

SKRIPSI

**PEMAKAIAN CANGKANG KERANG DAN BATU APUNG
SEBAGAI MEDIA PADA *ROUGHING FILTER* ALIRAN
HORIZONTAL DALAM MENURUNKAN KADAR COD,
KEKERUHAN, DAN KESADAHAN PADA AIR SUNGAI**

Oleh :

I KADEK ARDI PUTRA

01.26.71



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2006**

3030

INTELLIGENCE INFORMATION SYSTEMS
CONTINUED FROM PAGE 100
CONTINUED FROM PAGE 100
CONTINUED FROM PAGE 100

100

100
100
100

100
100
100
100

100

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

PEMAKAIAN CANGKANG KERANG DAN BATU APUNG
SEBAGAI MEDIA PADA *ROUGHING FILTER* ALIRAN
HORIZONTAL DALAM MENURUNKAN KADAR COD,
KEKERUHAN, DAN KESADAHAN PADA AIR SUNGAI

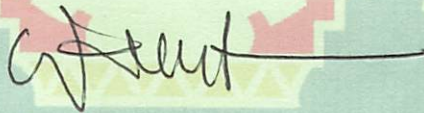
Oleh:

I KADEK ARDI PUTRA

01.26.071

Menyetujui

Dosen Pembimbing



Prof. Ir. Wahyono Hadi, MSc. Ph.D.

NIP : 130806286

Mengetahui

Ketua Jurusan/Prodi Teknik Lingkungan



Sudiyo, ST. MT

NIP. Y. 1039900327

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

**PEMAKAIAN CANGKANG KERANG DAN BATU APUNG SEBAGAI
MEDIA PADA *ROUGHING FILTER* ALIRAN HORIZONTAL DALAM
MENURUNKAN KADAR COD, KEKERUHAN, DAN KESADAHAN
PADA AIR SUNGAI**

Oleh :

I KADEK ARDI PUTRA

01.26.071

Telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji pada Ujian Komprehensif Skripsi Jurusan/Program Studi Teknik Lingkungan Jenjang Strata satu (S-1), dan diterima untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada tanggal 16 September 2006.

Mengetahui

Panitia Ujian Komprehensif Skripsi

Ketua

Sekretaris



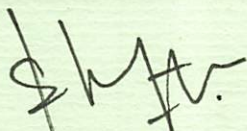
Ir. Agustina Nurul H. MPP
NIP. Y. 103900214

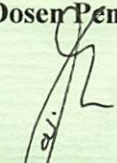

Sudiro, ST. MT
NIP. Y. 1039900327

Dewan Penguji

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II


Evy Hendriarianti, ST. MMT
NIP. P. 1030300382


Candra Dwiratna, ST. MT
NIP. Y. 1030000349



KU PERSEMBAHKAN KARYA KECIL KU KEPADA :

Juhan-Mu Yang Maha Esa, Ida Yang Hyang Widhi
Was, Dan Dewi Saraswati yang selalu menuntun
ilmunya ke pada-Mu



Selalu-Mu yang telah menuntun, menjaga dan melindungi aku
Stek-nenek yang selalu menjaga Dek
Bapak dan Ibu tercinta, ♡ Ni Nyoman Kentu

Stek-Mu, Ni Nyoman Kentu
Stek-Mu, Ni Nyoman Kentu
Stek-Mu, Ni Nyoman Kentu
Stek-Mu, Ni Nyoman Kentu
Stek-Mu, Ni Nyoman Kentu
Stek-Mu, Ni Nyoman Kentu

Stek-Mu, Ni Nyoman Kentu
Stek-Mu, Ni Nyoman Kentu
Stek-Mu, Ni Nyoman Kentu
Stek-Mu, Ni Nyoman Kentu
Stek-Mu, Ni Nyoman Kentu
Stek-Mu, Ni Nyoman Kentu

Ucapan Terima Kasih

Om Swastiasu,

- ❖ Angayu bagia (terima kasih) yang tak terhingga kepada *Tuhan Yang Maha Esa/ Ida Sang Hyang Widhi Wasa* atas Asung Kertha Wara Nugrahanya, sehingga penulisan karya kecil ini dapat selesai tepat pada waktunya dengan hasil yang memuaskan.
- ❖ Bapak Prof. Ir. Wahyono Hadi, MSc, Ph.D., ITS Surabaya terima kasih atas bimbingan skripsinya sehingga dapat selesai dengan baik. Bapak Sudiro, ST, MT., Bapak Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, Msi., Ibu Anis Artiyani, ST., Ibu Candra Dwiratna, ST, MT., Ibu Evy Hendriarianti, ST, MMT., Ibu Tuani Lidyawati, ST, MT., terima kasih atas bimbingan dan pengetahuannya selama ini semoga Teknik Lingkungan ITN Malang tambah maju.....Hidup Lingkungan!!!
- ❖ Ayah-Bunda tercinta dan tersayang, terima kasih atas semua kasih sayang, kebahagiaan, doa restu dan kerja keras-nya dari keringat-mulah akhirnya Kadek bisa jadi Sarjana. Doa Kadek semoga *Ida Sang Hyang Widhi Wasa* selalu melimpahkan kesehatan dan umur panjang.....Terima kasih Tuhan Engkau berikan Orang Tua yang Paling Sabar dan Paling Baik.
- ❖ Mbok Ayuk, kakak-ku tersayang yang paling Cantik dan Baik makasih doanya dan kiriman tambahannya,.....Semoga Sukses!!!
- ❖ Mang Yok, adik-ku yang nakal dan ganteng, makasih juga doanya dan udah bantuin Memek, Bapak, selama Dek nggak ada, jangan bandel lagi, rajin belajar...
- ❖ Juga untuk Rudita "Toto" sklg, Iwa Ada sklg, Pak De Tirta sklg, Wayan Suarna sklg, Mbok Dode sklg, dan semua keluarga besar-ku di Bali...
- ❖ Odon dan Wik, terima kasih atas dukungannya dan Doa-Nya. Semoga langgeng dan cepet nikah. Ajake saling walek di Bali...
- ❖ Buat keponakan-ku Haris, Adelia, Kadek bule, Gek Dian, Luh Acik, jangan bandel n rajin belajar...
- ❖ Buat temen² di Bali Doel, Wahyu, Nata, Haris, Edik_Jaya Giri, Gek Ima, Gek Dian, Two Gek, Cokti aku pulang.....
- ❖ Buat temen² Joyo Grand, Gun corry maluan rage mulih, Anom, Rai (Liana dan Ayuknya), Kacong_Merynya, Tut Dina_Ayuknya, Arik, Yudik, Eka Muel, Lolet, Jimmy, Krosing, Mang Jo rage mulih malunan nah....
- ❖ Buat temen² di Malang Asih, Tika, Kadek, Dek Ari, Terima kasih atas kebersamaanya dan menjadi temen-Ku...
- ❖ Untukmu Kekasih-Ku, Gek_Nonik, karenamu aku bisa semangat dan bisa bangkit, pengertianmu begitu berharga bagiku, kau warnai hidupku, jangan bosan nasehatin aku ya, aku sayang kamu...

❧ Mbok dewik, Mbok Rahayu, terima kasih atas penjelasannya dan dukungannya.... Matusuksme...

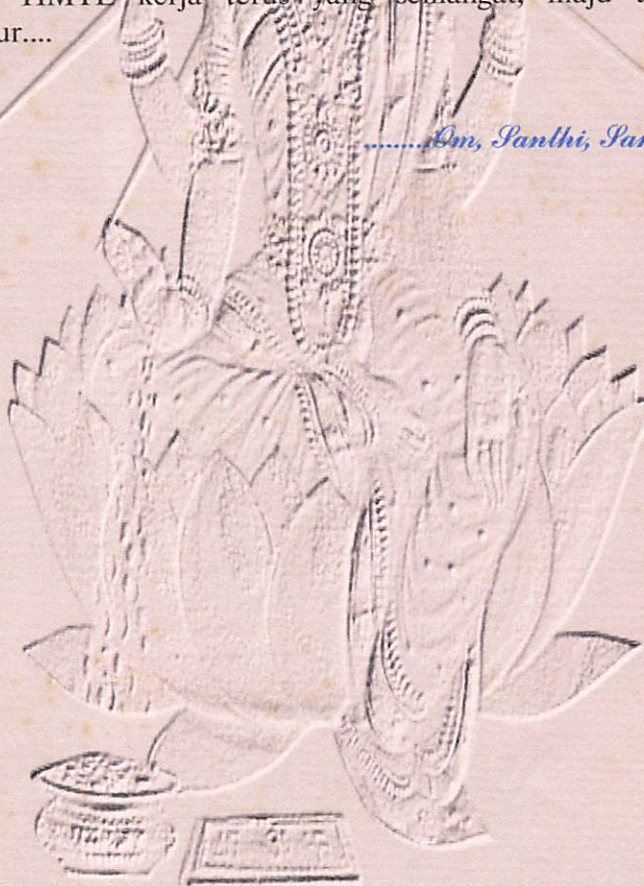
❧ Arek² 01, Wawan sampah (maluan ci skripsi tapi barengan **Lulus**, hahaha...), Widi membran (thanks banget atas pengertiannya....corry nah), Putu ntar kalo ke Bali hubungi aku dan selamat jadi juragan kelapa sawit, Taufik membran jadi bapak yang baik ya..., Indra tawas, Nila sekam padi corry aku ngerjain kamu terus, Manik batubara, Eva Triyuni UV jangan diem aja ngomong donk, Maria, Lilik paping, Devi batu kapur, Ika kelor, Ina tanah, Noy batako... akhirnya aku bisa **Lulus** bareng kalian, thanks bantuannya selama ini...

❧ Buat temen 01 yang lain club ceria (Nensi, Eka, Ajeng, Wulan, Diah, Lilik, Eva, Desi) Novia thanks atas makan²nya dan Cowok²nya Bayu, Gafur, Jaki, Zainal, Teguh, Erwin_Nini, Hermawan, Aziz, Nesta, Gepeng, Dody, Yudha, Yudis, Wildan, Pay, Apay_Think, Temen² lain Anee, Tini, Prana thanks dah perbaiki komputer-ku, Candra, selamat berjuang dan semoga sukses...

❧ Buat anak² Jaya-Giri, Kepisah, dan Klandis thanks dah jadi temen-ku....Rage kel milih Ke **BALI** ne....

❧ Anak² HMTL kerja terus yang semangat, maju terus pantang mundur....

.....*Om, Panthi, Panti, Panthi*



Ardi Putra, I Kadek. 2006. *Pemakaian Cangkang Kerang Dan Batu Apung Sebagai Media Pada Roughing Filter Aliran Horizontal Dalam Menurunkan Kadar COD, Kekeruhan ,Dan Kesadahan Pada Air Sungai*. Skripsi, Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang. Pembimbing : Prof. Ir. Wahyono Hadi, MSc. Ph.D.

ABSTRAK

Air merupakan kebutuhan dasar yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Karena keberadaannya yang sangat penting tersebut, maka berbagai usaha dilakukan untuk memperolehnya dengan memanfaatkan air dari berbagai sumber, yaitu air permukaan (sungai, danau, dan lain-lain), air tanah bahkan air hujan. Air sungai biasanya tidak dapat langsung digunakan, karena umumnya kotor dan tercemar. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan air untuk memenuhi syarat sebagai air minum/air bersih dengan pengolahan pendahuluan salah satunya dengan menggunakan proses filtrasi, yaitu dengan memakai alat *roughing filter* aliran horizontal.

Penelitian bertujuan untuk mengetahui kemampuan cangkang kerang dan batu apung sebagai media pada *roughing filter* aliran horizontal terhadap penurunan konsentrasi kekeruhan, kesadahan, dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) dengan melakukan variasi terhadap panjang media yaitu panjang media cangkang kerang 100 cm, panjang media batu apung 100 cm, panjang media cangkang kerang 50 cm : batu apung 50 cm, panjang media batu apung 50 cm : cangkang kerang 50 cm dan waktu pengambilan sampel yaitu 15 menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit, 180 menit dan 210 menit.

Dari hasil penelitian diperoleh persentase penurunan akhir kekeruhan yang paling tinggi sebesar 90,92 %, persentase penurunan akhir kesadahan yang paling tinggi sebesar 52,48 % sedangkan persentase penurunan akhir COD yang 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 (Keputusan Menteri Kesehatan R. I. No. 907 / MENKES / SK / VII / 2002). Untuk nilai konsentrasi akhir kesadahan 81,65 mg/l telah memenuhi standart kualitas air bersih, dimana konsentrasi kesadahan maksimum yang diperbolehkan adalah 500 mg/l (Keputusan Menteri Kesehatan R. I. No. 907 / MENKES / SK / VII / 2002). Sedangkan nilai akhir konsentrasi 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)

Kata Kunci: Air Sungai, Batu apung, Cangkang kerang, COD, *Horizontal Roughing filter*, Kekeruhan, Kesadahan.

Ardi Putra, I Kadek, 2006. *The Use of Mollusk Shell and Float Stone as Medium of Horizontal Flow Roughing Filter To Reduce COD, Turbidity, and Hardness of River Water*. Thesis, Environment Engineering Specialty, National Technology Institute of Malang. Supervisor: Prof. Ir. Wahyono Hadi, MSc. Ph.D.

ABSTRACT

Water remains as very important main necessity of life. Due to its prominence, many efforts have been considered to take benefit from water through some sources such as surface water (river, lake, and other), ground water, or even rainfall. River water doesn't directly seem to be used, because of its dirtiness and pollution. Water processing, therefore, will be important to obtain the requirement of drinking water / clean water through pretreatment including to filtration process, using horizontal flow *roughing filter*.

Research aims at observing the ability of mollusk shell and float stone as medium of horizontal flow *roughing filter* toward the decrease of turbidity, hardness, and COD (*Chemical Oxygen Demand*) through varying medium length, such as 100 cm length of mollusk shell medium, 100 cm length of float stone medium, 50 cm length of mollusk shell : 50 cm length of float stone media, 50 cm length of float stone : 50 cm length of mollusk shell, while sample collection timing involves 15 minutes, 30 minutes, 60 minutes, 90 minutes, 120 minutes, 150 minutes, 180 minutes, and 210 minutes.

Results of research indicate that the highest final turbidity decrement percentage will be 90.92 %. The highest final hardness decrement percentage must be 52.48 %. The highest final COD decrement percentage reaches about 47.36%. The most important consideration relates to the variation of 50 cm float stone : 50 cm mollusk shell media at 210 minutes sample collection. The final concentration value of turbidity of 5.17 NTU seems far from drinking water quality standard, where expected maximum turbidity concentration attains for 5 NTU. (Indonesian Republic Health Minister Decree No. 907/MENKES/SK/VII/2002). The final concentration value of hardness of 81,65 mg/l has been achieved drinking water quality standard, where expected maximum hardness concentration concerns with 500 mg/l (Indonesian Republic Health Minister Decree No. 907/MENKES/SK/VII/2002). The final concentration value of COD of 15,16 mg/l appears further than clean water quality standard, where expected maximum turbidity concentration achieves for 10 mg/l (Indonesian Republic Health Minister Decree No. 907/MENKES/SK/VII/2002).

Keywords: COD, Float stone, Hardness, Horizontal *Roughing Filter*, Mollusk Shell, River Water ,Turbidity.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran IDA SANG HYANG WIDHI WASA yang telah melimpahkan rahmat -Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul ***“Pemakaian Cangkang Kerang dan Batu Apung Sebagai Media Pada Roughing Filter Aliran Horizontal dalam Menurunkan Kadar COD, Kekeruhan, dan Kesadahan pada Air Sungai ”*** 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 Ketua Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
2. Bapak Prof. DR. Ir. Wahyono Hadi, MSc, Ph.D, selaku dosen pembimbing.
3. Evy Hendriarianti, ST. MMT, selaku Dosen Penguji I.
4. Ibu Candra Dwiratna, ST. MT, selaku Dosen Penguji II dan Kepala Laboratorium Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
5. Ibu Anis Artiyani, ST, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
6. Dosen-dosen pengajar dan staf Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
7. Teman-teman Teknik Lingkungan Angkatan '01 dan semua pihak yang telah membantu dan 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 2006

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	
LEMBAR PENGESAHAN	
LEMBAR PERSEMBAHAN	
ABSTRAKSI.....	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan.....	2
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sumber Air Minum.....	4
2.1.1 Air Laut	4
2.1.2 Air Hujan.....	4
2.1.3 Air Permukaan	4
2.1.4 Air Tanah	5
2.2 Air Sungai	6
2.3 Air Parameter-parameter Air Bersih	7
2.3.1 Kekeruhan	7
2.3.1 Kesadahan	8
2.3.1 COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>).....	9
2.4 Jenis Media.....	10

2.4.1 Bentuk Butiran Dan Variasi Bentuk	10
2.4.2 Cangkang Kerang.....	12
2.4.2 Batu Apung	14
2.5 Aktivasi	15
2.6 Pengertian Filtrasi	16
2.7 Jenis-jenis Filter	16
2.7.1 Berdasarkan Kecepatan Aliran.....	16
2.7.2 Berdasarkan Arah Aliran.....	17
2.7.3 Berdasarkan Tekanan yang Bekerja Pada Media.....	17
2.7.4 Penyaringan Langsung (<i>Direct Filtration</i>).....	18
2.7.5 Roughing Filter	18
2.7.5.1 Roughing Filter Aliran Horizontal	19
2.8 Mekanisme Filtrasi.....	19
2.9 Faktor-faktor yang mempengaruhi Proses Filtrasi	21
2.10 Hidrolika Filtrasi	23
2.11 Kriteria Desain <i>Roughing Filter</i>	24
2.12 Metode Pengolahan Data	26
2.12.1 Statistik Deskriptif	26
2.12.2 Statistik Inferensi	28
2.12.3 Generalisasi Dan Kesimpulan Analisis Data	32

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian	33
3.2 Lokasi Penelitian.....	33
3.3 Variabel Penelitian	33
3.4 Alat dan bahan Penelitian.....	34
3.4.1 Sampel Air	34
3.4.2 Alat Penelitian.....	34
3.4.3 Bahan Penelitian.....	34
3.4.4 Prosedur Pembuatan Alat	34
3.4.5 Penyiapan Media Filter	35
3.4.6 Pengoperasian Alat.....	36

