

## **SKRIPSI**

# **PENGGUNAAN ROUGHING FILTER ALIRAN HORIZONTAL DENGAN MEDIA BATU APUNG DAN BATU DOLOMIT DALAM MENURUNKAN KADAR KEKERUHAN, KESADAHAN DAN COD PADA AIR SUNGAI BRANTAS**

**Oleh :**

**NELIUS AGAPA**

**01.26.076/p**



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

SECRET

REPRODUCTION OF THIS DOCUMENT IS PROHIBITED  
WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF THE  
SECRETARY OF DEFENSE

SECRET

SECRET

SECRET

SECRET

SECRET

SECRET

SECRET

SECRET

**LEMBAR PERSETUJUAN  
SKRIPSI**

**PENGUNAAN ROUGHING FILTER ALIRAN HORIZONTAL DENGAN  
MEDIA BATU APUNG DAN BATU DOLOMIT  
DALAM MENURUNKAN KADAR KEKERUHAN, KESADAHAN DAN  
COD PADA AIR SUNGAI BRANTAS**

Salah satu syarat yang diajukan untuk melengkapi tugas dan syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Lingkungan ( S-1) di Institut Teknologi Nasional

Disetujui Oleh :

**Dosen Pembimbing I**



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

**Dosen Pembimbing II**



**Evy Hendriarianti, ST.MMT**  
NIP. Y. 103 030 0382

Mengetahui,

**Ketua Jurusan / Prodi Teknik Lingkungan**



**Candra Dwi Ratna, ST.MT**  
NIP. Y. 103 000 0349

## LEMBAR PENGESAHAN

### SKRIPSI

**PENGUNAAN ROUGHING FILTER ALIRAN HORIZONTAL DENGAN  
MEDIA BATU APUNG DAN BATU DOLOMIT  
DALAM MENURUNKAN KADAR KEKERUHAN, KESADAHAN DAN  
COD PADA AIR SUNGAI BRANTAS**

Dipertahankan dihadapan Dewan Penguji Ujian Skripsi Jenjang Strata Satu ( S-1)  
pada hari sabtu, 10 Oktober 2009 dan diterima untuk memenuhi persyaratan guna  
memperoleh gelar Sarjana Teknik Lingkungan

**Disusun Oleh :**

**Nelius Agapa  
01.26.076/p**

**Disetujui Oleh :**

**Ketua**

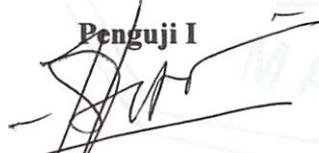
  
**Ir. A. Agus Santosa, MT**  
**NIP. Y. 101 870 0155**

**Sekretaris**

  
**Candra Dwi Ratna, ST.MT**  
**NIP. Y. 103 000 0349**

**Anggota Penguji**

**Penguji I**

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

**Penguji II**

  
**Candra Dwi Ratna, ST.MT**  
**NIP. Y. 103 000 0349**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan / Prodi Teknik Lingkungan**



  
**Candra Dwi Ratna, ST.MT**  
**NIP. Y. 103 000 0349**

### ABSTRAKSI

Air sungai merupakan sumber air baku yang sering digunakan oleh masyarakat sekitar sungai. Air sungai umumnya tidak dapat langsung digunakan, karena kotor dan tercemar. Untuk menjadikan air sungai ini layak digunakan, maka air sungai tersebut harus diolah agar memenuhi standar baku mutu air bersih. Salah satu proses pengolahan dengan menggunakan proses filtrasi, yaitu dengan memakai alat *Roughing Filter* aliran *Horizontal*. *Roughing filter* merupakan model pengendapan dengan *multi false bottom* berupa kerikil yang dapat memisahkan partikel tersuspensi secara efektif pada permukaan bagian atas dan *adhesi* ke permukaan seluruh media, bukan proses penyaringan. *Roughing filter* mempunyai kapasitas endapan yang besar, karena rongga pori pada *roughing filter* relatif lebih besar dari *rapid* dan *slow sand filter*. Bahan baku *Roughing filter* mudah diperoleh dan pengoperasian mudah. Media filtrasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah media batu dolomit dan batu apung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan media batu dolomit dan apung dalam menurunkan nilai kekeruhan, kesadahan dan COD. Disamping itu juga untuk mengetahui tingkat efektifitas media batu dolomit dan batu apung dalam menurunkan nilai kekeruhan, kesadahan dan COD.

Parameter yang diukur sebagai variabel terikat adalah kekeruhan, kesadahan dan COD. Sedangkan variabel bebas adalah diameter media dan panjang komposisi media batu dolomit dan apung. Penelitian dilakukan dengan memvariasikan panjang komposisi media batu dolomit dan apung ( 100 cm dan 50 cm ) dengan diameter media ( 3,75 mm dan 4,75 mm ) pada aliran filtrasi 0,5 l/mnt dan waktu pengambilan 15 menit.

Dalam penelitian ini didapat bahwa, batu dolomit sebagai media tunggal dengan diameter terkecil ( 3,75 mm ) mempunyai persentase penurunan parameter uji tertinggi yaitu kekeruhan sebesar 30,32 % ( 17,700 NTU ), kesadahan sebesar 17,23 % ( 139,03 mg/l ) dan COD sebesar 21,18 % ( 17,279 mg/l ). Persentase penurunan parameter uji terendah didapat pada kombinasi media batu dolomit dan apung yaitu kekeruhan sebesar 24,46 % ( 19,190 NTU ), kesadahan sebesar 15,50 % ( 141,93 mg/l ) dan COD sebesar 15,89 % ( 18,419 mg/l ). Sehingga tingkat efektifitas media batu dolomit dan batu apung kurang dalam menurunkan persentase kekeruhan, kesadahan dan COD.

---

---

**Kata Kunci :** *Roughing Filter Horizontal*, Dolomit, Apung, Kekeruhan, Kesadahan, COD

---

---

---

---

Agapa Nelius, 2009. *Use Roughing Horizontal Current Filter In Demote Degree of Muddiness, Kesadahan And COD In River Water With Pumice Media And Dolomite Stone*. Thesis. Environment Technique Direction, National Technology Institute of Malang.

---

---

### ABSTRACTION

The river water is standard water source often is used by society in around river. River water usually can't direct be used, because in general dirty and polluted. For to make so that this river water can up to standard and proper for to consumption, so river water must fulfill drinking water quality basic standard. Therefore, necessary done to processing the water for fulfilling condition as water drink/ clean water with a first processing. One of them by using process filtration that is with wear tool roughing current filter horizontal.

Roughing filter is a precipitation model with a multy false bottom in a form of pebble which can separate suspense particles effectively on the surface and adhesi around the media, not a process of filtration. Roughing filter has a big proportion of precipitation, this is because the pore cavity at roughing filter is relatively bigger than rapid and slow sand filter. Roughing filter's substance is easily gotten and can be managed well. The media filtration that used in this research is dolomite stone media and pumice. Merging from this media is supposed can to demote muddiness, kesadahan and COD.

The research aim to detect pumice ability and dolomite stone in demote muddiness degree, kesadahan and COD with muddiness value depreciation difference, kesadahan and COD with media diameter variation and long a pumice media composition and dolomite stone in roughing current filter horizontal. research is done in current filtration 0.5 l/minutes, time to taking the sample 15 minutes with media composition variation and media diameter that is long a composition the dolomite stone 100 cm media diameter 4.75 mm, long a composition the dolomite stone 100 cm media diameter 3.75 mm, long a composition the dolomite stone 50 cm diameter 4.75 mm long a composition the pumice 50 cm diameter 3.75 mm and long a composition the pumice 50 cm diameter 4.75 mm: long a composition the dolomite stone 50 cm diameter 3.75 mm.

From the result a research end is got that dolomite stone as single media with smallest diameter (3.75 mm) can to demote muddiness percentage as big as 30.32 %, kesadahan as big as 17.23 % and COD as big as 21.18 %. While combination the pumice and the dolomite can to demote muddiness percentage as big as 27.40 %, kesadahan as big as 16.48 % and COD as big as 18.34 % better and dolomite stone combination and pumice that is depreciation the muddiness percentage as big as 24.46 %, kesadahan as big as 15.50 % and cod as big as 15.89 %. so that level efektifitas dolomite stone media and pumice less in demote muddiness percentage, kesadahan and COD.

---

---

Keyword: Roughing Filter Horizontal, Dolomite, Pumice, Muddiness, kesadahan, COD

---

---

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah Tritunggal, yang telah melimpahkan rahmat-Nya selama penyusunan skripsi ini. Skripsi “**Penggunaan *Roughing Filter* aliran *Horizontal* dengan media batu apung dan batu dolomit dalam menurunkan kadar Kekeruhan, Kesadahan dan COD pada air sungai Brantas**” ini merupakan syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan pendidikan sarjana Strata Satu ( S1 ) untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik ( ST ) pada Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan , Institut Teknologi Nasional ( ITN ) Malang.

Pada kesempatan ini juga, kami menyampaikan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Bpk. Ir. A. Agus Santosa, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil Perencanaan ITN Malang.
2. Bpk. Sudiro, ST.MT selaku dosen pembimbing skripsi I.
3. Ibu Evy Hendrianti, ST.MMT selaku dosen pembimbing skripsi II.
4. Bpk. DR. Ir. Hery Setyobudiarso, MSc sebagai dosen penguji I.
5. Ibu Chandra Dwiratna, ST.MT selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang yang baru dipilih. Yang juga sebagai dosen penguji II.
6. Dosen – dosen pengajar dan staf Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang
7. Bapak dan mama yang selalu mendoakan saya terutama dalam pengerjaan Skripsi ini.
8. Kepada adik-adik ku; Yasmin, Daniel, Yulpex, Amo, Hermanto, alm Petrus Moi, Yance yang membantu saya selama proses penelitian berlangsung.
9. Kepada teman-teman ku ; Nada, Dodi, Juan, Beni dan Timo yang memberikan motivasi selama pengerjaan skripsi ini.
10. Teman-teman Teknik Lingkungan dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu.

Kami sadar bahwa masih banyak kekurangan dalam isi skripsi ini, oleh karena itu masukkan yang positif sangat kami harapkan guna penyempurnaan skripsi ini.

Akhirnya penyusun berharap Skripsi ini dapat bermanfaat bagi almamater, khususnya para rekan-rekan mahasiswa Teknik Lingkungan ITN Malang dan masyarakat luas umumnya.

*Penyusun*

## DAFTAR ISI

*Halaman*

<b>LEMBAR JUDUL</b>	
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b>	
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	
<b>LEMBAR ABSTRAKSI</b>	
<b>LEMBAR KATA PENGANTAR</b>	
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>v</b>
<b>I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan.....	2
1.3 Perumusan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Ruang Lingkup Penelitian.....	5
<b>II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Sumber Air.....	6
2.2 Karakteristik Air Sungai.....	7
2.3 Parameter Air Bersih.....	9
2.3.1 Kekeruhan.....	9
2.3.2 Kesadahan.....	11
2.3.3 COD.....	12
2.4 Pengolahan Air Bersih.....	13
2.4.1 Unit Pengolahan Air Bersih.....	14
2.5 Filtrasi.....	19
2.5.1 Pengertian Filtrasi.....	19
2.5.2 Jenis Jenis Filter.....	20
2.5.3 Proses Filtrasi.....	22
2.5.3.1 Mekanisme Filtrasi.....	22
2.5.3.2 Faktor –Faktor Yang Mempengaruhi Proses Filtrasi.....	24
2.5.3.3 Hidrolika Filtrasi.....	26
2.6 Roughing Filter.....	27
2.6.1 Umum.....	27

2.6.2	Horizontal Flow Filter ( HRF ).....	28
2.7	Jenis Media.....	30
2.7.1	Batu Apung.....	30
2.7.2	Batu Dolomit.....	31
2.8	Aktifasi.....	34
2.9	Metode Pengolahan Data.....	35
2.9.1	Statistik Deskriptif.....	35
2.9.2	Statistik Inferensi.....	37
2.9.3	Generalisasi Dan Kesimpulan Analisa Data.....	40
<b>III METODOLOGI PENELITIAN</b>		
3.1	Jenis Penelitian.....	41
3.2	Lokasi Penelitian.....	41
3.3	Variabel Penelitian.....	41
3.4	Bahan dan Peralatan Penelitian.....	42
3.4.1	Sampel Air.....	42
3.4.2	Alat.....	42
3.4.3	Bahan.....	42
3.4.4	Proses Pembuatan Alat.....	42
3.4.5	Penyiapan Media Filter.....	43
3.4.6	Sampling Air Sungai.....	44
3.4.7	Pengoperasian Alat.....	44
3.5	Analisa Parameter Uji.....	45
3.5.1	Analisa COD.....	45
3.5.2	Analisa Kekerusuhan.....	45
3.5.3	Analisa Kesadahan.....	45
3.6	Analisa Data.....	46
3.7	Kerangka Penelitian.....	46
3.8	Gambar Alat.....	48
<b>IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Karakteristik Air Sampel.....	49
4.2	Hasil Analisa Sampel Air.....	50
4.3	Analisa Statistik.....	51
4.3.1	Analisa Deskriptif.....	51
4.3.1.1	Analisa deskriptif persen removal kekeruhan.....	51
4.3.1.2	Analisa deskriptif persen removal kesadahan.....	53

4.3.1.3 Analisa deskriptif persen removal COD .....	55
4.3.2 Analisa ANOVA .....	58
4.3.3 Analisa Korelasi .....	61
4.3.4 Analisa Regresi .....	63
4.4 Pembahasan .....	68
4.4.1 Pembahasan variasi diameter media dan variasi panjang komposisi media terhadap persentase penurunan kekeruhan .....	68
4.4.2 Pembahasan variasi diameter media dan variasi panjang komposisi media terhadap persentase penurunan kesadahan .....	69
4.4.3 Pembahasan variasi diameter media dan variasi panjang komposisi media terhadap persentase penurunan COD .....	71
4.4.4 Pengaruh variasi diameter media dan variasi panjang komposisi media terhadap penurunan Kekeruhan, Kesadahan dan COD	73
 <b>V PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan .....	75
5.2 Saran .....	75

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan antara HRF, Slow Sand Filter dan Rapid Sand Filter.....	29
Tabel 2.2 Tata Nama Batu Gamping.....	32
Tabel 2.3 Karakteris batuan dolomit .....	32
Tabel 2.4 Koefisien Korelasi Guilford.....	38
Tabel 4.1 Nilai Karakteristik Air Sampel.....	48
Tabel 4.2 Nilai Kekeruhan Setelah Pengolahan.....	49
Tabel 4.3 Nilai Kesadahan Setelah Pengolahan.....	49
Tabel 4.4 Nilai COD Setelah Pengolahan .....	49
Tabel 4.5 Nilai Persentase Penurunan Kekeruhan Pada Air Sungai.....	51
Tabel 4.6 Nilai Persentase Penurunan Kesadahan Pada Air Sungai.....	53
Tabel 4.7 Presentase Penurunan COD Pada Air Sungai.....	56
Tabel 4.8 Hasil Uji ANOVA Variabel Kekeruhan, Kesadahan dan COD Versus Variabel Diameter dan Panjang Komposisi Media).....	57
Tabel 4.9 Korelasi Persen Removal Kekeruhan, Kesadahan dan COD dengan Diameter dan Panjang Komposisi Media).....	60
Tabel 4.10 Koefisien Persamaan Regresi Nilai Persen Penurunan Kekeruhan, Kesadahan dan COD.....	62

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk Batu Apung .....	31
Gambar 2.2 Bentuk Batu Dolomit.....	33
Gambar 2.3 Diagram Kontrol Shewhart.....	36
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian .....	47
Gambar 3.2 Gambar alat <i>Roughing filter</i> aliran <i>horizontal</i> .....	48
Gambar 4.1 Grafik Penurunan Konsentrasi Kekeruhan .....	51
Gambar 4.2 Grafik Persentase Penurunan Kekeruhan.....	52
Gambar 4.3 Grafik Penurunan Konsentrasi Kesadahan .....	53
Gambar 4.4 Grafik Persentase Penurunan Kesadahan.....	55
Gambar 4.5 Grafik Penurunan Konsentrasi Akhir COD.....	56
Gambar 4.6 Grafik Persentase Penurunan Kadar COD.....	57



---

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Air merupakan unsur yang paling penting bagi kelangsungan hidup makhluk hidup di muka bumi ini. Untuk menjadikan agar air dapat memenuhi syarat dan layak untuk dikonsumsi, maka air tersebut harus memenuhi standar baku mutu air minum yang mencakup syarat fisika, kimia, biologi dan radioaktif. Salah satu parameter fisik yang dapat menyebabkan air tidak layak untuk dikonsumsi adalah kekeruhan serta parameter kimia yaitu kesadahan dan COD. Pada air baku terutama air sungai, mempunyai tingkat kekeruhan, kesadahan dan COD yang cukup tinggi. Batas maksimum yang dianjurkan yaitu untuk kekeruhan 5 NTU, kesadahan 350 mg/l dan COD 10 mg/l. Kandungan kekeruhan, kesadahan dan COD ini, dapat menyebabkan dampak negatif bagi manusia seperti konsumsi sabun yang tinggi, terbentuknya kerak pada dinding pipa dan menyebabkan air berbau, berasa serta mengganggu ekosistem dalam air (*G.Alaerts dan Sri Simestri Santika.1984*).

Salah satu metode yang digunakan dalam menurunkan tingkat kekeruhan, kesadahan dan COD yang berada dalam air sungai adalah dengan cara filtrasi. Ada beberapa jenis filtrasi yang dipakai dalam pengolahan air bersih yaitu *slow sand filter*, *rapid sand filter* dan *roughing filter*. *Roughing filter* merupakan jenis pengolahan filtrasi yang sering dipakai dalam penyediaan air bersih. Hal itu karena bahan baku mudah diperoleh dan pengoperasian mudah. Keunggulan filter ini adalah mampu menyaring air baku dengan nilai kekeruhan maksimal 80 NTU, waktu pencucian cukup lama yaitu 3-5 bulan sekali, dan mempunyai kapasitas endapan yang besar, karena rongga pori pada *roughing filter* relatif lebih besar dari *rapid* dan *slow sand filter*. Salah satu kelebihan juga yang dimiliki oleh *roughing filter* adalah *rate filtrasi* dapat serendah *rate* pada *slow sand filter* atau lebih tinggi dari *rate* yang digunakan pada *rapid filter*. Hal itu tergantung pada jenis filter, sifat kekeruhan dan tingkat penurunan kekeruhan yang diinginkan. Dalam mendesain filtrasi dengan jenis *roughing filter*, dapat dilakukan dengan aliran secara vertikal dan horisontal. *Roughing filter aliran horisontal* memiliki



efisiensi penurunan kekeruhan, partikel tersuspensi dan warna lebih tinggi dibandingkan *roughing filter aliran vertikal*.

Dalam proses filtrasi ini, memakai media filter batu apung dan batu dolomit. Batu apung (*pumice*) merupakan salah satu jenis batuan vulkanis (*ekstrusi*) yang berada dalam kelas batuan beku. Batuan vulkanis terbentuk karena aktifitas vulkanisme yang mengeluarkan materi-materi berupa gas, cair dan padat (*Munir-Moch, 1996*). Batu apung berwarna putih abu-abu, kekuning-kuningan sampai merah, *tekstur vesikuler* dengan ukuran lubang yang bervariasi ukurannya baik berhubungan satu sama lain. Kadang-kadang lubang tersebut terisi oleh zeolit/kalsit dan bersifat *hydraulis*, (*Sukandarrumidi, 2004*). Sifat kimia dan fisika batu apung antara lain, yaitu: mengandung oksida  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ , dan  $\text{Cl}$ , peresapan air (*water absorption*) 16,67%. Batu apung yang lapuk mempunyai daya serap yang tinggi, hal ini karena selain mempunyai kandungan mineral yang tinggi juga mengandung zat kapur dan kapasitas adsorbsinya 40 % (*Suantari, 2004*). Batu dolomit merupakan salah satu batuan dari rumpun mineral karbon yang merupakan hasil dari proses kimia dan biokimia (<http://pkukmweb.ukcn.my/~kamal/batu-sedimen>). Dolomit umumnya terjadi karena perlindihan (*leaching*) atau peresapan unsur magnesium dari air laut kedalam batu gamping. Proses ini disebut dengan proses dolomisasi yaitu proses penggantian unsur Ca oleh unsur Mg (*Sukandarrumidi, 2004*). Dolomit berwarna putih keabu-abuan atau kebiru-biruan. Batu dolomit ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ) mempunyai sifat mudah menyerap air serta mudah dihancurkan (<http://www.tekmira.esdm.go.id>). Komposisi kimia dolomit terdiri dari CaO : 30,4 %, MgO: 21,7% dan  $\text{CO}_2$  : 47, 9 % (*Moch-munir, 1995*). Dengan kandungan kapur yang tinggi, batu dolomit diperkirakan mempunyai kemampuan menurunkan kandungan kesadahan.

Penggabungan sebagai media filtrasi antara media batu apung dan batu dolomit diharapkan dapat efektif dalam menurunkan kadar COD, kekeruhan dan kesadahan pada air sungai.

## 1.2. Permasalahan

Pemakaian air sungai sebagai air baku dalam kehidupan masyarakat pinggiran sungai merupakan suatu hal yang biasa. Padahal jika dilihat, air sungai



mengandung bahan-bahan pengotor seperti kotoran, endapan, mikroorganisme patogen dan COD serta kesadahan yang tinggi. Oleh karena itu harus ada upaya agar pemakaian air sungai dapat memenuhi standar air baku. Standart air baku untuk batas maksimum yang dianjurkan yaitu untuk kekeruhan 5 NTU, kesadahan 350 mg/l dan COD 10 mg/l (SK Menkes R.I No. 907 / MENKES / SK / VII / 2002). Taraf ekonomi masyarakat disekitar sungai rata-rata dibawah standart. Sehingga alat pengolahan air yang cocok digunakan adalah yang murah dan mudah dibuat serta dioperasikan. *Roughing filter* mampu menjawab kebutuhan itu.

Pada penelitian ini digunakan *roughing filter* aliran *horizontal*. Alat ini mempunyai biaya pembuatan yang rendah, bahan baku media yang mudah diperoleh, metode pencucian yang mudah, tidak membutuhkan tenaga ahli dalam pengoperasian. Sehingga merupakan pilihan yang sering digunakan untuk proses fisik dalam pengolahan pendahuluan. Selain proses fisik, *roughing filter* juga memberikan keunggulan lain berupa terjadinya proses degradasi bio-kimiawi dalam bentuk penurunan kadar organik air baku mendekati kisaran 70% ( *Hadi wahyono*).

Pemakaian alat ini telah banyak diaplikasikan. Salah satunya adalah dalam penelitian Ardi putra, 2006 memakai alat *Roughing filter* aliran *horizontal* dengan media batu apung dan cangkang kerang. Pemanfaatan cangkang kerang sebagai media filtrasi merupakan suatu upaya dalam meminimalisasi limbah. Cangkang kerang yang digunakan sebagai media filter pada alat *roughing filter* mempunyai kemampuan cukup efektif dalam menurunkan kadar kekeruhan, namun tingkat penurunan pada kadar COD dan kesadahan kurang efektif. Hal ini dapat dilihat pada hasil penelitian Ardi putra, 2006. Hasil penelitian itu menyatakan bahwa cangkang kerang mampu menurunkan kadar COD sekitar 19,69 %, kekeruhan sekitar 46,26 % dan kesadahan sebesar 14,04 % pada variasi tinggi media cangkang kerang 100 cm, dengan diameter media 4,75 mm dengan debit aliran 0,5 l/mnt pada waktu pengambilan sampel 15 menit. Sedangkan pada perlakuan media cangkang kerang 50 cm: media batu apung 50 cm mampu menurunkan kadar COD sekitar 21,67 %, kekeruhan sekitar 60,91 % dan kesadahan sebesar 24,55 %, serta pada perlakuan media batu apung 50 cm : media cangkang kerang



50 cm mampu menurunkan kadar COD sekitar 22,78 %, kekeruhan sekitar 62,49 % dan kesadahan sebesar 25,78 % dengan diameter media 4,75 mm dengan debit aliran 0,5 l/mnt pada waktu pengambilan sampel 15 menit. Ternyata cangkang kerang kurang efektif dalam menurunkan COD dan kesadahan, begitu pula hasil penurunan parameter uji pada variasi 50 cm media cangkang kerang : 50 cm media batu apung dan variasi 50 cm media batu apung : 50 cm media cangkang kerang juga kurang signifikan dalam menurunkan COD dan kesadahan, walaupun penurunan kadar kekeruhan cukup signifikan. Dengan dasar itu maka dapat dikatakan bahwa media cangkang kerang kurang mampu dalam menurunkan kadar COD dan kesadahan. Hal itu karena media cangkang kerang mempunyai permukaan yang lebih halus serta daya serap lebih rendah. Untuk mendapatkan penurunan parameter COD, kekeruhan dan kesadahan maka perlu dilakukan beberapa hal antara lain; menggunakan media baru yang mempunyai kemampuan daya serap yang tinggi sehingga mampu menurunkan COD, kekeruhan, kesadahan dan memperkecil diameter media dan memvariasikannya.

Batu dolomit merupakan pilihan yang digunakan karena kemampuan menyerapnya tinggi, kandungan kapur yang tinggi pula. Kondisi fisik dan kimia batu dolomit ini mampu menurunkan kadar COD dan kesadahan. Apalagi jika di variasikan dengan batu apung yang juga mempunyai kemampuan daya serap yang tinggi. Kedua media ini diperkirakan mempunyai kemampuan menurunkan kadar kekeruhan, kesadahan dan COD cukup yang signifikan.

### 1.3. Perumusan Masalah

1. Dapatkah media filter batu apung dan media batu dolomit mempunyai tingkat efektifitas tinggi dalam menurunkan kadar kekeruhan, kesadahan dan COD pada *roughing filter* aliran *horizontal*.
2. Bagaimana pengaruh variasi panjang media dan diameter media pada *roughing filter* aliran *horizontal* dalam menurunkan kadar COD, kekeruhan dan kesadahan.

### 1.4. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui perbedaan penurunan nilai kekeruhan, kesadahan dan COD dengan variasi diameter media pada variasi panjang



komposisi media batu apung dan batu dolomit untuk waktu pengambilan sampel konstan pada *roughing filter* aliran *horizontal*.

2. Untuk mengetahui efektifitas batu apung dan batu dolomit dalam menurunkan kadar kekeruhan, kesadahan dan COD pada *roughing filter* aliran *horizontal*, dalam hal penggunaannya untuk pengolahan air baku.

### 1.5. Ruang lingkup Penelitian

Ruang lingkup dari penelitian ini meliputi :

1. Membuat *roughing filter* aliran *horizontal* dalam skala laborotorium.
2. Media filter yang digunakan adalah batu apung dan batu dolomit.
3. Sampel air yang digunakan yaitu sampel air sungai Brantas di Jl. Brigjen Slamet Riyadi Gg. 17 Oro-oro Dowo Malang.
4. Percobaan untuk mengetahui penurunan kadar kekeruhan, kesadahan dan COD dilakukan dengan variasi :
  - a. Variasi panjang komposisi media
  - b. Variasi diameter media
5. Parameter yang dianalisa yaitu kekeruhan, kesadahan dan COD.

