

SKRIPSI

**PEMAKAIAN CANGKANG KERANG, BATU APUNG DAN ARANG AKTIF
TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI MEDIA PADA ROUGHING
FILTER ALIRAN HORIZONTAL DALAM MENURUNKAN KADAR
KEKERUHAN DAN KESADAHAN PADA AIR SUNGAI BRANTAS
(Studi Kasus Sumber Air DAS Brantas di Jalan Cibuni, Kota Malang)**



**MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG**

Disusun Oleh :

**Uci Triwardani
(07.26.010)**

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2011**

2011

2011

2011

2011

2011

2011



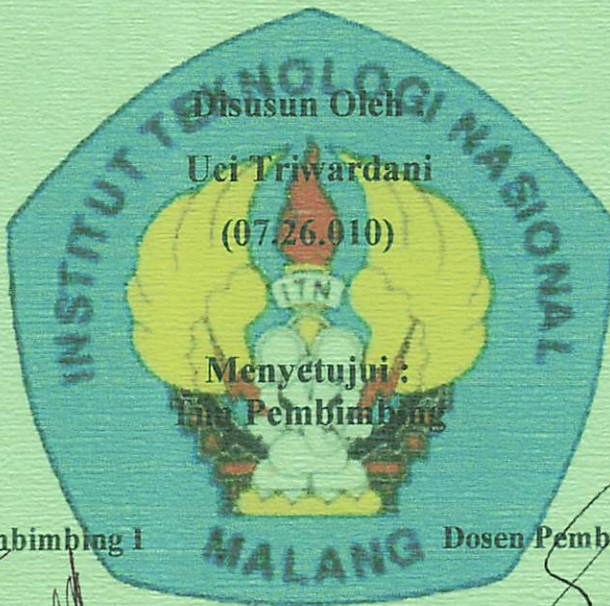
2011

2011

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

PEMAKAIAN CANGKANG KERANG, BATU APUNG DAN ARANG
AKTIF TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI MEDIA PADA *ROUGHING*
FILTER ALIRAN *HORIZONTAL* DALAM MENURUNKAN KADAR
KEKERUHAN DAN KESADAHAN PADA AIR SUNGAI BRANTAS
(Studi Kasus Sumber Air DAS Brantas di Jalan Cibuni, Kota Malang)



Disusun Oleh

Uci Triwardani

(07.26.010)

Menyetujui :
Tua Pembimbing

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Sudiro, ST. MT
NIP. P. 1039900327

Hardianto, ST.MT
NIP. Y. 1030000350

Mengetahui

Ketua Jurusan/Prodi Teknik Lingkungan

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



(PERSERO) MALANG
IK NIAGA MALANG

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

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

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

BERITA ACARA UJIAN SKIRPSI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

NAMA : UCI TRIWARDANI
NIM : 07.26.010
JURUSAN : TEKNIK LINGKUNGAN
JUDUL : PEMAKAIAN CANGKANG KERANG, BATU APUNG, DAN
ARANG AKTIF TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI MEDIA
PADA ROUGHING FILTER ALIRAN HORIZONTAL DALAM
MENURUNKAN KADAR KEKERUHAN DAN KESADAHAN
PADA AIR SUNGAI BRANTAS (Studi Kasus : Sumber Air Das
Brantas Jalan Cibuni Kota Malang)

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

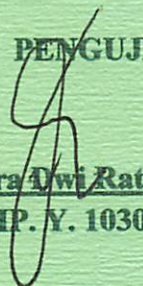
Pada Hari : Sabtu
Tanggal : 20 AGUSTUS 2011
Dengan Nilai : B (70,55)

PANITIA UJIAN SKRIPSI

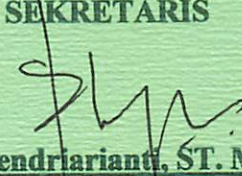
KETUA


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

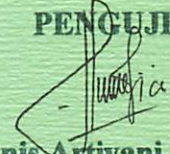
PENGUJI I


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

SEKRETARIS


Evi Hendriarianti, ST. MMT
NIP. Y. 1030300382

PENGUJI II


Anis Artiyani, ST.MT
NIP. P. 1030300384

Triwardani, Sudiro, Hardianto, 2011, *Pemakaian cangkang kerang, batu apung, dan arang aktif tempurung kelapa sebagai media pada roughing filter aliran horizontal dalam menurunkan kadar kekeruhan dan kesadahan pada air sungai brantas (Studi kasus sumber air DAS Brantas, jalan Cibuni, Kota Malang)*. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang

ABSTRAK

Air sungai secara kuantitas dan kontinuitas, umumnya dapat memberikan sumbangan air yang cukup besar, namun dari segi kualitas air sungai rentan terhadap pencemaran lingkungan. Pada air sungai terdapat kandungan kekeruhan dan kesadahan, sehingga sebelum digunakan air sungai memerlukan pengolahan terlebih dahulu untuk dapat memenuhi syarat sebagai air minum. Salah satu pengolahan pendahuluan pada air sungai dengan menggunakan proses filtrasi, yaitu dengan memakai alat *roughing filter* aliran *horizontal*. *Roughing filter* merupakan salah satu pengolahan pendahuluan yang umum dipakai dalam penyediaan air minum. Kelebihan *filter* ini adalah bahan baku media mudah diperoleh, tidak diperlukan tenaga ahli dalam pengoprasiaannya, serta biaya pembuatan yang sangat rendah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan dari alat *roughing filter* dalam menurunkan kadar kekeruhan dan kesadahan dengan variasi ketinggian media, dan waktu operasional.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *roughing filter* aliran *horizontal*, menggunakan media filter cangkang kerang, batu apung, dan arang aktif tempurung kelapa. Variasi media cangkang kerang 30 cm : batu apung 35 cm, arang aktif 35 cm (P1) : cangkang kerang 35 cm : batu apung 30 cm, arang aktif 35 cm (P2) cangkang kerang 40 cm : batu apung 40 cm, arang aktif 20 cm (P3). Variasi waktu operasional *roughing filter* dari 0 hari, 1 hari, 2 hari, 3 hari, 4 hari, 5 hari, 6 hari, 7 hari, 8 hari, dan 9 hari, dimulai saat air sungai masuk pada alat *roughing filter*. Metode analisa yang dipakai untuk mengetahui kekeruhan digunakan turbidimetri dan kesadahan digunakan titrasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *roughing filter* aliran *horizontal* dengan media cangkang kerang, batu apung, dan arang aktif tempurung kelapa memiliki kemampuan dalam menurunkan kandungan kekeruhan dan kesadahan. Persentase penurunan konsentrasi kekeruhan tertinggi pada variasi ketinggian media dengan perbandingan media 40 cm : batu apung 40 cm, arang aktif 20 cm, pada waktu 7 hari dengan nilai persentase 92,75%. Sedangkan penurunan konsentrasi kesadahan paling tinggi diperoleh pada variasi ketinggian media cangkang kerang 40 cm : batu apung 40 cm : arang aktif 20 cm, pada waktu operasional 7 hari dengan nilai persentase 76,21 %.

Kata Kunci : Air sungai, Kekeruhan, Kesadahan, *Roughing filter*.

Triwardani, Sudiro, Hardianto. 2011. Using Shell, Pumice, and Active Charcoal of Coconut Shell as Media for Decreasing Muddiness and Hardness Level of Brantas River Water (A Case Study of Brantas Water Shed, Cibuni Street, Malang). Thesis. Environmental Engineering, National Engineering Institute of Malang.

ABSTRACT

Usually, River water from the quantity and continuity aspect contribute big enough water, but from the quality aspect, river water susceptible from environmental contamination. river water content of turbidity and hardness. So that, before used river water had to be processing before its up to standard as drinking water. One of the pre-treatment of river water by using filtrasi by roughing filter of horizontal flow. Roughing Filter is one of water pre-treatment that commonly used in drinking water supplying system. The excess of this filter is easy to got the raw material, no need an highly competent one to operate, and also has the low expense of making. This research is aim to know the ability of roughing filter for degrading of turbidity and of hardness rate used media high and operational time variation.

This study is conducted using the roughing filter for horizontal water flow. The filter media uses shells, pumice, and active charcoal of coconut shells. The shell media ratio variation used are as follow, shell 30 cm : pumice 35 cm : activated carbon 35 cm (P1), shell 35 cm : pumice 30 cm – activated carbon 35 cm (P2), shell 40 cm : pumice 40 cm : activated carbon 20 cm (P3). The time variation of the roughing filter ranges from 0 day, 1 day, 2 day, 3 day, 4 day, 5 day, 6 day, 7 day, 8 day, and 9 days starting from the time when the water enter the filter equipment. The analysis method used to asses the water turbidity is turbidimetri while the water hardness is titrasi.

The findings of the study show that the roughing filter for horizontal water flow with the media of shells, pumice, and active charcoal of coconut shells is capable of decreasing the turbidity and hardness of Brantas River water. The highest percentage of muddiness decrease is obtained in the media hight ratio of 40 cm shell : 40 cm pumice ; 20 cm activated carbon on 7 days with percentage value of 92,75 %. While the highest hardness decrease is obtained in the media height ratio of 40 cm sheels : 40 cm pumice : 20 cm activated carbon on 7 days with the percentage value of 76,21 %.

Keywords : river water, turbidity, hardness, roughing filter

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran ALLAH SWT yang telah melimpahkan rahmat -Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Pemakaian Cangkang Kerang, Batu Apung, dan Arang aktif tempurung kelapa sebagai Media Pada Roughing Filter Aliran Horizontal dalam Menurunkan Kadar Kekeruhan dan Kesadahan pada Air Sungai Brantas (Studi Kasus Sumber Air DAS Brantas Jalan Cibuni, Kota Malang)”** ini tepat pada waktunya.

Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Strata Satu (S1) di Institut Teknologi Nasional Malang Jurusan Teknik Lingkungan.

Dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Bapak Sudiro, ST. MT, selaku dosen pembimbing 1 yang telah membimbing saya hingga laporan ini selesai.
2. Bapak Hardianto, ST. MT, selaku dosen pembimbing 2 yang telah membimbing saya hingga laporan ini selesai.
3. Ibu Candra Dwi Ratna, ST. MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
4. Ibu Evy Hendriarianti, ST, MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
5. Dosen-dosen pengajar dan staf Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
6. Teman-teman Teknik Lingkungan Angkatan '07 dan seluruh mahasiswa lingkungan serta semua pihak yang telah membantu serta memberi dukungan dalam penyusunan laporan skripsi ini.

Kesadaran akan masih banyaknya kekurangan yang ada pada laporan skripsi ini, membuat penyusun berharap akan adanya masukan dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan skripsi yang kami susun.

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

Malang, September 2011

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN

BERITA ACARA

ABSTRAKSI i

KATA PENGANTAR..... iii

DAFTAR ISI.....v

DAFTAR TABEL ix

DAFTAR GAMBAR.....x

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang1

1.2 Rumusan Permasalahan3

1.3 Tujuan Penelitian4

1.4 Manfaat Penelitian4

1.5 Ruang Lingkup.....4

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Minum5

2.2 Pengambilan Sampel.....6

2.2.1 Umum6

2.2.2 Persiapan Pengambilan Sampel6

2.2.3 Pemilihan Titik Pengambilan Sampel	7
2.2.4 Frekuensi Pengambilan Sampel	10
2.3 Sungai Brantas	11
2.4 Pengertian Filtrasi	12
2.5 Roughing Filter	12
2.5.1. Roughing Filter Aliran Horizontal	13
2.5.2 Kriteria Desain Roughing Filter	13
2.6 Jenis Media	16
2.6.1 Batu Apung	16
2.6.2 Cangkang Kerang	17
2.6.3 Arang Aktif Tempurung Kelapa	18
2.7 Aktivasi	19
2.8 Parameter-Parameter Air Minum	19
2.8.1. Kekeruhan	19
2.8.2. Kesadahan	20
2.9 Metode Pengolahan Data	20
2.9.1. Statistik Deskriptif dan Inferensi	20
2.9.2. Analisa Korelasi	21
2.9.3 Analisa Regresi	21

2.9.4. Pengantar Desain Eksperimen	22
--	----

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian.....	24
3.2 Lokasi Penelitian.....	24
3.3 Variabel Penelitian.....	24
3.4 Alat Dan Bahan Penelitian.....	26
3.4.1 Sampel Air	26
3.4.2 Alat.....	26
3.4.3 Bahan	28
3.4.4. Prosedur Pembuatan Alat.....	28
3.4.5. Menyiapkan media filter	28
3.4.6 Pengoprasian alat	29
3.5 Analisa Parameter Uji.....	29
3.5.1 Analisa Kekeruhan.....	29
3.5.2 Analisa Kesadahan.....	29
3.6 Analisa Data.....	30
3.7 Kerangka Penelitian	30

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Awal Sebelum Melalui Proses Rouhing Filter.....	32
---	----

4.2 Karakteristik Akhir Setelah Melalui Proses Rouhing Filter.....	33
4.3 Analisis Penurunan Kekeruhan Setelah Proses Filtrasi	35
4.3.1 Analisis Deskriptif	35
4.3.2 Analisis Korelasi	39
4.3.3 Analisis Regresi	41
4.3.4 Analisis ANOVA.....	45
4.4 Analisis Penurunan Kesadahan.....	52
4.4.1 Analisis Deskriptif	47
4.4.2 Analisis Korelasi.....	51
4.4.3 Analisis Regresi	53
4.4.4 Analisis ANOVA.....	56
4.5 Pembahasan.....	59
4.5.1 Pembahasan Penurunan Konsentrasi Kekeruhan.....	59
4.5.2 Pembahasan Penurunan Konsentrasi Kesadahan.....	61

BAB V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran	67

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Cara Pengawetan Sampel.....	6
Tabel 2.2	Ringkasan Parameter-parameter Desain.....	13
Tabel 2.3	Perbedaan Antara <i>Upflow Roughing Filter</i> , <i>Slow Sand Filter</i> dan <i>Rapid Sand Filter</i>	15
Tabel 4.1	Nilai Awal Konsentrasi Kekeruhan dan Kesadahan.....	32
Tabel 4.2	Nilai Akhir Konsentrasi Kekeruhan Pada Air Sungai.....	33
Tabel 4.3	Nilai Akhir Konsentrasi Kesadahan Pada Air Sungai	34
Tabel 4.4	Presentase Penurunan Konsentrasi Kekeruhan.....	37
Tabel 4.5	Hasil Uji Korelasi Terhadap % Penurunan Kekeruhan	40
Tabel 4.6	Hasil Uji Regresi Terhadap % Penurunan Kekeruhan.....	42
Tabel 4.7	Hasil Uji ANOVA Terhadap % Penurunan Kekeruhan	46
Tabel 4.8	Presentase Penurunan Konsentrasi Kesadahan.....	49
Tabel 4.9	Hasil Uji Korelasi Terhadap % Penurunan Kesadahan	52
Tabel 4.10	Hasil Uji Regresi Terhadap % Penurunan Kesadahan.....	54
Tabel 4.11	Hasil Uji ANOVA Terhadap % Penurunan Kesadahan.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Cara Pengambilan Sampel	7
Gambar 2.2 Cara Pengambilan Sampel Di Sungai Dengan Beberapa Aliran	8
Gambar 2.3 Bila Aliran Anak Sungai Terganggu Perubahan Tingginya	9
Gambar 2.4 Pengambilan Sampel di Daerah Perkotaan	10
Gambar 2.5 Pengambilan Sampel di Daerah Industri.....	10
Gambar 2.6 Peta Titik Pengambilan Sampel	11
Gambar 2.7 Bentuk Batu Apung.....	17
Gambar 2.8 Cangkang Kerang.....	18
Gambar 2.9 Arang Aktif Tempurung Kelapa	18
Gambar 3.1 Sketsa Alat Roughing Filter Aliran Horizontal.....	27
Gambar 3.2 Roughing Filter Aliran Horizontal	27
Gambar 3.3 Kerangka Penelitian	31
Gambar 4.1 Grafik Konsentrasi Akhir Kekeruhan	36
Gambar 4.2 Grafik Persentase (%) Penurunan Kekeruhan.....	38
Gambar 4.3 Grafik Konsentrasi Akhir Kesadahan	48
Gambar 4.4 Grafik Persentase (%) Penurunan Kesadahan.....	50

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai Brantas merupakan sungai terpanjang kedua setelah sungai bengawan solo di pulau Jawa. Sungai yang terletak di Jawa Timur ini memiliki mata air yang terletak di Desa Sumber Brantas (Kota Batu) dan mengalir melalui Malang, Blitar, Tulungagung, Kediri, Jombang, Mojokerto. Daerah aliran sungainya seluas 11.800 kilometer persegi atau sekitar seperempat luas Provinsi Jawa Timur.

Di kabupaten Mojokerto, sungai ini memiliki dua cabang, yaitu Kali Mas yang mengarah ke Surabaya dan Kali Porong yang mengarah ke Porong, Kabupaten Sidoarjo. Sungai Brantas yang panjangnya 320 km ini mengalir melingkari Gunung Kelud, yaitu gunung berapi yang masih aktif di Jawa Timur.

Air permukaan pertahun rata-rata 12 milyar meter kubik dengan curah hujan rata-rata sampai 2000 milimeter pertahun. Sebanyak 85 % curah hujan jatuh pada musim hujan. Potensi Sungai Brantas yang dapat dimanfaatkan per tahunnya sekitar 2,6 sampai 3,0 miliar meter kubik.

(Sumber : <http://www.bbwsbrantas.com/index>)

Salah satu proses pengolahan air minum adalah menggunakan filtrasi. Proses filtrasi adalah suatu pemisahan padatan dan cairan dimana cairan ditempatkan melalui media berpori untuk memisahkan zat padat tersuspensi halus yang mungkin ada. Diantara berbagai jenis *filter* yang ada, *Roughing filter* merupakan salah satu pengolahan pendahuluan yang umum dipakai dalam penyediaan air minum. Kelebihan *filter* ini adalah bahan baku media mudah diperoleh, tidak diperlukan tenaga ahli dalam pengoperasiannya, serta biaya pembuatan yang sangat rendah. (Sumber : Collins, dkk, 2003 dalam Putra, 2006).

Ada 2 jenis *roughing filter* yaitu *roughing filter* aliran vertikal dan *roughing filter* aliran horizontal. *Roughing filter* aliran horizontal memiliki

efisiensi penurunan kekeruhan, partikel tersuspensi dan warna lebih tinggi dibandingkan *roughing filter* aliran *vertikal*. Cara pengolahan dengan *roughing filter* merupakan salah satu cara yang sederhana dalam menerapkan teknologi penyediaan air minum.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengurangi beban pencemaran pada air sungai Brantas dengan metode *roughing filter* aliran *horizontal* dengan variasi-variasi seperti ketinggian media, dan waktu operasional sesuai standar yang ditentukan. Variabel atau variasi yang paling efektif dari penelitian sebelumnya mendasari penelitian ini.

Dalam penelitian (Putra, 2006) dengan judul Pemakaian cangkang kerang dan batu apung sebagai media pada *roughing filter* aliran *horizontal* dalam menurunkan kadar COD, kekeruhan, dan kesadahan pada air sungai. Hasil penelitian diperoleh persentase penurunan akhir kekeruhan yang paling tinggi sebesar 90,92 %, persentase penurunan akhir kesadahan paling tinggi sebesar 52,48 % sedangkan persentase penurunan akhir COD paling tinggi sebesar 47,36 %, didapat pada variasi media batu apung 50 cm : cangkang kerang 50 cm pada pengambilan sampel 210 menit. Nilai konsentrasi akhir kekeruhan 5,17 NTU belum memenuhi standart kualitas air bersih, dimana konsentrasi kekeruhan maksimum yang diperbolehkan adalah 5 NTU, Kesadahan 81,65 mg/l telah memenuhi standart kualitas air bersih, dimana konsentrasi kesadahan maksimum yang diperbolehkan adalah 500 mg/l, COD 15,16 mg/l belum memenuhi standart kualitas air bersih, dimana konsentrasi kekeruhan maksimum yang diperbolehkan adalah 10 mg/l (Keputusan Menteri Kesehatan R. I. No. 907 / MENKES / SK / VII / 2002).

Penelitian (Nilasari, 2006) dengan judul Pemanfaatan arang aktif tempurung kelapa sebagai media pada *slow sand filter* untuk menurunkan kekeruhan dan COD air sungai. Hasil penelitian diperoleh arang aktif tempurung kelapa sebagai media pada *slow sand filter* mampu menurunkan kekeruhan dan COD air sungai. Persentase penurunan kekeruhan yang paling tinggi sebesar 91,40% pada media dengan komposisi 60 cm pasir dengan 10 cm arang pada pengambilan sampel 8 jam. Sedangkan penurunan COD yang paling tinggi

sebesar 50.57% pada media dengan komposisi 70 cm arang pada pengambilan sampel 4 jam. Nilai kekeruhan akhir terendah sebesar 2.18 NTU telah memenuhi standar kualitas air minum, sedangkan nilai COD akhir terendah sebesar 14,24 mg/l belum memenuhi standar kualitas air minum. Berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002 kekeruhan maksimum yang diperbolehkan adalah 5 NTU dan konsentrasi COD maksimum yang diperbolehkan adalah 10 mg/l.

Selain itu Penelitian (Fitriani, 2010) dengan judul Pengaruh *Roughing Filter* dan *Slow sand filter* dalam pengolahan air minum dengan air baku dari Intake Karangpilang terhadap parameter fisik. Hasil penelitian diperoleh bahwa efisiensi penurunan nilai kekeruhan dan konsentrasi efisien dilakukan oleh unit *Slow Sand Filter* dengan pengolahan pendahuluan dengan menggunakan unit *Roughing filter*. Penurunan nilai kekeruhan dan konsentrasi warna pada unit *Roughing filter* dan *Slow Sand Filter* paling efektif pada *filtration rate* 0,25 m³/m².jam.

