUR NOMOR 72 TAHUN 2013, dengan nilai baku mutu yang telah ditetapkan untuk parameter TSS adalah 50 mg/l.

Proses peyisihan parameter TSS terjadi dikarenakan faktor dari media yang digunakan dan waktu operasional yang digunakan. Media yang memiliki porositas yang lebih kecil memungkinkan untuk melakukan proses penyisihan yang lebih besar pada saat proses pengolahan. Komposisi media yang digunakan dalam proses pengolahan juga berpengaruh dalam proses penyisihan, komposisi yang digunakan pada proses penyisihan TSS yang terdapat pada Vertical Roughing Filter I yaitu 35 cm : batu zeolite, 30 cm : batu krikil, 35 cm : arang aktif, dan pada Horizontal Roughing Filter I dengan komposisi didalamnya 35 cm : batu zeolite, 30 cm : batu krikil, 35 cm : arang aktif. Dengan perbandingan komposisi media yang berbeda dari reaktor lainnya penggunaan media zeolite dan arang aktif lebih tinggi komposisinya dapat mempengaruhi dalam penurunan parameter TSS dibandingkan batu kerikil, seperti yang dikatakan Ainur Rosyida (2011), zeolite aktif yang bertindak sebagai penukar ion dan sekaligus sebagai adsorben. Zeolite mempunyai struktur pori yang sangat terbuka dan mempunyai luas permukaan internal yang luas sehingga mampu mengadsorpsi sejumlah partikel selain air, Namun zeolit merupakan mineral dengan selektivitas tinggi dimana hanya jenis molekul molekul tertentu dan mempunyai ukuran yang lebih kecil dari ukuran pori zeolitlah yang dapat teradsorpsi ke pori zeolite, sedangkan molekul yang berukuran lebih besar akan tertahan dan akan tersaring pada rongga antar butir. Pada proses filtrasi dengan karbon aktif, molekul yang berukuran lebih kecil dari butir antar rongga akan lolos dan tetap bersama limbah cair hasil filtrasi. Hal ini menjadi penyebab lebih rendahnya penurunan nilai TSS, selama proses filtrasi oleh karbon aktif terjadi karena adanya proses pengikatan



Reaktor Horizontal Roughing Filter yang digunakan adalah Reaktor Horizontal I dengan tinggi media 100 cm dengan komposisi media dibawah ini tinggi 32 cm zeolit : 30 cm batu kerikil : 35 cm yang akan dilakukan percobaan penyisiran sebesar 4107% dan untuk nilai parameter sebesar 33 mg/l pada hari ke 3. Sesuai dengan parameter PERALTAH AN-GRAH KEMERAWA TITAN KEMOR 72 TABEL 2013 dengan nilai lain mana yang telah ditetapkan untuk parameter 122 adalah 30 mg/l.

Proses penyisiran parameter 122 terjadi dikarenakan faktor dari media yang digunakan dan waktu operasi yang digunakan. Media yang memiliki porositas yang lebih kecil memungkinkan untuk melakukan proses penyisiran yang lebih besar pada saat proses pengaliran komposisi media yang digunakan dalam proses pengolahan juga berpengaruh dalam proses penyisiran komposisi yang digunakan pada proses penyisiran 122 yang terdapat pada Vertical Roughing Filter I yaitu 32 cm : batu zeolit 30 cm : batu kerikil 35 cm : ruang aktif dan pada Horizontal Roughing Filter I dengan komposisi dibawah ini 32 cm : batu zeolit 30 cm : batu kerikil 35 cm : ruang aktif. Dengan perubahan komposisi media yang berbeda dari reaktor lainnya penggunaan media zeolit dan ruang aktif lebih tinggi komposisinya dapat berpengaruh dalam parameter 122 dikarenakan batu kerikil seperti yang dikatakan Zuhri Rosida (2011), zeolit aktif yang bertindak sebagai penarik ion dan sekaligus sebagai adsorben. Zeolit mempunyai struktur pori yang sangat terbuka dan mempunyai luas permukaan internal yang luas sehingga mampu mengadsorpsi sejumlah partikel selain air. Namun zeolit merupakan mineral dengan selektivitas tinggi dimana hanya jenis molekul terapan dan mempunyai ukuran yang lebih kecil dari ukuran pori zeolit yang dapat teradsorpsi ke pori zeolit. Adanya molekul yang berukuran lebih besar akan terahan dan akan tersaing pada rongga antar butir. Pada proses filtrasi dengan karbon aktif, molekul yang berukuran lebih kecil dari butir antar rongga akan lolos dan tetap bertahan di dalam air hasil filtrasi. Hal ini menjadi penyebab lebih besarnya parameter nilai 122 selama proses filtrasi oleh karbon aktif terjadi karena adanya proses pengaliran

ion oleh permukaan karbon aktif, yang melibatkan ikatan intramolekuler diantara keduanya.

Proses penyisihan parameter TSS yang pertama adalah proses transportasi (pengangkutan) partikel-partikel TSS disaring oleh media filter dan partikel yang berukuran besar tersaring selama proses ini. Kemudian partikel-partikel tersebut mengendap didalam pori-pori media filter, sehingga partikel tersebut terkumpul dan tertahan kemudian partikel tersebut terbawa oleh aliran air. Proses selanjutnya adalah proses pelekatan partikel pada media filter dengan adanya gaya tarik-menarik, pada proses ini terjadi pembentukan lapisan biofilm pada pori-pori media filter karena aktifitas biologis dari mikroorganisme, proses oksidasi kimia kemudian mengubah partikel bahan organik menjadi partikel-partikel yang lebih kecil (agregat) dan akhirnya menjadi air, karbon dioksida dan garam inorganik lainnya (Wegelin, 1996).

Besar nilai penyisihan parameter TSS yang ada dipengaruhi oleh media yang digunakan dimana kemampuan media batu zeolite, batu krikil, dan arang aktif yang lebih efektif dalam melakukan penyisihan parameter limbah cair. Media yang mampu melakukan penyisihan parameter TSS yang tinggi dapat didukung dengan komposisi media tersebut, sehingga menghasilkan penurunan parameter yang baik pada limbah cair. Jenis media arang mempunyai efisiensi penyisihan lebih besar dari kerikil karena arang memiliki porositas dan area permukaan yang lebih besar untuk meningkatkan sedimentasi dan proses filtrasi lain dibandingkan dengan kerikil.

Hal lain juga didukung dengan waktu operasional yang digunakan, karena semakin lama waktu operasional yang digunakan maka dapat mempengaruhi proses penyisihan yang terjadi. Waktu operasional yang terjadi dalam proses pengolahan bertujuan untuk melihat seberapa besar terjadinya proses penyisihan pada media yang digunakan, dengan melihat lama proses pengolahan yang dilakukan terhadap roughing filter. Waktu proses pengolahan yang terjadi yaitu selama 1 hari pada roughing filter dan dilakukan selama 10 hari.

ion oleh permukaan karbid aktif yang melibatkan ikatan intramolekuler diantara keduanya.

Proses pengisian parameter TSS yang pertama adalah proses transportasi (pengangkutan) partikel-partikel TSS dimana oleh media filter dan partikel yang berukuran besar tersangkut selama proses ini. Kemudian partikel-partikel tersebut mengendap dibagian partikel media filter sehingga partikel tersebut terkumpul dan tertahan kemudian partikel tersebut oleh aliran air. Proses selanjutnya adalah proses pelekuan partikel pada media filter dengan adanya gaya tarik-menarik pada proses ini terjadi pembentukan lapisan biofilm pada partikel media filter karena aktifitas biologis dari mikroorganisme, proses oksidasi kimia kemudian mengubak partikel bahan organik menjadi partikel-partikel yang lebih kecil (sangat) dan akhirnya menjadi air karbid dikaldu dan garam inorganik lainnya (Vogelin, 1996).

Besarnya nilai pengisian parameter TSS yang ada dipergunahi oleh media yang digunakan dimana kemampuan media baru seperti batu kecil dan pasir aktif yang lebih efektif dalam melakukan pengisian parameter turbiditas. Media yang mampu melakukan pengisian parameter TSS yang tinggi dapat didukung dengan komposisi media tersebut sehingga menghasilkan penurunan parameter yang baik pada limbah cair. Jenis media sangat mempengaruhi efisiensi pengisian lebih besar dari kerikil karena sangat memiliki porositas dan area permukaan yang lebih besar untuk meningkatkan sedimentasi dan proses filtrasi lain dibarengkan dengan kerikil.

Tal air juga didukung dengan waktu operasional yang dimungkinkan karena semakin lama waktu operasional yang digunakan maka dapat mempengaruhi proses pengisian yang terjadi. Waktu operasional yang terjadi dalam proses pengisian bertujuan untuk melihat seberapa besar pengaruh proses pengisian pada media yang digunakan, dengan media baru proses pengisian yang dilakukan terhadap koagulasi filter. Waktu operasi pengaliran yang terjadi yaitu selama 1 hari pada koagulasi filter dan dilakukan selama 10 hari.

Pengaruh lain yang dapat mempengaruhi proses penyaringan pada parameter TSS adalah debit yang digunakan, apabila debit yang digunakan besar maka proses penyaringan yang terjadi dapat kurang efektif karena waktu tinggal air limbah yang tertahan pada proses filtrasi akan tidak lama, maka diperlukan debit yang kecil agar proses penyaringan dapat berjalan dengan efektif. Pengaruh dari besar kecilnya nilai kandungan dalam air limbah juga dapat menentukan proses penyaringan. Kandungan nilai air limbah yang tinggi dapat mempengaruhi media yang digunakan dalam penyaringan. Penurunan konsentrasi TSS dalam reaktor disebabkan oleh adanya pemakaian media saring berupa batu zeolite, batu krikil, dan arang aktif yang disusun rapat dalam reaktor dapat berfungsi sebagai media saring fisik. Akibatnya air limbah yang mengandung padatan tersuspensi konsentrasinya akan berkurang setelah melalui media filter, hal ini dikarenakan padatan tersuspensi yang terkandung dalam air limbah tertahan diantara celah-celah media filter.