---

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Sumber Air

Secara garis besar sumber air minum di muka bumi ini berasal dari beberapa sumber mata air, yaitu ( *Sutrisno, 2006* ):

##### 1. Air Laut

Air laut merupakan bagian terbesar dari muka bumi, sebagai terminal dari sungai, dan memiliki kadar garam yang tinggi dibandingkan dengan air daratan serta sifatnya yang asin karena mengandung garam NaCl.

##### 2. Air Hujan/air atmosferik

Untuk memanfaatkan air hujan sebagai sumber air minum sebaiknya waktu menampung air hujan setelah beberapa lama hujan turun, bukan digunakan pada saat hujan turun. Karena masih mengandung banyak kotoran yang berasal dari pencemaran udara oleh kotoran-kotoran industri, debu dan lain sebagainya.

##### 3. Air Permukaan

Merupakan air hujan yang mengalir di permukaan bumi. Pada umumnya air permukaan ini akan mendapat pengotoran selama pengalirannya, misalnya oleh lumpur, batang-batang kayu, daun-daun, kotoran industri, kota dan lain sebagainya. Beberapa pengotor untuk masing-masing air permukaan akan berbeda-beda, tergantung pada daerah pengaliran air permukaan ini. Jenis pengotorannya dapat dilihat dari ciri fisik, kimia dan bakteriologi.

Air permukaan dibedakan menjadi 2 macam, yaitu:

##### a. Air Sungai

Dalam penggunaannya sebagai air minum, haruslah mengalami suatu pengolahan yang sempurna, mengingat bahwa air sungai ini pada umumnya mempunyai derajat pengotoran yang tinggi sekali. Debit yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan akan air minum pada umumnya dapat mencukupi.

b. Air Rawa/danau

Air rawa kebanyakan berwarna yang disebabkan oleh adanya zat-zat organik yang telah membusuk, misalnya asam humus yang larut dalam air yang menyebabkan warna kuning coklat. Dengan adanya pembusukan kadar zat organik tinggi, maka umumnya kadar Fe dan Mn akan tinggi pula dan dalam keadaan kelarutan  $O_2$  kurang sekali ( *anaerob* ), maka unsur-unsur Fe dan Mn ini akan larut. Pada permukaan air akan tumbuh lumut ( *algae* ) karena adanya sinar matahari dan  $O_2$ .

#### 4. Air Tanah

Pada umumnya kualitas pada air tanah cukup baik ( tergantung pada lapisan keadaan tanah ) dan sedikit dipengaruhi oleh perubahan musim. Air tanah dapat dibedakan menjadi 3 yaitu :

- Air Tanah Dangkal
- Air Tanah Dalam
- Mata Air

## 2.2 Karakteristik Air Sungai

Sungai adalah bagian permukaan bumi yang letaknya lebih rendah dari tanah disekitarnya dan menjadi tempat mengalirnya air tawar menuju ke laut, danau, rawa atau ke sungai yang lain ( <http://elcom.umy.ac.id> ). Sebagian besar air hujan yang turun ke permukaan tanah, mengalir ke tempat-tempat yang lebih rendah dan setelah mengalami bermacam-macam perlawanan akibat gaya berat, akhirnya melimpah ke danau atau ke laut. Suatu alur yang panjang di atas permukaan bumi tempat mengalirnya air yang berasal dari air hujan disebut air sungai.

Ada bermacam-macam jenis sungai. Berdasarkan sumber airnya sungai dibedakan menjadi tiga macam yaitu :

- a. *Sungai Hujan*, adalah sungai yang airnya berasal dari air hujan atau sumber mata air. Contohnya adalah sungai-sungai yang ada di pulau Jawa dan Nusa Tenggara.



b. *Sungai Gletser*, adalah sungai yang airnya berasal dari pencairan es. Contoh sungai yang airnya benar-benar murni berasal dari pencairan es saja (*ansich*) boleh dikatakan tidak ada, namun pada bagian hulu sungai Gangga di India ( yang berhulu di Peg.Himalaya ) dan hulu sungai Phein di Jerman ( yang berhulu di Pegunungan Alpen ) dapat dikatakan sebagai contoh jenis sungai ini.

c. *Sungai Campuran*, adalah sungai yang airnya berasal dari pencairan es (*gletser*) dari hujan dan dari sumber mata air. Contoh sungai jenis ini adalah sungai Digul dan sungai Mamberamo di Papua ( <http://elcom.umy.ac.id> ).

Bagian-bagian dari sungai bisa dikategorikan menjadi tiga, yaitu:

a. Bagian Hulu

Bagian hulu memiliki ciri-ciri: arusnya deras, daya erosinya besar, arah erosinya ( terutama bagian dasar sungai ) vertikal. Palung sungai berbentuk V dan lerengnya cembung (*convex*), kadang-kadang terdapat air terjun atau jeram dan tidak terjadi pengendapan.

b. Bagian Tengah

Bagian tengah mempunyai ciri-ciri: arusnya tidak begitu deras, daya erosinya mulai berkurang, arah erosi ke bagian dasar dan samping (*vertikal* dan *horizontal*), palung sungai berbentuk U (*konkaf*), mulai terjadi pengendapan (*sedimentasi*) dan sering terjadi *meander* yaitu kelokan sungai yang mencapai 180° atau lebih.

c. Bagian Hilir

Bagian hilir memiliki ciri-ciri: arusnya tenang, daya erosi kecil dengan arah ke samping (*horizontal*), banyak terjadi pengendapan, di bagian muara kadang-kadang terjadi delta serta palungnya lebar ( <http://elcom.umy.ac.id> ).

Kandungan padatan dalam air sungai berasal dari air limbah atau hasil erosi di hulu sungai. Terdapat perbedaan yang mencolok antara padatan yang berasal dari erosi dan air limbah. Padatan dari erosi umumnya adalah padatan yang mudah mengendap (*settleable solid*) karena mempunyai ukuran partikel yang besar, sementara padatan dari air limbah cenderung berukuran kecil dan tersuspensi, bahkan terlarut. Pada musim hujan, kandungan lumpur yang sangat tinggi akan terbawa sampai ke hilir karena debit air yang besar.

Tetapi, pada musim kemarau dengan debit yang kecil, lumpur tetap mengendap di daerah hulu. Hal ini akan menjadi permasalahan yang serius berupa terjadinya pendangkalan pada waduk. Jadi kandungan lumpur yang sangat besar pada musim hujan dapat dijadikan indikator telah rusaknya hutan di daerah hulu (<http://blog.its.ac.id/masduqi>).

### 2.3 Parameter-parameter Air Bersih

Air bersih dapat diperoleh dari beberapa sumber air baku yang ada. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas air baku dan memerlukan pengolahan lebih lanjut apabila air baku tersebut kurang memenuhi syarat sebagai air bersih serta harus sesuai dengan standar kualitas air bersih. Beberapa faktor standar kualitas air bersih yaitu (*Alamsyah, 2007*):

#### 1. Fisik

Air minum/air baku harus memenuhi standar uji fisik. Yang termasuk dalam standar kualitas air bersih secara fisik yaitu suhu, warna, bau, rasa dan kekeruhan serta padatan terapung.

#### 2. Kimia

Yang termasuk dalam standar kualitas air secara kimia yaitu : pH ( derajat keasaman ), zat padat ( total solid ), zat organik, CO<sub>2</sub>, COD, fosfat, kesadahan, magnesium ( Mg ), besi ( Fe ), mangan ( Mn ), tembaga ( Cu ), zink ( Zn ), klorida ( Cl ), sulfat ( SO<sub>4</sub> ), sulfida ( F ), amonia ( NH<sub>4</sub> ), nitrat ( NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ), nitrit ( NO<sub>2</sub><sup>-</sup> ), phenolik ( phenol ), arsen ( As ), timbale ( Pb ), selenium ( Se ), kromium ( Cr ), sianida ( CN ), kadmium ( Cd ) dan air raksa ( Hg ).

#### 3. Biologi

Bahan baku air bersih harus memenuhi beberapa syarat biologi yaitu tidak mengandung organisme pathogen ( bakteri, protozoa dan virus ), mikroorganisme nonpatogen ( bakteri coli, bakteri besi ).

#### 2.3.1 Kekeruhan

Kekeruhan merupakan sifat optis dari suatu larutan yaitu hamburan dan absorpsi cahaya yang melaluinya. Jadi kekeruhan mempunyai sifat menghamburkan cahaya. Pengukuran kekeruhan air disebabkan pada sifat



tersebut, yaitu semakin tinggi intensity cahaya yang dibaurkan, menunjukkan semakin tinggi kekeruhan air tersebut ( *Alaert, 1984* ). Dan juga dikatakan bahwa kekeruhan menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat dalam air ( *Effendi, 2003* ).

Kekeruhan disebabkan oleh adanya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut ( misalnya lumpur dan pasir halus ), maupun bahan anorganik dan organik yang berupa plankton dan mikroorganisme lain ( *Effendi, 2003* ). Bahan organik dan anorganik berupa partikel-partikel kecil dan koloid itu berukuran 10 nm sampai 100  $\mu\text{m}$ . Partikel –partikel kecil dan koloid tersebut berupa kwarts, tanah liat, sisa tanaman, ganggang dan sebagainya ( *Alaert, 1984* ).

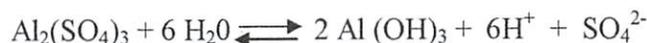
Ada dua metode yang digunakan dalam pengukuran kekeruhan yaitu metode *Jackson Candler Turbidimeter* ( JCT ) dan metode *Nephelometric*. Pengukuran *Jackson Candler Turbidimeter* ( JCT ) bersifat visual, yaitu membandingkan air sampel dengan air standar. Sedangkan metode *Nephelometric* yaitu sumber cahaya dilewatkan pada sampel dan intensitas cahaya dipantulkan oleh bahan-bahan penyebab kekeruhan diukur menggunakan suspensi polimer formazin sebagai larutan standar. Satuan metode *Nephelometric* adalah NTU ( *Nephelometric Turbidimeter Unit* ) ( *Effendi, 2003* ). Standar air baku batas maksimum yang dianjurkan untuk kekeruhan yaitu 5 NTU ( *SK Menkes R.I No. 907 / MENKES / SK / VII / 2002* ).

Dampak negatif yang ditimbulkan oleh kondisi kekeruhan adalah mengurangi segi estetika, menyulitkan dalam usaha penyaringan dan akan mengurangi usaha desinfeksi air baku ( *Sutrisno, 2006* ).

Kekeruhan dapat dihilangkan melalui pembumbuhan sejenis bahan kimia dengan sifat-sifat tertentu yang disebut *flokulan*. Umumnya *flokulan* tersebut adalah tawas ( *alum* ), namun dapat pula garam Fe ( III ), atau sesuatu polielektrolit organis. Selain pembumbuhan *flokulan* diperlukan pengadukan sampai flok-flok terbentuk dan akan mengendap. Tawas dapat terdiri dari :  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 11\text{H}_2\text{O}$  atau  $14\text{H}_2\text{O}$  ataupun  $18\text{H}_2\text{O}$ . Kalau garam tersebut



dimasukkan dalam air maka akan terbentuk  $\text{Al}(\text{OH})^{2+}$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_2^{4+}$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3^{4+}$  pada pH kurang dari 7 dan pada pH lebih dari 7 akan terbentuk  $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ . Hidrolisa atom Al dalam air menurut reaksi umum adalah (Alaert, 1984):



Selain penambahan bahan kimia, kekeruhan juga dapat dikurangi tanpa menggunakan bahan kimia. Misalnya dengan melalui proses filtrasi dengan media batu tertentu.

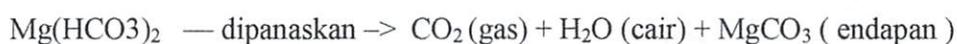
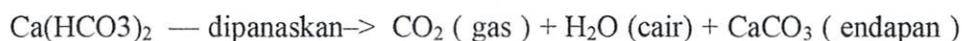
### 2.3.2 Kesadahan

Kesadahan adalah merupakan sifat air yang disebabkan oleh ion-ion (kation) logam valensi dua. Ion-ion penyebab kesadahan yang utama yaitu  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  dan juga oleh  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  serta semua kation yang bermuatan dua (Alaerts, 1984).

Kesadahan dalam air sebagian besar adalah berasal dari kontakannya dengan tanah dan pembentukan batuan. Pada umumnya air sadah berasal dari daerah dimana lapisan tanah atas (*topsoil*) tebal, dan ada pembentukan batu kapur (Sutrisno, 2006).

Ion kalsium dan magnesium dapat menyebabkan kesadahan sementara dan juga kesadahan tetap. Pada umumnya kesadahan sementara berkaitan dengan logam yang bersenyawa dengan anion  $\text{HCO}_3^-$ . Kesadahan sementara (kesadahan karbonat) dapat dihilangkan dengan pemanasan yang dapat meninggalkan kerak  $\text{CaCO}_3$  (Hadi wahyono).

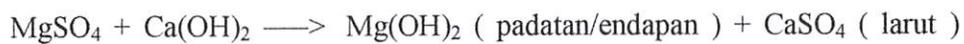
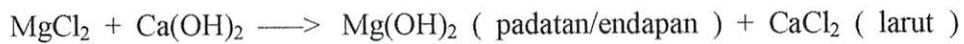
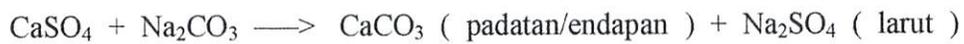
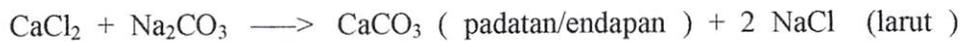
Reaksinya (<http://id.shvoong.com>):



Kesadahan tetap (*non karbonat*) jika kalsium/magnesium sulfat/klorida tidak dapat dihilangkan dengan pemanasan. Kesadahan ini berkaitan dengan logam yang bersenyawa dengan anion  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ , dan  $\text{NO}_3^-$  (Hadi wahyono). Kesadahan tetap dapat dikurangi dengan penambahan larutan soda - kapur (terdiri dari larutan natrium karbonat dan magnesium hidroksida) sehingga terbentuk kalsium karbonat (padatan/endapan) dan



magnesium hidroksida ( padatan/endapan ) dalam air. Reaksi yang dapat terjadi adalah :



Selain dengan cara itu diatas, kesadahan tetap dapat dihilangkan dengan: Pelunakan pertukaran ion, Pelunakan Reverse-Osmosis, Electrodialysis, Penyulingan, Pembekuan (<http://bennysyah.edublogs.org>).

Metode uji kesadahan adalah metode kromatografi Ion yaitu uji air diinjeksikan kedalam aliran eluen asam sulfat dan melalui kolom penukar ion (*Jasa Tirta 1. IK-Kesadahan, 2006*) dan metode titrasi EDHA yaitu dengan melihat warna indikator Erikrom hitam T yang berubah menjadi warna merah mudah (*Alaerts, 1984*). Standar air baku batas maksimum yang dianjurkan untuk kesadahan 350 mg/l yaitu (*SK Menkes R.I/2002*).

Akibat buruk dari kesadahan adalah dapat mengakibatkan konsumsi sabun yang tinggi karena adanya hubungan kimiawi antara ion kesadahan dengan molekul sabun sehingga sifat deterjen sabun hilang (*Alaerts, 1984*). Sabun dan air sadah akan membentuk endapan :  $2(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}) + \text{CaSO}_4 \rightarrow (\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_2\text{Ca} + \text{Na}_2\text{SO}_4$  (*Wardhana arya, 1999*).

Kelebihan  $\text{Ca}^{2+}$  dan ion  $\text{CO}_3^{2-}$  ( ion alkalinity ) mengakibatkan terbentuknya kerak pada dinding pipa yang disebabkan oleh endapan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ). Kerak ini akan mengurangi penampang basah pipa dan menyulitkan pemanasan air dalam ketel (*Alaerts, 1984*).

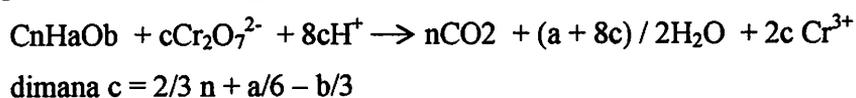
### 2.3.3 COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau miligram perliter yang dibutuhkan dalam kondisi khusus untuk menguraikan benda organik secara kimiawi (*Sugiarto, 1987*). Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melauai proses biologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air. Pengujian kebutuhan oksigen kimia ( COD ) merupakan cara uji

yang digunakan secara luas untuk mengukur pencemaran air yang ditimbulkan oleh limbah domestik maupun industri ( *Alaerts, 1984* ).

Pengukuran COD didasarkan pada kenyataan bahwa hampir semua organik dapat dioksidasi menjadi karbondioksida dan air dengan bantuan oksidator kuat ( kalium dikromat/ $K_2Cr_2O_7$ ) dalam suasana asam. Dengan menggunakan dikromat sebagai oksidator, diperkirakan sekitar 95%-100% bahan organik dapat dioksidasi. Meskipun demikian, terdapat juga organik yang tidak dapat dioksidasi yaitu piridin, dan bahan organik yang bersifat *volatile* / sangat mudah menguap ( *Effendi, 2003* ). Dan juga keterbatasan pengujian COD adalah ketidakmampuannya membedakan antara zat organik "*biodegradabel*" dengan "*nonbiodegradabel*". Satuan nilai COD adalah mg  $O_2/l$  atau biasanya cukup dipakai dengan menuliskan mg/l ( *Alaerts, 1984* ).

Reaksi yang terlibat dalam proses penentuan COD yang ditujukan dalam persamaan reaksi ( *Effendi, 2003* ) :



Proses analisa COD dapat dilakukan dengan alat spektrofotometer dan dengan alat titrasi manual ( buret). Namun pada dasarnya proses yang terjadi selama pengukuran adalah sama hanya beda metode pengukuran ( *IK CODmei 2006.doc*).

Keberadaan bahan organik dapat berasal dari alam maupun dari aktifitas rumah tangga dan industri. Perairan yang memiliki nilai COD tinggi dapat berpengaruh buruk pada kepentingan perikanan dan pertanian. Nilai COD pada perairan yang tidak tercemar biasanya kurang dari 20 mg/liter, sedangkan yang tercemar lebih dari 200 mg/liter ( *Effendi, 2003*). Standar air baku batas maksimum yang dianjurkan untuk COD 10 mg/l yaitu ( *SK Menkes R.I No. 907 / MENKES / SK / VII / 2002* ).

## 2.4 Pengolahan Air Bersih

Yang dimaksud dengan pengolahan adalah usaha-usaha teknis yang dilakukan untuk mengubah sifat-sifat suatu zat. Hal ini penting artinya bagi air minum, karena dengan adanya pengolahan ini, maka akan didapatkan suatu air



minum yang memenuhi standar air minum yang telah ditentukan. Dalam pengolahan air dikenal dua cara pengolahan yaitu :

1. Pengolahan lengkap atau *complete treatment process*, yaitu air yang pengolahan dilakukan secara lengkap, baik fisika, kimiawi dan bakteriologi.
2. Pengolahan sebagian atau *partial treatment process*, yaitu air yang pengolahannya dilakukan secara kimiawi dan atau bakteriologi saja ( *Sutrisno, 2006* ).

#### 2.4.1 Unit Pengolahan Air Bersih

Unit pengolahan air bersih terdiri dari ( *Hadi wahyono* ):

##### 1. Bangunan Penangkap Air (*Intake*)

*Intake* merupakan bangunan pertama yang digunakan untuk menangkap air (sungai, danau atau reservoir). Fungsi utama bangunan ini untuk mensuplai kualitas terbaik dari sumber yang ada dan melindungi beberapa penangkap ( pompa, pipa ) dari kerusakan/*clogging* atau penyumbatan sebagai akibat arus aliran, banjir, formasi batuan, es, ataupun bahan yang mengapung dari runtuh/erosi.

Beberapa hal penting yang perlu diperhatikan dalam penentuan reservoir adalah : sumber yang akan digunakan ( sungai, danau, dll ), mampu untuk menyediakan air dalam waktu jangka panjang, fluktuasi maksimum ( *High Water Level* ) dan minimum ( *Low Water Level* ) badan air, kedalaman, kecepatan arus/aliran, kualitas air, iklim ( curah hujan, hujan tahunan, suhu air, banjir, dll ), struktur tanah dasar.

##### 2. Bak Pengendapan Pertama ( Prasedimentasi )

Prasedimentasi merupakan tempat terjadinya pemisahan partikel padat secara grafitasi. Secara umum prasedimentasi berfungsi untuk mengendapkan partikel diskrit yang tidak berubah bentuk, ukuran, maupun beratnya selama pengendapan. Ada percepatan, hingga fraksi air sama dengan berat partikel dalam air, setelah itu kecepatan partikel konstan.

Efisiensi removal dari partikel diskrit tidak bergantung pada kedalaman ( *H* ) melainkan dipengaruhi oleh luas permukaan bak ( *As* ) dan kecepatan pengendapan partikel ( *Vs* ), dan prinsip utama dari desain



prasedimentasi adalah kecepatan horizontal ( $V_o$ ) partikel tidak boleh lebih besar dari kecepatan pengendapannya ( $V_s$ ).

Bak prasedimentasi secara umum terdiri dari empat zona ( bagian ), yaitu :

a. Zona Inlet

Pada zona ini terjadi distribusi aliran yang menuju zona settling ( $\pm 25\%$  dari panjang bak ). Prinsip dari zona inlet ini sebagai berikut :

- Influen terdispersi secara *uniform* ke bagian zona *settling*.
- Kecepatan influen berkurang, diupayakan dalam zona *settling* mengalami aliran laminar.

b. Zona *Settling*

Pada zona ini diharapkan terjadi aliran laminar agar partikel diskrit dapat mengendap dengan sempurna. Beberapa hal ketentuan yang terdapat dalam zona ini yaitu :

- $V_s$  ( kecepatan pengendapan partikel ).
- $V_o$  ( kecepatan pengaliran permukaan/*over flow rate* ).

Dimana dari dua hal tersebut diperoleh :

- $V_s < V_o$ , maka tidak akan terjadi pengendapan partikel diskrit 100%.
- $V_s = V_o$ , maka akan terjadi pengendapan partikel diskrit 100%.
- $V_s > V_o$ , maka akan mudah terjadi pengendapan partikel diskrit 100%.

c. Zona *Sludge*

Pada zona ini digunakan sebagai tempat untuk menampung material yang mengendap. Waktu pengurasan dapat ditentukan sesuai dengan banyaknya lumpur yang terendapkan dengan membandingkan kapasitas ruang penampung.

d. Zona Outlet

Pada zona ini digunakan untuk mengalirkan air ke unit berikutnya.

### 3. Koagulasi

Proses pencampuran koagulan dalam air melalui pengadukan cepat. Untuk menentukan dosis koagulan yang tepat digunakan jarrest. Yang



mempengaruhi dosis adalah pH, kekeruhan, intensitas/lama pengadukan dan suhu air.

Koagulan ada dua yaitu koagulan primer dan koagulan aid. Koagulan primer yang digunakan untuk pengolahan air minum, yaitu : tawas ( alum ),  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$  ( dalam bentuk batuan, serbuk, cairan ). Sedangkan koagulan aid berfungsi membantu karakteristik pengendapan dan daya lekat flok, menaikkan kecepatan filtrasi dan mengurangi dosis koagulan yaitu sintesis, ( *cationic, anionic* ) alam ( *natural polyelectrolytes, adsorbents-weighting agents* ).

#### 4. Flokulasi

Flokulasi merupakan proses pembentukan flok-flok melalui pengadukan lambat, setelah proses koagulasi. Ada beberapa jenis flokulasi yaitu flokulasi secara mekanis, hidrolis dan penumatis. Dinegara maju, pengaduk mekanis lebih sesuai dari pada hidrolis karena lebih mudah disesuaikan dengan variasi debit, suhu dan kualitas air baku. Komponen pengaduk lambat mekanis diantaranya adalah : *impeler, motor, controller, reducer*, sistem transmisi, *shaft* dan *bearning*.

Dinegara berkembang pengadukan lambat hidrolis lebih sesuai karena tidak perlu energi listrik/peralatan mekanis dan bahan atau material yang digunakan sebagian besar lokal. Kendala pengadukan lambat hidrolis adalah : kurang fleksibel terhadap perubahan kualitas air baku, sulit beradaptasi terhadap perubahan debit dan *headloss* mungkin besar.

Flokulator mekanis merupakan flokulator yang menggunakan tenaga motor untuk menggerakkan poros yang dilengkapi dengan *paddle* atau turbin. Sedangkan flokulator jenis *pneumatis* memanfaatkan energi dari proses aerasi melalui *difuser* atau plat bertulang. Aliran pada umumnya adalah *upflow*.

#### 5. Bak Pengendapan lanjutan ( sedimentasi )

Bak sedimentasi kedua berfungsi mengendapkan flok dari pengaduk lambat yang ukuran, bentuk dan beratnya berubah selama pengendapan. Klasifikasi tergantung pada sifat pengendapan partikel dan sifat flokulasi daripada fluida.



Efisiensi pengendapan menentukan : pembebanan ke filter, periode pencucian filter dan kualitas efluen filter. Sedangkan pemisahan flok tergantung pada kedalaman bak dan kecepatan aliran permukaan.

Faktor yang ditinjau dalam perencanaan bak pengendapan II konvensional ( tanpa *multi setter* ) adalah bentuk bak, dimensi bak, jumlah bak, arah aliran ( horisontal/vertikal ), debit dan kecepatan aliran, waktu detensi dan pembebanan aliran permukaan, ruang/volume lumpur, metode pembuangan lumpur serta pengaturan inlet/outlet.

Untuk mencegah lumpur terus kembali, perlu desain *outlet* yang benar. Panjang pelimpah tergantung pada berat partikel. Makin berat partikel makin pendek pelimpah.

Perencanaan pengendapan II melalui test kolom pengendapan, dengan tahapan pekerjaan sebagai berikut :

- air keruh dibubuhi koagulan dengan dosis sesuai jar test. Koagulan dimasukan ke kolom dan diaduk secara cepat selama 1 menit dan selanjutnya diaduk dengan perlahan selama 10 menit.
- Pada interval waktu tertentu, misalnya pada menit ke 0, 15, 30, 45, 60, 90, 120 menit, contoh air tiap tap pada jarak tiap 30 cm diambil.
- Pemisahan setiap tap diplot, untuk selanjutnya dibuat kurva pemisahannya, misalnya untuk pemisahan 80 %, berapa kecepatan aliran permukaan (  $V_o$  ) yang diperoleh dari analisa tersebut.

$V_o$  diperoleh dari analisa pengendapan tersebut diatas. Asumsi dari analisa pengendapan, perlu ditambahkan faktor keamanan karena pada kenyataannya proses pengendapan terganggu diantaranya oleh *density* dan *eddy current*, perubahan temperatur dan angin.

Bentuk pengendapan aliran horisontal relatif lebih efisien dan sederhana dibandingkan bentuk lainnya. Perencanaan yang baik yaitu yang dapat mengendapkan flok kurang lebih 95 %, fleksibel terhadap kualitas dan kuantitas air baku. Untuk negara berkembang, sebaiknya didesain tanpa pengeruk mekanis. Pengeluaran lumpur dilakukan melalui sistem pengaliran dasar bak yang dibuat kerucut-kerucut dengan sudut kemiringan  $45-60^{\circ}$ , agar lumpur mengalir ke penampungan lumpur ( *sludge hopper* ) secara grafitasi.