Berdasarkan dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan, direncanakan penelitian ini akan menggunakan 3 media (*mixed media*) yakni cangkang kerang, batu apung, dan arang aktif tempurung kelapa. Hasil penelitian (Putra, 2006), (Nilasari, 2006) dan (Fitriani, 2010), cangkang kerang terbukti efektif menurunkan kekeruhan, batu apung efektif menurunkan kesadahan, arang aktif tempurung kelapa mampu menurunkan kadar kekeruhan dan kesadahan. Muncul pemikiran untuk mencoba menggunakan kombinasi media batu apung, cangkang kerang, arang aktif tempurung kelapa dalam metode *roughing filter* aliran *horizontal* dengan parameter uji yaitu kekeruhan dan kesadahan pada air Sungai Brantas.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang dirumuskan adalah:

1. Seberapa besar efektifitas penggunaan *roughing filter* aliran *horizontal* dengan penambahan cangkang kerang, batu apung dan arang aktif tempurung kelapa dalam menurunkan kekeruhan dan kesadahan pada air sungai Brantas?

2. Bagaimana pengaruh variasi ketinggian media dan waktu operasional dalam menurunkan kadar kekeruhan dan kesadahan dengan menggunakan reaktor *roughing filter* aliran *horizontal* dengan penambahan media cangkang kerang, batu apung, dan arang aktif tempurung kelapa.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui efektifitas alat *roughing filter* aliran *horizontal* dengan penambahan cangkang kerang, batu apung dan arang aktif tempurung kelapa dalam menurunkan kekeruhan dan kesadahan pada air sungai Brantas.
2. Untuk mengetahui perbedaan penurunan kadar kekeruhan dan kesadahan dengan variasi ketinggian media dan waktu operasional dalam menurunkan kadar kekeruhan dan kesadahan dengan menggunakan reaktor *roughing filter* aliran *horizontal* dengan penambahan media cangkang kerang, batu apung, dan arang aktif tempurung kelapa.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian pengolahan air minum dengan menggunakan metode *roughing filter* ini adalah dapat dijadikan teknologi alternatif yang *efisien*, *ekonomis* dan *aplikatif* dalam pengolahan air minum.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini melingkupi :

1. Sampel air yang digunakan yaitu sampel air sungai Brantas di jalan Cibuni Kota Malang.
2. Memakai media filter cangkang kerang, batu apung, dan arang aktif tempurung kelapa.
3. Parameter yang dianalisis yaitu kekeruhan, dan kesadahan.
4. Menggunakan Variasi:
 1. Ketinggian media
 2. Waktu operasional
5. Menggunakan reaktor *roughing filter* aliran *horizontal*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Umum Air minum

Berdasarkan Kep. Menkes RI Nomor 492/Menkes/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum

1. Pengertian Air minum

Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.

2. Pasal 3 :

Air minum aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi, dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan.

3. Parameter Wajib

1. Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan:

- a. Parameter Mikrobiologi (E. Coli, total bakteri coliform).
- b. Kimia an-organik (Arsen, flourida, total kromium, cadmium, nitrit (sebagai NO^2^-), Nitrat (sebagai NO^3^-), sianida, selenium.

2. Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan

- a. Parameter fisik (Bau, warna, total zat padat terlarut (TDS), kekeruhan, rasa, suhu).
- b. Parameter Kimiawi (Aluminium, besi, kesadahan, khlorida, mangan, pH, seng, sulfat, tembaga, amonia).

4. Parameter Tambahan

1. Kimiawi.
2. Radioaktifitas.

2.2 Pengambilan Sampel

2.2.1 Umum

Pengambilan sampel adalah mengumpulkan volume sesuatu badan air yang akan diteliti, dengan jumlah sekecil mungkin tetapi masih mewakili (representatif), yaitu masih mempunyai semua sifat-sifat yang sama dengan badan air tersebut (Sumber : Alaerts dan Santika, 1984).

2.2.2 Persiapan Pengambilan Sampel

Sampel dapat diambil secara terpisah, dengan menggunakan ember, botol plastik atau kaca (terbuka dan diperberat, misalnya dengan cincin timah hitam pada lehernya) yang diikat dengan tali, kemudian dimasukkan kedalam sungai, saluran, sumur, dan sebagainya, sampai terisi penuh dengan sampel. Untuk mengambil sampel pada kedalaman tertentu, disediakan botol tertutup yang dapat membuka bila sampai pada kedalaman yang dikehendaki. Cara lain adalah dengan menggunakan jenis pompa yang menghisap, kemudian menekankan sampel melalui pipa masuk ke botol sampel (Sumber : Alaerts dan Santika, 1984).

Sampel sebaiknya atau pada umumnya harus mengisi botol pengambilan hingga penuh dan botol tersebut harus ditutup dengan baik untuk menghindarkan kontak dengan udara. Salah satu pengawetan sampel yang umum adalah dengan suasana dingin (Sumber : Alaerts dan Santika, 1984).

Tabel 2.1 Cara Pengawetan Sampel

Analisa	Volum Sampel	Cara Pengawetan	Waktu Pengawetan Maksimum Anjuran/Batasan
Kekeruhan	100	Didinginkan	6jam/14hari
Kesadahan	100	Penyaringan; Segera; lalu dibekukan pada suhu -10°C	2 hari

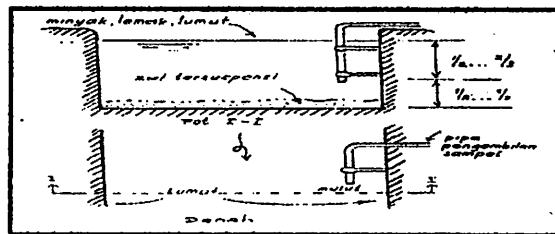
(Sumber : Alaerts dan Santika. 1984)

2.2.3 Pemilihan Titik Pengambilan Sampel

Kecepatan aliran dalam sungai, saluran dan sebagainya tidaklah merata, di dalam danau dan kolam, sifat-sifat air pun tidak homogen, tetapi berada dalam lapisan-lapisan dengan sifat yang berbeda. Maka titik pengambilan sampel harus dipilih agar supaya sampel dapat dianggap mewakili seluruh badan air dan tidak hanya satu bagian dengan karakteristik yang kebetulan dapat diselidiki (Sumber : Alaerts dan Santika, 1984)

Karena setiap keadaan dan situasi berbeda, agak sulit memberi petunjuk yang umum. Di bawah ini beberapa anjuran dalam setiap pengambilan sampel antara lain (Sumber : Alaerts dan Santika, 1984) :

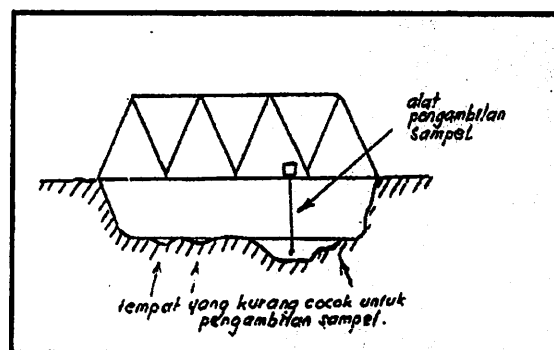
- Bila sampel diambil dari saluran, sungai dan sebagainya yang kedalamannya tidak lebih dari 5 meter, dan airannya cukup turbulen bagi air tersebut untuk menjadi homogen, sampel sebaiknya diambil kira-kira $\frac{1}{2}$ sampai $\frac{2}{3}$ tinggi penampang basah dari bawah permukaan air. Dekat dengan dasar sungai mengandung terlalu banyak zat tersuspensi yang mengendap atau yang dapat tergerus oleh aliran air. Dekat lapisan permukaan air, ada resiko bahwa lapisan tersebut mengandung banyak zat yang ringan seperti lumut, minyak dan lemak, dan sebagainya. Sampel tidak boleh diambil terlalu dekat dengan tepi penampang sungai atau tepi saluran yang tidak diplester dengan baik karena air di daerah tersebut kurang mewakili seluruh badan air, namun untuk saluran yang diplester dengan baik sampel dapat diambil ± 10 cm dari tepi saluran.



Gambar 2.1 Cara Pengambilan Sampel Yang Mewakili Air Dalam Sungai, Saluran, dan sebagainya

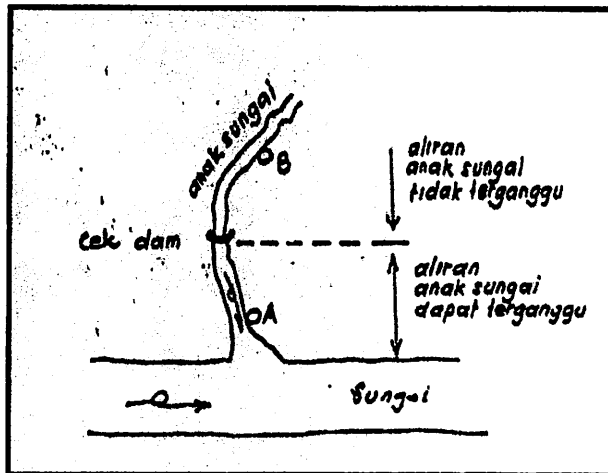
(Sumber : Alaerts dan Santika, 1984)

- Bila sampel diambil dari saluran atau sungai yang terdiri dari aliran-aliran yang terpisah, misalnya pada musim kering, sampel harus diambil dari aliran bagian yang paling besar dan dianggap bersifat sama dengan keadaan asli air sungai tersebut. Bila penampang sungai tidak teratur (irregular) sampel harus diambil (bila mungkin) ditengah aliran utama, yaitu di mana tinggi penampang basah terbesar dan alirannya tidak terganggu. Pengambilan sampel bisa dilakukan dari jembatan, perahu dan sebagainya.



Gambar 2.2 Cara Pengambilan Sampel Di Sungai Dengan Beberapa Aliran
(Sumber : Alaerts dan Santika, 1984)

- Bila sampel diambil dari saluran atau anak sungai yang bermuara di dalam sungai maupun laut, harus diingat bahwa tinggi permukaan sungai atau laut tersebut dapat berubah pada waktu hujan atau air pasang. Pada saat itu, air sungai atau air laut masuk ke dalam anak-anak sungai sehingga sifat-sifat air dalam anak sungai dipengaruhi oleh induk sungai atau air laut. Sifat air di anak sungai pada saat itu sebenarnya merupakan campuran dari air anak sungai dan air sungai atau laut. Untuk menghindari hal tersebut, titik pengambilan sampel harus cukup jauh dari muara, di mana aliran anak sungai atau saluran tidak terganggu (pada gambar 2.3 titik B adalah titik pengambilan sampel dan titik A adalah anak sungai yang terganggu perubahan tinggi permukaannya).



Gambar 2.3 Bila Aliran Anak Sungai Terganggu Perubahan Tingginya

(Sumber : Alaerts dan Santika, 1984)

- Pada umumnya, titik pengambilan sampel dipilih agar supaya sampel benar-benar dapat mewakili badan air tersebut, debit dapat diukur secara cukup teliti, dan daerah drainase yang menyebabkan pencemaran dapat diketahui secara lengkap. Daerah tersebut terdiri dari sumber pencemaran setempat (*point source*) dan sumber pencemaran yang tersebar (*disperse source*). Termasuk sumber pencemaran setempat adalah pabrik, rumah sakit dan sebuah kampung yang seluruh air buangnya ditampung oleh satu saluran drainase atau anak sungai. Termasuk sumber pencemaran tersebar adalah saluran-saluran dan anak sungai yang mengandung air buangan penduduk dan bermuara di dalam induk sungai di berbagai tempat sepanjang induk sungai tersebut, atau air irigasi yang keluar dari sawah-sawah dan dibuang ke dalam induk sungai ditempat berbeda (Gambar 2.4 Titik A adalah tempat pengambilan sampel yang tepat dan Gambar 2.5 Titik C adalah tempat pengambilan sampel yang tepat).

c) Sampel campuran (*composite sample*)

Dimaksudkan untuk mewakili secara merata perubahan parameter badan air yang sedang diteliti selama masa yang cukup panjang, secara mendetail dengan pekerjaan yang terbatas.

2.3 Sungai Brantas

Sungai Brantas adalah sungai yang mengalir ke Malang, Blitar, Tulungagung, Kediri, Jombang, Mojokerto, dan mempunyai panjang 320 km. Wilayah daerah aliran Sungai Brantas merupakan DAS (Daerah Aliran Sungai) strategis sebagai penyedia air baku untuk berbagai kebutuhan (Sumber : <http://www.anneahira.com/sungai-brantas.htm>).

Titik pengambilan sampel berada pada Jln. Cibuni Kota Malang, karena pada wilayah tersebut terdapat buangan domestik dan industri dalam jumlah besar yang tidak dikelola terlebih dahulu dan langsung dibuang ke aliran sungai yang limbah sisa produksinya mencemari Sungai Brantas, sedangkan masyarakat sekitar memanfaatkan air Sungai Brantas sebagai air bersih.



Gambar 2.6 Peta Titik Pengambilan Sampel
(Sumber : portalmalang.com)

2.4. Pengertian Filtrasi

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

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

2.5. *Roughing Filter*

Roughing Filter merupakan salah satu jenis pengolahan pendahuluan yang paling umum dipakai untuk penyediaan air minum. *Roughing filter* menggunakan media dengan ukuran yang jauh lebih kasar dibandingkan dengan *slow filtration* maupun *rapid filtration*, seperti dapat dilihat berikut ini (Sumber : Rooklidge J. Stephen, dan kawan-kawan, 2001 dalam Putra, 2006)

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

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

2.5.1. *Roughing Filter* Aliran Horizontal

Roughing filter aliran *horizontal* adalah proses dimana air mengalir secara *horizontal*. Pada *horizontal roughing filter* memungkinkan penggunaan panjang filter yang tidak terbatas tetapi dengan rate filtrasi *roughing filter* yang rendah dan biasanya pembersihan dilakukan secara manual. (Sumber : Rooklidge J. Stephen, dkk, 2001 dalam Putra, 2006).

2.5.2 Kriteria Desain *Roughing Filter*

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

Tabel 2.2. Ringkasan Parameter-parameter Desain

Item	Kolom		Rate	Aliran	Area	Ketebalan		Catatan
	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Filtrasi (m/hr)	Desain (ml/min)	Filter (m^2)	Media Filter (mm)		
Roughing Filter	1900	200	0.45	235	0.032	Gravel3	450	1
			0.91	500		Gravel2	450	1
						Gravel1	450	1

Slow Sand Filter	2500	300	0.20	235	0.072	Sand	900	2
						Gravel3	100	1
						Gravel1	100	1
						Gravel	200	3
						Support		
Slow Sand Filter With GAC	1600	300	0.20	235	0.072	Sand	500	2
						GAC	150	4
						Sand	250	2
						Gravel3	100	1
						Gravel1	100	1
						Gravel Support	200	3

Catatan:

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

(Sumber : Dalam Putra, 2006)

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

No	Subyek	Slow Sand Filter	Rapid Sand Filter	Roughing Filter
1.	Kekeruhan air baku	< 50 NTU	<30 NTU	20-80 NTU
2.	Diameter media	0,15-0.35 mm	0,40-0,70 mm	> 2,0 mm
3.	Kedalaman/ketebalan media	1,0-1,4 m	0,8-1,0 m	2,0-2,5 m
4.	Kecepatan filtrasi	0,1-0,2 m/jam	4,0-10,0 m/jam	Dapat serendah pada slow sand filter atau lebih tinggi dari pada rapid sand filter
5.	Pencucian	1-3 bulan sekali	12-72 jam sekali	3-5 bulan sekali
6.	Cara Pencucian	Mencuci media bagian atas (50-80 mm) diluar bak filter	Cara pencucian dengan backwash upflow	Backwash dengan air atau dicampur udara, dan bila perlu media digali, dicuci dan dipakai lagi atau diganti
7.	Headloss	100 cm	50-80 cm	< 38 cm
8.	Underdrain system	Menggunakan sistem lateral manifold. Menggunakan standart bricks atau precast concrete blocks dengan lobang-lobang di atas atau porous concrete	Menggunakan sistem lateral-manifold	Menggunakan teepe atau sistem lateral manifold

(Sumber : Marsono, 1997)

2.6. Jenis Media

Media yang digunakan dalam penelitian ini ada tiga jenis yakni cangkang kerang, batu apung, dan arang aktif tempurung kelapa. Ketiga media ini dipilih sebagai media filter karena jenis media ini mudah didapat.

2.6.2. Cangkang kerang

Menurut Han dan kawan-kawan (1993) kerang – kerangan dapat mengurangi logam berat seperti Zn, Cd, Pb, dan Cu dengan cara melepaskan bahan-bahan terlarut dan terkonsentrasi yang kemudian didistribusikan pada lingkungannya. Kerang mampu mentolerir dan mengeksresikan senyawa-senyawa pencemar ke lingkungannya melalui proses fisiologis dan enzimatis. Akumulasi ini terjadi karena senyawa pencemar tersebut membentuk senyawa kompleks dengan substansi-substansi organik yang terdapat dalam tubuh kerang (Sugianto, 1998). Ada empat mekanisme masuknya logam pencemar melalui membran sel, yaitu dengan difusi pasif melalui membran, filtrasi melalui pori membran, transportasi menggunakan organ khusus (organ carrier) sebagai media dan absorpsi secara langsung oleh sel dan endositosis (Sugiyanto, 1998). Kerang menunjukkan tingkat cemaran logam melalui berat dan ukuran tubuhnya (Boyden 1974; Boyden & Mar, 1977 dalam Ibrahim & Mat, 1995). (Sumber:<http://idtesis.com/perubahan-kandungan-logam-berat-yang-terdapat-pada-kerang-anadara-granosa>)



Gambar 2.7 Cangkang Kerang (Dokumentasi, 2011)

2.6.2 Batu Apung

Batu apung (pumice) adalah jenis batuan yang berwarna terang, mengandung buih yang terbuat dari gelembung berdinding gelas, dan biasanya disebut juga sebagai batuan gelas vulkanik silikat.

Batuan ini terbentuk dari magma asam oleh aksi letusan gunungapi yang mengeluarkan materialnya ke udara, kemudian mengalami transportasi secara horizontal dan terakumulasi sebagai batuan piroklastik. Batu apung mempunyai sifat vesicular yang tinggi, mengandung jumlah sel yang banyak (berstruktur selular) akibat ekspansi buih gas alam yang terkandung di dalamnya, dan pada umumnya terdapat sebagai bahan lepas atau fragmen-fragmen dalam breksi gunungapi. Sedangkan mineral-mineral yang terdapat dalam batu apung adalah feldspar, kuarsa, obsidian, kristobalit, dan tridimit.

Jenis batuan lainnya yang memiliki struktur fisika dan asal terbentuknya sama dengan batu apung adalah pumicit, vulkanik cinter, dan scoria. Didasarkan pada cara pembentukan, distribusi ukuran partikel (fragmen), dan material asalnya, batu apung diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, yaitu: sub-areal, sub-aqueous, new ardante, dan hasil endapan ulang (redeposit).