Pada tabel 4.18 Koefisien korelasi antara persentase penyisihan TSS dengan waktu operasional pada Reaktor Vertical I adalah -0.530 dan nilai P-Value 0.115, dan untuk Reaktor Horizontal I adalah -0.492 dan nilai P-Value sebesar 0.149. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel tidak kuat, karena tidak mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai negative pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasionalnya maka persen penyisihan TSS yang dihasilkan akan semakin menurun. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal ( $H_1$ ) dan menerima hipotesis alternatif ( $H_0$ ) karena nilai probabilitasnya  $0.115 > 0,05$  pada Roughing Vertical I dan pada Reaktor Horizontal I dengan nilai probabilitasnya  $0.149 > 0.05$  Artinya ada hubungan yang tidak signifikan antara persentase penyisihan TSS dengan waktu operasional.

Penggunaan jenis media filter pada VRF juga mempengaruhi efisiensi penurunan TSS. Dari data hasil penelitian dapat dilihat bahwa efisiensi penurunan TSS menggunakan jenis media filter arang memiliki efisiensi penyisihan yang lebih besar dibandingkan dengan media filter kerikil. Dari penelitian yang sama yg dilakukan oleh samudro (2013), dapat diketahui bahwa penurunan TSS tertinggi

Perubahan lain yang dapat mempengaruhi proses penyajian pada komputer TSS adalah lebih yang digunakan apabila lebih yang digunakan dalam proses penyajian yang terjadi dapat kurang efektif karena waktu tinggal air limbah yang terapan pada proses filter akan tidak lama maka diperlukan lebih yang lebih agar proses penyajian dapat berjalan dengan efektif. Perubahan dari bentuk kecilnya nilai kandungan dalam air limbah juga dapat mempengaruhi proses penyajian. Kandungan nilai air limbah yang tinggi dapat mempengaruhi media yang digunakan dalam penyajian. Peranan kandungan TSS dalam reaktor disebut disebabkan oleh adanya kandungan media sangat banyak pada reaktor pada tingkat yang tinggi yang akan dapat dalam reaktor dapat berfungsi sebagai media sangat baik. Akibatnya air limbah yang mengandung padatan tersuspensi konsentrasinya akan berkurang secara melalui media filter, hal ini dikarenakan padatan tersuspensi yang terkandung dalam air limbah terapan diantara celah-celah media filter.

Tabel 4.12 Koefisien korolasi antara parameter penyajian TSS dengan waktu operasional pada Reaktor Vertical I adalah -0.530 dan nilai P-value 0.112. dan untuk Reaktor Horizontal I adalah -0.412 dan nilai P-value sebesar 0.147. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel tidak kuat karena tidak mendekati 1. Hubungan kedua variabel semula ini diuji dengan dengan nilai negative pada nilai koefisien korolasi yang berarti semakin lama waktu operasionalnya maka persentase penyajian TSS yang dihasilkan akan semakin menurun. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H1) dan menerima hipotesis alternatif (H0) karena nilai probabilitasnya 0.112 < 0.05 pada Reaktor Vertical I dan pada Reaktor Horizontal I dengan nilai probabilitasnya 0.147 > 0.05. Artinya ada hubungan yang tidak signifikan antara parameter penyajian TSS dengan waktu operasional.

Programan jenis media filter pada WWT juga mempengaruhi efisiensi penyajian TSS. Dari data hasil penelitian dapat dilihat bahwa efisiensi penyajian TSS menggunakan jenis media filter yang memiliki efisiensi penyajian yang lebih besar dibandingkan dengan media filter kerikil. Dari penelitian yang sama yg dilakukan oleh Samudra (2017) dapat diketahui bahwa penyajian TSS tertinggi

menggunakan kombinasi VRF-HRF terjadi pada debit  $Q_3=0,0926$  l/jam dengan media filter arang dengan ukuran media filter halus sebesar 10 mg/l dengan efisiensi penyisihan 99,25 %. Untuk penurunan TSS terendah terjadi pada debit  $Q_1= 0,2778$  l/jam dengan media filter kerikil dengan ukuran media filter kasar sebesar 168 mg/l dengan efisiensi penyisihan 87,46 %. Efisiensi penurunan TSS optimal menggunakan kombinasi VRF-HRF terjadi pada media filter arang berukuran halus dengan debit  $Q_3=0,0926$  l/jam sebesar 99,25 %.

Debit yang terlalu cepat akan menyebabkan tidak berfungsinya filter secara efisien. Sehingga 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). Kecepatan filtrasi sebanding dengan nilai debit, dimana semakin kecil kecepatan filtrasi maka debit akan semakin kecil dan sebaliknya (Wegelin, 1996). Dengan kecepatan filtrasi rendah akan membantu tertahannya partikel secara gravitasi pada bagian atas media filter (AH Mahvi, 2001).

Disisi lain, variasi ukuran media filter berpengaruh terhadap efisiensi penyisihan TSS yang mana semakin kecil ukuran media filter (kasar =  $\Theta$  20-10 mm; medium=  $\Theta$  15-6 mm; dan halus=  $\Theta$ 10-3 mm), efisiensi penyisihan TSS akan semakin besar. Menurut Wegelin (1996) Penggunaan media filter yang lebih kecil dapat meningkatkan efisiensi penyaringan. Ukuran media filter yang kecil akan menyediakan total area permukaan lebih besar yang akan meningkatkan efisiensi penyisihan.

Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Nkwonta dan Ochieng (2010) dimana efisiensi tertinggi dicapai pada ukuran media filter halus ( $\Theta$ 12-2 mm) karena semakin kecil ukuran media filter maka celah diantara media juga akan semakin kecil sehingga area permukaan yang tersedia lebih besar untuk mengadsorpsi

partikel padatan sehingga efisiensi penyisihan semakin meningkat. Selain itu menurut Edahwati dan Suprihatin, ukuran media filter berpengaruh pada porositas dan daya serap yang mana semakin kecil ukuran butiran, maka luas permukaannya makin besar juga, sehingga daya serapnya semakin besar.

Porositas permukaan dan kekasaran media filter pada efisiensi penyisihan partikel pada roughing filter tidak signifikan dibandingkan dengan ukuran dan bentuk pori-pori makro pada filter. Kemampuan penyaringan ditentukan oleh tingkat porositas dan luas permukaan media filter. Tingkat porositas yang tinggi dan luas permukaan yang lebar akan menghasilkan penyaringan yang tinggi pula (Droste 1997, dalam Rahmawati, 2009). Menurut Nkwonta (2010), jenis media arang mempunyai efisiensi penyisihan lebih besar dari kerikil karena arang memiliki porositas dan area permukaan yang lebih besar untuk meningkatkan sedimentasi dan proses filtrasi lain dibandingkan dengan kerikil.

#### **4.6.3 Konsentrasi Minyak Lemak**

Pada tabel 4.7 dan Gambar 4. terlihat bahwa Reaktor Vertical I dapat lebih efektif dalam menurunkan parameter Minyak Lemak yang terdapat pada air limbah domestik, dengan tinggi media 100 cm, dengan komposisi media didalamnya yaitu Tinggi 35 cm zeolite : 30 cm batu kerikil : 35 cm arang aktif. Kemampuan Reaktor Vertical I dapat melakukan proses penyisihan parameter Minyak Lemak hanya hingga hari ke 2 dengan nilai presentase penyisihan sebesar 33.17%, dengan nilai penurunan sebesar 57.2 mg/l. Dan untuk Reaktor Horizontal Roughing Filter yang digunakan adalah Reaktor Horizontal II dengan tinggi media 100 cm, dengan komposisi media didalamnya Tinggi 40 cm zeolite : 40 cm batu kerikil : 20 cm arang aktif. Dapat melakukan presentase penyisihan sebesar 31.99%, dan untuk nilai penurunan sebesar 47.4 mg/l, pada hari ke 7. Namun nilai penurunan Minyak Lemak masih di atas standar baku mutu yang telah ditetapkan Sesuai PERATURAN GUBERNUR JAWA TIMUR NOMOR 72 TAHUN 2013, dengan nilai baku mutu yang telah ditetapkan untuk parameter Minyak Lemak adalah 10 mg/l. Tinggi media

partikel padatan sehingga efisiensi pengalihan semakin meningkat. Selain itu menurun tabalannya dan penguatan ukuran media filter berpengaruh pada porositas dan daya serap yang sama semakin kecil ukuran butiran maka luas permukaanya makin besar juga sehingga daya serapnya semakin besar.

Porositas permukaan dan ketahanan media filter pada efisiensi pengalihan partikel pada coating filter tidak signifikan dibandingkan dengan ukuran dan bentuk pori-pori media pada filter. Kemampuan penyaringan ditentukan oleh tingkat porositas dan luas permukaan media filter. Tingkat porositas yang tinggi dan luas permukaan yang lebar akan menghasilkan penyaringan yang tinggi pada (Dreise 1997 dalam Rahmawati, 2009). Menurut Mervan (2010) jenis media yang mempunyai efisiensi pengalihan lebih besar dari kecil karena sangat memiliki porositas dan area permukaan yang lebih besar untuk meningkatkan sedimentasi dan proses filter lain dibandingkan dengan kerikil.