Jenis *horizontal-circular* tidak sesuai karena proses pengendapan yang sulit dicapai dengan baik, dan itu tercermin dari bilangan reynold yang selalu  $> 2000$ . Suatu angka yang menunjukkan aliran tidak laminar, sehingga flok sulit untuk mengendap.

Kelebihan bak pengendapan *horizontal* daripada bak pengendap *upflow* adalah : toleran terhadap perubahan kualitas dan kuantitas air baku, unjuk kerja dapat diperkirakan, dapat dirancang dari *pilot plant* dengan hasil baik, sesuai untuk kekeruhan tinggi, biaya konstruksi rendah, Biaya O & M murah dan mudah pelaksanaannya.

*Surface area* atau *over flow rate* merupakan faktor penting dalam sedimentasi II. Pada tangki ideal, OFR ( *over flow rate* ) sama dengan kecepatan pengendapan. Karena tidak ada yang ideal, OFR diturunkan, sementara waktu detensi ( *td* ) diperbesar ( 1.25-1.75 ).

## 6. Filtrasi

Proses filtrasi adalah proses penyaringan air melalui media berbutir yang *porous*. Bangunan filtrasi berfungsi sebagai tempat penyaringan flok/partikel yang masih terdapat dalam air yang tidak dapat terendapkan pada bak sedimentasi. Selain itu filtrasi juga berfungsi sebagai tempat penyaringan bakteri-bakteri yang terkandung di dalam air tersebut.

## 7. Stabilisasi Air

Air disebut stabil bila kalsium karbonat yang ada tidak larut atau mengendap ( kalsium karbonat dalam keseimbangan dengan kadar ion hidrogen :  $\text{CaCO}_3 + \text{H}^+ \longrightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^-$  ). Bila pH naik, timbul kerak, bila pH turun air korosif. Dengan demikian, maksud dan tujuan dari stabilisasi air adalah menjaga sistem pengaliran air melalui pipa, yang pertama agar tidak menyebabkan korosi pada pipa, sehingga kebocoran air berkurang dan kedua agar air tidak menimbulkan kerak pada pipa, yang dapat mengurangi debit pengaliran.

## 8. Pengolahan Lumpur

Lumpur dari pengendapan pertama, pengendap kedua dan pencucian filtrasi perlu diolah dalam suatu sistem pengolahan yang sesuai dengan kondisi setempat, seperti dana dan lahan yang tersedia. Bila lahan untuk instalasi



cukup memadai, dapat didesain kolam pengendap konvensional. Pada saat musim kemarau, kerak lumpur yang mengendap didasar kolam dapat diambil untuk material urug. Unit pengering lumpur ( *drying bed* ) dapat pula digunakan untuk memisahkan antara zat cair dengan padatan tersuspensinya. Besarnya kolam atau bak pengering lumpur tergantung pada besarnya produksi lumpur dan iklim/cuaca setempat.

## 9. Desinfeksi

Merupakan metode untuk membunuh bakteri yang tidak dikehendaki ada di dalam air minum, seperti bakteri pathogen sebagai penyebab berbagai penyakit. Hal yang perlu diperhatikan dalam konteks desinfeksi adalah bagaimana mencegah terjadinya pemindahan bibit penyakit ke tubuh manusia melalui air minum dengan memutus rantai antara keduanya.

Desinfeksi dapat dilakukan antara lain dengan : pemanasan, sinar ultraviolet, memberikan getaran ultrasonik, menambahkan ozon (  $O_3$  ), chlorinasi.

## 2.5 Filtrasi

### 2.5.1 Pengertian Filtrasi

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

1. Filtrasi adalah suatu pemisahan padatan dan cairan dimana cairan ditempatkan melalui media berpori untuk memisahkan zat padat tersuspensi halus yang mungkin ada ( *Reynold, 1981* ).
2. Filtrasi adalah suatu proses dimana air diupayakan melewati suatu lapisan berpori atau kombinasi bahan berbutir untuk memisahkan zat-zat tersuspensi dan koloid yang ada dalam air ( *Al-layla, 1978* ).
3. Filtrasi adalah proses penjernihan atau penyaringan air baku melalui media berbutir *porous*. Selama melalui media tersebut terjadi pemisahan atau reduksi kandungan material tersuspensi, koloid, bakteri dan organisme lainnya dan perubahan unsur-unsur kimiawi air baku melalui mekanisme filtrasi yang berlangsung di sepanjang *filter bed* ( *Huisman, 1980 dalam Suantari, 2005* ).

4. 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 ( *Masduqi dan Slamet, 2002* ).

### 2.5.2 Jenis-jenis Filter

Jenis proses filtrasi atau filter diklasifikasikan berdasarkan pada kecepatan air, arah aliran, tekanan yang bekerja pada media dan *pretreatment* yang diperlukan.

A. Berdasarkan kecepatan alirannya, dapat dibedakan menjadi:

#### 1. *Rapid Filtration*

Adalah proses air bersih yang umumnya dilakukan sesudah proses koagulasi, flokulasi dan sedimentasi. Kecepatannya yaitu 5-12 m/jam. Media yang dipakai bisa dalam bentuk :

- a. *Single media* (1 media)
- b. *Dual media* (2 media)
- c. *Mixed media* (dua atau lebih media)

#### 2. *Slow Filtration*

Adalah proses pengolahan air bersih yang umumnya dilakukan untuk air permukaan tanpa unit koagulasi, flokulasi dan sedimentasi. Jadi air baku sesudah melalui prasedimentasi langsung dialirkan ke filter. Proses koagulasi, flokulasi, sedimentasi dan filtrasi terjadi di filter ini dengan bantuan mikroorganisme yang terbentuk di lapisan permukaan media pasir. Kecepatannya yaitu 0,1-0,4 m/jam. Beberapa keuntungan dari *slow sand filter* adalah, ( *Robert A. LeCraw, P., RAL Engineering Ltd. dalam Ardi, P. 2006* ):

- a. Efektif dalam menurunkan kekeruhan dan bakteri.
- b. Tidak perlu pengolahan pendahuluan dengan bahan kimia.
- c. Tidak perlu *backwashing*.
- d. Tidak menggunakan alat-alat dari mesin.

Sedangkan kelemahan dari *slow sand filter* adalah :

- a. Kekeruhan air baku harus rendah yaitu kurang dari 50 NTU.



- b. Membutuhkan lahan yang luas jika air baku mengandung alga dan kekeruhan yang tinggi.
- B. Berdasarkan arah alirannya, dapat dibedakan menjadi :
1. *Downflow filter*  
Adalah proses filtrasi dimana air mengalir secara vertikal/gravitasi ( dari atas ke bawah ).
  2. *Upflow filter*  
Adalah proses filtrasi dimana air mengalir secara vertikal dari bawah ke atas.
  3. *Horizontal filter*  
Adalah proses filtrasi dimana air mengalir secara horizontal.
- C. Berdasarkan tekanan yang bekerja pada media dapat dibedakan menjadi :
1. *Gravity Filter*  
Adalah proses filtrasi dimana air mengalir melalui *filter bed* secara gravitasi.
  2. *Pressure Filter*  
Adalah proses filtrasi dimana air mengalir melalui *filter bed* dengan tekanan.
- D. Menurut *pretreatment* yang diperlukan yaitu ( *Masduqi dan Slamet, 2002* ):
1. Penyaringan Langsung ( *Direct Filtration* )  
Adalah proses filtrasi yang dilakukan pada air baku dengan kekeruhan rendah, tetapi yang masih belum memenuhi persyaratan kualitas air, misalnya air sumur dangkal. Jika diperlukan koagulan dapat diinjeksikan pada saluran yang menuju filter dan flok-flok yang terjadi langsung disaring tanpa melalui sedimentasi sehingga dapat menghemat bangunan unit pengolahan.
  2. Pengendap pertama ( *Plain Sedimentation* )  
Merupakan pengendapan yang berfungsi untuk mengendapkan partikel *diskrit* yang tidak berubah bentuk, ukuran maupun beratnya selama pengendapan. Jenis pengendapan ini sesuai



dengan daerah beriklim tropis dengan curah hujan yang tinggi sehingga menghasilkan kekeruhan yang tinggi didalam air sungai, akibat erosi lahan dan *viskositas* yang rendah karena suhu ambaien yang tinggi.

### 3. Roughing Filter

*Roughing filter* merupakan salah satu jenis pengolahan pendahuluan yang paling umum dipakai untuk penyediaan air minum. *Roughing filter* biasanya terdiri dari media filter dengan ukuran yang berbeda-beda. *Roughing filler* menggunakan media dengan ukuran yang jauh lebih besar dibandingkan dengan *slow filtration* maupun *rapid filtration*.

## 2.5.3 Proses filtrasi

### 2.5.3.1 Mekanisme Filtrasi

Proses filtrasi adalah kombinasi antara beberapa proses yang berbeda, Proses yang paling penting adalah ( *Reynold, 1981* ) :

#### 1. *Mechanical Straining*

Yaitu proses penyaringan partikel atau material tersuspensi yang terlalu besar untuk dapat lolos melalui ruang antara butiran media. Proses ini terjadi pada permukaan *filter bed* dan tidak tergantung pada *rate filtrasi*. *Clogging* pada *filter bed* akan mengurangi ukuran pori sehingga secara teoritis akan meningkatkan efisiensi penyaringan dari media filter dan akan meningkatkan tahanan sehingga perlu dipilih butiran yang lebih kasar.

#### 2. *Sedimentasi*

Proses ini akan mengendapkan partikel/material tersuspensi yang lebih halus ukurannya dari lubang pori pada permukaan butiran. Jika filtrasi sudah berjalan cukup lama, maka endapan akan mengurangi ukuran efektif pori dan kecepatan air akan bertambah. Hal ini dapat menyebabkan kualitas *effluent* menjadi lebih buruk.

#### 3. *Adsorpsi*

Yaitu proses penghilangan *impurities* dari air karena adanya gaya tarik menarik antara *impurities* dengan butiran media. Proses adsorpsi



ini memegang peranan penting dalam proses filtrasi, karena akan menghilangkan partikel yang lebih kecil dari pada partikel tersuspensi, seperti partikel koloid dan partikel terlarut. Kemampuan adsorpsi hanya terjadi pada jarak antara 0,01-1 m di sekitar permukaan butiran. Prinsip proses adsorpsi adalah karena adanya perbedaan muatan antara permukaan butiran dengan partikel tersuspensi/koloid yang ada disekitarnya. Partikel koloid yang berasal dari organik (umumnya bermuatan negatif) tidak akan teradsorpsi pada saat filter masih bersih dan baru beroperasi. Setelah filtrasi berjalan dan banyak partikel positif yang tertahan pada butiran media filter, maka permukaan butiran filter menjadi lewat jenuh dan bermuatan positif. Kemudian terjadi adsorpsi tingkat kedua yaitu menarik partikel-partikel bermuatan negatif. Jika adsorpsi tingkat kedua ini mencapai kondisi *over saturated*, muatan kembali menjadi negatif dan menjadi muatan positif semakin lama *impurities* yang menempel pada permukaan butiran media akan semakin tebal, sehingga gaya penyebab terjadinya adsorpsi ( gaya *Van Der Waals* dan gaya *Coulomb* ) menjadi menurun kekuatannya dan efisiensi filter pun menurun.

#### 4. *Aktivitas kimia*

Yaitu proses dimana partikel yang terlarut diuraikan menjadi substansi yang sederhana dan tidak berbahaya/diubah menjadi partikel-partikel tidak terlarut, sehingga dapat dihilangkan dengan proses *straining*, sedimentasi dan adsorpsi pada media berikutnya.

#### 5. *Aktivitas biologi*

Aktivitas biologis ini disebabkan oleh mikroorganisme yang hidup di dalam filter. Secara alami bakteri terdapat didalam air baku dan jika melalui filter ada yang tertahan pada butiran media filter. Mikroorganisme ini dapat berkembang biak dalam filter dengan adanya sumber makanan dari bahan organik dan anorganik yang terdapat dalam air yang akan diolah.

### 2.5.3.2 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Proses Filtrasi

Didalam proses filtrasi terjadi reaksi kimia dan fisika sehingga banyak faktor yang saling berkaitan yang akan mempengaruhi kualitas air terjadi reaksi kimia dan fisika sehingga banyak faktor yang saling berkaitan yang akan mempengaruhi kualitas air hasil filtrasi, efisiensi dan sebagainya.

Efisiensi dari proses filtrasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah:

1. Debit filtrasi.

Untuk mendapatkan hasil yang memuaskan diperlukan keseimbangan antara debit filtrasi dengan kondisi media yang ada. Debit yang terlalu besar akan menyebabkan tidak berfungsinya filter secara efisien. Dengan adanya aliran air yang terlalu cepat melewati ruang pori diantara butiran media akan menyebabkan berkurangnya waktu kontak antara permukaan butir media penyaring dengan air yang akan disaring, sehingga proses filtrasi tidak dapat terjadi secara sempurna. Kecepatan aliran yang terlalu tinggi melewati ruang pori antara butiran media menyebabkan partikel-partikel halus yang akan disaring lolos. Selain itu, dengan kecepatan aliran yang terlalu tinggi terjadi gesekan-gesekan butiran media yang dapat menyebabkan mengecilnya lubang pori sehingga akan cepat terjadi *clogging*. Adanya kemampuan yang terbatas dari suatu media akan memberikan pengaruh dalam pertimbangan mendesain debit filtrasi. Dalam mendesain debit filtrasi perlu dipertimbangkan, baik dari tingkat efisiensi penyaringan yang dihasilkan, terpenuhinya batas standar kualitas air yang disyaratkan, kemudahan dalam pengoperasiannya dan juga nilai ekonomi.

2. Kedalaman, ukuran, dan material media.

Partikel tersuspensi yang terjadi melalui *influent* akan tertahan pada permukaan media filter karena adanya mekanisme filtrasi (*straining*). Oleh karena itu efisiensi filter merupakan fungsi karakteristik fisik dari *filter bed* yang meliputi *porositas* dan *rasio* dari kedalaman media terhadap ukuran media. Kedalaman dan ukuran media merupakan hal



penting dalam perencanaan filter. Tebal tidaknya media akan menyebabkan lamanya pengaliran dan besarnya daya saring. Media yang terlalu besar biasanya mempunyai daya saring yang tinggi tetapi akan membutuhkan waktu pengaliran yang lama. Ditinjau dari segi biaya, media yang terlalu tebal tidak menguntungkan. Sebaliknya media yang tipis mempunyai waktu pengaliran yang pendek dan kemungkinan juga mempunyai daya saring yang rendah. Demikian pula dengan diameter butiran media berpengaruh pada *porositas*, *rate filtrasi* dan juga kemampuan daya saring, baik itu komposisinya, proporsinya maupun bentuk susunan dari diameter butiran.

3. Densitas media.

Salah satu faktor yang harus diketahui dalam penyusunan *filter bed* adalah densitas media. Pada penyusunan media filter yang benar, densitas butiran yang berat dengan ukuran butiran yang kecil ditempatkan pada bagian bawah, sedangkan untuk densitas butiran yang ringan dengan ukuran lebih kecil ditempatkan pada bagian atas. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari terlalu cepatnya media tersumbat.

4. Kualitas ( kekeruhan ) air baku.

Kualitas ( kekeruhan ) air baku sangat mempengaruhi efisiensi filtrasi. Kekeruhan air baku yang terlalu tinggi menyebabkan ruang pori antara butiran media akan tersumbat. Oleh karena itu, dalam melakukan filtrasi harus dibatasi kadar kekeruhan air baku yang akan diolah. Jika kekeruhan air baku terlalu tinggi maka diperlukan pengolahan awal terlebih dahulu.

5. Temperatur.

Perubahan temperatur air yang akan di filtrasi menyebabkan terjadinya perubahan secara tidak langsung pada kehilangan tekanan selama melewati media juga pada efisiensi filtrasi. Walaupun perubahan temperatur mempunyai pengaruh pada kehilangan tekanan air yang ditimbulkan dan efisiensi dan filter, tetapi hal ini tidak terlalu besar/menyolok.



### 2.5.3.3 Hidrolika Filtrasi

Ketika air (*fluida*) melewati ruang pori pada butiran media, kehilangan energi disebabkan karena bentuk dan gaya gesek pada permukaan media untuk selanjutnya kehilangan energi terjadi karena ekspansi dari fluida yang melewati ruang pori diantara butiran media. Aliran yang melewati bukaan pori adalah fungsi dari beberapa parameter dan untuk memperkirakan digunakan pipa *piezometrik* (*Reynold, 1981*). *Headloss* yang terjadi saat fluida melewati ruang pori diantara butiran media dapat dihitung berdasarkan persamaan Carmant - Kozeny dan persamaan Rose yang dikembangkan berdasarkan persamaan Darcy - Weisbach, yaitu (*Reynold, 1981*):

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

Dimana :

- f = Faktor gesekan
- V = Kecepatan rata - rata (m/dt)
- g = Percepatan gravitasi (m/dt<sup>2</sup>)
- D = Diameter saluran (m)
- L = Panjang atau kedalaman media (m)

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

$$N_R = \frac{\Phi dV_s}{\nu}$$

Dimana :

- NR = *Reynolds number*
- $\phi$  = faktor bentuk partikel ( 1 untuk lapisan, 0,82 untuk pasir dibulatkan, 0,75 untuk rata-rata pasir, 0,73 untuk batubara yang dihancurkan dan pasir bersudut ).
- d = diameter media (m)
- Vs = kecepatan filtrasi (m/dt)
- $\nu$  = kinematik viskositas (m<sup>2</sup>/dt)



Rumus penentuan nilai koefisien drag pada media filter baru

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

Dimana :  $C_D$  = Koefisien drag

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

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

Dimana :

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

$\alpha$  = porositas

L = ketebalan filterbed (m)

d = Diameter media filter (mm)

$V_s$  = Kecepatan filtrasi (m/dt)

g = percepatan gravitasi (m/dt<sup>2</sup>)

## 2.6 Roughing Filter

### 2.6.1 Umum

*Roughing filter* merupakan salah satu model dari pengendapan dengan *multi false bottom* berupa kerikil yang dapat memisahkan partikel tersuspensi secara efektif. Meskipun namanya menyebut *filter*, namun proses utama yang terjadi adalah pengendapan partikel di permukaan bagian atas setiap kerikil di dalam *reactor* dan *adhesi* ke permukaan seluruh media, bukan proses penyaringan. Pada saat *roughing filter* mendekati buntu, proses berikutnya yang mungkin terjadi adalah *filtrasi*. Selain proses fisik, *roughing filter* juga memberikan keunggulan lain berupa terjadinya proses degradasi bio-kimiawi dalam bentuk penurunan kadar organik air baku mendekati kisaran 70% ( *Hadi wahyono* ).

*Roughing filter* merupakan salah satu jenis pengolahan pendahuluan yang paling umum dipakai untuk penyediaan air minum. *Roughing filter* biasanya terdiri dari media filter dengan ukuran yang berbeda-beda. *Roughing*



*filter* menggunakan media dengan ukuran yang jauh lebih besar dibandingkan dengan *slow filtration* dan *rapid filtration*, seperti dapat dilihat berikut ini :

- *Slow sand filter* 0, 15 mm < diameter < 0, 35 mm
- *Rapid sand filter* 0, 40 mm < diameter < 0, 70 mm
- *Roughing filter* diameter > 2,00 mm

Pada *roughing filter*, kecepatan ( *rate* ) aliran dapat diatur lebih lambat dari kecepatan ( *rate* ) aliran pada *slow sand filter* namun dapat pula lebih cepat dari kecepatan ( *rate* ) aliran pada *rapid sand filter*, hal ini tergantung pada jenis *filter*, kekeruhan alami dan tingkat pemisahan kekeruhan yang diinginkan ( *Widhiarta, 2006* ).

Pencucian filter dilakukan dengan penggelontoran atau pengambilan media dan menggantinya dengan yang masih bersih. *Roughing filter* dapat diletakkan sebelum *slow sand filter* atau sebelum *direct filtration* ( *Hadi wahyono* ).

Kekeruhan *inlet* berkisar antara 20-150 NTU. Hal ini dimaksudkan guna mencegah terjadinya penyumbatan yang terlalu sering dan menjamin kelangsungan operasinya untuk suatu periode waktu panjang ( *Widhiarta, 2006* ).

Ada dua jenis *roughing filter* yaitu *vertical flow filter* dan *horizontal flow filter*. Pada *vertical flow filter* air dapat dialirkan secara *upflow* atau *down flow*. Pengglontoran media *filter* dilakukan dengan penyemprotan media atau merubah arah alirannya. Untuk aliran *upflow*, pembuangan air pencuci bersatu dengan sistem *under drain*, yaitu pada saat air pencuci dialirkan ke bawah melalui media *filter*. Sedangkan aliran *downflow* pembuangan air pencuci melalui pelimpah yang terletak dibagian atas media. Pengglontoran sistem aliran *horizontal* dilakukan dengan penyemprotan media *filter* dari atas bak, dan pengaliran air pencucinya ke sistem *under drain* ( *Hadi wahyono* ).

### 2.6.2 Horizontal Flow Filter ( HRF )

*Horizontal Flow Filter* ( HRF ) mempunyai kapasitas tampung lumpur yang besar, karena volume media yang besar. *Roughing filter* memiliki kemampuan dalam menurunkan kekeruhann 50 - 90%, *suspended solid* 40 - 80% dan penurunan warna 50 -90%. ( *J.M.J.C.Jayalath and J.P.Padmasiri, Sri langka,*

1996, dalam Ardi, P. 2006 ). *Horisontal flow Filter* dibagi dalam zona-zona dengan media dari besar ke kecil. Lebar *box filter* antara 2-5 m, dan diisi dengan media kerikil dengan diameter 4-40 mm. *slope box filter* 1 %. Kecepatan pengaliran berkisar antara 0.5-4 m/jam, tergantung kekeruhan awal air baku dan kekeruhan *efluen* yang diinginkan. Bila air baku sangat keruh, kecepatan maksimum pengaliran 2 m/jam. Tebal kerikil penutup muka air 10-20 cm untuk mencegah pertumbuhan tanaman/ganggang.

Panjang *filter* menentukan umur ( periode pencucian ) filter. Untuk *box filter* dengan panjang 50-70 m, periode pencucian bisa mencapai 5 tahun ( sesuai untuk negara maju, mengingat ongkos buruh mahal ). Sedangkan untuk Negara berkembang, sesuai dengan skala ekonominya, panjang *box filter* cukup 4-15 m, dengan periode pencucian 0.5- 1 tahun. *Horizontal Flow Filter* dapat dipasang dipinggir sungai dengan turap batu kosong.

Periode pencucian *filter* dapat berlangsung 1 tahun sekali, tergantung kualitas air bakunya. Pembersihan dilakukan dengan mengganti kerikil baru, dan meletakkan kerikil kotor dipermukaan tanah untuk digelontor secara manual dengan air bertekanan. Setelah bersih disimpan untuk penggantian berikutnya ( Hadi wahyono ).

Tabel 2.1 Perbedaan antara *horizontal roughing filter*, *slow sand filter* dan *rapid sand filter*

No	Parameter desain	Slow sand filter	Rapid sand filter	Horizontal roughing filter
1	Kekeruhan	< 50 NTU	5 – 10 NTU	20 – 150 NTU
2	Diameter media	0.15 – 0.35 mm	0.40 – 0.70 mm	> 2.0 mm
3	Kedalaman/ ketebalan media	1.0 – 1.4 m	0.8 – 1.0 m	1.0 – 1.5 m
4	Kecepatan filtrasi	0.1 – 0.4 m/jam	5.0 – 12.0 m/jam	Dapat serendah pada <i>slow sand filter</i> atau lebih tinggi daripada <i>rapid sand filter</i>
5	Pencucian	20-60 hari sekali	12-72 jam sekali	0,5-1 tahun sekali
6	Cara pencucian	Pasir bagian atas dikeruk, dicuci dan dipakai lagi atau diganti	<i>High rate backwash</i> atau <i>air water backwash</i>	Mengganti kerikil baru dengan cara kerikil kotor digelontor secara manual dengan air



				bertekanan lalu digunakan lagi.
7	Headloss	6 – 120 cm	30 – 275 cm	< 38 cm
8	Underdrain Sistem	Menggunakan sistem <i>lateral manifold</i> . Menggunakan standard <i>bricks</i> atau <i>precast concrete blocks</i> dengan lobang-lobang di atas atau <i>porous concrete</i>	Menggunakan sistem <i>lateral manifold</i>	Menggunakan <i>teepee</i> atau sistem <i>lateral manifold</i>

Sumber : Diadaptasi dari berbagai sumber

## 2.7 Jenis Media

### 2.7.1 Batu Apung (*pumice*)

#### 1. Klasifikasi umum

Batu apung (*pumice*) merupakan salah satu jenis batuan vulkanis (*ekstrusi*) yang berada dalam kelas batuan beku. Batuan vulkanis terbentuk karena aktifitas vulkanisme yang mengeluarkan materi-materi berupa gas, cair dan padat (*Munir-Moch, 1996*).

#### 2. Pembentukan batu apung

Batu apung terjadi bila magma asam muncul kepermukaan dan bersentuhan dengan udara luar secara tiba-tiba. Buih gelas alam dengan gas yang terkandung didalamnya mempunyai kesempatan untuk keluar dan magma membeku dengan tiba-tiba. *Pumice* umumnya terdapat sebagai fragmen yang terlemparkan pada saat letusan gunung api dengan ukuran dari kerikil sampai bongkahan. *Pumice* umumnya terdapat dalam lelehan atau aliran permukaan, bahan lepas atau atau fragmen dalam breksi gunung api. Batu apung dapat pula dibuat dengan memanaskan obsidian dengan suhu 880 °C (*Sukandarrumidi, 2004*).

#### 3. Karakteristik batu apung

Batu apung (*Pumice*) mempunyai sifat *hydraulic*. Berwarna putih abu-abu, kekuning-kuningan sampai merah, tekstur *vesikuler* dengan ukuran lubang yang bervariasi ukurannya baik berhubungan satu sama lain. Lubang-lubang pada batu ini kadang-kadang terisi oleh zeolit/kalsit.

*Pumice* mempunyai sifat tahan terhadap pembekuan embun, tidak begitu *higroskopik* (mengisap air) dan sifat penghantar panas yang rendah serta kekuatan tekan antara 20-30 kg/cm<sup>2</sup>. Komposisi utama mineral silikat amorf ( *Sukandarrumidi, 2004* ).



**Gambar 2.1** Bentuk batu apung ( <http://kimia.upi.edu> )

#### **4. Penyebaran batu apung**

Keterdapatannya batu apung di Indonesia selalu berkaitan dengan rangkaian gunung api kuartar sampai tersier muda. Antara lain didaerah : Jambi ( Slambuku, Lubukgaung), Lampung ( pulau Panjang), Jawa Barat ( Kawah Danu, Banten, Mancak, Pabuaran, Cicurug, Cikatomas), Yogyakarta ( Kulon Progo), Nusa Tenggara Barat ( Ledangnangka, Rempung, Mantang, Narimaga), Maluku ( Rum, Gato, Tidore) dan Nusa Tenggara Timur ( *Sukandarrumidi, 2004*).