3.5 Parameter Uji	36
3.5.1 Analisa Kekeruhan	36
3.5.2 Analisa Kesadahan	36
3.5.3 Analisa COD	36
3.6 Analisa Data	37
3.7 Kerangka Penelitian	37

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian	39
4.2 Analisa Penurunan Kekeruhan	42
4.2.1 Analisa Deskriptif	42
4.2.2 Analisa ANOVA	46
4.2.3 Analisa Korelasi	47
4.2.4 Analisa Regresi	48
4.2.5 Pembahasan Penurunan Konsentrasi Kekeruhan	50
4.3 Analisa Penurunan Kesadahan	52
4.3.1 Analisa Deskriptif	52
4.3.2 Analisa ANOVA	56
4.3.3 Analisa Korelasi	57
4.3.4 Analisa Regresi	58
4.3.5 Pembahasan Penurunan Konsentrasi Kesadahan	60
4.4 Analisa Penurunan COD	62
4.4.1 Analisa Deskriptif	62
4.4.2 Analisa ANOVA	66
4.4.3 Analisa Korelasi	66
4.4.4 Analisa Regresi	68
4.2.5 Pembahasan Penurunan Konsentrasi COD	70

BAB V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan	72
5.2 Saran	73

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kandungan Kesadahan Dalam Air.....	9
Tabel 2.2	Nilai Faktor Kebulatan, Faktor Bentuk dan Porositas Berdasarkan Gambaran Bentuk Butiran.....	11
Tabel 2.3	Uji Fisik Cangkang Kerang.....	13
Tabel 2.4	Uji Kimia Cangkang Kerang.....	13
Tabel 2.5	Ringkasan Parameter-parameter Desain	24
Tabel 2.6	Perbedaan Antara Upflow Roughing Filter, Slow Sand Filter dan Rapid San Filter.....	25
Tabel 2.7	Koefisien Korelasi <i>Guilford</i>	29
Tabel 4.1	Nilai Awal Konsentrasi Kekeruhan, Kesadahan dan COD.....	39
Tabel 4.2	Nilai Akhir Konsentrasi Kekeruhan pada Air Sungai.....	39
Tabel 4.3	Nilai Akhir Konsentrasi Kesadahan pada Air Sungai.....	40
Tabel 4.4	Nilai Akhir Konsentrasi COD pada Air Sungai.....	41
Tabel 4.5	Persentase Penurunan Konsentrasi Kekeruhan	44
Tabel 4.6	Hasil Uji ANOVA Penurunan Kekeruhan Pada Proses Filtrasi dengan Alat <i>Roughing Filter</i> Aliran Horizontal.....	46
Tabel 4.7	Korelasi antara Persentase Penurunan Kekeruhan, Waktu Operasional dan Perbandingan Media Cangkang Kerang dan Batu Apung pada Proses Filtrasi dengan Alat <i>Roughing Filter</i> Aliran Horizontal.....	47
Tabel 4.8	Koefisien Persamaan Regresi Persentase Penurunan Kekeruhan Proses Filtrasi dengan Alat <i>Roughing Filter</i> Aliran Horizontal.....	48
Tabel 4.9	Hasil Uji Kelinieran Analisa Regresi Persentase Penurunan Kekeruhan Proses Filtrasi dengan Alat <i>Roughing Filter</i> Aliran Horizontal.....	49
Tabel 4.10	Persentase Penurunan Konsentrasi Kesadahan	54
Tabel 4.11	Hasil Uji ANOVA Penurunan Kesadahan Pada Proses Filtrasi dengan Alat <i>Roughing Filter</i> Aliran Horizontal.....	56
Tabel 4.12	Korelasi antara Persentase Penurunan Kesadahan, Waktu Operasional dan Perbandingan Media Cangkang Kerang dan Batu Apung pada Proses Filtrasi dengan Alat <i>Roughing Filter</i> Aliran Horizontal.....	57

Tabel 4.13 Koefisien Persamaan Regresi Persentase Penurunan Kesadahan Proses Filtrasi dengan Alat <i>Roughing Filter</i> Aliran Horizontal	58
Tabel 4.14 Hasil Uji Kelinearian Analisa Regresi Persentase Penurunan Kesadahan Proses Filtrasi dengan Alat <i>Roughing Filter</i> Aliran Horizontal.....	59
Tabel 4.15 Persentase Penurunan Konsentrasi COD	63
Tabel 4.16 Hasil Uji ANOVA Penurunan COD Pada Proses Filtrasi dengan Alat <i>Roughing Filter</i> Aliran Horizontal.....	66
Tabel 4.17 Korelasi antara Persentase Penurunan Kadar COD, Waktu Operasional dan Perbandingan Media Cangkang Kerang dan Batu Apung pada Proses Filtrasi dengan Alat <i>Roughing Filter</i> Aliran Horizontal.....	66
Tabel 4.18 Koefisien Persamaan Regresi Persentase Penurunan COD Proses Filtrasi dengan Alat <i>Roughing Filter</i> Aliran Horizontal	68
Tabel 4.19 Hasil Uji Kelinearian Analisa Regresi Persentase Penurunan COD Proses Filtrasi dengan Alat <i>Roughing Filter</i> Aliran Horizontal.....	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Faktor Kebulatan dan Faktor Bentuk Dari Butiran dan Porositas Sehubungan dengan Tingkat Lapisan dalam Filter Cepat.....	10
Gambar 2.2 Penampang Melintang Tubuh Kerang dan Penampang Melintang Cangkok dan Mantel	13
Gambar 2.3 Bentuk Batu apung	14
Gambar 2.4 Diagram Kontrol <i>Shewhart</i>	28
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian	38
Gambar 4.1 Grafik Penurunan Konsentrasi Akhir Kekeruhan	43
Gambar 4.2 Grafik Persentase Penurunan Kekeruhan.....	45
Gambar 4.3 Grafik Penurunan Konsentrasi Akhir Kesadahan	53
Gambar 4.4 Grafik Persentase Penurunan Kesadahan.....	55
Gambar 4.5 Grafik Penurunan Konsentrasi Akhir COD	62
Gambar 4.6 Grafik Persentase Penurunan COD	64

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Desain Alat Roughing Filter Aliran Horizontal**
- Lampiran 2 Cara Kerja Analisa Parameter Uji**
- Lampiran 3 Data Hasil Analisa Parameter Uji**
- Lampiran 4 Data Analisa Statistik**
- Lampiran 5 Data Tabel F dan Tabel T**
- Lampiran 6 Dokumentasi Penelitian**

BAB I

PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan dasar yang sangat penting dalam kehidupan kita sehari-hari. Sehingga masyarakat berupaya untuk mengadakan air yang cukup bagi dirinya. Air dapat meningkatkan kesehatan masyarakat selain dapat menjadi media berkembang biaknya penyakit yang ditularkan melalui media air. Oleh karena itu faktor kualitas perlu diperhatikan, apakah air yang kita konsumsi aman dari segi kesehatan. Untuk mendapatkan air bersih kita dapat mengolah air sungai, diantaranya menurunkan parameter-parameter yang ada dalam air sungai seperti kekeruhan, kesadahan dan kadar COD dengan cara menyaring/mengendapkannya melalui suatu media.

Dari beberapa media yang ada cangkang kerang dapat digunakan sebagai media, dimana cangkang kerang selama ini dibuang begitu saja. Hasil dari pembuangan tersebut dianggap sebagai limbah. Pemanfaatan limbah cangkang kerang yang dilakukan selama ini belum optimal. Sampai saat ini masyarakat hanya memanfaatkan limbah kerang sebagai bahan baku kerajinan. Dalam cangkang kerang terdapat beberapa kandungan zat diantaranya adalah zat kapur yang terdapat pada cangkang kerang yaitu pada lapisan prismatic ([http://www.oseanologi.lipi.go.id](http://www oseanologi.lipi.go.id), diakses 14 Januari 2006).

Sedangkan media batu apung merupakan salah satu jenis batu lelehan yang proses terbentuknya merupakan hasil erupsi gunung berapi. Batu apung yang lapuk mempunyai daya serap yang tinggi, hal ini terjadi karena kandungan mineral yang tinggi selain itu batu apung mempunyai kandungan zat kapur dan kapasitas adsorbsinya 40%. (Suantari,2004).

Salah satu pengolahan air bersih adalah dengan *roughing filter*. *Roughing filter* merupakan salah satu pengolahan pendahuluan yang umum dipakai dalam penyediaan air bersih. *Roughing filter* semakin luas dapat diterima sebagai alternatif pengolahan alami yang efisien di dua negara, baik yang telah

berkembang maupun Negara yang sedang berkembang (*Collins,et al, 1994 and Wegwlin, 1996*).

Kelebihan filter ini adalah bahan baku media mudah diperoleh tidak diperlukan tenaga ahli dalam pengoperasiannya, serta biaya pembuatannya sangat rendah karena dapat dimodifikasi dengan bahan baku yang mudah diperoleh, sehingga cocok digunakan di negara yang sedang berkembang seperti Indonesia.

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* diharapkan merupakan salah satu cara yang sederhana dalam menerapkan teknologi penyediaan air bersih.

1.2. Permasalahan

Pemanfaatan cangkang kerang pada umumnya hanya dagingnya saja untuk dijadikan sumber makanan yang memiliki sumber protein yang tinggi. Sedangkan hasil sampingnya seperti cangkang kerang masih kurang dimanfaatkan. Penggunaan cangkang kerang sebagian kecil hanya digunakan sebagai bahan kerajinan dan sisanya kebanyakan dibuang sebagai sampah yang tidak bermanfaat, seperti banyak terlihat di sekitar pinggiran pantai Kenjeran Surabaya.

Untuk memanfaatkan limbah cangkang kerang tersebut, dapat digunakan sebagai media filter selain batu apung. Sedangkan alat yang digunakan adalah *roughing filter* aliran horizontal dimana selain bahan baku media mudah diperoleh tidak diperlukan tenaga ahli dalam pengoperasiannya, serta biaya pembuatannya sangat rendah karena dapat dimodifikasi dengan bahan baku yang mudah diperoleh. Pada *roughing filter* aliran horizontal biasanya terjadi pengendapan pada rongga pori yang disebabkan oleh mengendapnya lumpur di media karena adanya perbedaan diameter media yang dipakai, dan waktu pengambilan sampel dengan selang waktu yang berbeda. Untuk mengatasi masalah ini biasanya dilakukan perbaikan/peningkatan desain, dengan memberi lapisan underdrain pada alat *roughing filter* sehingga bahan-bahan tersuspensi dapat mengendap terlebih dahulu dan tidak terjadi penyumbatan pada media (media clogging) dapat

dikurangi. Selain itu zat-zat padat yang tertahan dapat dibersihkan dengan pembilasan, menggali media filter, mencucinya dan menggantinya.

1.3. Rumusan Permasalahan

1. Dapatkah cangkang kerang dan batu apung digunakan dalam menurunkan kadar COD, kekeruhan, dan kesadahan pada *roughing filter* aliran horizontal?
2. Bagaimanakah pengaruh variasi panjang media cangkang kerang dan batu apung dan waktu pengambilan sampel pada *roughing filter* aliran horizontal dalam menurunkan konsentrasi COD, kekeruhan, dan kesadahan?

1.4. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui kemampuan cangkang kerang dan batu apung dalam menurunkan kadar COD, kekeruhan, dan kesadahan pada *roughing filter* aliran horizontal, dalam hal penggunaannya untuk pengolahan air bersih.
2. Untuk mengetahui perbedaan penurunan konsentrasi COD, kekeruhan, dan kesadahan dengan panjang media cangkang kerang dan batu apung dan waktu pengambilan sampel pada *roughing filter* aliran horizontal.

1.5. Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian ini meliputi :

1. Membuat *roughing filter* aliran horizontal dalam skala laboratorium.
2. Media filter cangkang kerang dan batu apung
3. Sampel air yang digunakan yaitu sampel air sungai Brantas di daerah Oro-oro Dowo Malang.
4. Percobaan untuk mengetahui penurunan tingkat kadar COD, kekeruhan, dan kesadahan dilakukan dengan variasi :
 - a. Variasi panjang media
 - b. Variasi waktu pengambilan sampel
5. Parameter yang dianalisa yaitu kadar COD, kekeruhan, dan kesadahan.

PUSTAKA TINJAUAN BAB II

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sumber Air Minum

Secara garis besar sumber air minum di muka bumi ini berasal dari beberapa sumber mata air, yaitu (*Sutrisno, 2002*) :

2.1.1. Air Laut

Air laut merupakan bagian terbesar dari muka bumi, sebagai terminal dari sungai, dan memiliki kadar garam yang tinggi dibandingkan dengan air daratan serta sifatnya asin karena mengandung garam NaCl. Kadar garam NaCl dalam air laut 3%. Dengan keadaan ini, maka air laut tidak memenuhi syarat untuk air minum.

2.1.2. Air Hujan

Uap air di udara mengalami titik kondensasi yang kemudian menjadi titik jenuh sehingga terjadi hujan yang berupa cairan atau dapat pula menjadi salju atau es. Air hujan mempunyai sifat agresif terutama terhadap pipa-pipa penyalur maupun bak-bak *reservoir*, sehingga hal ini akan mempercepat terjadinya korosi (karatan). Disamping itu air hujan juga mempunyai sifat lunak, sehingga akan boros terhadap pemakaian sabun.

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

2.1.3. Air Permukaan

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

Jenis pengotorannya dapat dilihat dari ciri fisik, kimia, dan bakteriologi. Air permukaan dibedakan menjadi 2 macam, yaitu :

a. Air Sungai

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

b. Air Rawa

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

2.1.4. Air Tanah

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

2.1.4.1. Air Tanah Dangkal

Terjadi karena daya proses peresapan air dari permukaan tanah. Lumpur akan tertahan, demikian pula dengan sebagian bakteri, sehingga air tanah akan jernih tetapi lebih banyak mengandung zat kimia (garam-garam terlarut) karena melalui lapisan tanah yang mempunyai unsur-unsur kimia tertentu.

2.1.4.2. Air Tanah Dalam

Air tanah dalam terdapat setelah lapisan rapat air yang pertama. Kualitas air tanah dalam pada umumnya, lebih baik dari air tanah dangkal, karena penyaringannya lebih sempurna dan bakteri lebih berkurang. Kualitas air tanah pada umumnya mencukupi dan sedikit dipengaruhi oleh musim.

2.1.4.3. Mata Air

Mata air adalah air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah, mata air hampir tidak dipengaruhi oleh musim. Kualitas dan kuantitasnya sama dengan keadaan air dalam. Berdasarkan keluarnya (munculnya air ke permukaan tanah) terbagi atas :

1. Rembesan, dimana air keluar dari lereng-lereng.
2. Umbul, dimana air keluar ke permukaan pada suatu dataran.

2.2. Air Sungai

Sebagian besar air hujan yang turun ke permukaan tanah, mengalir ke tempat-tempat yang lebih rendah dan setelah mengalami bermacam-macam perlawanan akibat gaya berat, akhirnya melimpah ke danau atau ke laut. Suatu alur yang panjang diatas permukaan bumi tempat mengalirnya air yang berasal dari air hujan disebut air sungai. Dan perpaduan antara alur sungai dan aliran air didalamnya disebut sungai.

Definisi tersebut merupakan definisi sungai yang ilmiah alami, sedangkan undang-undang persungai Jepang menjelaskan mengenai daerah sungai sebagai berikut : “ (1) Suatu daerah yang didalamnya terdapat air yang mengalir secara terus menerus, dan (2) Suatu daerah yang kondisi topografinya, keadaan tanamannya dan keadaan lainnya mirip dengan daerah yang didalamnya terdapat air yang mengalir secara terus menerus (termasuk tanggul sungai, tetapi tidak termasuk bagian daerah yang hanya sementara memenuhi keadaan tersebut diatas, yang disebabkan oleh banjir atau peristiwa alam lainnya)”.

Mulai dari mata airnya di bagian yang paling hulu di daerah pegunungan dalam perjalanannya ke hilir di daerah dataran, aliran sungai secara berangsur-angsur berpadu dengan banyak sungai lainnya, sehingga lambat laun tubuh sungai menjadi semakin besar. Kadang-kadang sungai yang bermuara di sebuah danau atau di pantai laut terdiri dari beberapa cabang, maka sungai yang paling penting, yakni sungai yang daerah pengalirannya, panjangnya dan volume airnya paling besar disebut sungai utama (*main river*), sedangkan cabang-cabang lainnya disebut anak sungai (*tributary*). Kadang-kadang sebelum alirannya berakhir di

sebuah danau atau pantai laut, sungai membentuk beberapa buah cabang yang disebut cabang sungai (*effluent*) (Gayo, 1985).

2.3. Parameter-parameter Air Bersih

Air sungai biasanya dipakai sebagai air baku oleh masyarakat sekitar, dalam memenuhi kebutuhannya sehari-hari. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas dari air baku. Dan memerlukan pengolahan lebih lanjut apabila air baku tersebut kurang memenuhi syarat sebagai air bersih serta harus sesuai dengan standar kualitas air bersih. Beberapa faktor standar kualitas air bersih ditinjau dari segi :

1. Fisik

Yang termasuk dalam standar kualitas air bersih secara fisik ada lima unsur yaitu : suhu, warna, bau, rasa dan kekeruhan.

2. Kimia

Yang termasuk dalam standar kualitas air secara kimia yaitu : pH (derajat keasaman), zat padat (total solid), zat organik, CO_2 , kesadahan, magnesium (Mg), besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu), zink (Zn), chlorida (Cl), sulfat (SO_4), sulfida (H_2S), fluorida (F), amonia (NH_3^+), nitrat (NO_3^-), nitrit (NO_2^-), phenolik (Phenol), arsen (As), timbal (Pb), selenium (Se), chromium (Cr), cyanida (CN), cadmium (Cd) dan air raksa (Hg).

2.3.1. 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 dan partikel-partikel kecil yang tersuspensi lainnya yang mempunyai ukuran 10 nm sampai 10 μm . Nilai numerik yang menunjukkan kekeruhan didasarkan pada turut campurnya bahan-bahan tersuspensi pada jalannya sinar melalui sampel.