4.3.3 Konsentrasi Minyak Lemak

Tabel tabel 4.7 dan Gambar 4. terlihat bahwa Reaktor Vertical I dapat lebih efektif dalam menurunkan parameter Minyak Lemak yang terdapat pada air limbah domestik dengan tinggi media 100 cm, dengan komposisi media dibalutnya yaitu Tinggi 35 cm kerikil : 30 cm pasir aktif. Kemampuan Reaktor Vertical I dapat melakukan proses pengalihan parameter Minyak Lemak pada tinggi part ke 2 dengan nilai persentase pengalihan sebesar 33,17% dengan nilai permeanan sebesar 27,2 mg/l. Dan untuk Reaktor Horizontal Ringing Filter yang digunakan adalah Reaktor Horizontal II dengan tinggi media 100 cm dengan komposisi media dibalutnya Tinggi 40 cm kerikil : 20 cm pasir aktif. Dapat melakukan persentase pengalihan sebesar 31,99% dan untuk nilai permeanan sebesar 47,4 mg/l pada part ke 3. Namun nilai permeanan Minyak Lemak masih di atas standar baku mutu yang telah ditetapkan sesuai PERATURAN GUBERNUR JAWA TIMUR NOMOR 22 TAHUN 2013, dengan nilai baku mutu yang telah ditetapkan untuk parameter Minyak Lemak adalah 10 mg/l. Tinggi media



yang sama namun dengan komposisi yang berbeda juga dapat mempengaruhi presentase penyisihan yang terjadi.

Proses peyisihan parameter Minyak Lemak terjadi dikarenakan faktor dari media yang digunakan dan waktu operasional yang digunakan. Media yang memiliki porositas yang lebih kecil memungkinkan untuk melakukan proses penyerapan yang lebih besar pada saat proses pengolahan. Komposisi media yang digunakan dalam proses pengolahan juga berpengaruh dalam proses penyisihan, komposisi yang digunakan pada proses penyisihan TSS yang terdapat pada Vertical Roughing Filter I yaitu 35 cm : batu zeolite, 30 cm : batu krikil, 35 cm : arang aktif, dan pada Horizontal Roughing Filter II dengan komposisi didalamnya 40 cm : batu zeolite, 40 cm : batu krikil, 20 cm : arang aktif. Dengan perbandingan komposisi media yang berbeda dari reaktor lainnya penggunaan media zeolite dan arang aktif lebih tinggi komposisinya dapat mempengaruhi dalam penurunan parameter Minyak Lemak dibandingkan batu kerikil, seperti yang dikatakan Ainur Rosyida (2011), zeolite aktif yang bertindak sebagai penukar ion dan sekaligus sebagai adsorben. Zeolite mempunyai struktur pori yang sangat terbuka dan mempunyai luas permukaan internal yang luas sehingga mampu mengadsorpsi sejumlah partikel selain air, Namun zeolit merupakan mineral dengan selektivitas tinggi dimana hanya jenis molekul molekul tertentu dan mempunyai ukuran yang lebih kecil dari ukuran pori zeolitlah yang dapat teradsorpsi ke pori zeolite, sedangkan molekul yang berukuran lebih besar akan tertahan dan akan tersaring pada rongga antar butir. Pada proses filtrasi dengan karbon aktif, molekul yang berukuran lebih kecil dari butir antar rongga akan lolos dan tetap bersama limbah cair hasil filtrasi. Hal ini menjadi penyebab lebih rendahnya penurunan nilai Minyak Lemak, selama proses filtrasi oleh karbon aktif terjadi karena adanya proses pengikatan ion oleh permukaan karbon aktif, yang melibatkan ikatan intramolekuler diantara keduanya.

Proses penyisihan parameter Minyak Lemak yang pertama adalah proses transportasi (pengangkutan) partikel-partikel Minyak Lemak disaring oleh media filter dan partikel yang berukuran besar tersaring selama proses ini. Kemudian

yang sama namun dengan komposisi yang berbeda bisa dapat mempengaruhi proses pengisian yang terjadi.

Proses pengisian parameter *Mitsubishi* banyak terjadi dikarenakan faktor dari media yang digunakan dan waktu operasi yang digunakan. Media yang memiliki porositas yang lebih kecil memungkinkan untuk melakukan proses pengisian yang lebih besar pada saat proses pengisian. Komposisi media yang digunakan dalam proses pengisian juga berpengaruh dalam proses pengisian. Komposisi yang digunakan pada proses pengisian 12% yang terdapat pada *Vertical Kouging Filter* yaitu 32 cm : batu xolit 30 cm : batu kiki 22 cm : pasir halus dan pada *Horizontal Kouging Filter* dengan komposisi diantaranya 40 cm : batu xolit 40 cm : batu kiki 20 cm : pasir halus. Dengan perbandingan komposisi media yang berbeda dari faktor lain, penggunaan media xolit dan pasir halus lebih tinggi komposisinya dapat mempengaruhi dalam parameter *Mitsubishi* banyak dibandingkan data kecil seperti yang dikemukakan *Alam Rasyida* (2011). Xolit halus yang bertindak sebagai pemukul ion dan sebagai adsorben. Xolit mempunyai struktur pori yang sangat terbuka dan mempunyai luas permukaan internal yang luas sehingga mampu mengadsorpsi sejumlah partikel selain itu. Nitrum xolit merupakan material dengan selektivitas tinggi dimana hanya jenis molekul protein tertentu dan mempunyai yang lebih kecil dari ukuran pori xolit yang dapat teradsorpsi ke pori xolit. Sedangkan molekul yang berukuran lebih besar akan tertahan dan akan tersaing pada waktu antar butir. Pada proses filter dengan karbon aktif, molekul yang berukuran lebih kecil dari butir akan terganggu akan lolos dan tetap bersama fluida cair hasil filter. Hal ini menjadi penyebab lebih rendahnya parameter *Mitsubishi* karena selama proses filter oleh karbon aktif terjadi karena adanya proses pengikatan ion oleh permukaan karbon aktif yang melibatkan ikatan intermolekuler dimana keduanya.

Proses pengisian parameter *Mitsubishi* banyak yang pertama adalah proses transportasi (pengangkutan) partikel-partikel *Mitsubishi* banyak diasing oleh media filter dan partikel yang berukuran besar tersaing selama proses ini. Kemudian

partikel-partikel tersebut mengendap didalam pori-pori media filter, sehingga partikel tersebut terkumpul dan tertahan kemudian partikel tersebut terbawa oleh aliran air. Proses selanjutnya adalah proses pelekatan partikel pada media filter dengan adanya gaya tarik-menarik, pada proses ini terjadi pembentukan lapisan biofilm pada pori-pori media filter karena aktifitas biologis dari mikroorganisme, proses oksidasi kimia kemudian mengubah partikel bahan organik menjadi partikel-partikel yang lebih kecil (agregat) dan akhirnya menjadi air, karbon dioksida dan garam inorganik lainnya (Wegelin, 1996).

Besar nilai penyisihan parameter Minyak Lemak yang ada dipengaruhi oleh media yang digunakan dimana kemampuan media batu zeolite, batu krikil, dan arang aktif yang lebih efektif dalam melakukan penyisihan parameter limbah cair. Media yang mampu melakukan penyisihan parameter Minyak Lemak yang tinggi dapat didukung dengan komposisi media tersebut, sehingga menghasilkan penurunan parameter yang baik pada limbah cair. Jenis media arang mempunyai efisiensi penyisihan lebih besar dari kerikil karena arang memiliki porositas dan area permukaan yang lebih besar untuk meningkatkan sedimentasi dan proses filtrasi lain dibandingkan dengan kerikil.

Penggunaan jenis media filter pada VRF dan HRF juga mempengaruhi efisiensi penurunan Minyak Lemak. Dari data hasil penelitian dapat dilihat bahwa efisiensi penurunan Minyak Lemak menggunakan jenis media filter zeolite, kerikil dan karbon aktif belum efektif, dikarenakan nilai penurunan yang tidak konstan.

Hal lain juga didukung dengan waktu operasional yang digunakan, karena semakin lama waktu operasional yang digunakan maka dapat mempengaruhi proses penyisihan yang terjadi. Waktu operasional yang terjadi dalam proses pengolahan bertujuan untuk melihat seberapa besar terjadinya proses penyisihan pada media yang digunakan, dengan melihat lama proses pengolahan yang dilakukan terhadap roughing filter. Waktu proses pengolahan yang terjadi yaitu selama 1 hari pada roughing filter dan dilakukan selama 10 hari.

Waktu operasional yang lama mengakibatkan mekanisme transport dan mekanisme penangkapan yang terjadi pada ruang antar butir media pasir dapat berlangsung dengan lebih lama juga. Semakin lama waktu kontak yang terjadi, maka akan semakin banyak partikel-partikel koloid yang tertahan diantara ruang antar butir media. Sehingga ruang antar butir media akan semakin kecil dan sempit yang mengakibatkan semakin banyaknya partikel koloid dan zat-zat organik yang akan tertahan dan ikut melekat ada permukaan media maupun partikel organik yang sudah terperangkap terlebih dahulu pada permukaan media. Sehingga konsentrasi minyak dan lemak dalam air limbah dapat diturunkan (Tri Joko, 2010).

Pengaruh lain yang dapat mempengaruhi proses penyaringan pada parameter Minyak Lemak adalah debit yang digunakan, apabila debit yang digunakan besar maka proses penyaringan yang terjadi dapat kurang efektif karena waktu tinggal air limbah yang tertahan pada proses filtrasi akan tidak lama, maka diperlukan debit yang kecil agar proses penyaringan dapat berjalan dengan efektif. Pengaruh dari besar kecilnya nilai kandungan dalam air limbah juga dapat menentukan proses penyaringan. Kandungan nilai air limbah yang tinggi dapat mempengaruhi media yang digunakan dalam penyaringan.

