

**SKRIPSI**

**PENGGUNAAN ROUGHING FILTER DALAM PENGOLAHAN LIMBAH  
CUCIAN MOBIL DI JL.TIDAR KOTA MALANG**



**OLEH :  
RENANDO MANAHARA SIMANJUNTAK**

**12.26.019**

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

**MALANG**

**2016**

1944

SECRET

THE UNITED STATES DEPARTMENT OF THE ARMY  
OFFICE OF THE CHIEF OF STAFF  
WASHINGTON, D. C.

SECRET

MEMORANDUM FOR THE CHIEF OF STAFF

DATE

THIS DOCUMENT IS UNCLASSIFIED  
DATE 10/15/2010 BY 60322 UCBAW/SJS

SECRET

# **SKRIPSI**

## **PENGGUNAAN ROUGHING FILTER DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CUCIAN MOBIL DI JL.TIDAR KOTA MALANG**



**OLEH :**

**RENANDO MANAHARA SIMANJUNTAK**

**12.26.019**

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

**2016**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**SKRIPSI**

**PENGGUNAAN ROUGHING FILTER DALAM PENGOLAHAN LIMBAH  
CUCIAN MOBIL DI JL. TIDAR KOTA MALANG**

Oleh :

**RENANDO MANAHARA SIMANJUNTAK  
12.26.019**

**Menyetujui  
Dosen Pembimbing**

**Dosen Pembimbing I**



**Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, Msc  
NIP. 196106201991031002**

**Dosen Pembimbing II**



**Anis artiyani, ST. MT  
NIP. P. 1030300384**

**Mengetahui**

**Ketua Jurusan Teknik Lingkungan**



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



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

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**PROGRAM PASCASARJANA MEGISTER TEKNIK**

IPERSERO) MALANG  
IK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Telp. (0341)551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp.(0341)417636 Fax. (0341) 417634 Malang65145

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

NAMA : RENANDO MANAHARA SIMANJUNTAK  
NIM : 12.26.019  
JURUWSAN : TEKNIK LINGKUNGAN  
JUDUL : PENGGUNAAN ROUGHING FILTER DALAM  
PENGOLAHAN LIMBAH CUCIAN MOBIL DI JL. TIDAR  
KOTA MALANG

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

Hari : Jumat  
Tanggal : 26 Agustus 2016  
Dengan Nilai : 68,93 (B)

**PANITIA UJIAN SKRIPSI**

**Kerua**

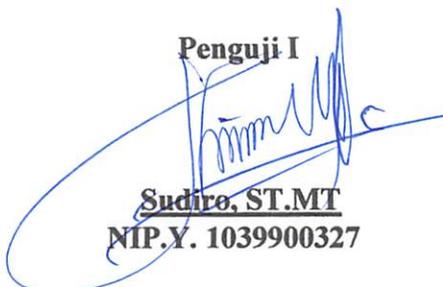
  
**Candra Dwi Ratna W, ST., MT**  
NIP.Y. 1030000349

**Sekretaris**

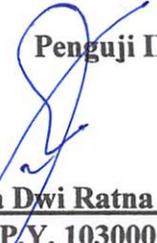
  
**Anis Artiyani, ST., MT**  
NIP.Y. 1030300384

**PENGUJI SKRIPSI**

**Penguji I**

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

**Penguji II**

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



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

Alamat : Jl. Bawandipura No. 1, Kota Malang 65133  
Telp. (041) 851 1111, 851 1112, 851 1113, 851 1114, 851 1115, 851 1116, 851 1117, 851 1118, 851 1119, 851 1120, 851 1121, 851 1122, 851 1123, 851 1124, 851 1125, 851 1126, 851 1127, 851 1128, 851 1129, 851 1130, 851 1131, 851 1132, 851 1133, 851 1134, 851 1135, 851 1136, 851 1137, 851 1138, 851 1139, 851 1140, 851 1141, 851 1142, 851 1143, 851 1144, 851 1145, 851 1146, 851 1147, 851 1148, 851 1149, 851 1150, 851 1151, 851 1152, 851 1153, 851 1154, 851 1155, 851 1156, 851 1157, 851 1158, 851 1159, 851 1160, 851 1161, 851 1162, 851 1163, 851 1164, 851 1165, 851 1166, 851 1167, 851 1168, 851 1169, 851 1170, 851 1171, 851 1172, 851 1173, 851 1174, 851 1175, 851 1176, 851 1177, 851 1178, 851 1179, 851 1180, 851 1181, 851 1182, 851 1183, 851 1184, 851 1185, 851 1186, 851 1187, 851 1188, 851 1189, 851 1190, 851 1191, 851 1192, 851 1193, 851 1194, 851 1195, 851 1196, 851 1197, 851 1198, 851 1199, 851 1200

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

NAMA : RINANDO MANAHARA SIMANUNGRAK  
NIM : 12.26.010  
JURUSAN : TEKNIK INGENIURAN  
JUDUL : PENGGUNAAN ROUGHING FILTER DALAM  
PENGOLAHAN LIMBAH CAECAN MOBIL DI JL. TIDAR  
KOTA MALANG

Diperhatikan dibidang Tim Pengji Ijtin Skripsi jenjang Program Sarjana S1  
(2-1) pada :  
Hari : Jumat  
Tanggal : 26 Agustus 2010  
Dengan Nilai : 88,93 (B)

PANITIA UJIAN SKRIPSI

Ketua : Candra Dwi Ratna W. S.T.M.T.  
NIP. Y. 103000340  
Sekretaris : Aris Arivandani S.T.M.T.  
NIP. Y. 103000384

PENGJI I

Pengji I : Sudina S.T.M.T.  
NIP. Y. 103000322  
Pengji II : Candra Dwi Ratna W. S.T.M.T.  
NIP. Y. 103000340

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan kasih karunianya saya dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul “**PENGGUNAAN ROUGHING FILTER DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CUCIAN MOBIL DI JL. TIDAR KOTA MALANG**”.

Terselesainya penyusunan Skripsi ini tidak lepas dari keikutsertaan semua pihak yang secara tulus serta ikhlas membantu dan memberikan semangat dan bimbingan dalam penyusunan Skripsi ini. Pada kesempatan ini, saya sebagai penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak **Dr.Ir.Hery Setyobudiarso, M.Si** selaku Dosen Pembimbing
2. Ibu **Anis Artiyani, S.T., M.T** selaku dosen wali mahasiswa angkatan 2012, dan Dosen Pembimbing
3. Bapak **Sudiro, S.T.,M.T** selaku Dosen Penguji
4. Ibu **Candra Dwi Ratna W, S.T., M.T** sebagai Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang dan Dosen Penguji
5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu hingga Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Dengan menyadari bahwa ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat di harapkan demi perbaikan kedepan. Akhir kata, semoga ini bermanfaat bagi masyarakat pada umumnya, dan mahasiswa Teknik Lingkungan ITN Malang.

Malang, September 2016

Penulis

---

---

Simanjuntak, Renando. 2016. **Penggunaan Roughing Filter Dalam Pengolahan Limbah Cucian Mobil Di Jl. Tidar Kota Malang**. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang.

---

---

### ABSTRAKSI

Deterjen buatan atau synthetic detergent adalah campuran sejenis senyawa bahan pembersih yang ber kandungan utama zat surfaktan (surfactant atau surface active agents), dengan bahan-bahan lain seperti zat pengisi (fillers), pembentuk (builders), serta komponen lain seperti pewarna, pewangi, boosters dan lain-lain.

Dari berbagai studi maupun aplikasi di lapangan diketahui bahwa roughing filter bisa digunakan untuk pengolahan limbah cair cucian mobil. Roughing filter merupakan suatu unit pengolahan yang menggunakan batu krikil yang mempunyai ukuran antara 4-20 mm yang dapat digunakan untuk memisahkan padatan dalam air dan mampu mengurangi beban organik yang tinggi.

Penelitian ini menggunakan Reaktor roughing filter dengan sistem aliran kontinu variable waktu proses yaitu 2 jam, 4 jam, 6 jam, 8 jam. Proses pengolahan limbah cair cucian mobil yang telah dilakukan pada penelitian ini yaitu Reaktor 1 ketinggian 100 cm (Tinggi 35 cm kerikil, 30 cm batu Zeolite, 35 cm pecahan genteng, Reaktor 2 ketinggian 100 cm (Tinggi 30 cm kerikil, 30 cm batu Zeolite, 40 cm pecahan genteng. hasil analisis tidak memenuhi standar baku mutu PERGUB Jatim No 72 Tahun 2013, maka dari hasil di atas disimpulkan bahwa penggunaan Roughing Filter dengan waktu oprasional dan variasi media penelitian yang dilakukan tidak dapat digunakan untuk pengolahan limbah cucian mobil.

---

---

**Kata Kunci :** *Roughing Filter*, Batu Zeolit, Batu Krikil, Pecahan Genteng, Minyak Lemak, *Surfaktan Anion* (Deterjen), BOD.

---

---

---

Simanjuntak, Renando. 2016. Roughing Filter Used in Proceed Car Washing Liquid Wasted At Tidar street, Malang City. Sarjana's Thesis of the majoring in environmental engineering, the National Institute of Technology at Malang.

---

### ABSTRACT

Synthetic detergent is a mixture of cleansing agents which contains surfactant or surface active agents as its main substance, along with other substances such as filters,builders, and any other components like colourants,deodorizers,boosters etc.

In accordance to several studies and practices on the field, it can be seen that roughing filter can be very beneficial to proceed liquid waste. Roughing filter is a processing unit which utilizing pebblestone that have a measurement around 4 up to 20 mm that can be used to separate the sediment in the water and decrease the high of organic populated.

This research applies roughing filter reactor with continuous runtime variable system starts from 2 hours, 4 hours, 6 hours, and 8 hours. This research using processing of liquid waste from car washings which are Reactor 1 with height around 100cm ( pebblestones 35 cm, zeolites 30 cm,tile fragments 35 cm ), and Reactor 2 with height around 100 cm ( pebblestones 30 cm, zeolites 30 cm,tile fragments 40 cm ). The result of analysis in this study is not fulfill the quality standards of PERGUB East Java number 72 year 2013, so the conclude of this study showed the roughing filter with operational hours and variation of media can not be used to proceed car washing liquid wasted

---

**Keyword:** roughing filter, zeolites, pebblestones, tile fragments, fatty oil, surfactan anion (detergent), BOD.

---

## DAFTAR ISI

<b>COVER .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAKSI.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Tujuan Penelitian .....	4
1.4. Manfaat .....	4
1.5. Ruang Lingkup.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Pengertian Air Limbah.....	6
2.2. Jenis Limbah .....	7
2.2.1. Domestik .....	7
2.2.2. Non Domestik .....	7
2.3. Dampak Limbah.....	7
2.4. Karakteristik Limbah .....	8
2.4.1. Karakteristik Fisik.....	8
2.4.2. Karakteristik Kimia.....	10
2.4.3. Karakteristik Biologi.....	13
2.5. Pengambilan Sampel Air Limbah .....	14

2.6. Analisa Pendahuluan .....	14
2.7. Pengertian Filtrasi .....	14
2.8. <i>Roughing Filter</i> .....	14
2.9. Pengolahan Limbah Cucian Mobil .....	15
2.10. Kriteria Desain <i>Roughingfilter</i> .....	17
2.11. Jenis Media .....	19
2.11.1. Batu Zeolit.....	19
2.11.2. Batu Krikil.....	20
2.11.3. Batu Genteng (Gerabah).....	21
2.12. Aktifasi Media.....	21
2.13. Parameter Uji .....	22
2.13.1. Minyak Lemak .....	22
2.13.2. BOD .....	22
2.13.3. Detergen .....	22
2.14. Metode Pengolahan Data. ....	23
2.12.1. Statistik Deskriptif Dan Inferensi .....	23
2.12.2. Analisis Kolerasi .....	23
2.12.3. Analisis Of Variance.....	23

### **BAB III**

3.1 Jenis Penelitian.....	24
3.2 Lokasi Penelitian.....	24
3.3 Alat Dan Bahan .....	24
3.3.1 Alat.....	24
3.3.2 Bahan.....	25
3.4 Variabel Penelitian.....	25
3.4.1 Variabel Terikat ( <i>Dependent Variable</i> ) .....	25
3.4.2 Variabel Bebas ( <i>Independent Variable</i> ).....	25
3.4.3 Variabel Tetap.....	26

3.5 Pelaksanaan Penelitian .....	26
3.5.1 Proses Sampling .....	26
3.5.2 Persiapan Media Filter .....	26
3.5.3 Persiapan Reservoir.....	27
3.5.4 <i>Roughing Filter</i> .....	27
3.6 Analisis Parameter Uji .....	27
3.6.1 Minyak Lemak .....	27
3.6.2 BOD .....	28
3.6.3 Surfaktan Anion ( <i>Detergen</i> ).....	28
3.7 Analisis Data .....	31
3.7.1 Analisis Deskriptif .....	31
3.7.2 Analisis Korelasi .....	31
3.7.3 Analisis Penelitian.....	32
3.8 Kerangka Penelitian .....	32

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Karakteristik Limbah Cucian Mobil .....	34
4.2. Data Dan Hasil Analisis Data .....	34
4.3. Analisis Deskriptif .....	34
4.3.1 Analisis Deskriptif BOD .....	34
4.3.2. Analisis Deskriptif Detergen.....	34
4.3.3. Analisis Deskriptif Minyak Lemak.....	41
4.4. Hasil Uji Korelasi.....	44
4.4.1 Analisis Korelasi BOD.....	44
4.4.2 Analisis Korelasi Detergen .....	45
4.4.3 Analisis Minyak Lemak .....	47
4.5. Analisis Anova One Away.....	48
4.5.1. Analisis BOD .....	49
4.5.2. Analisis Detergen .....	51

4.5.3. Analisis Minyak Lemak .....	53
4.6. Analisis Regresi Linier Sederhana .....	55
4.6.1. Analisa Regresi Linier BOD .....	56
4.6.2. Analisa Regresi Linier Detergen.....	58
4.6.3. Analisa Regresi Linier Minyak Lemak .....	60
4.7. Pembahasan.....	62
4.6.1. Konsentrasi BOD .....	62
4.6.2. Konsentrasi Detergen .....	64
4.6.3. Konsentrasi Minyak Lemak .....	65

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	67
5.2 Saran.....	67

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan Antara Roughing Filter, Slow Sand Filter dan Rapid Sand Filter .....	17
Tabel 2.2 Baku Mutu Air Limbah Deterjen berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan/Atau Kegiatan Usaha Lainnya.....	17
Tabel 2.3 Dibawah ini menunjukkan penggolongan batuan berdasarkan besarnya butiran.....	20
Table 4. 1 Analisis Awal Limbah Cucian Mobil Jl.Tidar kota Malang.....	34
Table 4. 2 Hasil Analisis Data BOD .....	35
Tabel 4.3 Presentase Penurunan Nilai Konsentrasi BOD .....	36
Table 4.4 Hasil Analisis Data Detergen.....	38
Tabel 4.5 Presentase Penurunan Nilai Konsentrasi Detergen.....	39
Table 4.6 Hasil Analisis Data Minyak Lemak.....	41
Tabel 4.7 Presentase Penurunan Nilai Konsentrasi Minyak Lemak .....	42
Tabel 4.8 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan BOD Pada Reaktor I (%) terhadap waktu oprasional .....	44
Tabel 4.9 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan BOD Pada Reaktor II (%) terhadap waktu oprasional .....	45
Tabel 4.10 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan Detergen Pada Reaktor I (%) terhadap waktu oprasional .....	45
Tabel 4.11 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan Detergen Pada Reaktor II (%) terhadap waktu oprasional.....	46
Tabel 4.12 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan Minyak Lemak Pada Reaktor I (%) terhadap waktu oprasional .....	47
Tabel 4.13 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan Minyak Lemak Pada Reaktor II (%) terhadap waktu oprasional .....	47