Nilai ini tidak secara langsung menunjukkan banyaknya bahan tersuspensi, tetapi ia menunjukkan kemungkinan penerimaan konsumen terhadap air tersebut. Kekeruhan tidak merupakan sifat dari air yang membahayakan, tetapi ia menjadi

tidak disenangi karena rupanya. Kekeruhan tersebut akan mengurangi segi estetika, menyulitkan dalam usaha penyaringan dan akan mengurangi efektifitas usaha desinfeksi (Sutrisno, 2002).

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 (Alaert, 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)

2.3.2. Kesadahan

Kesadahan adalah merupakan sifat air yang disebabkan oleh adanya ion-ion (kation) logam valensi dua. Ion-ion semacam itu mampu bereaksi dengan sabun membentuk presipitat dan kerak air. Kation-kation penyebab utama dari kesadahan Ca^{2+} , Mg^{2+} , Sr^{2+} , Fe^{2+} , dan Mn^{2+} . Sedangkan anion-anion yang biasa terdapat dalam air adalah HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- dan SiO_3^{2-} .

Ion-ion Al^{3+} dan Fe^{3+} kadang-kadang dianggap sebagai penyebab kesadahan pada air. Namun kelarutannya begitu dibatasi pada nilai pH dari air alam, sehingga konsentrasi ion dapat diabaikan.

Sebagai tambahan terhadap kesadahan total, diperlukan untuk mengetahui tipe-tipe kesadahan lainnya. Kesadahan diklasifikasikan menjadi dua, yaitu yang berkaitan dengan ion logam dan yang berkaitan dengan anion-anion yang berhubungan dengan ion-ion logam.

Kesadahan dalam air sebagian besar adalah berasal dari kontaknya dengan tanah dan pembentukan sabun. Pada umumnya air sadah berasal dari daerah dimana lapisan tanah atas (*topsoil*) tebal, dan ada pembentukan batu kapur. Air lunak berasal dari daerah dimana lapisan tanah atas tipis, dan pembentukan kapur jarang atau tidak ada.

Yang dimaksud dengan kesadahan total adalah kesadahan yang disebabkan oleh adanya ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} secara bersama-sama. Ini disebabkan karena kebanyakan kesadahan dalam air alam adalah disebabkan oleh dua kation tersebut. Ketentuan standart dari Dep. Kes untuk kesadahan pada air minum adalah $5 - 10^0$ C (Sutrisno, 2002).

Pengaruh langsung terhadap kesehatan akibat penyimpangan dari standart ini tidak ada, tetapi kesadahan dapat menyebabkan sabun pembersih menjadi tidak efektif kerjanya. Selain itu dapat menyebabkan kerak pada pipa dan ketel. Kesadahan air dinyatakan dalam mg/l berat kalsium karbonat (Supirin, 2002).

Tabel 2.1 Kandungan Kesadahan Dalam Air

Kelas	1	2	3	4
Kesadahan mg/l	0-55	56-100	101-200	201-500
Derajat kesadahan	Lunak	sedikit sadah	moderat sadah	Sangat sadah

Sumber : Supirin, 2002. *Pelestarian Sumber Daya Tanah Dan Air*. Adi, Yogyakarta.

2.3.3. COD (Chemical Oxygen Demand)

COD adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau milligram perliter yang dibutuhkan dalam kondisi khusus untuk menguraikan benda organik secara kimia (Sugiarto, 1987). Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis. Senyawa tersebut tahan terhadap oksidasi secara biologi, tetapi dapat diuraikan dengan menggunakan pereaksi oksidator yang kuat dalam suasana asam, misalnya menggunakan kalium bikromat atau permanganate. Oleh karena itu COD dapat dipakai sebagai ukuran untuk mengukur derajat pencemaran air yang ditimbulkan oleh senyawa-senyawa yang sukar diuraikan. Nilai COD biasanya dalam satuan ppm, kilogram atau persentase (%).

Pengujian kebutuhan oksigen kimia (KOK) atau Chemical Okxygen Demand (COD) merupakan cara uji yang digunakan secara luas untuk mengukur pencemaran air yang ditimbulkan oleh limbah domestik maupun industri. Satu keterbatasan pengujian COD adalah ketidakmampuannya membedakan antara zat organik "biodegradable" dengan yang "nonbiodegradable". Satuan nilai COD

adalah mg O₂/l atau biasanya cukup dipakai dengan menuliskan mg/l (G. Alaerts, Sri Sumestri Santika, Metode Penelitian Air, Surabaya, 1987).

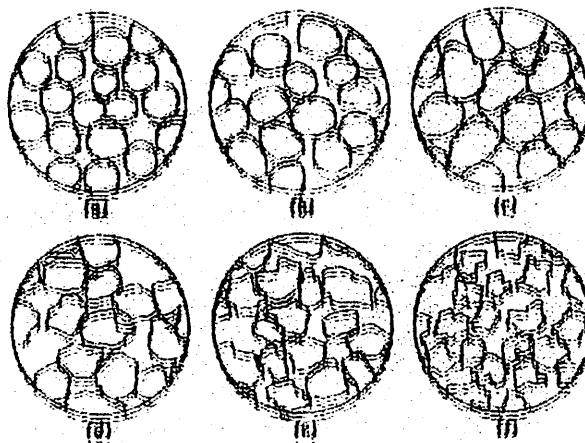
2.4. Jenis Media

Media yang digunakan dalam penelitian ini ada dua jenis yakni cangkang kerang dan batu apung. Cangkang kerang dan batu apung ini dipilih sebagai media filter karena kedua jenis media ini mudah didapat.

Cangkang kerang dan batu apung ini secara visual terlihat mempunyai bentuk/rupa yang berbeda. Cangkang kerang dan batu apung bentuknya bersudut-sudut.

2.4.1. Bentuk Butiran dan Variasi Bentuk

Penentuan volume pori V_v dan volume pasir komplemen V didasarkan pada luas permukaan dari butiran-butiran relatif terhadap volume air dalam ruangan pori dengan fungsi A/V . Ini adalah ukuran karakteristik yang biasa digunakan dalam perhitungan kinerja filter dan menunjukkan identifikasi bentuk. Diantara ukuran-ukuran tersebut adalah ψ dan faktor bentuk S . Didefinisikan sebagai perbandingan dari luas permukaan ruangan volume ekuivalen dengan luas daerah sebenarnya, ψ adalah nilai asumsi seperti yang tercantum dalam tabel 2.2



Gambar 2.1 Faktor kebulatan dan faktor bentuk dari butiran dan porositas sehubungan dengan tingkat lapisan dalam filter cepat, (Fair, 1968).

Tabel 2.2 Nilai Faktor Kebulatan, Faktor Bentuk dan Porositas Berdasarkan Gambaran Bentuk Butiran

Gambaran	Faktor Kebulatan, ψ	Faktor Bentuk, S	Porositas, f
a. <i>Spherical</i>	1,00	6,0	0,38
b. <i>Rounded</i>	0,98	6,1	0,38
c. <i>Worn</i>	0,94	6,4	0,39
d. <i>Sharp</i>	0,81	7,4	0,40
e. <i>Angular</i>	0,78	7,7	0,43
f. <i>Crushed</i>	0,70	8,5	0,48

Sumber : Gordon M. Fair/John C. Geyer/Daniel A. Okun, *Water And Waste Water Engineering, Volume 2*

Karakteristik hidraulik dari suatu *bed* atau lapisan dari bahan yang terdiri dari butiran-butiran tidak tergantung dari perbandingan luas permukaan dengan volume dari bahan padat tersebut, tetapi pada perbandingan luas permukaan dengan volume rongga A/V_v . Untuk *bed* atau lapisan dari bulatan yang sempurna dengan diameter d , perbandingan luas dengan volume rongga A/V_v , dari bulatan yang sama dalam suatu kubus porositas f dapat dihitung dari jumlah bulatan, n (Fair, 1968).

$$n = \frac{\text{total volume bula tan}}{\text{volume dari satu bula tan}}$$

$$A = n \times \text{luas permukaan dari satu media} = n \cdot \pi \cdot d^2$$

$$V = (1 - f) \text{ volume dari kubus} = 1/6 n \cdot \pi \cdot d^3$$

$$\text{Volume kubus} = \frac{V}{(1 - f)}$$

$$V_v (\text{volume rongga}) = f \times \text{volume kubus}$$

$$= \left[\frac{f}{(1 - f)} \right] V, \text{ atau}$$

$$\frac{A}{V_v} = \frac{n \pi d^2}{1/6 n \pi d^3 \left[\frac{f}{(1 - f)} \right]} = \frac{(1 - f) \times 6}{d \cdot f}$$

2.4.2. Cangkang kerang

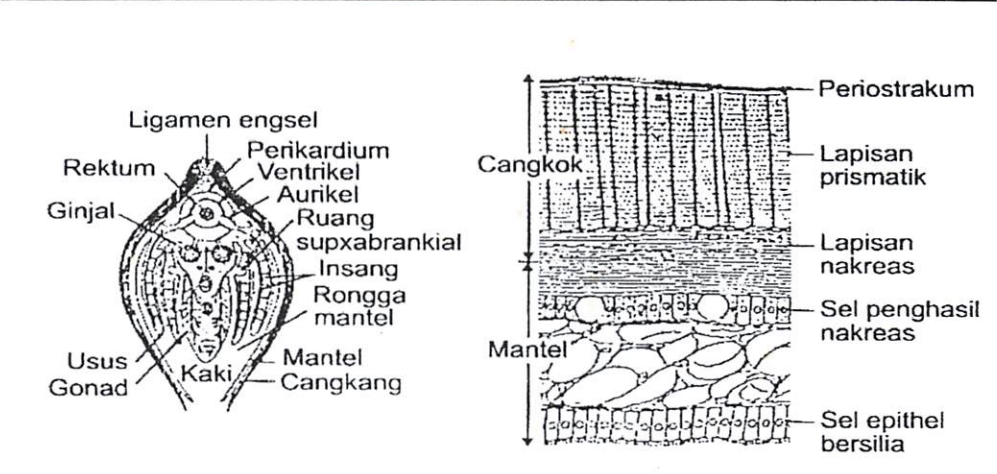
Hewan moluska ini khususnya dari jenis gastropoda yang di Indonesia dikenal sebagai siput, atau kerang-kerangan telah lama dikenal oleh masyarakat. Seperti di daerah pantai Kenjeran Surabaya yang mayoritas penduduknya bermata pencarian sebagai nelayan, tidak sedikit juga nelayan-nelayan tersebut yang memang khusus mencari kerang. Pemanfaatan kerang oleh manusia selama ini hanyalah sebatas memanfaatkan dagingnya yang diketahui memiliki nilai gizi tinggi karena proteinnya yang tinggi. Sementara cangkangnya atau kulitnya masih belum banyak dimanfaatkan sehingga banyak kulit kerang menumpuk. Cangkang kerang atau kulit kerang merupakan salah satu limbah yang mengganggu lingkungan, dimana selama ini hanya dimanfaatkan sebagai hiasan dan campuran kosmetik. Sedangkan keberadaan cangkang atau kulit kerang semakin mengganggu lingkungan perkampungan nelayan.

Jenis kerang yang dihasilkan oleh para nelayan di daerah pantai Kenjeran ini diantaranya jenis kerang tothok dan kerang manuk. Kedua jenis kerang tersebut merupakan kerang yang banyak disuplai untuk kebutuhan rumah makan sefood. Jenis kerang tothok atau biasa juga disebut kerang darah ini merupakan jenis kerang yang paling banyak dihasilkan dibandingkan dengan jenis kerang manuk karena memang agak sulit untuk didapatkan. Secara otomatis, cangkang kerang atau kulit kerang yang paling banyak jumlahnya yang menumpuk dan menjadi limbah adalah jenis kerang tothok. Cangkang kerang tothok ini berwarna coklat dan berduri halus.

Cangkang ini berfungsi untuk melindungi tubuh. Cangkang di bagian dorsal tebal dan di bagian ventral tipis. Kepalanya tidak nampak dan kakinya berotot. Fungsi kaki untuk merayap dan menggali lumpur atau pasir.

Cangkang ini terdiri dari tiga lapisan, yaitu :

- a. *Periostrakum* adalah lapisan terluar dari zat khitin yang berfungsi sebagai pelindung.
- b. Lapisan *prismatik*, tersusun dari kristal-kristal kapur yang berbentuk prisma.
- c. Lapisan *nakreas* atau sering disebut lapisan induk mutiara, tersusun dari lapisan kalsit (karbonat) yang tipis dan paralel.



Gambar 2.2 Penampang melintang tubuh kerang dan Penampang melintang cangkang dan mantel

Dalam penelitian ini, cangkang kerang berfungsi sebagai media dimana kulit atau cangkang kerang tersebut dihancurkan terlebih dahulu untuk memperoleh pecahan kulit kerang yang lebih kecil.

Tabel 2.3. Uji Fisik Cangkang Kerang.

No	Jenis Pengujian		Hasil
1	Berat Jenis	gr/cc	1,38
2	Berat Volume	gr/cc	1,42
3	Resapan	%	2,84
4	Kadar Lumpur	%	0,73

Sumber : Balitbang Industri Departemen Perindustrian (dalam Maulanie & Wibowo, 2004).

Tabel 2.4. Uji Kimia Cangkang Kerang

No	Jenis Pengujian		Hasil
1	Air		9,36%
2	SiO ₂		8,65%
3	Al ₂ O ₃		6,80%
4	CaO		40,50%
5	Fe ₂ O ₃		3,15%
6	CO ₂		22,26%
7	SO ₃		4,10%
8	K ₂ O-Na ₂ O		1,08%

Sumber : Balitbang Industri Departemen Perindustrian (dalam Maulanie & Wibowo, 2004)

Cangkang kerang yang digunakan dalam penelitian ini telah diperiksa bahan-bahan yang terkandung di dalamnya. Pemeriksaan yang telah dilakukan adalah uji kimia dan uji fisik kulit kerang, dilakukan oleh Balitbang Industri

Departemen Perindustrian. Adapun hasil dari uji fisik dan uji kimia cangkang kerang dapat dilihat pada Tabel 2.3. dan Tabel 2.4.

2.4.3 Batu Apung



Gambar 2.3 Bentuk 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 batu apung merupakan salah satu jenis batu lelehan yang kaya akan silika dan mempunyai struktur porous, yang terjadi karena keluarnya uap gas-gas yang larut didalamnya pada waktu terbentuk.

Secara alami bahan yang mengandung batu apung dan batu apung yang lapuk mempunyai daya serap yang tinggi, hal ini terjadi karena kandungan mineral yang tinggi dan kapasitas adsorbsinya 40% batu apung umumnya digunakan sebagai bahan penggosok, bahan bangunan konstruksi ringan dan tahan api, bahan ringan (non reaction), pembawa (carrier penyerap dan saringan/filter), isolator temperatur tinggi dan rendah.(Suantari, 2004)

Batuan ini terbentuk dari magma asam oleh aksi letusan gunung api 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 gunung api. Sedangkan mineral-mineral yang terdapat dalam batu apung adalah feldspar, kuarsa, obsidian, kristobalit, dan tridimit.

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. Keterdapatannya batu apung selalu berkaitan dengan rangkaian gunung api berumur Kuartar sampai Tersier. Penyebaran meliputi daerah Serang, Sukabumi, Pulau Lombok, dan Pulau Ternate.

2.5. Aktivasi

Proses aktivasi dilakukan dengan cara pemanasan pada temperatur 750-950°C dengan mencampurkan CO_2 udara dan uap pada tekanan terkontrol atau dengan penambahan bahan kimia. Aktivasi secara kimia atau “*chemical impregnating agent*” 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 (Eckenfelder, 1991). 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.

2.6. Pengertian Filtrasi

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

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

2.7. Jenis-jenis Filter

Jenis proses filtrasi atau filter diklasifikasikan berdasarkan pada kecepatan air, arah aliran, tekanan yang bekerja pada media dan tingkat kekeruhan air baku.

2.7.1. Berdasarkan kecepatan alirannya, dapat dibedakan menjadi :

1. *Rapid Filtration*

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

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

2. *Slow Filtration*

Adalah proses pengolahan air bersih yang umumnya dilakukan untuk air permukaan tanpa unit koagulasi, flokulasi dan sedimentasi. Jadi air

baku sesudah melalui prasedimentasi langsung dialirkan ke filter. Proses koagulasi, flokulasi, sedimentasi dan filtrasi terjadi di filter ini dengan bantuan mikroorganisme yang terbentuk di lapisan permukaan media pasir. Kecepatannya yaitu 0,1–0,2 m/jam. Beberapa keuntungan dari *slow sand filter* adalah, (Robert A. LeCraw, P., RAL Engineering Ltd.):

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

Sedangkan kelemahan dari *slow sand filter* adalah :

- a. Kekeruhan air baku harus rendah yaitu kurang dari 50 NTU.
- b. Membutuhkan lahan yang luas jika air baku mengandung alga dan kekeruhan yang tinggi.

2.7.2. Berdasarkan arah alirannya, dapat dibedakan menjadi :

1. Downflow Filter

Adalah proses filtrasi dimana air mengalir secara vertikal/gravitasi dari atas ke bawah.

2. Upflow Filter

Adalah proses filtrasi dimana air mengalir secara vertikal dari bawah ke atas.

3. Horizontal Filter

Adalah proses filtrasi dimana air mengalir secara horizontal.

2.7.3. Berdasarkan tekanan yang bekerja pada media dapat dibedakan menjadi :

1. Gravity Filter

Adalah proses filtrasi dimana air mengalir melalui *filter bed* secara gravitasi.

2. Pressure Filter

Adalah proses filtrasi dimana air mengalir melalui *filter bed* dengan tekanan.

2.7.4. Penyaringan Langsung (*Direct Filtration*)

Adalah proses filtrasi yang dilakukan pada air baku dengan kekeruhan rendah, tetapi yang masih belum memenuhi persyaratan kualitas air, misalnya air sumur dangkal. Jika diperlukan koagulan dapat diinjeksikan pada saluran yang menuju filter dan flok-flok yang terjadi langsung disaring tanpa melalui sedimentasi sehingga dapat menghemat bangunan unit pengolahan.