Pada tabel 4.22 Koefisien korelasi antara persentase penyisihan Minyak Lemak dengan waktu operasional pada reaktor Vertical I adalah -0.507 dan nilai P-Value sebesar 0.135 dan pada reaktor Horizontal II sebesar -0.325 dan nilai probabilitasnya sebesar 0.360. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel tidak kuat, karena tidak mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai negative pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasional nya maka persen penyisihan Minyak Lemak yang dihasilkan akan semakin menurun. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal ( $H_1$ ) dan menerima hipotesis alternatif ( $H_0$ ) karena nilai probabilitasnya  $0.135 > 0,05$  pada reaktor vertical I dan pada reaktor horizontal II  $0.360 > 0.05$ . Artinya ada hubungan yang tidak signifikan antara persentase penyisihan Minyak Lemak dengan waktu operasional.

Waktu operasional yang lama mengakibatkan mekanisme transport dan mekanisme penanganan yang terjadi pada ruang antar butir media pasir dalam berlangsung dengan lebih lama juga semakin lama waktu kontak yang terjadi maka akan semakin banyak partikel-partikel koloid yang tertahan diantara ruang antar butir media. Sehingga ruang antar butir media akan semakin kecil dan setiap yang mengoksidakan semakin banyak partikel koloid dan semakin banyak yang akan tertahan dan ikut melekat ada permukaan media maupun partikel organik yang sudah terpenangkap terlebih dahulu pada permukaan media. Sehingga konsentrasi minyak dan lemak dalam air limbah dapat diturunkan (Tri Joko, 2010).

Pengaruh lain yang dapat mempengaruhi proses pengaliran pada parameter Mikral Lemak adalah debit yang digunakan apabila debit yang digunakan besar maka proses pengaliran yang terjadi dapat kurang efektif karena waktu tinggal air limbah yang tertahan pada proses filtrasi akan tidak lama maka diperoleh debit yang kecil agar proses pengaliran dapat berjalan dengan efektif. Pengaruh dari besar koefisien nilai kandungan dalam air limbah juga dapat mempengaruhi proses pengaliran. Kandungan nilai air limbah yang tinggi dapat mempengaruhi media yang digunakan dalam pengaliran.

Pada tabel 4.22 Koefisien kontak antara permukaan penyisihan Minyak Lemak dengan waktu operasional pada reaktor Vertikal I adalah -0,507 dan nilai P-Value sebesar 0,115 dan pada reaktor Horizontal II sebesar -0,222 dan nilai P-probabilitasnya sebesar 0,360. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel tidak kuat karena tidak mencapai 1. Hubungan kedua variabel secara kualitatif ditunjukkan dengan nilai negatif pada nilai koefisien kontak yang berarti semakin lama waktu operasionalnya maka besar penyisihan Mikral Lemak yang dihasilkan akan semakin menurun. Koefisien yang disebut adalah metode hipotesis awal (H1) dan menentang hipotesis alternatif (H0) karena nilai probabilitasnya < 0,132 > 0,05 pada reaktor Vertikal I dan pada reaktor Horizontal II 0,360 > 0,05. Artinya ada hubungan yang tidak signifikan antara persentase penyisihan Mikral Lemak dengan waktu operasional.

Minyak dan lemak pada limbah domestik yang tidak diolah dengan baik akan menimbulkan berbagai macam masalah, seperti dari segi estetika, dari dekomposisi asam amino bersulfur (sistein) yang terkandung dalam minyak dan lemak akan menghasilkan asam sulfida, gugus thiol dan amoniak yang mengakibatkan bau busuk yang menyengat dan sangat mengganggu serta dapat juga mengganggu kesehatan masyarakat bila terakumulasi terlalu lama. Minyak dan lemak dipermukaan air akan menghambat proses biologis dalam air sehingga menimbulkan gas-gas yang berbau dan berbahaya yang dapat mengganggu keseimbangan ekologis dalam lingkungan air (Suyasa, 2011)

Besarnya nilai minyak dan lemak yang terdapat pada sampel asli, dengan ukuran partikel yang berbeda-beda dapat menutupi pori-pori pada adsorben sehingga luas permukaan adsorben semakin kecil. Hal ini yang nantinya akan mengurangi kapasitas penyerapan pada konsentrasi lain yang ada pada air limbah. Selain itu, Watson juga memaparkan bahwa selektifitas media penyerap dalam menyisihkan polutan akan menurun dalam pengadukan jika terdapat banyak komponen yang ingin disisihkan. Untuk sampel artifisial, polutan yang akan disisihkan hanya berupa senyawa organik (COD) saja, sementara untuk sampel asli, banyak kandungan yang terdapat didalamnya seperti minyak dan lemak, TSS, detergen, BOD dan lain-lain. Tingginya tingkat selektifitas atau adanya efek kompetisi yang besar menyebabkan menurunnya tingkat penyerapan.

Seperti yang dikatakan Andriani Astuti (2005) semakin lama waktu kontak maka semakin besar pula kesempatan adsorben dan lapisan *biofilm* dalam mendegradasi konsentrasi minyak dan lemak dalam limbah cair rumah tangga. Dalam penelitian ini, waktu operasional terbaik dalam menurunkan konsentrasi minyak dan lemak pada reaktor I, II dan III adalah 10 jam. Namun kondisi *break trough* belum tercapai. Kondisi *break trough* merupakan kondisi dimana persen penyisihan bahan organik mengalami penurunan karena sudah mengalami kejenuhan ( Slamet dan Ali Masduqi, 2000).

Minyak dan lemak pada tingkat konsentrasi yang tidak dibatasi dengan baik akan menimbulkan berbagai macam masalah seperti bau yang estetik dan tidak komposisi asam amino berair (asid) yang terakumulasi dalam minyak dan lemak akan mengoksidasi asam lemak menjadi radikal bebas yang menyebabkan bau tidak sedap. Oleh karena itu, sangat penting untuk memperhatikan bau tidak sedap yang disebabkan oleh berbagai faktor yang dapat mengganggu kesehatan masyarakat bila terakumulasi dalam lemak. Minyak dan lemak dipromosikan di dalam makanan proses biologis dalam air sehingga menimbulkan gas-gas yang berbau dan berbahaya yang dapat mengganggu keseimbangan ekologis dalam lingkungan air (Suzana, 2011).

Besarnya nilai minyak dan lemak yang terdapat pada sampel uji dengan ukuran partikel yang berbeda-beda dapat memengaruhi proses adsorpsi sehingga luas permukaan adsorpsi semakin kecil. Hal ini yang nantinya akan mempengaruhi kapasitas penyerapan pada konsentrasi lain yang ada pada air limbah. Selain itu, Watson juga menambahkan bahwa selektivitas media penyerap dalam memisahkan polutan akan menurun dalam berbagai jenis terapan jenis komposisi yang tinggi disilikat. Untuk sampel uji, polutan yang akan disilikat harus berupa senyawa organik (COD) saja, sementara untuk sampel uji lemak kandungan yang terapan dibelakangnya seperti minyak dan lemak, TSS, karbon, BOD dan lain-lain. Tingkat tingkat selektivitas akan adanya efek kompetisi yang besar menyebabkan menurunnya tingkat penyerapan.

Seperti yang dikemukakan Alshabani *et al* (2007) semakin lama waktu kontak maka semakin besar pula kemampuan adsorpsi dan kapasitas adsorpsi dalam mengadsorpsi konsentrasi minyak dan lemak dalam limbah cair rumah tangga. Dalam penelitian ini waktu operasional terbaik dalam memisahkan konsentrasi minyak dan lemak pada reaktor I, II dan III adalah 10 jam. Dalam kondisi variasi waktu kontak (Kondisi variasi waktu kontak) dimana variasi waktu kontak adalah 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 230, 240, 250, 260, 270, 280, 290, 300, 310, 320, 330, 340, 350, 360, 370, 380, 390, 400, 410, 420, 430, 440, 450, 460, 470, 480, 490, 500, 510, 520, 530, 540, 550, 560, 570, 580, 590, 600, 610, 620, 630, 640, 650, 660, 670, 680, 690, 700, 710, 720, 730, 740, 750, 760, 770, 780, 790, 800, 810, 820, 830, 840, 850, 860, 870, 880, 890, 900, 910, 920, 930, 940, 950, 960, 970, 980, 990, 1000, 1010, 1020, 1030, 1040, 1050, 1060, 1070, 1080, 1090, 1100, 1110, 1120, 1130, 1140, 1150, 1160, 1170, 1180, 1190, 1200, 1210, 1220, 1230, 1240, 1250, 1260, 1270, 1280, 1290, 1300, 1310, 1320, 1330, 1340, 1350, 1360, 1370, 1380, 1390, 1400, 1410, 1420, 1430, 1440, 1450, 1460, 1470, 1480, 1490, 1500, 1510, 1520, 1530, 1540, 1550, 1560, 1570, 1580, 1590, 1600, 1610, 1620, 1630, 1640, 1650, 1660, 1670, 1680, 1690, 1700, 1710, 1720, 1730, 1740, 1750, 1760, 1770, 1780, 1790, 1800, 1810, 1820, 1830, 1840, 1850, 1860, 1870, 1880, 1890, 1900, 1910, 1920, 1930, 1940, 1950, 1960, 1970, 1980, 1990, 2000).

Pengolahan-pengolahan limbah rumah tangga, biasanya terkendala dengan adanya kandungan minyak dan lemak, karena minyak dan lemak ini dapat membentuk kerak dan dapat juga menyebabkan penyumbatan pada instalasi pengolahan limbah. Pendegradasian minyak dan lemak pada umumnya sangat sulit bila dilakukan hanya dengan pengolahan secara fisik saja, maupun kimia saja, tetapi bisa sangat efektif bila dilakukan dengan menggunakan proses fisik, kimia, dan biologis (Titaheluw, 2010).

Pada kondisi basa dengan pH tinggi, kapasitas penyerapan semakin menurun karena terjadi reaksi senyawa organik (minyak dan lemak) dengan NaOH yang akan menghasilkan gliserol dan garam asam atau dikenal dengan sabun yang akan menutupi permukaan adsorben sehingga proses adsorpsi akan terhambat (Ahmad, 2005).