Tabel 4.14 Analisa Anova Antara persen Penyisihan BOD Pada Reaktor I Dengan Waktu Operasional.....	49
Tabel 4.15 Analisa Anova Antara persen Penyisihan BOD Pada Reaktor II Dengan Waktu Operasional.....	50
Tabel 4.16 Analisa Anova Antara persen Penyisihan Detergen Pada Reaktor I Dengan Waktu Operasional.....	51
Tabel 4.17 Analisa Anova Antara persen Penyisihan Detergen Pada Reaktor II Dengan Waktu Operasional.....	52
Tabel 4.18 Analisa Anova Antara persen Penyisihan Minyak Lemak Pada Reaktor I Dengan Waktu Operasional.....	53
Tabel 4.19 Analisa Anova Antara persen Penyisihan Minyak Lemak Pada Reaktor II Dengan Waktu Operasional.....	54
Tabel 4.20 Analisa regresi linier Antara persen Penyisihan BOD Pada Reaktor I Dengan Waktu Operasional.....	56
Tabel 4.21 Analisa regresi linier Antara persen Penyisihan BOD Pada Reaktor II Dengan Waktu Operasional.....	57
Tabel 4.22 Analisa regresi linier Antara persen Penyisihan Detergen Pada Reaktor I Dengan Waktu Operasional.....	58
Tabel 4.23 Analisa regresi linier Antara persen Penyisihan Detergen Pada Reaktor II Dengan Waktu Operasional.....	59
Tabel 4.24 Analisa regresi linier Antara persen Penyisihan Minyak Lemak Pada Reaktor I Dengan Waktu Operasional .....	60
Tabel 4.25 Analisa regresi linier Antara persen Penyisihan Minyak Lemak Pada Reaktor II Dengan Waktu Operasional .....	61

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	33
Gambar 4.1 Grafik Efektifitas Penurunan Nilai Konsentrasi BOD .....	36
Gambar 4.2 Grafik Presentase Penuruan Nilai Konsentrasi BOD .....	37
Gambar 4.3 Grafik Efektifitas Penurunan Nilai Detergen .....	39
Gambar 4.4 Grafik Presentase Penyisihan Detergen .....	40
Gambar 4.5 Grafik Efektifitas Penurunan Nilai Minyak Lemak .....	42
Gambar 4.6 Grafik Presentase Penyisihan Minyak Lemak .....	43

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Seiring bertambahnya penduduk maka kebutuhan akan kendaraan juga semakin bertambah. Jasa pencucian kendaraan bermotor saat ini sedang marak di berbagai pelosok perkotaan di Indonesia. Jumlah kendaraan bermotor yang tergolong tinggi memberikan peluang munculnya usaha-usaha atau jasa pencucian motor bagi masyarakat di kota-kota besar seperti Malang. Selain dianggap dapat meningkatkan perekonomian serta meningkatkan pendapatan daerah, jasa pencucian mobil juga dapat memperburuk kualitas lingkungan. Hal ini dikarenakan air hasil pencucian mobil atau limbahnya tidak diolah terlebih dahulu, melainkan langsung dibuang ke saluran air atau badan air yang ada. Jika limbah tersebut dibuang dalam jumlah besar, maka kadar COD dan Surfaktan di badan air akan meningkat.

Limbah cucian mobil dan sepeda motor merupakan limbah yang berasal dari kegiatan pencucian mobil dan sepeda motor yang mengandung berbagai macam beban pencemar salah satunya yaitu deterjen. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah, air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan/atau kegiatan yang berwujud cair., hal tersebut membuat dibutuhkan bahan pembersih berupa cairan pembersih berupa deterjen dan surfaktan lain. Bahan ini dibutuhkan untuk melarutkan kotoran-kotoran yang menempel di permukaan body dan bagian kendaraan lainnya seperti ban, mesin dan rangka bawah, termasuk juga karpet/karet alas di bagian dalam mobil. Oleh karena itu air yang sudah digunakan jelas mengandung bahan kimia pembersih dan kotoran. Kebanyakan air buangan ini sudah bersifat limbah dan oleh pemilik jasa pencucian dialirkan ke saluran pembuangan dan akhirnya mengalir kesungai.

Limbah yang dihasilkan dari pencucian mobil ini memiliki konsentrasi COD berkisar antara 141-1019 mg/L berdasarkan beberapa hasil pengukuran karakteristik air limbah dari pencucian mobil (Bhatti dkk., 2011). Air limbah yang akan dibuang ke badan air harus memenuhi standar baku mutu lingkungan sesuai dengan SK. Gub. Jatim. No. 45 tahun 2002 tentang baku mutu limbah cair, dimana kadar COD yang akan dibuang ke badan air golongan IV tidak boleh melebihi 600 mg/L. Namun, semakin banyaknya limbah hasil pencucian mobil yang masuk ke perairan, menandakan semakin banyaknya surfaktan yang mencemari dan mengakibatkan dampak-dampak seperti self purification dari perairan yang tercemar zat tersebut menjadi menurun.

Roughing Filter merupakan salah satu model dari pengendap dengan multi false bottom berupa kerikil yang dapat memisahkan partikel tersuspensi secara efektif. Roughing filter biasanya menggunakan kerikil dengan diameter yang berbeda-beda, pada bagian mukanya menggunakan kerikil dengan diameter besar, pada bagian berikutnya menggunakan kerikil dengan diameter yang lebih kecil, demikian seterusnya. Sehingga pada tiap bagian tersebut menyaring padatan dengan diameter yang berbeda – beda pula.

Penelitian yang dilakukan oleh Fitri, dkk, 2012 bahwa Penelitian mengenai kombinasi VRF dan HRF ini merupakan kajian untuk mendapatkan debit, jenis dan ukuran media filter optimum dalam menurunkan kandungan bakteri total coliform pada air buangan domestik. Selain itu juga untuk mengetahui hubungan debit, jenis dan ukuran media filter terhadap penurunan bakteri total coliform pada air buangan domestik. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai pertimbangan untuk memilih nilai debit, jenis dan ukuran media filter yang tepat dalam menurunkan kandungan bakteri total coliform pada air buangan domestik dengan menggunakan kombinasi VRF dan HRF.

Penelitian yang dilakukan oleh Abadi, 2011 bahwa Debit optimum pada penelitian ini didapatkan sebesar 5 mL/detik dengan efisiensi penurunan sebesar 78 % pada parameter kekeruhan dan 79 % pada parameter TSS, yang dicapai selama 100 menit beroperasi. Hal ini dapat membuktikan teori sebelumnya bahwa semakin

kecil kapasitas pengolahan pada GRF, maka semakin besar efisiensi penurunan kekeruhan dan TSS. Untuk keperluan aplikasi di lapangan harus disesuaikan dengan kapasitas pengolahan dan target efisiensi.

Penelitian yang dilakukan oleh Jenti, dkk, 2014 menunjukkan bahwa tingkat kekeruhan dan kadar Fe pada air sumur gali dikelurahan Tambak Rejo sebelum dan setelah proses filtrasi dari Uji tingkat kekeruhan dan kadar Fe sebelum difiltrasi adalah 38,50 NTU dan 41,50 mg/l. Setelah difiltrasi dengan filter 1 selama 65menit tingkat kekeruhan menjadi 9,80 NTU dan kadar Fe menjadi 7,10 mg/l sedangkan filter 2 tingkat kekeruhan menjadi 4,90 NTU dan kadar Fe menjadi 4,50 mg/l. Filter 2 dengan menggunakan media kerikil 20 cm, pasir kwarsa 50 cm dan karbon aktif 10 cm mendapatkan hasil filtrasi yang lebih bagus daripada filter 1 dengan menggunakan media keirikil 20 cm, pasir kwarsa 40 cm dan karbon aktif 20 cm.

Penelitian yang dilakukan oleh Selintung, dkk, 2012 hasil pengujian air setelah filtrasi menunjukkan bahwa filtrasi dengan menggunakan saringan *single medium* belum memberikan hasil yang efektif, hanya parameter pH saja yang mengalami penurunan di semua variasi ketebalan media filter. Hal ini dapat dijelaskan bahwa untuk saringan *single medium*, pada awal dialirkan air ke dalam alat filtrasi masih ada sedimen dari media filter yang ikut mengalir, selanjutnya pada ketebalan tertentu (untuk penelitian ini pada ketebalan 650 mm) sudah memperlihatkan penurunan. Dan untuk ketebalan selanjutnya terjadi lagi *clogging* Hal ini menunjukkan bahwa variasi ketebalan media filter untuk saringan *single medium* sangat berpengaruh untuk mengetahui efektifitas suatu filter dan proses pencucian pada saat terjadi *clogging* mutlak dilakukan.

Penelitian yang dilakukan oleh Dewi, 2014 Filter gerabah tanah liat dengan campuran karbon aktif serta penambahan disinfektan ekstrak daun sirih, efektif menurunkan kandungan bakteri E.coli dan menurunkan kadar kekeruhan dalam pengolahan air baku. Perlakuan proses filtrasi dengan filter gerabah tanah liat menunjukkan adanya penurunan kadar kekeruhan dan menunjukkan perbedaan yang signifikan antara perbandingan tanah liat dan karbon aktif sebagai penyusun filter gerabah tanah liat. Penurunan kadar kekeruhan terjadi karena adanya tekanan

osmosis secara alami atas larutan, sehingga air jernih mengalir melintasi membran semipermeabel. Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa pembubuhan ekstrak daun sirih dapat menurunkan bakteri E.coli secara efektif dengan volume 15 ml, dengan efektivitas penurunan mencapai 100%. Hasil perhitungan untuk perlakuan ternyata terdapat perbedaan yang signifikan antara variasi jumlah ekstrak daun sirih terhadap penurunan bakteri E.coli.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan hasil penelitian di atas maka di butuhnya pengolahan air cucian mobil. Kebanyakan air langsung di buang ke saluran pembuangan dan akhirnya mengalir ke sungai tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu sehingga mengakibatkan terjadinya pencemaran dan untuk menangani hal tersebut di butuhnya pengolahan dengan menggunakan filtrasi yang bisa di lakukan dengan *Roughing Filter*.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Mengetahui penggunaan roughing filter dalam pengolahan limbah cucian mobil di Jl. Tidar kota Malang.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dalam penelitian ini adalah menghasilkan pengolahan sederhana dan murah pengoprasiaannya dalam menurunkan kandungan minyak lemak. Surfaktan anion (deterjen) dan BOD serta dapat memenuhi standar baku mutu.

## **1.5 Ruang Lingkup**

Melihat permasalahan di atas maka diambil batasan-batasan sebagai berikut:

1. Penelitian di lakukan dalam skala laboratorium.
2. Penelitian ini dilakukan untuk menurunkan kandungan beban pencemaran minyak lemak, surfakta anion (deterjen) dan BOD.
3. Air limbah yang digunakan merupakan limbah cucian mobil.
4. Jenis Media yang digunakan adalah batu zeolid, batu krikil dan gerabah

5. Menggunakan sistem continue.
6. Melakukan analisis awal parameter yang digunakan.
7. Perlakuan yang diberikan adalah :

**Variasi media**

- Batu kerikil (R1 : 35 cm, R2 : 30 cm)
- Batu zeolite (R1 : 30 cm, R2 : 30 cm)
- Pecahan genteng (R1 : 35 cm, R2: 40 cm)

**Variasi waktu oprasional : 0, 2, 4, 6, 8 jam**

8. Efektifitas filtrasi ditentukan berdasarkan tingkat removal parameter minyak lemak, surfaktan anion (derterjen) dan BOD pada sampel.
9. Hasil yang diinginkan dalam penelitian ini adalah memenuhi standar baku mutu air limbah bagi industri dan/atau kegiatan usaha lainnya berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Pengertian Air Limbah**

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001, air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair. Air limbah dapat berasal dari rumah tangga (domestik) maupun industri (industri). Berikut merupakan definisi air limbah dari berbagai sumber, sbb : Air limbah atau yang lebih dikenal dengan air buangan ini adalah merupakan :

- a) Limbah cair atau air buangan ( waste water ) dalah cairan buangan yang berasal dari rumah tangga, perdagangan, perkantoran, industri maupun tempat-tempat umum lainnya yang biasanya mengandung bahan-bahan atau zat-zat yang dapat membahayakan kesehatan atau kehidupan manusia serta mengganggu kelestarian lingkungan hidup.
- b) Kombinasi dari cairan atau air yang membawa buangan dari perumahan, institusi, komersial, dan industri bersama dengan air tanah, air permukaan, dan air hujan.
- c) Kotoran dari masyarakat dan rumah tangga, industri, air tanah/permukaan serta buangan lainnya (kotoran umum).
- d) Cairan buangan yang berasal dari rumah tangga, perdagangan, perkantoran, industri maupun tempat-tempat umum lainnya, dan biasanya mengandung bahan-bahan atau zat-zat yang dapat Universitas Sumatera Utara membahayakan kesehatan/kehidupan manusia serta mengganggu kelestarian lingkungan hidup.
- e) Semua air/szat cair yang tidak lagi dipergunakan, sekalipun kualitasnya mungkin baik.

## **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, lemah 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 organis, bahan pemberantas hama dan penyakit ( peptisida bahan pupuk yang mengandung nitrogen, fosfor, sulfur, mineral, dan sebagainya.

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.

## **2.3. Dampak Limbah**

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 diminium, 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**

Sifat fisik suatu limbah ditentukan berdasarkan jumlah padatan terlarut, tersuspensi dan total padatan, alkalinitas, kekeruhan, warna, salinitas, daya hantar listrik, bau dan temperature. Sifat fisik ini beberapa diantaranya dapat dikenali secara visual tapi untuk mengetahui secara pasti maka digunakan analisis laboratorium

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

Kandungan total zat padat dalam limbah cair didefinisikan sebagai seluruh bahan yang tertinggal dari penguapan pada suhu 103<sup>0</sup>C sampai 105<sup>0</sup>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 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**

Sifat bau limbah disebabkan karena zat-zat organik yang telah terurai dalam limbah mengeluarkan gas-gas seperti sulfide atau amoniak yang menimbulkan penciuman tidak enak bagi penciuman disebabkan adanya campuran nitrogen, sulfur dan fosfor yang berasal dari pembusukan protein yang dikandung limbah. Timbulnya bau yang diakibatkan limbah merupakan suatu indicator bahwa terjadi proses alamiah. Dengan adanya bau ini akan lebih mudah menghindarkan tingkat bahaya yang ditimbulkannya dibandingkan dengan limbah yang tidak menghasilkan bau..

**e. Temperatur**

Limbah yang mempunyai temperatur panas yang akan mengganggu pertumbuhan biota tertentu. Temperatur yang dikeluarkan suatu limbah cair harus merupakan temperature alami. Suhu berfungsi memperlihatkan aktifitas kimiawi dan biologis. Pada suhu tinggi pengentalan cairan berkurang dan mengurangi sedimentasi. Tingkat zat oksidasi lebih besar pada suhu tinggi dan pembusukanjarang terjadi pada suhu rendah.

#### f. Warna

Warna dalam air disebabkan adanya ion-ion logam besi dan mangan (secara alami), humus, plankton, tanaman, air dan buangan industri. Warna berkaitan dengan kekeruhan, dan dengan menghilangkan kekeruhan kelihatan warna nyata. Demikian juga warna dapat disebabkan zat-zat terlarut dan zat tersuspensi. Warna menimbulkan pemandangan yang jelek dalam air limbah meskipun warna tidak menimbulkan sifat racun.

#### 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).

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  $K_2Cr_2O_7$  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 bagi pencemaran 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.

#### 4. Methan Gas

methan terbentuk akibat penguraian zat-zat organik dalam kondisi anaerob pada air limbah. Gas ini dihasilkan lumpur yang membusuk pada dasar kolam, tidak berdebu, tidak berwarna dan mudah terbakar. Methan juga ditemukan pada rawa-rawa dan sawah.