2.7.5. *Roughing Filter*

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

- a. *Slow sand filter* $0,15 \text{ mm} < \text{diameter} < 0,35 \text{ mm}$
- b. *Rapid sand filter* $0,40 \text{ mm} < \text{diameter} < 0,70 \text{ mm}$
- c. *Roughing filter* $\text{diameter} > 2,00 \text{ mm}$

Proses filtrasi yang terjadi bukan *straining*, proses-proses dasar *roughing filter* adalah pengendapan pada rongga pori dan adhesi pada partikel media. Pada *roughing filter* terjadi *penetration* zat-zat tersuspensi ke dalam lapisan media. Dan *roughing filter* mempunyai kapasitas penyimpanan endapan yang besar dari bahan-bahan tersuspensi pada *filter bed*. Bahan-bahan padat yang tertahan oleh filter dapat dihilangkan dengan cara membilas/menggelontor, bila perlu dengan cara menggali media filter, mencuci dan menggantinya.

Rate filtrasi dapat serendah *rate* pada *slow sand filter* atau lebih tinggi dari *rate* yang digunakan pada *rapid filter*, tergantung pada jenis filter, sifat kekeruhan, dan tingkat penurunan kekeruhan yang diinginkan. Sedangkan kekeruhan air baku sebelum masuk ke dalam *roughing filter* yaitu 20–150 NTU (rata-rata kekeruhan tahunan). Hal ini dimaksudkan guna mencegah

terjadinya penyumbatan yang terlalu sering dan menjamin kelangsungan operasinya untuk suatu periode waktu panjang.

Pada dasarnya ada dua jenis roughing filter yang dibedakan oleh arah alirannya, yaitu roughing filter aliran vertikal dan roughing filter aliran horizontal. Keterbatasan struktural 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 panjang filter yang tak terbatas tetapi kecepatan filtrasinya lebih rendah dan memerlukan pembersihan media secara manual.

2.7.5.1. 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 yang rendah dan biasanya pembersihan dilakukan secara manual. Dalam proses horizontal roughing filter memiliki kemampuan dalam menurunkan kekeruhan 50 - 90%, suspended solid 40 - 80% dan penurunan warna 50 -90%. (*J.M.J.C.Jayalath and J.P.Padmasiri, Sri Lanka, 1996*).

2.8. Mekanisme Filtrasi

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

1. Mechanical Straining

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

2. Sedimentasi

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

3. Adsorpsi

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

4. Aktivitas kimia

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

5. *Aktivitas biologi*

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

2.9. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Proses Filtrasi

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

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

1. Debit filtrasi.

Untuk mendapatkan hasil yang memuaskan diperlukan keseimbangan antara debit filtrasi dengan kondisi media yang ada. Debit yang terlalu besar akan menyebabkan tidak berfungsinya filter secara efisien. Dengan adanya aliran air yang terlalu cepat melewati ruang pori diantara butiran media akan menyebabkan berkurangnya waktu kontak antara permukaan butir media penyaring dengan air yang akan disaring, sehingga proses filtrasi tidak dapat terjadi secara sempurna.

Kecepatan aliran yang terlalu tinggi melewati ruang pori antara butiran media menyebabkan partikel-partikel halus yang akan disaring lolos. Selain itu, dengan kecepatan aliran yang terlalu tinggi terjadi gesekan-gesekan butiran media yang dapat menyebabkan mengecilnya lubang pori sehingga akan cepat terjadi *clogging*.

Adanya kemampuan yang terbatas dari suatu media akan memberikan pengaruh dalam pertimbangan mendesain debit filtrasi. Dalam mendesain debit filtrasi perlu dipertimbangkan, baik dari tingkat efisiensi penyaringan yang dihasilkan, terpenuhinya batas standar kualitas air yang disyaratkan, kemudahan dalam pengoperasiannya dan juga nilai ekonomi.

2. Kedalaman, ukuran, dan material media.

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

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

4. Densitas media.

Salah satu faktor yang harus diketahui dalam penyusunan filter bed adalah densitas media. Pada penyusunan media filter yang benar, densitas butiran yang berat dengan ukuran butiran yang kecil ditempatkan pada bagian bawah, sedangkan untuk densitas butiran yang ringan dengan ukuran lebih kecil ditempatkan pada bagian atas. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari terlalu cepatnya media tersumbat (Alfian Suliyanto, 1995).

4. Kualitas (kekeruhan) air baku.

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

5. Temperatur.

Perubahan temperatur air yang akan di filtrasi menyebabkan terjadinya perubahan secara tidak langsung pada kehilangan tekanan selama melewati

media juga pada efisiensi filtrasi. Walaupun perubahan temperatur mempunyai pengaruh pada kehilangan tekanan air yang ditimbulkan dan efisiensi dari filter, tetapi hal ini tidak terlalu besar/menyolok.

2.10. Hidrolika Filtrasi

Ketika air (fluida) melewati ruang pori pada butiran media, kehilangan energi disebabkan karena bentuk dan gaya gesek pada permukaan media untuk selanjutnya kehilangan energi terjadi karena ekspansi dari fluida yang melewati ruang pori diantara butiran media. Aliran yang melewati bukaan pori adalah fungsi dari beberapa parameter dan untuk memperkirakan digunakan pipa piezometrik (*Reynold, 1981*).

Headloss yang terjadi saat fluida melewati ruang pori diantara butiran media dapat dihitung berdasarkan persamaan Carmant – Kozeny dan persamaan Rose yang dikembangkan berdasarkan persamaan Darcy – Weisbach, yaitu (*Reynold, 1981*):

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

Dimana : f = Faktor gesekan

V = Kecepatan rata – rata (m/dt)

g = Percepatan gravitasi (m/dt²)

D = Diameter saluran (m)

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

$$N_R = \frac{\phi d V_s}{\nu}$$

Dimana : N_R = Reynolds number

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

d = diameter media (m)

V_s = kecepatan filtrasi (m/dt)

ν = kinematik viskositas (m²/dt)

Rumus penentuan nilai koefisien drag pada media filter batu.

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

Dimana : C_D = Koefisien drag

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

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

Dimana : Φ = faktor bentuk partikel (1 untuk lapisan, 0,82 untuk pasir dibulatkan, 0,75 untuk rata-rata pasir, 0,73 untuk batubara yang dihancurkan dan pasir bersudut)

- α = porositas
- L = Ketebalan filterbed (m)
- d = Diameter media filter (mm)
- V_s = kecepatan filtrasi (m/dt)
- g = Percepatan gravitasi (m/dt²)

2.11. Kriteria Desain *Roughing Filter*

Tabel 2.5. Ringkasan Parameter-parameter Desain

Item	Kolom		Rate Filtrasi (m/hr)	Aliran Desain (ml/min)	Area Filter (m^2)	Ketebalan Media Filter (mm)		Catatan
	Tinggi (mm)	Diameter (mm)						
Roughing Filter	1900	200	0.45	235	0.032	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						Sand	500	2
Filter With	1600	300	0.20	235	0.072	GAC	150	4
GAC						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 d 10 = 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, d 10 = 0.55-0.75 mm (UC<1.9)

Sumber : Gehlen, Irfan dan M. Robin Collins, 2005. *Enhanced Organic Precursor Removals by Gravel Roughing Filters*. [http : // www.Google.com/Ind](http://www.Google.com/Ind)

Tabel 2.6. Perbedaan Antara Upflow *Roughing Filter*, *Slow Sand Filter* dan *Rapid Sand Filter*

No	Subyek	Slow Sand Filter	Rapid Sand Filter	Upflow Roughing Filter
1.	Kekeruhan air baku	< 50 NTU	5-10 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	0,1-0,4 m/jam	4,0-21,0 m/jam	Dapat serendah pada slow sand filter atau lebih tinggi daripada rapid sand filter
5.	Pencucian	20-60 hari sekali	12-72 jam sekali	3-5 bulan sekali
6.	Cara Pencucian	Pasir bagian atas dikeruk, dicuci, dan dipakai lagi atau diganti	High rate backwash atau air water backwash	Backwash dengan air atau dicampur udara, dan bila perlu media diganti,

7.	Headloss	6-120 cm	30-275 cm	dicuci dan dipakai lagi atau diganti < 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 teepee atau sistem lateral manifold

Sumber : Diadaptasi dari berbagai literatur

2.12. Metode Pengolahan Data

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

2.12.1. Statistik Deskriptif

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

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

Nilai-nilai data kuantitatif akan dinyatakan dengan X1, X2, ..., Xn, apabila dalam kumpulan data itu terdapat n buah nilai. Simbul n juga akan dipakai untuk menyatakan ukuran sampel, yakni banyak data atau obyek yang diteliti

dalam sampel. Sedangkan fungsi dari rata-rata sampel untuk menghitung rata-rata dari sebuah sampel yang diteliti. Rumus yang digunakan adalah:

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

Dimana:

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

$\sum x$ = total jumlah sampel

n = banyaknya sampel

b. Simpangan Baku (s)

Untuk mengukur data kuantitatif yang berpenyimpangan bisa menggunakan ukuran simpangan/ukuran dispersi. Ukuran ini kadang-kadang dinamakan pula ukuran variasi. Untuk menggambarkan bagaimana berpenyimpangannya data kuantitatif. Rumus yang digunakan adalah:

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

Dimana:

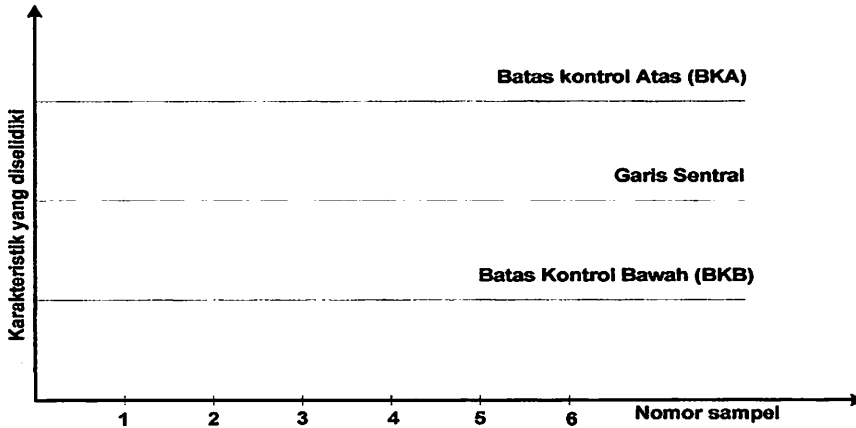
s = standart deviasi yang dicari

$\sum x$ = jumlah semua harga sampel

n = banyaknya sampel

c. Keseragaman Data

Pengujian keseragaman data perlu dilakukan terlebih dahulu sebelum dilakukan pengolahan data. Pada pengujian keseragaman data ini data akan diuji apakah data yang terkumpul seragam dan selanjutnya mengidentifikasi data yang ekstrim. Data ekstrim yang dimaksud adalah data yang terlalu besar atau data yang terlalu kecil dan jauh menyimpang dari trend rata-ratanya. Untuk memudahkan pengujian maka digunakan diagram kontrol *Shewhart* dengan contoh sebagai berikut:



Gambar 2.4 Diagram Kontrol Shewhart

Garis sentral melukiskan “nilai baku” yang akan menjadi pangkal perhitungan terjadinya penyimpangan hasil – hasil pengamatan untuk tiap sampel. Garis bawah yang sejajar dengan garis sentral dinamakan batas control bawah (BKB). Ini merupakan penyimpangan paling rendah yang diijinkan dihitung dari “nilai baku”. Garis yang menyatakan penyimpangan paling tinggi dari “nilai baku” terdapat sejajar di atas sentral dan dinamakan batas kontrol atas (BKA). Rumus yang digunakan untuk mengetahui sentral, BKA dan BKB adalah:

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

$$BKA = \bar{x} + K\bar{s}$$

$$BKB = \bar{x} - K\bar{s}$$

Dimana:

$\bar{x}$ = rata – rata harga sampel

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

$\bar{s}$ = standart deviasi rata – rata

(Sudjana, 2002)

2.12.2. Statistik Inferensi

Statistik inferensi mencakup semua metode yang berhubungan dengan analisis data untuk kemudian sampai pada peramalan atau penarikan kesimpulan. Statistik inferensi dapat memberikan informasi lebih objektif terutama dalam proses pengambilan keputusan yang ditunjang dengan adanya nilai tingkat

kesalahan pengukuran. Statistik inferensi selanjutnya akan dijabarkan kembali ke dalam penaksiran titik dan penaksiran selang dari suatu nilai parameter dan juga pengujian hipotesis dari suatu masalah. Beberapa analisa yang terdapat dalam statistik inferensi adalah sebagai berikut :

a. Analisa Korelasi

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

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

Tabel 2.7 Koefisien Korelasi *Guilford*

Nilai Hubungan Statistika dua Peubah	Keterangan
$< 0,2$	Tidak terdapat hubungan antara kedua peubah
Antara $0,2$ s/d $0,4$	Hubungan kedua peubah lemah

Antara 0,4 s/d 0,7	Hubungan kedua peubah sedang
Antara 0,7 s/d 0,9	Hubungan kedua peubah kuat
Antara 0,9 s/d 1	Hubungan kedua peubah sangat kuat dan positif
- 1	Hubungan kedua peubah sangat kuat dan negatif

(Sumber: Soleh, 2005)

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

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

$$r = \frac{n\sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{\{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2\} \{n\sum y_i^2 - (\sum y_i)^2\}}}$$

Dimana:

r = koefisien korelasi

x_i = variabel bebas

y_i = variabel terikat

n = jumlah data

(Sudjana, 2002)

b. Analisa Regresi

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

matematis dimaksudkan untuk membantu peneliti didalam melihat pola atau karakteristik hubungan antara variabel bebas dengan variabel tak bebas/terikat, bahkan biasanya digunakan untuk memprediksikan kondisi masa yang akan datang. Jika variabel bebas dan variabel terikat yang terlibat dalam penelitian masing – masing hanya satu, maka dinamakan Regresi Linear Sederhana. Kemudian apabila hanya ada satu variabel terikat dan beberapa variabel bebas maka persamaan regresinya disebut Regresi Linear Berganda. Bentuk persamaan regresi secara umum adalah:

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

Dimana:

Y = variabel terikat

a = konstanta

b = koefisien regresi

X_1 = variabel bebas

Pada analisa regresi juga diperlukan beberapa pengujian yaitu:

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

c. Analisa Varian

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

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

Dimana:

S_B^2 = varians antar kelompok

S_w^2 = varians dalam kelompok

2.12.3. Generalisasi Dan Kesimpulan Analisis Data

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

Generalisasi ini, dibuat setelah interpretasi data/penemuan yang telah dilakukan. Setelah generalisasi dibuat, selanjutnya dibuatkan kesimpulan-kesimpulan yang lebih khusus (terinci) dari penelitian berdasarkan generalisasi yang telah dibuat.

(Hasan, M. Iqbal, 2002 hal 100-138 dalam P. Juli Ni Ketut, 2005)

PENELITIAN

METODOLOGI

BAB III

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimental untuk menentukan efisiensi filter dengan cangkang kerang dan batu apung dalam menurunkan kadar COD, kekeruhan, dan kesadahan pada air sungai.

3.2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Lingkungan ITN Malang.

3.3. Variabel Penelitian

a. Variabel terikat :

1. Kadar COD
2. Kekeruhan
3. Kesadahan

b. Variabel bebas :

1. Debit air

Debit air yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,5 l/menit.

2. Diameter media

Diameter media yang digunakan dalam penelitian ini adalah 4.75 mm

3. Variasi panjang media antara cangkang kerang – batu apung

- a. Panjang 100 cm cangkang (P1)
- b. Panjang 100 cm batu apung (P2)
- c. Panjang 50 cm batu apung : 50 cm cangkang kerang (P3)
- d. Panjang 50 cm cangkang kerang : 50 cm batu apung (P4)

4. Variasi waktu pengambilan sampel pada *Roughing Filter*

- a. 15 menit
- b. 30 menit
- c. 60 menit

- d. 90 menit
- e. 120 menit
- f. 150 menit
- g. 180 menit
- h. 210 menit

3.4. Alat Dan Bahan Penelitian

3.4.1. Sampel Air

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

3.4.2. Alat

- a. Bak plastik besar 3 buah
- b. Pompa
- c. Kran air
- d. Penyangga dari besi
- e. Bak Roughing filter horisontal (h = 20 cm)
- f. Pipa PVC ½ inc
- g. Ayakan
- h. Palu
- i. Oven

3.4.3. Bahan

- a. Bongkahan cangkang kerang 4.75 cm
- b. Bongkahan batu apung 4.75 cm
- c. Sampel air asli yang di ambil dari sungai brantas
- d. H_2SO_4

3.4.4. Prosedur pembuatan alat

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

Ember yang kedua digunakan sebagai bak pengatur debit yang dilengkapi dengan kran. Sedangkan ember ketiga digunakan sebagai penampung effluent/ hasil filtrasi.

- d. Memotong pipa PVC $\frac{1}{2}$ in yang digunakan untuk penyaluran air kemudian dipasang satu persatu yaitu dari bak penampung influent ke bak pengatur debit, kemudian ke bak *horizontal roughing filter* selanjutnya mengalir ke bak penampung effluent.
- e. Bak *horizontal roughing filter* terbuat dari kaca dengan panjang 130 cm, lebar 20 cm dan tinggi 20 cm, yang digunakan sebagai tempat media filter.
- f. Digunakan pompa untuk mengalirkan air dari bak penampung air sampel ke bak pengatur debit.
- g. Untuk mengatur air yang keluar dari bak pengatur debit diberi kran.
- h. Cara untuk mengatur besarnya debit yaitu dengan mengatur besarnya bukaan stop kran pada bak pengatur debit menuju *roughing filter* dengan menggunakan gelas ukur dan stopwatch. Caranya adalah mengukur waktu yang diperlukan untuk menampung air sebanyak 0,5 liter pada gelas ukur untuk debit 0,5 l/menit maka diperlukan waktu 60 detik.
- i. Gambar alat pada lampiran.