## BAB V KESIMPULAN

### 5.1 KESIMPULAN

- Dalam proses pengolahan limbah cair domestik yang telah dilakukan pada saat penelitian, Reaktor yang berpengaruh besar terhadap penurunan TSS, BOD, dan Minyak Lemak adalah *Reaktor Vertikal Roughing Filter*, dikarenakan pada saat pengolahan *Reaktor Vertikal Roughing Filter* mampu melakukan penyisihan yang efektif dalam pengolahan air limbah domestik dibandingkan dengan reaktor Lainnya.
- *Reaktor Vertikal Roughing Filter I* dapat menyisihkan parameter yang terdapat dalam limbah cair sebesar :
    - TSS : 38.66 %
    - BOD : 26.80 %
    - Minyak Lemak : 33.17 %
  - *Reaktor Horizontal Roughing Filter I* dapat menyisihkan parameter yang terdapat dalam limbah cair sebesar :
    - TSS : 41,07 %
    - BOD : 9,33 %
    - Minyak Lemak : 23,07 %
  - *Reaktor Vertikal Roughing Filter II* dapat menyisihkan parameter yang terdapat dalam limbah cair sebesar :
    - TSS : 12,54 %
    - BOD : 31,40 %\
    - Minyak Lemak : 29,79 %

- *Reaktor Horizontal Roughing Filter II* dapat menyisihkan parameter yang terdapat dalam limbah cair sebesar :
  - TSS : 28,08 %
  - BOD : 8,10 %
  - Minyak Lemak : 31,99 %

➤ 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 pada *Reaktor Vertikal Roughing Filter I* dan pada *Reaktor Horizontal Roughing Filter I*. Namun Media yang digunakan memiliki kemampuan penyisihan yang berbeda-beda sesuai dengan porositas yang terdapat pada media tersebut, oleh karena itu ada beberapa konsentrasi yang terjadi penyisihan pada reaktor berbeda, yang dapat dilihat pada konsentrasi minyak lemak. Penggunaan *Reaktor Horizontal Roughing Filter II* dengan tinggi media 40 cm zeolite : 40 cm batu kerikil : 20 cm arang aktif, yang efektif dalam penyisihan minyak lemak.

➤ 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 10 hari dalam penurunan parameter TSS, BOD, dan Minyak Lemak.
- Dimana waktu operasional selama 10 hari pada *Reaktor Vertikal Roughing Vilter*, hanya dapat menurunkan parameter TSS pada hari ke 3, BOD pada hari ke 6, dan Minyak Lemak pada hari ke 2.

## **5.2 SARAN**

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

## DAFTAR PUSTAKA

- Agusnar, H. 2008. **Analisa Pencemaran Dan Pengendalian Lingkungan**. Medan: USU-Press.
- Alaerts, dan Santika, 1984. **Metode Penelitian Air**. Usaha Nasional, Surabaya.
- Framika, R. 2014. **Penyaringan Horizontal Sebagai Pelengkap Bangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah Batik**. e-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL Vol. 2 No. 2/Juli 2014/35
- Ginting, P., 2002. **Teknologi Pengolahan Limbah**. Penerbit Pustaka Sinar Harapan. Jakarta
- Iriawan N, Astuti S P, 2006. **Mengolah data statistik dengan mudah menggunakan minitab 14**. Penerbit Andi, Yogyakarta
- Joko, Tri, 2010. **Unit Produksi dalam Sistem Penyediaan Air Minum**. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Linsley, Ray K. 1995. **Teknik Sumber Daya Air**, Jilid 2. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Masduqi, dan Slamet, 2002. **Satuan Operasi Untuk Pengolahan Air**. Fakultas Teknik Lingkungan ITS, Surabaya.
- Metcalf and Eddy. 2003. *Waste water Engineering*. P ed. McGraw-MII, Inc. New York.
- Rahman, 2012. **Pemanfaatan Roughing Filter Aliran Horizontal Dalam Menurunkan Kadar Kekeruhan Dan Kesadahan Pada Air Sungai Dengan Media Filter Batu Kapur, Zeolit Dan Batu Kerikil**. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
- Samudro dan Sumiyati, 2012. **Studi Penurunan Parameter TSS Dan Turbidity Dalam Air Limbah Domestik Artifisial Menggunakan Kombinasi Vertical Roughing Filter Dan Horizontal Roughing Filter**, Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan FT UNDIP Semarang
- Sutrisno, Totok, dkk. 2010. **Teknologi Penyediaan Air Bersih**. Rineka Cipta, Jakarta.

- Suyasa IWB, 2011. Isolasi Bakteri Pendegradasi Minyak/Lemak Dari Beberapa Sedimen Perairan Tercemar Dan Bak Penampung Limbah.**
- Triwardani,2011.Pemakaian Cangkang Kerang dan Batu Apung dan Arang Aktif Tempurung Kelapa Sebagai Media Pada Roughing Filter Aliran Horizontal Dalam Menurunkan Kadar Kekeruhan dan Kesadahan Pada Air Sungai Brantas. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.**
- Utami, Resti K. Studi Penurunan Parameter Bod, Cod Dan Bod/Cod Menggunakan Gabungan *Vertical Roughing Filter* Dan *Horizontal Roughing Filter* Pada Limbah Cair Domestik Artificial. e-Jurnal TEKNIK LINGKUNGAN Vol. 5 No. 8/Agustus 2012**

**L  
A  
M  
P  
I  
R  
A  
N**



L.1 Pengambilan Sampel Air Limbah Domestik



L.2 Persiapan Media Batu Zeolite



L.3 Persiapan Media Arang Aktif



L.4 Persiapan Media Batu Krikil

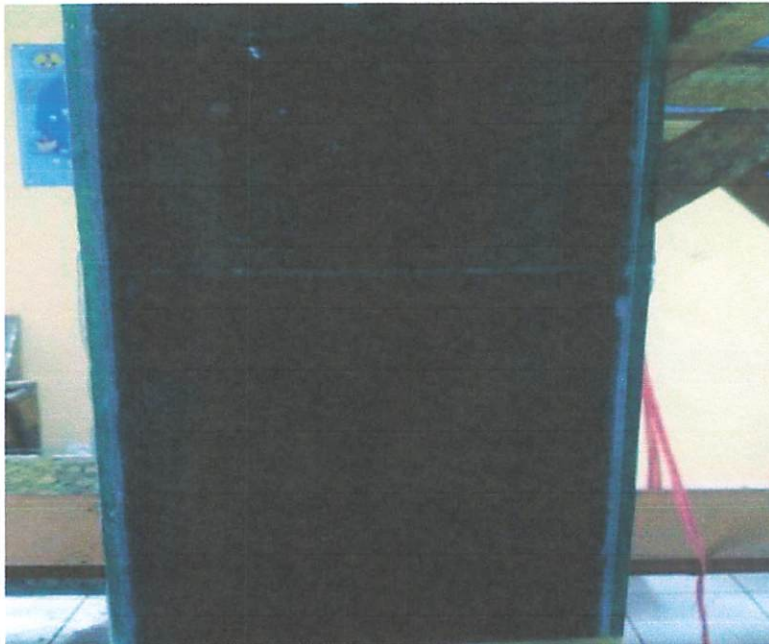




L.5 Merangkai Reaktor Vertical Roughing Vilter Dan Horizontal Roughing Filter

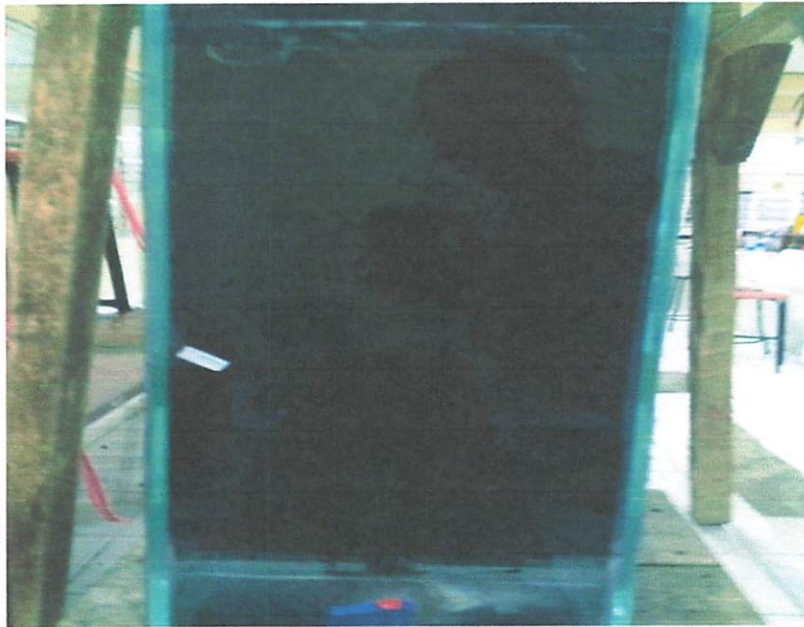


L.6 Reaktor Berisi Media Zeolite

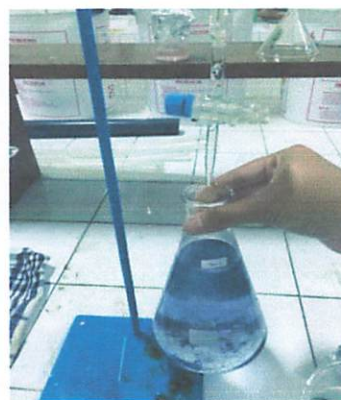


L.7 Reaktor Berisi Media Krikil





L.8 Reaktor Berisi Media Arang Aktif



L.9 Analisis Parameter BOD



L.10 Analisis Parameter Minyak Lemak



L.11 Analisis Parameter TSS

**Baku Mutu Air Limbah Domestik [Permukiman (*Real Estate*), Rumah Makan (Restoran), Perkantoran, Perniagaan, Apartemen, Perhotelan dan Asrama]**

BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK	
Volume Limbah Cair Maximum 120 L/(orang.hari)	
Parameter	Kadar Maximum (mg/l)
BOD <sub>5</sub>	30
COD	50
TSS	50
Minyak dan Lemak	10
pH	6-9

Table 4. 2 Hasil Analisis Data BOD Selama 10 Hari

No	Tanggal	Awal	Setelah Proses (mg/l)			
			R1V1	R1H1	R2V2	R2H2
1	17 januari 2016	273	241	233	235	227
2	18 januari 2016	281	278	267	261	257
3	19 januari 2016	283	273	263	257	251.5
4	20 januari 2016	277	242	226	228.5	217.5
5	21 januari 2016	263	208	191.5	197.5	181.5
6	22 januari 2016	250	183	171	171.5	163
7	23 januari 2016	267	257	233	249	235
8	24 januari 2016	257	271	289	269	293
9	25 januari 2016	261	269	277	283	299
10	26 januari 2016	265	276	281	285	303



Table 4.4 Hasil Analisis Data TSS Selama 10 Hari

No	Tanggal	Awal	Setelah Proses (mg/l)			
			R1V1	R1H1	R2V2	R2H2
1	17 januari 2016	48.6	48	47	43	40
2	18 januari 2016	53	49.3	48	48	43.3
3	19 januari 2016	91.3	56	33	89	64
4	20 januari 2016	74.3	52	47	65	61
5	21 januari 2016	52.6	46.6	44	46	38
6	22 januari 2016	47	45.3	44	41.6	36.6
7	23 januari 2016	50	43.3	42	49	46.3
8	24 januari 2016	42	43	46	52	53.6
9	25 januari 2016	61	76	82	84	86.3
10	26 januari 2016	88	89.3	90.6	88.3	92

Table 4.6 Hasil Analisis Data Minyak Lemak Selama 10 Hari

No	Tanggal	Awal	Setelah Proses			
			R1V1	R1H1	R2V2	R2H2
1	17 januari 2016	57.9	56.4	44.6	56	46
2	18 januari 2016	85.6	57.2	44	70	61.3
3	19 januari 2016	58.7	56.4	44.1	56.2	46.7
4	20 januari 2016	88.8	68.1	59	71.4	63
5	21 januari 2016	79.2	55.8	44.3	69.7	47.4
6	22 januari 2016	59.1	55.8	45	55.7	47.9
7	23 januari 2016	58	56.4	45.2	55	47.3
8	24 januari 2016	58.4	55	44.3	41	31.7
9	25 januari 2016	68.8	57.3	44.7	56.2	46
10	26 januari 2016	42	57.2	59.5	70.4	76.6

## PERHITUNGAN

Kriteria desain :

Kecepatan Filtrasi = 0,3-1,5 m/hari (E.Lin, D. Page, P. Dillon, S. Mc Clue, J. Hutson.2006. clw.csiro.au)

$V_{\text{asumsi}} = 0,3 \text{ m/jam}$

Tinggi Media = 0,9-6 m (Metcalf & Eddy,2003)

Dimensi Kolom = Panjang = Lebar = 20 cm = 0,2 m

Diameter Media = > 2mm (Djoko Marsono)

Maka dapat dihitung :

- Luas permukaan (A) =  $p \times l$   
=  $0,2 \text{ m} \times 0,2 \text{ m}$   
=  $0,04 \text{ m}^2$
- Kecepatan (V) =  $0,3 \text{ m/jam} = 8,33 \times 10^{-5} \text{ m/det}$
- Debit (Q) =  $V \times A$   
=  $8,33 \times 10^{-5} \text{ m/detik} \times 0,04 \text{ m}^2$   
=  $3,33 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{detik} \times \frac{1000 \text{ dm}^3}{1 \text{ m}}$   
=  $3,33 \times 10^{-3} \text{ l/det} = 0,2 \text{ l/menit}$

Cek Kecepatan Filtrasi :

$$Q = V \times A \longrightarrow V = Q/A$$

$$= \frac{3,33 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{det}}{0,04 \text{ m}^2}$$

$$= 8,33 \times 10^{-5} \text{ m/det} = 0,3 \text{ m/jam (OK)}$$

**I. Perhitungan untuk media zeolit 35 cm : krikil 35 cm : karbon aktif 30 cm (P1)**

1. Perhitungan untuk media zeolit

Tinggi media = 35 cm = 0,35 m (0,9-6 m)

Diameter = 6 mm = 0,006 m

Porositas = 0,39 (Dermawan B, dalam Putra 2006)

Faktor bentuk = 0,73 (Metcalf & Eddy, 2003)

Maka dapat dihitung :

- Volume Filter = Luas alas x tinggi  
 $= 0,04 \text{ m}^2 \times 0,35 \text{ m}$   
 $= 0,014 \text{ m}^3$
- Volume Rongga = Volume Filter x Porositas  
 $= 0,014 \text{ m}^3 \times 0,39$   
 $= 5,46 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

Dari Volume rongga maka dapat dihitung :

- $A = \frac{\text{Volume Rongga}}{h} = \frac{5,46 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{0,35 \text{ m}}$   
 $= 0,0156 \text{ m}^2$
- Kecepatan (V)  $\rightarrow Q = V.A$  maka  $V = \frac{Q}{A}$   
 $V = \frac{3,33 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{det}}{0,0156 \text{ m}^2}$   
 $= 2,134 \times 10^{-4} \text{ m}/\text{det}$
- $NRe = \frac{\phi . d . v_s}{\nu} = \frac{0,73 . 0,006 \text{ m} . 2,134 \times 10^{-4} \text{ m}/\text{det}}{0,9186 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{det}}$   
 $= 1,11$
- CD (Coefisien Draf) untuk  $NRe > 1$   
 $CD = \frac{24}{NRe} + \frac{3}{\sqrt{NRe}} + 0,34$  (Reynold, 1981)  
 $= \frac{24}{1,11} + \frac{3}{\sqrt{1,11}} + 0,34 = 24,78$
- Kehilangan Tekanan Pada Filter Media (HL)  
 $HL = 1,067 \frac{C_D . L . v_s^2}{\phi . d . \epsilon^4 . g}$  (Reynold, 1981)  
 $= 1,067 \frac{24,78 . 0,35 \text{ m} . (2,134 \times 10^{-4} \text{ m}/\text{det})^2}{0,73 . 0,006 \text{ m} . (0,39)^4 . 9,81}$   
 $= 7,8 \times 10^{-10}$
- $Vs = 2,134 \times 10^{-4} \text{ m}/\text{det} = 0,7 \text{ m}/\text{jam}$
- $Td = \frac{h}{Vs} = \frac{0,35 \text{ m}}{0,7 \text{ m}/\text{jam}} = 0,5 \text{ jam}$



## 2. Perhitungan Untuk Media Krikil

- Tinggi media = 35 cm = 0,35 m (0,9-6 m)  
Diameter = 6 mm = 0,006 m (berdasarkan kriteria desain > 2 mm dan berdasarkan penelitian sebelumnya penyisihan tertinggi dengan diameter 6 mm).  
Porositas = 0,39 (Dermawan B, dalam Putra 2006)  
Faktor bentuk = 0,73 (Metcalf & Eddy, 2003)

Maka dapat dihitung :

- Volume Filter = Luas alas x tinggi  
=  $0,04 \text{ m}^2 \times 0,35 \text{ m}$   
=  $0,014 \text{ m}^3$
- Volume Rongga = Volume Filter x Porositas  
=  $0,014 \text{ m}^3 \times 0,39$   
=  $5,46 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

Dari Volume rongga maka dapat dihitung :

- $A = \frac{\text{Volume Rongga}}{h} = \frac{5,46 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{0,35 \text{ m}}$   
=  $0,0156 \text{ m}^2$
- Kecepatan (V)  $\rightarrow Q = V.A$  maka  $V = \frac{Q}{A}$   
 $V = \frac{3,33 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{det}}{0,0156 \text{ m}^2}$   
=  $2,134 \times 10^{-4} \text{ m}/\text{det}$
- $NRe = \frac{\phi \cdot d \cdot v_s}{\nu} = \frac{0,73 \cdot 0,006 \text{ m} \cdot 2,134 \times 10^{-4} \text{ m}/\text{det}}{0,9186 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{det}}$   
= 1,11
- CD (Coefisien Draf) untuk  $NRe > 1$   
 $CD = \frac{24}{NRe} + \frac{3}{\sqrt{NRe}} + 0,34$  (Reynold, 1981)  
=  $\frac{24}{1,11} + \frac{3}{\sqrt{1,11}} + 0,34 = 24,78$

- Kehilangan Tekanan Pada Filter Media (HL)

$$HL = 1,067 \frac{C_D \cdot L \cdot v_s^2}{\phi \cdot d \cdot \epsilon^4 \cdot g} \text{ (Reynold, 1981)}$$

$$= 1,067 \frac{24,78 \cdot 0,35 \text{ m} \cdot (2,134 \times 10^{-4} \text{ m/det})^2}{0,73 \cdot 0,006 \text{ m} \cdot (0,39)^4 \cdot 9,81}$$

$$= 7,8 \times 10^{-10}$$

$$V_s = 2,134 \times 10^{-4} \text{ m/det} = 0,7 \text{ m/jam}$$

$$T_d = \frac{h}{v_s} = \frac{0,35 \text{ m}}{0,7 \text{ m/jam}} = 0,5 \text{ jam}$$

### 3. Perhitungan Untuk Karbon Aktif

Tinggi media = 30 cm = 0,30 m (0,9-6 m)

Diameter = 6 mm = 0,006 m (berdasarkan kriteria desain > 2 mm dan berdasarkan penelitian sebelumnya penyisihan tertinggi dengan diameter 6 mm).