Sifat kimia dan fisika batu apung antara lain, yaitu: mengandung oksida SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Na_2O , K_2O , MgO , CaO , TiO_2 , SO_3 , dan Cl, hilang pijar (Loss of Ignition) 6%, pH 5, bobot isi ruah 480 – 960 kg/cm³, peresapan air (water absorption) 16,67%, berat jenis 0,8 gr/cm³, hantaran suara (sound transmission) rendah, rasio kuat tekan terhadap beban tinggi, konduktifitas panas (thermal conductivity) rendah, dan ketahanan terhadap api sampai dengan 6 jam. (Sumber : <http://www.tekmira.esdm.co.id>)



Gambar 2.8 Batu Apung (Dokumentasi, 2011)

2.6.3. Arang Aktif Tempurung Kelapa

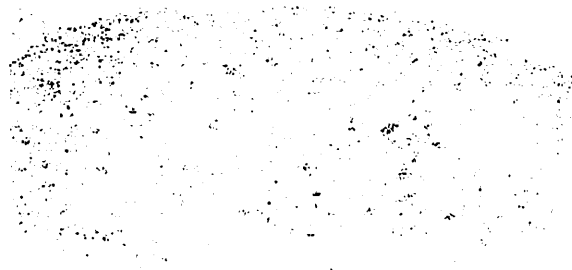
Arang aktif adalah sejenis adsorben (penyerap). Berwarna hitam, berbentuk granula, bulat, pellet, atau bubuk. Arang aktif dipakai dalam proses pemurnian udara, gas, larutan atau cairan, dalam proses recovery suatu logam dari biji logamnya, dan juga dipakai sebagai support katalis. Arang aktif biasanya dibuat dari *petroleum coke*, serbuk gergaji, lignit, batu bara, kayu, tempurung kelapa, dan biji buah-buahan. Kesemuanya itu adakalanya dapat langsung diproses sebagai arang aktif dan ada pula yang melalui proses aktivasi. (Sumber : Kusnaedi, 2010)



Gambar 2.9 Arang Aktif Tempurung Kelapa (Dokumentasi, 2011)

2.7. Aktivasi

Proses aktivasi dilakukan dengan cara pemanasan pada temperatur 750-950°C dengan mencampurkan CO₂ udara dan uap pada tekanan terkontrol atau dengan penambahan bahan kimia. Aktivasi secara kimia atau “*chemical impregnating agent*”



(FLOS Restaurant, LLC), 2007/11/08 11:51:45:37

судебна дитина. Дитина, 3.0.5

1. *Introduction*
 2. *Background*
 3. *Methodology*
 4. *Results*
 5. *Discussion*
 6. *Conclusion*
 7. *References*
 8. *Appendix*
 9. *Index*
 10. *Table of Contents*
 11. *Abstract*
 12. *Summary*
 13. *Key Words*
 14. *Keywords*
 15. *Subject Headings*
 16. *Indexing*
 17. *Classification*
 18. *Keywords*
 19. *Subject Headings*
 20. *Indexing*
 21. *Classification*
 22. *Keywords*
 23. *Subject Headings*
 24. *Indexing*
 25. *Classification*
 26. *Keywords*
 27. *Subject Headings*
 28. *Indexing*
 29. *Classification*
 30. *Keywords*
 31. *Subject Headings*
 32. *Indexing*
 33. *Classification*
 34. *Keywords*
 35. *Subject Headings*
 36. *Indexing*
 37. *Classification*
 38. *Keywords*
 39. *Subject Headings*
 40. *Indexing*
 41. *Classification*
 42. *Keywords*
 43. *Subject Headings*
 44. *Indexing*
 45. *Classification*
 46. *Keywords*
 47. *Subject Headings*
 48. *Indexing*
 49. *Classification*
 50. *Keywords*
 51. *Subject Headings*
 52. *Indexing*
 53. *Classification*
 54. *Keywords*
 55. *Subject Headings*
 56. *Indexing*
 57. *Classification*
 58. *Keywords*
 59. *Subject Headings*
 60. *Indexing*
 61. *Classification*
 62. *Keywords*
 63. *Subject Headings*
 64. *Indexing*
 65. *Classification*
 66. *Keywords*
 67. *Subject Headings*
 68. *Indexing*
 69. *Classification*
 70. *Keywords*
 71. *Subject Headings*
 72. *Indexing*
 73. *Classification*
 74. *Keywords*
 75. *Subject Headings*
 76. *Indexing*
 77. *Classification*
 78. *Keywords*
 79. *Subject Headings*
 80. *Indexing*
 81. *Classification*
 82. *Keywords*
 83. *Subject Headings*
 84. *Indexing*
 85. *Classification*
 86. *Keywords*
 87. *Subject Headings*
 88. *Indexing*
 89. *Classification*
 90. *Keywords*
 91. *Subject Headings*
 92. *Indexing*
 93. *Classification*
 94. *Keywords*
 95. *Subject Headings*
 96. *Indexing*
 97. *Classification*
 98. *Keywords*
 99. *Subject Headings*
 100. *Indexing*
 101. *Classification*
 102. *Keywords*
 103. *Subject Headings*
 104. *Indexing*
 105. *Classification*
 106. *Keywords*
 107. *Subject Headings*
 108. *Indexing*
 109. *Classification*
 110. *Keywords*
 111. *Subject Headings*
 112. *Indexing*
 113. *Classification*
 114. *Keywords*
 115. *Subject Headings*
 116. *Indexing*
 117. *Classification*
 118. *Keywords*
 119. *Subject Headings*
 120. *Indexing*
 121. *Classification*
 122. *Keywords*
 123. *Subject Headings*
 124. *Indexing*
 125. *Classification*
 126. *Keywords*
 127. *Subject Headings*
 128. *Indexing*
 129. *Classification*
 130. *Keywords*
 131. *Subject Headings*
 132. *Indexing*
 133. *Classification*
 134. *Keywords*
 135. *Subject Headings*
 136. *Indexing*
 137. *Classification*
 138. *Keywords*
 139. *Subject Headings*
 140. *Indexing*
 141. *Classification*
 142. *Keywords*
 143. *Subject Headings*
 144. *Indexing*
 145. *Classification*
 146. *Keywords*
 147. *Subject Headings*
 148. *Indexing*
 149. *Classification*
 150. *Keywords*
 151. *Subject Headings*
 152. *Indexing*
 153. *Classification*
 154. *Keywords*
 155. *Subject Headings*
 156. *Indexing*
 157. *Classification*
 158. *Keywords*
 159. *Subject Headings*
 160. *Indexing*
 161. *Classification*
 162. *Keywords*
 163. *Subject Headings*
 164. *Indexing*
 165. *Classification*
 166. *Keywords*
 167. *Subject Headings*
 168. *Indexing*
 169. *Classification*
 170. *Keywords*
 171. *Subject Headings*
 172. *Indexing*
 173. *Classification*
 174. *Keywords*
 175. *Subject Headings*
 176. *Indexing*
 177. *Classification*
 178. *Keywords*
 179. *Subject Headings*
 180. *Indexing*
 181. *Classification*
 182. *Keywords*
 183. *Subject Headings*
 184. *Indexing*
 185. *Classification*
 186. *Keywords*
 187. *Subject Headings*
 188. *Indexing*
 189. *Classification*
 190. *Keywords*
 191. *Subject Headings*
 192. *Indexing*
 193. *Classification*
 194. *Keywords*
 195. *Subject Headings*
 196. *Indexing*
 197. *Classification*
 198. *Keywords*
 199. *Subject Headings*
 200. *Indexing*
 201. *Classification*
 202. *Keywords*
 203. *Subject Headings*
 204. *Indexing*
 205. *Classification*
 206. *Keywords*
 207. *Subject Headings*
 208. *Indexing*
 209. *Classification*
 210. *Keywords*
 211. *Subject Headings*
 212. *Indexing*
 213. *Classification*
 214. *Keywords*
 215. *Subject Headings*
 216. *Indexing*
 217. *Classification*
 218. *Keywords*
 219. *Subject Headings*
 220. *Indexing*
 221. *Classification*
 222. *Keywords*
 223. *Subject Headings*
 224. *Indexing*
 225. *Classification*
 226. *Keywords*
 227. *Subject Headings*
 228. *Indexing*
 229. *Classification*
 230. *Keywords*
 231. *Subject Headings*
 232. *Indexing*
 233. *Classification*
 234. *Keywords*
 235. *Subject Headings*
 236. *Indexing*
 237. *Classification*
 238. *Keywords*
 239. *Subject Headings*
 240. *Indexing*
 241. *Classification*
 242. *Keywords*
 243. *Subject Headings*
 244. *Indexing*
 245. *Classification*
 246. *Keywords*
 247. *Subject Headings*
 248. *Indexing*
 249. *Classification*
 250. *Keywords*
 251. *Subject Headings*



(1) (C) (non-reviewed) appears to correspond to Title 2, page 1, U.S. edition)

10/11/84, N.S.

1997-1998, 1998-1999, 1999-2000, 2000-2001, 2001-2002, 2002-2003, 2003-2004, 2004-2005, 2005-2006, 2006-2007, 2007-2008, 2008-2009, 2009-2010, 2010-2011, 2011-2012, 2012-2013, 2013-2014, 2014-2015, 2015-2016, 2016-2017, 2017-2018, 2018-2019, 2019-2020, 2020-2021, 2021-2022, 2022-2023, 2023-2024, 2024-2025, 2025-2026, 2026-2027, 2027-2028, 2028-2029, 2029-2030, 2030-2031, 2031-2032, 2032-2033, 2033-2034, 2034-2035, 2035-2036, 2036-2037, 2037-2038, 2038-2039, 2039-2040, 2040-2041, 2041-2042, 2042-2043, 2043-2044, 2044-2045, 2045-2046, 2046-2047, 2047-2048, 2048-2049, 2049-2050, 2050-2051, 2051-2052, 2052-2053, 2053-2054, 2054-2055, 2055-2056, 2056-2057, 2057-2058, 2058-2059, 2059-2060, 2060-2061, 2061-2062, 2062-2063, 2063-2064, 2064-2065, 2065-2066, 2066-2067, 2067-2068, 2068-2069, 2069-2070, 2070-2071, 2071-2072, 2072-2073, 2073-2074, 2074-2075, 2075-2076, 2076-2077, 2077-2078, 2078-2079, 2079-2080, 2080-2081, 2081-2082, 2082-2083, 2083-2084, 2084-2085, 2085-2086, 2086-2087, 2087-2088, 2088-2089, 2089-2090, 2090-2091, 2091-2092, 2092-2093, 2093-2094, 2094-2095, 2095-2096, 2096-2097, 2097-2098, 2098-2099, 2099-2100, 2100-2101, 2101-2102, 2102-2103, 2103-2104, 2104-2105, 2105-2106, 2106-2107, 2107-2108, 2108-2109, 2109-2110, 2110-2111, 2111-2112, 2112-2113, 2113-2114, 2114-2115, 2115-2116, 2116-2117, 2117-2118, 2118-2119, 2119-2120, 2120-2121, 2121-2122, 2122-2123, 2123-2124, 2124-2125, 2125-2126, 2126-2127, 2127-2128, 2128-2129, 2129-2130, 2130-2131, 2131-2132, 2132-2133, 2133-2134, 2134-2135, 2135-2136, 2136-2137, 2137-2138, 2138-2139, 2139-2140, 2140-2141, 2141-2142, 2142-2143, 2143-2144, 2144-2145, 2145-2146, 2146-2147, 2147-2148, 2148-2149, 2149-2150, 2150-2151, 2151-2152, 2152-2153, 2153-2154, 2154-2155, 2155-2156, 2156-2157, 2157-2158, 2158-2159, 2159-2160, 2160-2161, 2161-2162, 2162-2163, 2163-2164, 2164-2165, 2165-2166, 2166-2167, 2167-2168, 2168-2169, 2169-2170, 2170-2171, 2171-2172, 2172-2173, 2173-2174, 2174-2175, 2175-2176, 2176-2177, 2177-2178, 2178-2179, 2179-2180, 2180-2181, 2181-2182, 2182-2183, 2183-2184, 2184-2185, 2185-2186, 2186-2187, 2187-2188, 2188-2189, 2189-2190, 2190-2191, 2191-2192, 2192-2193, 2193-2194, 2194-2195, 2195-2196, 2196-2197, 2197-2198, 2198-2199, 2199-2200, 2200-2201, 2201-2202, 2202-2203, 2203-2204, 2204-2205, 2205-2206, 2206-2207, 2207-2208, 2208-2209, 2209-2210, 2210-2211, 2211-2212, 2212-2213, 2213-2214, 2214-2215, 2215-2216, 2216-2217, 2217-2218, 2218-2219, 2219-2220, 2220-2221, 2221-2222, 2222-2223, 2223-2224, 2224-2225, 2225-2226, 2226-2227, 2227-2228, 2228-2229, 2229-2230, 2230-2231, 2231-2232, 2232-2233, 2233-2234, 2234-2235, 2235-2236, 2236-2237, 2237-2238, 2238-2239, 2239-2240, 2240-2241, 2241-2242, 2242-2243, 2243-2244, 2244-2245, 2245-2246, 2246-2247, 2247-2248, 2248-2249, 2249-2250, 2250-2251, 2251-2252, 2252-2253, 2253-2254, 2254-2255, 2255-2256, 2256-2257, 2257-2258, 2258-2259, 2259-2260, 2260-2261, 2261-2262, 2262-2263, 2263-2264, 2264-2265, 2265-2266, 2266-2267, 2267-2268, 2268-2269, 2269-2270, 2270-2271, 2271-2272, 2272-2273, 2273-2274, 2274-2275, 2275-2276, 2276-2277, 2277-2278, 2278-2279, 2279-2280, 2280-2281, 2281-2282, 2282-2283, 2283-2284, 2284-2285, 2285-2286, 2286-2287, 2287-2288, 2288-2289, 2289-2290, 2290-2291, 2291-2292, 2292-2293, 2293-2294, 2294-2295, 2295-2296, 2296-2297, 2297-2298, 2298-2299, 2299-2300, 2300-2301, 2301-2302, 2302-2303, 2303-2304, 2304-2305, 2305-2306, 2306-2307, 2307-2308, 2308-2309, 2309-2310, 2310-2311, 2311-2312, 2312-2313, 2313-2314, 2314-2315, 2315-2316, 2316-2317, 2317-2318, 2318-2319, 2319-2320, 2320-2321, 2321-2322, 2322-2323, 2323-2324, 2324-2325, 2325-2326, 2326-2327, 2327-2328, 2328-2329, 2329-2330, 2330-2331, 2331-2332, 2332-2333, 2333-2334, 2334-2335, 2335-2336, 2336-2337, 2337-2338, 2338-2339, 2339-2340, 2340-2341, 2341-2342, 2342-2343, 2343-2344, 2344-2345, 2345-2346, 2346-2347, 2347-2348, 2348-2349, 2349-2350, 2350-2351, 2351-2352, 2352-2353, 2353-2354, 2354-2355, 2355-2356, 2356-2357, 2357-2358, 2358-2359, 2359-2360, 2360-2361, 2361-2362, 2362-2363, 2363-2364, 2364-2365, 2365-2366, 2366-2367, 2367-2368, 2368-2369, 23

dilakukan dengan menggunakan bahan kimia atau bahan pengaktif seperti seng klorida (ZnCl_2), magnesium klorida (MgCl_2), kalsium klorida (CaCl_2), natrium hidroksida (NaOH), natrium karbonat (Na_2CO_3), natrium klorida (NaCl), potassium sulfida (K_2S), asam sulfat (H_2SO_4), potassium hidroksida (KOH).

Bahan kimia tersebut ditambahkan pada bahan baku sebelum proses karbonisasi dilakukan. Pengembangan struktur pori yang demikian ini, dilakukan secara internal sebagai akibat adanya reaksi kimia antar bahan baku dengan agen kimia yang digunakan (Sumber : Eckenfelder, 1991 dalam Sunday, 2006). Zat kimia yang ditambahkan tersebut akan mengikat karbon yang baru terbentuk dengan gaya adhesi, sehingga bila bahan baku tersebut dicuci baik dengan air maupun asam tetap akan menghasilkan karbon dengan struktur permukaan lebih besar dibandingkan dengan yang sebelumnya.

2.8. Parameter-Parameter Air Minum

2.8.1 Kekeruhan

Air dikatakan keruh apabila air tersebut mengandung begitu banyak partikel bahan yang tersuspensi sehingga memberikan warna atau rupa yang berlumpur dan kotor. Bahan-bahan yang menyebabkan kekeruhan ini meliputi : tanah liat, lumpur, bahan-bahan organik yang tersebar secara baik.

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 intensitas cahaya yang dibaurkan, menunjukkan semakin tinggi kekeruhan air tersebut (Sumber : Alaert dan Santika, 1984).

Metode pengukuran kekeruhan ada beberapa macam antara lain :

- a. Metode *Nephelometrik* (Unit Kekeruhan Nephelometrik)
- b. Metode *Hellige Turbidimetri* (Unit Kekeruhan Silica)
- c. Metode *Visuil* (Unit Kekeruhan Jackson)

2.8.2 Kesadahan

Pelunakkan adalah penghapusan ion-ion tertentu yang ada dalam air dan dapat bereaksi dengan zat-zat lain hingga distribusi air dan penggunaannya terganggu.

Kesadahan dalam air terutama disebabkan oleh ion-ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} , juga oleh Mn^{2+} , Fe^{2+} dan semua kation yang bermuatan dua. Air yang kesadahannya tinggi biasanya terdapat pada air tanah didaerah yang bersifat kapur, dari mana Ca^{2+} dan Mg^{2+} berasal.

Air sadah mengakibatkan konsumsi sabun lebih tinggi, karena adanya hubungan kimiawi antara ion kesadahan dengan molekul sabun menyebabkan sifat detergen sabun hilang. (Sumber : Alaert dan Santika, 1984).

2.9. Metode Pengolahan Data

2.9.1. Statistika Deskriptif dan Inferensi

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

2.9.2 Analisis Korelasi

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

Hipotesis

Hipotesis untuk uji korelasi adalah :

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_1 : \rho \neq 0$$

Dimana ρ adalah korelasi antara 2 variabel.

Daerah penolakan

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

untuk membuat interpretasi analisis korelasi, ada beberapa hal yang harus diingat, yaitu :

1. koefisien korelasi hanya mengukur hubungan linier. Jika ada hubungan non linear, maka koefisien korelasi akan bernilai 0.
2. koefisien korelasi sangat sensitif terhadap nilai ekstrem.
3. kita bisa membuat korelasi hanya jika variabel memiliki hubungan sebab akibat.

2.9.3 Analisis Regresi

Analisis regresi sangat berguna dalam berbagai penelitian antara lain :

- Model regresi dapat digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor
- Model regresi dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh suatu atau beberapa variabel prediktor terhadap variabel respon.
- Model regresi berguna untuk memperediksikan pengaruh suatu variabel atau beberapa variabel prediktor terhadap variabel respon.

Model regresi memiliki variabel respon (y) dan variabel prediktor (x). Variabel respon adalah variabel yang dipengaruhi suatu variabel prediktor. Variabel respon sering dikenal variabel dependen karena peneliti tidak bisa bebas mengendalikannya. Kemudian, variabel prediktor digunakan untuk memprediksi nilai variabel respon dan sering disebut variabel independent karena peneliti bebas mengendalikannya (Sumber : Iriawan dan Astuti, 2006).

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

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

2.9.4 Pengantar Desain Eksperimen

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

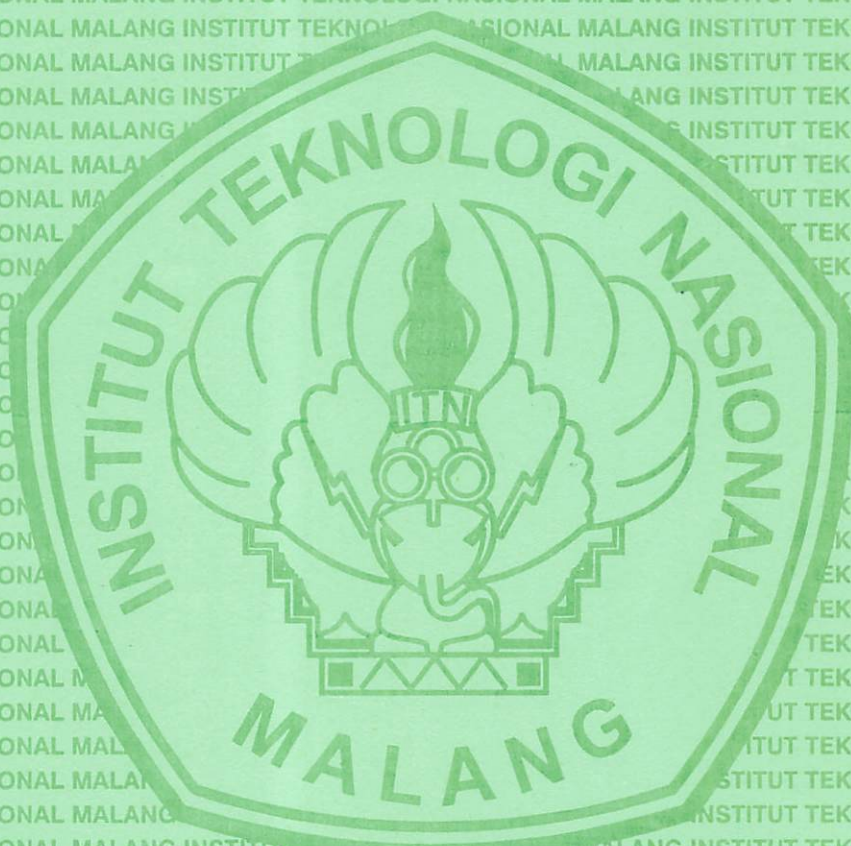
2.9.4.1 Langkah-langkah dalam Desain Eksperimen

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

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

2.9.4.2 Analysis of Variance

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



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimental yang dilaksanakan dalam skala laboratorium untuk menentukan efisiensi filter dengan media cangkang kerang, batu apung, arang aktif tempurung kelapa dalam menurunkan kadar kekeruhan dan kesadahan air sungai Brantas.

3.2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Lingkungan ITN Malang.

3.3. Variabel Penelitian

a. Variabel respon (y) :

1. Kekeruhan
2. Kesadahan

Parameter tersebut adalah parameter wajib pada kualitas air minum sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan pada Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 492/Menkes/PER/IV/2010 tentang Persyaratan kualitas air minum.

b. Variabel prediktor (x) :

1. Variasi tinggi media antara cangkang kerang, batu apung, arang aktif tempurung kelapa.
 - tinggi 30 cm cangkang kerang : 35 cm batu apung : 35 cm arang aktif tempurung kelapa (P1)
 - tinggi 35 cm cangkang kerang: 30 cm batu apung : 35 cm arang aktif tempurung kelapa (P2)
 - tinggi 40 cm cangkang kerang: 40 cm batu apung : 20 cm arang aktif tempurung kelapa (P3).

Karena pada situs <http://www.Roughing Filter> menyebutkan kecepatan filtrasi pada *roughing filter* aliran *horizontal* berkisar

antara 0,5-4 m/jam atau 0,3-1 m/jam, apabila kekeruhan diatas 50 NTU maka disarankan memakai kecepatan filtrasi 0,3-1 m/jam (dianggap optimal). Setelah dilakukan perhitungan untuk desain reaktor angka kecepatan filtrasi memenuhi rate yang disarankan antara 0,3-1 (waktu optimum).

(Sumber : Perhitungan dilampiran 1)

2. Variasi waktu operasional *roughing filter*

a. Pengambilan pertama

Pengambilan sampel saat pertama

b. Pengambilan kedua

Pengambilan sampel setelah 1 hari dari pengambilan pertama

c. Pengambilan ketiga

Pengambilan sampel setelah 2 hari dari pengambilan pertama.

d. Pengambilan keempat

Pengambilan sampel setelah 3 hari dari pengambilan pertama.

e. Pengambilan kelima

Pengambilan sampel setelah 4 hari dari pengambilan pertama.

f. Pengambilan keenam

Pengambilan sampel setelah 5 hari dari pengambilan pertama.

g. Pengambilan ketujuh

Pengambilan sampel setelah 6 hari dari pengambilan pertama.

h. Pengambilan kedelapan

Pengambilan sampel setelah 7 hari dari pengambilan pertama.

i. Pengambilan kesembilan

Pengambilan sampel setelah 8 hari dari pengambilan pertama.

h. Pengambilan kesepuluh

Pengambilan sampel setelah 9 hari dari pengambilan pertama.

Pada waktu operasional *Roughing Filter* aliran *horizontal*, dilakukan penelitian selama 9 hari, dengan rentang waktu pengambilan sampel setiap 24 jam. Hal ini dilakukan karena menilik penelitian sebelumnya (Putra, 2006) menggunakan variasi

waktu operasional 15 menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit, 180 menit, dan 210, belum mampu menghasilkan persentase penurunan parameter uji yang maksimal serta belum ditemukannya waktu operasi sampai media mengalami kualitas effluent mengalami penurunan (*breakthrough*). Pada penelitian sebelumnya persentase penurunan akhir kekeruhan yang paling tinggi sebesar 80,92 %, persentase penurunan akhir kesadahan yang paling tinggi sebesar 52,48 % sedangkan persentase penurunan akhir COD yang paling tinggi sebesar 47,36 %

3. Debit air

Debit air yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,1 l/menit.