3.4.5. Penyiapan media filter

- a. Menyiapkan cangkang kerang dan batu apung.
- b. Cangkang kerang dan batu apung di pecah kecil-kecil.
- c. Mengayak dengan diameter 4.75 mm.
- d. Mencuci sampai bersih.
- e. Kemudian mencampurkan batu apung dengan aquadest, H_2SO_4 sampai pH mencapai 3.
- f. Campuran dididihkan selama 20 menit.
- g. Kemudian disaring, dicuci dengan aquadest dan dikeringkan dalam oven pada suhu $105^{\circ}C$ selama 20 menit.

3.4.6 Pengoperasian alat

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

3.5. Analisa Parameter Uji

3.5.1. Analisa Kekeruhan

Untuk menganalisa 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. Analisa Kesadahan

Metode yang digunakan untuk analisa kesadahan adalah metode titrasi kompleksometri 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.

3.5.3 Analisa COD

Pemeriksaan COD didasarkan pada jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik yang ada dalam air buangan. Pengukuran COD pada

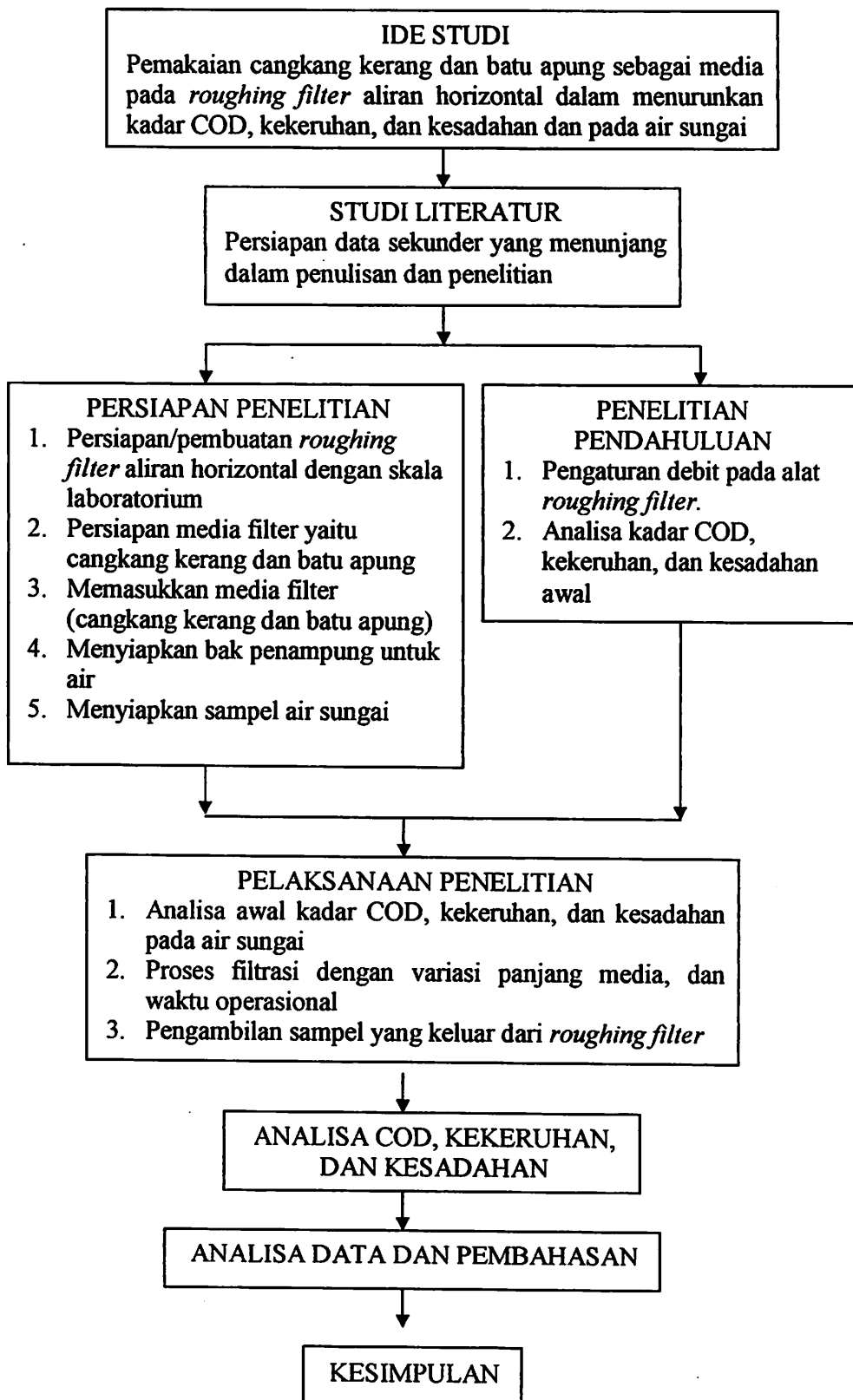
penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *closed reflux titrimetric* (metode dikromat) dari *Standard Method 5220 C*. Dengan metode dikromat ini, zat organik akan dioksidasi oleh $K_2Cr_2O_7$ (kalium dikromat) dalam suasana asam pada suhu $150^{\circ}C$ selama 2 jam.

3.6. Analisa Data

Analisa data statistik menggunakan ANOVA untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang nyata atau tidak (secara statistik) antara berbagai variasi percobaan (variasi variasi panjang media dan variasi waktu pengambilan sampel) terhadap penurunan kadar COD, kekeruhan, dan kesadahan pada air sungai. Kemudian dilakukan analisa korelasi untuk menguji kekuatan hubungan dan bentuk/arah hubungan, dan ditentukan melalui koefisien (r), untuk menghitung variabel bebas dan variabel terikat dan regresi untuk mengukur ada tidaknya korelasi antara variabel lebih akurat, karena dapat menunjukkan slope/perubahan suatu variabel terhadap variabel lainnya.

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 dan batu apung sebagai media pada *roughing filter* aliran horizontal dalam menurunkan kadar COD, kekeruhan, dan kesadahan pada air sungai maka dibuat kerangka penelitian yang dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut :



Gambar 3.1. Kerangka Penelitian

BAB IV
HASIL
DAN
PEMBAHASAN

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Sebelum dilakukan proses pada *roughing filter* aliran horizontal, untuk mengetahui konsentrasi awal kekeruhan, kesadahan dan kadar COD pada air sungai dilakukan analisa awal yang hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Nilai Awal Konsentrasi Kekeruhan, Kesadahan, Dan Kadar COD Pada Air Sungai

Konsentrasi	Nilai
Kekeruhan	56.88 NTU
Kesadahan	158,66 mg/l
COD	28.8 mg/l

(Sumber: Hasil Penelitian)

Berdasarkan hasil penelitian konsentrasi kekeruhan, kesadahan dan kadar COD setelah melalui proses *roughing filter* aliran horizontal dengan diameter media 4,75 mm, panjang media, dan waktu operasional dapat dilihat pada tabel 4.2, 4.3 dan tabel 4.4.

Tabel 4.2 Nilai Akhir Konsentrasi Kekeruhan Pada Air Sungai

Variasi media	Waktu (menit)	Kekeruhan Awal (NTU)	Kekeruhan akhir (NTU)			Rata-rata
			1	2	3	
P1	15	56.88	30.5	30.6	30.6	30.57
	30	56.88	28.8	28.8	28.9	28.83
	60	56.88	26.7	26.9	26.8	26.80
	90	56.88	25.8	25.9	25.9	25.87
	120	56.88	21.2	21.4	21.3	21.30
	150	56.88	16.7	16.8	16.9	16.80
	180	56.88	12.7	12.8	12.9	12.80
	210	56.88	9.8	9.9	9.8	9.83

P2	15	56.88	24.2	24.3	24.4	24.30
	30	56.88	22.2	22.2	22.3	22.23
	60	56.88	16.2	16.2	16.3	16.23
	90	56.88	13.2	13.3	13.2	13.23
	120	56.88	12.4	12.3	12.4	12.37
	150	56.88	10.3	10.4	10.3	10.33
	180	56.88	8.7	8.6	8.7	8.67
	210	56.88	7.2	7.2	7.3	7.23
P3	15	56.88	22.2	22.3	22.2	22.23
	30	56.88	16.4	16.4	16.5	16.43
	60	56.88	11.6	11.5	11.4	11.50
	90	56.88	8.3	8.4	8.3	8.33
	120	56.88	7.6	7.7	7.9	7.73
	150	56.88	7.5	7.6	7.6	7.57
	180	56.88	6.4	6.5	6.7	6.53
	210	56.88	6.2	6.3	6.3	6.27
P4	15	56.88	21.3	21.3	21.4	21.33
	30	56.88	16.3	16.4	16.3	16.33
	60	56.88	10.2	10.3	10.2	10.23
	90	56.88	9.7	9.6	9.7	9.67
	120	56.88	7.5	7.6	7.7	7.60
	150	56.88	7.2	7.2	7.3	7.23
	180	56.88	6.2	6.3	6.2	6.23
	210	56.88	5.1	5.2	5.2	5.17

(Sumber : Hasil Penelitian)

Tabel 4.3 Nilai Akhir Konsentrasi Kesadahan Pada Air Sungai

Variasi media	Waktu (menit)	Kesadahan Awal (mg/l)	Kesadahan akhir (mg/l)			Rata-rata
			1	2	3	
P1	15	168.66	143.46	143.47	143.47	143.47
	30	168.66	141.33	141.34	131.33	138.00
	60	168.66	139.25	139.26	139.28	139.26
	90	168.66	133.11	133.12	133.13	133.12
	120	168.66	124.46	124.48	124.47	124.47
	150	168.66	117.86	117.87	117.89	117.87
	180	168.66	109.12	109.13	109.12	109.12
	210	168.66	100.11	100.12	100.13	100.12
P2	15	168.66	147.75	147.75	147.76	147.75
	30	168.66	145.84	145.85	147.88	146.52
	60	168.66	144.72	144.79	144.79	144.77
	90	168.66	144.69	144.72	144.75	144.72
	120	168.66	142.68	142.69	142.70	142.69
	150	168.66	138.87	138.88	138.87	138.87

	180	168.66	129.04	129.05	129.04	129.04
	210	168.66	120.57	120.56	120.57	120.57
P3	15	168.66	127.25	127.26	127.25	127.25
	30	168.66	124.61	124.62	124.61	124.61
	60	168.66	120.48	120.49	124.48	121.82
	90	168.66	119.47	119.45	119.48	119.47
	120	168.66	115.19	115.2	115.18	115.19
	150	168.66	106.46	106.46	106.47	106.46
	180	168.66	98.76	98.75	98.78	98.76
	210	168.66	84.12	84.15	84.18	84.15
P4	15	168.66	125.18	125.18	125.19	125.18
	30	168.66	125.1	125.11	125.12	125.11
	60	168.66	124.88	124.89	124.92	124.90
	90	168.66	123.38	123.39	123.42	123.40
	120	168.66	119.26	119.27	119.26	119.26
	150	168.66	110.61	110.61	110.62	110.61
	180	168.66	93.23	93.29	93.3	93.27
	210	168.66	81.63	81.65	81.66	81.65

(Sumber : Hasil Penelitian)

Tabel 4.4 Nilai Akhir Konsentrasi COD Pada Air Sungai

Variasi media	Waktu (menit)	COD Awal (mg/l)	COD akhir (mg/l)			Rata-rata
			1	2	3	
P1	15	28.8	23.11	23.12	23.15	23.13
	30	28.8	19.25	19.37	19.43	19.35
	60	28.8	18.07	18.08	18.10	18.08
	90	28.8	17.37	17.38	17.40	17.38
	120	28.8	17.27	17.28	17.31	17.28
	150	28.8	17.13	17.15	17.28	17.19
	180	28.8	17.07	17.08	17.10	17.08
	210	28.8	16.54	16.58	16.66	16.59
P2	15	28.8	24.88	24.90	24.91	24.89
	30	28.8	22.76	22.77	22.80	22.78
	60	28.8	21.90	21.95	21.97	21.94
	90	28.8	19.63	19.68	19.70	19.67
	120	28.8	19.22	19.25	19.27	19.24
	150	28.8	18.95	18.97	18.98	18.97
	180	28.8	18.65	18.65	18.66	18.65
	210	28.8	16.81	16.82	16.83	16.82
P3	15	28.8	22.55	22.56	22.57	22.56
	30	28.8	21.12	21.13	21.14	21.13
	60	28.8	21.05	21.07	21.09	21.07
	90	28.8	20.26	20.31	20.36	20.31

	120	28.8	18.81	18.82	18.82	18.81
	150	28.8	18.63	18.66	18.69	18.66
	180	28.8	17.53	17.58	17.63	17.58
	210	28.8	15.86	15.86	15.91	15.88
P4	15	28.8	22.22	22.24	22.25	22.24
	30	28.8	22.15	22.16	22.18	22.16
	60	28.8	21.33	21.35	21.36	21.34
	90	28.8	20.10	20.11	20.12	20.11
	120	28.8	19.61	19.62	19.68	19.64
	150	28.8	18.23	18.24	18.34	18.27
	180	28.8	17.52	17.54	17.58	17.55
	210	28.8	15.17	15.14	15.17	15.16

(Sumber : Hasil Penelitian)

Keterangan :

P1 = Panjang media cangkang kerang 100 cm

P2 = Panjang media batu apung 100 cm

P3 = Panjang media cangkang kerang 50 cm : batu apung 50 cm

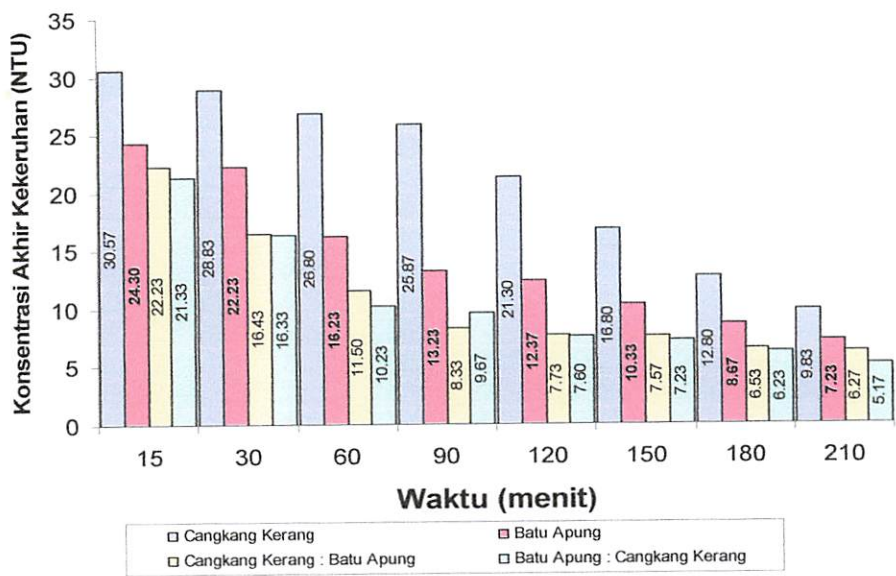
P4 = Panjang media batu apung 50 cm : cangkang kerang 50 cm

Waktu operasional 15 menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit, 180 menit dan 210 menit adalah waktu pengambilan sampel setelah melalui proses filtrasi pada alat *roughing filter* aliran horisontal.

4.2. Analisa Penurunan Kekeruhan

4.2.1. Analisa Deskriptif

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa cangkang kerang dan batu apung sebagai media filtrasi pada *roughing filter* aliran horizontal dengan perlakuan yang meliputi diameter media 4.75 mm, variasi panjang media untuk cangkang kerang 100 cm (P1), batu apung 100 cm (P2), cangkang kerang 50 cm : batu apung 50 cm (P3), batu apung 50 cm : cangkang kerang 50 cm (P4), serta variasi waktu operasional 15 menit, 30 menit, 60 menit dan 90 menit, 120 menit, 150 menit, 180 menit dan 210 menit 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 berikut ini.



Gambar 4.1 Grafik Penurunan Konsentrasi Akhir Kekeruhan

Berdasarkan tabel 4.2 dan gambar 4.1 menunjukkan bahwa konsentrasi akhir kadar kekeruhan melalui alat *roughing filter* aliran horizontal pada masing-masing media berbeda-beda sesuai dengan kemampuan masing-masing media dalam menurunkan kekeruhan pada rentang waktu operasional 15 menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit, 180 menit dan 210 menit. Penurunan konsentrasi akhir kekeruhan air sungai paling rendah terdapat pada waktu operasional 210 menit yaitu sebesar 5,17 NTU di dapat pada perlakuan variasi batu apung 50 cm : cangkang kerang 50 cm (P4). Sedangkan konsentrasi akhir kekeruhan tertinggi sebesar 30,57 NTU di dapat pada perlakuan variasi panjang media batu apung 100 cm (P2) pada waktu operasional 15 menit.