#### **5. Kegunaan batu apung dalam pengolahan air baku**

Batu apung ( *pumice* ) banyak mengandung kandungan mineral terutama silikat amorf dan juga mengandung MgO, CaO yang menyebabkan adanya kandungan zat kapur. Selain itu fisik batu yang lapuk dan berlubang akan meningkatkan kemampuan daya serap. Hal ini cenderung meningkatkan daya kapasitas adsorbsinya hingga 40 % ( *Suantari, 2004* ). Ion Mg akan bereaksi dengan OH<sup>-</sup> membentuk garam yang terlarut sampai batas kejenuhan dan mengendap sebagai Mg(OH)<sub>2</sub> bila titik kejenuhan dilampahi dan ion Ca akan bereaksi dengan CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> akan mengendapkan CaCO<sub>3</sub>. Dalam aplikasinya batu apung telah digunakan sebagai media filtrasi dalam menurunkan kadar COD, kekeruhan dan kesadahan ( *Ardi putra, 2006* ).

### **2.7.2 Batu Dolomit**

#### **1. Klasifikasi umum**

Bantuan sedimen merupakan batuan yang terjadi karena pengendapan material hasil erosi. Jadi asalnya dari batuan yang telah ada,



baik batuan beku, batuan metamorf ataupun batuan sediment lainnya, yang mengalami pelapukan, tererosi, terbawa pergi kemudian diendapkan ditempat lain.

Sekitar 80 % permukaan batuan tertutup batuan sediment, walaupun volumenya hanya sekitar 5 % dari volume kerak bumi ( *Munir-Moch, 1995* ). Batuan sediment mempunyai tempat pengendapan tersendiri mulai pengendapan dilingkungan darat, lingkungan sungai, lingkungan danau sampai ke lingkungan laut. Berdasarkan tempat pengendapannya, ada beberapa jenis batuan sediment diantaranya yaitu batuan sediment karbonat. Batuan karbonat ini terbentuk dari kumpulan cangkang moluska, alga, foraminifera atau lainnya yang bercangkang kapur. Batuan ini terdiri dari garam karbonat, dalam prakteknya adalah terutama batu gamping ( *limestone* ) dan dolomit ( *D. Setia Graha, 1987* ).

## 2. Pembentukan Batu Dolomit

Kebanyakan dolomit didapatkan bersama-sama dengan batu gamping. Dolomit umumnya terjadi karena perliindihan ( *leaching* ) atau peresapan unsur magnesium dari air laut kedalam batu gamping. Proses ini disebut dengan proses dolomisasi yaitu proses penggantian Ca oleh unsur Mg. Tata nama batu gamping berdasarkan kadar magnesium yang terkandung seperti terlihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Tata Nama Batu Gamping

Nama Batuan	Kadar Dolomit ( % )	Kadar MgO ( % )
Batu Gamping	0 -5	0,1 – 1,1
Batu Gamping Magnesium	5-10	1,1 – 2,2
Batu Gamping Dolomitan	10-50	2,2 – 10,9
Dolomit berkalsium	50-90	10,9 -19,7
Dolomit	90-100	19,7-21,8

Sumber : ( *Sukandarrumidi, 2004* ).

## 3. Karakteristik Batu Dolomit

Karakter batuan dolomit di alam dapat dilihat pada tabel 2.3 dibawah ini :

Tabel 2.3 Karakteris batuan dolomit

No	Karakter dolomit	
1.	Sistem Kristal	Hexagonal
2.	Warna	Abu-abu putih, kebiruan, kuning
3.	Belahan	Sempurna
4.	Bentuk butiran	Halus hingga kasar
5.	Kekerasan	3,5 – 4.0, rapuh
6.	Berat jenis	1.8-2.9
7.	Kilap	Kaca
8.	Tidak larut dalam	HCL
9.	Dijumpai bersama	Halit dan gipsum

Sumber : (Sukandarrumidi, 2004 dan Munir-Moch, 1995 )

Komposisi kimia batu dolomit di sekapuk-sedayu Km 32 Gresik jatim adalah : MgO :  $\geq 20$  %, CaO :  $\pm 30$  %, H<sub>2</sub>O :  $\leq 1$  % dan berupa bongkahan dengan warna putih.



**Gambar 2.2 Bentuk batu dolomi ( <http://indonetwork.co.id> )**

#### **4. Penyebaran batu Dolomit**

Batu Dolomit didapat berasosiasi dengan batu gamping. Tempat ditemukannya batu dolomit antara lain didaerah : Aceh Tenggara ( Kungking Aceh Tenggara), Sumatera Utara ( Pengoloan Tapanuli Selatan), Sumatra Barat ( Kp. Manggis, Lubuksikaping), Jawa Tengah ( pamotan), Jawa Timur ( Pacitan, Sedayu Gresik, Tuban, Lamongan), ( Abe pantai, Tanah hitam Jayapura) Papua ( *Sukandarrumidi, 2004*).

#### **5. Penggunaan Batu Dolomit dalam pengolahan air baku**

Batu dolomit (  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$  ) yang banyak mengandung kapur sangat baik manfaatnya untuk digunakan sebagai alternatif pengolahan air baku. Parameter yang pernah diukur adalah penurunan besi dan mangan ( *Helen,*

2003 ) serta penurunan kekeruhan, COD dan kesadahan ( *Ardi Putra, 2006*). Pada dasarnya batu dolomit sangat baik sebagai koagulan dan juga dalam proses dekarbonisasi serta adsorpsi. Proses yang mungkin terjadi dalam reaksi dolomit dengan air adalah : Ion Mg akan bereaksi dengan OH<sup>-</sup> membentuk garam yang terlarut sampai batas kejenuhan dan mengendap sebagai Mg(OH)<sub>2</sub> bila titik kejenuhan dilampaui serta ion Ca akan bereaksi dengan CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> akan mengendapkan CaCO<sub>3</sub>.

## 2.8 Aktifasi

Batu dolomit ( CaCO<sub>3</sub>.MgCO<sub>3</sub>) dan batu apung ( *pumice*) bisa dimanfaatkan sebagai alternatif pengolahan air baku. Beberapa penelitian telah dilakukan dengan menggunakan media dolomit dan apung. Terutama untuk proses fisik. Walaupun demikian, untuk batu dolomit maupun batu apung yang belum diaktifasi kadang kemampuan filtrasinya terbatas.

Kelemahan tersebut dapat diatasi melalui proses aktifasi. Aktifasi secara kimia atau "*chemical impregnating agent*" dilakukan dengan menggunakan bahan kimia atau bahan pengaktif seperti seng klorida ( ZnCb), magnesium klorida (MgCb), kalsium klorida (CaCh), natrium hidroksida (NaOH), natrium karbonat (NaCO<sub>s</sub>), natrium klorida (NaCl), potassium sulfida (K<sub>2</sub>S), asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), potassium hidroksida (KOH).

Aktifasi kimia batu apung dan batu dolomit dilakukan dengan penambahan asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Asam sulfat sebagai bahan pengoksidasi dan bahan pendehidrasi lebih-lebih terhadap senyawa organik ( *Austin, 1996*). Asam sulfat akan bereaksi dengan butiran dolomit dan apung sehingga terjadi penyusutan butiran media. Dengan menyusutnya batu dolomit dan apung diharapkan mempunyai porositas yang kecil. Hal ini sejalan dengan proses pengendapan dalam media sehingga terjadi pengurangan partikel tersuspensi. Partikel yang berukuran lebih besar dari pori antar media akan mengendap pada permukaan *filterbed*. Beberapa partikel yang dapat melewati pori antar media akan saling kontak dan membentuk butiran yang lebih besar sehingga tertahan pada media yang lebih dalam ( *McFeters, 1990 dalam Ardi, P. 2006* ).



Pengembangan struktur pori yang demikian ini, dilakukan secara internal sebagai akibat adanya reaksi kimia antar bahan baku dengan agen kimia yang digunakan ( *Eckenfelder, 1991*). Pembesaran ukuran pori selain mempunyai keunggulan dalam proses fisika, juga baik dalam proses kimiawi.

## 2.9 Metode Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan secara statistik. Sebagai alat yang berfungsi untuk mengolah suatu data, penjabaran metodologi statistik didasarkan pada tiga hal yakni proses analisa, asumsi bentuk distribusi dan banyaknya variabel yang dilibatkan. Metodologi statistik berdasarkan proses analisisnya meliputi analisa deskriptif dan analisa konfirmatif ( inferensi) ( *Achmad Z. S, 2005*).

### 2.9.1 Statistik Deskriptif

Statistik deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisa data dengan cara mendeskriptifkan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya, tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum. Statistik deskriptif memberikan informasi secara visual dan lebih bersifat subjektif dalam pembuatan analisisnya. Walaupun bersifat subjektif di dalam pengambilan keputusan, analisa deskriptif sering digunakan khususnya dalam memperhatikan perilaku data dan penentuan dugaan-dugaan yang selanjutnya akan diuji dalam analisa inferensi. Berikut ini adalah beberapa rumus yang biasa digunakan dalam statistik deskriptif.

a. Mean / Rataan Sampel ( $\bar{x}$ )

Rumus yang digunakan adalah:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Dimana:

$\bar{x}$  = rata - rata hitung dari sampel

$\Sigma x$  = total jumlah sampel

$n$  = banyaknya sampel

b. Simpangan Baku ( $s$ )

Rumus yang digunakan adalah:

$$s = \sqrt{\frac{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

Dimana:

s = standart deviasi yang dicari

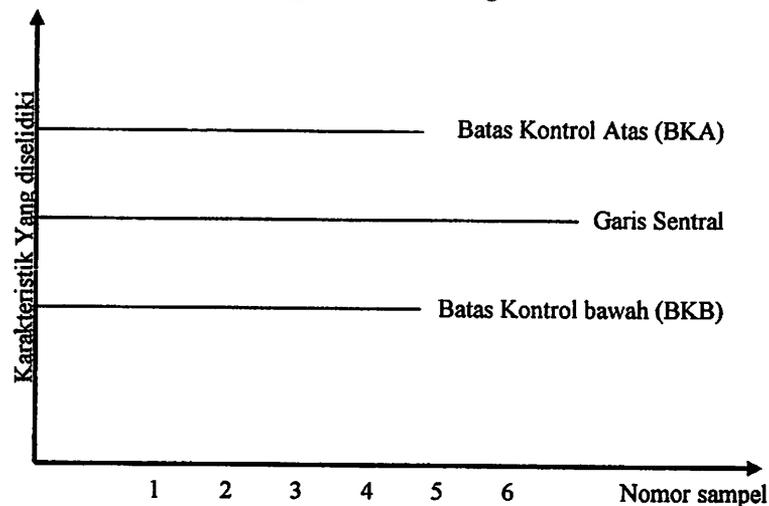
$\sum x$  = jumlah semua harga sampel

n = banyaknya sampel

### c. Keseragaman Data

Pengujian keseragaman data perlu dilakukan terlebih dahulu sebelum dilakukan pengolahan data. Pada pengujian keseragaman data ini data akan diuji apakah data yang terkumpul seragam dan selanjutnya mengidentifikasi data, yang ekstrim. Data ekstrim yang dimaksud adalah data yang terlalu besar atau data yang terlalu kecil dan jauh menyimpang dari trend rata-ratanya.

Untuk memudahkan pengujian maka digunakan diagram kontrol Shewhart dengan contoh sebagai berikut:



**Gambar 2.3 Diagram Kontrol Shewhart**

Garis sentral melukiskan "nilai baku" yang akan menjadi pangkal perhitungan terjadinya penyimpangan hasil-hasil pengamatan untuk tiap sampel. Garis bawah yang sejajar dengan garis sentral dinamakan batas kontrol bawah ( BKB ). Ini merupakan penyimpangan paling rendah yang diijinkan dihitung



dari "nilai aktif. Garis yang menyatakan penyimpangan paling tinggi dari "nilai baku" terdapat sejajar di atas sentral dan dinamakan batas kontrol atas ( BKA ). Rumus yang digunakan untuk mengetahui sentral, BKA dan BKB adalah:

$$\text{Sentral} = \bar{x}$$

$$\text{BKA} = \bar{x} + k\bar{s}$$

$$\text{BKB} = \bar{x} - k\bar{s}$$

Dimana:

$\bar{x}$  = rata - rata harga sampel

K = Index (tergantung dari tingkat kepercayaan yang diambil) untuk kepercayaan 95%, nilai K = 2

$\bar{s}$  = standart deviasi rata - rata ( *Sudjana,2002* )

## 2.9.2 Statistik Inferensi

Statistik inferensi mencakup semua metode yang berhubungan dengan analisis data untuk kemudian sampai pada peramalan atau penarikan kesimpulan. Statistik inferensi dapat memberikan informasi lebih objektif terutama dalam proses pengambilan keputusan yang ditunjang dengan adanya nilai tingkat kesalahan pengukuran. Statistik inferensi selanjutnya akan dijabarkan kembali ke dalam penaksiran titik dan penaksiran selang dari suatu nilai parameter dan juga pengujian hipotesis dari suatu masalah. Beberapa analisa yang terdapat dalam Statistik inferensi adalah sebagai berikut.

### a. Analisa Korelasi

Untuk mengetahui derajat hubungan antar variabel digunakan analisa korelasi. Ukuran yang dipakai untuk mengetahui derajat hubungan, terutama untuk data kuantitatif, dinamakan koefisien korelasi. Koefisien korelasi adalah indeks- atau bilangan yang digunakan untuk mengukur derajat hubungan, meliputi kekuatan hubungan dan bentuk/arah hubungan. Nilai hubungan berada pada selang tertutup (-1, 1). Untuk membaca besarnya derajat keeratan dari hubungan terdapat dua hal yang harus diperhatikan, yakni:



- Lihat tanda dari derajat keeratan tersebut, positif atau negatif. Hubungan statistika kedua peubah akan negatif apabila salah satu variabel memiliki hubungan yang bertolak belakang dengan peubah lainnya. Atau dengan kata lain apabila nilai satu peubah membesar maka nilai peubah lainnya mengecil. Sedangkan hubungan statistika kedua peubah akan bernilai positif jika hubungan kedua peubah searah atau dengan kata lain apabila satu peubah membesar nilainya maka peubah lainnya ikut membesar, dan sebaliknya.
- Lihat besarnya nilai derajat keeratan. Untuk membaca nilai dari derajat keeratan dapat digunakan klasifikasi hubungan statistika dua peubah menurut Guilford berikut ini:

**Tabel 2.4 Koefisien Korelasi Guilford**

Nilai Hubungan Statistika dua Peubah	Keterangan
<0,2	Tidak terdapat hubungan antara kedua peubah
Antara 0,2 s/d 0,4	Hubungan kedua peubah lemah
Antara 0,4 s/d 0,7	Hubungan kedua peubah sedang
Antara 0,7 s/d 0,9	Hubungan kedua peubah kuat
Antara 0,9 s/d 1	Hubungan kedua peubah sangat kuat

(Sumber: Achmad Z. S, 2005)

Sebagai catatan penting, nilai hubungan statistika dua peubah sama dengan "1" memiliki makna bahwa terdapat hubungan yang sempurna antara kedua peubah. Atau dengan kata lain, nilai suatu peubah dapat dengan tepat/pasti dijelaskan oleh peubah lainnya. Lain halnya dengan nilai statistika dua peubah sama dengan "0" menunjukkan tidak adanya hubungan diantara kedua peubah ( Achmad Zanbar Soleh, 2005 ). Untuk keperluan



perhitungan koefisien korelasi berdasarkan sekumpulan data berukuran n dapat digunakan rumus:

$$r = \frac{n \sum x_1 y_1 - (\sum x_1)(\sum y_1)}{\sqrt{\{n \sum x_1^2 - (\sum x_1)^2\} \{n \sum y_1^2 - (\sum y_1)^2\}}}$$

dimana:

r = koefisien korelasi

$x_1$  = variabel bebas

$y_1$  = variabel terikat

n = jumlah data (Sudjana, 2002)

#### b. Analisa Regresi

Analisa regresi adalah suatu analisa untuk menyatakan hubungan fungsional antara variabel-variabel ke dalam bentuk persamaan matematis. Untuk analisis regresi akan dibedakan dua jenis variabel ialah variabel bebas atau variabel prediktor dan variabel tak bebas atau variabel respon. Pembuatan persamaan matematis dimaksudkan untuk membantu peneliti didalam melihat pola atau karakteristik hubungan antara variabel bebas dengan variabel tak bebas/terikat, bahkan biasanya digunakan untuk memprediksikan kondisi masa yang akan datang.

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

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

Dimana:

Y = variabel terikat

a = konstanta

b = koefisien regresi

$X_1$  = variabel bebas

Pada analisa regresi juga diperlukan beberapa pengujian yaitu:

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

c. Analisa Varian

Pengujian menggunakan analisa varian dalam statistika parametrik diantara kelompok yang saling memiliki perbedaan sebagai akibat adanya perlakuan, dilakukan dengan menggunakan Analysis of Varian ( ANOVA ). Uji ini dilakukan berdasarkan distribusi nilai F. Nilai F diperoleh dari rata-rata jumlah kuadrat (*mean square*) antar kelompok yang dibagi dengan rata-rata jumlah kuadrat dalam kelompok dengan rumus:

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

dimana:

$S_B^2$  = varians antar kelompok

$S_W^2$  = varians dalam kelompok

### 2.9.3 Generalisasi Dan Kesimpulan Analisis Data

Generalisasi adalah penarikan suatu kesimpulan umum dari suatu analisis penelitian. Generalisasi yang dibuat harus berkaitan dengan teori yang mendasari penelitian yang dilakukan.

Generalisasi ini, dibuat setelah interpretasi data/penemuan yang telah dilakukan. Setelah generalisasi dibuat, selanjutnya dibuatkan kesimpulan-kesimpulan yang lebih khusus ( terinci ) dari penelitian berdasarkan generalisasi yang telah dibuat. ( *Hasan, M. Iqbal, 2002 hal 100-138 dalam P. Juli Ni Ketut, 2005* )



---

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimen untuk menentukan efisiensi filter dengan media batu apung dan batu dolomit dalam menurunkan kadar kekeruhan, kesadahan COD dan pada air sungai brantas.

#### 3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Lingkungan ITN Malang.

#### 3.3 Variabel Penelitian

##### a. Variabel Terikat

untuk menurunkan kadar :

- Kekeruhan
- Kesadahan
- COD

##### b. Variabel Tetap

- Laju aliran filtrasi yaitu : 0,5 l/mnt.
- Diameter media

Diameter media yang digunakan adalah : 4,75 mm dan 3,75 mm

##### c. Variabel Bebas

- Variasi komposisi dan diameter media batu dolomit dan batu apung dengan menggunakan sistem dua media yang tersusun yaitu :
  - a. Panjang komposisi batu dolomit 100 cm dengan diameter media 4,75 mm
  - b. Panjang komposisi batu dolomit 100 cm dengan diameter media 3,75 mm
  - c. Panjang komposisi Batu dolomit 50 cm dengan diameter 4,75 mm : panjang komposisi batu apung 50 cm dengan diameter 3,75 mm

- d. Panjang komposisi Batu apung 50 cm dengan diameter 4,75 mm :  
panjang komposisi batu apung 50 cm dengan diameter 3,75 mm.

### 3.4 Bahan dan Peralatan Penelitian

#### 3.4.1 Sampel Air

Sampel air yang digunakan diambil dari sungai Brantas di daerah Oro-oro Dowo Malang.

#### 3.4.2 Alat

Peralatan yang digunakan yaitu :

- a. Bak plastik besar 4 buah
- b. Pompa
- c. Jerigen
- d. Kran air
- e. Penyangga dari besi
- f. Bak *Roughing filter* aliran *horizontal* (  $h = 20$  cm )
- g. Pipa PVC  $\frac{1}{2}$  inc
- h. Ayakan 4,75 mm dan 3,75 mm
- i. Palu
- j. Oven

#### 3.4.3 Bahan

- a. Bongkakan batu dolomit berukuran 4, 75 mm dan 3, 75 mm
- b. Bongkakan batu apung berukuran 4,75 mm dan 3, 75 mm
- c. Sampel air asli yang diambil dari sungai Brantas
- d.  $H_2SO_4$

#### 3.4.4 Proses pembuatan alat

- a. Pembuatan meja dengan tinggi 70 cm sebagai wadah untuk bak pengatur debit dan bak *horizontal roughing filter* dengan tinggi 50 cm.
- b. Menyiapkan tiga buah ember plastik yang masing-masing yang telah diberi lubang untuk pipa.
- c. Ember yang pertama digunakan sebagai bak penampung air sampel / *influent*. Ember yang kedua digunakan sebagai bak pengatur debit yang

dilengkapi dengan kran. Sedangkan ember ketiga digunakan sebagai penampung *influent*/ hasil filtrasi.

- d. Memotong pipa PVC  $\frac{1}{2}$  dim yang digunakan untuk penyaluran air, kemudian dipasang satu persatu yaitu dari bak penampung *influent* ke bak pengatur debit, kemudian ke bak *horizontal roughing filter* selanjutnya mengalir ke bak penampung *effluent*.
- e. Bak *horizontal roughing filter* terbuat dari kaca dengan panjang 100 cm, lebar 20 cm dan tinggi 20 cm, yang digunakan sebagai tempat media filter.
- f. Digunakan pompa untuk mengalirkan air dari bak penampung air sampel ke bak pengatur debit.
- g. Untuk mengatur air yang ke luar dari bak pengatur debit diberikan kran.
- h. Cara untuk mengatur besar debit yaitu dengan mengatur besarnya bukaan stop kran pada bak pengatur debit menuju bak *horizontal roughing filter* dengan menggunakan gelas ukur dan stopwatch. Caranya adalah mengukur waktu yang diperlukan untuk menampung air sebanyak 0,5 liter pada gelas ukur untuk debit 0,5 l/menit maka diperlukan masing-masing waktu 60 detik.
- i. Gambar alat dilihat pada akhir bab ini.

#### 3.4.5 Penyiapan media filter

- a. Menyiapkan batu dolomit dan batu apung
- b. Batu dolomit dan batu apung dipecah kecil-kecil
- c. Mengayak dengan diameter 4,75 mm dan 3,75 mm
- d. Mencuci sampai bersih
- e. Mencampurkan masing-masing batu apung dan batu dolomit dengan aqades,  $H_2SO_4$  sampai pH mencapai 3. Hal ini guna memperbesar ukuran pori sehingga mampu menahan atau menangkap partikel-partikel yang berukuran lebih besar dari diameter media filter di permukaan *filter bed*. Dan juga mengendapkan partikel/material tersuspensi yang lebih halus ukurannya dari lubang pori pada permukaan butiran media.
- f. Masing-masing campuran batu apung dan batu dolomit yang ber pH 3 tersebut dididihkan selama 20 menit.

- g. Kemudian disaring, dicuci dengan aquades dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C selama 20 menit.

### 3.4.6 Sampling Air Sungai

Proses pengambilan sampel air sungai dilakukan dengan cara :

- a. Sampel air sungai yang diambil yaitu pada jam 10.45 sampai 11.30 pagi.
- b. Peralatan yang digunakan dalam pengambilan sampel disiapkan. Jerigen yang digunakan sebagai tempat penampungan sampel air sungai dicuci dengan air suling hingga bersih begitupun ember yang digunakan sebagai alat pengambil sampel.
- c. Sampel air sungai diambil dengan menggunakan ember yang diberi beban agar dapat terendam.
- d. Kedalaman pengambilan sampel yaitu diperkirakan  $\frac{1}{2}$  tinggi penampang basah dibawah permukaan air sungai.
- e. Sampel air sungai yang diambil diisi dalam jerigen yang telah disediakan.
- f. Kemudian sampel air sungai dibawa ke laboratorium untuk langsung diteliti.

### 3.4.7 Pengoperasiaan alat

- a. Membuat alat *roughing filter* aliran *horizontal* dengan skala laboratorium.
- b. Bak *roughing filter* aliran *horizontal* diisi dengan media filter.
- c. Air sampel dialirkan dari bak penampung air menuju bak pengatur debit dengan menggunakan pompa.
- d. Dari bak pengatur debit yang dilengkapi dengan kran dialirkan air dengan debit 0,5 l/mnt menuju ke bak *roughing filter* aliran *horizontal* yang telah diisi media.
- e. Air yang keluar dari bak *roughing filter* aliran *horizontal* melalui kran *outlet* setelah 15 menit ditampung dalam bak penampungan dan siap dianalisa. Konsentrasi parameter uji ( kekeruhan, kesadahan dan COD ) air sampel akan semakin berkurang karena pengaruh jenis media, diameter media dan waktu operasional serta debit. Selama waktu 15 menit diperkirakan akan terjadi proses pengendapan partikel dalam media yang akan mengurangi partikel tersuspensi. Partikel yang berukuran lebih besar dari pori antar media akan mengendap pada permukaan *filterbed*.



Beberapa partikel yang dapat melewati pori antar media akan saling kontak dan membentuk butiran yang lebih besar sehingga tertahan pada media yang lebih dalam. Alasan pengambilan sampel air setelah 15 menit untuk diteliti didasarkan pada penelitian terdahulu oleh Ardi putra, 2006 yang menyimpulkan bahwa kemampuan cangkang kerang kurang efektif dalam menurunkan COD dan kesadahan dengan perlakuan diameter media 4,75 mm, debit aliran 0,5 l/mnt pada waktu pengambilan sampel 15 menit. Sehingga pada penelitian ini untuk melihat kemampuan media pengganti cangkang kerang yaitu batu dolomit dalam menurunkan COD, kesadahan dan kekeruhan pada air sungai.

- f. Melakukan hal yang sama seperti prosedur b, c, d dan e dengan mengganti media dan variasi media.
- g. Air yang telah mengalami filtrasi diambil secukupnya untuk dianalisa.

### **3.5 Analisa Parameter uji**

#### **3.5.1 Analisa COD**

Analisa COD dilakukan dengan alat Spektrofotometer ( UV-Vis Spektrofotometer 1601 ). Prinsip analisa adalah bahan organik dioksidasi oleh Kalium Dikromat dan Asam Sulfat pada kondisi mendidih dengan katalis Perak Sulfat warna kuning yang terbentuk dari ion  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  sampai dengan warna hijau yang terbentuk dari  $\text{Cr}^{3+}$  sebanding dengan oksigen yang digunakan untuk mengoksidasi bahan organik dan digunakan sebagai pengukuran pada spektrofotometer ( *Jasa Tirta 1. IK-COD, 2006* ).

#### **3.5.2 Analisa kekeruhan**

Metode analisa kekeruhan yang digunakan yaitu Turbidimetri. Membandingkan intensitas cahaya yang melalui sampel dengan intensitas cahaya yang melalui suspensi baku dalam kondisi sama. Makin tinggi intensitas cahaya yang melaluinya maka makin tinggi kekeruhannya ( *Jasa Tirta 1. IK-Kekeruhan, 2006* ).