Porositas = 0,43 (Dermawan B, dalam Putra 2006)

Faktor bentuk = 0,73 (metcalf & Eddy, 2003)

Maka dapat dihitung :

- Volume Filter = Luas alas x tinggi
$$= 0,04 \text{ m}^2 \times 0,30 \text{ m}$$

$$= 0,012 \text{ m}^3$$

- Volume Rongga = Volume Filter x Porositas
$$= 0,012 \text{ m}^3 \times 0,43$$

$$= 5,16 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

Dari Volume rongga maka dapat dihitung :

- $A = \frac{\text{Volume Rongga}}{h} = \frac{5,16 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{0,30 \text{ m}}$
$$= 0,0172 \text{ m}^2$$

- Kecepatan (V)  $\rightarrow Q = V \cdot A$  maka  $V = \frac{Q}{A}$
$$V = \frac{3,33 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{det}}{0,0172 \text{ m}^2}$$

$$= 1,93 \times 10^{-4} \text{ m/det}$$

- $NRe = \frac{\phi \cdot d \cdot v_s}{\nu} = \frac{0,73 \cdot 0,006 \text{ m} \cdot 1,93 \times 10^{-4} \text{ m/det}}{0,9186 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{det}}$   
 $= 4,4$

- CD (Coefisien Draf) untuk  $NRe < 1$

$$CD = \frac{24}{NRe} + \frac{3}{\sqrt{NRe}} + 0,34 \text{ (Reynold, 1981)}$$

$$= \frac{24}{4,4} + \frac{3}{\sqrt{4,4}} + 0,34$$

$$= 7,17$$

- Kehilangan Tekanan Pada Filter Media (HL)

$$HL = 1,067 \frac{C_D \cdot L \cdot v_s^2}{\phi \cdot d \cdot \epsilon^4 \cdot g}$$

$$= 1,067 \frac{7,17 \cdot 0,30 \text{ m} \cdot (1,93 \times 10^{-4} \text{ m/det})^2}{0,73 \cdot 0,006 \text{ m} \cdot (0,43)^4 \cdot 9,81}$$

$$= 3,2 \times 10^{-11}$$

$$Vs = 1,93 \times 10^{-4} \text{ m/det} = 0,6 \text{ m/jam}$$

$$Td = \frac{h}{Vs} = \frac{0,35 \text{ m}}{0,6 \text{ m/jam}} = 0,5 \text{ jam}$$

## II. Perhitungan untuk media zeolit 35 cm : Krikil 30 cm : karbon aktif 35 cm (P2)

### 1. Perhitungan untuk media Zeolit

Tinggi media = 35 cm = 0,35 m (0,9-6 m)

Diameter = 6 mm = 0,006 m

Porositas = 0,39 (Dermawan B, dalam Putra 2006)

Faktor bentuk = 0,73 (Metcalf & Eddy, 2003)

Maka dapat dihitung :

- Volume Filter = Luas alas x tinggi  
 $= 0,04 \text{ m}^2 \times 0,35 \text{ m}$   
 $= 0,014 \text{ m}^3$

- Volume Rongga = Volume Filter x Porositas  
 $= 0,014 \text{ m}^3 \times 0,39$   
 $= 5,46 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

Dari Volume rongga maka dapat dihitung :

- $A = \frac{\text{Volume Rongga}}{h} = \frac{5,46 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{0,35 \text{ m}}$   
 $= 0,0156 \text{ m}^2$

- Kecepatan (V)  $\rightarrow Q = V.A$  maka  $V = \frac{Q}{A}$   
 $V = \frac{3,33 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{det}}{0,0156 \text{ m}^2}$   
 $= 2,134 \times 10^{-4} \text{ m/det}$

- $NRe = \frac{\phi . d . v_s}{\nu} = \frac{0,73 . 0,006 \text{ m} . 2,134 \times 10^{-4} \text{ m/det}}{0,9186 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{det}}$   
 $= 1,11$

- CD (Coefisien Draf) untuk  $NRe > 1$

$$CD = \frac{24}{NRe} + \frac{3}{\sqrt{NRe}} + 0,34 \text{ (Reynold, 1981)}$$

$$= \frac{24}{1,11} + \frac{3}{\sqrt{1,11}} + 0,34 = 24,78$$

- Kehilangan Tekanan Pada Filter Media (HL)

$$HL = 1,067 \frac{C_D . L . v_s^2}{\phi . d . \epsilon^4 . g} \text{ (Reynold, 1981)}$$

$$= 1,067 \frac{24,78 . 0,35 \text{ m} . (2,134 \times 10^{-4} \text{ m/det})^2}{0,73 . 0,006 \text{ m} . (0,39)^4 . 9,81}$$

$$= 7,8 \times 10^{-10}$$

$$Vs = 2,134 \times 10^{-4} \text{ m/det} = 0,7 \text{ m/jam}$$

$$Td = \frac{h}{Vs} = \frac{0,35 \text{ m}}{0,7 \text{ m/jam}} = 0,5 \text{ jam}$$

## 2. Perhitungan Untuk Media Krikil

Tinggi media = 30 cm = 0,30 m (0,9-6 m)

Diameter = 6 mm = 0,006 m (berdasarkan kriteria desain > 2 mm dan berdasarkan penelitian sebelumnya penyisihan tertinggi dengan diameter 6 mm).

Porositas = 0,43 (Dermawan B, dalam Putra 2006)

Faktor bentuk = 0,73 (metcalf & Eddy, 2003)

Maka dapat dihitung :

- Volume Filter = Luas alas x tinggi  
=  $0,04 \text{ m}^2 \times 0,30 \text{ m}$   
=  $0,012 \text{ m}^3$
- Volume Rongga = Volume Filter x Porositas  
=  $0,012 \text{ m}^3 \times 0,43$   
=  $5,16 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

Dari Volume rongga maka dapat dihitung :

- $A = \frac{\text{Volume Rongga}}{h} = \frac{5,16 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{0,30 \text{ m}}$   
=  $0,0172 \text{ m}^2$
- Kecepatan (V)  $\rightarrow Q = V.A$  maka  $V = \frac{Q}{A}$   
 $V = \frac{3,33 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{det}}{0,0172 \text{ m}^2}$   
=  $1,93 \times 10^{-4} \text{ m}/\text{det}$
- $NRe = \frac{\phi . d . v_s}{\nu} = \frac{0,73 . 0,006 \text{ m} . 1,93 \times 10^{-4} \text{ m}/\text{det}}{0,9186 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{det}}$   
= 4,4
- CD (Coefisien Draf) untuk  $NRe < 1$   
 $CD = \frac{24}{NRe} + \frac{3}{\sqrt{NRe}} + 0,34$  (Reynold, 1981)  
=  $\frac{24}{4,4} + \frac{3}{\sqrt{4,4}} + 0,34$   
= 7,17
- Kehilangan Tekanan Pada Filter Media (HL)  
 $HL = 1,067 \frac{C_D . L . v_s^2}{\phi . d . \epsilon^4 . g}$   
=  $1,067 \frac{7,17 . 0,30 \text{ m} . (1,93 \times 10^{-4} \text{ m}/\text{det})^2}{0,73 . 0,006 \text{ m} . (0,43)^4 . 9,81}$   
=  $3,2 \times 10^{-11}$
- $V_s = 1,93 \times 10^{-4} \text{ m}/\text{det} = 0,6 \text{ m}/\text{jam}$
- $T_d = \frac{h}{v_s} = \frac{0,35 \text{ m}}{0,6 \text{ m}/\text{jam}} = 0,5 \text{ jam}$

### III. Perhitungan untuk media karbon aktif 20 cm : zeolit 40 cm : Krikil 40 cm (P3)

#### 1. Perhitungan untuk media karbon aktif

- Tinggi media = 20 cm = 0,20 m  
Diameter = 6 mm = 0,006 m  
Porositas = 0,39 (Dermawan B, dalam Putra 2006)  
Faktor bentuk = 0,73 (Metcalf & Eddy, 2003)

Maka dapat dihitung :

- Volume Filter = Luas alas x tinggi  
=  $0,04 \text{ m}^2 \times 0,20 \text{ m}$   
=  $8 \times 10^{-3} \text{ m}^3$
- Volume Rongga = Volume Filter x Porositas  
=  $8 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \times 0,39$   
=  $3,12 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

Dari Volume rongga maka dapat dihitung :

- $A = \frac{\text{Volume Rongga}}{h} = \frac{3,12 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{0,20 \text{ m}}$   
=  $0,0156 \text{ m}^2$
- Kecepatan (V)  $\rightarrow Q = V.A$  maka  $V = \frac{Q}{A}$   
 $V = \frac{3,33 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{det}}{0,0156 \text{ m}^2}$   
=  $2,134 \times 10^{-4} \text{ m}/\text{det}$
- $NRe = \frac{\phi . d . v_s}{\nu} = \frac{0,73 . 0,006 \text{ m} . 2,134 \times 10^{-4} \text{ m}/\text{det}}{0,9186 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{det}}$   
= 1,11
- CD (Coefisien Draf) untuk  $NRe > 1$   
 $CD = \frac{24}{NRe} + \frac{3}{\sqrt{NRe}} + 0,34$  (Reynold, 1981)  
=  $\frac{24}{1,11} + \frac{3}{\sqrt{1,11}} + 0,34 = 24,78$

- Kehilangan Tekanan Pada Filter Media (HL)

$$HL = 1,067 \frac{C_D \cdot L \cdot v_s^2}{\phi \cdot d \cdot \epsilon^4 \cdot g} \text{ (Reynold, 1981)}$$

$$= 1,067 \frac{24,78 \cdot 0,20 \text{ m} \cdot (2,134 \times 10^{-4} \text{ m/det})^2}{0,73 \cdot 0,006 \text{ m} \cdot (0,39)^4 \cdot 9,81}$$

$$= 3,5 \times 10^{-4}$$

$$Vs = 2,134 \times 10^{-4} \text{ m/det} = 0,7 \text{ m/jam}$$

$$Td = \frac{h}{Vs} = \frac{0,20 \text{ m}}{0,7 \text{ m/jam}} = 0,2 \text{ jam}$$