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

$$\% R = \frac{\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{konsentrasi awal}} \times 100\%$$

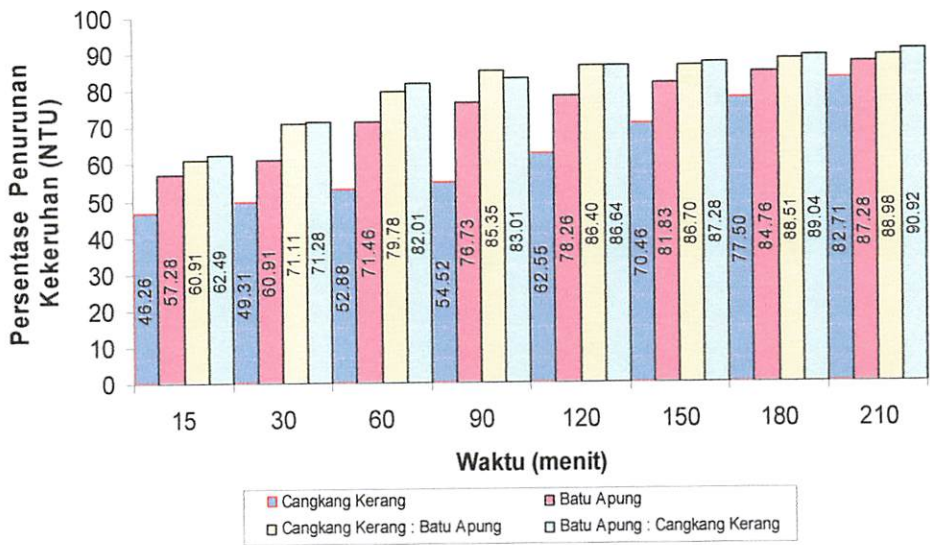
Perhitungan persentase penurunan kekeruhan dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5. Presentase Penurunan Konsentrasi Kekeruhan

Variasi media	Waktu (menit)	Persentase Penurunan Kekeruhan NTU			Rata-rata
		1	2	3	
P1	15	46.38	46.20	46.20	46.26
	30	49.37	49.37	49.19	49.31
	60	53.06	52.71	52.88	52.88
	90	54.64	54.47	54.47	54.52
	120	62.73	62.38	62.55	62.55
	150	70.64	70.46	70.29	70.46
	180	77.67	77.50	77.32	77.50
	210	82.77	82.59	82.77	82.71
P2	15	57.45	57.28	57.10	57.28
	30	60.97	60.97	60.79	60.91
	60	71.52	71.52	71.34	71.46
	90	76.79	76.62	76.79	76.73
	120	78.20	78.38	78.20	78.26
	150	81.89	81.72	81.89	81.83
	180	84.70	84.88	84.70	84.76
	210	87.34	87.34	87.17	87.28
P3	15	60.97	60.79	60.97	60.91
	30	71.17	71.17	70.99	71.11
	60	79.61	79.78	79.96	79.78
	90	85.41	85.23	85.41	85.35
	120	86.64	86.46	86.11	86.40
	150	86.81	86.64	86.64	86.70
	180	88.75	88.57	88.22	88.51
	210	89.10	88.92	88.92	88.98
P4	15	62.55	62.55	62.38	62.49
	30	71.34	71.17	71.34	71.28
	60	82.07	81.89	82.07	82.01
	90	82.95	83.12	82.95	83.01
	120	86.81	86.64	86.46	86.64
	150	87.34	87.34	87.17	87.28
	180	89.10	88.92	89.10	89.04
	210	91.03	90.86	90.86	90.92

(Sumber: Hasil Penelitian)

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



Gambar 4.2. Grafik Persentase Penurunan Kekeruhan

4.2.1.1 Media Cangkang Kerang

Berdasarkan tabel 4.2 dan gambar 4.1 konsentrasi kekeruhan akhir yang terendah terjadi saat pengambilan sampel kedelapan (saat $t = 210$ menit) sebesar 9,83 NTU sedangkan konsentrasi akhir kekeruhan terbesar saat pengambilan sampel pertama (saat $t = 15$ menit) sebesar 30,57 NTU. Dan berdasarkan tabel 4.5 dan gambar 4.2 persentase penurunan kekeruhan terbesar adalah 82,71% pada pengambilan sampel kedelapan (saat $t = 210$ menit) sedangkan persentase penurunan kekeruhan terendah adalah 46,26% pada pengambilan sampel pertama (saat $t = 15$ menit).

4.2.1.2 Media Batu Apung

Berdasarkan tabel 4.2 dan gambar 4.1 konsentrasi kekeruhan yang terendah terjadi saat pengambilan sampel yang kedelapan (saat $t = 210$ menit) sebesar 7,23 NTU sedangkan konsentrasi akhir kekeruhan terbesar saat pengambilan sampel pertama (saat $t = 15$ menit) sebesar 24,30 NTU. Dan berdasarkan tabel 4.5 dan gambar 4.2 persentase penurunan kekeruhan terbesar adalah 87,28% pada pengambilan sampel kedelapan (saat $t = 210$ menit) sedangkan persentase penurunan kekeruhan terendah adalah 57,28% pada pengambilan sampel pertama (saat $t = 15$ menit).

4.2.1.3 Media Kombinasi Cangkang Kerang 50 cm dan Batu Apung 50 cm

Berdasarkan tabel 4.2 dan gambar 4.1 konsentrasi kekeruhan akhir yang terendah terjadi saat pengambilan sampel yang kedelapan (saat $t = 210$ menit) sebesar 6,27 NTU sedangkan konsentrasi akhir kekeruhan terbesar saat pengambilan sampel pertama (saat $t = 15$ menit) sebesar 22,23 NTU. Dan berdasarkan tabel 4.5 dan gambar 4.2 persentase penurunan kekeruhan terbesar adalah 88,98% pada pengambilan sampel kedelapan (saat $t = 210$ menit) sedangkan persentase penurunan kekeruhan terendah adalah 60,91% pada pengambilan sampel pertama (saat $t = 15$ menit).

4.2.1.4 Media Kombinasi Batu Apung 50 cm dan Cangkang Kerang 50 cm

Berdasarkan tabel 4.2 dan gambar 4.1 konsentrasi kekeruhan akhir yang terendah terjadi saat pengambilan sampel yang kedelapan (saat $t = 210$ menit) sebesar 5,17 NTU sedangkan konsentrasi akhir kekeruhan terbesar saat pengambilan sampel pertama (saat $t = 15$ menit) sebesar 21,33 NTU. Dan berdasarkan tabel 4.5 dan gambar 4.2 persentase penurunan kekeruhan terbesar adalah 90,92% pada pengambilan sampel kedelapan (saat $t = 210$ menit) sedangkan persentase penurunan kekeruhan terendah adalah 62,49% pada pengambilan sampel pertama (saat $t = 15$ menit).

4.2.2. Analisa ANOVA

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh waktu operasional, dan perbandingan variasi media cangkang kerang dan batu apung dalam persentase penurunan kekeruhan, maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA satu faktor. Hasil uji tersebut dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Uji ANOVA Penurunan Kekeruhan Pada Proses Filtrasi Dengan Alat *Roughing Filter* aliran horizontal

Source	DF	SS	MS	F	P
Perlakuan	31	15444,10	498,20	28374,51	0.000
Error	64	1,12	0,02		
Total	95	15445,23			

Berdasarkan tabel 4.6 nilai F hitung sebesar 28374,51 dan jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah 1,63. Karena nilai F hitung lebih besar dari pada F tabel maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0). Dengan nilai probabilitas 0,000, maka H_0 ditolak. Artinya ada beberapa perlakuan yang tidak signifikan atau tidak sama

4.2.3. Analisa Korelasi

Untuk mengetahui ada atau tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara variabel yang diamati, maka digunakan analisa korelasi. Hasil analisa korelasi dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Korelasi antara Persentase Penurunan Kekeruhan, Waktu Operasional, dan Perbandingan Media Cangkang Kerang dan Batu Apung Pada Proses Filtrasi Dengan Alat *Roughing Filter* Aliran Horizontal

		Waktu (menit)	Cangkang kerang	Batu apung
% Penurunan Kekeruhan	Pearson correlation	0,764	-0,346	0,346
	P-Value	0,000	0,001	0,001

Dari tabel 4.7 menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara variabel yang dapat diketahui dari koefisien korelasi adalah:

Berdasarkan tabel 4.7 menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara variabel yang dihitung dengan koefisien korelasi adalah :

- Nilai koefisien korelasi antara persentase penurunan kekeruhan dengan variasi waktu pengambilan sampel 0.764. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara kedua variabel kuat karena berada diantara 0.7 s/d 0.9 (Achmad Z. S, 2005). Dan arah hubungan yang positif menunjukkan hubungan yang searah yang berarti bahwa jika semakin lama waktu maka semakin tinggi tingkat persentase penurunan kekeruhan dimana rentang waktu yang dimaksud adalah antara 15 menit sampai 210 menit. Tingkat signifikan persentase penurunan kekeruhan dengan variasi waktu ditunjukkan dengan nilai probabilitas 0.000 (< 0.05) maka korelasinya nyata/signifikan.

- Nilai koefisien korelasi antara persentase penurunan kekeruhan dengan variasi komposisi media cangkang kerang sebesar -0,346. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara kedua variabel lemah karena berada diantara 0.2 s/d 0.4 (Achmad Z. S, 2005). Hubungan kedua variabel bertolakbelakang hal ini ditunjukkan dengan adanya tanda negatif pada nilai koefisien korelasi, yang menunjukkan bahwa peningkatan komposisi cangkang kerang sebagai media berbanding terbalik dengan besarnya persentase penurunan kekeruhan. Tingkat signifikan persentase penurunan kekeruhan ditunjukkan dengan nilai probabilitas 0.001 (< 0.05) maka korelasinya nyata/signifikan.
- Nilai koefisien korelasi antara persentase penurunan kekeruhan dengan variasi komposisi media batu apung sebesar 0,321. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara kedua variabel lemah karena berada diantara 0.2 s/d 0.4 (Achmad Z. S, 2005). Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan adanya tanda positif pada nilai koefisien korelasi, yang menunjukkan bahwa peningkatan komposisi batu apung sebagai media sebanding dengan besarnya persentase penurunan kekeruhan. Tingkat signifikan persentase penurunan kekeruhan ditunjukkan dengan nilai probabilitas 0.001 (< 0.05) maka korelasinya nyata/signifikan.

4.2.4. Analisa Regresi

Untuk mengetahui besarnya hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat digunakan uji regresi, sehingga diketahui ketepatan dan atau signifikansi prediksi dari hubungan/korelasi data. Hasil analisa tersebut dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Koefisien Persamaan Regresi Persentase Penurunan Kekeruhan Pada Proses Filtrasi Alat *Roughing Filter*

Predictor	Coefficient	SE Coef	T	P
Constant	67,355	1,728	38,97	0.000
Waktu	0,13769	0,01089	12,65	0.000
Media	-0,12402	0,02117	-5,86	0.000

S = 7,33258 R-Sq = 67,6% R-Sq(adj) = 66,9%

Tabel 4.9 Hasil Uji Kelinieran Analisa Regresi Persentase Penurunan Kekeruhan Pada Proses Filtrasi Alat *Roughing Filter*

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	10444,9	5222,5	97,13	0,000
Residual	93	5000,3	53,8		
Total	59	15445,2			

a. Persamaan Regresi

$$Y = 67,355 + 0,13769X_1 - 0,12402X_2$$

Dimana:

- Y = Persentase penurunan kekeruhan
 X_1 = Variabel waktu operasional (menit)
 X_2 = Variabel variasi media

Berdasarkan hasil analisa regresi pada tabel 4.8, konstanta sebesar 67,355 menyatakan bahwa jika variasi waktu pengambilan sampel dan media konstan maka persentase penurunan kekeruhan adalah 67,355 %. Koefisien regresi sebesar 0,13769 untuk variabel waktu (X_1) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu sebesar 1 menit waktu pengambilan sampel akan meningkatkan persentase penurunan kekeruhan sebesar 0,13769 % dengan anggapan variabel lain besarnya konstan. Sedangkan koefisien regresi untuk variabel komposisi media (X_2) -0,12402 menyatakan bahwa penambahan komposisi media 1 cm akan menurunkan persentase kekeruhan sebesar 0,12402 % dengan anggapan variabel lain besarnya konstan.

- b. Dari hasil analisa regresi juga didapatkan nilai R square sebesar 67,6 %, hal ini berarti 67,6 % persentase penurunan kekeruhan dapat dijelaskan oleh waktu operasional dan variasi media. Sedangkan sisanya 32,4 % dijelaskan oleh sebab-sebab kemungkinan variabel lain yang tidak diprediksi..
- c. Dari uji kelinieran pada tabel 4.9 untuk analisa regresi atau F test, didapat nilai F hitung 97,13. Dari tabel distribusi F didapatkan nilai F tabel 3,09. Karena F hitung lebih besar dari F tabel, maka kesimpulannya adalah variabel Y (variabel terikat) dengan X (variabel bebas). Atau dengan kata lain, persentase

- penurunan konsentrasi kekeruhan dengan waktu pengambilan sampel (15 sampai dengan 210 menit) dan komposisi media mempunyai hubungan linier.
- d. Nilai probabilitas 0,000, jauh lebih kecil dari 0,05, maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksi persentase penurunan kandungan kekeruhan.
 - e. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel independent.

Hipotesis:

H_0 = koefisien regresi tidak signifikan

H_1 = koefisien regresi signifikan

Pengambilan keputusan:

- a. Dengan membandingkan statistik t hitung dengan statistik t tabel. Jika statistik t hitung < statistik t tabel, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Jika statistik t hitung > statistik t tabel, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Nilai t tabel adalah 1,6614, sedangkan nilai t hitung berdasarkan tabel 4.8 untuk variasi waktu adalah 12,65 maka koefisien regresi signifikan dan untuk variasi komposisi media adalah -5,86 maka koefisien regresi tidak signifikan.
- b. Berdasarkan probabilitas
 - i. Jika probabilitas > 0,05, H_0 diterima.
 - ii. Jika probabilitas < 0,05, H_0 ditolak.

Terlihat bahwa pada kolom P (tabel 4.9) terdapat nilai 0,000 yang berarti probabilitas jauh di bawah 0,05. Dengan demikian H_0 ditolak (koefisien regresi signifikan). Dengan demikian variasi waktu operasional dan variasi media berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penurunan kandungan kekeruhan.

4.2.5 Pembahasan Penurunan Konsentrasi Kekeruhan

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa kekeruhan effluent semakin berkurang sesuai dengan lamanya waktu operasi *roughing filter* atau efisiensi penurunan kekeruhan semakin meningkat. Nilai penurunan kekeruhan tersebut berbeda-beda untuk setiap variasinya. Selain itu debit, diameter media, waktu operasional dan variasi panjang media adalah faktor-faktor yang mempengaruhi filtrasi itu sendiri (L. Huisman, 1980). Jadi semakin lama waktu operasi kualitas

effluent semakin baik, hal ini terjadi karena rongga antar partikel-partikel media belum jenuh (Anita Arumsari.1994).

Peningkatan persentase efisiensi kekeruhan terjadi pada semua variasi media, terutama pada pengambilan sampel pertama yakni saat effluen keluar pertama kali ($t = 15$ menit) hal ini menunjukkan bahwa diperlukan waktu tinggal yang lama untuk mencapai persentase penurunan kekeruhan yang maksimum, karena waktu tinggal sebanding dengan banyaknya partikel penyebab kekeruhan yang tertahan di media filter (Dizer dkk, 2004).

Dari tabel 4.5 penggunaan media cangkang kerang dan batu apung terbukti mampu menurunkan konsentrasi kekeruhan. Kemampuan penurunan konsentrasi kekeruhan melalui *roughing filter* aliran horizontal berkisar antara 46,26 % - 90,92 %. Dari gambar 4.2 menunjukkan bahwa persentase penyisihan kekeruhan tertinggi sebesar 90,92 % yaitu pada variasi media batu apung 50 cm : cangkang kerang 50 cm dan pada waktu 210 menit. Sedangkan persentase penyisihan kekeruhan terendah sebesar 46,26 % yaitu pada variasi media cangkang kerang 100 cm dan pada waktu 15 menit.

Variasi perbandingan panjang media dengan perbandingan media batu apung 50 cm : cangkang kerang 50 cm (P4) 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. Media batu apung mempunyai kapasitas adsorpsi, stukturnya 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. Sedangkan pada cangkang kerang hanya 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 hanya mampu menyaring sisa partikel pada media batu apung. Dengan demikian media batu apung dan cangkang kerang lebih

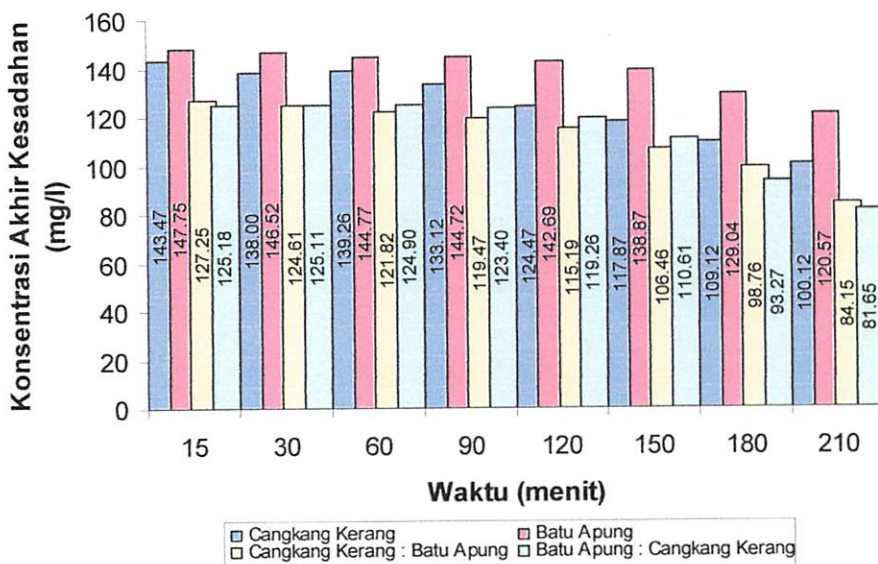
banyak didapatkan penurunan kekeruhan yang sebagian besar dipengaruhi oleh kandungan maupun daya serap yang dimiliki oleh media batu apung dan cangkang kerang, selain itu waktu operasional serta debit juga berpengaruh terhadap penurunan kekeruhan. Dimana debit yang kecil akan menyebabkan waktu kontak kontaminan dengan media akan semakin lama sehingga penyerapan kekeruhan oleh batu apung dan cangkang kerang akan lebih optimal sedangkan waktu operasi juga mempengaruhi penurunan kekeruhan, semakin lama waktu operasi maka banyaknya partikel-partikel penyebab kekeruhan akan terendapkan sehingga kualitas effluent akan semakin baik, dimana penurunan kekeruhan tertinggi didapat pada waktu operasi 210 menit.

Menurut Keputusan Menteri Kesehatan R. I. No. 907 / MENKES / SK / VII / 2002 kadar kekeruhan yang diperbolehkan 5 NTU. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi akhir kekeruhan diatas 5 NTU maka belum memenuhi standart kualitas air bersih.