#### **3.5.3 Analisa kesadahan**

Metode analisa kesadahan yang digunakan adalah metode Kromatografi Ion. Contoh uji air diinjeksikan kedalam aliran eluen Asam Sulfat dan melalui kolom penukar ion. Kation-kation dalam contoh uji akan terpisah dari anionnya

didalam kolom pemisah ion karena didalam kolom pemisah ion terdapat fase diam yang dapat mengikat anion-anion. Kation ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^+$  dan  $\text{Ca}^{2+}$ ) dalam contoh uji air yang telah terpisah dari anionnya selanjutnya memasuki detektor yang secara otomatis akan mengukur daya hantar listrik masing-masing kation. Kromatogram yang dihasilkan adalah berupa grafik antara daya hantar listrik dengan waktu. Identifikasi jenis kation dilakukan dengan melihat waktu retensi masing-masing kation dengan identifikasi konsentrasi masing-masing kation dilakukan dengan mengukur luas masing-masing puncak pada kromatogram dan membandingkannya dengan luas puncak standart yang ada ( *Jasa Tirta 1. IK-Kesadahan, 2006* ).

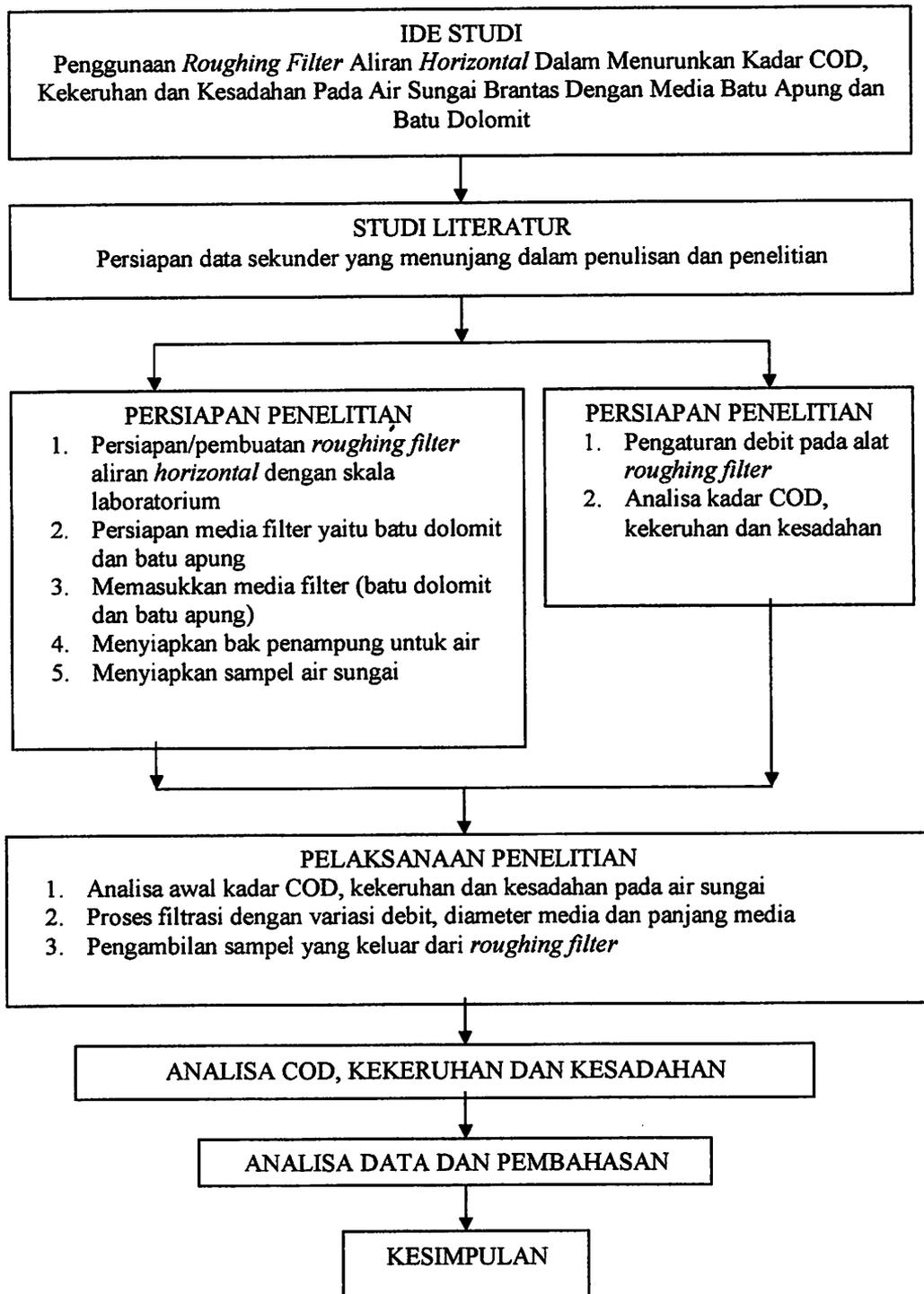
### 3.6 Analisa Data

Data yang digunakan adalah dengan replika  $n = 3$ . Untuk analisa data statistik menggunakan ANOVA guna mengetahui apakah terdapat perbedaan yang nyata atau tidak ( secara statistik ) antara berbagai variasi percobaan ( variasi panjang media dan diameter media ) terhadap penurunan kadar COD, kekeruhan dan kesadahan pada air sungai. Uji ini dilakukan berdasarkan distribusi nilai F. Kemudian dilakukan analisa korelasi untuk mengetahui derajat hubungan, terutama untuk data kuantitatif, dinamakan koefisien korelasi. Koefisien korelasi adalah indeks atau bilangan yang digunakan untuk mengukur derajat hubungan, meliputi kekuatan hubungan dan bentuk/arah hubungan. Nilai hubungan berada pada selang tertutup (-1, 1). Setelah itu melakukan analisa regresi. Analisa ini untuk melihat pola atau karakteristik hubungan antara variabel bebas dengan variabel tak bebas/terikat, bahkan biasanya digunakan untuk memprediksikan kondisi masa yang akan datang. Slope/ perubahan suatu variabel terhadap variabel lainnya yang terbentuk ditentukan melalui koefisien ( $r$ ) ( *Achmad Z. S, 2005*).

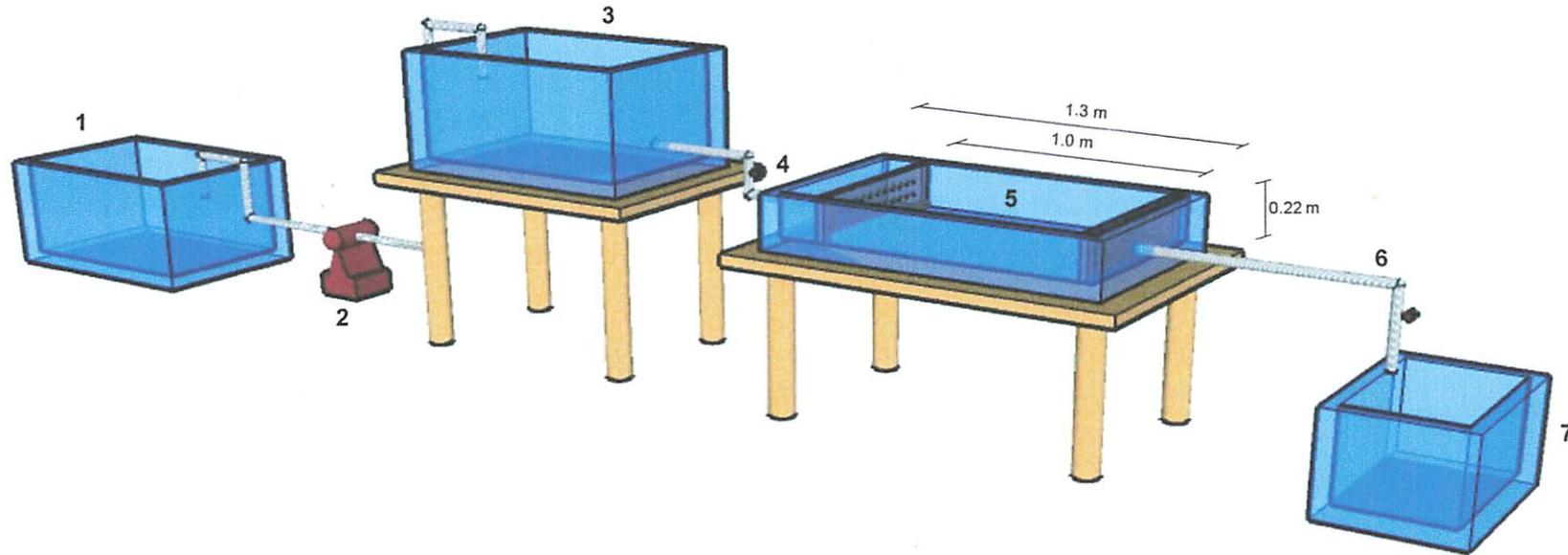
### 3.7 Kerangka Penelitian

Kerangka acuan penelitian dibuat untuk dijadikan pedoman dalam melakukan penelitian. Dari latar belakang yang mendasari pemikiran untuk melakukan penelitian tentang pemakaian batu dolomit dan batu apung sebagai media pada *roughing filter* aliran *horizontal* dalam menurunkan kadar COD,

kekeruhan dan kesadahan pada air sungai maka dibuat kerangka penelitian yang dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1. Kerangka Penelitian



Keterangan :

1. Bak Penampung Limbah
2. Pompa
3. Bak Pengatur Debit
4. Kran
5. Roughing Filter Aliran Horizontal
6. Pipa Effluent
7. Bak Penampung Effluent

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Karakteristik Sampel Air

Berdasarkan hasil penelitian awal setelah sampel air sungai dianalisa, maka diperoleh nilai karakteristik sampel air, yang dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Nilai Karakteristik Air Sampel

Parameter	Nilai	Syarat Kualitas Air Minum SK Menkes R.I No. 907 / 2002
Kekeruhan	25,4 NTU	5 NTU
COD	21,9 mg/l	10 mg/l
Kesadahan	167,98 mg/l	350 mg/l

( Sumber : Hasil Penelitian)

Berdasarkan SK Menkes R.I. No.907 / MENKES / SK /VII / 2002 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum, dapat dijelaskan bahwa :

- Konsentrasi kekeruhan awal yaitu 25,4 NTU berada diatas batas maksimum yang dianjurkan yaitu 5 NTU, maka tidak memenuhi syarat sebagai air minum sehingga perlu dilakukan pengolahan dengan alat *roughing filter* aliran *horizontal* guna menurunkan konsentrasi kekeruhan hingga dibawah batas maksimum yang diijinkan.
- Konsentrasi COD awal yaitu 21,9 mg/l, berada diatas batas maksimum yang dianjurkan yaitu 10 mg/l maka tidak memenuhi syarat sebagai air minum, maka dilakukan pengolahan dengan alat *roughing filter* aliran *horizontal* guna menurunkan konsentrasi COD hingga dibawah batas maksimum yang diijinkan.
- Konsentrasi kesadahan awal yaitu 167,98 mg/l, berada dibawah batas maksimum yang dianjurkan yaitu 350 mg/l. Sehingga pengolahan melalui alat *roughing filter* aliran *horizontal* dilakukan untuk mengetahui efektifitas/seberapa besar kemampuan media batu dolomit dan apung dalam menurunkan konsentrasi kesadahan.

## 4.2 Hasil Analisa Sampel Air

Berdasarkan hasil analisa kekeruhan, kesadahan dan COD pada sampel air sungai setelah melalui pengolahan, diperoleh hasil seperti pada tabel 4.2, tabel 4.3 dan tabel 4.4

**Tabel 4.2 Nilai Kekeruhan Setelah Pengolahan**

Variasi panjang komposisi media	Diameter media (mm)	Kekeruhan (NTU)
A1	4,75	18,357
A2	3,75	17,700
B1	4,75 : 3,75	19,190
B2	4,75 : 3,75	18,440

( Sumber : Hasil Penelitian )

**Tabel 4.3 Nilai Kesadahan Setelah Pengolahan**

Variasi panjang komposisi media	Diameter media (mm)	Kesadahan (mg/l)
A1	4,75	139,96
A2	3,75	139,03
B1	4,75 : 3,75	141,93
B2	4,75 : 3,75	140,29

( Sumber : Hasil Penelitian )

**Tabel 4.4 Nilai COD Setelah Pengolahan**

Variasi panjang komposisi media	Diameter media (mm)	COD (mg/l)
A1	4,75	17,762
A2	3,75	17,279
B1	4,75 : 3,75	18,419
B2	4,75 : 3,75	17,882

( Sumber : Hasil Penelitian )

Keterangan :

A1 : Panjang komposisi batu dolomit 100 cm diameter 4,75 mm.

A2 : Panjang komposisi batu dolomit 100 cm diameter media 3,75 mm.

B1 : Panjang komposisi batu dolomit 50 cm diameter 4,75 mm : panjang komposisi batu apung 50 cm diameter 3,75 mm.

B2 : Panjang komposisi batu apung 50 cm diameter 4,75 mm: panjang komposisi batu dolomit 50 cm diameter 3,75 mm.

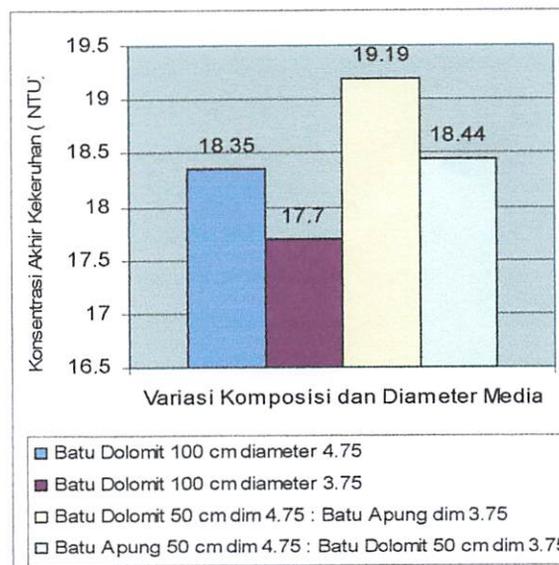
Dengan waktu pengambilan sampel 15 mnt setelah aliran air keluar dari kran keluar.

### 4.3 Analisa Statistik

#### 4.3.1 Analisa Deskriptif

##### 4.3.1.1 Analisa deskriptif persen removal kekeruhan

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa batu dolomit dan batu apung sebagai media filtrasi pada *roughing filter* aliran *horizontal* dengan perlakuan laju aliran filtrasi 0,5 l/mnt, waktu pengambilan sampel 15 menit dengan variasi komposisi media dan diameter media yaitu panjang komposisi batu dolomit 100 cm diameter media 4,75 mm (A1), panjang komposisi batu dolomit 100 cm diameter media 3,75 mm (A2), panjang komposisi batu dolomit 50 cm diameter 4,75 mm : panjang komposisi batu apung 50 cm diameter 3,75 mm (B1) dan panjang komposisi batu apung 50 cm diameter 4,75 mm : panjang komposisi batu dolomit 50 cm diameter 3,75 mm (B2), mempunyai kemampuan menurunkan kekeruhan dengan tingkat penurunan yang bervariasi. Berdasarkan tabel 4.2 dapat diplotkan menjadi sebuah grafik konsentrasi kekeruhan pada gambar 4.1 berikut ini.



**Gambar 4.1 Grafik Penurunan Konsentrasi Kekeruhan**

Berdasarkan tabel 4.2 dan gambar 4.1 menunjukkan bahwa konsentrasi kekeruhan melalui alat *roughing filter* aliran *horizontal* pada masing-masing komposisi media berbeda-beda sesuai dengan kemampuan masing-masing komposisi media dalam menurunkan kekeruhan. Konsentrasi kekeruhan air sungai paling rendah sebesar 17,7 NTU yang diperoleh pada perlakuan panjang

komposisi batu dolomit 100 cm diameter 3,75 mm. Sedangkan konsentrasi kekeruhan tertinggi sebesar 19,19 NTU didapat pada perlakuan panjang komposisi batu dolomit 50 cm diameter 4,75 mm : panjang komposisi batu apung 50 cm diameter 3,75 mm.

Sedangkan untuk mengetahui persentase penurunan kekeruhan pada setiap variasinya digunakan rumus :

$$\%R = \frac{\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{konsentrasi awal}}$$

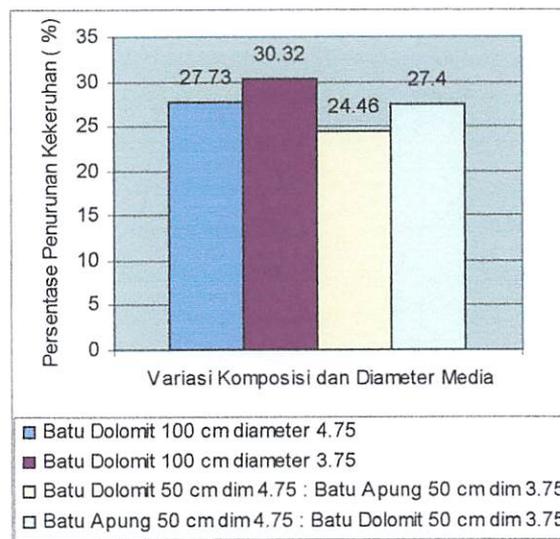
Hasil perhitungan persentase penurunan kekeruhan dapat dilihat pada tabel 4.5

**Tabel 4.5 Nilai Persentase Penurunan Kekeruhan Pada Air Sungai**

Variasi panjang komposisi media	Diameter media (mm)	Persentase Penurunan Kekeruhan (%)
A1	4,75	27,73
A2	3,75	30,32
B1	4,75 : 3,75	24,46
B2	4,75 : 3,75	27,40

( Sumber : Hasil Penelitian )

Berdasarkan data persentase penurunan kekeruhan pada tabel 4.5 maka dapat diplotkan menjadi sebuah grafik persentase penurunan kekeruhan pada gambar 4.2 berikut ini.



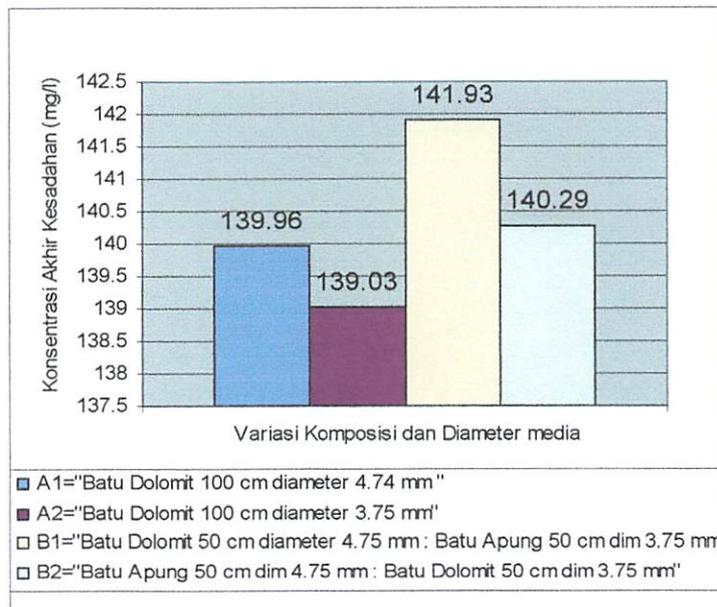
**Gambar 4.2 Grafik persentase penurunan kekeruhan**

Berdasarkan tabel 4.5 dan gambar 4.2 persentase penurunan kekeruhan air sungai

yang terendah sebesar 24,46 % didapat pada perlakuan panjang komposisi batu dolomit 50 cm diameter 4,75 mm : panjang komposisi batu apung 50 cm diameter 3,75 mm. Sedangkan persentase penurunan kekeruhan tertinggi sebesar 30,32 % didapat pada perlakuan panjang komposisi batu dolomit 100 cm diameter 3,75 mm.

#### 4.3.1.2 Analisa deskriptif persen removal kesadahan

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa batu dolomit dan batu apung sebagai media filtrasi pada *roughing filter* aliran *horizontal* dengan perlakuan laju aliran filtrasi 0,5 l/mnt, waktu pengambilan sampel 15 menit dengan variasi komposisi media dan diameter media yaitu panjang komposisi batu dolomit 100 cm diameter media 4,75 mm ( A1 ), panjang komposisi batu dolomit 100 cm diameter media 3,75 mm ( A2 ), panjang komposisi batu dolomit 50 cm diameter 4,75 mm : panjang komposisi batu apung 50 cm diameter 3,75 mm ( B1 ) dan panjang komposisi batu apung 50 cm diameter 4,75 mm : panjang komposisi batu dolomit 50 cm diameter 3,75 mm ( B2 ), mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi kekeruhan dengan tingkat penurunan yang bervariasi. Berdasarkan tabel 4.4 dapat diplotkan menjadi sebuah grafik konsentrasi kesadahan pada gambar 4.3 berikut ini.



**Gambar 4.3 Grafik Penurunan Konsentrasi Kesadahan**

Berdasarkan tabel 4.4 dan gambar 4.3 menunjukkan bahwa penurunan konsentrasi

kesadahan melalui alat *roughing filter* aliran *horizontal* pada masing-masing perlakuan media berbeda-beda sesuai dengan kemampuan masing-masing media dalam menurunkan konsentrasi kesadahan pada air sungai paling rendah sebesar 139,03 mg/l didapat pada perlakuan batu dolomit 100 cm diameter 3,75 mm. Sedangkan konsentrasi kesadahan tertinggi sebesar 141,93 mg/l didapat pada panjang komposisi media batu dolomit 50 cm diameter 4,75 mm : panjang komposisi batu apung 50 cm dengan diameter 3,75 mm.

Sedangkan untuk mengetahui persentase penurunan kesadahan pada setiap variasinya digunakan rumus :

$$\% R = \frac{\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{konsentrasi awal}}$$

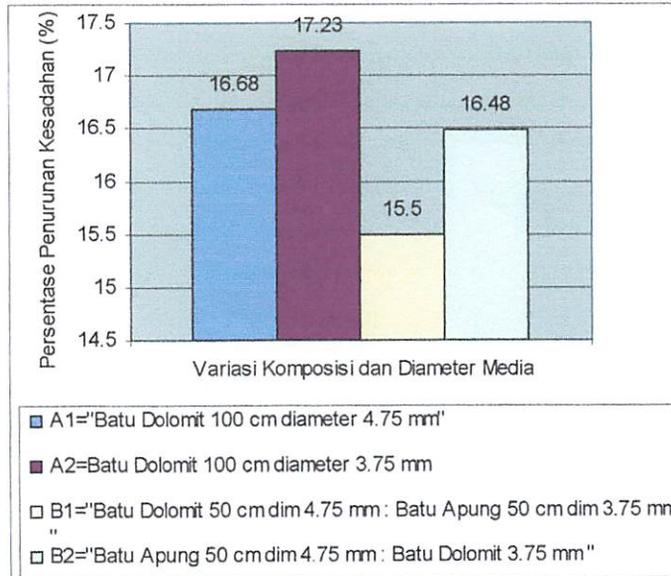
Perhitungan persentase penurunan kesadahan dapat dilihat pada tabel 4.6

**Tabel 4.6 Nilai Persentase Penurunan Kesadahan Pada Air Sungai**

Variasi panjang komposisi media	Variasi Diameter media (mm)	Persentase Penurunan Kesadahan (%)
A1	4,75	16,68
A2	3,75	17,23
B1	4,75 : 3,75	15,50
B2	4,75 : 3,75	16,48

( Sumber : Hasil Penelitian )

Berdasarkan data persentase penurunan kesadahan pada tabel 4.6 maka dapat diplotkan menjadi sebuah grafik persentase penurunan kesadahan pada gambar 4.4 berikut ini.

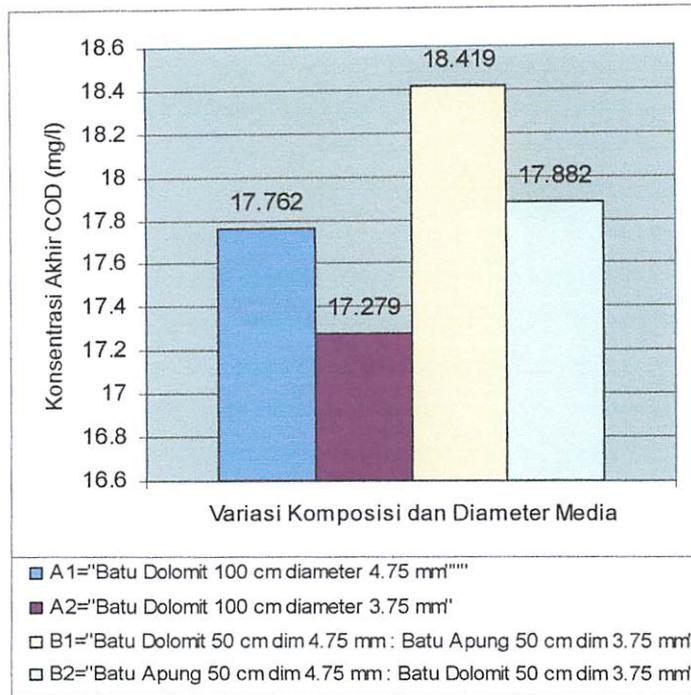


**Gambar 4.4 Grafik persentase penurunan kesadahan**

Berdasarkan tabel 4.6 dan gambar 4.4 persentase penurunan kesadahan air sungai yang terendah sebesar 15,5 % didapat pada perlakuan panjang komposisi batu dolomit 50 cm diameter 4,75 mm : panjang komposisi batu apung 50 cm diameter 3,75 mm. Sedangkan persentase penurunan kesadahan tertinggi sebesar 17,23 % didapat pada perlakuan panjang komposisi batu dolomit 100 cm diameter 3,75 mm.

#### 4.3.1.3 Analisa deskriptif persen removal COD

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa batu dolomit dan batu apung sebagai media filter pada alat *rounging filter* aliran *horizontal* dengan laju aliran filtrasi 0,5 l/mnt, waktu pengambilan sampel 15 menit dengan variasi komposisi media dan diameter media mempunyai kemampuan menurunkan kadar COD dengan tingkat penurunan yang bervariasi. Berdasarkan konsentrasi akhir kadar COD pada tabel 4.4 dapat diplotkan menjadi sebuah grafik konsentrasi akhir kadar COD pada gambar 4.5 berikut ini.