(Sumber : Hasil perhitungan pada lampiran 2).

4. Diameter media

Diameter media yang digunakan dalam penelitian ini 4.75 mm. Karena untuk ukuran diameter roughing filter itu sendiri > 2 mm. Sedangkan pada *Slow sand filter* 0,15-0,35 mm, pada *Rapid sand Filter* 0,40-0,70 mm. (Sumber : Rooklidge J. Stephen, dkk, 2001 dalam Putra, 2006)

3.4. Alat Dan Bahan Penelitian

3.4.1. Sampel Air

Sampel air yang digunakan diambil dari sungai Brantas di daerah Jalan Cibuni Malang.

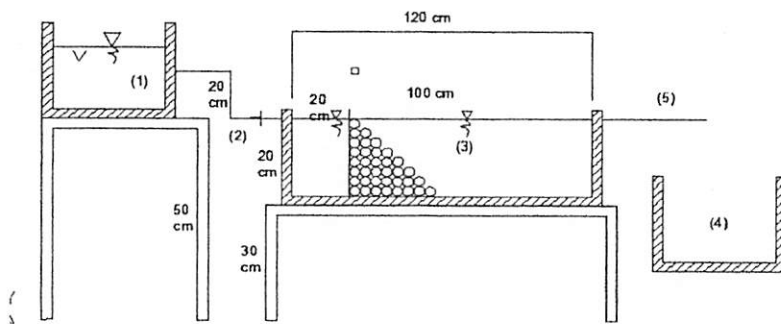
3.4.2. Alat

- a. Bak plastik besar 2 buah yang digunakan sebagai bak penampung air, dan bak penampung *effluent* / hasil filtrasi
- b. Keran air digunakan untuk mengatur air yang keluar dari bak pengatur debit

- d. Pipa PVC $\frac{1}{2}$ inc digunakan untuk menyalurkan air dari bak penampung influent ke bak *horizontal roughing filter* selanjutnya mengalir ke bak penampung effluent.
- e. Oven digunakan untuk mengeringkan media setelah pencucian sebelum digunakan.

3.4.2.1 Foto :

1. Sketsa Gambar

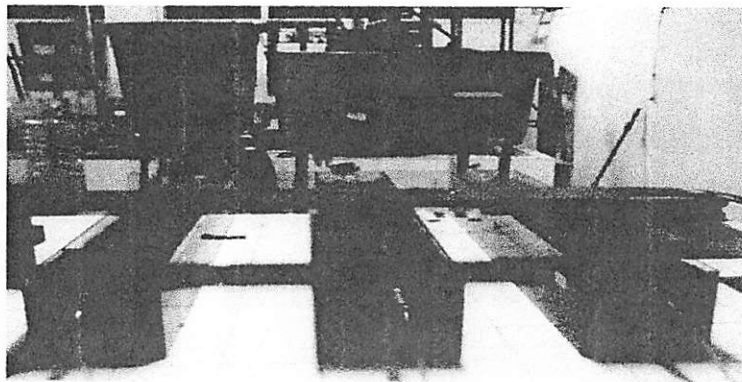


Gambar 3.1 Sketsa Alat Roughing Filter Aliran Horizontal

Keterangan :

1. Bak Penampung Limbah/ Influent.
2. Kran.
3. Bak roughing filter aliran horizontal.
4. Bak Penampung akhir/ Effluent.
5. Pipa Effluent.

2. Foto Asli



**Gambar 3.2 Roughing Filter Aliran Horizontal
(Dokumentasi, 2011)**

3.4.3. Bahan

- a. Pecahan cangkang kerang, pecahan batu apung, dan pecahan arang aktif tempurung kelapa sebesar 4,75 mm.
- b. Sampel air di ambil dari sungai Brantas di jalan Cibuni.

3.4.4. Prosedur pembuatan alat

- a. Menyiapkan dua buah ember plastik yang masing-masing telah diberi lubang untuk pipa.
- b. Ember yang pertama digunakan sebagai bak penampung air sampel/influent. Ember yang kedua digunakan sebagai penampung effluent/ hasil filtrasi.
- d. Memotong pipa PVC $\frac{1}{2}$ " yang digunakan untuk penyaluran air kemudian dipasang satu persatu yaitu dari bak penampung influent ke bak *horizontal roughing filter* selanjutnya mengalir ke bak penampung effluent.
- e. Bak *horizontal roughing filter* terbuat dari kaca dengan panjang 120 cm, lebar 20 cm dan tinggi 20 cm, yang digunakan sebagai tempat media filter.
- f. Untuk mengatur air yang keluar dari bak penampung air diberi keran.
- g. Cara untuk mengatur besarnya debit yaitu dengan mengatur besarnya bukaan stop kran menuju *roughing filter* dengan menggunakan gelas ukur dan stopwatch. Caranya adalah mengukur waktu yang diperlukan untuk menampung air sebanyak 0,1 liter pada gelas ukur untuk debit 0,1 l/menit maka diperlukan waktu 60 detik.

3.4.5. Menyiapan media filter

- a. Menyiapkan cangkang kerang, batu apung, dan arang aktif tempurung kelapa.
- b. Cangkang kerang, batu apung, dan arang aktif tempurung kelapa di pecah.
- c. Mengayak dengan diameter 4,75 mm
- d. Mencuci sampai bersih.

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

3.4.6 Pengoperasian alat

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

3.5. Analisis Parameter Uji

3.5.1. Analisis Kekeruhan

Untuk menganalisis parameter kekeruhan dilakukan dengan alat Orbeco-Hellige Turbidimetri. Prinsip pengukuran dengan cara ini adalah dengan membandingkan standar kekeruhan, yaitu larutan standar dengan kekeruhan 40 NTU dengan contoh air yang akan dianalisa kekeruhannya.

3.5.2. Analisis Kesadahan

Metode yang digunakan untuk analisis kesadahan adalah metode titrasi dengan prinsip larutan yang mengandung Ca dan Mg dapat bereaksi dengan larutan EDTA membentuk senyawa kompleks Ca dan Mg-EDTA pada pH 10. Ca dan Mg yang ada dalam larutan sampel air sungai di titrasi dengan larutan EDTA yang menggunakan indikator EBT. Kadar Mg di hitung berdasarkan selisih kadar Ca dan Mg dengan kadar Ca yang telah ditetapkan terlebih dahulu.

3.6. Analisa Data

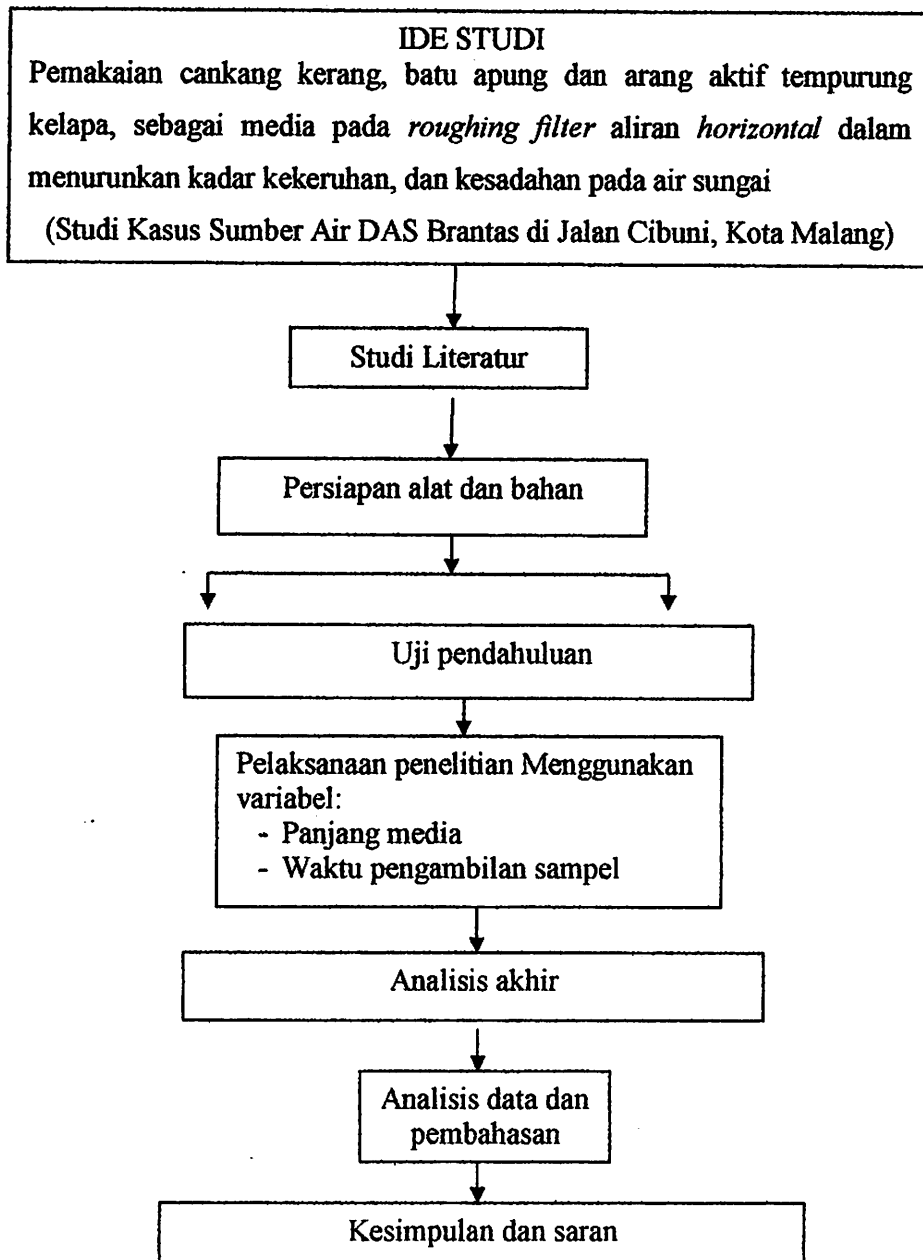
Sebelum data diolah lebih lanjut, terlebih dahulu dilakukan analisis pendahuluan dimana bertujuan untuk mengetahui apakah data yang didapat tersebut layak digunakan atau tidak.

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

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

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 cangkang kerang, batu apung, dan arang aktif tempurung kelapa sebagai media pada *roughing filter* aliran *horizontal* dalam menurunkan kadar kekeruhan, dan kesadahan pada air sungai. Maka dibuat kerangka penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut :



Gambar 3.3 Kerangka Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik Awal Air Sungai Brantas Sebelum melalui Proses *Roughing Filter* Aliran *Horizontal*

Sebelum dilakukan proses filtrasi pada *roughing filter* aliran horizontal, untuk mengetahui karakteristik kekeruhan dan kesadahan pada air sungai dilakukan analisa awal yang dibandingkan dengan baku mutu air minum menurut KEP. MENKES RI NOMOR 492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1

Kadar Awal Parameter Kekeruhan dan Kesadahan Pada Air Sungai

Parameter	Kadar	KEP. MENKES RI NOMOR 492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum
Kekeruhan	67 NTU	5 NTU
Kesadahan	508.66 mg/l	500 mg/l

(Sumber: Hasil Penelitian)

Tabel 4.1 menunjukkan kualitas air sungai Brantas tidak memenuhi baku mutu untuk parameter kekeruhan dan kesadahan jika dibandingkan dengan standar baku mutu air minum menurut KEP. MENKES RI NOMOR 492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

4.2 Karakteristik Akhir Sungai Brantas Setelah melalui Proses *Roughing Filter* Aliran *Horizontal*

Berdasarkan hasil penelitian konsentrasi kekeruhan, dan kesadahan setelah melalui proses *roughing filter* aliran horizontal dengan diameter media 4,75 mm, panjang media, dan waktu operasional dapat dilihat pada Tabel 4.2, dan Tabel 4.3.

Tabel 4.2
Kadar Akhir Parameter Kekeruhan Pada Air Sungai

Variasi Media	Waktu (hari)	Kekeruhan Awal (NTU)	Rata-rata Kekeruhan Akhir (NTU)
P1	0	67	67.0
	1	67	53.03
	2	67	43.13
	3	67	37.13
	4	67	25.86
	5	67	23.06
	6	67	9.76
	7	67	6.5
	8	67	18.0
	9	67	31.36
P2	0	67	67
	1	67	48.03
	2	67	45.10
	3	67	37.13
	4	67	28.00
	5	67	20.06
	6	67	8.10
	7	67	5.03
	8	67	16.63
	9	67	32.1
P3	0	67	67
	1	67	50.06
	2	67	41.06
	3	67	33.10
	4	67	23.03
	5	67	20.03
	6	67	7.56
	7	67	4.86
	8	67	16.13
	9	67	29.03

(Sumber : Hasil Penelitian)

Tabel 4.3

Kadar Akhir Parameter Kesadahan Pada Air Sungai

Variasi media	Waktu (hari)	Kesadahan Awal (mg/l)	Rata-rata Kesadahan Akhir (NTU)
P1	0	508.66	508.66
	1	508.66	350.06
	2	508.66	320.00
	3	508.66	285.66
	4	508.66	249.00
	5	508.66	215.00
	6	508.66	180.00
	7	508.66	148.00
	8	508.66	167.00
	9	508.66	193.00
P2	0	508.66	508.66
	1	508.66	340.00
	2	508.66	304.06
	3	508.66	271.00
	4	508.66	236.00
	5	508.66	201.00
	6	508.66	166.00
	7	508.66	141.00
	8	508.66	173.00
	9	508.66	195.00
P3	0	508.66	508.66
	1	508.66	337.00
	2	508.66	307.00
	3	508.66	270.00
	4	508.66	235.00
	5	508.66	195.00
	6	508.66	150.00
	7	508.66	121.00
	8	508.66	140.00
	9	508.66	166.03

(Sumber : Hasil Penelitian)

Keterangan :

P1 = Panjang media cangkang kerang 30 cm : batu apung 35 cm : arang aktif tempurung kelapa 30 cm

P2 = Panjang media cangkang kerang 35 cm : batu apung 30 cm : arang aktif tempurung kelapa 35 cm.

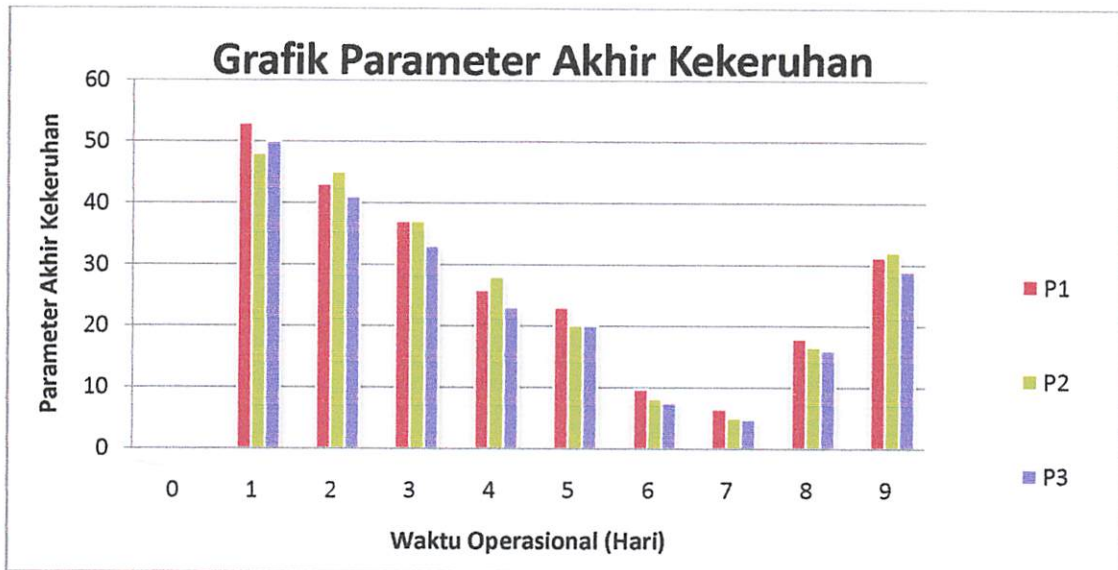
P3 = Panjang media cangkang kerang 40 cm : batu apung 40 cm : arang aktif tempurung kelapa 20 cm.

Waktu operasional 0 hari, 1 hari, 2 hari, 3 hari, 4 hari, 5 hari, 6 hari, 7 hari, 8 hari, 9 hari adalah waktu pengambilan sampel setelah melalui proses filtrasi pada alat *roughing filter* aliran *horizontal*.

4.3. Analisis Penurunan Kekeruhan Setelah Terjadinya Proses Filtrasi

4.3.1. Analisis Deskriptif

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa cangkang kerang, batu apung, dan arang aktif tempurung kelapa sebagai media filtrasi pada *roughing filter* aliran *horizontal* dengan perlakuan yang meliputi diameter media 4.75 mm, variasi panjang media cangkang kerang 30 cm : batu apung 35 cm : arang aktif tempurung kelapa 30 cm (P1), cangkang kerang 35 cm : batu apung 30 cm : arang aktif tempurung kelapa 35 cm (P2), cangkang kerang 40 cm : batu apung 40 cm : arang aktif tempurung kelapa 20 cm (P3), serta variasi waktu operasional 0 hari, 1 hari, 2 hari, 3 hari, 4 hari, 5 hari, 6 hari, 7 hari, dan 8 hari dan 9 hari, mempunyai kemampuan menurunkan kekeruhan dengan tingkat penurunan yang bervariasi. Berdasarkan data konsentrasi akhir kekeruhan pada Tabel 4.2 dapat diplotkan menjadi sebuah Grafik konsentrasi akhir kekeruhan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik Parameter Akhir Kekeruhan

Berdasarkan Tabel 4.2 dan Gambar 4.1 menunjukkan bahwa Parameter akhir kekeruhan melalui alat *roughing filter* aliran *horizontal* berbeda-beda sesuai dengan kemampuan masing-masing media dalam menurunkan kekeruhan pada rentang waktu operasional 0 hari, 1 hari, 2 hari, 3 hari, 4 hari, 5 hari, 6 hari, 7 hari, dan 8, dan 9 hari. Penurunan Parameter kekeruhan tertinggi pada air sungai terdapat pada waktu operasional 7 hari yaitu sebesar 4,86 NTU di dapat pada variasi cangkang kerang 40 cm : batu apung 40 cm dan arang aktif tempurung kelapa 20 cm (P3). Kekeruhan parameter terendah sebesar 53.03 NTU di dapat pada variasi panjang media cangkang kerang 30 cm : batu apung 35 cm dan arang aktif tempurung kelapa 35 cm (P1), pada waktu operasional 1 hari. Untuk mengetahui persentase penurunan kekeruhan pada setiap variasinya digunakan rumus :

Untuk mengetahui persentase penyisihan kekeruhan digunakan rumus :

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{\text{KonsentrasiAwal} - \text{KonsentrasiAkhir}}{\text{KonsentrasiAwal}} \times 100\%$$

Contoh Perhitungan :

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{\text{KonsentrasiAwal} - \text{KonsentrasiAkhir}}{\text{KonsentrasiAwal}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{67 - 53,03}{67} \times 100\%$$

$$\% \text{ Penyisihan} = 20,90\%$$

Perhitungan persentase penurunan kekeruhan dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4.

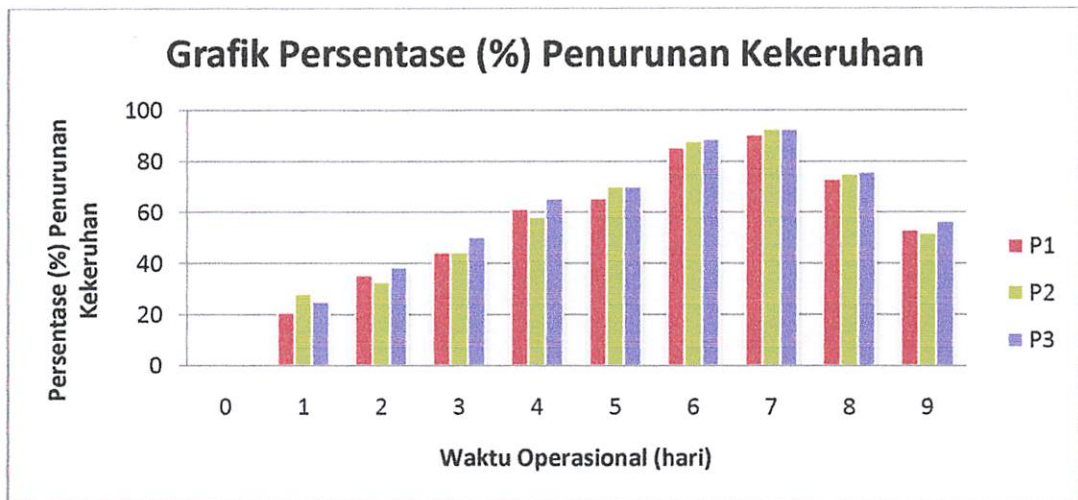
Presentase Penurunan Parameter Kekeruhan

Variasi media	Waktu (hari)	Rata-rata (%)
P1	0	0
	1	20.90
	2	35.63
	3	44.58
	4	61.40
	5	65.58
	6	85.43
	7	90.30
	8	73.13
	9	53.19
P2	0	0
	1	28.31
	2	32.69
	3	44.58
	4	58.21
	5	70.06
	6	87.91
	7	92.49
	8	75.18
	9	52.09
P3	0	0
	1	25.28
	2	38.72
	3	50.60

	4	65.63
	5	70.10
	6	88.72
	7	92.75
	8	75.93
	9	56.67

(Sumber: Hasil Penelitian)

Berdasarkan data persentase penurunan kekeruhan pada Tabel 4.4 maka dapat diplotkan menjadi sebuah Grafik persentase penurunan kekeruhan pada Gambar 4.2 berikut ini.