#### 5. Keasaman air

Keasaman air diukur dengan pH meter. Keasaman ditetapkan berdasarkan tinggi rendahnya konsentrasi ion hidrogen dalam air. Air buangan yang mempunyai pH tinggi atau rendah menjadikan air steril dan sebagai akibatnya membunuh mikroorganisme air yang diperlukan untuk keperluan biota tertentu. Limbah air dengan keasaman tinggi bersumber dari buangan yang mengandung asam seperti air pembilas pada pabrik pembuatan kawat atau seng.

#### 6. Alkalinitas

Tinggi rendahnya alkalinitas air ditentukan air senyawa karbonat, garam-garam hidrokisda, magnesium dan natrium dalam air. Tingginya kandungan zat tersebut mengakibatkan kesadahan dalam air. Semakin tinggi kesadahan suatu air semakin sulit air berbuih.

#### 7. Oksigen terlarut

Keadaan oksigen terlarut berlawanan dengan keadaan BOD. Semakin tinggi BOD semakin rendah oksigenterlarut. Keadaan oksigen terlarut dalam air dapat

menunjukkan tanda-tanda kehidupan ikan dan biota dalam perairan. Semakin banyak ganggang dalam air semakin tinggi kandungan oksigennya.

#### **8. Logam-logam berat dan beracun**

Logam berat pada umumnya adalah metal-metal seperti copper, selter pada cadmium, air raksa, lead, chromium, iron dan nikel. Metal lain yang juga termasuk metal berat adalah arsen, selenium, cobalt, mangan, dan aluminium. Logam-logam ini dalam konsentrasi tertentu membahayakan bagi manusia.

#### **2.4.3 Karakteristik Biologis**

Bahan-bahan organik dalam air terdiri dari berbagai macam senyawaan. Protein adalah salah satu senyawa kimia organik yang membentuk rantai kompleks, mudah terurai menjadi senyawa-senyawa lain seperti asam amino. Bahan yang mudah larut dalam air akan terurai menjadi enzim dan bakteri tertentu. Bahan ragi akan terfermentasi menghasilkan alkohol. Pati sukar larut dalam air, akan tetapi dapat diubah menjadi gula oleh aktifitas mikrobiologi. Bahan-bahan ini dalam limbah akan diubah oleh mikroorganisme menjadi senyawa kimia yang sederhana seperti karbon dioksida dan air serta amoniak

#### **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 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. Pengolahan Limbah Cucian mobil

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

Penggunaan bahan kimia khususnya yang efisien untuk menurunkan kandungan total coli dan faecal coli dengan rangkaian unit Roughing Filter (RF) dan Slow Sand Filter (SSF). Penelitian ini menggunakan rangkaian unit RF yang terdiri dari empat variasi media kerikil yaitu 25; 19; 16; 1 mm kemudian unit SSF dengan diameter rata-rata pasir kali sebesar 0,25 mm. Penelitian ini juga terbagi atas tiga variasi filtration rate yaitu sebesar 0,125; 0,25; 0,5 m<sup>3</sup> /m<sup>2</sup> .jam. Dari penelitian diperoleh hasil terbaik penurunan jumlah bakteri total coli dan faecal coli pada unit RF variasi filtration rate sebesar 0,25 m<sup>3</sup> /m<sup>2</sup> .jam dimana efisiensi rata-rata sebesar 88,23% dan 85,59% serta pada unit SSF variasi filtration rate sebesar 0,125 m<sup>3</sup> /m<sup>2</sup> .jam dimana efisiensi rata-rata sebesar 99,95% dan 99,96%. (Dita Endah Khumalasari, 2013)

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)

Penelitian ini menggunakan unit Roughing Filter (RF), Prasedimentasi, Slow Sand Filter (SSF), dan Rapid Sand Filter (RSF). Variasi filtration rate yang digunakan adalah 0,125 m<sup>3</sup> /m<sup>2</sup> .jam; 0,25m<sup>3</sup> /m<sup>2</sup> .jam; dan 0,5 m<sup>3</sup> /m<sup>2</sup> .jam. Nilai kekeruhan dan warna ditentukan dari tiap-tiap unit yang digunakan dan dari berbagai variabel filtration rate yang diberikan,serta menentukan pengaruh filtration rate terhadap pola pencucian unit RF dan SSF. Rangkaian unit RF dan SSF paling efektif menurunkan nilai kekeruhan dan warna adalah. Filtration rate paling efektif adalah 0,25 m<sup>3</sup> /m<sup>2</sup> .jam. Semakin tinggi filtration rate maka semakin sering periode pencucian. Penggunaan unit RF dan SSF dapat mengurangi penggunaan bahan kimia sehingga dapat menghemat biaya pengolahan. (Nurina Fitriani,2012)

### 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	Roughing Filter
Kekeruhan air baku	< 50 NTU	<30 NTU	<30 NTU	20-80 NTU
Diameter media	0,15-0,35 mm	0,40-0,70 mm	0,40-0,70 mm	> 2,0 mm
Kedalaman/ketebalan media	1,0-1,4 m	0,8-1,0 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	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	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	Cara pencucian dengan backwash upflow	Backwash dengan air atau dicampur udara, dan bila perlu media digali, dicuci dan dipakai lagi atau diganti <
Headloss	100 cm	50-80 cm	50-80 cm	38 cm
Underdrain system	Menggunakan sistem lateral manifold. Menggunakan standart bricks atau	Menggunakan sistem lateral-manifold	Menggunakan sistem lateral-manifold	Menggunakan teepe atau sistem lateral manifold

	precast concrete blocks dengan lobang-lobang di atas atau porous concrete			
--	---	--	--	--

(Sumber : Djoko Bowo Marsono, 1997)

**Tabel 2.2 Baku Mutu Air Limbah Deterjen berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Untuk Pencucian Kendaraan Bermotor.**

BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK PENCUCIAN KENDARAAN BERMOTOR	
Volume Air Limbah Maximum per satuan produk 1,5 M <sup>3</sup> / Kendaraan besar 0,5 M <sup>3</sup> / Kendaraan Kecil 0,1 M <sup>3</sup> / Sepeda Motor	
Parameter	Kadar Maximum (mg/l)
BOD <sub>5</sub>	100
COD	250
TSS	100
Minyak dan Lemak	10
MBAS (Detergent)	10
Fosfat (sebagai P <sub>2</sub> O <sub>4</sub> )	10
pH	6-9

Keterangan :

Kendaraan Besar adalah : Jenis Truk, Trailer dsb

Kendaraan Kecil adalah : Jenis Sedan, Mini Bus, Pickup,  
Jeep, Station Wagon dsb

Sepeda Motor adalah : Jenis Sepeda Motor dan Skuter

## **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.

### 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. Batu pecahan genteng (*gerabah*)

Hasil penelitian dilakukan Bambang Switarto dan Sugito penurunan media pecahan genteng Efisiensi reduksi maksimum diperoleh rata-rata sebesar 96% setelah reaktor beroperasi tiga minggu. Pemanfaatan teknologi Biofilter menggunakan media pecahan genteng yang murah terpadukan dengan karbon aktif dapat mereduksi kandungan detergen pada limbah laundry sehingga tidak mencemari air permukaan.

### 2.12. Aktifasi

Proses aktifasi dilakukan dengan cara pemanasan pada temperatur 750-950°C dengan mencampurkan CO<sub>2</sub> 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 (ZnCl<sub>2</sub>), magnesium klorida (MgCl<sub>2</sub>), kalsium klorida (CaCl<sub>2</sub>), natrium hidroksida (NaOH), natrium karbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), natrium klorida (NaCl), potassium sulfida (K<sub>2</sub>S), asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), potassium hidroksida (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 menghasilkan karbon dengan struktur permukaan lebih besar dibandingkan dengan yang sebelumnya (Sumber : Kusnaedi, 2010).

## **2.13 Parameter Uji**

### **2.13.1 Minyak Lemak**

Minyak lemak merupakan analisis penentuan besarnya kandungan minyak lemak yang terkandung dalam sampel air. Semakin tinggi kandungan minyak lemak dalam air maka kualitas air tersebut semakin buruk. Analisis yang dilakukan yaitu dengan metode gravimetri..

### **2.13.2 BOD**

BOD merupakan analisis yang menentukan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroba aerobik untuk mengoksidasi bahan organik karbon dalam contoh uji air limbah, effluen atau air yang tercemar yang tidak mengandung atau yang telah dihilangkan zat-zat toksik dan zat-zat pengganggu lainnya. Pengujian dilakukan pada suhu  $26\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  selama 5 hari  $\pm 6$  jam..

### **2.13.3 Surfaktan Anion (Deterjen)**

Deterjen merupakan salah satu produk industri yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, terutama untuk keperluan rumah tangga dan industri. Detergen dapat berbentuk cair, pasta, atau bubuk yang mengandung konstituen bahan aktif pada permukaannya dan konstituen bahan tambahan. Konstituen bahan aktif adalah berupa surfaktan yang merupakan singkatan dari surface active agents, yaitu bahan yang menurunkan tegangan permukaan suatu cairan dan di antarmuka fasa (baik cair-gas maupun cair-cair) untuk mempermudah penyebaran dan pemerataan. Adapun konstituen tambahan dapat berupa pembangun, zat pengisi, zat pendorong, diantaranya adalah : Garam dodesilbenzena sulfonat, natrium lauril eter sulfat, kokonum sitrat, dan metil paraben

## **2.14. 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.

### **2.14.1. 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.

### **2.14.2. 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).

### **2.14.3. 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.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

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

Penelitian ini termasuk dalam penelitian Laboratorium (*Laboratory Experiment*), yang dilaksanakan dalam skala laboratorium. Penelitian ini menerapkan sistem *Roughing Filter* dengan batu zeolit, batu kerikil dan pecahan genteng dalam rangkaian pengolahan limbah cair cucian mobil.

#### **3.2 Lokasi Penelitian**

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

1. Unit usaha cucian mobil di Jl. Tidar kota Malang, sebagai titik pengambilan sampel limbah cair cucian mobil.
2. Laboratorium Teknik Lingkungan ITN Malang merupakan tempat penelitian filtrasi, sebagai tempat menganalisis sampel air untuk mengetahui parameter yang akan diuji.

#### **3.3 Alat dan Bahan Penelitian**

##### **3.3.1. Alat**

##### **a. Reaktor roughing filter**

Reaktor yang digunakan berjumlah dua buah dan terbuat dari bahan kaca dengan dimensi panjang x lebar x tinggi : 30 cm x 30 cm x 120 cm. Digunakannya reaktor berbahan kaca bertujuan agar proses yang terjadi di dalam reaktor dapat terlihat secara visual serta lebih mudah diperoleh dan memiliki harga yang lebih terjangkau dibandingkan dengan reaktor dari bahan akrilik dan alumunium.

##### **b. Peralatan laboratorium**

Peralatan lain yang digunakan yaitu beaker glass, gelas ukur, erlenmeyer, pipet volumetrik, neraca analitik, oven, desikator, dan inkubator.

c. Reservoir

Reservoir yang digunakan untuk menampung air limbah sebanyak 1 buah, 1 buah reservoir yang memiliki volume 70 liter. Reservoir yang bervolume 70 liter diletakkan diatas menara sebagai reservoir utama.

**3.3.2. Bahan**

- a. Limbah cair cucian mobil dari unit usaha cucian mobil di Jl. Tidar Kota Malang.
- b. Roughing filter dari batu zeolite, batu kerikil dan pecahan genteng.
- c. Bahan-bahan kimia untuk analisis parameter uji.

**3.4 Variabel Penelitian**

**3.4.1 Variabel terikat (*Dependent Variable*)**

Parameter yang diteliti adalah konsentrasi minyak lemak, Surfaktan Anion (Deterjen) dan *Biological Oxygen Demand* (BOD).

**3.4.2 Variabel bebas (*Independent Variable*)**

- Waktu oprasional : 0, 2, 4, 6, dan 8 jam
- Reaktor

Roughing Filter 1 : ketinggian spasi Kedasar 10 cm  
: ketinggian Batu Zeolite 30 cm  
: ketinggian Batu Kerikil 35 cm  
: ketinggian Pecahan genteng 35 cm  
: ketinggian spasi Ke Atas 10 cm

Roughing Filter 2 : ketinggian spasi Kedasar 10 cm  
: ketinggian Batu Zeolite 30 cm  
: ketinggian Batu Kerikil 30 cm  
: ketinggian Pecahan genteng 40 cm  
: ketinggian spasi Ke Atas 10 cm

### 3.4.3 Variabel Tetap

- a. Debit aliran sebesar 0,2 L/Menit
- b. Tinggi media berbeda-beda.
- c. Diameter media yang digunakan dalam penelitian ini 6 mm. Karena untuk ukuran diameter roughing filter itu sendiri > 2-20 mm.

## 3.5 Pelaksanaan Penelitian

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

### 3.5.1 Proses Sampling

Pengambilan sampel dilakukan mulai jam 09.00-17.00, karena pada waktu tersebut aktifitas pencucian mobil dilakukan sampai selesai, sehingga air limbah yang dihasilkan memiliki volume yang besar dan mencukupi kebutuhan pengambilan sampel.

#### 1. Persiapan pengambilan sampel

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

#### 2. Pengambilan sampel

Titik sampling dilakukan pada aliran yang mengarah ke drainase sistem pengambilan dilakukan dengan cara di tampung didalam aliran drainase.

### 3.5.2 Persiapan Media Filter

Sebelum penelitian dilakukan, persiapan dan perlakuan terhadap alat dan media yang akan digunakan harus diperhatikan agar penelitian dapat mencapai tujuan penelitian dengan baik. Media-media yang akan digunakan perlu diperhatikan dan diperlakukan sesuai dengan kriteria yang telah direncanakan. Sebelumnya seluruh media seperti Reservoar, batu zeolit, gerabah pecahan keramik dan batu dicuci terlebih dahulu setelah itu di masukkan di oven untuk mengeringkan

media kemudian dimasukan ke dalam Reaktor. Hal ini bertujuan untuk agar media yang digunakan dalam keadaan bersih dan steril dari bakteri dan kotoran lainnya.

### **3.5.3 Persiapan Reservoir**

Mengatur ketinggian reservoir pada reaktor. Media di masukkan ke dalam reaktor Roughing filter selanjutnya mengatur ketinggian masing-masing media sesuai yang akan di teliti.

### **3.5.4 Roughing filter**

Roughing filter merupakan yang terbuat dari kaca 0,8 mm. Digunakan kaca dalam pembuatan unit bertujuan agar proses filtrasi dapat terlihat secara visual. Sebelum media filtrasi di masukkan kedalam unit, maka unit dalam keadaan siap digunakan. Setelah unit di siap, media filter dimasukan ke dalam reaktor. Di mana tiap media memiliki ketinggian yang berbeda. Ketinggian total media dari roughing filter adalah 100 cm dari ketinggian reaktor 120.

## **3.6 Analisis Parameter Uji**

### **3.6.1 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 70o C bila menggunakan pelarut trichlorotriflouroethane atau bila menggunakan pelarut campuran n-hexana dengan methyl tert buthyl ether (80 : 20) pada titik didih di bawah 85°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).

### 3.6.2 BOD

Analisis BOD terlarut dilakukan untuk mengetahui besarnya BOD terlarut awal dari air limbah sebelum dilaksanakan penelitian, yang nantinya akan dibandingkan dengan BOD terlarut *effluent* sehingga dapat diketahui penyisihan BOD<sub>5</sub> yang terjadi. Sampel yang digunakan untuk menganalisis BOD<sub>5</sub> 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<sub>4</sub>) 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°C selama 5 hari
6. Kemudian buang 100 ml larutan jernih dengan pipet
7. Tambahkan 2 ml asam sulfat pekat H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 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)

### 3.6.3 *Surfaktan Anion (Deterjen)*

Detergen merupakan salah satu produk industri yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, terutama untuk keperluan rumah tangga dan industri.