**Gambar 4.5 Grafik penurunan Konsentrasi Akhir COD**

Berdasarkan tabel 4.4 dan gambar 4.5 menunjukkan bahwa kadar COD akhir melalui alat *roughing filter* aliran *horizontal* pada masing-masing perlakuan media berbeda-beda sesuai dengan kemampuan masing-masing media dalam menurunkan kadar COD. Penurunan konsentrasi COD akhir pada air sungai paling rendah sebesar 17,279 mg/l didapat pada panjang batu dolomit 100 cm, dengan diameter media batu dolomit 3,75 mm. Sedangkan penurunan konsentrasi akhir COD tertinggi sebesar 18,419 mg/l didapat pada panjang media batu dolomit 50 cm diameter 4,75 mm: 50 cm batu apung diameter 3,75 mm

Sedangkan untuk mengetahui persentase penurunan kadar COD pada setiap variasinya digunakan rumus :

$$\%R = \frac{\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{konsentrasi awal}}$$

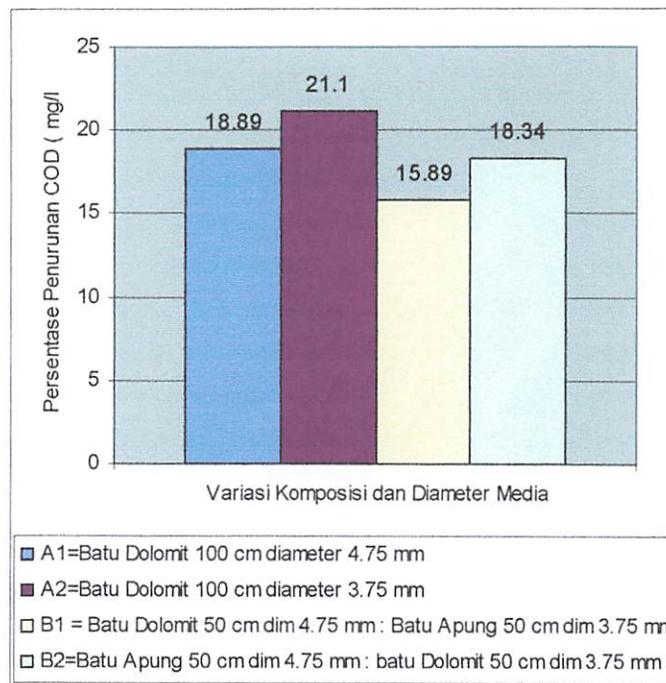
Perhitungan persentase penurunan COD dapat dilihat pada tabel 4.7

**Tabel 4.7 Presentase Penurunan COD Pada Air Sungai**

Variasi panjang media	Variasi diameter media (mm)	Rata-rata
A1	4,75	18,89
A2	3,75	21,10
B1	4,75 : 3,75	15,89
B2	4,75 : 3,75	18,34

( Sumber : Hasil Penelitian )

Berdasarkan data persentase penurunan kadar COD pada tabel 4.7 maka dapat diplotkan menjadi sebuah grafik persentase penurunan kadar COD pada gambar 4.6 berikut ini.

**Gambar 4.6 Grafik persentase penurunan kadar COD**

Berdasarkan data persentase penurunan COD pada tabel 4.7 dan gambar 4.6 persentase penurunan COD akhir air sungai yang terendah sebesar 15,89 % didapat pada perlakuan batu dolomit 50 cm diameter 4,75 mm : batu apung 50 cm, diameter 3,75 mm. Sedangkan persentase penurunan COD akhir air sungai tertinggi sebesar 21,10 % didapat pada perlakuan, batu dolomit 100 cm dengan variasi diameter 3,75 mm.

### 4.3.2 Analisa ANOVA

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh perbedaan variabel bebas ( panjang komposisi dan diameter media) terhadap nilai variabel terikat ( persen penurunan kekeruhan, kesadahan dan COD ), maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA satu faktor.

**Tabel 4.8 Hasil Uji ANOVA Variabel Terikat (Kekeruhan, Kesadahan dan COD) Versus Variabel Bebas (diameter dan panjang komposisi media)**

Variabel Terikat		Hasil Uji One Way Anova					
		Source	DF	SS	MS	F	P
%Kekeruhan	%R Kekeruhan Versus Diameter	Diameter	1	22.85	22.85	7.83	0.019
		Error	10	29.19	2.92		
		Total	11	52.05			
		S = 1.709 R-Sq = 43.91% R-Sq(adj) = 38.30%					
	%R Kekeruhan Versus Panjang komposisi media	Panjang media	1	28.89	28.89	12.48	0.005
		Error	10	23.15	2.32		
		Total	11	52.05			
		S = 1.522 R-Sq = 55.51% R-Sq(adj) = 51.06%					
%Kesadahan	%R Kesadahan Versus Diameter	Diameter	1	1.810	1.810	5.09	0.048
		Error	10	3.555	0.355		
		Total	11	5.364			
		S = 0.5962 R-Sq = 33.73% R-Sq(adj) = 27.11%					
	%R Kesadahan Versus Panjang komposisi media	Panjang media	1	2.746	2.746	10.48	0.009
		Error	10	2.619	0.262		
		Total	11	5.364			
		S = 0.5117 R-Sq = 51.18% R-Sq(adj) = 46.30%					
%COD	%R COD Versus Diameter	Diameter	1	16.29	16.29	6.54	0.029
		Error	10	24.91	2.49		
		Total	11	41.21			
		S = 1.578 R-Sq = 39.54% R-Sq(adj) = 33.49%					
	%R COD Versus Panjang komposisi media	Panjang media	1	24.82	24.82	15.14	0.003
		Error	10	16.39	1.64		
		Total	11	41.21			
		S = 1.280 R-Sq = 60.23% R-Sq(adj) = 56.25%					

Sumber : Output Minitab 14, hasil Penelitian, 2008

Keterangan:

DF : Degre Freedom (Derajat bebas)

SS : Varian Residual = kuadrat standar deviasi

MS : Mean Square (kuadrat rata-rata)

P : Probabilitas

S : Varian

R-Sq : R-Square : Koefisien determinasi.

R-Sq (adj) : R-Square adjusted : Koefisien determinansi yang disesuaikan

Hipotesis hasil uji ANOVA :

- $H_0$  = Keduabelas perlakuan adalah identik
- $H_1$  = Keduabelas perlakuan adalah tidak identik

Pengambilan keputusan berdasarkan :

- a. Nilai probabilitas
  - Jika probabilitas  $> 0.05$ ,  $H_0$  diterima
  - Jika probabilitas  $< 0.05$ ,  $H_0$  ditolak
- b. Nilai F
  - Jika F hitung  $> F$  tabel,  $H_1$  diterima
  - Jika F hitung  $< F$  tabel,  $H_1$  ditolak

Keputusan :

1. Analisis persentase penurunan kekeruhan

Berdasarkan tabel 4.8 untuk persentase penurunan kekeruhan terhadap diameter media yaitu nilai probabilitas 0.019 dan nilai F hitung 7.83. Karena nilai probabilitas  $< 0.05$ , maka  $H_0$  ditolak. Nilai F tabel dengan  $\alpha$  toleransi 5% atau 0.05 adalah 4.26. Karena F hitung  $> F$  tabel, maka  $H_1$  diterima. Sehingga keputusannya adalah menolak hipotesis awal ( $H_0$ ) dan menerima hipotesis alternatif ( $H_1$ ) yaitu keduabelas perlakuan memiliki rata-rata yang tidak identik. Artinya bahwa dari ke-12 perlakuan tersebut, rata-rata persentase penurunan kekekeruhannya tidak sama.

Sedangkan untuk persentase penurunan kekeruhan terhadap panjang komposisi media mempunyai nilai probabilitas 0.055 dan nilai F hitung 4.73. Karena nilai probabilitas sama dengan 0.05 maka pengambilan keputusan dengan melihat nilai F. Nilai F tabel dengan  $\alpha$  toleransi 5% atau 0.05 adalah 4.26. Karena F hitung  $> F$  tabel, maka  $H_1$  diterima. Sehingga keputusannya adalah menerima hipotesis alternatif ( $H_1$ ) dan menolak hipotesis awal ( $H_0$ ) yaitu keduabelas perlakuan memiliki rata-rata yang tidak identik. Artinya bahwa dari ke-12 perlakuan tersebut, rata-rata persentase penurunan kekekeruhannya tidak sama.

2. Analisa persentase penurunan kesadahan

Berdasarkan tabel 4.8 untuk persentase penurunan kesadahan terhadap diameter media yaitu nilai probabilitas 0.005 dan nilai F hitung 12.48. Karena

nilai probabilitas  $< 0.05$ , maka  $H_0$  ditolak. Nilai F tabel dengan  $\alpha$  toleransi 5% atau 0.05 adalah 4.26. Karena F hitung  $> F$  tabel, maka  $H_1$  diterima. Sehingga keputusannya adalah menolak hipotesis awal ( $H_0$ ) dan menerima hipotesis alternatif ( $H_1$ ) yaitu keduabelas perlakuan memiliki rata-rata yang tidak identik. Artinya bahwa dari ke-12 perlakuan tersebut, rata-rata persentase penurunan kesadahan tidak sama.

Sedangkan untuk persentase penurunan kesadahan terhadap panjang komposisi media mempunyai nilai probabilitas 0.009 dan nilai F hitung 10.48. Karena nilai probabilitas  $< 0.05$ , maka  $H_0$  ditolak. Nilai F tabel dengan  $\alpha$  toleransi 5% atau 0.05 adalah 4.26. Karena F hitung  $> F$  tabel, maka  $H_1$  diterima. Sehingga keputusannya adalah menolak hipotesis awal ( $H_0$ ) dan menerima hipotesis alternatif ( $H_1$ ) yaitu keduabelas perlakuan memiliki rata-rata yang tidak identik. Artinya bahwa dari ke-12 perlakuan tersebut, rata-rata persentase penurunan kesadahan tidak sama.

### 3. Analisa penurunan COD

Berdasarkan tabel 4.8 untuk persentase penurunan COD terhadap diameter media yaitu nilai probabilitas 0.029 dan nilai F hitung 6.54. Karena nilai probabilitas  $< 0.05$ , maka  $H_0$  ditolak. Nilai F tabel dengan  $\alpha$  toleransi 5% atau 0.05 adalah 4.26. Karena F hitung  $> F$  tabel, maka  $H_1$  diterima. Sehingga keputusannya adalah menolak hipotesis awal ( $H_0$ ) dan menerima hipotesis alternatif ( $H_1$ ) yaitu keduabelas perlakuan memiliki rata-rata yang tidak identik. Artinya bahwa dari ke-12 perlakuan tersebut, rata-rata persentase penurunan COD nya tidak sama.

Sedangkan untuk persentase penurunan COD terhadap panjang komposisi media mempunyai nilai probabilitas 0.003 dan nilai F hitung 15.14. Karena nilai probabilitas  $< 0.05$ , maka  $H_0$  ditolak. Nilai F tabel dengan  $\alpha$  toleransi 5% atau 0.05 adalah 4.26. Karena F hitung  $> F$  tabel, maka  $H_1$  diterima. Sehingga keputusannya adalah menolak hipotesis awal ( $H_0$ ) dan menerima hipotesis alternatif ( $H_1$ ) yaitu keduabelas perlakuan memiliki rata-rata yang tidak identik. Artinya bahwa dari ke-12 perlakuan tersebut, rata-rata persentase penurunan COD nya tidak sama.

### 4.3.3 Analisa Korelasi

Untuk mengetahui ada atau tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara variabel yang diamati, dalam hal ini hubungan antara variabel terikat ( persentase penurunan kekeruhan, kesadahan dan COD ) dengan variabel bebas ( variasi komposisi panjang media dan diameter media ), maka dianalisa dengan menggunakan analisa korelasi. Hasil analisa korelasi dapat dilihat pada tabel 4.9.

**Tabel 4.9. Korelasi Antara variabel terikat (persen removal kekeruhan, kesadahan dan COD ) dengan Variabel Bebas (diameter dan panjang komposisi media)**

Hasil Uji Analisis Korelasi				
Variabel Terikat	Diameter Media		Panjang Komposisi media	
	Pearson Correlation	P-Value	Pearson Correlation	P-Value
% Removal Kekeruhan	-0.663	0.019	0.745	0.005
% Removal Kesadahan	-0.581	0.048	0.715	0.009
% Removal COD	-0.629	0.029	0.776	0.003

Sumber : Output Minitab 14, hasil Penelitian, 2008

Tabel 4.9. menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara variabel dapat diketahui dari koefisien korelasinya yaitu:

#### 1. Analisa persentase penurunan kekeruhan

Nilai koefisien korelasi antara persentase penurunan kekeruhan dengan variasi diameter media yaitu  $-0.663$ . Hal ini menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara kedua variabel sedang ( Achmad Z. S, 2005 ). Dan arah hubungan yang negatif menunjukkan hubungan yang berlawanan yang berarti bahwa jika semakin kecil diameter media maka semakin tinggi tingkat persentase penurunan kekeruhan. Tingkat signifikan persentase penurunan kekeruhan dengan variasi diameter media ditunjukkan dengan nilai probabilitas  $0.019 (< 0.05)$  maka korelasinya nyata/signifikan.

Nilai koefisien korelasi antara persentase penurunan kekeruhan dengan variasi panjang komposisi media yaitu  $0.745$ . Hal ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan kuat antara kedua variabel ( Achmad Z. S, 2005 ). Dan arah hubungan yang positif menunjukkan hubungan yang searah yang berarti bahwa jika semakin panjang komposisi media maka semakin tinggi tingkat persentase penurunan kekeruhannya. Tingkat signifikan persentase

penurunan kekeruhan dengan variasi panjang komposisi media ditunjukkan dengan nilai probabilitas  $0.005 (< 0.05)$  maka korelasinya nyata/signifikan.

## 2. Analisa persentase penurunan kesadahan

Nilai koefisien korelasi antara persentase penurunan kesadahan dengan variasi diameter media yaitu  $-0.581$ . Hal ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang sedang antara kedua variabel ( *Achmad Z. S, 2005* ). Dan arah hubungan yang negatif menunjukkan hubungan yang berlawanan yang berarti bahwa jika semakin kecil media maka semakin tinggi tingkat persentase penurunan kesadahan. Tingkat signifikan persentase penurunan kesadahan dengan variasi diameter media ditunjukkan dengan nilai probabilitas  $0.048 (< 0.05)$  maka korelasinya nyata/signifikan.

Nilai koefisien korelasi antara persentase penurunan kesadahan dengan variasi panjang komposisi media yaitu  $0.715$ . Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat ( *Achmad Z. S, 2005* ). Dan arah hubungan yang positif menunjukkan hubungan yang searah yang berarti bahwa jika semakin panjang komposisi media maka semakin tinggi tingkat persentase penurunannya. Tingkat signifikan persentase penurunan kesadahan dengan variasi panjang komposisi media ditunjukkan dengan nilai probabilitas  $0.009 (< 0.05)$  maka korelasinya nyata/signifikan.

## 3. Analisa persentase penurunan COD

Nilai koefisien korelasi antara persentase penurunan COD dengan variasi diameter media yaitu  $-0.629$ . Hal ini menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara kedua variabel sedang ( *Achmad Z. S, 2005* ). Dan arah hubungan yang negatif menunjukkan hubungan yang berlawanan yang berarti bahwa jika semakin kecil diameter media maka semakin tinggi tingkat persentase penurunan COD. Tingkat signifikan persentase penurunan kekeruhan dengan variasi diameter media ditunjukkan dengan nilai probabilitas  $0.029 (< 0.05)$  maka korelasinya nyata/signifikan.

Nilai koefisien korelasi antara persentase penurunan COD dengan variasi panjang komposisi media yaitu  $0.776$ . Hal ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang kuat antara kedua variabel ( *Achmad Z. S, 2005* ). Dan arah hubungan yang positif menunjukkan hubungan yang searah yang berarti

bahwa jika semakin panjang komposisi media maka semakin tinggi tingkat persentase penurunan COD. Tingkat signifikan persentase penurunan COD dengan variasi panjang komposisi media ditunjukkan dengan nilai probabilitas 0.003 ( $< 0.05$ ) maka korelasinya nyata/signifikan.

#### 4.3.4 Analisa Regresi

Untuk mengetahui besarnya kekuatan hubungan antara variabel terikat ( kekeruhan, kesadahan dan COD) dengan variabel bebas ( diameter media dan panjang komposisi media ) maka digunakan uji regresi. Dengan uji regresi dapat mengetahui ketepatan dan atau signifikan prediksi dari hubungan data. Model yang digunakan adalah regresi berganda, karena memiliki lebih dari 1 variabel bebas. Hasil analisis tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.10.

**Tabel 4.10. Koefisien Persamaan Regresi Nilai persen penurunan kekeruhan, kesadahan dan COD**

Variabel Terikat	Hasil Uji Persamaan Regresi					
	Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
%R kekeruhan	Constant	38.710	1.147	72.06	0.000	
	Diameter media	-2.7600	0.1057	-26.10	0.000	1.0
	Pjg kmpsi media	0.062067	0.002115	29.35	0.000	1.0
	S = 0.183141 R-Sq = 99.4% R-Sq(adj) = 99.3%					
	% R kekeruhan = 34.5 + 0.0621 Panjang - 2.76 Diameter					
%R kesadahan	Constant	18.3458	0.7850	23.37	0.000	
	Diameter media	-0.7767	0.1731	-4.49	0.000	1.0
	Pjg kmpsi media	0.019133	0.003462	5.53	0.002	1.0
	S = 0.299839 R-Sq = 84.9% R-Sq(adj) = 81.6%					
	% R kesadahan = 18.3 + 0.0191 Panjang - 0.777 Diameter					
%R COD	Constant	24.1485	0.2705	89.26	0.000	
	Diameter media	-2.33043	0.05966	-39.06	0.000	1.0
	Pjg kmpsi media	0.057525	0.001193	48.21	0.000	1.0
	S = 0.103338 R-Sq = 99.8% R-Sq(adj) = 99.7%					
	% R COD = 24.1 + 0.0575 Panjang - 2.33 Diameter					

Sumber : Output Minitab 14, hasil Penelitian, 2009

Keterangan :

Coef : Koefisien  
 SE Coef : Standard error koefisien  
 T : Nilai titik kritis

Berdasarkan tabel 4.10 dapat diketahui :

A. Uji multikolinear

Multikolinear adalah kejadian adanya korelasi kuat antar variabel bebas. Jika antarvariabel bebas berkorelasi, maka taksiran parameter model tidak tepat. Untuk mengidentifikasi adanya multikolinear maka digunakan *Variance Inflation Factor* ( VIF ). Apabila  $VIF > 1$ , berarti ada korelasi antarvariabel prediktor sehingga ada ketidaksesuaian model ( *Iriawan dan Astuti., 2006* ). Pada tabel 4.10 terlihat bahwa nilai VIF untuk variabel panjang komposisi media dan diameter media berturut-turut adalah 1.0 dan 1.0 sehingga dapat dikatakan bahwa tidak ada multikolinear dan taksiran model regresi berganda yang digunakan tepat.

B. Persamaan Regresi

1. Analisa persentase penurunan kekeruhan

$$Y = 34.5 + 0.0621 X_1 - 2.76 X_2$$

Dimana :

Y = Persentase Penurunan kekeruhan ( % )

$X_1$  = Variabel panjang komposisi media

$X_2$  = Variabel diameter media

Berdasarkan hasil analisa regresi untuk persentase penurunan kekeruhan pada tabel 4.10, konstanta sebesar 34.5 menyatakan bahwa jika variasi panjang komposisi media dan diameter media konstan maka persentase penurunan kekeruhan adalah 34,5 %. Koefisien regresi untuk panjang komposisi media ( $X_1$ ) sebesar 0.0621, menyatakan bahwa setiap penambahan panjang komposisi media 1 cm akan meningkatkan persentase penurunan kekeruhan sebesar 0,0621 % dengan anggapan variabel lain besarnya konstan. Sedangkan untuk variasi diameter media ( $X_2$ ) koefisien regresi sebesar - 2.76, menyatakan bahwa setiap pengurangan diameter media 1 mm akan meningkatkan persentase penurunan kekeruhan sebesar 2,76 % dengan anggapan variabel lain besarnya konstan.

2. Analisa persentase penurunan kesadahan

$$Y = 18.3 + 0.0191 X_1 - 0.777 X_2$$

Dimana :

Y = Persentase Penurunan kesadahan ( %)

X<sub>1</sub> = Variabel panjang komposisi media

X<sub>2</sub> = Variabel diameter media

Berdasarkan hasil analisa regresi untuk persentase penurunan kesadahan pada tabel 4.10, konstanta sebesar 18.3 menyatakan bahwa jika variasi panjang komposisi media dan diameter media konstan maka persentase penurunan kesadahan adalah 18,3 %. Koefisien regresi untuk panjang komposisi media (X<sub>1</sub>) sebesar 0.0191, menyatakan bahwa setiap penambahan panjang komposisi media 1 cm akan meningkatkan persentase penurunan kesadahan sebesar 0,0191 % dengan anggapan variabel lain besarnya konstan. Sedangkan untuk variasi diameter media (X<sub>2</sub>) koefisien regresi sebesar -0.777, menyatakan bahwa setiap pengurangan diameter media 1 mm akan meningkatkan persentase penurunan kesadahan sebesar 0,777 % dengan anggapan variabel lain besarnya konstan.

### 3. Analisa persentase penurunan COD

$$Y = 24.1 + 0.0575 X_1 - 2.33 X_2$$

Dimana :

Y = Persentase Penurunan COD ( %)

X<sub>1</sub> = Variabel panjang komposisi media

X<sub>2</sub> = Variabel diameter media

Berdasarkan hasil analisa regresi untuk persentase penurunan COD pada tabel 4.10, konstanta sebesar 24.1 menyatakan bahwa jika variasi panjang komposisi media dan diameter media konstan maka persentase penurunan kekeruhan adalah 24,1 %. Koefisien regresi untuk panjang komposisi media (X<sub>1</sub>) sebesar 0.0575, menyatakan bahwa setiap penambahan panjang komposisi media 1 cm akan meningkatkan persentase penurunan COD sebesar 0,0575 % dengan anggapan variabel lain besarnya konstan. Sedangkan untuk variasi diameter media (X<sub>2</sub>) koefisien regresi sebesar -2.33, menyatakan bahwa setiap pengurangan diameter media 1 mm akan meningkatkan persentase penurunan COD

sebesar 2,33 % dengan anggapan variabel lain besarnya konstan.

### C. Uji signifikan koefisien regresi

Hipotesis :

- $H_0$  = koefisien regresi tidak signifikan
- $H_1$  = koefisien regresi signifikan

Pengambilan keputusan berdasarkan :

Dengan membandingkan statistik t hitung dengan statistik t tabel. Jika statistik t hitung < statistik t tabel, maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak. Jika statistik t hitung > statistik t tabel, maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima.

#### 1. Analisa persentase penurunan kekeruhan

Berdasarkan tabel 4.10 untuk persentase penurunan kekeruhan pada panjang komposisi media yaitu nilai t hitung 29.35, sedangkan pada tabel distribusi  $t_{(0.025, 9)}$ , nilai t tabel adalah 2.262, berarti nilai t hitung > nilai tabel, maka  $H_1$  diterima sehingga koefisien regresi signifikan.

Sedangkan untuk diameter media yaitu nilai t hitung -26.10, sedangkan pada tabel distribusi  $t_{(0.025, 9)}$ , nilai t tabel adalah 2.262, berarti nilai t hitung < nilai tabel, maka  $H_0$  diterima sehingga koefisien regresi tidak signifikan.

#### 2. Analisa persentase penurunan kesadahan

Berdasarkan tabel 4.10 untuk persentase penurunan kesadahan pada panjang komposisi media yaitu nilai t hitung 5.53, sedangkan pada tabel distribusi  $t_{(0.025, 9)}$ , nilai t tabel adalah 2.262, berarti nilai t hitung > nilai tabel, maka  $H_0$  ditolak sehingga koefisien regresi signifikan.

Sedangkan untuk diameter media, nilai t hitung -4.49, sedangkan pada tabel distribusi  $t_{(0.025, 9)}$ , nilai t tabel adalah 2.262, berarti nilai t hitung < nilai tabel, maka  $H_0$  diterima sehingga koefisien regresi tidak signifikan.

#### 3. Analisa persentase penurunan COD

Berdasarkan tabel 4.10 untuk persentase penurunan COD pada panjang komposisi media yaitu nilai t hitung 48.21, sedangkan pada tabel distribusi  $t_{(0.025, 9)}$ , nilai t tabel adalah 2.262, berarti nilai t hitung > nilai tabel, maka  $H_0$  ditolak sehingga koefisien regresi signifikan.



Sedangkan untuk diameter media nilai  $t$  hitung  $-39.06$ , sedangkan pada tabel distribusi  $t_{(0.025, 9)}$ , nilai  $t$  tabel adalah  $2.262$ , berarti nilai  $t$  hitung  $<$  nilai tabel, maka  $H_0$  diterima sehingga koefisien regresi tidak signifikan.

D. Koefisien determinasi/ R square

1. Analisa persentase penurunan kekeruhan

Berdasarkan tabel 4.10 pada persentase penurunan kekeruhan didapatkan nilai R square  $99,4\%$ . Hal ini berarti  $99,4\%$  penurunan kekeruhan dapat dijelaskan oleh panjang komposisi media dan diameter media. Sedangkan sisanya  $0,6\%$  dijelaskan oleh sebab-sebab kemungkinan variabel lain yang tidak diprediksi.

2. Analisa persentase penurunan kesadahan

Berdasarkan tabel 4.10 pada persentase penurunan kesadahan didapatkan nilai R square  $84,9\%$ . Hal ini berarti  $84,9\%$  penurunan kesadahan dapat dijelaskan oleh panjang komposisi media dan diameter media. Sedangkan sisanya  $15,1\%$  dijelaskan oleh sebab-sebab kemungkinan variabel lain yang tidak diprediksi.

3. Analisa persentase penurunan COD

Berdasarkan tabel 4.10 pada persentase penurunan COD didapatkan nilai R square  $99,8\%$ . Hal ini berarti  $99,8\%$  penurunan COD dapat dijelaskan oleh panjang komposisi media dan diameter media. Sedangkan sisanya  $0,2\%$  dijelaskan oleh sebab-sebab kemungkinan variabel lain yang tidak diprediksi.

#### 4.4. Pembahasan

##### 4.4.1 Pengaruh variasi diameter media dan variasi panjang komposisi media terhadap persentase penurunan kekeruhan.

Menurut hasil analisis ANOVA satu faktor, terlihat bahwa persentase penurunan kekeruhan dengan variasi diameter media maupun variasi komposisi panjang media mempunyai rata-rata persentase penurunan kekeruhan yang tidak sama/tidak identik. Hal ini ditunjukkan dengan nilai F hitung lebih tinggi dari nilai F tabel dan juga dengan nilai probabilitas yang kurang dari 0.05. Rata-rata persentase penurunan kesadahan yang tidak sama/tidak identik ini disebabkan karena jarak variasi diameter media maupun jarak variasi komposisi panjang media mempunyai selisih yang cukup besar.

Menurut analisa korelasi terlihat bahwa tingkat hubungan antara persentase penurunan kekeruhan dengan variasi diameter media mempunyai hubungan sedang artinya variasi diameter media berpengaruh sedikit dalam menurunkan kekeruhan. Hubungan yang sedang antara persentase penurunan kekeruhan dengan variasi diameter media ini terjadi karena waktu pengambilan sampel air yang relatif cepat yaitu 15 menit setelah keluar dari kran *outlet*. Dimana dalam waktu 15 menit itu penyaringan partikel dipermukaan bagian atas media baru terjadi dan belum terjadi secara maksimal. Akibatnya partikel yang berukuran lebih besar dari media filter tidak tersaring dengan baik, begitu juga dengan partikel yang ukuran dibawah media filter sebagian besar lolos. Hal ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa, proses *mechanicals straining* atau proses penyaringan material tersuspensi yang terlalu besar untuk lolos melalui ruang antar butiran media ini terjadi pada permukaan *filter bed* dan tidak tergantung pada *rate filtrasi* ( *Reynold, 1981*). Sedangkan tingkat hubungan antara persentase penurunan kekeruhan dengan variasi panjang komposisi media mempunyai hubungan kuat artinya variasi diameter media berpengaruh besar dalam menurunkan kekeruhan. Hubungan yang kuat ini terjadi karena waktu tinggal yang lama pada sepanjang komposisi media mengakibatkan terjadi pengendapan pada lubang antara media terutama partikel terlarut yang lolos penyaringan pada *filter bad*. Hal ini sesuai dengan teori, karena setelah penyaringan pada *filter bed*, proses berikut yang terjadi adalah pengendapan

partikel tersuspensi yang lebih halus ukurannya dari lubang pori, pada permukaan butiran (Razif, 1985). Dan tingkat signifikan persentase penurunan kekeruhan dengan variasi diameter media dan variasi panjang komposisi media mempunyai korelasi nyata/signifikan.