4.3. Analisa Penurunan Kesadahan

4.3.1. Analisa Deskriptif

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa cangkang kerang dan batu apung sebagai media filtrasi pada *roughing filter* aliran horizontal dengan perlakuan yang meliputi diameter media 4.75 mm, variasi panjang media untuk cangkang kerang 100 cm (P1), batu apung 100 cm (P2), cangkang kerang 50 cm : batu apung 50 cm (P3), batu apung 50 cm : cangkang kerang 50 cm (P4), serta variasi waktu operasional 15 menit, 30 menit, 60 menit dan 90 menit, 120 menit, 150 menit, 180 menit dan 210 menit mempunyai kemampuan menurunkan kesadahan dengan tingkat penurunan yang bervariasi. Berdasarkan data konsentrasi akhir kesadahan pada tabel 4.3 dapat diplotkan menjadi sebuah grafik konsentrasi akhir kesadahan pada gambar 4.3 berikut ini.



Gambar 4.3 Grafik Penurunan Konsentrasi Akhir Kesadahan

Berdasarkan tabel 4.3 dan gambar 4.3 menunjukkan bahwa konsentrasi akhir kesadahan melalui alat *roughing filter* aliran horizontal pada masing-masing media berbeda-beda sesuai dengan kemampuan masing-masing media dalam menurunkan kesadahan pada rentang waktu operasional 15 menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit, 180 menit dan 210 menit. Penurunan konsentrasi akhir kesadahan air sungai paling rendah terdapat pada waktu operasional 210 menit yaitu sebesar 81,65 mg/l di dapat pada perlakuan variasi batu apung 50 cm : cangkang kerang 50 cm (P4). Sedangkan konsentrasi akhir kesadahan tertinggi sebesar 147,75 mg/l di dapat pada perlakuan variasi panjang media batu apung 100 cm (P2) pada waktu operasional 15 menit.

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

$$\% R = \frac{\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{konsentrasi awal}} \times 100\%$$

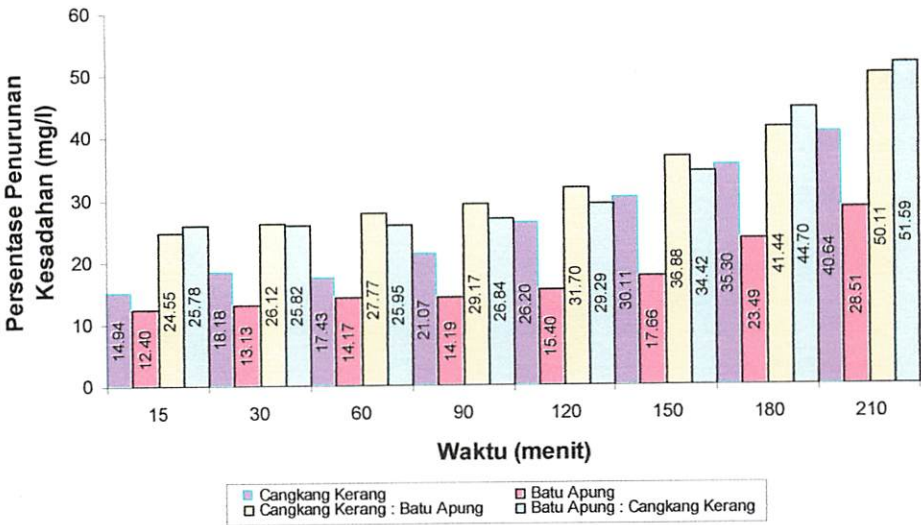
Perhitungan persentase penurunan kesadahan dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.10. Presentase Penurunan Konsentrasi Kesadahan

Variasi media (cm)	Waktu (menit)	Persentase Penurunan Kesadahan (mg/l)			Rata- rata
		1	2	3	
P1	15	14.94	14.94	14.94	14.94
	30	16.20	16.20	22.13	18.18
	60	17.44	17.43	17.42	17.43
	90	21.08	21.07	21.07	21.07
	120	26.21	26.19	26.20	26.20
	150	30.12	30.11	30.10	30.11
	180	35.30	35.30	35.30	35.30
	210	40.64	40.64	40.63	40.64
P2	15	12.40	12.40	12.39	12.40
	30	13.53	13.52	12.32	13.13
	60	14.19	14.15	14.15	14.17
	90	14.21	14.19	14.18	14.19
	120	15.40	15.40	15.39	15.40
	150	17.66	17.66	17.66	17.66
	180	23.49	23.49	23.49	23.49
	210	28.51	28.52	28.51	28.51
P3	15	24.55	24.55	24.55	24.55
	30	26.12	26.11	26.12	26.12
	60	28.57	28.56	26.19	27.77
	90	29.17	29.18	29.16	29.17
	120	31.70	31.70	31.71	31.70
	150	36.88	36.88	36.87	36.88
	180	41.44	41.45	41.43	41.44
	210	50.12	50.11	50.09	50.11
P4	15	25.78	25.78	25.77	25.78
	30	25.83	25.82	25.82	25.82
	60	25.96	25.95	25.93	25.95
	90	26.85	26.84	26.82	26.84
	120	29.29	29.28	29.29	29.29
	150	34.42	34.42	34.41	34.42
	180	44.72	44.69	44.68	44.70
	210	51.60	51.59	51.58	51.59

(Sumber: Hasil Penelitian)

Berdasarkan data persentase penurunan kesadahan pada tabel 4.10 maka dapat diplotkan menjadi sebuah grafik persentase penurunan kesadahan pada gambar 4.4 berikut ini.



Gambar 4.4. Grafik Persentase Penurunan Kesadahan

4.3.1.1 Media Cangkang Kerang

Berdasarkan tabel 4.3 dan gambar 4.3 konsentrasi kesadahan akhir yang terendah terjadi saat pengambilan sampel kedelapan (saat $t = 210$ menit) sebesar 100,12 mg/l sedangkan konsentrasi akhir kesadahan terbesar saat pengambilan sampel pertama (saat $t = 15$ menit) sebesar 143,47 mg/l. Dan berdasarkan tabel 4.10 dan gambar 4.4 persentase penurunan kesadahan terbesar adalah 40,04 % pada pengambilan sampel kedelapan (saat $t = 210$ menit) sedangkan persentase penurunan kesadahan terendah adalah 14,04 % pada pengambilan sampel pertama (saat $t = 15$ menit).

4.3.1.2 Media Batu Apung

Berdasarkan tabel 4.3 dan gambar 4.3 konsentrasi kesadahan yang terendah terjadi saat pengambilan sampel yang kedelapan (saat $t = 210$ menit) sebesar 120,57 mg/l sedangkan konsentrasi akhir kesadahan terbesar saat pengambilan sampel pertama (saat $t = 15$ menit) sebesar 147,75 mg/l. Dan berdasarkan tabel 4.10 dan gambar 4.4 persentase penurunan kesadahan terbesar adalah 28,51 % pada pengambilan sampel kedelapan (saat $t = 210$ menit) sedangkan persentase penurunan kesadahan terendah adalah 12,40 % pada pengambilan sampel pertama (saat $t = 15$ menit).

4.3.1.3 Media Kombinasi Cangkang Kerang 50 cm dan Batu Apung 50 cm

Berdasarkan tabel 4.3 dan gambar 4.3 konsentrasi kesadahan akhir yang terendah terjadi saat pengambilan sampel yang kedelapan (saat $t = 210$ menit) sebesar 84,15 mg/l sedangkan konsentrasi akhir kesadahan terbesar saat pengambilan sampel pertama (saat $t = 15$ menit) sebesar 127,25 mg/l. Dan berdasarkan tabel 4.10 dan gambar 4.4 persentase penurunan kesadahan terbesar adalah 50,11 % pada pengambilan sampel kedelapan (saat $t = 210$ menit) sedangkan persentase penurunan kesadahan terendah adalah 24,55 % pada pengambilan sampel pertama (saat $t = 15$ menit).

4.3.1.4 Media Kombinasi Batu Apung 50 cm dan Cangkang Kerang 50 cm

Berdasarkan tabel 4.3 dan gambar 4.3 konsentrasi kesadahan akhir yang terendah terjadi saat pengambilan sampel yang kedelapan (saat $t = 210$ menit) sebesar 81,65 mg/l sedangkan konsentrasi akhir kesadahan terbesar saat pengambilan sampel pertama (saat $t = 15$ menit) sebesar 125,18 mg/l. Dan berdasarkan tabel 4.10 dan gambar 4.4 persentase penurunan kesadahan terbesar adalah 51,59 % pada pengambilan sampel kedelapan (saat $t = 210$ menit) sedangkan persentase penurunan kesadahan terendah adalah 25,78 % pada pengambilan sampel pertama (saat $t = 15$ menit).

4.3.2. Analisa ANOVA

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh waktu operasional, dan perbandingan variasi media cangkang kerang dan batu apung dalam persentase penurunan kesadahan, maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA satu faktor. Hasil uji tersebut dapat dilihat pada tabel 4.11.

Tabel 4.11 Hasil Uji ANOVA Penurunan Kesadahan Pada Proses Filtrasi Dengan Alat *Roughing Filter* aliran horizontal

Source	DF	SS	MS	F	P
Perlakuan	31	10390,63	335,18	125731,49	0.000
Error	64	0,17	0.00		
Total	95	10390,80			

Berdasarkan tabel 4.11 nilai F hitung sebesar 125731,49 dan jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah 1,63. Karena nilai F hitung lebih besar dari pada F tabel maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0). Dengan nilai probabilitas 0,000, maka H_0 ditolak. Artinya ada beberapa perlakuan yang tidak signifikan atau tidak sama

4.3.3. Analisa Korelasi

Untuk mengetahui ada atau tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara variabel yang diamati, maka digunakan analisa korelasi. Hasil analisa korelasi dapat dilihat pada tabel 4.12.

Tabel 4.12 Korelasi antara Persentase Penurunan Kesadahan, Waktu Operasional, dan Perbandingan Media Cangkang Kerang dan Batu Apung Pada Proses Filtrasi Dengan Alat *Roughing Filter* Aliran Horizontal

		Waktu (menit)	Cangkang kerang	Batu apung
% Penurunan Kekeruhan	Pearson correlation	0,707	0,266	-0,266
	P-Value	0,000	0,009	0,009

Dari tabel 4.12 menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara variabel yang dapat diketahui dari koefisien korelasi adalah:

Berdasarkan tabel 4.12 menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara variabel yang dihitung dengan koefisien korelasi adalah :

- Nilai koefisien korelasi antara persentase penurunan kesadahan dengan variasi waktu pengambilan sampel 0.707. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara kedua variabel kuat karena berada diantara 0.7 s/d 0.9 (Achmad Z. S, 2005). Dan arah hubungan yang positif menunjukkan hubungan yang searah yang berarti bahwa jika semakin lama waktu maka semakin tinggi tingkat persentase penurunan kesadahan dimana rentang waktu yang dimaksud adalah antara 15 menit sampai 210 menit. Tingkat signifikan persentase penurunan kesadahan dengan variasi waktu ditunjukkan dengan nilai probabilitas 0.000 (< 0.05) maka korelasinya nyata/signifikan.

- Nilai koefisien korelasi antara persentase penurunan kesadahan dengan variasi komposisi media cangkang kerang sebesar 0,266. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara kedua variabel lemah karena berada diantara 0.2 s/d 0.4 (Achmad Z. S, 2005). Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan adanya tanda positif pada nilai koefisien korelasi, yang menunjukkan bahwa peningkatan komposisi batu apung sebagai media sebanding dengan besarnya persentase penurunan kesadahan. Tingkat signifikan persentase penurunan kesadahan dengan variasi media ditunjukkan dengan nilai probabilitas 0.009 (< 0.05) maka korelasinya nyata/signifikan.
- Nilai koefisien korelasi antara persentase penurunan kesadahan dengan variasi komposisi media batu apung sebesar -0,266. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara kedua variabel lemah karena berada diantara 0.2 s/d 0.4 (Achmad Z. S, 2005). Hubungan kedua variabel bertolakbelakang hal ini ditunjukkan dengan adanya tanda negatif pada nilai koefisien korelasi, yang menunjukkan bahwa peningkatan komposisi batu apung sebagai media berbanding terbalik dengan besarnya persentase penurunan kesadahan. Tingkat signifikan persentase penurunan kesadahan ditunjukkan dengan nilai probabilitas 0.009 (< 0.05) maka korelasinya nyata/signifikan.

4.3.4. Analisa Regresi

Untuk mengetahui besarnya hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat digunakan uji regresi, sehingga diketahui ketepatan dan atau signifikansi prediksi dari hubungan/korelasi data. Hasil analisa tersebut dapat dilihat pada tabel – tabel berikut.

Tabel 4.13. Koefisien Persamaan Regresi Persentase Penurunan Kesadahan Pada Proses Filtrasi Alat *Roughing Filter*

Predictor	Coefficient	SE Coef	T	P
Constant	12,173	1,634	7,45	0.000
Waktu	0,10695	0,01029	10,39	0.000
Media	0,07818	0,02001	3,91	0.000

S = 6,93207 R-Sq = 57,0% R-Sq(adj) = 56.1%

Tabel 4.14 Hasil Uji Kelinearan Analisa Regresi Persentase Penurunan Kesadahan Pada Proses Filtrasi Alat *Roughing Filter*

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	5921,0	2960,9	61,62	0,000
Residual	93	4469,0	48,1		
Total	59	10390,8			

a. Persamaan Regresi

$$Y = 12,173 + 0,10695X_1 + 0,07818X_2$$

Dimana:

- Y = Persentase penurunan kesadahan
- X₁ = Variabel waktu operasional (menit)
- X₂ = Variabel media

Berdasarkan hasil analisa regresi pada tabel 4.13, konstanta sebesar 12,173 menyatakan bahwa jika variasi waktu pengambilan sampel dan media konstan maka persentase penurunan kesadahan adalah 12,173 %. Koefisien regresi sebesar 0,10695 untuk variabel waktu (X₁) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu sebesar 1 menit waktu pengambilan sampel akan meningkatkan persentase penurunan kesadahan sebesar 0,10695 % dengan anggapan variabel lain besarnya konstan. Sedangkan koefisien regresi untuk variabel komposisi media (X₂) -0,07818 menyatakan bahwa penambahan komposisi media 1 cm akan menurunkan persentase kesadahan sebesar 0,07818 % dengan anggapan variabel lain besarnya konstan.

- b. Dari hasil analisa regresi juga didapatkan nilai R square sebesar 57,0 %, hal ini berarti 57,0 %, persentase penurunan kandungan kesadahan dapat dijelaskan oleh, waktu operasional dan media. Sedangkan sisanya 43,0 % dijelaskan oleh sebab-sebab kemungkinan variabel lain yang tidak diprediksi..
- c. Dari uji kelinearan pada tabel 4.14 untuk analisa regresi atau F test, didapat nilai F hitung 61,62. Dari tabel distribusi F didapatkan nilai F tabel 3,09. Karena F hitung lebih besar dari F tabel, maka kesimpulannya adalah

variabel Y (variabel terikat) dengan X (variabel bebas). Atau dengan kata lain, persentase penurunan konsentrasi kesadahan dengan waktu pengambilan sampel (15 sampai dengan 210 menit) dan komposisi media mempunyai hubungan linier.

- d. Nilai probabilitas 0,000, jauh lebih kecil dari 0,05, maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksi persentase penurunan kandungan kesadahan.
- e. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel independent.

Hipotesis:

H_0 = koefisien regresi tidak signifikan

H_1 = koefisien regresi signifikan

Pengambilan keputusan:

a. Dengan membandingkan statistik t hitung dengan statistik t tabel. Jika statistik t hitung < statistik t tabel, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Jika statistik t hitung > statistik t tabel, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Nilai t tabel adalah 1,6614, sedangkan nilai t hitung berdasarkan tabel 4.13 untuk variasi waktu adalah 10,39 maka koefisien regresi signifikan dan untuk variasi komposisi media (cangkang kerang) adalah 3,91 maka koefisien regresi signifikan.

b. Berdasarkan probabilitas

i. Jika probabilitas > 0,05, H_0 diterima.

ii. Jika probabilitas < 0,05, H_0 ditolak.

Terlihat bahwa pada kolom P (tabel 4.14) terdapat nilai 0,000 yang berarti probabilitas jauh di bawah 0,05. Dengan demikian H_0 ditolak (koefisien regresi signifikan). Dengan demikian variasi waktu operasional dan variasi media cangkang kerang dan batu apung berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penurunan kandungan kesadahan.

4.3.5 Pembahasan Penurunan Konsentrasi Kesadahan

Penurunan kesadahan atau pelunakan air adalah proses penghilangan mineral yang terlarut dalam air, yang termasuk mineral terlarut dalam air adalah mineral penyebab kesadahan seperti Ca^{2+} dan Mg^{2+} , dalam penelitian ini proses

untuk menurunkan kesadahan yaitu dengan pengendapan dalam proses filtrasi. Pengendapan 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 (Montgomery, 1985).

Dari tabel 4.10 menunjukkan penggunaan media cangkang kerang dan batu apung terbukti mampu menurunkan konsentrasi kesadahan. Kemampuan penurunan konsentrasi kesadahan melalui *roughing filter* aliran horizontal berkisar antara 12,40 % - 51,59 %. Dari gambar 4.4 menunjukkan bahwa persentase penyisihan kesadahan tertinggi sebesar 51,59 % yaitu variasi media batu apung 50 cm : cangkang kerang 50 cm dan pada waktu 210 menit. Sedangkan persentase penyisihan kesadahan terendah sebesar 12,40 % yaitu pada variasi media batu apung 100 cm dan pada waktu 15 menit. Hal ini disebabkan oleh kandungan zat kapur yang terdapat pada media cangkang kerang dan batu apung.

Variasi perbandingan media batu apung 50 cm : cangkang kerang 50 cm lebih banyak terjadi penurunan kesadahan jika dibandingkan dengan panjang dengan variasi lainnya. Dikarenakan batu apung dan cangkang kerang 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).