Detergen dapat berbentuk cair, pasta, atau bubuk yang mengandung konstituen bahan aktif pada permukaannya dan konstituen bahan tambahan. Konstituen bahan aktif adalah berupa surfaktan yang merupakan singkatan dari surface active agents, yaitu bahan yang menurunkan tegangan permukaan suatu cairan dan di antarmuka fasa (baik cair-gas maupun cair-cair) untuk mempermudah penyebaran dan pemerataan. Adapun konstituen tambahan dapat berupa pembangun, zat pengisi, zat pendorong, diantaranya adalah : Garam *dodesilbenzena sulfonat*, *natrium lauril eter sulfat*, *kokonom sitrat*, dan *metil paraben*. Adapun prosedur analisis Surfaktan *Anion* (deterjen) adalah sebagai berikut :

**a. Alat**

Alat-alat yang dipergunakan dalam proses analisis meliputi:

1. Spektrofotometer U-2010
2. Labu ukur 100 mL
3. Corong pisah
4. Pipet volume 25 mL dan 50 mL
5. Beker glass 250 mL
6. Filler pipet
7. Gelas ukur 50 mL
8. Erlenmeyer 100 mL

**b. Bahan**

- Air Suling
- Larutan methylene blue

Larutkan 0,05g methylene blue lalu tambahkan 50g  $\text{NaH}_2(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  ke dalam labu ukur 1000 mL kemudian tambahkan 6,8 mL asam sulfat (p.a), ditepatkan hingga tanda tera.

- Larutan Pencuci

Larutkan 50 g Natrium dihidrogen fosfat /  $\text{NaH}_2(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  kedalam labu ukur 1000 mL, penambahan asam sulfat (p.a). Ditambahkan air suling hingga garis tera.

- Kloroform
- Larutan induk detergen 1000 mg/L ASL

Larutkan 0,5 g ASL 100% aktif atau Natrium Lauril Sulfat ( $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{Na}$ ) dalam labu ukur 500 mL, ditepatkan hingga garis tera, disimpan dalam lemari es untuk menghindari biodegradasi, jika perlu dibuat seminggu sekali.

### **c. Prosedur Pembuatan Kurva Kalibrasi**

1. Larutan induk detergent diambil sebanyak 0, 250, 500, 750 dan 1000 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 500 mL, ditambahkan air suling hingga tanda tera, kemudian diaduk hingga homogen. Diperoleh kadar 0,00; 0,2; 0,4; 1,0; 1,2 dan 2,0 mg/L MBAS.
2. Larutan baku diambil dengan volum masing – masing 100 mL dan dimasukkan ke dalam corong pemisah 30 mL.
3. Ditambahkan larutan biru methylene sebanyak 25mL.
4. Ditambahkan 10 mL  $\text{CHCl}_3$ , digojog kuat – kuat selama 30 detik, sekali kali buka tutup corong untuk mengeluarkan gas.
5. Didiamkan hingga terjadi pemisahan fase, corong pemisah digoyang perlahan – lahan, jika terbentuk emulsi, tambahkan sedikit isopropil alkohol (10 mL), lapisan bawah ( $\text{CHCl}_3$ ) dikeluarkan dan ditampung dalam corong pemisah lain.
6. Ekstraksi diulangi seperti butir 4 dan 5 sebanyak 2 kali dan larutan ekstrak digabung dengan larutan ekstrak pada butir 5.
7. Ditambahkan 50 mL larutan pencuci ke dalam larutan ekstrak (kloroform gabungan) dan digojog kuat – kuat selama 30 detik.
8. Didiamkan sampai terjadi pemisahan fase, corong digoyangkan perlahan – lahan, lapisan bawah (Chloroform) dikeluarkan melalui serabut kaca, dimasukkan ke dalam labu ukur (jaga agar lapisan air tidak terbawa).

9. Ekstraksi diulangi terhadap larutan pencuci dengan kloroform seperti butir 4 dan 5 sebanyak 2 kali.
10. Serabut kaca dicuci dengan kloroform sebanyak 5 mL dan digabung dengan larutan ekstrak diatas.
11. Larutan ekstrak dimasukkan kedalam labu ukur 50 mL dan ditambahkan kloroform sampai tanda tera.
12. Larutan ekstrak dimasukkan kedalam cuvet pada alat spektrofotometer , dibaca dan dicatat absorbansinya pada panjang gelombang 652 nm, pembacaan dilakukan tidak lebih dari 3 jam setelah ekstraksi.
13. Apabila perbedaan hasil pengukuran serapan masuk secara duplo lebih besar dari 2% periksa alat dan ulangi pekerjaan dari langkah awal, apabila lebih kecil atau sama dengan 2% , rata – ratakan hasil.
14. Kurva kalibrasi dibuat dari data 13 dan ditentukan persamaan garisnya.

**d. Prosedur Uji Kadar Surfaktan**

1. Sampel diambil masing – masing 100 mL dan dimasukkan ke dalam corong pemisah 500 mL.
2. Ditambahkan larutan biru methylene sebanyak 25 mL.
3. Ditambahkan 50 mL kloroform , digojog kuat – kuat selama 30 detik, sekali kali buka tutup corong untuk mengeluarkan gas.
4. Didiamkan hingga terjadi pemisahan fase, corong pemisah digoyangkan perlahan-lahan.
5. Ditambahkan 50 mL larutan pencuci ke dalam larutan ekstrak (kloroform gabungan) dan digojog kuat – kuat selama 30 detik.
6. Didiamkan sampai terjadi pemisahan fase, digoyang perlahan – lahan, lapisan bawah (kloroform) dikeluarkan melalui serabut kaca, dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 mL (jaga agar lapisan air tidak terbawa).  
Larutan ekstrak dimasukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer , dibaca dan dicatat absorbansinya pada panjang gelombang 652 nm, pembacaan dilakukan tidak lebih dari 3 jam setelah ekstraksi.

### **3.7 Analisis Data**

#### **3.7.1 Analisis Deskriptif**

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

#### **3.7.2 Analisis Korelasi**

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

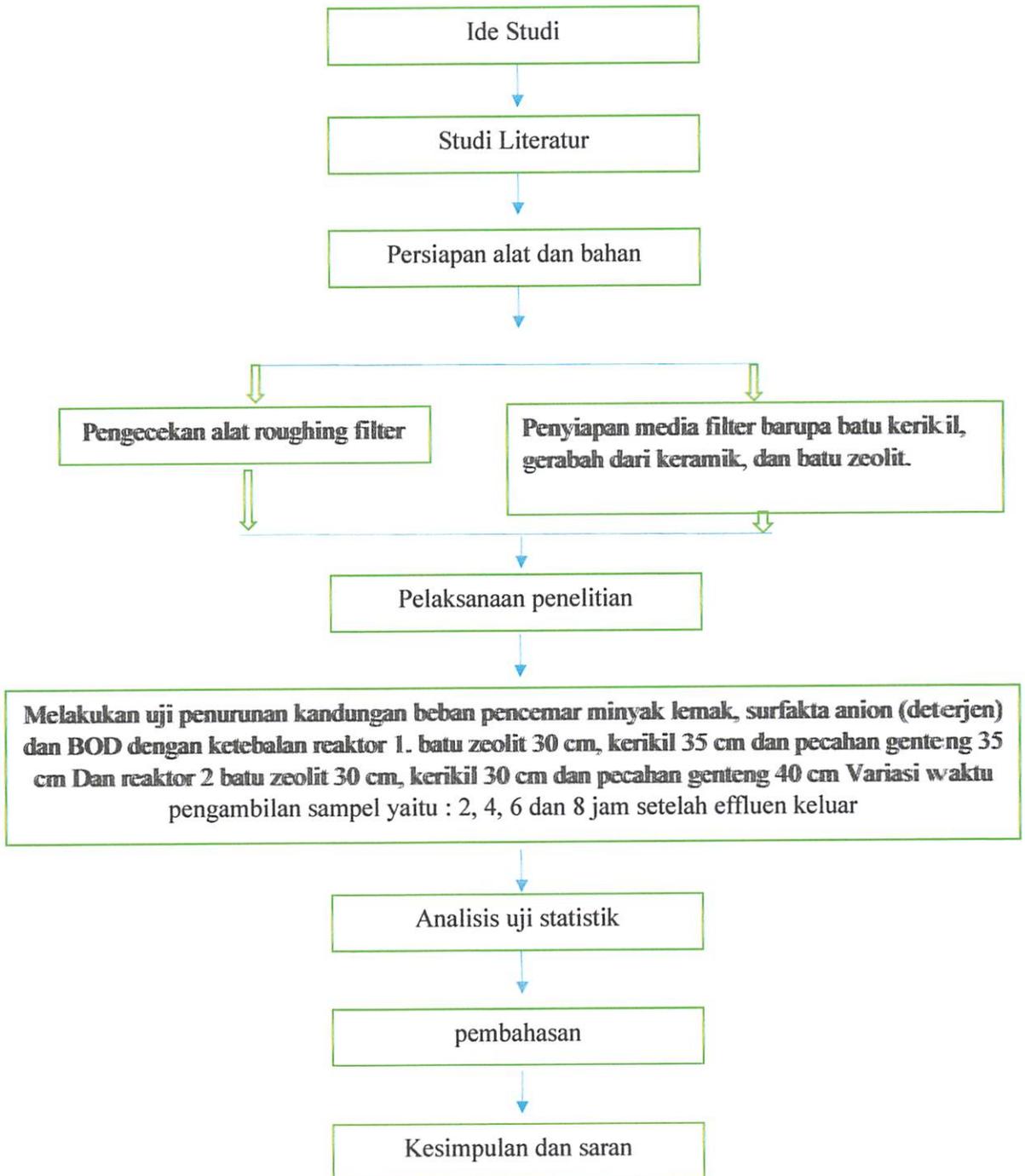
#### **3.7.3 Analisis Varian**

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 surfaktan anion (deterjen), 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.

### **3.8 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 gerabah sebagai media pada kombinasi *roughing filter* dalam menurunkan kadar Minyak lemak, surfaktan anion (deterjen) dan BOD pada limbah cair cucian

mobil. Maka dibuat kerangka penelitian yang dapat dilihat pada bagan berikut :



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

## **BAB IV**

### **PEMBAHASAN**

#### **4.1 Karakteristik Limbah Cucian Mobil**

Penelitian ini menggunakan limbah cucian Mobil Jl.Tidar kota Malang, dimana hasil dari limbah cucian mobil ini menggunakan Detergen khusus yang digunakan pada saat mencuci. 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 negatif terhadap lingkungan sehingga perlu dilakukan pengolahan untuk mengurangi dampak limbah cair terhadap lingkungan.

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

Table 4. 1 Analisis Awal Limbah Cucian Mobil Jl.Tidar kota Malang

<b>No</b>	<b>Parameter</b>	<b>Konsentrasi</b>	<b>Baku Mutu*</b>
1	BOD	189,7	100
2	Deterjen	42,3	10
3	Minyak Lemak	39.7	10

Keterangan : \* Baku Mutu Air Limbah Deterjen berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Untuk Pencucian Kendaraan Bermotor.

Tingginya nilai konsentrasi awal parameter yang terdapat pada limbah cucian mobil yang ada di Jl.Tidar Malang melebihi baku mutu dikarenakan pada bangunan ini belum adanya pengolahan limbah cair, sehingga mengakibatkan tingginya nilai parameter yang ada. Maka dilakukan proses pengolahan yang dapat menurunkan nilai konsentrai yang terdapat pada parameter yang ada pada limbah cair domestik.

Untuk mengetahui Presentase Penyisihan digunakan rumus :

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

### 4.3 Hasil Analisis Deskriptif

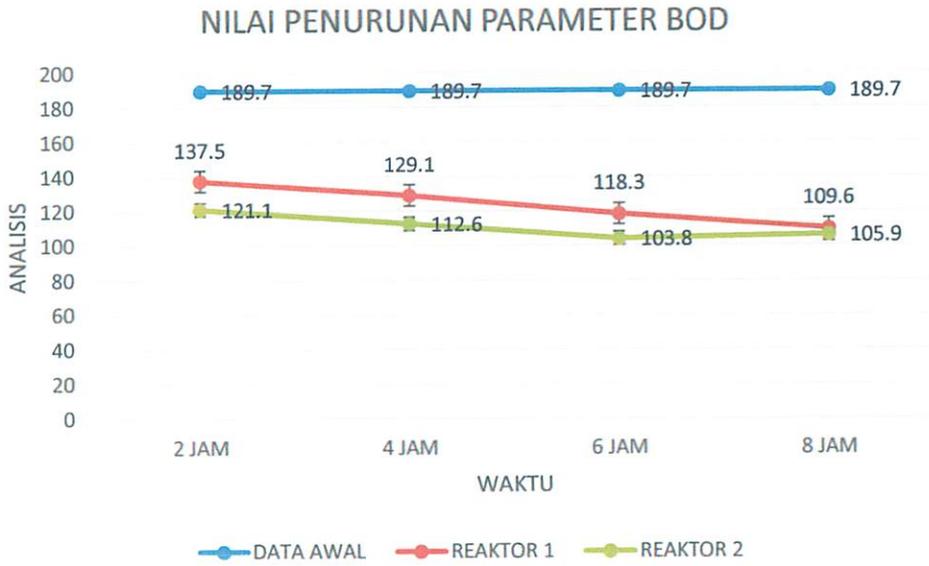
Analisis deskriptif dilakukan untuk menganalisis data dengan cara mendeskriptifkan data yang telah terkumpul tanpa maksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum. Dalam penelitian ini analisa deskriptif menggunakan rata-rata data atau mean.

#### 4.3.1 Hasil Analisis BOD

Data hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa, Dalam proses filtrasi dengan menggunakan media batu zeolit, krikil, dan pecahan genteng mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi BOD

Table 4. 2 Hasil Analisis Data BOD

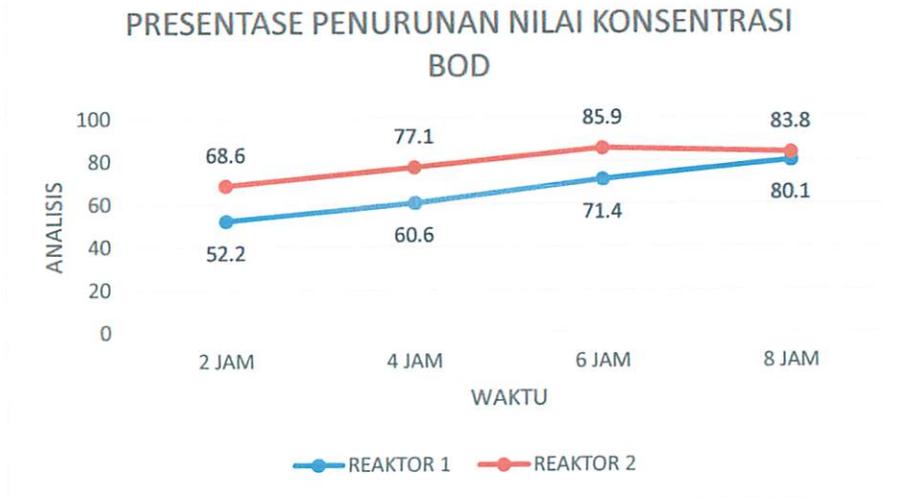
No	Waktu	Awal	Proses	
			Reaktor 1	Reaktor 2
1	2 Jam	189,7	137,5	121,1
2	4 Jam	189,7	129,1	112,6
3	6 Jam	189,7	118,3	103,8
4	8 Jam	189,7	109,6	105,9



Gambar 4.1 Grafik Efektifitas Penurunan Nilai Konsentrasi BOD

Tabel 4.3 Presentase Penurunan Nilai Konsentrasi BOD

No	Waktu	Proses	
		Reaktor 1	Reaktor 2
1	2 Jam	52,2 %	68,6 %
2	4 Jam	60,6 %	77,1 %
3	6 Jam	71,4 %	85,9 %
4	8 Jam	80,1 %	83,8 %



Gambar 4.2 Grafik Presentase Penuruan Nilai Konsentrasi BOD

Pada pengolahan air limbah cucian mobil yang telah dilakukan dengan menggunakan Roughing Filter menggunakan media batu zeolite, batu kerikil dan pecahan genteng, maka didapatkan hasil sebagai berikut :

Pada jam ke 2 nilai BOD sampel pertama sebelum dilakukan pengolahan yaitu sebesar 189,7 mg/l. dan kemudian di lakukan pengolahan dengan Roughing Filter terjadi penurunan nilai BOD pada Reaktor 1 sebesar 137,5 mg/l dengan presentase penyisihan sebesar 52,2 %. Kemudian di lanjutkan dengan Reaktor 2 setelah di lakukan pengolahan terjadi penurunan BOD sebesar 121,1 mg/l dengan presentase penyisihan sebesar 68,6 mg/l.