Menurut analisa regresi menyatakan bahwa koefisien regresi untuk variasi diameter media sebesar -2.76 yang artinya menyatakan bahwa setiap pengurangan diameter media 1 mm akan menaikkan persentase penurunan kekeruhan sebesar 2,76 % dan uji signifikan koefisien regresi persentase penurunan kekeruhan terhadap diameter media mempunyai koefisien regresi tidak signifikan. Hal ini karena tidak terdapat perbedaan penurunan persentase kekeruhan yang mencolok terhadap perlakuan diameter media. Sedangkan koefisien regresi untuk variasi panjang komposisi media sebesar 0.0621 yang artinya setiap penambahan komposisi media 1 cm akan menaikkan persentase penurunan kekeruhan sebesar 0,0621 % dan uji signifikan koefisien regresi persentase penurunan kekeruhan terhadap panjang komposisi media mempunyai koefisien regresi signifikan. Hal ini karena terdapat perbedaan penurunan persentase kekeruhan yang mencolok terhadap perlakuan panjang media. Nilai R square 99,4 %. Hal ini berarti 99,4 % penurunan kekeruhan dapat dijelaskan oleh panjang komposisi media dan diameter media. Sedangkan sisanya 0,6 % dijelaskan oleh sebab-sebab kemungkinan variabel lain yang tidak diprediksi.

#### **4.4.2 Pengaruh variasi diameter media dan variasi panjang komposisi media terhadap persentase penurunan kesadahan.**

Menurut hasil analisis ANOVA satu faktor, terlihat bahwa persentase penurunan kesadahan dengan variasi diameter media maupun variasi komposisi panjang media mempunyai rata-rata persentase penurunan kesadahan yang tidak sama/tidak identik. Itu ditunjukkan dengan nilai F hitung lebih tinggi dari nilai F tabel dan juga dengan nilai probabilitas yang kurang dari 0.05. Rata-rata persentase penurunan kesadahan yang tidak sama/tidak identik ini disebabkan karena jarak variasi diameter media maupun jarak variasi komposisi panjang media mempunyai selisih yang cukup besar.

Menurut analisa korelasi, tingkat hubungan antara persentase penurunan kesadahan dengan variasi diameter media mempunyai hubungan sedang artinya

variasi diameter media berpengaruh sedikit dalam menurunkan kesadahan. Hubungan sedang ini, disebabkan karena waktu pengambilan sampel air yang relatif cepat yaitu 15 menit setelah keluar dari kran *outlet*. Akibatnya proses adsorpsi fisika tingkat pertama tidak terjadi secara maksimal. Bahan terlarut berupa mineral garam terlarut ( $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$ ) tidak teradsorpsi secara maksimal pada butiran media yang berada dalam kondisi tidak jenuh karena baru beroperasi. Selain itu juga, walaupun batu dolomit mengandung CaO dan MgO yang cukup namun dari sisi fisik permukaan media dolomit lebih halus serta daya serapnya juga lebih rendah (<http://www.tekmira.esdm.go.id>) dari batu apung. Batu apung yang lapuk mempunyai daya serap yang tinggi, hal ini karena selain mempunyai kandungan mineral yang tinggi juga mengandung zat kapur dan kapasitas adsorpsinya 40 % (Suantari, 2004) sehingga cocok sebagai media pertama dibandingkan media batu dolomit. Namun penurunan persentase kesadahan terjadi karena adanya adsorpsi fisika antara media batu dolomit dan batu apung yang mengandung senyawa MgO dan CaO dengan partikel terlarut. Dimana  $\text{OH}^-$  dari air sungai ditambah dengan  $\text{CO}_2$  yang berasal dari air hujan yang terlarut dalam air sungai maka akan membentuk  $\text{HCO}_3^-$ . Senyawa  $\text{HCO}_3^-$  ditambah  $\text{OH}^-$  dari air akan membentuk  $\text{CO}_3^{2-}$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ . Senyawa  $\text{CO}_3^{2-}$  akan berikatan dengan ion  $\text{Ca}^{2+}$  membentuk senyawa  $\text{CaCO}_3$  yang mengendap. Dan juga  $\text{Mg}^{2+}$  akan berikatan dengan senyawa  $\text{OH}^-$  dari air sungai membentuk  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  yang mengendap. Sehingga arah hubungan yang negatif pada koefisien korelasi menunjukkan hubungan yang berlawanan yang berarti bahwa jika semakin kecil diameter media maka semakin tinggi tingkat persentase penurunan kesadahan. Sedangkan tingkat hubungan antara persentase penurunan kesadahan dengan variasi panjang komposisi media mempunyai hubungan kuat artinya variasi panjang komposisi media berpengaruh besar dalam menurunkan kesadahan. Hubungan kuat ini karena, semakin panjang komposisi media mengakibatkan waktu tinggal yang semakin lama sehingga makin besar daya saringnya. Waktu tinggal yang lama pada panjang komposisi media mengakibatkan terjadi adsorpsi fisika antara mineral garam terlarut ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) dengan media filtrasi sepanjang komposisi medianya. Molekul yang teradsorpsi bebas bergerak di sekitar permukaan adsorben dan tidak hanya menetap di satu

titik sepanjang komposisi medianya. Namun persentase penurunan kesadahan secara umum rendah karena waktu pengambilan sampel air yang relatif cepat yaitu 15 menit setelah keluar dari kran *outlet*. Akibatnya proses adsorpsi fisika antara mineral garam terlarut ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) dengan media tidak terjadi secara maksimal sepanjang komposisi media selama waktu pengalirannya. Tingkat signifikan persentase penurunan kesadahan dengan variasi diameter media dan variasi panjang komposisi media mempunyai korelasi nyata/signifikan.

Menurut analisa regresi menyatakan bahwa koefisien regresi untuk diameter media sebesar -0.777 yang artinya menyatakan bahwa setiap pengurangan diameter media 1 mm akan meningkatkan persentase penurunan kesadahan sebesar 0,777 % dan uji signifikan koefisien regresi persentase penurunan kesadahan terhadap diameter media mempunyai koefisien regresi tidak signifikan. Hal ini karena tidak terdapat perbedaan penurunan persentase kesadahan yang mencolok terhadap perlakuan diameter media. Sedangkan koefisien regresi untuk panjang komposisi media sebesar 0.0191 yang artinya setiap penambahan komposisi media 1 cm akan meningkatkan persentase penurunan kesadahan sebesar 0,0191% dan uji signifikan koefisien regresi persentase penurunan kesadahan terhadap panjang komposisi media mempunyai koefisien regresi signifikan. Hal ini karena terdapat perbedaan penurunan persentase kesadahan yang mencolok terhadap perlakuan panjang komposisi media. Nilai R square 84,9 %. Hal ini berarti 84,9 % penurunan kesadahan dapat dijelaskan oleh panjang komposisi media dan diameter media. Sedangkan sisanya 15,1 % dijelaskan oleh sebab-sebab kemungkinan variabel lain yang tidak diprediksi.

#### **4.4.3 Pengaruh variasi diameter media dan variasi panjang komposisi media terhadap persentase penurunan COD.**

Menurut hasil analisis ANOVA satu faktor, terlihat bahwa persentase penurunan COD dengan variasi diameter media maupun variasi komposisi panjang media mempunyai rata-rata persentase penurunan COD yang tidak sama/tidak identik. Hal ini ditunjukkan dengan nilai F hitung lebih tinggi dari nilai F tabel dan juga dengan nilai probabilitas yang kurang dari 0.05. Rata-rata persentase penurunan COD yang tidak sama/tidak identik ini disebabkan karena

jarak variasi diameter media maupun jarak variasi komposisi panjang media mempunyai selisih yang cukup besar.

Menurut analisa korelasi, terlihat bahwa tingkat hubungan antara persentase penurunan COD dengan variasi diameter media mempunyai hubungan sedang artinya variasi diameter media berpengaruh sedikit dalam menurunkan COD. Hubungan sedang ini diakibatkan karena air sungai mengandung bahan organik *non-biodegradable* terlarut seperti DDT (*diklorodifeniltrikloroetana*) yang tidak mudah dioksidasikan. DDT ini berasal dari aktifitas pertanian yang menggunakan DDT sebagai bahan pembunuh hama atau serangga pengganggu tanaman yang terbawa masuk melalui aliran air kesungai. DDT merupakan senyawa hidrokarbon terklorinasi, DDT tidak mudah terdegradasi menjadi senyawa yang lebih sederhana, membutuhkan waktu untuk terurai ( [www.chem-is-try.org](http://www.chem-is-try.org) ). Dan juga bahan organik *biodegradable* lainnya yang dapat teruraikan tidak maksimal dioksidasikan karena diperkirakan adanya ion klorida sebagai ion pengganggu ( *Wardhana, 1999* ) yang berasal dari air buangan pencucian berupa pemutih cucian. Hal ini terbukti karena konsentrasi akhir COD pada diameter terkecil hanya sebesar 17,279 mg/l atau terjadi penurunan sebesar 17,23 %. Sedangkan tingkat hubungan antara persentase penurunan COD dengan variasi panjang komposisi media mempunyai hubungan kuat artinya variasi panjang komposisi media berpengaruh besar dalam menurunkan COD. Hubungan kuat ini karena, waktu tinggal yang lama pada panjang komposisi media akan meningkatkan tingkat oksidasi kimia dari bahan organik. Hal ini karena hampir semua bahan organik yang tidak dapat dioksidasikan secara biologi dapat dioksidasi secara kimia seperti selulosa dan N organik seperti  $\text{NO}_2^-$  ( *Alaerts, 1984* ). Hal ini terbukti karena konsentrasi akhir COD pada variasi panjang ( 100 cm dan 50 cm ) mempunyai konsentrasi akhir yang berbeda yaitu berturut-turut ( 17,762 mg/l dan 18,419 mg/l ) atau terjadi penurunan sebesar 18,89 % dan 15,89 %. Tingkat signifikan persentase penurunan COD dengan variasi diameter media dan variasi panjang komposisi media mempunyai korelasi nyata/signifikan.

Menurut analisa regresi menyatakan bahwa koefisien regresi untuk diameter media pada persentase penurunan COD sebesar (-2.33), yang artinya

menyatakan bahwa setiap pengurangan diameter media 1 mm akan meningkatkan persentase penurunan COD sebesar ( 2,33 % ) dan uji signifikan koefisien regresi persentase penurunan COD terhadap diameter media mempunyai koefisien regresi tidak signifikan. Hal ini karena tidak terdapat perbedaan penurunan persentase COD yang mencolok terhadap perlakuan diameter media. Sedangkan koefisien regresi untuk panjang komposisi media pada persentase penurunan COD sebesar ( 0,0575 ) yang artinya setiap penambahan komposisi media 1 cm akan meningkatkan persentase sebesar ( 0,0575 % ) dan uji koefisien regresi untuk panjang komposisi media mempunyai koefisien regresi signifikan. Hal ini karena terdapat perbedaan penurunan persentase COD yang mencolok terhadap perlakuan panjang komposisi media. Nilai R square 99,8 %. Hal ini berarti 99,8 % penurunan COD dapat dijelaskan oleh panjang komposisi media dan diameter media. Sedangkan sisanya 0,2 % dijelaskan oleh sebab-sebab kemungkinan variabel lain yang tidak diprediksi.

#### **4.4.4 Pengaruh variasi diameter media dan variasi panjang komposisi media terhadap penurunan Kekeruhan, Kesadahan dan COD.**

Berdasarkan analisa, pengaruh variasi diameter media dan panjang komposisi media terhadap persentase penurunan kekeruhan, kesadahan dan COD air sungai secara umum penurunannya tidak terlalu signifikan atau besar. Hal ini karena rata-rata persentase penurunan kekeruhan, kesadahan dan COD pada A1, A2, B1 dan B2 berturut-turut adalah ( 27,73 %, 16,68 %, 18,89 % ), ( 30,32 %, 17,23 %, 21,10 % ), ( 24,46 %, 15,50 %, 15,89 % ), ( 27,40 %, 16,48 %, 18,34 % ). Persentase penurunan kekeruhan, kesadahan dan COD terbesar didapat pada perlakuan A2 dengan panjang komposisi batu dolomit 100 cm diameter 3.75 mm yang besarnya berturut-turut ( 30,32 %, 17,23 %, 21,10 % ). Rata-rata persentase penurunan parameter uji ( kekeruhan, kesadahan dan COD ) yang tertinggi didapat pada persentase penurunan kekeruhan. Hal ini karena pada dasarnya semua media filtrasi mampu menyaring material tersuspensi yang terlalu besar untuk lolos melalui ruang antar butiran media pada permukaan *filter bed* dan juga setelah penyaringan pada *filter bed*, proses berikut yang terjadi adalah pengendapan partikel tersuspensi yang lebih halus ukurannya dari lubang pori,



pada permukaan butiran.

Berdasarkan hasil analisa, pada pengolahan fisik dengan menggunakan alat *Roughing Filter* aliran *horizontal*, dapat dijelaskan bahwa konsentrasi akhir kekeruhan untuk variasi perlakuan A1 ( 18,357 NTU ), A2 ( 17,700 NTU ), B1 ( 19,190 NTU ) dan B2 ( 18,440 NTU ) dan konsentrasi akhir COD untuk variasi perlakuan A1 ( 17,762 mg/l ), A2 ( 17,279 mg/l ), B1 ( 18,419 mg/l ) dan B2 ( 17,882 mg/l ) belum memenuhi syarat-syarat pengawasan kualitas air minum menurut SK Menkes R.I. No.907 / MENKES / SK /VII / 2002 karena berada diatas batas maksimum yang dianjurkan yaitu masing-masing untuk kekeruhan 5 NTU dan COD 10 mg/l. Hal ini karena *Roughing Filter* sebagai *pretreatment* merupakan salah satu rangkain dari proses pengolahan dalam penelitian ini, yang berfungsi untuk mengurangi beban pengolahan berikutnya, karena persentase penurunan kekeruhan, dan COD kurang signifikan, maka perlu dilakukan pengolahan lebih lanjut ( *advance treatment* ) dalam mereduksi parameter kekeruhan dan COD. Sedangkan penurunan konsentrasi kesadahan akhir untuk variasi perlakuan A1 ( 139,96 mg/l ), A2 ( 139,03 mg/l ), B1 ( 141,93 mg/l ) dan B2 ( 140,29 mg/l ) telah memenuhi syarat-syarat pengawasan kualitas air minum menurut SK Menkes R.I. No.907 / MENKES / SK /VII / 2002 karena berada dibawah batas maksimum yang dianjurkan sebesar 350 mg/l. Namun analisa persentase penurunan kesadahan dilakukan untuk mengetahui seberapa besar efektifitas media batu dolomit dan apung dalam menurunkan persentase kesadahannya. Dari hasil penelitian menyatakan bahwa batu dolomit kurang efektif dalam menurunkan persentase kesadahan jika digunakan sebagai media pertama dibandingkan dengan pemakaian media apung sebagai media pertama.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat perbedaan persentase penurunan kekeruhan, kesadahan dan COD pada variasi diameter media dan panjang komposisi media. Penurunan kekeruhan, kesadahan dan COD tertinggi terdapat pada perlakuan batu dolomit sebagai media tunggal dengan diameter 3,75 mm yaitu kekeruhan sebesar 30,32 %, kesadahan sebesar 17,23 % dan COD sebesar 21,18 %. Sedangkan persentase penurunan kekeruhan, kesadahan dan COD terendah terdapat pada perlakuan variasi batu dolomit dan batu apung yaitu kekeruhan sebesar 24,46 %, kesadahan sebesar 15,50 % dan COD sebesar 15,89 %.
2. Tingkat efektifitas media batu dolomit dan batu apung kurang dalam menurunkan persentase kekeruhan, kesadahan dan COD. Media batu dolomit yang digunakan sebagai media tunggal kurang efektif dalam menurunkan persentase kekeruhan, kesadahan dan COD dibandingkan jika digunakan sebagai media kedua. Sedangkan media batu apung jika digunakan sebagai media pertama dalam variasinya dengan batu dolomit maka lebih efektifitas dalam menurunkan persentase kekeruhan, kesadahan dan COD.

#### 5.2. SARAN

Untuk menyempurnakan penelitian ini :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengkombinasikan jenis media yang mempunyai kemampuan menyaring dan menyerap bahan-bahan pencemar yang ada dalam air sungai. Dalam penelitian ini *Roughing filter* hanya sebagai *pretreatment*, oleh karena itu dapat diteruskan dengan pengolahan lanjutan (*advance treatment*) untuk mendapatkan hasil penurunan yang maksimal dalam mereduksi kekeruhan, kesadahan dan COD pada air sungai.



2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambah variasi panjang komposisi media guna mengetahui panjang media yang efektif dalam menurunkan parameter uji serta penggunaan diameter yang ukurannya lebih kecil yang bervariasi guna mengetahui mengetahui efektifitas mediana.

## DAFTAR PUSTAKA

### Buku dan jurnal :

- Alamsyah sujana, 2007. *Merakit sendiri alat penjernih air untuk rumah tangga*. Kawan Pustaka. Jakarta
- Alaerts G, Santika Sumestri Sri, 1987. *Metode Penelitian Air Surabaya: Usaha Nasional*.
- Al-Layla, M.Anis, Shamim And E. Joe Middlebrooks.1978 *Water Supply Engineering desingn*.Ann Arbor Science, Michigan.
- Ardi Putra I Kadek, 2006. *Pemakaian Cangkang Kerang dan Batu Apung sebagai Media Pada Roughing Filter Aliran Horizontal Terhadap Penurunan Kadar COD, Kekearuahn dan Kesadahan Pada Air Sungai..* Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang, Malang.
- Austin.G.T. 1996. *Industri Proses Kimia*. Edisi ke 5 Jilid I. Diterjemahkan oleh Jasjfi. Jakarta. Erlangga.
- Effendi hefni,2003. *Telaah Kualitas Air*. Kanisius. Yogyakarta
- Eckenfelder, W.1991. *Principles of water quality management*. Boston, Mass. ,CBI Publ. Co., ISBN 0-8436-0338-0
- Hadi, Wayono. *Perencanaan Bangunan Pengolahan Air Minum*. Jurusan Teknik Lingkungan – FTSP-Institut Teknologi Surabaya, Surabaya.
- Helen, 2003 *Pemanfaatan batuan dolomite sebagai adsorben untuk penurunan parameter Fe, Mn dan kekeruhan pada air sumur gali*. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan STTL”YLH” Yogyakarta.
- Huisman, 1977. *Sedimentation and Flotation, Mechanical Filtration*. Delft University Of Tecnology.
- Iriawan, Nur dan Septin. P.A, 2006. *Mengolah Data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*. Andi Yogyakarta. Yogyakarta.
- Masduqi Ali dan Agus Slamet, 2002. *Satuan Operasi Untuk PengoLihan Air*. Fakultas Teknik Lingkungan ITS, Surabaya.
- Masduqi Ali dan Agus Slamet, 2000. *Satuan Operasi*. Fakultas Teknik Lingkungan ITS, Surabaya.
- Munir-Moch, 1995. *Geologi dan Minerologi Tanah*. Pustaka Jaya. Jakarta

DAFTAR ISI

Isi dan Isi :

- Alamsyah dkk. 2007. *Wetland sebagai alat pemertahanan untuk rumah tinggal*.  
Karya Basuki, Jakarta
- Alaris G. Sankha dkk. 1987. *Studi Penelitian dan Pengembangan*.  
Nasional
- Al-Fatih, M. Anis dkk. 1978. *Studi Penelitian dan Pengembangan*.  
Nasional
- Ardi Putra I dkk. 2006. *Penelitian Lingkungan Hidup dan Pemertahanan*.  
Studi Media Pada Rongging Untuk Aliran Horizontal Terhadap  
Perencanaan Kabin (OD), Keselamatan dan Kesehatan Pada Air  
Sungai. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan ITS Malang, Malang.
- Asmuni, G. T. 1996. *Industri Proses dan Teknik Lingkungan*.  
Jasti, Jakarta, Indonesia
- Elisabeth dkk. 2003. *Teknik Lingkungan dan Kesehatan Masyarakat*.  
Edisi ke-1. Penerbit PT Pradita, Bandung
- Elisabeth dkk. 1991. *Principles of water quality management*. Boston, MA: G. & C. CBI Publ. Co. ISBN 0-8450-0328-0
- Hadi Wayono. *Penelitian Lingkungan Hidup dan Pemertahanan*.  
Teknik Lingkungan - E-ISP Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Helen. 2003. *Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Pemertahanan*.  
Penerbit PT Pradita, Bandung
- Huisman. 1977. *Water Pollution and Filtration*.  
University of Technology, Delft
- Isiwan. *Studi dan Pengembangan Teknik Lingkungan dan Pemertahanan*.  
Masyarakat Indonesia, Andi Yogyakarta, Yogyakarta
- Masduki Ali dan Agus Slamet. 2002. *Sistem Operasi Untuk Pengembangan*.  
Teknik Lingkungan ITS Surabaya
- Masduki Ali dan Agus Slamet. 2001. *Sistem Operasi Untuk Pengembangan*.  
Teknik Lingkungan ITS Surabaya
- Munir-Hoch. 1995. *Geologi dan Hidrogeologi Tanah*.  
Pustaka Jaya, Jakarta

- Reynold, Tout D, 1981 *Unit Operation And Processes In Enviromental Engineering Monterey*, California.
- Suantari, Ni Made. 2005. *Uji kemampuan Roughing Filter Aliran Horizontal Terhadap Penurunan Kadar Sulfur (S), Besi (Fe), dan Kekeruhan Pada Air Panas*, Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang, Malang.
- Sugiharto, 1987. *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Sukandarrumidi, 2004. *Bahan Galian Industri*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sutrisno,T, dkk, 2006. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Wardhana arya, 1999.*Dampak Pencemaran Lingkungan*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Razif, 1985. *Diktat PBSPAM Jilid I : Pengolahan Air Minum*.TP-FTSP\_ITS. Surabaya.
- Widhiarta. 2006. *Penggunaan Membran Mikrofilter ( MF) dalam menurunkan Kekeruhan, Nitrat dan Bakteri Coli pada air sungai dengan Pretreatmen Roughing filter aliran Upflow*. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
- D. Setia Graha, 1987. *Batu dan Mineral*.Nova. Bandung.
- Zanbar Ahmad, 2005. *Ilmu Statistik*. Rekayasa Sains. Bandung.
- Puspasari.Ni. Ketut. 2005. *Pengolahan Limbah Cair Industri Tekstil untuk proses penurunan Warna dan Kandungan Organik dengan Koagulan Khitosan dari Limbah Perikanan*. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang

**Peraturan - peraturan :**

- SK Menkes R.I No. 907 / MENKES / SK / VII / 2002. Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum.
- Jasa Tirta I. 2006. Intruksi kerja Analisa Kekeruhan Metode Turbidimetri.
- Jasa Tirta I. 2008. Intruksi kerja Analisa COD Metode Spektofotometer.
- Jasa Tirta I. 2008. Intruksi kerja Analisa Kation dan kesadahan total dengan metode Kromatografi Ion.

Reynolds, Tom D. 1981. *Water Operation and Processes in Environmental Engineering*. Monterey, California.

Suandari, Ni Made. 2005. Uji kemampuan Rongqing Filter dalam menghilangkan Terpadang Perumihan Kadar Sulfur (S), Besi (Fe), dan Klorin pada Air Panas. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.

Sugilarso. 1987. *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*. Universitas Indonesia Press, Jakarta.

Sukandarrumidi. 2004. *Bahan Galian Industri*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Suriono, T. dkk. 2006. *Teknologi Pengolahan Air Bersih*. Rineka Cipta, Jakarta.

Wardana, dkk. 1990. *Dasar-Dasar Pengolahan Limbah Cair dan Padat*. Yogyakarta.

Rahit. 1985. *Dasar-Dasar Teknik Pengolahan Air Minum*. PT-FITP, ITS, Surabaya.

Wibisono. 2006. Penggunaan Reaktor Mikrofilter (MF) dalam menurunkan Kekeruhan, Nitrat dan Bakteri Coli pada air sungai dengan Pretreatment Rongqing Filter dalam Upaya Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.

D. Setia Cahya. 1987. *Batu dan Mineral*. Nova, Bandung.

Zandari Ahmad. 2005. *Wana Statistik*. Rekayasa Sains, Bandung.

Purpaningrum, Ni Ketut. 2005. Pengolahan Limbah Cair Industri Tekstil untuk proses perumihan Warna dan Kandungan Organik dengan Rongqing Filter dalam Upaya Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.

**Referensi - perantara :**

SK Menteri RI No. 907 / MENTERI / SK / VII / 2002. *Spesifikasi dan Pengawasan Kualitas Air Minum*.

Jasa Jitra I. 2006. *Analisa Kerja Analisis Kekeruhan Metode Turbidimetri*.

Jasa Jitra I. 2008. *Analisa Kerja Analisis COD Metode Spektrofotometer*.

Jasa Jitra I. 2008. *Analisa Kerja Analisis Klorin dan Kekeruhan total dengan metode Kromatografi Ion*.

**Internet :**

<http://www.tekmira.esdm.go.id/data/Batuapung-Dolomit/ulasan.asp?>. diakses, 30 maret 2007.

<http://pkukmweb.ukm.my/~kamal/batu-sedimen/endapan-kimia.htm#organik>. diakses jumat 30 maret 2007.

**Roughing Filter.** <http://www.Epa.Gov/owmitnet/mtbfact.htm>. diakses jumat 30 maret 2007.

[http://elcom.ummy.ac.id/elschool/muallimin\\_muhammadiyah/file.php/1/materi/Geografi/PERAIRAN%20DARAT%20DAN%20LAUT.pdf](http://elcom.ummy.ac.id/elschool/muallimin_muhammadiyah/file.php/1/materi/Geografi/PERAIRAN%20DARAT%20DAN%20LAUT.pdf). diakses, 3 april 2008.

<http://id.shvoong.com/exact-sciences/chemistry>. diakses 24 Maret 2008.

<http://bennysyah.edublogs.org/2007/04/27/softening-pelunakan-pada-air-sadah/>, diakses, 24 Maret 2008.

<http://blog.its.ac.id/masduqi/2007/11/04/kualitas-air-sebagai-indikator-pengelolaan-daerah-pengaliran-sungai/>. diakses, 24 Maret 2008.

[www.chem-is-try.org](http://www.chem-is-try.org), diakses, 24 Maret 2008.