Gambar 4.2. Grafik Persentase (%) Penurunan Kekeruhan

4.3.1.1 Media cangkang kerang 30 cm : batu apung 35 cm : arang aktif tempurung kelapa 30 cm (P1)

Berdasarkan Tabel 4.2 dan Gambar 4.1 konsentrasi kekeruhan akhir yang terendah terjadi saat pengambilan sampel kedelapan (saat $t = 7$ hari) sebesar 6,5 NTU, sedangkan konsentrasi akhir kekeruhan terbesar saat pengambilan sampel kedua (saat $t = 1$ hari) sebesar 53.03 NTU. Berdasarkan Tabel 4.5 dan Gambar 4.2 persentase penurunan kekeruhan terbesar adalah 90.30% pada pengambilan sampel kedelapan (saat $t = 7$ hari) sedangkan persentase

penurunan kekeruhan terendah adalah 20,90% pada pengambilan sampel kedua (saat $t = 1$ hari).

4.3.1.2 Media cangkang kerang 35 cm : batu apung 30 cm : arang aktif tempurung kelapa 35 cm (P2)

Berdasarkan Tabel 4.2 dan Gambar 4.1 parameter kekeruhan yang terendah terjadi saat pengambilan sampel yang kedelapan (saat $t = 7$ hari) sebesar 5,03 NTU sedangkan parameter akhir kekeruhan terbesar saat pengambilan sampel kedua (saat $t = 1$ hari) sebesar 48.03 NTU. Berdasarkan Tabel 4.5 dan Gambar 4.2 persentase penurunan kekeruhan terbesar adalah 92.49% pada pengambilan sampel kedelapan (saat $t = 7$ hari) sedangkan persentase penurunan kekeruhan terendah adalah 28.31% pada pengambilan sampel kedua (saat $t = 1$ hari).

4.3.1.3 Media cangkang kerang 40 cm : batu apung 40 cm : arang aktif tempurung kelapa 20 cm (P3)

Berdasarkan Tabel 4.2 dan Gambar 4.1 parameter kekeruhan akhir yang terendah terjadi saat pengambilan sampel yang kedelapan (saat $t = 7$ hari) sebesar 4,86 NTU sedangkan konsentrasi akhir kekeruhan terbesar saat pengambilan sampel kedua (saat $t = 1$ hari) sebesar 50.06 NTU. Berdasarkan Tabel 4.5 dan Gambar 4.2 persentase penurunan kekeruhan terbesar adalah 92.75% pada pengambilan sampel kedelapan (saat $t = 7$ hari) sedangkan persentase penurunan kekeruhan terendah adalah 25.28% pada pengambilan sampel kedua (saat $t = 1$ hari).

4.3.2 Analisis Korelasi.

Untuk mengetahui ada atau tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara variabel yang diamati, maka digunakan analisis korelasi. Dalam analisis korelasi terdapat :

Hipotesis

- H_0 : Korelasi tidak signifikan

- H_1 : Korelasi signifikan

Pengambilan keputusan

- Jika probabilitas $> 0,05$, H_0 diterima
- Jika probabilitas $< 0,05$, H_0 ditolak

Untuk mengetahui kuat lemahnya korelasi :

Nilai korelasi berkisaran antara -1 sampai +1. Nilai korelasi negatif berarti hubungan antara 2 variabel adalah negatif. Artinya, apabila salah satu variabel menurun, maka variabel lainnya akan meningkat. Sebaliknya, nilai korelasi positif berarti hubungan antara kedua variabel adalah positif. Artinya, apabila salah satu variabel meningkat, maka variabel dikatakan berkorelasi kuat apabila makin mendekati 1 atau -1. Sebaliknya, suatu hubungan antara 2 variabel dikatakan lemah apabila semakin mendekati 0 (nol) (Sumber : Iriawan dan Astuti, 2006).

Hasil analisis untuk prosentase penyisihan kekeruhan terhadap waktu pengambilan sampel dan ketinggian media pada reaktor kontinyu dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut ini:

Tabel 4.5
Hasil Uji Korelasi Antara Ketinggian Media, Waktu Operasional (hari), Terhadap Prosentase (%) Penurunan Kekeruhan

7/11/2011 5:21:41 PM		
Welcome to Minitab, press F1 for help.		
Correlations: ketinggian media, waktu operasional (hari), % kekeruhan		
	ketinggian m	waktu oprasi
waktu oprasi	0,000 1,000	
kekeruhan	0,051 0,007	0,794 0,000
Cell Contents: Pearson correlation P-Value		

Tabel 4.5 diketahui bahwa nilai korelasi antara ketinggian media terhadap penyisihan kekeruhan sebesar 0,051. Artinya hubungan antara ketinggian media terhadap persentase penyisihan kekeruhan lemah karena mendekati 0. Untuk nilai probabilitas antara ketinggian media terhadap persentase penyisihan kekeruhan sebesar 0,007 ($<0,05$) maka hipotesis (H_0) ditolak. Artinya nilai persentase penyisihan terhadap ketinggian media signifikan. Hubungan antara kedua variabel searah, hal ini di tunjukkan dengan nilai koefisien korelasi yang positif, yang berarti jika semakin besar ketinggian media maka semakin besar peningkatan persentase penyisihan Kekeruhan.

Nilai korelasi antara variasi waktu operasional (hari) terhadap persentase penyisihan kekeruhan sebesar 0,794. Artinya hubungan antara variasi waktu operasional (hari) terhadap persentase penyisihan kuat karena mendekati 1. Untuk nilai probabilitas variasi waktu oprasional (hari) terhadap penyisihan kekeruhan sebesar 0,000 ($<0,05$) maka menolak hipotesis (H_0). Artinya nilai persentase penyisihan kekeruhan terhadap waktu operasional (hari) signifikan. Hubungan antara variasi waktu operasional (hari) terhadap persentase penyisihan kekeruhan searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai korelasi, yang berarti semakin besar waktu operasional (hari) maka persentase penyisihan kekeruhan semakin meningkat.

4.3.3 Analisis Regresi

Untuk mengetahui besarnya hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat digunakan uji regresi, sehingga diketahui ketepatan atau signifikansi prediksi dari hubungan/korelasi data. Pada analisis regresi terdapat uji t untuk menguji signifikansi konstanta dengan variabel bebas/prediktor.

- Dalam uji t untuk signifikansi koefisien dengan variabel bebas/prediktor terdapat :

Hipotesis

H_0 : koefisien regresi tidak signifikan

H_1 : koefisien regresi signifikan

Pengambilan keputusan

Untuk nilai t, berdasarkan pada perbandingan t hitung dengan t tabel

- Jika statistik hitung (angka t *output*) > statistik tabel (t tabel), H_0 ditolak.
- Jika statistik hitung (angka t *output*) < statistik tabel (t tabel), H_0 diterima

Untuk nilai Probabilitas

- Jika probabilitas > 0,05, H_0 diterima
- Jika probabilitas < 0,05, H_0 ditolak

Hasil uji regresi prosentase penyisihan kekeruhan dapat dilihat pada Tabel 4.6, sebagai berikut:

Tabel 4.6

Analisis Regresi Antara ketinggian media, waktu operasional (hari), terhadap prosentase penurunan kekeruhan

7/11/2011 5:21:41 PM				
Welcome to Minitab, press F1 for help.				
Regression Analysis: kekeruhan versus ketinggian media; waktu operasiona				
The regression equation is kekeruhan = 17,1 + 1,71 ketinggian media + 7,55 waktu operasional (hari)				
Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	17,148	9,776	0,44	0,091
ketinggian media	1,713	3,894	2,75	0,004
waktu operasional (hari)	7,547	1,107	6,82	0,000
S = 6,4150 R-Sq = 93,4% R-Sq(adj) = 90,6%				

- Keterangan :
- S = Standar deviasi model.
 - R-Sq (R^2) = Koefisien determinasi.
 - R-Sq (adj) = Koefisien determinasi yang disesuaikan.

- T	=	Nilai statistik.
- P	=	Nilai probabilitas
- DF	=	Derajat bebas
- SS	=	Variasi residual
- MS	=	Mean Square
- F	=	Nilai statistic Uji
- P	=	Nilai probabilitas
- VIF	=	Variance Inflation Factor

Pada Tabel 4.6 dapat kita ketahui :

A. Analisis regresi yang dilakukan, model regresi yang didapat yaitu :

$$Y = 17,1 + 1,71 X_1 + 7,55 X_2$$

Dimana :

Y = Persentase Penyisihan kekeruhan

X_1 = Variasi ketinggian media

X_2 = Waktu operasional (hari).

Persamaan regresi pada Tabel 4.10 adalah $Y = 17,1 + 1,71 X_1 + 7,55 X_2$ dan dimana Y adalah presentase penyisihan kekeruhan (%), X_1 adalah Variasi ketinggian media, dan X_2 adalah variasi waktu operasional (hari). Koefisien regresi sebesar 1,71 untuk variasi ketinggian media (X_1) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu sebesar 1 hari dalam pengambilan sampel akan menurunkan prosentase penyisihan kekeruhan sebesar 1,71 % dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan. Koefisien regresi sebesar 7,55 untuk variasi waktu oprasional (X_2) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu sebesar 1 hari dalam pengambilan sampel akan meningkatkan prosentase penyisihan kekeruhan sebesar 7,55 % dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.

Pada Tabel regresi menunjukkan bahwa koefisien nilai (constant) untuk variabel ketinggian media bertanda positif dan waktu operasional juga bertanda positif. Jika melihat tanda pada Tabel 4.6 terlihat bahwa koefisien korelasi ketinggian media dan waktu operasional bertanda positif, dimana koefisien korelasi ketinggian media dan waktu operasional adalah 1,71 dan 7,55. Adanya persamaan tanda mengindikasikan bahwa tidak adanya multikolinear dalam model.

- B. Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 93,4 %. Hal ini berarti persentase penyisihan kekeruhan dipengaruhi oleh variasi ketinggian media dan waktu operasional sedangkan sisanya 6,6 % penurunan penyisihan kekeruhan dipengaruhi oleh faktor lainnya.
- C. Uji t untuk menguji signifikan koefisien dan variabel bebas
 - o Berdasarkan nilai t

Uji T dilakukan untuk menguji signifikan koefisien dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka $t_{\alpha/2, n-1}$ tabel distribusi $t_{(0.025, 29)}$ didapat 2,045. Nilai t variasi ketinggian media dan variasi waktu operasional (hari) pada Tabel 4.6 adalah sebesar 2,75 dan 6,82. Untuk variasi ketinggian media operasi $t_{hitung} > statistik\ t\ Tabel$ jadi keputusannya adalah H_0 ditolak, maka kesimpulannya variasi ketinggian media dan waktu operasional (hari) berpengaruh secara signifikan terhadap presentase penyisihan kekeruhan .

- o Berdasarkan probabilitas

Terlihat pada Tabel 4.6 Nilai probabilitas (P) untuk variasi ketinggian media sebesar 0,004. Sedangkan untuk variasi waktu operasional (hari) sebesar 0,000. Untuk variasi kecepatan putaran dan variasi waktu operasi probabilitasnya $< 0,05$ sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan.

4.3.4 Analisis Varian (ANOVA) Two-way

Analisis ANOVA ini dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh berbagai perlakuan dalam prosentase penyisihan kekeruhan, maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA dua faktor atau desain faktorial. Analisis ANOVA ini akan menguji apakah semua perlakuan mempunyai rata-rata (mean) yang sama. Prosentase penyisihan kekeruhan akan mewakili variabel respons sedangkan ketinggian media, dan variasi waktu oprasional akan mewakili variabel prediktor. Pada hasil uji ANOVA yang dijadikan indikator adalah jika nilai semua perlakuan sama atau identik, maka ketinggian media dan waktu operasi dapat dikatakan tidak mempengaruhi, nilai prosentae penurunan kekeruhan.

Dalam analisis ANOVA terdapat hipotesis masalah, yaitu :

- $H_0 = 1 = 2 = 3 = 4 = 5 = 6$ (identik)
- $H_1 = 1 \neq 2 \neq 3 \neq 4 \neq 5 \neq 6$ (tidak identik)

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

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

Hasil analisis untuk prosentase penyisihan kekeruhan terhadap ketinggian media dan waktu operasional dapat dilihat pada Tabel 4.7 berikut ini:

**Tabel 4.7 Hasil Uji ANOVA antara Ketinggian Media
dan Waktu Oprasional (hari) Terhadap Prosentase Penyisihan Kekerusuhan (%)**

7/11/2011 5:21:41 PM					
Welcome to Minitab, press F1 for help.					
Two-way ANOVA: kekerusuhan versus ketinggian media; waktu operasional (hari)					
Source	DF	SS	MS	F	P
ketinggian media	2	60,9	30,45	7,25	0,005
waktu operasional	9	22207,3	2467,48	587,86	0,000
Error	18	75,6	4,20		
Total	29	22343,7			
S = 2,049 R-Sq = 99,66% R-Sq(adj) = 99,46%					

Hasil Tabel 4.7 memuat keterangan sebagai berikut:

- DF = Derajat Bebas
- SS = Variasi Residual
- MS = Mean Square
- F = Nilai Statistik Analisis
- P = Nilai Probabilitas (dengan $\alpha = 0,05$)
- N = Number
- Mean = Nilai rata-rata
- StDev = Standar Deviasi

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari tabel distribusi F ketinggian media didapat $F_{(0,05,2,18)} = 3,55$ dan Tabel distribusi F waktu operasional didapat $F_{(0,05,9,18)} = 2,46$. Nilai F hitung output ketinggian media dan waktu operasional secara berturut-turut adalah sebesar 7,52 dan 587,86. Nilai probabilitas ketinggian media dan waktu oprasional adalah 0,005 dan 0,000.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu pengambilan sampel adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena

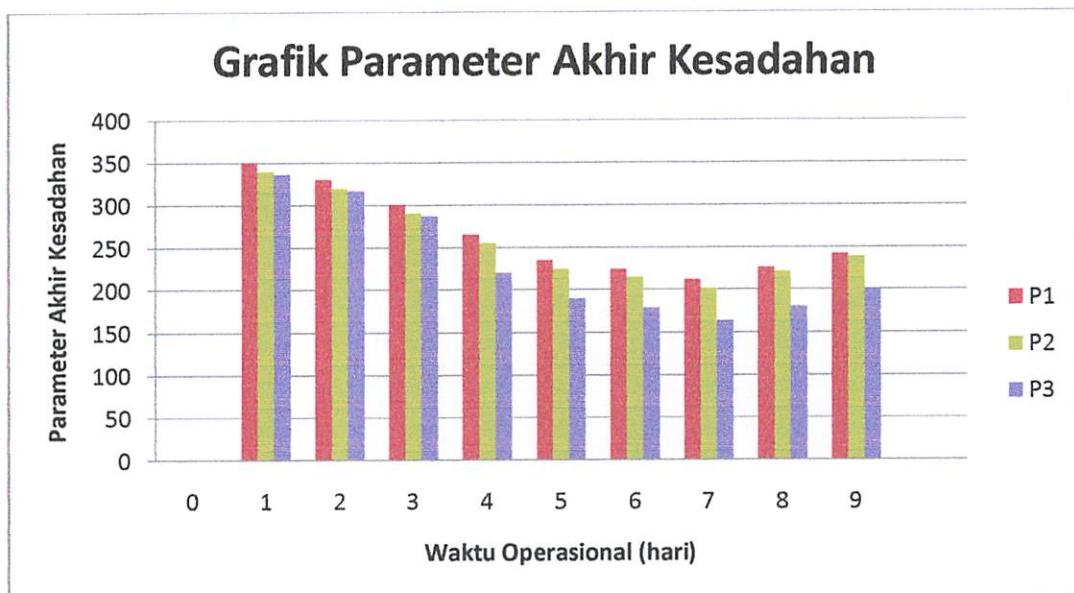
nilai F hitung $>$ F Tabel dan nilai $P < 0,05$. Artinya bahwa prosentase penyisihan Kekeruhan dalam perlakuan tersebut memang tidak identik atau terdapat perbedaan yang signifikan.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi ketinggian media adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai F hitung $>$ F tabel dan nilai $P \leq 0,05$. Artinya bahwa prosentase penyisihan kekeruhan dalam perlakuan tersebut tidak identik atau terdapat perbedaan yang signifikan. Perbedaan yang signifikan didukung pula adanya kondisi yang beda nyata terjadi peningkatan prosentase penyisihan kekeruhan pada waktu pengambilan sampel dari hari ke-0 sampai hari ke-9 yang cukup besar.

4.4. Analisa Penurunan Kesadahan

4.4.1. Analisa Deskriptif

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa cangkang kerang, batu apung, dan arang aktif tempurung kelapa sebagai media filtrasi pada *roughing filter* aliran *horizontal* dengan perlakuan yang meliputi diameter media 4.75 mm, variasi panjang media cangkang kerang 30 cm : batu apung 35 cm : arang aktif tempurung kelapa 30 cm (P1), cangkang kerang 35 cm : batu apung 30 cm : arang aktif tempurung kelapa 35 cm (P2), cangkang kerang 40 cm : batu apung 40 cm : arang aktif tempurung kelapa 20 cm (P3), serta variasi waktu operasional 0 hari, 1 hari, 2 hari, 3 hari, 4 hari, 5 hari, 6 hari, 7 hari, dan 8 hari dan 9 hari, mempunyai kemampuan menurunkan kesadahan dengan tingkat penurunan yang bervariasi. Berdasarkan data konsentrasi akhir kesadahan pada Tabel 4.3 dapat diplotkan menjadi sebuah Grafik parameter akhir kesadahan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik Penurunan Parameter Akhir Kesadahan

Berdasarkan Tabel 4.3 dan Gambar 4.3 menunjukkan bahwa Parameter akhir kesadahan melalui alat *roughing filter* aliran *horizontal* berbeda-beda sesuai dengan kemampuan masing-masing media dalam menurunkan kesadahan pada rentang waktu operasional 0 hari, 1 hari, 2 hari, 3 hari, 4 hari, 5 hari, 6 hari, 7 hari, 8 hari, dan 9 hari. Penurunan parameter tertinggi pada waktu operasional 7 hari yaitu sebesar 121 mg/l didapat pada variasi cangkang kerang 40 cm : batu apung 40 cm : arang aktif tempurung kelapa 20 cm (P3). Penurunan parameter terendah sebesar 350 mg/l didapat pada perlakuan variasi panjang media cangkang kerang 30 cm : batu apung 35 cm : arang aktif tempurung kelapa 35 cm (P1) pada waktu operasional 1 hari.

Untuk mengetahui persentase (%) penurunan kesadahan pada setiap variasinya digunakan rumus :

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{\text{KonsentrasiAwal} - \text{KonsentrasiAkhir}}{\text{KonsentrasiAwal}} \times 100\%$$

Contoh Perhitungan :

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{\text{KonsentrasiAwal} - \text{KonsentrasiAkhir}}{\text{KonsentrasiAwal}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{508.66 - 350.06}{508.66} \times 100\%$$

$$\% \text{ Penyisihan} = 31,18\%$$

Perhitungan persentase penurunan kesadahan dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8.

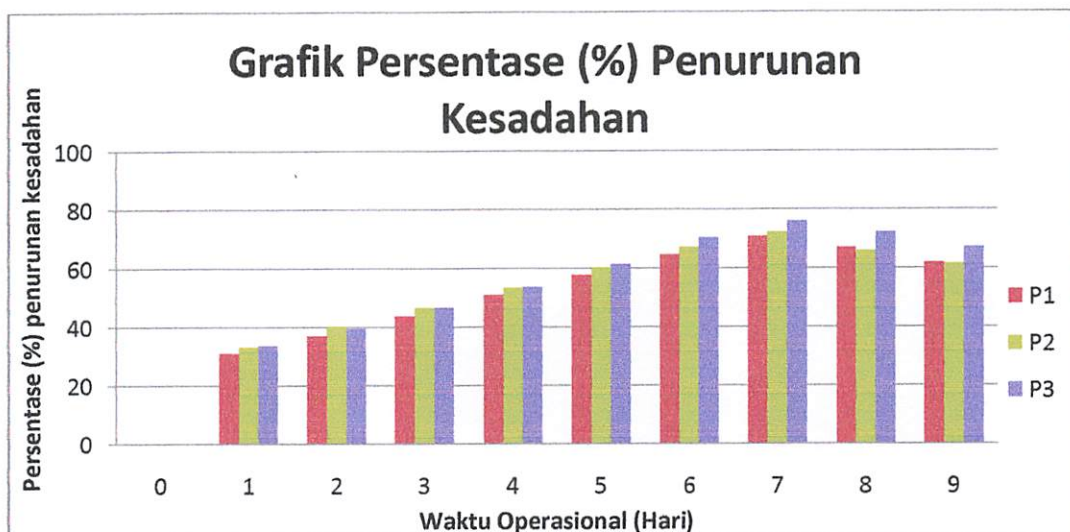
Presentase Penurunan Parameter Kesadahan

Variasi media (cm)	Waktu (hari)	Rata-rata persentase penurunan kesadahan (%)
P1	0	0.00
	1	31.18
	2	37.09
	3	43.84
	4	51.05
	5	57.73
	6	64.61
	7	70.90
	8	67.17
	9	62.06
	0	0.00
	1	33.16
	2	40.22
	3	46.72
P2	4	53.60
	5	60.48
	6	67.37
	7	72.28
	8	65.99
	9	61.66
P3	0	0.00
	1	33.75
	2	39.65
	3	46.92
	4	53.80

	5	61.66
	6	70.51
	7	76.21
	8	72.48
	9	67.36

(Sumber: Hasil Penelitian)

Berdasarkan data persentase penurunan kesadahan pada Tabel 4.8 maka dapat diplotkan menjadi sebuah Grafik persentase penurunan kesadahan pada Gambar 4.4 berikut ini.