Pada jam ke 4 nilai BOD sampel pertama sebelum dilakukan pengolahan yaitu sebesar 189,7 mg/l. dan kemudian di lakukan pengolahan dengan Roughing Filter terjadi penurunan nilai BOD pada Reaktor 1 sebesar 129,1 mg/l dengan presentase penyisihan sebesar 60,6 %. Kemudian di lanjutkan dengan Reaktor 2 setelah di lakukan pengolahan terjadi penurunan BOD sebesar 112,6 mg/l dengan presentase penyisihan sebesar 77,1 mg/l.

Pada jam ke 6 nilai BOD sampel pertama sebelum dilakukan pengolahan yaitu sebesar 189,7 mg/l. dan kemudian di lakukan pengolahan dengan Roughing Filter terjadi penurunan nilai BOD pada Reaktor 1 sebesar 118,3 mg/l dengan presentase penyisihan sebesar 71,4 %. Kemudian di lanjutkan dengan Reaktor 2

setelah di lakukan pengolahan terjadi penurunan BOD sebesar 103,8 mg/l dengan presentase penyisihan sebesar 85,9 mg/l.

Pada jam ke 8 nilai BOD sampel pertama sebelum dilakukan pengolahan yaitu sebesar 189,7 mg/l. dan kemudian di lakukan pengolahan dengan Roughing Filter terjadi penurunan nilai BOD pada Reaktor 1 sebesar 109,6 mg/l dengan presentase penyisihan sebesar 80,1 %. Kemudian di lanjutakan dengan Reaktor 2 setelah di lakukan pengolahan terjadi penurunan BOD sebesar 105,9 mg/l dengan presentase penyisihan sebesar 83,3 mg/l.

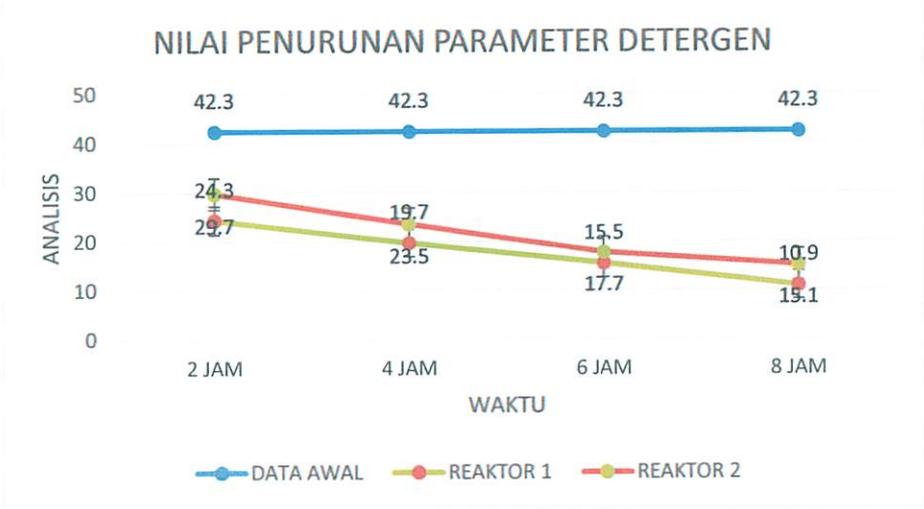
Efektifitas penurunan Pada Reaktor 1 dan Reaktor 2 memiliki kandungan BOD terendah dan tertinggi, pada Reaktor 1 berada pada jam ke 8 dengan nilai penurunan terendah yaitu 109,6 mg/l dengan nilai presentase penyisihan sebesar 80,1 % dan untuk nilai penurunan tertinggi pada Reaktor 1 pada jam ke 2 yaitu 137,5 % dengan presentase 52,2 %. Untuk BOD terendah pada Reaktor 2 berada pada jam ke 6 dengan nilai penurunan tertinggi 103,8 mg/l dengan nilai presentase penyisihan 85,9 % dan untuk nilai penurunan tertinggi pada Reaktor 2 pada jam ke 2 yaitu 137,5 % dengan presentase 52,2 %. Dari kedua Reaktor 1 dan 2 yang paling terendah melakukan penurunan ialah Reaktor 2 pada jam ke 6 dengan nilai 103,8 mg/l dengan nilai presentase 85,9 %. Hal ini disebabkan karena media Roughing Filter memiliki penyaringan pada jam ke 6 lebih efektif ketimbang jam lainnya.

#### 4.3.2 Hasil Analisis Detergen

Data hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa, Dalam proses filtrasi dengan menggunakan media batu zeolit, krikil, dan pecahan genteng mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi Detergen.

Table 4.4 Hasil Analisis Data Detergen

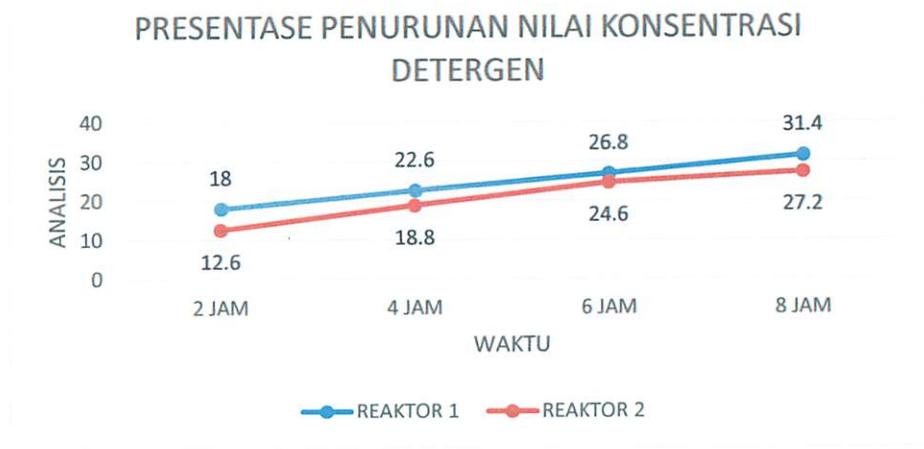
No	Waktu	Awal	Proses	
			Reaktor 1	Reaktor 2
1	2 Jam	42,3	24,3	29,7
2	4 Jam	42,3	19,7	23,5
3	6 Jam	42,3	15,5	17,7
4	8 Jam	42,3	10,9	15,1



Gambar 4.3 Grafik Efektifitas Penurunan Nilai Detergen

Tabel 4.5 Presentase Penurunan Nilai Konsentrasi Detergen

No	Waktu	Proses	
		Reaktor 1	Reaktor 2
1	2 Jam	18 %	12,6 %
2	4 Jam	22,6 %	18,8 %
3	6 Jam	26,8 %	24,6 %
4	8 Jam	31,4 %	27,2 %



Gambar 4.4 Grafik Presentase Penyisihan Detergen

Pada pengolahan air limbah cucian mobil yang telah dilakukan dengan menggunakan Roughing Filter menggunakan media batu zeolite, batu kerikil dan pecahan genteng, maka didapatkan hasil sebagai berikut :

Pada jam ke 2, nilai Detergen sampel pertama sebelum dilakukan pengolahan yaitu sebesar 42,3 mg/l. dan kemudian di lakukan pengolahan dengan Roughing Filter terjadi penurunan nilai Detergen pada Reaktor 1 sebesar 24,3 mg/l dengan presentase penyisihan sebesar 18 %. Kemudian di lanjutkan dengan Reaktor 2 setelah di lakukan pengolahan terjadi penurunan Detergen sebesar 29,7 mg/l dengan presentase penyisihan sebesar 12,6 mg/l.

Pada jam ke 4, nilai Detergen sampel pertama sebelum dilakukan pengolahan yaitu sebesar 42,3 mg/l. dan kemudian di lakukan pengolahan dengan Roughing Filter terjadi penurunan nilai Detergen pada Reaktor 1 sebesar 19,7 mg/l dengan presentase penyisihan sebesar 22,6 %. Kemudian di lanjutkan dengan Reaktor 2 setelah di lakukan pengolahan terjadi penurunan Detergen sebesar 23,5 mg/l dengan presentase penyisihan sebesar 18,6 mg/l.

Pada jam ke 6, nilai Detergen sampel pertama sebelum dilakukan pengolahan yaitu sebesar 42,3 mg/l. dan kemudian di lakukan pengolahan dengan Roughing Filter terjadi penurunan nilai Detergen pada Reaktor 1 sebesar 15,5 mg/l dengan presentase penyisihan sebesar 26,8 %. Kemudian di lanjutkan dengan Reaktor 2 setelah di lakukan pengolahan terjadi penurunan Detergen sebesar 17,7 mg/l dengan presentase penyisihan sebesar 24,6 mg/l.

Pada jam ke 8, nilai Detergen sampel pertama sebelum dilakukan pengolahan yaitu sebesar 42,3 mg/l. dan kemudian di lakukan pengolahan dengan Roughing Filter terjadi penurunan nilai Detergen pada Reaktor 1 sebesar 10,9 mg/l dengan presentase penyisihan sebesar 31,4 %. Kemudian di lanjutkan dengan Reaktor 2 setelah di lakukan pengolahan terjadi penurunan Detergen sebesar 15,1 mg/l dengan presentase penyisihan sebesar 27,2 mg/l.

Efektifitas penurunan Pada Reaktor 1 dan Reaktor 2 memiliki kandungan Detergen terendah dan tertinggi, pada Reaktor 1 berada pada jam ke 8 dengan nilai penurunan terendah yaitu 10,9 mg/l dengan nilai presentase penyisihan sebesar 31,4 % dan untuk nilai penurunan tertinggi pada Reaktor 1 pada jam ke 2 yaitu 24,3

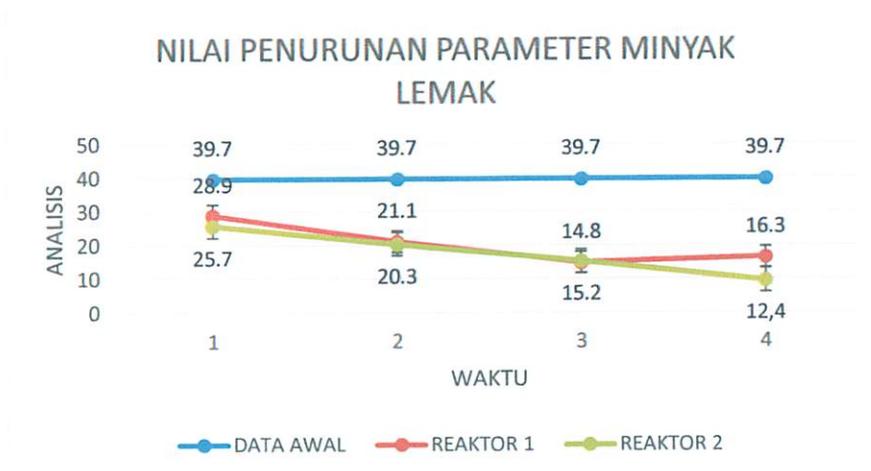
dengan presentase 18 %. Untuk Detergen terendah pada Reaktor 2 berada pada jam ke 8 dengan nilai penurunan tertinggi 15,1 mg/l dengan nilai presentase penyisihan 27,2 % dan untuk nilai penurunan tertinggi pada Reaktor 2 pada jam ke 2 yaitu 29,7 dengan presentase 12,6 %. Dari kedua Reaktor 1 dan 2 yang paling terendah melakukan penurunan ialah Reaktor 1 pada jam ke 8 dengan nilai 10,9 mg/l dengan nilai presentase 31,4 %. Hal ini disebabkan karena media Roughing Filter memiliki penyaringan pada jam ke 8 lebih efektif ketimbang jam lainnya.

### 4.3.3 Hasil Analisis Minyak Lemak

Data hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa, Dalam proses filtrasi dengan menggunakan media batu zeolit, krikil, dan batu gerabah mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi Minyak Lemak.

Table 4.6 Hasil Analisis Data Minyak Lemak

No	Waktu	Awal	Proses	
			Reaktor 1	Reaktor 2
1	2 Jam	39,7	28,9	25,7
2	4 Jam	39,7	21,1	20,3
3	6 Jam	39,7	14,8	15,2
4	8 Jam	39,7	16,3	12,4

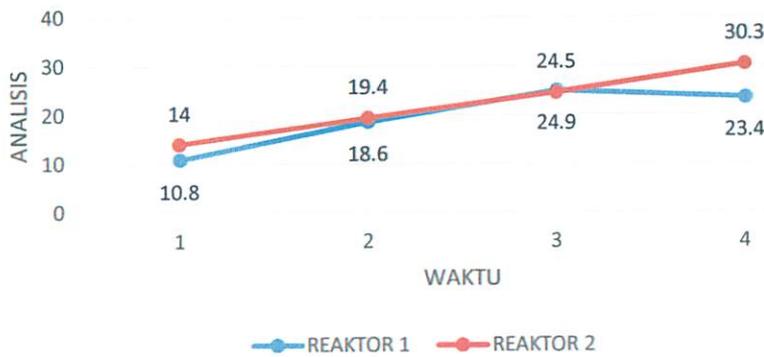


Gambar 4.5 Grafik Efektifitas Penurunan Nilai Minyak Lemak

Tabel 4.7 Presentase Penurunan Nilai Konsentrasi Minyak Lemak

No	Waktu	Proses	
		Reaktor 1	Reaktor 2
1	2 Jam	10,8 %	14 %
2	4 Jam	18,6 %	19,4 %
3	6 Jam	24,9 %	24,5 %
4	8 Jam	23,4 %	30,3 %

PRESENTASE PENURUNAN NILAI KONSENTRASI MINYAK LEMAK



Gambar 4.6 Grafik Presentase Penyisihan Minyak Lemak

Pada pengolahan air limbah cucian mobil yang telah dilakukan dengan menggunakan Roughing Filter menggunakan media batu zeolite, batu kerikil dan pecahan genteng, maka didapatkan hasil sebagai berikut :

Pada jam ke 2, nilai Minyak Lemak sampel pertama sebelum dilakukan pengolahan yaitu sebesar 39,7 mg/l. dan kemudian di lakukan pengolahan dengan Roughing Filter terjadi penurunan nilai Minyak Lemak pada Reaktor 1 sebesar 28,9 mg/l dengan presentase penyisihan sebesar 10,8 %. Kemudian di lanjutakan dengan Reaktor 2 setelah di lakukan pengolahan terjadi penurunan Minyak Lemak sebesar 25,7 mg/l dengan presentase penyisihan sebesar 14 mg/l.

Pada jam ke 4, nilai Minyak Lemak sampel pertama sebelum dilakukan pengolahan yaitu sebesar 39,7 mg/l. dan kemudian di lakukan pengolahan dengan Roughing Filter terjadi penurunan nilai Minyak Lemak pada Reaktor 1 sebesar 21,1 mg/l dengan presentase penyisihan sebesar 18,6 %. Kemudian di lanjutakan dengan

Reaktor 2 setelah di lakukan pengolahan terjadi penurunan Minyak Lemak sebesar 20,3 mg/l dengan presentase penyisihan sebesar 19,4 mg/l.