## 2. Perhitungan Untuk Media zeolit

Tinggi media = 40 cm = 0,40 m

Diameter = 6 mm = 0,006 m

Porositas = 0,39 (Dermawan B, dalam Putra 2006)

Faktor bentuk = 0,73 (Metcalf & Eddy, 2003)

Maka dapat dihitung :

- Volume Filter = Luas alas x tinggi
$$= 0,04 \text{ m}^2 \times 0,40 \text{ m}$$

$$= 0,016 \text{ m}^3$$

- Volume Rongga = Volume Filter x Porositas
$$= 0,016 \text{ m}^3 \times 0,39$$

$$= 6,24 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

Dari Volume rongga maka dapat dihitung :

- $A = \frac{\text{Volume Rongga}}{h} = \frac{6,24 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{0,40 \text{ m}}$
$$= 0,0156 \text{ m}^2$$

- Kecepatan (V)  $\longrightarrow Q = V \cdot A$  maka  $V = \frac{Q}{A}$
$$V = \frac{3,33 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{det}}{0,0156 \text{ m}^2}$$

$$= 2,134 \times 10^{-4} \text{ m/det}$$

- $NRe = \frac{\phi \cdot d \cdot v_s}{\nu} = \frac{0,73 \cdot 0,006 \text{ m} \cdot 2,134 \times 10^{-4} \text{ m/det}}{0,9186 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{det}}$
$$= 1,11$$

- CD (Coefisien Draf) untuk  $NRe > 1$

$$CD = \frac{24}{NRe} + \frac{3}{\sqrt{NRe}} + 0,34 \text{ (Reynold, 1981)}$$

$$= \frac{24}{1,11} + \frac{3}{\sqrt{1,11}} + 0,34 = 24,78$$

- Kehilangan Tekanan Pada Filter Media (HL)

$$HL = 1,067 \frac{C_D \cdot L \cdot v_s^2}{\phi \cdot d \cdot e^4 \cdot g} \text{ (Reynold, 1981)}$$

$$= 1,067 \frac{24,78 \cdot 0,40 \text{ m} \cdot (2,134 \times 10^{-4} \text{ m/det})^2}{0,73 \cdot 0,006 \text{ m} \cdot (0,39)^4 \cdot 9,81}$$

$$= 8,9 \times 10^{-10}$$

$$Vs = 2,134 \times 10^{-4} \text{ m/det} = 0,7 \text{ m/jam}$$

$$Td = \frac{h}{Vs} = \frac{0,40 \text{ m}}{0,7 \text{ m/jam}} = 0,5 \text{ jam}$$

### 3. Perhitungan Untuk Krikil

Tinggi media = 40 cm = 0,40 m

Diameter = 6 mm = 0,006 m

Porositas = 0,43 (Dermawan B, dalam Putra 2006)

Faktor bentuk = 0,73 (metcalf & Eddy, 2003)

Maka dapat dihitung :

- Volume Filter = Luas alas x tinggi
$$= 0,04 \text{ m}^2 \times 0,40 \text{ m}$$

$$= 0,016 \text{ m}^3$$

- Volume Rongga = Volume Filter x Porositas
$$= 0,016 \text{ m}^3 \times 0,43$$

$$= 6,88 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

Dari Volume rongga maka dapat dihitung :

- $A = \frac{\text{Volume Rongga}}{h} = \frac{6,88 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{0,40 \text{ m}}$
$$= 0,0172 \text{ m}^2$$

- Kecepatan (V)  $\longrightarrow Q = V \cdot A$  maka  $V = \frac{Q}{A}$

$$V = \frac{3,33 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{det}}{0,0172 \text{ m}^2}$$



$$= 1,93 \times 10^{-4} \text{ m/det}$$

- $NRe = \frac{\phi \cdot d \cdot v_s}{\nu} = \frac{0,73 \cdot 0,006 \text{ m} \cdot 1,93 \times 10^{-4} \text{ m/det}}{0,9186 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{det}}$   
 $= 4,4$

- CD (Coefisien Draf) untuk  $NRe < 1$

$$CD = \frac{24}{NRe} + \frac{3}{\sqrt{NRe}} + 0,34 \text{ (Reynold, 1981)}$$

$$= \frac{24}{4,4} + \frac{3}{\sqrt{4,4}} + 0,34$$

$$= 7,17$$

- Kehilangan Tekanan Pada Filter Media (HL)

$$HL = 1,067 \frac{C_D \cdot L \cdot v_s^2}{\phi \cdot d \cdot \epsilon^4 \cdot g}$$

$$= 1,067 \frac{7,17 \cdot 0,40 \text{ m} \cdot (1,93 \times 10^{-4} \text{ m/det})^2}{0,73 \cdot 0,006 \text{ m} \cdot (0,43)^4 \cdot 9,81}$$

$$= 3,2 \times 10^{-10}$$

$$Vs = 1,93 \times 10^{-4} \text{ m/det} = 0,6 \text{ m/jam}$$

$$Td = \frac{h}{Vs} = \frac{0,40 \text{ m}}{0,6 \text{ m/jam}} = 0,6 \text{ jam}$$

#### IV. Kehilangan Tekanan Pada Asesoris Pipa Pengatur Debit

- Akibat Valve :

Valve yang digunakan adalah ball valve,  $\beta = 20 \longrightarrow k_v = 1,84$

$$\Delta h = k_v \frac{v^2}{2g}$$

$$\Delta h = 1,84 \frac{\left( \frac{8,33 \times 10^{-5} \text{ m}}{\text{det}} \right)^2}{2 \times 9,81 \text{ m/det}} = 6,26 \times 10^{-8}$$

- Akibat Belokan

Sudut Belokan  $90^\circ K_6 \rightarrow 0,98$  dengan belokan halus (berangsur-angsur)

$$H_b = k_b \frac{v^2}{2g}$$

$$H_b = 0,98 \frac{\left( \frac{8,33 \times 10^{-5} \text{ m}}{\text{det}} \right)^2}{2 \times 9,81 \text{ m/det}}$$

$$= 3,33 \times 10^{-8}$$

- Total kehilangan tekanan pada pipa pengaturr debit

$$= \Delta h + H_b$$

$$= 6,26 \times 10^{-8} + 3,33 \times 10^{-8}$$

$$= 9,59 \times 10^{-8}$$

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

**Tuhan Yesus...**

**Terimakasih Tuhan Yesus, atas berkat dan rahmatmulah semua perjuangan dan pembelajaran yang sudah saya tempuh selama ini di ITN malang ini dapat berjalan dengan lancar... hingga akhirnya saya bisa menjadi Sarjana Teknik Lingkungan,, semua yang telah kau berikan selama ini tuhan hanya dapat ku balas dengan ucapan TERIMAKASIH banyak yang sebesar-besarnya Tuhan.**

**Terimakasih Tuhan Yesus....**

**KeluargaKU...**

**Kepada kedua orang tua ku dan adeku yang paling aku sayangi dan aku cintai, terimakasih banyak atas perjuangan kalian selama ini, yang telah memberikan aku kesempatan untuk berkuliah.. membantu dalam doa, semangat, dan maupun materi hingga aku bisa selesi menuntuk ilmu hingga mendapatkan gelar Sarjana ini. Terimakasih banyak papah dan mamah.**

**Terimakasih papah dan mamahku....**

**Angkatan 2011...**

**Bertemu dengan sifat yang berbeda dan karakter yang berbeda memang membuat awalnya sulit kita bersatu,, tapi hingga akhirnya kita bisa berjuang bersama-sama meraih gelar sarja bersama... kalian bukan sekedar teman tapi sahabat dan keluargaku, terimakasih banyak kawan telah banyak membantuku selama kita berjuang bersama, menghadapi sulit bersama, menghadapi senang bersama.. terimakasih kawanku, kalian sahabat dan keluargaku...**

**Terimakasih sahabat dan keluargaku 2011....**

**Teman-teman semuanya...**

**Buat Reza Fahrizal, Rendy Iqbal, dan Junai,, terimakasih banyak atas semangat yang kalian berikan kepada saya hingga akhirnya saya dapat selesai berkuliah di ITN Malang dan mendapatkan gelar sarjana. 4,5 tahun ini banyak cerita yang tidak bisa saya ungkapkan dengan kata-kata. Inti dari semuanya kawan terimakasih banyak kawan.**

**Terimakasih Kawanku....**

**Buat Kamu...**

**Buat kamu pacar tersayang dan tercinta, terimakasih ya Monica Febriani Pardosi yang selama ini sudah kasih aku semangat, semangat, dan semangat. Selalu menemani walau dari jauh disana. Semoga selalu menjadi penyemangatku terus, terus, dan terus.**

**Terimakasih banyak PACAR....**

## **TERIMAKASIH BANYAK**

**Seberat apapun beban masalah yang kamu hadapi saat ini, percayalah bahwa semua itu tidak pernah melebihi batas kemampuan kamu.**

**Jangan menyerah atas impianmu, impian memberimu tujuan hidup. Ingatlah, sukses bukan kunci kebahagiaan, kebahagiaanlah kunci sukses. Semangat !**

**Jika kamu gagal mendapatkan sesuatu, hanya satu hal yang harus kamu lakukan, coba lagi!!!!**

**Waktu adalah pedang, jika kamu bisa menggunakan dengan baik, maka pasti akan membawa keberuntungan, tapi jika kau menggunakan dengan buruk, pasti dia akan membunuhmu.**

**Jika kamu memiliki keinginan untuk memulai, kamu juga harus mempunyai keberanian dan keinginan ununtuk menyelesaikannya, bukan hanya mengakhiri.**