Gambar 4.4. Grafik Persentase Penurunan Kesadahan

4.4.1.1. Media cangkang kerang 30 cm : batu apung 35 cm : arang aktif tempurung kelapa 30 cm (P1)

Berdasarkan tabel 4.2 dan gambar 4.1 parameter kesadahan akhir yang terendah terjadi saat pengambilan sampel kedelapan (saat $t = 7$ hari) sebesar 148.00 NTU, sedangkan parameter akhir kesadahan terbesar saat pengambilan sampel kedua (saat $t = 1$ hari) sebesar 350.00 NTU. Berdasarkan Tabel 4.5 dan Gambar 4.2 persentase penurunan kesadahan terbesar adalah 70.90% pada pengambilan sampel kedelapan (saat $t = 7$ hari) sedangkan

persentase penurunan kesadahan terendah adalah 31.18% pada pengambilan sampel kedua (saat $t = 1$ hari).

4.4.1.2 Media cangkang kerang 35 cm : batu apung 30 cm : arang aktif tempurung kelapa 35 cm (P2)

Berdasarkan Tabel 4.2 dan Gambar 4.1 parameter kesadahan yang terendah terjadi saat pengambilan sampel yang kedelapan (saat $t = 7$ hari) sebesar 141.00 NTU sedangkan parameter akhir kesadahan terbesar saat pengambilan sampel pertama (saat $t = 1$ hari) sebesar 340.00 NTU. Berdasarkan Tabel 4.5 dan Gambar 4.2 persentase penurunan kesadahan terbesar adalah 72.28% pada pengambilan sampel kedelapan (saat $t = 7$ hari) sedangkan persentase penurunan kesadahan terendah adalah 33.16% pada pengambilan sampel kedua (saat $t = 1$ hari).

4.4.1.3 Media cangkang kerang 40 cm : batu apung 40 cm : arang aktif tempurung kelapa 20 cm (P3)

Berdasarkan Tabel 4.2 dan Gambar 4.1 parameter kesadahan akhir yang terendah terjadi saat pengambilan sampel yang kedelapan (saat $t = 7$ hari) sebesar 121.00 NTU sedangkan parameter akhir kesadahan terbesar saat pengambilan sampel kedua (saat $t = 1$ hari) sebesar 337.00 NTU. Dan berdasarkan Tabel 4.5 dan Gambar 4.2 persentase penurunan kesadahan terbesar adalah 76.21 % pada pengambilan sampel kedelapan (saat $t = 7$ hari) sedangkan persentase penurunan kesadahan terendah adalah 33.75 % pada pengambilan sampel kedua (saat $t = 1$ hari).

4.4.2 Analisis Korelasi.

Untuk mengetahui ada atau tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara variabel yang diamati, maka digunakan analisis korelasi. Dalam analisis korelasi terdapat :

Hipotesis

- H_0 : Korelasi tidak signifikan
- H_1 : Korelasi signifikan

Pengambilan keputusan

- Jika probabilitas $> 0,05$, H_0 diterima
- Jika probabilitas $< 0,05$, H_0 ditolak

Untuk mengetahui kuat lemahnya korelasi :

Nilai korelasi berkisaran antara -1 sampai +1. Nilai korelasi negatif berarti hubungan antara 2 variabel adalah negatif. Artinya, apabila salah satu variabel menurun, maka variabel lainnya akan meningkat. Sebaliknya, nilai korelasi positif berarti hubungan antara kedua variabel adalah positif. Artinya, apabila salah satu variabel meningkat, maka variabel dikatakan berkorelasi kuat apabila makin mendekati 1 atau -1. Sebaliknya, suatu hubungan antara 2 variabel dikatakan lemah apabila semakin mendekati 0 (nol) (Iriawan dan Astuti, 2006).

Hasil analisis untuk prosentase penyisihan kesadahan terhadap waktu pengambilan sampel pada reaktor kontinyu dapat dilihat pada Tabel 4.9 berikut ini:

Tabel 4.9

Hasil Uji Korelasi antara Variasi Ketinggian Media dan Waktu Oprasional (hari) Terhadap Prosentase Penyisihan Kesadahan

7/11/2011 5:21:41 PM			
Correlations: Ketinggian Media; Waktu Oprasional; (%) kesadahan			
	ketinggian m	waktu operas	
waktu operas	0,000		
	1,000		
kesadahan	0,071	0,880	
	0,009	0,000	
Cell Contents: Pearson correlation			
P-Value			

Tabel 4.5 diketahui bahwa nilai korelasi antara ketinggian media terhadap penyisihan kesadahan sebesar 0,071. Artinya hubungan antara ketinggian media

terhadap persentase penyisihan kekeruhan lemah karena mendekati 0. Untuk nilai probabilitas antara ketinggian media terhadap persentase penyisihan kesadahan sebesar 0,009 ($<0,05$) maka menerima hipotesis (H_0). Artinya nilai persentase penyisihan terhadap ketinggian media tidak signifikan. Hubungan antara kedua variabel searah, hal ini di tunjukkan dengan nilai koefisien korelasi yang positif, yang berarti jika semakin besar ketinggian media maka semakin besar peningkatan persentase penyisihan kekeruhan.

Nilai korelasi antara variasi waktu oprasional (hari) terhadap persentase penyisihan kekeruhan sebesar 0,880. Artinya hubungan antara variasi waktu operasional (hari) terhadap persentase penyisihan kesadahan kuat karena mendekati 1. Untuk nilai probabilitas variasi waktu oprasional (hari) terhadap penyisihan kesadahan sebesar 0,000 ($<0,05$) maka menolak hipotesis (H_0). Artinya nilai persentase penyisihan kesadahan terhadap waktu operasional (hari) signifikan. Hubungan antara variasi waktu oprasional (hari) terhadap persentase penyisihan kesadahan searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai korelasi, yang berarti semakin besar waktu operasional (hari) maka persentase penyisihan kesadahan semakin meningkat.

4.4.3 Analisis Regresi

Untuk mengetahui besarnya hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat digunakan uji regresi, sehingga diketahui ketepatan atau signifikansi prediksi dari hubungan/korelasi data. Pada analisis regresi terdapat uji t untuk menguji signifikansi konstanta dengan variabel bebas/prediktor.

- Dalam uji t untuk signifikansi koefisien dengan variabel bebas/prediktor terdapat :

Hipotesis

H_0 : koefisien regresi tidak signifikan

H_1 : koefisien regresi signifikan

Pengambilan keputusan

Untuk nilai t, berdasarkan pada perbandingan t hitung dengan t tabel

- Jika statistik hitung (angka t *output*) > statistik tabel (t tabel), H_0 ditolak.
- Jika statistik hitung (angka t *output*) < statistik tabel (t tabel), H_0 diterima

Untuk nilai Probabilitas

- Jika probabilitas > 0,05, H_0 diterima
- Jika probabilitas < 0,05, H_0 ditolak

Hasil uji regresi prosentase penyisihan Kesadahan dapat dilihat pada Tabel 4.10, sebagai berikut:

Tabel 4.10

Analisis Regresi Variasi Ketinggian Media dan Waktu Oprasional (hari) Terhadap Prosentase Penyisihan Kesadahan

7/11/2011 5:21:41 PM					
Welcome to Minitab, press F1 for help.					
Regression Analysis: persentase k versus Ketinggian m; Waktu oprasi					
The regression equation is					
The regression equation is					
kesadahan = 17,5 + 1,84 ketinggian media + 6,47 waktu operasional (hari)					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	17,542	5,855	0,79	0,438	
ketinggian media	1,835	2,332	3,00	0,006	
waktu operasional (hari)	6,4670	0,6629	9,76	0,000	
S = 11,4292 R-Sq = 88,0% R-Sq(adj) = 76,4%					

Keterangan :	- S	=	Standar deviasi model.
	- R-Sq (R^2)	=	Koefisien determinasi.
	- R-Sq (adj)	=	Koefisien determinasi yang disesuaikan.
	- T	=	Nilai statistik.
	- P	=	Nilai probabilitas
	- DF	=	Derajat bebas
	- SS	=	Variasi residual

- MS	= Mean Square
- F	= Nilai statistic Uji
- P	= Nilai probabilitas
- VIF	= Variance Inflation Factor

Pada Tabel 4.6 dapat kita ketahui :

D. Analisis regresi yang dilakukan, model regresi yang didapat yaitu :

$$Y = 17,5 + 1,84 X_1 + 6,47 X_2$$

Dimana :

Y = Persentase Penyisihan kesadahan

X_1 = Variasi ketinggian media

X_2 = Waktu operasional (hari)

Persamaan regresi pada Tabel 4.10 adalah $Y = 17,5 + 1,84 X_1 + 6,47 X_2$ dan dimana Y adalah presentase penyisihan kesadahan (%), X_1 adalah Variasi ketinggian media, dan X_2 adalah variasi waktu operasional (hari). Konstanta sebesar 17,54 menyatakan bahwa jika variasi ketinggian media dan waktu operasional konstan maka persentase penurunan kandungan kesadahan sebesar 17,54 %. Koefisien regresi sebesar 1,835 untuk variasi ketinggian media (X_1) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu sebesar 1 hari dalam pengambilan sampel akan menurunkan prosentase penyisihan kesadahan sebesar 1,835 % dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan. Koefisien regresi sebesar 6,47 untuk variasi waktu oprasional (X_2) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu sebesar 1 hari dalam pengambilan sampel akan meningkatkan prosentase penyisihan kesadahan sebesar 6,47 % dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.

Pada Tabel regresi menunjukkan bahwa koefisen nilai (constant) untuk variabel ketinggian media bertanda positif dan waktu oprasional juga bertanda positif. Jika melihat tanda pada Tabel 4.10 terlihat bahwa koefisien korelasi ketinggian media dan waktu oprasional bertanda positif, dimana koefisien korelasi ketinggian

media dan waktu oprasional adalah 1,835 dan 6,4670. Adanya persamaan tanda mengindikasikan bahwa tidak adanya multikolinear dalam model.

E. Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 88,0 %. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi kesadahan dipengaruhi oleh variasi ketinggian media dan waktu operasional sedangkan sisanya 12,0% penurunan penyisihan kesadahan dipengaruhi oleh faktor lainnya.

F. Uji t untuk menguji signifikan koefisien dan variabel bebas

- Berdasarkan nilai t

Uji T dilakukan untuk menguji signifikan koefisien dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka $t_{\alpha/2, n-1}$ tabel distribusi $t_{(0.025, 29)}$ didapat 2,045. Nilai t variasi ketinggian media dan variasi waktu operasional (hari) pada Tabel 4.6 adalah sebesar 3,00 dan 9,76. Untuk variasi ketinggian media dan variasi waktu operasi t hitung > statistik t tabel jadi keputusannya adalah H_0 ditolak, maka kesimpulannya variasi ketinggian media dan variasi waktu operasional (hari) berpengaruh secara signifikan terhadap presentase penyisihan kesadahan .

- Berdasarkan probabilitas

Terlihat pada Tabel 4.6 Nilai probabilitas (P) untuk variasi ketinggian media sebesar 0,006. Sedangkan untuk variasi waktu operasional (hari) sebesar 0,000. Untuk variasi kecepatan putaran dan variasi waktu operasi probabilitasnya < 0,05 sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan.

4.4.4 Analisis Varian (ANOVA) Two-way

Analisis ANOVA ini dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh berbagai perlakuan dalam prosentase penyisihan kesadahan, maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA dua faktor atau desain faktorial. Analisis ANOVA ini akan menguji apakah semua perlakuan mempunyai rata-rata (mean) yang sama.

Prosentase penyisihan kesadahan akan mewakili variabel respons sedangkan variasi ketinggian media, dan waktu oprasional akan mewakili variabel prediktor. Pada hasil uji ANOVA yang dijadikan indikator adalah jika nilai semua perlakuan sama atau identik, maka ketinggian media, dan waktu oprasional dapat dikatakan tidak mempengaruhi, nilai prosentae penurunan kesadahan.

Dalam analisis ANOVA terdapat hipotesis masalah, yaitu :

- $H_0 = 1 = 2 = 3 = 4 = 5 = 6$ (identik)
- $H_1 = 1 \neq 2 \neq 3 \neq 4 \neq 5 \neq 6$ (tidak identik)

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

1. Nilai probabilitas,
 - Jika probabilitas $\geq 0,05$, H_0 diterima
 - Jika probabilitas $< 0,05$, H_0 ditolak
2. Nilai F hitung,
 - F hitung output $> F$ tabel, H_0 ditolak
 - F hitung output $< F$ tabel, H_0 diterima

Hasil analisis untuk prosentase penyisihan kesadahan terhadap ketinggian media dan waktu oprasional dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11

Hasil Uji ANOVA antara Variasi Ketinggian Media dan Waktu Oprasional (hari) Terhadap Prosentase Penyisihan Kesadahan

7/11/2011 5:21:41 PM					
Welcome to Minitab, press F1 for help.					
Two-way ANOVA: prosentase (%) kesadahan versus ketinggian media, waktu oprasional					
Source	DF	SS	MS	F	P
ketinggian media	2	67,8	33,90	16,53	0,000
waktu oprasiona	9	13250,4	1472,27	717,81	0,000
Error	18	36,9	2,05		
Total	29	13355,1			
S = 1,432 R-Sq = 99,72% R-Sq(adj) = 99,55%					

Hasil Tabel 4.11 memuat keterangan sebagai berikut:

- DF = Derajat Bebas
- SS = Variasi Residual
- MS = Mean Square
- F = Nilai Statistik Analisis
- P = Nilai Probabilitas (dengan $\alpha = 0,05$)
- N = Number
- Mean = Nilai rata-rata
- StDev = Standar Deviasi

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari tabel distribusi F ketinggian media didapat $F_{(0,05,2,18)} = 3,55$ dan tabel distribusi F waktu oprasional didapat $F_{(0,05,9,18)} = 2,46$. Nilai F hitung output ketinggian media dan waktu oprasional secara berturut-turut adalah sebesar 16,53 dan 717,81. Nilai probabilitas ketinggian media dan waktu oprasional adalah 0,000 dan 0,000.

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

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu oprasional adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai F hitung $>$ F tabel dan nilai $P < 0,05$. Artinya bahwa prosentase penyisihan kesadahan dalam perlakuan tersebut memang tidak identik atau terdapat perbedaan yang signifikan. Perbedaan yang signifikan didukung pula adanya kondisi yang beda nyata terjadi peningkatan prosentase penyisihan kesadahan pada waktu pengambilan sampel dari hari ke-0 sampai hari ke-9 yang cukup besar.

4.5 Pembahasan

4.5.1 Pembahasan Penurunan Konsentrasi Kekeruhan

Sebagian besar air baku untuk penyediaan air minum diambil dari air permukaan seperti sungai, danau dan lainnya. Kekeruhan disebabkan oleh adanya partikel-partikel kecil yang ada dan koloid. Partikel-partikel kecil dan koloid tersebut tidak lain adalah tawas, tanah liat, sisa tanaman, ganggang dan sebagainya. Kekeruhan dihilangkan melalui pembubuhan sejenis bahan kimia dengan sifat-sifat tertentu yang disebut flokulan. Umumnya flokulan tersebut adalah tawas, namun dapat pula garam Fe atau sesuatu polielektrolit organik. Selain pembubuhan flokulan diperlukan pengadukan sampai flok-flok terbentuk. Flok-flok ini mengumpulkan partikel-partikel kecil dan koloid tersebut (bertumbuhkan) dan akhirnya bersama-sama mengendap. Proses flokulasi ini sendiri terdiri dari tiga langkah. Langkah pertama pelarutan reagen melalui pengadukan cepat (1 menit, 100 rpm) bila perlu juga pembubuhan bahan kimia (sesaat) untuk koreksi pH, pengadukan lambat untuk pembentukan flok-flok (15 menit, 20 rpm). Pengadukan yang terlalu cepat dapat merusak flok yang telah terbentuk. Selanjutnya penghapusan flok-flok dengan koloid terkurung dari lautan melalui sedimentasi (15 menit atau 30 menit, 0 rpm). (Alearts, dan Santika 1984).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekeruhan effluent semakin berkurang sesuai dengan lamanya waktu operasi *roughing filter* atau efisiensi penurunan kekeruhan semakin meningkat, akan tetapi bila waktu terlalu lama efektivitas penyaringan menurun. Hal ini dikarenakan media sudah kotor. Pada waktu operasional 0 hari sampai 7 hari kualitas effluent baik, namun pada hari ke-8 sampai hari ke-9 konsentrasi kekeruhan naik kembali. Ini disebabkan karena setelah beberapa waktu tertentu filter beroperasi dan mencapai efisiensi maksimum, maka secara berangsur-angsur efisiensi filter akan mengalami penurunan. Sehingga kualitas effluent juga mengalami penurunan, peristiwa seperti ini biasa disebut *breakthrough*. *Breakthrough* ditandai dengan mulai menurunnya efisiensi maksimum yang disebabkan karena kekeruhan yang sudah tertahan pada pori-pori media secara

maksimum dan menyebabkan sebagian besar pori-pori media tertutup oleh endapan. Sehingga efisiensi filter menurun dan mengakibatkan penurunan kualitas effluen.

Tabel 4.4 penggunaan media cangkang kerang, batu apung, dan arang aktif tempurung kelapa terbukti mampu menurunkan konsentrasi kekeruhan. Kemampuan penurunan konsentrasi kekeruhan melalui *roughing filter* aliran *horizontal* berkisar antara 20,90 % - 92.75%. Dari gambar 4.2 menunjukkan bahwa persentase penyisihan kekeruhan tertinggi sebesar 92,75 % yaitu pada variasi media cangkang kerang 40 cm : batu apung 40 cm : arang aktif 20 cm dan pada waktu operasional 7 hari. Sedangkan persentase penyisihan kekeruhan terendah sebesar 20.90 % yaitu pada variasi media cangkang kerang 30 cm : batu apung 35 cm : arang aktif 35 cm dan pada waktu operasional 1 hari.

Variasi perbandingan panjang media dengan perbandingan media cangkang kerang 40 cm : batu apung 40 cm : arang aktif 20 cm (P3) lebih banyak terjadi penurunan kekeruhan jika dibandingkan dengan variasi panjang media lainnya. Hal ini terjadi karena selama proses filtrasi terjadi pengendapan pada media, sehingga terjadi pengurangan partikel tersuspensi dan pada prinsipnya semua butiran media dapat menjadi tempat pengendapan. Hal ini sejalan dengan proses pengendapan dalam media sehingga terjadi pengurangan partikel tersuspensi. Pada prinsipnya semua butiran media dapat menjadi tempat pengendapan. 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. (Mc Feters, 1990).

Cangkang kerang mampu menyaring partikel yang lebih kecil yang tidak dapat tersaring oleh batu apung, hal ini dikarenakan permukaan media cangkang kerang lebih halus serta daya serapnya juga lebih rendah dari batu apung sehingga mampu menyaring partikel. Kerang mampu mentolerir dan mengeksresikan senyawa-senyawa pencemar ke lingkungannya melalui proses fisiologis dan enzimatik. Akumulasi ini terjadi karena senyawa pencemar tersebut membentuk senyawa

(Sugianto, 1998). Media batu apung mempunyai kapasitas adsorpsi, strukturnya porous dan daya serap yang tinggi, sehingga partikel-partikel yang berukuran besar dapat disaring/diendapkan lebih banyak. Disamping itu kekasaran media pada batu apung juga berpengaruh, dimana dilihat dari segi fisik pada proses filtrasi selain terjadi pengendapan pada dasar *roughing filter* juga terjadi pengendapan pada media yaitu partikel-partikel banyak yang menempel pada media batu apung. Batu apung (pumice) adalah jenis batuan yang berwarna terang, mengandung buih yang terbuat dari gelembung berdinding gelas, dan biasanya disebut juga sebagai batuan gelas vulkanik silikat. Sifat kimia dan fisika batu apung antara lain, yaitu: mengandung oksida SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , SO_3 . Peresapan air (water absorption) 16,67%, berat jenis 0,8 gr/cm³, hantaran suara (sound transmission) rendah, rasio kuat tekan terhadap beban tinggi. (Sumber : <http://www.tekmira.esdm.co.id>). Arang aktif lebih dipercaya mampu menurunkan kadar kekeruhan dan kesadahan dengan tingkat efektifitas yang tinggi, karena arang aktif adalah sejenis adsorben (penyerap) yang baik. Arang aktif adalah sejenis adsorben (penyerap). Berwarna hitam, berbentuk granula, bulat, pellet, atau bubuk. Arang aktif dipakai dalam proses pemurnian udara, gas, larutan atau cairan, dalam proses recovery suatu logam dari biji logamnya, dan juga dipakai sebagai support katalis.

Dengan demikian media cangkang kerang, batu apung dan arang aktif tempurung kelapa mampu menurunkan kekeruhan yang sebagian besar dipengaruhi oleh kandungan maupun daya serap yang tinggi. Selain itu waktu operasional serta debit juga berpengaruh terhadap penurunan kekeruhan. Dimana debit yang kecil akan menyebabkan waktu kontak kontaminan dengan media akan semakin lama sehingga penyerapan kekeruhan oleh ketiga media akan lebih optimal. Sedangkan waktu operasi juga mempengaruhi penurunan kekeruhan, semakin lama waktu operasi maka semakin banyaknya partikel-partikel penyebab kekeruhan akan terendapkan sehingga kualitas effluent akan semakin baik, Namun apabila terlalu lama juga akan menyebabkan clogging (penyumbatan) yang menyebabkan daya serap dari pori-pori

semakin menurun. Penurunan kekeruhan tertinggi didapat pada waktu 7 hari sebesar 92,7 %.

Menurut Kep. Menkes RI Nomor 492/Menkes/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum kadar kekeruhan yang diperbolehkan adalah 5 NTU. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi akhir kekeruhan 4,86 dibawah 5 NTU maka memenuhi standart kualitas air minum.