Pada jam ke 6, nilai Minyak Lemak sampel pertama sebelum dilakukan pengolahan yaitu sebesar 39,7 mg/l. dan kemudian di lakukan pengolahan dengan Roughing Filter terjadi penurunan nilai Minyak Lemak pada Reaktor 1 sebesar 14,8 mg/l dengan presentase penyisihan sebesar 24,9 %. Kemudian di lanjutkan dengan Reaktor 2 setelah di lakukan pengolahan terjadi penurunan Minyak Lemak sebesar 15,2 mg/l dengan presentase penyisihan sebesar 24,5 mg/l.

Pada jam ke 8, nilai Minyak Lemak sampel pertama sebelum dilakukan pengolahan yaitu sebesar 39,7 mg/l. dan kemudian di lakukan pengolahan dengan Roughing Filter terjadi penurunan nilai Minyak Lemak pada Reaktor 1 sebesar 16,3 mg/l dengan presentase penyisihan sebesar 23,4 %. Kemudian di lanjutkan dengan Reaktor 2 setelah di lakukan pengolahan terjadi penurunan Minyak Lemak sebesar 12,4 mg/l dengan presentase penyisihan sebesar 30,3 mg/l.

Efektifitas penurunan Pada Reaktor 1 dan Reaktor 2 memiliki kandungan Minyak Lemak terendah dan tertinggi, pada Reaktor 1 berada pada jam ke 6 dengan nilai penurunan terendah yaitu 14,8 mg/l dengan nilai presentase penyisihan sebesar 24,9 % dan untuk nilai penurunan tertinggi pada Reaktor 1 pada jam ke 2 yaitu 28,9 dengan presentase 10,8 %. Untuk Minyak Lemak terendah pada Reaktor 2 berada pada jam ke 8 dengan nilai penurunan tertinggih 9,4 mg/l dengan nilai presentase penyisihan 30,3 % dan untuk nilai penurunan tertinggi pada Reaktor 2 pada jam ke 2 yaitu 25,7 dengan presentase 14 %. Dari kedua Reaktor 1 dan 2 yang paling terendah melakukan penurunan ialah Reaktor 1 pada jam ke 8 dengan nilai 12,4 mg/l dengan niali presentase 30,3 %. Hal ini disebabkan karena media Roughing Filter memiliki penyaringan pada jam ke 8 lebih efektif ketimbang jam lainnya.

#### 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  $p\text{-value} > \alpha$ ,  $H_a$  diterima
- Jika  $p\text{-value} < \alpha$ ,  $H_0$  ditolak

(Iriawan dan Astuti, 2006)

##### 4.4.1 Analisis Korelasi BOD

###### ➤ Pada Reaktor 1

- Hasil uji korelasi persentase penyisihan BOD dapat dilihat pada Tabel 4.8

**Tabel 4.8 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan BOD Pada Reaktor I (%) Terhadap Waktu Operasional**

<p><b>Correlations: Presentase Penyisihan BOD (%); Waktu Operasional</b></p> <p>Pearson correlation of R1 and WAKTU = 0.999 P-Value = 0.001</p>
---

###### **Keterangan :**

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

P-value : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

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

Berdasarkan Tabel 4.8 menunjukkan bahwa :

Koefisien korelasi antara persentase penyisihan BOD Reaktor 1 dengan waktu operasional 2 jam, 4 jam, 6 jam dan 8 jam didapatkan hasil 0.999. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat, karena mendekati 1.

➤ **Pada Reaktor II**

- Hasil uji korelasi persentase penyisihan BOD dapat dilihat pada Tabel 4.9

**Tabel 4.9 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan BOD Pada Reaktor II (%) Terhadap Waktu Operasional**

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

Pearson correlation of R2 and WAKTU = 0.901  
P-Value = 0.099

**Keterangan :**

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

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

**Keputusan :**

Berdasarkan Tabel 4.9 menunjukkan bahwa :

Koefisien korelasi antara persentase penyisihan BOD Reaktor 2 dengan waktu operasional 2 jam, 4 jam, 6 jam dan 8 jam didapatkan hasil 0.901. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat, karena mendekati 1.

**4.4.2 Analisis Korelasi DETERGEN**

➤ **Pada Reaktor I**

- Hasil uji korelasi persentase penyisihan Detergen dapat dilihat pada Tabel 4.10

**Tabel 4.10 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan Detergen (%) Pada Reaktor I Terhadap Waktu Operasional**

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

Pearson correlation of R1 and WAKTU = 1.000  
P-Value = 0.000

**Keterangan :**

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

P-value : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

**Keputusan**

Berdasarkan Tabel 4.18 menunjukkan bahwa :

Koefisien korelasi antara persentase penyisihan Detergen Reaktor 1 dengan waktu operasional 2 jam, 4 jam, 6 jam dan 8 jam didapatkan hasil 1.000. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat, karena 1.

➤ **Pada Reaktor II**

- Hasil uji korelasi persentase penyisihan Detergen dapat dilihat pada Tabel 4.11

**Tabel 4.11 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan Detergen (%) Pada Reaktor II**

**Terhadap Waktu Operasional**

<p><b>Correlations: Presentase Penyisihan Detergen (%); Waktu Operasional</b> Pearson correlation of R2 and WAKTU = 0.986 P-Value = 0.014</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 4.11 menunjukkan bahwa :

- Koefisien korelasi antara persentase penyisihan Detergen Reaktor 2 dengan waktu operasional 2 jam, 4 jam, 6 jam dan 8 jam didapatkan hasil 0.986. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat, karena mendekati 1

#### 4.4.3 Analisis Korelasi Minyak Lemak

##### ➤ Pada Reaktor I

- Hasil uji korelasi persentase penyisihan Minyak Lemak dapat dilihat pada Tabel 4.12

**Tabel 4.12 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan Minyak Lemak (%)  
Pada Reaktor I Terhadap Waktu Operasional**

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

Pearson correlation of R1 and WAKTU = 0.897  
P-Value = 0.103

##### **Keterangan :**

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

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

##### **Keputusan**

Berdasarkan Tabel 4.12 menunjukkan bahwa :

Koefisien korelasi antara persentase penyisihan Minyak Lemak Reaktor 1 dengan waktu operasional 2 jam, 4 jam, 6 jam dan 8 jam didapatkan hasil 0.897. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat, karena mendekati 1.

##### ➤ Pada Reaktor II

- Hasil uji korelasi persentase penyisihan Minyak Lemak dapat dilihat pada Tabel 4.13

**Tabel 4.13 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan Minyak Lemak (%)  
Pada Reaktor II Terhadap Waktu Operasional**

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

Pearson correlation of R2 and WAKTU = 1.000  
P-Value = 0.000

**Keterangan :**

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

P-value : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

**Keputusan**

Berdasarkan Tabel 4.13 menunjukkan bahwa :

- Koefisien korelasi antara persentase penyisihan Minyak Lemak Reaktor 2 dengan waktu operasional 2 jam, 4 jam, 6 jam dan 8 jam didapatkan hasil 1.000. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat, karena 1.

**4.5. Hasil Uji ANOVA**

Analisis ANOVA ini dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh waktu operasional dan ketinggian media terhadap persentase penyisihan BOD, Detergen 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  $> 0,05$  ,  $H_0$  diterima
- Jika probabilitas  $< 0,05$  ,  $H_0$  ditolak

C. Nilai F hitung,

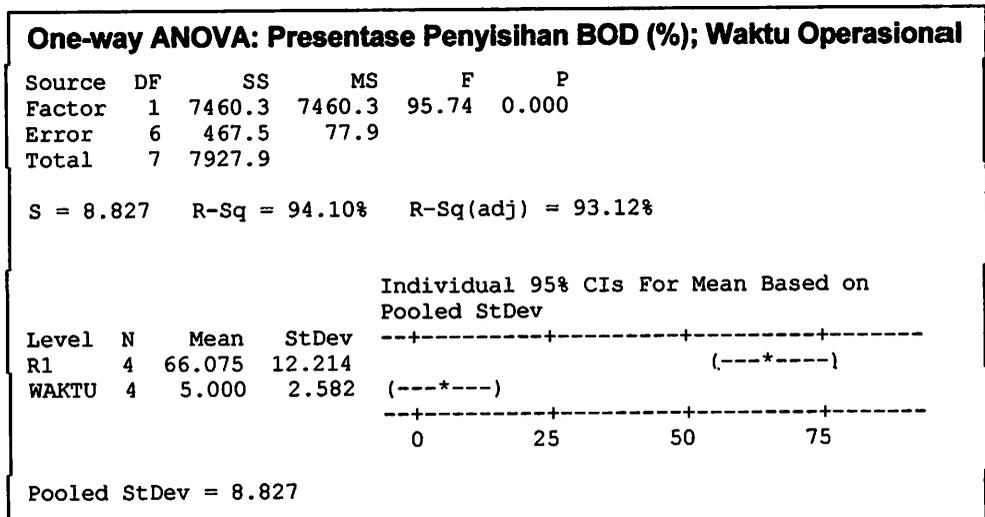
- F hitung output  $> F$  Tabel,  $H_0$  ditolak
- F hitung output  $< F$  Tabel,  $H_0$  diterima

#### 4.5.1 Analisa ANOVA BOD

##### ➤ Pada Reaktor I

➤ Uji korelasi persentase penyisihan BOD dapat dilihat pada tabel 4.14

**Tabel 4.14 Analisa Anova Antara persen Penyisihan BOD Pada Reaktor I Dengan Waktu Operasional**



Hasil Tabel 4.14 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 4.14 nilai probabilitas adalah sebesar 0.000. Karena nilai probabilitas lebih kecil dari 0.05, maka kesimpulannya dari probabilitas ditolak dikarenakan nilai probabilitas  $< 0,05$ .

##### 2. Nilai F

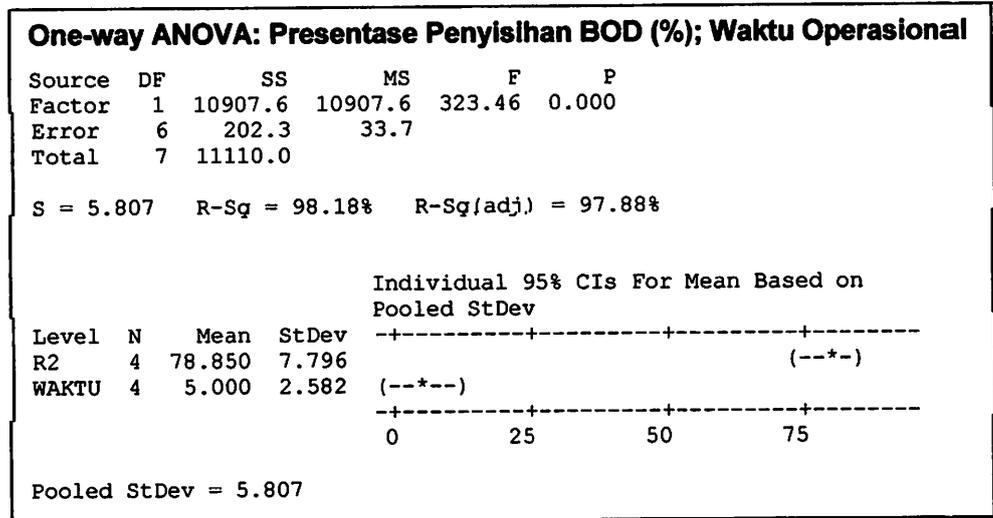
Berdasarkan tabel 4.26 F hitung variasi perbandingan waktu operasional adalah 95,74. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah sebesar 10,13 (Tabel distribusi F). Jika nilai F *output* variasi waktu operasional dibandingkan dengan nilai F tabel maka nilai F hitung *output*  $>$  nilai F tabel maka

kesimpulannya bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara variasi waktu operasional terhadap penyisihan BOD.

➤ **Pada Reaktor II**

➤ Uji korelasi persentase penyisihan BOD dapat dilihat pada tabel 4.15

**Tabel 4.15 Analisa Anova Antara persen Penyisihan BOD Pada Reaktor II Dengan Waktu Operasional**



Hasil Tabel 4.15 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 4.15 nilai probabilitas adalah sebesar 0.000. Karena nilai probabilitas lebih kecil dari 0.05, maka kesimpulannya dari probabilitas ditolak dikarenakan nilai probabilitas < 0,05.

2. Nilai F

Berdasarkan tabel 4.15 F hitung variasi perbandingan waktu operasional adalah 323,46. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah sebesar 10,13 (Tabel distribusi F). Jika nilai F *output* variasi waktu operasional dibandingkan

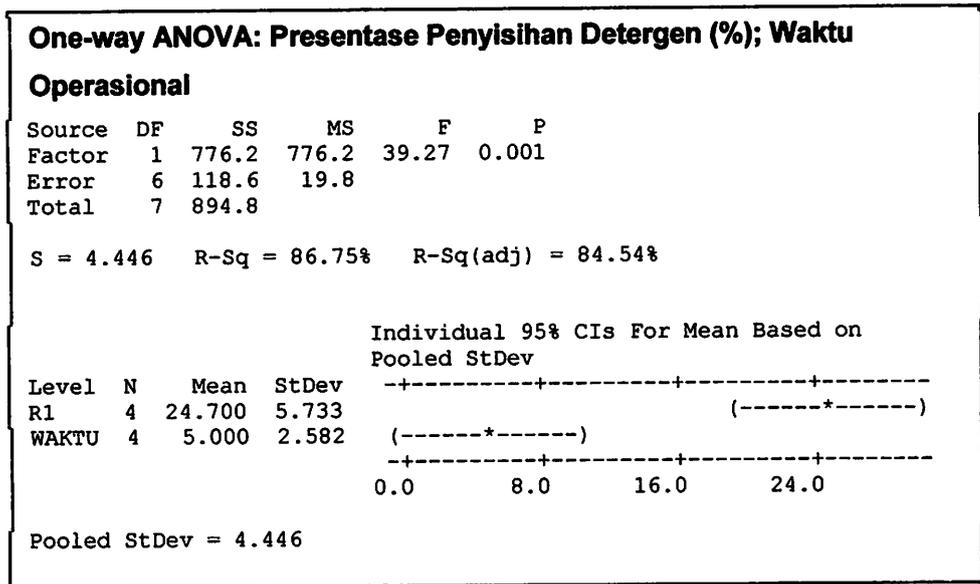
dengan nilai F tabel maka nilai F hitung *output* > nilai F tabel maka kesimpulannya bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara variasi waktu operasional terhadap penyisihan BOD.

#### 4.5.2 Analisa ANOVA Detergen

##### ➤ Pada Reaktor I

➤ Uji korelasi persentase penyisihan Detergen dapat dilihat pada tabel 4.16

**Tabel 4.16 Analisa Anova Antara persen Penyisihan Detergen Pada Reaktor I Dengan Waktu Operasional**



Hasil Tabel 4.16 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 4.16 nilai probabilitas adalah sebesar 0.001. Karena nilai probabilitas lebih kecil dari 0.05, maka kesimpulannya dari probabilitas ditolak dikarenakan nilai probabilitas < 0,05.