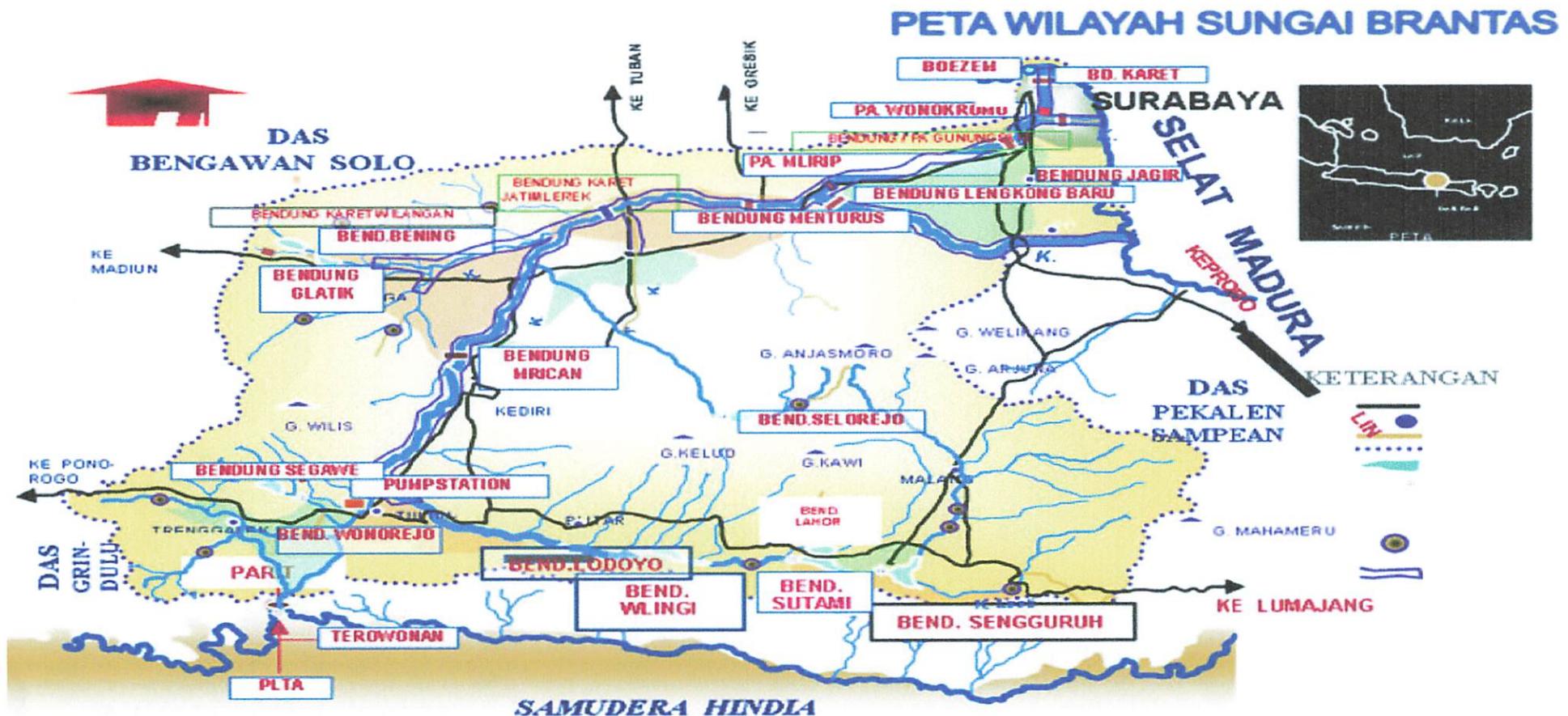
[http://indonetwork.co.id/asaperkasa\\_abimulya/154566/dolomit-burntpowder-and-raw.htm](http://indonetwork.co.id/asaperkasa_abimulya/154566/dolomit-burntpowder-and-raw.htm).diakses , 24 maret 2008.

[http://kimia.upi.edu/utama/bahanajar/kuliah\\_web/2007/Merliana%20Aryani/jenis\\_koloid.html](http://kimia.upi.edu/utama/bahanajar/kuliah_web/2007/Merliana%20Aryani/jenis_koloid.html), diakses, 24 maret 2008.

Lampiran I :  
Gambar Titik Sampling Air Sungai Brantas

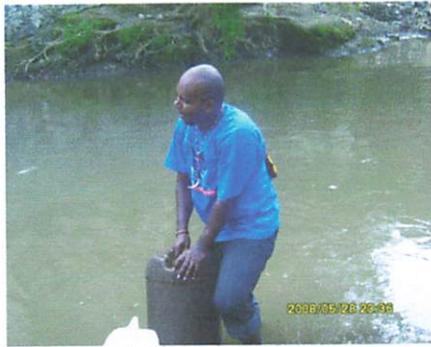
Lampiran I : Gambar Titik Sampling Air Sungai Brantas





Lampiran II :  
Dokumentasi dalam Penelitian

Lampiran II : Dokumentasi Dalam Penelitian



Gambar 1. Pengambilan sampel air sungai



Gambar 2. Pembersihan Media



Gambar 3. Sampel Melewati Reaktor



Gambar 4. Pergantian Media



Gambar 5. Pengontrolan debit pada saat pengaliran sampel air ke reaktor



Gambar 6. Peberian Kode pada Jeriken untuk sampel

Lampiran II : Dokumentasi Dalam Penelitian



Gambar 7. Sampel Hasil Pengolahan pada perlakuan B1 ( komposisi batu dolomit 50 cm : komposisi batu apung 50 cm )



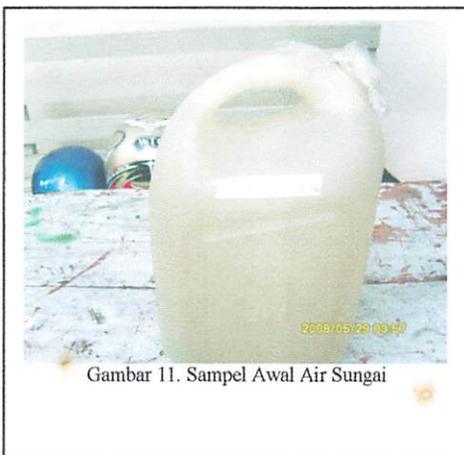
Gambar 8. Sampel Hasil Pengolahan pada perlakuan B2 ( komposisi batu apung 50 cm : komposisi batu dolomit 50 cm )



Gambar 9. Sampel Hasil Pengolahan pada perlakuan A2 ( komposisi batu dolomit 100 cm, dim 3.75 mm )



Gambar 10. Sampel Hasil Pengolahan pada perlakuan A1 ( komposisi batu dolomit 100 cm, dim 4.75 mm )



Gambar 11. Sampel Awal Air Sungai



Gambar 12. Penandaan ulang untuk pemeriksaan lab bersama petugas lab jasa tirta malang )

Lampiran III :  
Metode Pemeriksaan Parameter Uji

## A. ANALISA KEKERUHAN

### 1. Metode

Turbidimetri

### 2. Prinsip

Membandingkan intensitas cahaya yang melalui sampel dengan intensitas cahaya yang melalui suspensi baku pembanding dalam kondisi sama. Makin tinggi intensitas cahaya yang melaluinya maka makin tinggi kekeruhannya.

### 3. Pengganggu

Adanya gelembung udara, getaran dan pemakaian alat gelas yang kotor dapat memberikan hasil yang salah.

### 4. Ketentuan Umum

- a. Setiap melakukan analisa uji harus dilakukan cek standart.
- b. Setiap melakukan analisa contoh uji harus dilakukan duplo minimal satu pada salah satu contoh uji.
- c. Sebelum dilakukan analisa untuk contoh uji, cek standar dan hasil analisa duplo harus memenuhi persyaratan Prosedur Metode Analisa Verifikasi dan Validasi Metode No. Dok. QP/LKA/15.
- d. Analis kekeruhan sebaiknya segera dilakukan tidak lebih dari 24 jam setelah pengambilan contoh uji, bila tidak dapat segera dianalisa maka penyimpanan dan pengawetan contoh uji dengan cara didinginkan pada suhu  $\pm 4^{\circ}\text{C}$  diruang gelap. Masih diperbolehkan maksimal sampai 48 jam.

### 5. Peralatan

- a. Turbidimeter
- b. Labu ukur 100 ml
- c. Pipet volume 5 ml

### 6. Bahan Penunjang Uji

Bahan penunjang uji yang digunakan adalah bahan kimia yang berkualitas p.a dan bahan lain yang digunakan dalam pengujian ini terdiri atas :

- a. Stock Standart Formazin 400 NTU

Stock standar Formazin terdiri dari larutan I dan larutan II

Cara pembuatannya :

Larutan I

Larutan 1 gram Hidrazin Sulfat ( $\text{NH}_2$ )<sub>2</sub> H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> di dalam air suling dan encerkan menjadi 100 ml dalam labu ukur.

**Larutan II**

Larutan 10 gram Heksa Methylenetertramine (  $\text{CH}_2$ )<sub>6</sub> N<sub>4</sub> di dalam air suling dan encerkan menjadi 100 ml dalam labu ukur.

Campurkan 5 ml larutan I dan 5 ml larutan II dalam labu ukur 100 ml, kemudian encerkan dengan air suling sampai tanda, biarkan 24 jam pada temperatur  $25 \pm 3$  °C.

**b. Standar Formazin 5 NTU**

Pipet 1, 25 ml stok Standar Formazin 400 NTU, masukkan pada labu ukur 100 ml kemudian encerkan dengan air suling sampai tanda.

**7. Persiapan Kalibrasi Standar**

- a. Sebelum digunakan, pastikan bahwa standar Kekeruhan yang dipakai dalam kondisi homogen, pada suhu kamar dan tidak terkontaminasi.
- b. Setelah itu, baca standar Kekeruhan pada Turbidimeter, yang sebelumnya telah dikalibrasi. ( cara kalibrasi Turbidimeter mengacu pada Intruksi Kerja Pengoperasian dan Pemeliharaan Alat Turbidimeter No Dok QI/LKA/43 ).
- c. Jangan mengembalikan sisa standar kekeruhan yang telah dipakai pada botol.
- d. Setelah menggunakan standar kekeruhan tutup kembali segelnya dan simpan pada suhu  $\pm 4$  °C.

**8. Pelaksanaan Pengujian**

- a. Disiapkan alat Turbidimeter sesuai dengan petunjuk dan ikuti petunjuk pengoperasian alat.
- b. Kocok contoh uji air sampai homogen kemudian masukkan contoh uji air dalam cell Turbidimeter ( cara pengoperasian Turbidimeter mengacu pada Intruksi Kerja Pengoperasian dan Pemeliharaan Alat Turbidimeter No Dok QI/LKA/43 ), pastikan garis pada cell Turbidimeter tepat pada garis dengan marker (.) disetiap pembacaan.
- c. Catat hasil pembacaan pada Turbidimeter dengan satuan NTU.

## B. ANALISA KESADAHAN

### 1. Metode

Kromatografi ion

### 2. Prinsip

Contoh uji air diinjeksikan kedalam aliran eluen Asam Sulfat dan melalui kolom penukar ion. Kation-kation dalam contoh uji akan terpisah dari anionnya didalam kolom pemisah ion karena didalam kolom pemisah ion terdapat fase diam yang dapat mengikat anion-anion. Kation (  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^+$  dan  $\text{Ca}^{2+}$  ) dalam contoh uji air yang telah terpisah dari anionnya selanjutnya memasuki detektor yang secara otomatis akan mengukur daya hantar listrik masing-masing kation. Kromatogram yang dihasilkan adalah berupa grafik antara daya hantar listrik dengan waktu. Identifikasi jenis kation dilakukan dengan melihat waktu retensi masing-masing kation dengan identifikasi konsentrasi masing-masing kation dilakukan dengan mengukur luas masing-masing puncak pada kromatogram dan membandingkannya dengan luas puncak standart yang ada.

### 3. Pembuatan Bahan Penunjang Analisa

Larutan eluen kation ( Asam Sulfat  $\pm$  22 mN )

Pipet 1,22 ml Asam Sulfat pekat, masukkan kedalam labu ukur 2000 ml, kemudian encerkan dengan air demineralisasi sampai tanda batas. Kocok hingga larut sempurna.

### 4. Pelaksanaan analisa

1. Buat beberapa konsentrasi dari masing-masing larutan standart dalam labu ukur dengan cara pembuatan seperti pada lampiran misalnya :
  - Ion Natrium ( 5, 10, 20, 40, 80, 100 ) mg/l
  - Ion Kalium ( 1, 4, 8, 10, 15, 20 ) mg/l
  - ion Magnesium ( 2, 4, 8, 12, 16, 20 ) mg/l
  - ion Kalsium ( 10, 20, 40, 50, 80, 100 ) mg/l
2. Setiap analisa contoh uji air dilakukan pengecekan larutan standar yang sudah diketahui konsentrasinya.
3. Masukkan  $\pm$  1 ml larutan standar dalam vial kapasitas 1,5 ml kemudian tutup rapat.
4. Masukkan  $\pm$  1 ml contoh uji air yang telah disaring kedalam vial ( kapasitas 1, 5 ml ), kemudian tutup rapat.

5. Hidupkan autosampler.
6. Masukkan vial yang berisi larutan standar dan contoh uji air kedalam auto sampler, sesuai nomor urut pada autosampler dengan schedule pada perangkat lunak.
7. Hidupkan kompresor.
8. Hidupkan kromatografi ion.
9. Periksa semua pipa aliran dari eluan, kolom dan CSRS ( detektor ), pastikan sudah terpasang dengan benar dan rapat.
10. Hidupkan komputer dan masuk keperangkat Peak Net.
11. Tungguh sampai daya hantar listrik yang terbaca, pada kromatografi ion stabil pada angka  $< 2 \mu\text{S. Cm}^{-1}$  selama  $\pm 1$  jam.
12. Apabila daya hantar listrik yang terbaca pada display kromatografi ion stabil, atur retensi time pada menu method didalam perangkat lunak pada 12 menit dan pada Autosampler 13 menit.
13. Pilih menu schedule pada perangkat lunak dan masukkan kode contoh uji air ( sesuaikan dengan urutan kode contoh uji air dengan posisi contoh uji air di Autosampler ), method dan data file.
14. Pilih menu run, Load Schedule, Load Method, dan Save Method sehingga pada display alat kromatografi ion tertulis remote yang berarti antara alat kromatografi ion, autosampler dan perangkat lunaknya terhubung dan analisa siap dilaksanakan.
15. Tekan tombol start pada autosampler.
16. Hasil analisa ( kromotogram dan konsentrasi masing-masing ion ) secara otomatis akan tercetak pada print out.

### **C. ANALISA COD**

#### **1. Metode**

Spektrofotometer

#### **2. Prinsip**

Prinsip analisa COD dengan menggunakan alat spektrofotometer adalah bahan organik dioksidasi oleh Kalium Dikromat dan Asam Sulfat pada kondisi mendidih dengan katalis Perak Sulfat, warna kuning yang terbentuk dari ion  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  sampai dengan warna hijau yang terbentuk

dari  $\text{Cr}^{3+}$  sebanding dengan oksigen yang digunakan untuk mengoksidasi bahan organik dan digunakan sebagai pengukuran pada spektrofotometer.

**3. Pengenceran contoh uji air**

- a. Dilakukan apabila didapat warna kuning  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  yang telah direaksikan dengan contoh uji air berubah warna menjadi biru kehijauan.
- b. Pengawetan contoh uji air didalam pendingin dengan tempereture berkisar antara 4 - 8 °C.
- c. Pembuatan larutan standar dilakukan setiap analisa yang sekaligus sebagai kalibrasi.
- d. Menggunakan konsentrasi standar COD minimum 5 variasi konsentrasi, misalnya 2,5, 5; 7,5; 10; 12,5 ;...87,5 mg  $\text{O}_2/\text{L}$
- e. Analisa duplo untuk contoh uji air mengacu kepada Prosedur Metode Analisa, Verifikasi, dan Validasi Metode ( QP/LKA/15 ).

**4. Bahan penunjang analisa**

Bahan penunjang analisa COD dengan menggunakan alat spektrofotometer ( UV-Visible Spektrofotometer 1601 ) :

- a. Kalium Hidrogen Ptalat (  $\text{HOOC}_6\text{H}_4\text{COOK}$  ), cara pembuatan pada ( lampiran 2-a).
- b. Larutan campuran  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  -  $\text{HgSO}_4 \pm 0,02 \text{ N}$ , cara pembuatannya pada ( lampiran – 2a).
- c. Larutan campuran  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat –  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ , cara pembuatannya pada ( lampiran -2a).
- d. Air suling

**5. Pembuatan larutan larutan induk COD 500 mg  $\text{O}_2/\text{L}$**

Timbang  $\pm 425$  mg Kalium Hidrogen Platat yang telah dipanaskan pada temperatur  $\pm 110$  °C larutkan kedalam labu ukur 1000 ml dengan air suling sampai tepat pada tanda batas, kocok.

**6. Pembuatan larutan standart COD :**

- a. Pipet 50 ml larutan induk COD 500 mg $\text{O}_2/\text{L}$  kedalam labu ukur 250 ml.
- b. Tambahkan air suling sampai tepat tanda batas sehingga diperoleh larutan standar COD 100 mg/l.

- c. Pipet 2,5, 5; 10; 15; 20;...87,5 ml larutan standart COD diatas dan masukkan masing-masing kedalam labu ukur 100 ml.
- d. Tambahkan air suling sampai tepat tanda batas sehingga diperoleh konsentrasi COD 2,5, 5; 10; 15; 20 ;...87,5 mg O<sub>2</sub>/L

**7. Pembuatan kurva kalibrasi larutan standar**

- a. Pipet 2,5 ml larutan standar COD kedalam tabung COD tambahkan larutan campuran 1,5 ml K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> - HgSO<sub>4</sub> ± 0,02 N, dan 3,5 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat – Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
- b. Tutup tabung tersebut kemudian kocok.
- c. Lakukan pula untuk blanko dengan memipet 2,5 ml air suling, 1,5 ml K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> - HgSO<sub>4</sub> ± 0,02 N, 3,5 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat – Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> .
- d. Masukkan kedalam reaktor COD yang sebelumnya sudah dipanaskan pada temperatur ± 150 °C ( 10-20 menit ).
- e. Tunggu hingga ± 2 jam
- f. Dinginkan sampai suhu kamar
- g. Ukur konsentrasinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 444 nm.
- h. Tambahkan air suling sampai tepat tanda batas sehingga diperoleh konsentrasi COD 2,5, 5; 10; 15; 20 ;...87,5 mg O<sub>2</sub>/L

**8. Pelaksanaan analisa contoh uji air :**

- a. Lakukan analisa contoh uji air dengan segera, kocok dengan kuat terutama yang mengandung suspensi tinggi.
- b. Pipet contoh uji air sebanyak 2,5 ml masukkan dalam tabung mikro COD, tambahkan 1,5 ml larutan K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> - HgSO<sub>4</sub> ± 0,02 N dan tambahkan 3,5 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat – Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> kocok.
- c. Panaskan pada reaktor COD ± 150 °C dan tunggu hingga ± 2 jam.
- d. Dinginkan sampai suhu kamar dan ukur konsentrasinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 444 nm.
- e. Untuk blanko lakukan sesuai dengan prosedur masing-masing tersebut diatas ( a, b, c, d ) dengan menggunakan air suling, dimana pelaksanaannya dilakukan sebelum analisa contoh uji.
- f. Setelah dilakukan analisa blanko, dilanjutkan dengan analisa larutan standart dengan langkah-langkah sesuai ( a, b, c, d ).
- g. Catat konsentrasi hasil analisa tersebut.

Lampiran IV :  
Hasil Pemeriksaan Parameter Uji



## SERTIFIKAT CERTIFICATE

Nomor : 181 S/LKA MLG/VI/08

### IDENTITAS PEMILIK

#### *Owner Identity*

Nama  
Name

*Nelius Agapa Papua*

Alamat  
Address

Jl. Raya Candi No. 544 Malang

Halaman 1 dari 2

Page 1 of 2

### IDENTITAS CONTOH UJI

#### *Sample Identity*

Kode Contoh Uji  
Sample Code

Ext. 204-208/PC/VI/2008/293-297

Jenis Contoh Uji  
Type of Sample

*Air Sungai Brantas*

Lokasi Pengambilan Contoh Uji  
Sampling Location

*Oro - oro Dowo Malang*

Petugas Pengambilan Contoh Uji  
Sampling Done By

Tgl/ Jam Pengambilan Contoh Uji  
Date Time of Sampling

Tgl/ Jam Penerimaan Contoh Uji : 29 Mei 2008 Jam 12:30 WIB  
Date Time of Sample Receiving in Laboratory


Kondisi Contoh Uji  
Sample Condition (s)

### HASIL ANALISA

#### *Result of Analysis*

Terlampir  
Enclosed

Diterbitkan Di/ Tanggal : Malang, 10 Juni 2008  
Place/ Date of Issue



Contoh uji diambil oleh Nelius Agapa Papua Tanggal  
29 Mei 2008 Jam 11-12 WIB

Laboratorium Kualitas Air  
Perum Jasa Tirta I  
  
Inni Dian Rohani, ST

Kepala Laboratorium  
Head of Laboratory

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

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I  
This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced or published without any approval from  
Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

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

# LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp.(0341) 551971, Fax.(0341) 551976,  
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331880, Fax. (0321) 395134  
E-mail :laboratorium@jasatirta1.go.id



Nomor : 181 S / LKA MLG / VI / 08

Halaman 2 dari 2  
Page 2 of 2

Kode Contoh Uji : Ext. 204 -208/ PC /VI / 2008 / 293-297  
Sample Code  
Metode Pengambilan Contoh Uji : -  
Sampling Method  
Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang  
Place of Analysis  
Tanggal Analisa : 29 Mei – 06 Juni 2008  
Testing Date(s)

## HASIL ANALISA

### Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
<b>1. Kode Sampel- A1</b>					
1	Kekeruhan	NTU	18,357	QI/LKA 11 ( Elektrometri )	-
2	COD	mg/L	17,762	QI/LKA/19 ( Spektrofotometri )	-
3	Kesadahan Total *)	mg/L	139,96	APHA. Ed. 20. 23 Hardness, 1998	-
<b>2. Kode Sampel – A2</b>					
1	Kekeruhan	NTU	17,700	QI/LKA 11 ( Elektrometri )	-
2	COD	mg/L	17,279	QI/LKA/19 ( Spektrofotometri )	-
3	Kesadahan Total *)	mg/L	139,03	APHA. Ed. 20. 23 Hardness, 1998	-
<b>3. Kode Sampel – B1</b>					
1	Kekeruhan	NTU	19,190	QI/LKA 11 ( Elektrometri )	-
2	COD	mg/L	18,419	QI/LKA/19 ( Spektrofotometri )	-
3	Kesadahan Total *)	mg/L	141,93	APHA. Ed. 20. 23 Hardness, 1998	-
<b>4. Kode Sampel – B2</b>					
1	Kekeruhan	NTU	18,440	QI/LKA 11 ( Elektrometri )	-
2	COD	mg/L	17,882	QI/LKA/19 ( Spektrofotometri )	-
3	Kesadahan Total *)	mg/L	140,29	APHA. Ed. 20. 23 Hardness, 1998	-
<b>5. Kode Samel Awal</b>					
1	Kekeruhan	NTU	25,4	QI/LKA 11 ( Elektrometri )	-
2	COD	mg/L	21,9	QI/LKA/19 ( Spektrofotometri )	-
3	Kesadahan Total *)	mg/L	167,98	APHA. Ed. 20. 23 Hardness, 1998	-

\*) Tidak termasuk ruang lingkup akreditasi



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

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I  
This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation  
This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory Of Jasa Tirta I Public Corporation

Lampiran V :  
Hasil Analisa Statistik Parameter Uji



**Lampiran V : Hasil Analisa Statistik Parameter Uji**

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	34.5500	0.4795	72.06	0.000
Panjang	0.062067	0.002115	29.35	0.000
Diameter	-2.7600	0.1057	-26.10	0.000

S = 0.183141    R-Sq = 99.4%    R-Sq(adj) = 99.3%

**Analysis of Variance**

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	51.745	25.872	771.37	0.000
Residual Error	9	0.302	0.034		
Total	11	52.047			

Source	DF	Seq SS
Panjang	1	28.892
Diameter	1	22.853


**2. ANALISA STATISTIK KESADAHAN**

6/23/2009 10:01:02 PM

**One-way ANOVA: % Kesadahan versus Panjang**

Source	DF	SS	MS	F	P
Panjang	1	2.746	2.746	10.48	0.009
Error	10	2.619	0.262		
Total	11	5.364			

S = 0.5117    R-Sq = 51.18%    R-Sq(adj) = 46.30%




Pooled StDev = 0.512

**One-way ANOVA: % Kesadahan versus Diameter**

Source	DF	SS	MS	F	P
Diameter	1	1.810	1.810	5.09	0.048
Error	10	3.555	0.355		
Total	11	5.364			

S = 0.5962    R-Sq = 33.73%    R-Sq(adj) = 27.11%



Pooled StDev = 0.596

**Correlations: % Kesadahan, Panjang**

Pearson correlation of % Kesadahan and Panjang = 0.715  
P-Value = 0.009

**Correlations: % Kesadahan, Diameter**

Pearson correlation of % Kesadahan and Diameter = -0.581  
P-Value = 0.048

**Regression Analysis: % Kesadahan versus Panjang, Diameter**

The regression equation is  
% Kesadahan = 18.3 + 0.0191 Panjang - 0.777 Diameter

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	18.3458	0.7850	23.37	0.000
Panjang	0.019133	0.003462	5.53	0.000
Diameter	-0.7767	0.1731	-4.49	0.002

S = 0.299839    R-Sq = 84.9%    R-Sq(adj) = 81.6%

**Analysis of Variance**

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	4.5553	2.2776	25.33	0.000
Residual Error	9	0.8091	0.0899		
Total	11	5.3644			

Source	DF	Seq SS
Panjang	1	2.7456
Diameter	1	1.8096

**3. ANALISA STATISTIK COD**

6/23/2009 11:49:40 PM

---

**One-way ANOVA: % COD versus Panjang**

Source	DF	SS	MS	F	P
Panjang	1	24.82	24.82	15.14	0.003
Error	10	16.39	1.64		
Total	11	41.21			

S = 1.280    R-Sq = 60.23%    R-Sq(adj) = 56.25%

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
50	6	17.120	1.346	(-----*-----)
100	6	19.997	1.210	(-----*-----)

-----+-----+-----+-----+-----+-----  
16.5                    18.0                    19.5                    21.0

Pooled StDev = 1.280

**One-way ANOVA: % COD versus Diameter**

Source	DF	SS	MS	F	P
Diameter	1	16.29	16.29	6.54	0.029
Error	10	24.91	2.49		
Total	11	41.21			

S = 1.578    R-Sq = 39.54%    R-Sq(adj) = 33.49%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
3.75	6	19.724	1.509
4.75	6	17.393	1.645

Pooled StDev = 1.578

**Correlations: % COD, Panjang**

Pearson correlation of % COD and Panjang = 0.776  
P-Value = 0.003

**Correlations: % COD, Diameter**

Pearson correlation of % COD and Diameter = -0.629  
P-Value = 0.029

**Regression Analysis: % COD versus Panjang, Diameter**

The regression equation is  
% COD = 24.1 + 0.0575 Panjang - 2.33 Diameter

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	24.1485	0.2705	89.26	0.000
Panjang	0.057525	0.001193	48.21	0.000
Diameter	-2.33043	0.05966	-39.06	0.000

S = 0.103338    R-Sq = 99.8%    R-Sq(adj) = 99.7%

**Analysis of Variance**

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	41.111	20.555	1924.90	0.000
Residual Error	9	0.096	0.011		
Total	11	41.207			

Source	DF	Seq SS
Panjang	1	24.818
Diameter	1	16.293