4.5.2 Pembahasan Penurunan Konsentrasi Kesadahan

Pelunakan adalah penghapusan ion-ion tertentu yang ada dalam air dan dapat bereaksi dengan za-zat lain hingga distribusi air dan penggunaannya terganggu. Air sadah menyebabkan konsumsi sabun tinggi, karena adanya hubungan kimiawi antara ion kesadahan dengan molekul sabun menyebabkan sifat detergen sabun hilang. Kesadahan dalam air terutama disebabkan oleh ion-ion Ca^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} dan semua kation yan bermuatan dua. (Sumber : Alaerts dan Santika, 1984).

Dalam penelitian ini proses untuk menurunkan kesadahan yaitu dengan pengendapan dalam proses filtrasi. Pengendapkan ion kalsium dan magnesium biasanya dipengaruhi oleh penambahan kapur (Ca(OH)_2) ke dalam air.

Dalam penelitian ini media cangkang kerang dan batu apung tersusun dari zat kapur secara alami. Penurunan kesadahan didapat pada semua variasi, hal ini dikarenakan setiap media yang digunakan mengandung CaO yang berpengaruh terhadap penurunan kesadahan dimana kandungan CaO pada media dapat mengendapkan kalsium karbonat dan magnesium hidroksida menjadi tidak terlarut dalam air (Munir, 2003).

Hasil penelitian yang sudah diperoleh, *roughing filter* aliran *horizontal* dengan variasi ketinggian media dan waktu operasional terbukti dapat menurunkan konsentrasi kesadahan. Kemampuan penurunan konsentrasi kesadahan melalui *roughing filter* aliran *horizontal* berkisar antara 31,18 % sampai 76.21 %. Dari gambar 4.4 menunjukkan bahwa persentase penyisihan kesadahan tertinggi sebesar

76,21 % yaitu variasi ketinggian media cangkang kerang 40 cm : batu apung 40 cm : arang aktif tempurung kelapa 20 cm dan pada waktu oprasional 7 hari.

Persentase penyisihan kesadahan terendah sebesar 31,18 % yaitu pada ketinggian media cangkang kerang 30 cm : batu apung 35 cm : arang aktif tempurung kelapa 35 cm dan pada waktu operasional 1 hari dimana air baku sudah keluar dari *roughing filter*. Hal ini disebabkan karena besar kecilnya pori dan luas permukaan media yang terbentuk dari butiran media yang digunakan.

Variasi perbandingan ketinggian media, dengan media cangkang kerang 40 cm : batu apung 40 cm : arang aktif tempurung kelapa 20 cm, lebih banyak terjadi penurunan kesadahan jika dibandingkan dengan variasi ketinggian lainnya. Hal ini sejalan dengan proses pengendapan dalam media sehingga terjadi pengurangan partikel tersuspensi. Pada prinsipnya semua butiran media dapat menjadi tempat pengendapan. 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. (Mc Feters, 1990).

Cangkang kerang mampu menyaring partikel yang lebih kecil yang tidak dapat tersaring oleh batu apung, hal ini dikarenakan permukaan media cangkang kerang lebih halus serta daya serapnya juga lebih rendah dari batu apung sehingga mampu menyaring partikel. Kerang mampu mentolerir dan mengeksresikan senyawa-senyawa pencemar ke lingkungannya melalui proses fisiologis dan enzimatis. Akumulasi ini terjadi karena senyawa pencemar tersebut membentuk senyawa kompleks dengan substansi-substansi organik yang terdapat dalam tubuh kerang (Sugianto, 1998). Media batu apung mempunyai kapasitas adsorpsi, strukturnya porous dan daya serap yang tinggi, sehingga partikel-partikel yang berukuran besar dapat disaring/diendapkan lebih banyak. Disamping itu kekasaran media pada batu apung juga berpengaruh, dimana dilihat dari segi fisik pada proses filtrasi selain terjadi pengendapan pada dasar *roughing filter* juga terjadi pengendapan pada media yaitu partikel-partikel banyak yang menempel pada media batu apung. Batu apung

tersusun dari zat kapur yang mengandung senyawa CaCO_3 . Dimana jika berikatan dengan senyawa OH^- dari air sungai ditambah dengan kandungan CO_2 berasal dari air hujan yang terlarut dalam air sungai maka akan bergabung dengan CaCO_3 yang berasal dari media filter sehingga membentuk senyawa HCO_3^- . Senyawa HCO_3^- ditambah dengan OH^- dari air akan membentuk CO_3^{2-} dan H_2O sehingga media filter dapat mengurangi kadar kesadahan dari air sungai (Alearts, 1984 dan Munir, 2003). Sehingga dalam jangka waktu lama media filter mempunyai daya serap terhadap partikel kesadahan lebih besar (Arumsari, 1994). Peresapan air (water absorption) 16,67%, berat jenis 0,8 gr/cm³, hantaran suara (sound transmission) rendah, rasio kuat tekan terhadap beban tinggi. (Sumber : <http://www.tekmira.esdm.co.id>). Arang aktif lebih dipercaya mampu menurunkan kadar kekeruhan dan kesadahan dengan tingkat efektifitas yang tinggi, karena arang aktif adalah sejenis adsorben (penyerap) yang baik. Arang aktif adalah sejenis adsorben (penyerap). Berwarna hitam, berbentuk granula, bulat, pellet, atau bubuk. Arang aktif dipakai dalam proses pemurnian udara, gas, larutan atau cairan, dalam proses recovery suatu logam dari biji logamnya, dan juga dipakai sebagai support katalis.

Dengan demikian media cangkang kerang, batu apung dan arang aktif tempurung kelapa mampu menurunkan kekeruhan yang sebagian besar dipengaruhi oleh kandungan maupun daya serap yang tinggi. Selain itu waktu operasional serta debit juga berpengaruh terhadap penurunan kekeruhan. Dimana debit yang kecil akan menyebabkan waktu kontak kontaminan dengan media akan semakin lama sehingga penyerapan kekeruhan oleh ketiga media akan lebih optimal. Sedangkan waktu operasi juga mempengaruhi penurunan kekeruhan, semakin lama waktu operasi maka semakin banyaknya partikel-partikel penyebab kekeruhan akan terendapkan sehingga kualitas effluent akan semakin baik, Namun apabila terlalu lama juga akan menyebabkan clogging (penyumbatan) yang menyebabkan daya serap dari pori-pori semakin menurun.

Sedangkan untuk variasi waktu operasional penyisihan kesadahan mempunyai arah hubungan yang negatif yaitu dimana semakin lama waktu

operasional (sampai 7 hari) maka akan diikuti dengan penyisihan kesadahan yang tinggi. Namun pada waktu 8 sampai 9 hari, penyisihan kesadahan akan rendah. Hal ini disebabkan karena media filter sudah mengalami *clogging* (penyumbatan) pada pori-porinya dan daya serap terhadap penyisihan kesadahan rendah.

Menurut Kep. Menkes RI Nomor 492/Menkes/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum kadar kesadahan yang diperbolehkan 500 mg/l. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi akhir kesadahan 121 mg/l dibawah 500 mg/l maka air sungai layak digunakan sebagai air minum.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Cangkang kerang, batu apung, dan arang aktif tempurung kelapa efektif dalam menurunkan kekeruhan, dan kesadahan pada air sungai Brantas dengan nilai konsentrasi akhir kekeruhan terkecil sebesar 4,86 NTU, konsentrasi akhir kesadahan terkecil sebesar 121 mg/l.
2. Perbedaan penurunan kadar kekeruhan dan kesadahan dengan variasi ketinggian media dan waktu operasional pada *roughing filter* aliran *horizontal* :
 - a. Penurunan kekeruhan terbesar yang dicapai sebesar 92,75%, pada media dengan komposisi 40 cm cangkang kerang : 40 cm batu apung : 20 cm arang aktif tempurung kelapa pada pengambilan sampel 7 hari dan Penurunan kekeruhan terkecil yang dicapai adalah 20,90 % pada media dengan komposisi 30 cm cangkang kerang : 35 cm batu apung : 30 cm arang aktif tempurung kelapa pada pengambilan sampel 1 hari.
 - b. Penurunan kesadahan terbesar yang dicapai sebesar 76,21 % pada media dengan komposisi 40 cm cangkang kerang : 40 cm batu apung : 20 cm arang aktif tempurung kelapa pada pengambilan sampel 7 hari dan Penurunan kesadahan terkecil yang dicapai adalah 31,18 % pada media dengan komposisi 30 cm cangkang kerang : 35 cm batu apung : 30 cm arang aktif tempurung kelapa pada pengambilan sampel 1 hari.
 - c. Penurunan konsentrasi kekeruhan dan kesadahan pada hari ke-8 sampai hari ke-9 naik kembali. Ini disebabkan karena setelah beberapa waktu tertentu filter beroperasi dan mencapai efisiensi maksimum, maka secara berangsur-

angsur efisiensi filter akan mengalami penurunan. Sehingga kualitas effluent juga mengalami penurunan, peristiwa seperti ini biasa disebut *breaktrough*

5.2 Saran

Untuk lebih menyempurnakan penelitian masih perlu dilakukan mengenai:

1. Melakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kemampuan media cangkang kerang batu apung, dan arang aktif tempurung kelapa dalam menurunkan parameter-parameter lain pada air sungai.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menemukan tinggi media yang optimum.

DAFTAR PUSTAKA

Alaerts, dan Santika, 1984. **Metode Penelitian Air**. Usaha Nasional, Surabaya.

Anonimous, 2011. **Kondisi Sungai Brantas**

<http://www.bbwsbrantas.com/index>

Anonimous, 2011. **Batu Apung**

<http://www.tekmira.esdm.co.id>

Anonimous, 2011. *perubahan-kandungan-logam-berat-yang-terdapat-pada-kerang-anadara-granosa*

<http://idtesis.com/>

Anonimous, 2011. **Sungai Brantas**

<http://www.anneahira.com/sungai-brantas.htm>

Anonimous, 2011. **Sungai Brantas**

<http://www.portal.malang.com>

Anonimous, 2002. *Keputusan Menteri Kesehatan R. I. No. 907 / MENKES / SK / VII/2002 tentang Syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum.*

Anonimous, *Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 492/Menkes/PER/IV/2010 tentang Persyaratan kualitas air minum.*

Collins M. R, A. N. Begin, J. P. Musich dan R. A. Le Craw, 2003. **Assessment Of Various Pretreatment And “Packaged” Construction Of A Slow Sand Filtration Facility**. University of New Hampshire, Proceeding of AWWA Annual Conference, Anaheim.

Gehlen, Irfan dan M. Robin Collins, 2005. **By Gravel Enhanced Organic Precursor Removals Roughing Filter**. <http://www.Epa.Gov/owmitnet/mtbfact.htm>.

Fitriani, N, 2010. **Pengaruh roughing filter dan slow sand filter dalam pengolahan air sumur dengan air baku dari intake karangpilang terhadap parameter fisik**. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan ITS Surabaya.

Iriawan N, Astuti S P, 2006. **Mengolah data statistik dengan mudah menggunakan minitab 14**. Penerbit Andi, Yogyakarta

Kusnaedi, 2010. **Mengolah Air Kotor Untuk Air Minum**. Penebar Swadaya, Jakarta

Mulyanto, 2007. **Fungsi dan Sifat-Sifat Sungai**. Graha Ilmu, Yogyakarta

Masduqi, dan Slamet, 2002. **Satuan Operasi Untuk Pengolahan Air**. Fakultas Teknik Lingkungan ITS, Surabaya.

Nilasari, D, 2006. **Pemanfaatan arang aktif tempurung kelapa sebagai media pada slow sand filter untuk menurunkan kekeruhan dan COD air sungai.** Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.

Putra,A, 2006. **Pemakaian Cangkang Kerang dan Batu Apung Sebagai Media Pada Roughing Filter Aliran Horizontal Dalam Menurunkan Kadar Kekeruhan dan Kesadahan Pada Air Sungai Brantas.** Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.

Rooklidge, Lloyd. Ketchum, dan Burns. 2001. **Clay Removal In Basaltic and Limestone Horizontal Roughing Filters.** Department of Civil Engineering and Geological Sciences, University of Notre Dame, Journal Environmental Research 7 (2002) 231-237.

Sunday, Arie, 2006. **Pemanfaatan Roughing Filter Aliran Up Flow Dalam Menurunkan Kadar Kekeruhan dan Kesadahan Pada Air Sungai Dengan Media Filter Batu Kapur dan Batu Kerikil.** Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.

LAMPIRAN

LAMPIRAN
HASIL ANALISIS PENELITIAN



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JLN. VETERAN TELP. (0341) 575838
MALANG 65145**

LAPORAN HASIL ANALISA

NO : LP. 515/RT.5/T.1/R.O/TT.150803/2011

Data Konsumen

Nama Konsumen : Uci Triwardani
Instansi : -
Alamat : Jln. Bendungan Bening No.49
Telepon : 085253500023
Status : Mahasiswi FTSP Teknik Lingkungan ITN Malang
Keperluan Analisis : Uji Kualitas Air Sungai Brantas
Tanggal Terima Sampel : 6 Juli 2011

Data Hasil Analisa

Pengulangan Pertama

Parameter	Kode	Hasil (mg/l)	Standart Baku Mutu	Metode Analisa
Kekeruhan	R1t0P1	53.0	5 NTU	SNI 19 6989.31-2005
	R2toP1	48.0		
	R3toP1	50.0		
	R1t1P1	43.0		
	R2t1P1	46.0		
	R3t1P1	41.0		
	R1t2P1	37.0		
	R2t2P1	37.1		
	R3t2P1	33.0		
	R1t3P1	25.9		
	R2t3P1	28.0		
	R3t3P1	23.0		

	R1t4P1	23.0		
	R2t4P1	20.0		
	R3t4P1	20.0		
	R1t5P1	9.7		
	R2t5P1	8.0		
	R3t5P1	7.5		
	R1t6P1	6.50		
	R2t6P1	5.1		
	R3t6P1	4.9		
	R1t7P1	18.0		
	R2t7P1	16.7		
	R3t7P1	16.2		
	R1t8P1	31.4		
	R2t8P1	32.2		
	R3t8P1	29.0		

Pengulangan Kedua

Parameter	Kode	Hasil (mg/l)	Standart Baku Mutu	Metode Analisa
Kekeruhan	R1t0P2	53.1	5 NTU	SNI 19 6989.31-2005
	R2toP2	48.0		
	R3toP2	50.0		
	R1t1P2	43.1		
	R2t1P2	45.1		
	R3t1P2	41.0		
	R1t2P2	37.2		
	R2t2P2	37.1		
	R3t2P2	33.1		
	R1t3P2	25.8		
	R2t3P2	28.0		
	R3t3P2	23.1		
	R1t4P2	23.0		
	R2t4P2	20.0		
	R3t4P2	20.0		
	R1t5P2	9.8		
	R2t5P2	8.1		
	R3t5P2	7.6		
	R1t6P2	6.5		
	R2t6P2	5.0		
	R3t6P2	4.9		

	R1t7P2	18.0		
	R2t7P2	16.1		
	R3t7P2	17.1		
	R1t8P2	31.4		
	R2t8P2	29.1		
	R3t8P2	30.0		

Pengulangan Ketiga

Parameter	Kode	Hasil (mg/l)	Standart Baku Mutu	Metode Analisa
Kekeruhan	R1t0P3	53.0	5 NTU	SNI 19 6989.31-2005
	R2toP3	48.1		
	R3toP3	50.2		
	R1t1P3	43.3		
	R2t1P3	45.2		
	R3t1P3	41.2		
	R1t2P3	37.2		
	R2t2P3	37.2		
	R3t2P3	33.2		
	R1t3P3	25.9		
	R2t3P3	28.0		
	R3t3P3	23.0		
	R1t4P3	23.2		
	R2t4P3	20.0		
	R3t4P3	20.1		
	R1t5P3	9.8		
	R2t5P3	8.2		
	R3t5P3	7.6		
	R1t6P3	6.5		
	R2t6P3	5.0		
	R3t6P3	4.8		
	R1t7P3	18.0		
	R2t7P3	16.6		
	R3t7P3	16.1		
	R1t8P3	29.4		
	R2t8P3	32.0		
	R3t8P3	29.0		

Catatan :

Hasil analisa ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat itu.



Ketua


Sasangka Prasetyawan, MS.
NIP. 19630404 198701 1 001

Malang, 7 Juli 2011
Kalab. Lingkungan



Ir. Bambang Ismuyanto, MS.
NIP. 19600504 198603 1 003



LABORATORIUM TEKNIK LINGKUNGAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

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

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

Malang 65145



HASIL ANALISIS SAMPEL

a.n. : UCI TRIWARDANI (NIM : 07.26.010)
Alamat : Mahasiswa Teknik Lingkungan ITN Malang
Lokasi : Sungai Brantas Jalan Cibuni, Kota Malang
Sampling : Oleh konsumen
Analisis : Oleh konsumen
Tanggal Analisis Sampel : 6 Juli – 8 Juli 2011

Variasi media	Waktu (hari)	Pengulangan 1	Pengulangan 2	Pengulangan 3	Rata-rata Kesadahan Akhir (NTU)
P1	0	508.66	508.66	508.66	508.66
	1	350	350.1	350.1	350.06
	2	320	320	320	320.00
	3	285.6	285.7	285.7	285.66
	4	249	249	249	249.00
	5	215	215	215	215.00
	6	180	180	180	180.00
	7	148	148	148	148.00
	8	167	167	167	167.00
	9	193	193	193	193.00
P2	0	508.66	508.66	508.66	508.66
	1	340	340	340	340.00
	2	304	304	304.2	304.06
	3	271	271	271	271.00
	4	236	236	236	236.00
	5	201	201	201	201.00
	6	166	166	166	166.00
	7	141	141	141	141.00
	8	173	173	173	173.00
	9	195	195	195	195.00

LABORATORIUM TEKNIK LINGKUNGAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

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

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

Malang 65145



P3	0	508.66	508.66	508.66	508.66
	1	337	337	337	337.00
	2	307	307	307	307.00
	3	270	270	270	270.00
	4	235	235	235	235.00
	5	195	195	195	195.00
	6	150	150	150	150.00
	7	121	121	121	121.00
	8	140	140	140	140.00
	9	166.1	1.66	1.66	166.03

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

Asisten Laboratorium Pendamping

IMELDA WATY FUNAN

NIM: 0826019

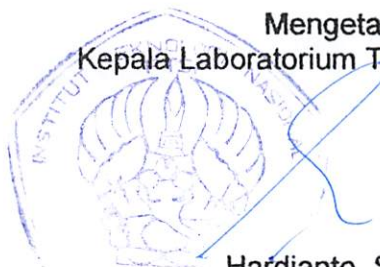
Malang, 28 Juli 2011

Mahasiswa

UCI TRIWARDANI

NIM: 0726010

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Teknik Lingkungan



Hardianto, ST, MT
NIP.Y : 1030000350

LAMPIRAN
PERENCANAAN DESAIN

RUMUS PERHITUNGAN DESAIN REAKTOR

Volume filter = luas alas x tinggi

Volume rongga = volume filter x porositas

Dari volume rongga maka dapat dihitung :

$$A = \frac{\text{volume rongga}}{\text{tinggi media}}$$

$$Q = A \times v$$

$$NRe = \frac{\phi \cdot d \cdot v_s}{\nu} = C_D \text{ (koefisien drag) untuk nilai } NRe > 1 :$$

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

Kehilangan tekanan :

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

$$t_D = \frac{h}{v_s}$$

debit (m3/dtik)	luas rongga (m2)	kecepatan (m/dtik)	Nre	Cd	HL (meter)	akar Nre	V kuadrat	porositas pngkt 4
0.0000024	0.0192	0.000125	0.45245	40.47989	0.000117048	0.672647621	1.5625E-08	0.05308416
0.0000024	0.016	0.00015	0.62827	34.40372	0.000299485	0.792632222	2.25E-08	0.0256
0.0000024	0.0172	0.000139535	0.56279	36.3308	0.000212806	0.750191749	1.947E-08	0.03418801
0.0000024	0.0192	0.000125	0.45245	40.47989	0.000136555	0.672647621	1.5625E-08	0.05308416
0.0000024	0.016	0.00015	0.62827	34.40372	0.000256702	0.792632222	2.25E-08	0.0256
0.0000024	0.0172	0.000139535	0.56279	36.3308	0.000212806	0.750191749	1.947E-08	0.03418801
0.0000024	0.0192	0.000125	0.45245	40.47989	0.000156063	0.672647621	1.5625E-08	0.05308416
0.0000024	0.016	0.00015	0.62827	36.11668	0.000359311	0.792632222	2.25E-08	0.0256
0.0000024	0.0172	0.000139535	0.56279	43.73505	0.000146387	0.750191749	1.947E-08	0.03418801
0.0000024		0.00006	13.0634	7.810271	$1.067 \cdot N_{11} \cdot (B_{11}/0.2) \cdot (Q_{11}/9.8)$	3.614326671	3.6E-09	

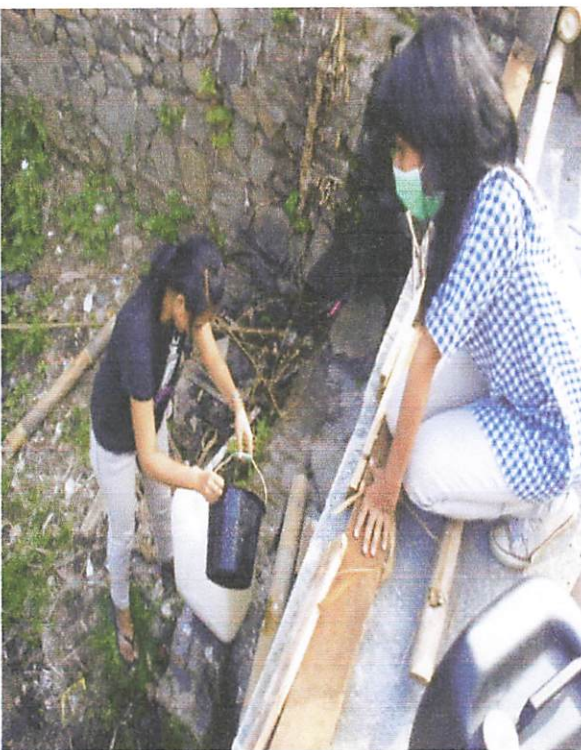
(Sumber : Hasil Perhitungan) karena pada desain reactor untuk roughing kecepatan filtrasi yang paling optimum berkisar antara 0,3-1 m/jam, setelah di hitung ternyata memenuhi syarat desain dari *roughing filter* aliran *horizontal*.