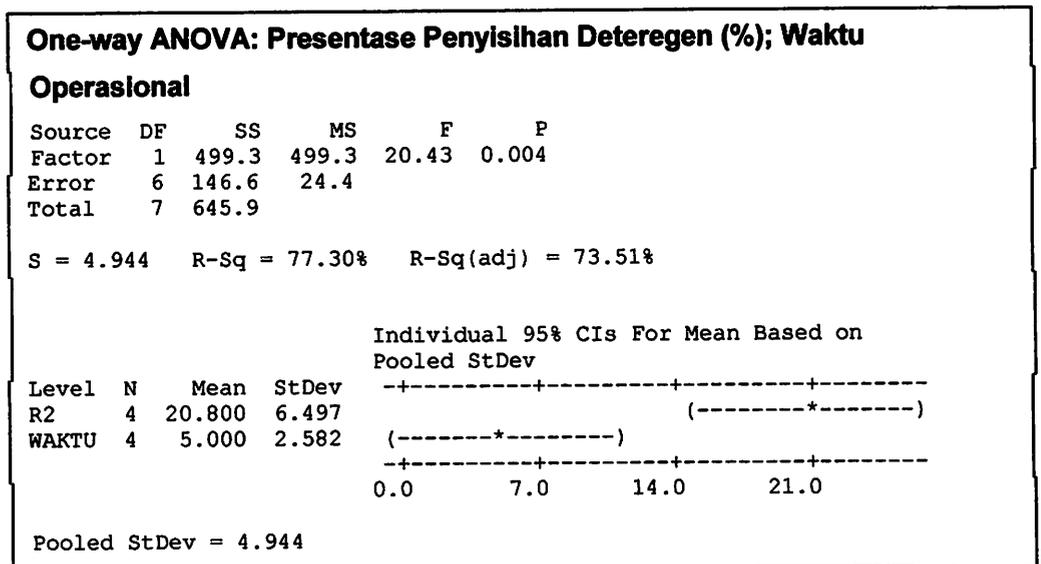
## 2. Nilai F

Berdasarkan tabel 4.16 F hitung variasi perbandingan waktu operasional adalah 39,27. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah sebesar 10,13 (Tabel distribusi F). Jika nilai F *output* variasi waktu operasional dibandingkan dengan nilai F tabel maka nilai F hitung *output* > nilai F tabel maka kesimpulannya bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara variasi waktu operasional terhadap penyisihan Detergen.

### ➤ Pada Reaktor II

➤ Uji korelasi persentase penyisihan Detergen dapat dilihat pada tabel 4.17

**Tabel 4.17 Analisa Anova Antara persen Penyisihan Detergen Pada Reaktor II Dengan Waktu Operasional**



Hasil Tabel 4.17 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 4.17 nilai probabilitas adalah sebesar 0.004. Karena nilai probabilitas lebih kecil dari 0.05, maka kesimpulannya dari probabilitas ditolak dikarenakan nilai probabilitas < 0,05.

**2. Nilai F**

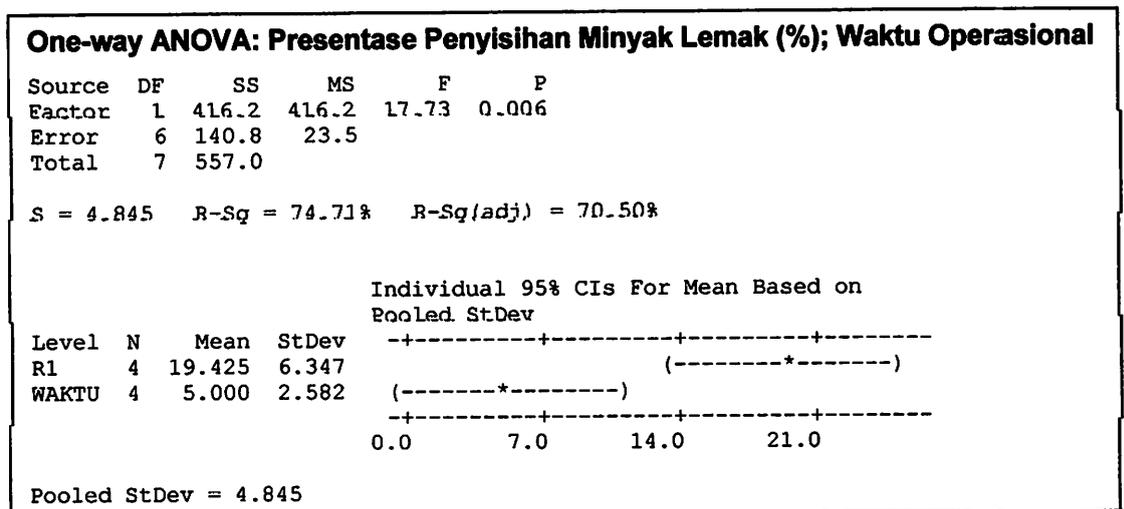
Berdasarkan tabel 4.17 F hitung variasi perbandingan waktu operasional adalah 20,43. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah sebesar 10,13 (Tabel distribusi F). Jika nilai F *output* variasi waktu operasional dibandingkan dengan nilai F tabel maka nilai F hitung *output* > nilai F tabel maka kesimpulannya bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara variasi waktu operasional terhadap penyisihan Detergen.

**4.5.3 Analisa ANOVA Minyak Lemak**

➤ **Pada Reaktor I**

- Uji korelasi persentase penyisihan Minyak Lemak dapat dilihat pada tabel 4.18

**Tabel 4.18 Analisa Anova Antara persen Penyisihan Minyak Lemak Pada Reaktor I Dengan Waktu Operasional**



Hasil Tabel 4.18 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 4.18 nilai probabilitas adalah sebesar 0.006. Karena nilai probabilitas lebih kecil dari 0.05, maka kesimpulannya dari probabilitas diterima dikarenakan nilai probabilitas > 0,05.

**2. Nilai F**

Berdasarkan tabel 4.18 F hitung variasi perbandingan waktu operasional adalah 17,73. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah sebesar 10,13 (Tabel distribusi F). Jika nilai F *output* variasi waktu operasional dibandingkan dengan nilai F tabel maka nilai F hitung *output* > nilai F tabel maka kesimpulannya bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara variasi waktu operasional terhadap penyisihan Minyak Lemak.

**➤ Pada Reaktor II**

- Uji korelasi persentase penyisihan Minyak Lemak dapat dilihat pada tabel 4.19

**Tabel 4.19 Analisa Anova Antara persen Penyisihan Minyak Lemak Pada Reaktor II Dengan Waktu Operasional**

One-way ANOVA: Presentase Penyisihan Minyak Lemak (%); Waktu Operasional					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	581.4	581.4	21.03	0.004
Error	6	165.9	27.6		
Total	7	747.3			

S = 5.258    R-Sq = 77.80%    R-Sq(adj) = 74.10%

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev	
R2	4	22.050	6.974	(- - - - - * - - - - -)	
WAKTU	4	5.000	2.582	(- - - - - * - - - - -)	

0.0                      8.0                      16.0                      24.0

Pooled StDev = 5.258

Hasil Tabel 4.19 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 4.19 nilai probabilitas adalah sebesar 0.004. Karena nilai probabilitas lebih kecil dari 0.05, maka kesimpulannya dari probabilitas ditolak dikarenakan nilai probabilitas  $< 0,05$ .

2. Nilai F

Berdasarkan tabel 4.19 F hitung variasi perbandingan waktu operasional adalah 21,03. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah sebesar 10,13 (Tabel distribusi F). Jika nilai F *output* variasi waktu operasional dibandingkan dengan nilai F tabel maka nilai F hitung *output*  $>$  nilai F tabel maka kesimpulannya bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara variasi waktu operasional terhadap penyisihan Minyak Lemak.

#### 4.6 HASIL UJI REGRESI LINIER

Analisis Regresi linier ini dilakukan untuk Mengukur hubungan linier antara dua variabel terhadap persentase penyisihan BOD, Detergen dan Minyak Lemak.

- Persamaan regresi linier yaitu :  $Y = a + bx$

Dimana : Y = Perubahan Tak Bebas

X = Perubahan Bebas

A = Nilai Konstanta

B = Koefisien Regresi Atau Slop

- Nilai regresi linier
  - Jika regresi  $\alpha < 0,05$ , H0 diterima
  - Jika regresi  $\alpha > 0,05$ , H1 ditolak

#### 4.6.1 Analisa Regresi Linier BOD

➤ Pada Reaktor I

➤ Uji regresi linier persentase penyisihan BOD dapat dilihat pada tabel 4.20

**Tabel 4.20 Analisa regresi linier Antara persen Penyisihan BOD Pada Reaktor I Dengan Waktu Operasional**

Regresi linier : Presentase Penyisihan BOD (%); Waktu Operasional					
The regression equation is					
R1 = 42.4 + 4.73 WAKTU					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	42.4500	0.8811	48.18	0.000	
WAKTU	4.7250	0.1609	29.37	0.001	
S = 0.719375    R-Sq = 99.8%    R-Sq(adj) = 99.7%					
Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	446.51	446.51	962.93	0.001
Residual Error	2	1.03	0.52		
Total	3	447.55			

#### Keputusan

Berdasarkan Tabel 4.20 menunjukkan bahwa :

- Persamaan yang di dapat adalah  $Y = 42.4 + 4.73 X$
- Setiap peningkatan waktu membuat pula penurunan terhadap hasil BOD  $0,001 < 0,05$  keputusan yang diambil menerima hipotesa awal  $H_0$  dan menolak hipotesa  $H_1$  artinya ada hubungan yang signifikan antar presentase penyisihan BOD dengan waktu oprasional.

➤ **Pada Reaktor II**

Uji regresi linier persentase penyisihan BOD dapat dilihat pada tabel 4.21

**Tabel 4.21 Analisa regresi linier Antara persen Penyisihan BOD Pada Reaktor II Dengan Waktu Operasional**

<b>Regresi linier : Presentase Penyisihan BOD (%); Waktu Operasional</b>					
The regression equation is					
$R^2 = 65.3 + 2.72 \text{ WAKTU}$					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	65.250	5.077	12.85	0.006	
WAKTU	2.7200	0.9268	2.93	0.099	
$S = 4.14500 \quad R\text{-Sq} = 81.2\% \quad R\text{-Sq(adjust)} = 71.7\%$					
Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	147.97	147.97	8.61	0.099
Residual Error	2	34.36	17.18		
Total	3	182.33			

**Keputusan**

Berdasarkan Tabel 4.21 menunjukkan bahwa :

- Persamaan yang di dapat adalah  $Y = 65.3 + 2.72 X$
- Setiap peningkatan waktu membuat pula penurunan terhadap hasil BOD  $0,099 > 0,05$  keputusan yang diambil menolaka hipotesa awal  $H_0$  dan menerima hipotesa  $H_1$  artinya tidak ada hubungan yang signifikan antar presentase penyisihan BOD dengan waktu oprasional.

## 4.6.2 Analisa Regresi Linier Detergen

### ➤ Pada Reaktor I

- Uji regresi linier persentase penyisihan Detergen dapat dilihat pada tabel 4.22

**Tabel 4.22 Analisa regresi linier Antara persen Penyisihan Detergen Pada Reaktor I Dengan Waktu Operasional**

Regresi linier : Presentase Penyisihan Detergen (%); Waktu Operasional					
The regression equation is					
R1 = 13.6 + 2.22 WAKTU					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	13.6000	0.1549	87.79	0.000	
WAKTU	2.22000	0.02828	78.49	0.000	
S = 0.126491    R-Sq = 100.0%    R-Sq(adj) = 100.0%					
Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	98.568	98.568	6160.50	0.000
Residual Error	2	0.032	0.016		
Total	3	98.600			

### Keputusan

Berdasarkan Tabel 4.22 menunjukkan bahwa :

- Persamaan yang di dapat adalah  $Y = 13.6 + 2.22 X$
- Setiap peningkatan waktu membuat pula penurunan terhadap hasil Detergen  $0,000 < 0,05$  keputusan yang diambil menerima hipotesa awal  $H_0$  dan menolak hipotesa  $H_1$  artinya ada hubungan yang signifikan antar presentase penyisihan Detergen dengan waktu oprasional.

➤ **Pada Reaktor II**

Uji regresi linier persentase penyisihan Detergen dapat dilihat pada tabel 4.23

**Tabel 4.23 Analisa regresi linier Antara persen Penyisihan Detergen Pada Reaktor II Dengan Waktu Operasional**

<b>Regresi linier : Presentase Penyisihan Detergen (%); Waktu Operasional</b>					
The regression equation is					
$RZ = 8.40 + 2.48 \text{ WAKTU}$					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	8.400	1.650	5.09	0.037	
WAKTU	2.4800	0.3013	8.23	0.014	
$S = 1.34759 \quad R\text{-Sq} = 97.1\% \quad R\text{-Sq(adjust)} = 95.7\%$					
Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	123.01	123.01	67.74	0.014
Residual Error	2	3.63	1.82		
Total	3	126.64			

**Keputusan**

Berdasarkan Tabel 4.23 menunjukkan bahwa :

- Persamaan yang di dapat adalah  $Y = 8.40 + 2.48 X$
- Setiap peningkatan waktu membuat pula penurunan terhadap hasil Detergen  $0,014 < 0,05$  keputusan yang diambil menerima hipotesa awal  $H_0$  dan menolak hipotesa  $H_1$  artinya ada hubungan yang signifikan antar presentase penyisihan Detergen dengan waktu oprasional.

### 4.6.3 Analisa Regresi Linier Minyak Lemak

#### ➤ Pada Reaktor I

- Uji regresi linier persentase penyisihan Minyak Lemak dapat dilihat pada tabel 4.24

**Tabel 4.24 Analisa regresi linier Antara persen Penyisihan Minyak Lemak Pada Reaktor I Dengan Waktu Operasional**

Regresi linier : Presentase Penyisihan Minyak Lemak (%); Waktu Operasional					
The regression equation is					
$R1 = 8.40 + 2.20 \text{ WAKTU}$					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	8.400	4.208	2.00	0.184	
WAKTU	2.2050	0.7682	2.87	0.103	
S = 3.43562    R-Sq = 80.5%    R-Sq(adj) = 70.7%					
Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	97.24	97.24	8.24	0.103
Residual Error	2	23.61	11.80		
Total	3	120.85			

### Keputusan

Berdasarkan Tabel 4.24 menunjukkan bahwa :

- Persamaan yang di dapat adalah  $Y = 8.40 + 2.20 X$
- Setiap peningkatan waktu membuat pula penurunan terhadap hasil Minyak Lemak  $0,103 > 0,05$  keputusan yang diambil menolaka hipotesa awal  $H_0$  dan menerima hipotesa  $H_1$  artinya tidak ada hubungan yang signifikan antar presentase penyisihan Minyak Lemak dengan waktu oprasional.

➤ **Pada Reaktor II**

Uji regresi linier persentase penyisihan Minyak Lemak dapat dilihat pada tabel 4.25

**Tabel 4.25 Analisa regresi linier Antara persen Penyisihan Minyak Lemak Pada Reaktor II Dengan Waktu Operasional**

<b>Regresi linier : Presentase Penyisihan Minyak Lemak (%); Waktu Operasional</b>					
The regression equation is					
$R2 = 8.55 + 2.70 \text{ WAKTU}$					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	8.5500	0.2598	32.91	0.001	
WAKTU	2.70000	0.04743	56.92	0.000	
$S = 0.212132 \quad R-Sq = 99.9\% \quad R-Sq(\text{adj}) = 99.9\%$					
Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	145.80	145.80	3240.00	0.000
Residual Error	2	0.09	0.04		
Total	3	145.89			

**Keputusan**

Berdasarkan Tabel 4.25 menunjukkan bahwa :

- Persamaan yang di dapat adalah  $Y_{maks}$  di lakukan hasil uji regresi linier yang di dapatkan waktu terbaik dalam penyisihan konsentrasi Minyak Lemak yang memenuhi standar baku mutu adalah 10 jam dengan kriteria desain roughing filter panjang 0,2 m lebar 0,2 m dan tinggi 1,2 m debit  $1,33 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{detik}$  dengan efisiensi remofal 35,5 % .  $= 8.55 + 2.70 X$
- Setiap peningkatan waktu membuat pula penurunan terhadap hasil Minyak Lemak  $0,000 < 0,05$  keputusan yang diambil menerima hipotesa awal  $H_0$  dan menolak hipotesa  $H_1$  artinya ada hubungan yang signifikan antar presentase penyisihan Minyak Lemak dengan waktu oprasional.

## 4.7 PEMBAHASAN

### 4.7.1 Konsentrasi BOD

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada air limbah cucian mobil menggunakan roughing filter dengan variasi waktu oprasional 2 jam, 4 jam, 6 jam, 8 jam dan variasi ketinggian media Pada reaktor 1, batu kerikil 35 cm , batu zeolit 30 cm dan pecahan genteng 35 cm sedangkan pada reaktor 2, batu kerikil 30 cm, batu zeolit 30 cm dan pecahan genteng 40 cm didapatkan hasil penyisihan tertinggi pada reaktor 2 waktu jam ke 6 sebesar 103,8 mg/l dengan penurunan koefisien 85,9 %. Hal ini di sebabkan Karena Zeolit Yang Telah Diaktivasi Dan Dimodifikasi Mempunyai Pori-Pori Yang Lebih Luas Sehingga Dapat Menyerap Limbah Organik Secara Optimal.. Nilai penurunan BOD masih di atas standar baku mutu yang telah ditetapkan Sesuai dengan peraturan PERGUB jawa timur No 72 Tahun 2013, baku mutu paramaeter BOD sebesar 100 mg/l. Dilihat dari hasil uji analisis ANOVA didapatkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara variasi waktu operasional terhadap penyisihan konsentrasi BOD.

Pada penelitian yang di lakukan *utami, 2013* yaitu Proses penyisihan parameter BOD dan COD yang pertama adalah proses transportasi (pengangkutan) partikel partikel BOD dan COD disaring oleh media filter dan partikel yang berukuran besar tersaring selama proses ini. Hal ini diakibatkan karena partikel-partikel mengendap didalam pori-pori media filter, sehingga partikel tersebut terkumpul dan tertahan kemudian partikel tersebut terbawa oleh aliran air. pada pori-pori media filter terjadi 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.

Pada penelitian yang di lakukan oleh *Titistiti 2010* ini, terjadi proses kimia, fisik, dan biologi dalam rangkaian prosesnya. Di dalam Rouhig Filter tidak hanya terjadi proses fisik, namun juga biologis. Hal ini diakibatkan karena partikel partikel tersuspensi menempel pada media Roughing Filter dan menjadi tempat berkembang biaknya bakteri. Bakteri pengurai yang hidup di dalamnya mampu mereduksi zat organik. lapisan yang terdiri dari alga yang berbentuk untaian benang dan berbagi

secara biologis. Proses penghilangan patogen terjadi pada lapisan *schmutzdecke* yang terletak pada permukaan media. Hal inilah yang menyebabkan bahwa pengurangan zat organik mampu mencapai di bawah standar baku.

Penelitian yang di lakukan oleh *dila 2015* kandungan BOD yang tinggi menunjukkan besarnya kandungan bahan organik yang terdapat pada air limbah, karena semakin tinggi nilai BOD semakin banyak nilai oksigen yang di butuhkan untuk mendegradasi bahan organik yang ada. Bahan organik yang di buang ke perairan merupakan bahan yang mudah membusuk atau terdegradasi oleh mikroorganisme.

Penelitian Yang Di Lakukan Oleh *Wahastina, 2013* Penurunan Kadar BOD Pada limbah cair tahu ini disebabkan karena zeolit yang telah diaktivasi dan dimodifikasi mempunyai pori-pori yang lebih luas sehingga dapat menyerap limbah organik secara optimal.

Penelitian yang di lakukan oleh *Dyah, 2013* Terjadinya penurunan nilai BOD terkait dengan sifat media filter yang sangat efektif menurunkan nilai BOD. Terjadinya penurunan yang sangat nyata ini dikarenakan media filter memiliki kemampuan ganda yakni menyerap berbagai bahan organik dalam bentuk ion hasil pemecahan mikroorganisme dan juga membebaskan oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk proses oksidasi mikroorganisme pengurai. Oleh sebab itu, semakin banyak dan semakin lama waktu kontak media filter, maka dalam batas-batas tertentu akan semakin banyak jumlah bahan organik dalam bentuk ion yang diserap sehingga berpengaruh pada tingkat penurunan BOD.

Penelitian yang di lakukan oleh *Triatmi, 2016* bertambahnya ketinggian media penyerapan semakin besar efisiensi penurunan kadar polutan BOD hingga memenuhi baku mutu (100 mg/L), artinya sudah aman jika dibuang ke badan air yaitu: pada konsentrasi awal kadar parameter BOD sebesar 325,30 mg/L, setelah melalui proses adsorpsi/filtrasi dapat turun hingga 63,52 mg/L atau terjadi efisiensi penurunan 80,47 % dengan ketinggian media 60 cm. Hal ini menunjukkan bahwa BOD lebih cepat turun dibandingkan TSS lebih lambat, ini dikarenakan bakteri dapat melakukan aktifitas penguraian melalui pori-pori permukaan butiran-butiran media breksi batu apung ke seluruh permukaan media adsorbat, sedangkan proses

penurunan TSS akan terjadi tidak jauh dari permukaan ketinggian media sehingga lambat laun akan terhambat menutupi sela-sela butiran-butiran media. Dengan demikian jika ukuran diameter permukaan pipa semakin lebar akan menambah kapasitas penjerapan dan memperlancar proses filtrasi.

#### 4.7.3 Konsentrasi Detergen

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada air limbah cucian mobil menggunakan roughing filter dengan variasi waktu oprasional 2 jam, 4 jam, 6 jam, 8 jam dan variasi ketinggian media Pada reaktor 1, batu kerikil 35 cm , batu zeolit 30 cm dan pecahan genteng 35 cm sedangkan pada reaktor 2, batu kerikil 30 cm, batu zeolit 30 cm dan pecahan genteng 40 cm didapatkan hasil penyisihan tertinggi pada reaktor 1 waktu jam ke 8 sebesar 10,9 mg/l dengan penurunan konsentrasi 31,4 %. Hal ini di sebabkan oleh pertumbuhan mikroorganisme yang semakin optimal melekat pada media penyangga yang digunakan. Konsentrasi detergen termasuk substrat yang lain menjadi sumber makanan bagi tumbuhnya mikroorganisme. Nilai penurunan Detergen masih di atas standar baku mutu yang telah ditetapkan Sesuai dengan peraturan PERGUB jawa timur No 72 Tahun 2013, baku mutu parameter Detergen sebesar 10 mg/l. Dilihat dari hasil uji analisis ANOVA didapatkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara variasi waktu operasional terhadap penyisihan konsentrasi Detergen.

Dari hasil penelitian *Swiwarto 2012* Jenis media pecahan genteng terpadukan karbon aktif merupakan media yang mampu mereduksi konsentrasi detergen paling besar dalam penelitian ini. Hal ini dipengaruhi oleh pertumbuhan mikroorganisme yang semakin optimal melekat pada media penyangga yang digunakan. Konsentrasi detergen termasuk substrat yang lain menjadi sumber makanan bagi tumbuhnya mikroorganisme. Kumpulan mikroorganisme yang melekat pada media melakukan proses degradasi detergen termasuk bahan organik yang terlarut. Mikroorganisme terdiri dari kumpulan bakteri, ganggang, jamur, dan protozoa yang memanfaatkan komponen-komponen terlarut dalam limbah sebagai substrat/bahan makanan terutama senyawa karbon. Rantai atom karbon pada gugus alkil yang terdapat pada detergen diuraikan sehingga menjadi terputus rantainya

Penelitian yang di lakukan oleh *Suastuti 2015* telah mengalami penurunan, namun pengolahan limbah deterjen dengan menggunakan jumlah sedimen yang menunjukkan penurunan yang sangat signifikan. Penurunan kadar deterjen disebabkan oleh adanya aktivitas perombakan surfaktan. Proses perombakan ini terjadi dalam proses oksidasi gugus alkil yang terletak di ujung membentuk intermediete berupa alkohol dan proses oksidasi.

Penelitian yang di lakukan oleh *Indah Nuraini, 2012* Terdapat pengaruh waktu dan pencucian dengan detergen , Semakin lama waktu perlakuan waktu maka kadar kandungan yang terdapat pada detergen semakin menurun. Hal ini terlihat pada hasil analisa Kruskal Wallis yang diperoleh nilai  $p = 0,000$  ( $p < 0,05$ ).

#### **4.7.5 Konsentrasi Minyak Lemak**

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada air limbah cucian mobil menggunakan roughing filter dengan variasi waktu oprasional 2 jam, 4 jam, 6 jam, 8 jam dan variasi ketinggian media Pada reaktor 1, batu kerikil 35 cm , batu zeolit 30 cm dan pecahan genteng 35 cm sedangkan pada reaktor 2, batu kerikil 30 cm, batu zeolit 30 cm dan pecahan genteng 40 cm didapatkan hasil penyisihan tertinggi pada reaktor 2 waktu jam ke 8 sebesar 12,4 mg/l dengan penurunan konsentrasi 30,3 %. Hal ini di sebabkan karena senyawa-senyawa yang berasal dari limbah cair telah didegradasi oleh bakteri anaerob membentuk biogas, sehingga konsentrasi minyak lemak yang keluar dari efluen bioreaktor menjadi rendah. Nilai penurunan Minyak Lemak masih di atas standar baku mutu yang telah ditetapkan Sesuai dengan peraturan PERGUB jawa timur No 72 Tahun 2013, Tentang Standar Baku Mutu Air Limbah, baku mutu paramaeter Minyak Lemak sebesar 10 mg/l dan dilihat dari hasil uji analisis ANOVA didapatkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara variasi waktu operasional terhadap penyisihan konsentrasi Minyak Lemak.

Penelitian Yang Di Lakukan Oleh *Adrianto, 2011* Selama proses start-up konsentrasi minyak lemak cenderung menurun. Hal ini disebabkan karena senyawa-senyawa yang berasal dari limbah cair telah didegradasi oleh bakteri anaerob membentuk biogas, sehingga konsentrasi minyak lemak yang keluar dari

efluen bioreaktor menjadi rendah. Proses ini berlangsung selama 42 hari dan didapatkan konsentrasi minyak lemak sebesar 1350 mg/L pada kondisi tunak.

Penelitian yang di lakukan oleh *Sumarlin 2013* Minyak akan teroksidasi bila minyak mengalami kontak dengan sejumlah oksigen. Oksidasi minyak umumnya akan berlangsung melalui mekanisme reaksi radikal bebas yang melibatkan tiga tahap reaksi yaitu inisiasi, propagasi, dan terminasi. Radikal-radikal bebas awal, juga hidroperoksida dan peroksida, akan terbentuk pada tahap inisiasi. Hal ini disebabkan oleh Terjadinya reaksi rantai radikal-radikal bebas sehingga membentuk radikal-radikal bebas tahap propagasi.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1 KESIMPULAN**

Penelitian yang dilakukan pada limbah cair cucian mobil dengan menggunakan roughing filter dengan waktu oprasional dan variasi media terhadap penurunan BOD, Detergen dan Minyak Lemak tidak memenuhi standar baku mutu PERGUB Jatim No 72 Tahun 2013, maka dari hasil di atas disimpulkan bahwa penggunaan Roughing Filter dengan waktu oprasional dan variasi media penelitian yang di lakukan tidak dapat digunakan untuk pengolahan limbah cucian mobil.

#### **5.2 SARAN**

Saran yang usulkan sehubungan dengan penelitian lebih lanjut adalah Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan memperbaiki variasi media dan waktu oprasional sehingga dapat di ketahui sejauh mana kemampuan reaktor roughing filter dalam menurunkan konsentrasi pencemar limbah cair cucian mobil.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts,G Dan Sri Sumestri Santika, 1984. *Metode Penelitian Air*. Surabaya : Usaha Nasional
- Anonim, 2013. Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 45 Tahun 2002 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri Atau Kegiatan Usaha Lainnya Di Jawa Timur
- Anonim, 2016. Limbah Deterjen Pencucian Mobil. <http://www.ampl.or.id/digilib/read/limbah-deterjen-pencucian-mobil/19965>. Diakses 19 Februari 2016
- Anonim, 2016. Penyediaan IPAL di Usaha Pencucian Kendaraan. <http://iqmal.staff.ugm.ac.id/?p=42>. Diakses 17 Februari 2016
- Anonim, 2013. Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan/Atau Kegiatan Usaha Lainnya point 3 kegiatan cuci kendaraan bermotor.
- Adrianto Ahmad.2011.*Penyisihan Minyak Lemak Yang Terkandung Dalam Limbah Cair Industri Minyak Sawit Dengan Bioreaktor Hibrid Anaerob Bermedia Cangkang Sawit*. Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau
- Dyah Puspito Rukmi.2013,*Efektivitas Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) dalam Menurunkan Kadar Deterjen, BOD, dan COD pada Air Limbah Laundry (Studi di Laundry X di Kelurahan Tambak Rejo Kecamatan Patrang Kabupaten Jember)* .Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember
- Fitri, Dkk. 2012. *Studi Penurunan Parameter TSS Dan Turbidity Dalam Air Limbah Domestik Artifisial Menggunakan Kombinasi Vertical Roughing Filter Dan Horizontal Roughing Filter*. Program Studi Teknik Lingkungan FT Undip. Semarang
- Jenti Dan Indah. 2014. *Pengaruh Penggunaan Media Filtrasi Terhadap Kualitas Air Sumur Gali Di Kelurahan Tambak Rejo Waru Kabupaten Sidoarjo*.Program Studi Teknik Lingkungan ITS. Surabaya
- Maufilda. dila. 2015.*Kandungan BOD, COD, TSS, pH, dan Minyak atau Lemak pada air limbah di inlet dan outlet industry cold storage udang (studi di PT.panca mitra multi perdana kapong-Situbondo)*.Fakultas Kesehatan Masyarakat,Universitas Jember
- Nuraini.Indah. 2012 *Analisis Pengaruh Waktu Dan Pencucian Deterjen Terhadap DNA Bercak Cairan Semen Pada Lokus FGA Dengan Metode STR-PCR*. Universitas Airlangga

- Samudro Dan Abadi.2011. *Studi Penurunan Kekeruhan Dan Total Suspended Solids (TSS) Dalam Bak Penampung Air Hujan (PAH) Menggunakan Reaktor Gravity Roughing Filter (GRF)*. Program Studi Teknik Lingkungan FT Undip. Semarang
- Silintung Dan Suryani. 2012. *Studi Pengolahan Air Melalui Media Filter Pasir Kuarsa (Studi Kasus Sungai Malimpung)*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Unhas. Makasar
- Suastuti. Dwi Adhi. 2015 *Efektivitas Penurunan Kadar Surfaktan Linier Alkil Sulfonat (Las) Dan Cod Dari Limbah Cair Domestik Dengan Metode Lumpur Aktif*. Jurusan Kimia Fmipa Universitas Udayana
- Sumarlin.La Ode .2013 *Analisis Mutu Minyak Jelantah Hasil Peremajaan Menggunakan Tanah Diatomit Alami Dan Terkalsinasi*. Program Studi Kimia Universitas Muhammadiyah Sukabumi
- Switarto, Bambang. 2012. *Aplikasi Biofilter Aerobik Untuk Menurunkan Kandungan Detergen Pada Air Limbah Laundry*.Jurusan Teknik Volume 10 Nomor 02-Juni 2012- ISSN : 1412-186
- Titistiti, Astika.2010.*Pengaruh Roughing Filter Dan Slow Sand Filter Dalam Pengolahan Air Minum Dengan Air Baku Dari Intake Karang Pilang Air Minum Dengan Air Baku Dari Intake Karang Pilang Terhadap Parameter Kimia*. Jurusan Teknik Lingkungan ITS
- Utami, Flora Resti. 2013.*Studi Penurunan Parameter Bod, Cod Dan Bod/Cod Menggunakan Gabungan Vertical Roughing Filter Dan Horizontal Roughing Filter Pada Limbah Cair Domestik Artificial*. Program Studi Teknik Lingkungan FT UNDIP
- Wahistina.Rizki., 2013 *Analisis Perbedaan Penurunan Kadar BOD Dan COD pada Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Zeolit (Studi di Pabrik Tahu di Desa Kraton Kecamatan Kencong Kabupaten Jember)*. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember
- Widyaningsih.Triatmi Sri. 2016 *Breksi Batu Apung Sebagai Alternatif Teknologi Tepat Guna Untuk Menurunkan Kadar TSS Dan BOD Dalam Limbah Cair Domestik program*. Studi Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Yogyakarta

# LAMPIRAN

Dokumenatasi penelitian yang di dapat mulai dari lapangan sampai hasil jam ke 8