media	panjang (m)	diameter (m)	faktor bentuk	porositas	luas (m ²)	Volume filter (m ³)	Volume rongga (m ³)	kecepatan asumsi (m/detik)
cangkang	0.3	0.00475	0.7	0.48	0.04	0.012	0.00576	0.00006
batu apung	0.35	0.00475	0.81	0.4	0.04	0.014	0.0056	0.00006
arang	0.35	0.00475	0.78	0.43	0.04	0.014	0.00602	0.00006
cangkang	0.35	0.00475	0.7	0.48	0.04	0.014	0.00672	0.00006
batu apung	0.3	0.00475	0.81	0.4	0.04	0.012	0.0048	0.00006
arang	0.35	0.00475	0.78	0.43	0.04	0.014	0.00602	0.00006
cangkang	0.4	0.00475	0.7	0.48	0.04	0.016	0.00768	0.00006
batu apung	0.4	0.00475	0.81	0.4	0.04	0.016	0.0064	0.00006
arang	0.2	0.00475	0.78	0.43	0.04	0.008	0.00344	0.00006
ruang inlet	0.2				0.04	0.008		0.00006

LAMPIRAN
DOKUMENTASI PENELITIAN

DOKUMENTASI

PENGAMBILAN SAMPEL AIR



DO (MENTAL)

RECEIVED JAN 21 1964

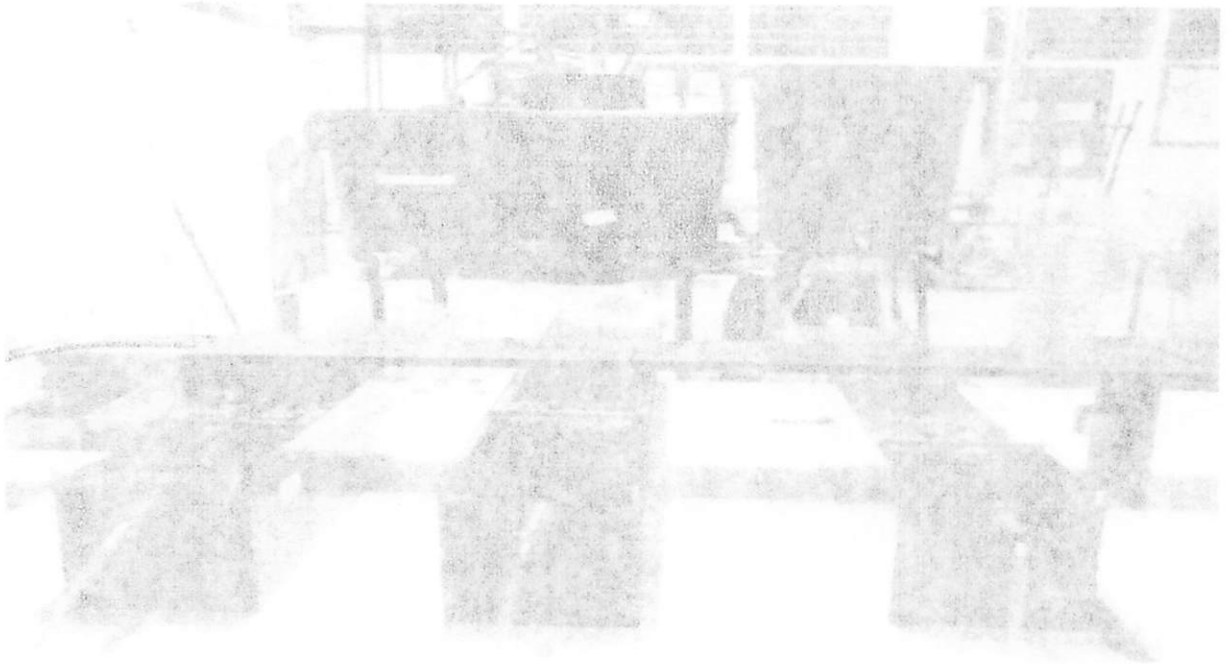


DOKUMENTASI

ALAT ROUGHING FILTER ALIRAN HORIZONTAL



DOKUMENTASI
ALAT ROUGHING FILTER ALIRAN HORIZONTAL



DOKUMENTASI

MEDIA CANGKANG KERANG, BATU APUNG, DAN ARANG AKTIF TEMPURUNG KELAPA



PERATURAN

INFORMASI DAN KOMUNIKASI, DAN KEMENTERIAN KEMAHANTRAHAN

REVISI



LAMPIRAN
PERATURAN
PERUNDANG - UNDANGAN



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

PERATURAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA

NOMOR 492/MENKES/PER/IV/2010

TENTANG

PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA,

- Menimbang : a. bahwa agar air minum yang di konsumsi masyarakat tidak menimbulkan gangguan kesehatan perlu ditetapkan persyaratan kesehatan kualitas air minum;
- b. bahwa Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 907/Menkes/SK/VII/2002 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Air Minum dipandang tidak memadai lagi dalam rangka pelaksanaan pengawasan air minum yang memenuhi persyaratan kesehatan;
- c. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan huruf b, perlu menetapkan Persyaratan Kualitas Air Minum dengan Peraturan Menteri Kesehatan;
- Mengingat : 1. Undang-Undang Nomor 4 Tahun 1984 tentang Wabah Penyakit Menular (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1984 Nomor 20, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3273);
2. Undang-Undang Nomor 8 Tahun 1999 tentang Perlindungan Konsumen (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1999 Nomor 42, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3821);
3. Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004, Nomor 32, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4377);
4. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004 Nomor 125, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4437), sebagaimana telah diubah beberapa kali terakhir dengan Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2008 tentang perubahan kedua atas Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Nomor 59, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4844);



**MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA**

5. Undang-Undang Nomor 36 Tahun 2009 tentang Kesehatan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 144, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5063);
6. Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2001 Nomor 153, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4161);
7. Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2005 tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2005 Nomor 33, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4161);
8. Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2007 tentang Pembagian Urusan antara Pemerintah, Pemerintah Daerah Provinsi dan Pemerintah Daerah Kabupaten/Kota (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 82, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4737);
9. Peraturan Pemerintah Nomor 42 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sumber Daya Air (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Nomor 82, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4858);
10. Peraturan Presiden Nomor 47 Tahun 2009 tentang Pembentukan dan Organisasi Kementerian Negara;
11. Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Nomor 705/MPP/Kep/11/2003 tentang Persyaratan Teknis Industri Air Minum Dalam Kemasan dan Perdaganganannya;
12. Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Nomor 651/MPP/Kep/10/2004 tentang Persyaratan Teknis Depot Air Minum;
13. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 1575/Menkes/Per/XI/2005 tentang Susunan Organisasi dan Tata Kerja Departemen Kesehatan sebagaimana telah diubah beberapa kali terakhir dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 439/Menkes/Per/VI/2009;
14. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum;
15. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 922/Menkes/SK/VIII/2008 tentang Pembagian Urusan Pemerintahan Provinsi dan Pemerintah Kabupaten/Kota bidang Kesehatan;
16. Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 852/Menkes/SK/IX/2008 tentang Strategi Nasional Sanitasi Total Berbasis Masyarakat;



**MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA**

17. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor
01/PRT/M/2009 tentang Penyelenggaraan
Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum Bukan
Jaringan Perpipaan;

MEMUTUSKAN:

Menetapkan : **PERATURAN MENTERI KESEHATAN TENTANG
PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM.**

Pasal 1

Dalam Peraturan ini yang dimaksud dengan:

1. Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.
2. Penyelenggara air minum adalah badan usaha milik negara/badan usaha milik daerah, koperasi, badan usaha swasta, usaha perorangan, kelompok masyarakat dan/atau individual yang melakukan penyelenggaraan penyediaan air minum.
3. Pemerintah daerah adalah gubernur, bupati, atau walikota dan perangkat daerah sebagai unsur penyelenggara pemerintahan daerah.
4. Kantor Kesehatan Pelabuhan yang selanjutnya disingkat KKP adalah unit pelaksana teknis Kementerian Kesehatan di wilayah pelabuhan, bandara dan pos lintas batas darat.
5. Menteri adalah menteri yang tugas dan tanggung jawabnya di bidang kesehatan.
6. Badan Pengawasan Obat dan Makanan yang selanjutnya disingkat BPOM adalah badan yang bertugas di bidang pengawasan obat dan makanan sesuai peraturan perundang-undangan.

Pasal 2

Setiap penyelenggara air minum wajib menjamin air minum yang diproduksinya aman bagi kesehatan.

Pasal 3

- (1) Air minum aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan.
- (2) Parameter wajib sebagaimana dimaksud pada ayat (1) merupakan persyaratan kualitas air minum yang wajib diikuti dan ditaati oleh seluruh penyelenggara air minum.
- (3) Pemerintah daerah dapat menetapkan parameter tambahan sesuai dengan kondisi kualitas lingkungan daerah masing-masing dengan mengacu pada parameter tambahan sebagaimana diatur dalam Peraturan ini.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

- (4) Parameter wajib dan parameter tambahan sebagaimana dimaksud pada ayat (2) sebagaimana tercantum dalam Lampiran Peraturan ini.

Pasal 4

- (1) Untuk menjaga kualitas air minum yang dikonsumsi masyarakat dilakukan pengawasan kualitas air minum secara eksternal dan secara internal.
- (2) Pengawasan kualitas air minum secara eksternal merupakan pengawasan yang dilakukan oleh Dinas Kesehatan Kabupaten/Kota atau oleh KKP khusus untuk wilayah kerja KKP.
- (3) Pengawasan kualitas air minum secara internal merupakan pengawasan yang dilaksanakan oleh penyelenggara air minum untuk menjamin kualitas air minum yang diproduksi memenuhi syarat sebagaimana diatur dalam Peraturan ini.
- (4) Kegiatan pengawasan kualitas air minum sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi inspeksi sanitasi, pengambilan sampel air, pengujian kualitas air, analisis hasil pemeriksaan laboratorium, rekomendasi dan tindak lanjut.
- (5) Ketentuan lebih lanjut mengenai tatalaksana pengawasan kualitas air minum ditetapkan oleh Menteri.

Pasal 5

Menteri, Kepala BPOM, Kepala Dinas Kesehatan Propinsi dan Kepala Dinas Kesehatan Kabupaten/Kota melakukan pembinaan dan pengawasan terhadap pelaksanaan Peraturan ini sesuai dengan tugas dan fungsi masing-masing.

Pasal 6

Dalam rangka pembinaan dan pengawasan, Menteri dan Kepala BPOM dapat memerintahkan produsen untuk menarik produk air minum dari peredaran atau melarang pendistribusian air minum di wilayah tertentu yang tidak memenuhi persyaratan sebagaimana diatur dalam Peraturan ini.

Pasal 7

Pemerintah atau pemerintah daerah sesuai kewenangannya memberikan sanksi administratif kepada penyelenggara air minum yang tidak memenuhi persyaratan kualitas air minum sebagaimana diatur dalam Peraturan ini.

Pasal 8

Pada saat ditetapkannya Peraturan ini, maka Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 907/Menkes/SK/VII/2002 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum sepanjang mengenai persyaratan kualitas air minum dicabut dan dinyatakan tidak berlaku.

қарқындылықпен жүргізілген

жұмыстарға үлгі болуына ықпал ететіндей жағдайларды жасауға бағытталған. Осы мақсатпен 1990 жылғы 12-ші қаңтардағы № 1-ші қаулымен бекітілген "Қазақстан Республикасының 1990 жылғы 12-ші қаңтардағы № 1-ші қаулымен бекітілген"

1-ші қаулы

жұмыстарға үлгі болуына ықпал ететіндей жағдайларды жасауға бағытталған

"Қазақстан Республикасының 1990 жылғы 12-ші қаңтардағы № 1-ші қаулымен бекітілген" жұмыстарға үлгі болуына ықпал ететіндей жағдайларды жасауға бағытталған

1-ші қаулы

жұмыстарға үлгі болуына ықпал ететіндей жағдайларды жасауға бағытталған

"Қазақстан Республикасының 1990 жылғы 12-ші қаңтардағы № 1-ші қаулымен бекітілген" жұмыстарға үлгі болуына ықпал ететіндей жағдайларды жасауға бағытталған

LAMPIRAN

1-ші қаулы

жұмыстарға үлгі болуына ықпал ететіндей жағдайларды жасауға бағытталған

"Қазақстан Республикасының 1990 жылғы 12-ші қаңтардағы № 1-ші қаулымен бекітілген" жұмыстарға үлгі болуына ықпал ететіндей жағдайларды жасауға бағытталған

1-ші қаулы

жұмыстарға үлгі болуына ықпал ететіндей жағдайларды жасауға бағытталған

(2) жұмыстарға үлгі болуына ықпал ететіндей жағдайларды жасауға бағытталған

жұмыстарға

жұмыстарға үлгі болуына ықпал ететіндей жағдайларды жасауға бағытталған

(3) жұмыстарға үлгі болуына ықпал ететіндей жағдайларды жасауға бағытталған

жұмыстарға үлгі болуына ықпал ететіндей жағдайларды жасауға бағытталған

(4) жұмыстарға үлгі болуына ықпал ететіндей жағдайларды жасауға бағытталған

жұмыстарға үлгі болуына ықпал ететіндей жағдайларды жасауға бағытталған

(5) жұмыстарға үлгі болуына ықпал ететіндей жағдайларды жасауға бағытталған

жұмыстарға үлгі болуына ықпал ететіндей жағдайларды жасауға бағытталған

(6) жұмыстарға үлгі болуына ықпал ететіндей жағдайларды жасауға бағытталған

жұмыстарға үлгі болуына ықпал ететіндей жағдайларды жасауға бағытталған

1-ші қаулы

жұмыстарға үлгі болуына ықпал ететіндей жағдайларды жасауға бағытталған

(7) жұмыстарға үлгі болуына ықпал ететіндей жағдайларды жасауға бағытталған

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
АЛМАТЫ АҚПАРАТТЫҚ ОРТАМ





**MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA**

Pasal 9

Peraturan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

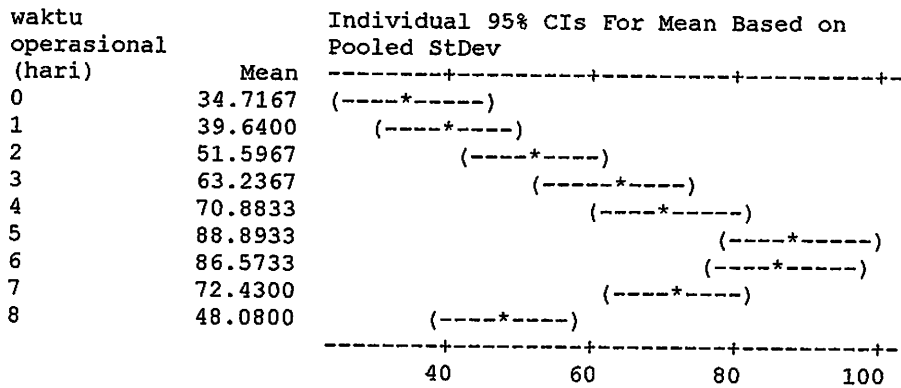
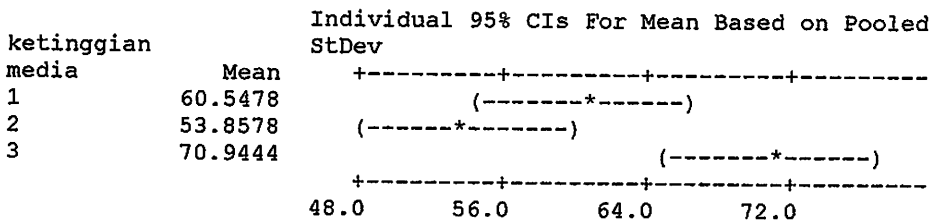
Agar setiap orang mengetahuinya, memerintahkan pengundangan peraturan ini dengan penempatannya dalam Berita Negara Republik Indonesia.

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 19 April 2010

MENTERI KESEHATAN,

ttd

dr. Endang Rahayu Sedyaningsih, MPH, Dr. PH





MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

Lampiran
Peraturan Menteri Kesehatan
Nomor : 492/Menkes/Per/IV/2010
Tanggal : 19 April 2010

PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM

I. PARAMETER WAJIB

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1) E.Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
	b. Kimia an-organik		
	1) Arsen	mg/l	0,01
	2) Fluorida	mg/l	1,5
	3) Total Kromium	mg/l	0,05
	4) Kadmium	mg/l	0,003
	5) Nitrit, (Sebagai NO_2^-)	mg/l	3
	6) Nitrat, (Sebagai NO_3^-)	mg/l	50
	7) Sianida	mg/l	0,07
	8) Selenium	mg/l	0,01
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter Fisik		
	1) Bau		Tidak berbau
	2) Warna	TCU	15
	3) Total zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500
	4) Kekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak berasa
	6) Suhu	$^{\circ}\text{C}$	suhu udara ± 3
	b. Parameter Kimiawi		
	1) Aluminium	mg/l	0,2
	2) Besi	mg/l	0,3
	3) Keadahan	mg/l	500
	4) Khlorida	mg/l	250
	5) Mangan	mg/l	0,4
	6) pH		6,5-8,5



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
	7) Seng	mg/l	3
	8) Sulfat	mg/l	250
	9) Tembaga	mg/l	2
	10) Amonia	mg/l	1,5

II. PARAMETER TAMBAHAN

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1.	KIMIAWI		
a.	Bahan Anorganik		
	Air Raksa	mg/l	0,001
	Antimon	mg/l	0,02
	Barium	mg/l	0,7
	Boron	mg/l	0,5
	Molybdenum	mg/l	0,07
	Nikel	mg/l	0,07
	Sodium	mg/l	200
	Timbal	mg/l	0,01
	Uranium	mg/l	0,015
b.	Bahan Organik		
	Zat Organik (KMnO ₄)	mg/l	10
	Deterjen	mg/l	0,05
	Chlorinated alkanes		
	Carbon tetrachloride	mg/l	0,004
	Dichloromethane	mg/l	0,02
	1,2-Dichloroethane	mg/l	0,05
	Chlorinated ethenes		
	1,2-Dichloroethene	mg/l	0,05
	Trichloroethene	mg/l	0,02
	Tetrachloroethene	mg/l	0,04
	Aromatic hydrocarbons		
	Benzene	mg/l	0,01
	Toluene	mg/l	0,7
	Xylenes	mg/l	0,5
	Ethylbenzene	mg/l	0,3
	Styrene	mg/l	0,02
	Chlorinated benzenes		
	1,2-Dichlorobenzene (1,2-DCB)	mg/l	1
	1,4-Dichlorobenzene (1,4-DCB)	mg/l	0,3
	Lain-lain		
	Di(2-ethylhexyl)phthalate	mg/l	0,008
	Acrylamide	mg/l	0,0005
	Epichlorohydrin	mg/l	0,0004
	Hexachlorobutadiene	mg/l	0,0006



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
	Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)	mg/l	0,6
	Nitrilotriacetic acid (NTA)	mg/l	0,2
c.	Pestisida		
	Alachlor	mg/l	0,02
	Aldicarb	mg/l	0,01
	Aldrin dan dieldrin	mg/l	0,00003
	Atrazine	mg/l	0,002
	Carbofuran	mg/l	0,007
	Chlordane	mg/l	0,0002
	Chlorotoluron	mg/l	0,03
	DDT	mg/l	0,001
	1,2- Dibromo-3-chloropropane (DBCP)	mg/l	0,001
	2,4 Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D)	mg/l	0,03
	1,2-Dichloropropane	mg/l	0,04
	Isoproturon	mg/l	0,009
	Lindane	mg/l	0,002
	MCPA	mg/l	0,002
	Methoxychlor	mg/l	0,02
	Metolachlor	mg/l	0,01
	Molinate	mg/l	0,006
	Pendimethalin	mg/l	0,02
	Pentachlorophenol (PCP)	mg/l	0,009
	Permethrin	mg/l	0,3
	Simazine	mg/l	0,002
	Trifluralin	mg/l	0,02
	Chlorophenoxy herbicides selain 2,4-D dan MCPA		
	2,4-DB	mg/l	0,090
	Dichlorprop	mg/l	0,10
	Fenoprop	mg/l	0,009
	Mecoprop	mg/l	0,001
	2,4,5-Trichlorophenoxyacetic acid	mg/l	0,009
d.	Desinfektan dan Hasil Sampingannya		
	Desinfektan		
	Chlorine	mg/l	5
	Hasil sampingan		
	Bromate	mg/l	0,01
	Chlorate	mg/l	0,7
	Chlorite	mg/l	0,7
	Chlorophenols		
	2,4,6 -Trichlorophenol (2,4,6-TCP)	mg/l	0,2
	Bromoform	mg/l	0,1
	Dibromochloromethane (DBCM)	mg/l	0,1
	Bromodichloromethane (BDCM)	mg/l	0,06
	Chloroform	mg/l	0,3



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
	Chlorinated acetic acids		
	Dichloroacetic acid	mg/l	0,05
	Trichloroacetic acid	mg/l	0,02
	Chloral hydrate		
	Halogenated acetonitriles		
	Dichloroacetonitrile	mg/l	0,02
	Dibromoacetonitrile	mg/l	0,07
	Cyanogen chloride (sebagai CN)	mg/l	0,07
2.	RADIOAKTIFITAS		
	Gross alpha activity	Bq/l	0,1
	Gross beta activity	Bq/l	1

MENTERI KESEHATAN,

ttd

dr. Endang Rahayu Sedyaningsih, MPH, Dr. PH