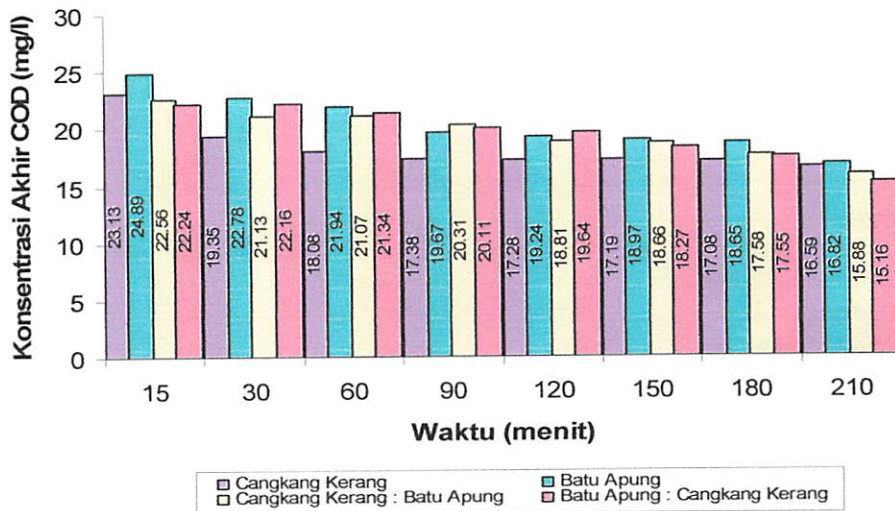
Menurut Keputusan Menteri Kesehatan R. I. No. 907 / MENKES / SK / VII / 2002 kadar kesadahan yang diperbolehkan 500 mg/l. Hasil penelitian

menunjukkan bahwa konsentrasi akhir kesadahan dibawah 500 mg/l maka memenuhi standart kualitas air bersih.

4.4. Analisa Penurunan COD

4.4.1. Analisa Deskriptif

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa cangkang kerang dan batu apung sebagai media filtrasi pada *roughing filter* aliran horizontal dengan perlakuan yang meliputi diameter media 4.75 mm, variasi panjang media untuk cangkang kerang 100 cm (P1), batu apung 100 cm (P2), cangkang kerang 50 cm : batu apung 50 cm (P3), batu apung 50 cm : cangkang kerang 50 cm (P4), serta variasi waktu operasional 15 menit, 30 menit, 60 menit dan 90 menit, 120 menit, 150 menit, 180 menit dan 210 menit mempunyai kemampuan menurunkan COD dengan tingkat penurunan yang bervariasi. Berdasarkan data konsentrasi akhir COD pada tabel 4.4 dapat diplotkan menjadi sebuah grafik konsentrasi akhir COD pada gambar 4.6 berikut ini



Gambar 4.5 Grafik Penurunan Konsentrasi Akhir COD

Berdasarkan tabel 4.4 dan gambar 4.5 menunjukkan bahwa konsentrasi akhir kadar COD melalui alat *roughing filter aliran horizontal* pada masing-masing media berbeda-beda sesuai dengan kemampuan masing-masing media dalam menurunkan COD pada rentang waktu operasional 15 menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit, 180 menit dan 210 menit. Penurunan

konsentrasi akhir COD air sungai paling rendah terdapat pada waktu operasional 210 menit yaitu sebesar 15,16 mg/l di dapat pada perlakuan variasi batu apung 50 cm : cangkang kerang 50 cm (P4). Sedangkan konsentrasi akhir COD tertinggi sebesar 24,89 mg/l di dapat pada perlakuan variasi panjang media batu apung 100 cm (P2) pada waktu operasional 15 menit.

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

$$\% R = \frac{\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{konsentrasi awal}} \times 100\%$$

Perhitungan persentase penurunan COD dapat dilihat pada tabel 4.15.

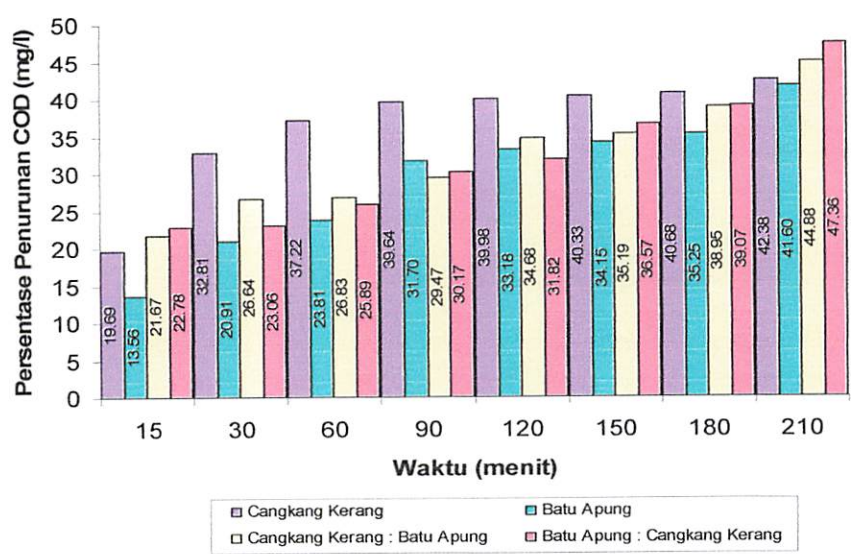
Tabel 4.15. Presentase Penurunan Konsentrasi COD

Variasi media (cm)	Waktu (menit)	Persentase Penurunan COD (mg/l)			Rata- rata
		1	2	3	
P1	15	19.75	19.72	19.62	19.69
	30	33.17	32.73	32.53	32.81
	60	37.27	37.22	37.17	37.22
	90	39.68	39.67	39.57	39.64
	120	40.03	40.02	39.90	39.98
	150	40.53	40.45	40.00	40.33
	180	40.73	40.68	40.63	40.68
	210	42.57	42.42	42.17	42.38
P2	15	13.61	13.56	13.52	13.56
	30	20.96	20.93	20.83	20.91
	60	23.94	23.80	23.70	23.81
	90	31.85	31.67	31.59	31.70
	120	33.28	33.17	33.09	33.18
	150	34.19	34.15	34.11	34.15
	180	35.26	35.26	35.22	35.25
	210	41.63	41.61	41.57	41.60
P3	15	21.68	21.67	21.65	21.67
	30	26.67	26.63	26.61	26.64
	60	26.89	26.84	26.75	26.83
	90	29.65	29.47	29.30	29.47
	120	34.70	34.67	34.67	34.68
	150	35.30	35.19	35.09	35.19
	180	39.12	38.95	38.77	38.95

	210	44.95	44.95	44.74	44.88
P4	15	22.83	22.77	22.75	22.78
	30	23.10	23.07	23.00	23.06
	60	25.93	25.88	25.85	25.89
	90	30.20	30.17	30.13	30.17
	120	31.90	31.88	31.67	31.82
	150	36.70	36.67	36.33	36.57
	180	39.17	39.10	38.96	39.07
	210	47.33	47.43	47.33	47.36

(Sumber: Hasil Penelitian)

Berdasarkan data persentase penurunan COD pada tabel 4.15 maka dapat diplotkan menjadi sebuah grafik persentase penurunan COD pada gambar 4.7 berikut ini.



Gambar 4.6. Grafik Persentase Penurunan COD

4.4.1.1 Media Cangkang Kerang

Berdasarkan tabel 4.4 dan gambar 4.5 konsentrasi COD akhir yang terendah terjadi saat pengambilan sampel kedelapan (saat t = 210 menit) sebesar 16,59 mg/l sedangkan konsentrasi akhir COD terbesar saat pengambilan sampel pertama (saat t = 15 menit) sebesar 23,13 mg/l. Dan berdasarkan tabel 4.15 dan gambar 4.6 persentase penurunan COD terbesar adalah 42,38 % pada pengambilan sampel kedelapan (saat t = 210

menit) sedangkan persentase penurunan COD terendah adalah 19,69 % pada pengambilan sampel pertama (saat $t = 15$ menit).

4.4.1.2 Media Batu Apung

Berdasarkan tabel 4.4 dan gambar 4.5 konsentrasi COD yang terendah terjadi saat pengambilan sampel yang kedelapan (saat $t = 210$ menit) sebesar 18,65 mg/l sedangkan konsentrasi akhir COD terbesar saat pengambilan sampel pertama (saat $t = 15$ menit) sebesar 24,89 mg/l. Dan berdasarkan tabel 4.15 dan gambar 4.6 persentase penurunan COD terbesar adalah 35,25 % pada pengambilan sampel kedelapan (saat $t = 210$ menit) sedangkan persentase penurunan COD terendah adalah 13,56 % pada pengambilan sampel pertama (saat $t = 15$ menit).

4.4.1.3 Media Kombinasi Cangkang Kerang 50 cm dan Batu Apung 50 cm

Berdasarkan tabel 4.4 dan gambar 4.5 konsentrasi COD akhir yang terendah terjadi saat pengambilan sampel yang kedelapan (saat $t = 210$ menit) sebesar 17,58 mg/l sedangkan konsentrasi akhir COD terbesar saat pengambilan sampel pertama (saat $t = 15$ menit) sebesar 22,56 mg/l. Dan berdasarkan tabel 4.15 dan gambar 4.6 persentase penurunan COD terbesar adalah 38,95% pada pengambilan sampel kedelapan (saat $t = 210$ menit) sedangkan persentase penurunan COD terendah adalah 21,67% pada pengambilan sampel pertama (saat $t = 15$ menit).

4.4.1.4 Media Kombinasi Batu Apung 50 cm dan Cangkang Kerang 50 cm

Berdasarkan tabel 4.4 dan gambar 4.5 konsentrasi COD akhir yang terendah terjadi saat pengambilan sampel yang kedelapan (saat $t = 210$ menit) sebesar 15,16 mg/l sedangkan konsentrasi akhir COD terbesar saat pengambilan sampel pertama (saat $t = 15$ menit) sebesar 22,24 mg/l. Dan berdasarkan tabel 4.15 dan gambar 4.6 persentase penurunan COD terbesar adalah 47,36% pada pengambilan sampel kedelapan (saat $t = 210$ menit) sedangkan persentase penurunan COD terendah adalah 22,78% pada pengambilan sampel pertama (saat $t = 15$ menit).

4.4.2. Analisa ANOVA

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh waktu operasional, dan perbandingan variasi media cangkang kerang dan batu apung dalam persentase penurunan COD, maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA satu faktor. Hasil uji tersebut dapat dilihat pada tabel 4.16.

Tabel 4.16 Hasil Uji ANOVA Penurunan COD Pada Proses Filtrasi Dengan Alat *Roughing Filter* aliran horizontal

Source	DF	SS	MS	F	P
Perlakuan	31	6297,033	203,130	17079,71	0.000
Error	64	0,761	0,012		
Total	95	6297,794			

Berdasarkan tabel 4.16 nilai F hitung sebesar 17079,71 dan jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah 1,63. Karena nilai F hitung lebih besar dari pada F tabel maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0). Dengan nilai probabilitas 0,000, maka H_0 ditolak. Artinya ada beberapa perlakuan yang tidak signifikan atau tidak sama

4.4.3. Analisa Korelasi

Untuk mengetahui ada atau tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara variabel yang diamati, maka digunakan analisa korelasi. Hasil analisa korelasi dapat dilihat pada tabel 4.17.

Tabel 4.17 Korelasi antara Persentase Penurunan Kadar COD, Waktu Operasional, dan Perbandingan Media Cangkang Kerang dan Batu Apung Pada Proses Filtrasi Dengan Alat *Roughing Filter* Aliran Horizontal

		Waktu (menit)	Cangkang kerang	Batu apung
% Penurunan Kekeruhan	Pearson correlation	0.883	0.321	-0.321
	P-Value	0,000	0,004	0,004

Dari tabel 4.17 menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara variabel yang dapat diketahui dari koefisien korelasi adalah :

Berdasarkan tabel 4.17 menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara variabel yang dihitung dengan koefisien korelasi adalah :

- Nilai koefisien korelasi antara persentase penurunan COD dengan variasi waktu pengambilan sampel 0.883. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara kedua variabel kuat karena berada diantara 0.7 s/d 0.9 (Achmad Z. S, 2005). Dan arah hubungan yang positif menunjukkan hubungan yang searah yang berarti bahwa jika semakin lama waktu maka semakin tinggi tingkat persentase penurunan COD dimana rentang waktu yang dimaksud adalah antara 15 menit sampai 210 menit. Tingkat signifikan persentase penurunan COD dengan variasi waktu ditunjukkan dengan nilai probabilitas 0.004 (< 0.05) maka korelasinya nyata/signifikan.
- Nilai koefisien korelasi antara persentase penurunan COD dengan variasi komposisi media cangkang kerang sebesar 0,321. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara kedua variabel lemah karena berada diantara 0.2 s/d 0.4 (Achmad Z. S, 2005). Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan adanya tanda positif pada nilai koefisien korelasi, yang menunjukkan bahwa peningkatan komposisi cangkang kerang sebagai media sebanding dengan besarnya persentase penurunan COD. Tingkat signifikan persentase penurunan COD dengan variasi media ditunjukkan dengan nilai probabilitas 0.004 (< 0.05) maka korelasinya nyata/signifikan.
- Nilai koefisien korelasi antara persentase penurunan COD dengan variasi komposisi media batu apung sebesar -0,321. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara kedua variabel lemah karena berada diantara 0.2 s/d 0.4 (Achmad Z. S, 2005). Hubungan kedua variabel bertolakbelakang hal ini ditunjukkan dengan adanya tanda negatif pada nilai koefisien korelasi, yang menunjukkan bahwa peningkatan komposisi batu apung sebagai media berbanding terbalik dengan besarnya persentase penurunan COD. Tingkat signifikan persentase penurunan COD ditunjukkan dengan nilai probabilitas 0.004 (< 0.05) maka korelasinya nyata/signifikan.

4.4.4. Analisa Regresi

Untuk mengetahui besarnya hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat digunakan uji regresi, sehingga diketahui ketepatan dan atau signifikasi prediksi dari hubungan/korelasi data. Hasil analisa tersebut dapat dilihat pada tabel – tabel berikut.

Tabel 4.18 Koefisien Persamaan Regresi Persentase Penurunan COD Pada Proses Filtrasi Alat *Roughing Filter*

Predictor	Coefficient	SE Coef	T	P
Constant	17,9632	0,6628	27,10	0.000
Waktu	0,104095	0,004175	24,93	0.000
Media	0,073437	0,008118	9,05	0.000

S = 2,81218 R-Sq = 88,3% R-Sq(adj) = 88,1%

Tabel 4.19 Hasil Uji Kelinearan Analisa Regresi Persentase Penurunan COD Pada Proses Filtrasi Alat *Roughing Filter*

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	5562,3	2781,2	351,67	0,000
Residual	93	735,5	7,9		
Total	59	6297,8			

a. Persamaan Regresi

$$Y = 17,9632 + 0,104095X_1 + 0,073437X_2$$

Dimana:

- Y = Persentase penurunan COD
- X₁ = Variabel waktu operasional (menit)
- X₂ = Variabel media

Berdasarkan hasil analisa regresi pada tabel 4.18, konstanta sebesar 17.9632% menyatakan bahwa jika variasi waktu pengambilan sampel dan media konstan maka persentase penurunan COD adalah 17.9632%. Koefisien regresi sebesar 0,104095 untuk variabel waktu (X₁) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu sebesar 1 menit waktu pengambilan sampel akan

meningkatkan persentase penurunan COD sebesar 0,104095% dengan anggapan variabel lain besarnya konstan. Sedangkan koefisien regresi untuk variabel komposisi media (X_2) 0,073437 menyatakan bahwa penambahan komposisi media 1 cm akan meningkatkan penurunan COD sebesar 0,073437% dengan anggapan variabel lain besarnya konstan.

- b. Dari hasil analisa regresi juga didapatkan nilai R square sebesar 88,3 %, hal ini berarti 88,3 %, persentase penurunan kandungan COD dapat dijelaskan oleh waktu operasional dan variasi media. Sedangkan sisanya 11,7 % dijelaskan oleh sebab-sebab kemungkinan variabel lain yang tidak diprediksi.
- c. Dari uji kelinieran pada tabel 4.19 untuk analisa regresi atau F test, didapat nilai F hitung 351,67. Dari tabel distribusi F didapatkan nilai F tabel 3,09. Karena F hitung lebih besar dari F tabel, maka kesimpulannya adalah variabel Y (variabel terikat) dengan X (variabel bebas). Atau dengan kata lain, persentase penurunan konsentrasi COD dengan waktu pengambilan sampel (15 sampai dengan 210 menit) dan komposisi media mempunyai hubungan linier.
- d. Nilai probabilitas 0,000, jauh lebih kecil dari 0,05, maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksi persentase penurunan kandungan COD.
- e. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel independent.

Hipotesis:

H_0 = koefisien regresi tidak signifikan

H_1 = koefisien regresi signifikan

Pengambilan keputusan:

- a. Dengan membandingkan statistik t hitung dengan statistik t tabel. Jika statistik t hitung < statistik t tabel, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Jika statistik t hitung > statistik t tabel, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Nilai t tabel adalah 1,6614, sedangkan nilai t hitung berdasarkan tabel 4.18 untuk variasi waktu adalah 24,93 maka koefisien regresi signifikan dan untuk variasi komposisi media (cangkang kerang) adalah 9,05 maka koefisien regresi signifikan.

- b. Dasarkan probabilitas
 - i. Jika probabilitas $> 0,05$, H_0 diterima.
 - ii. Jika probabilitas $< 0,05$, H_0 ditolak.

Terlihat bahwa pada kolom P (tabel 4.19) terdapat nilai 0,000 yang berarti probabilitas jauh di bawah 0,05. Dengan demikian H_0 ditolak (koefisien regresi signifikan). Dengan demikian variasi waktu operasional dan variasi media cangkang kerang dan batu apung berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penurunan kandungan COD.

4.4.5 Pembahasan Penurunan Konsentrasi COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Dari hasil penelitian menunjukkan penggunaan media cangkang kerang dan batu apung dengan diameter 4.75 mm mampu menghasilkan efisiensi penurunan COD. Peningkatan persentase efisiensi COD terjadi pada semua variasi media, terutama pada pengambilan sampel pertama yakni saat effluen keluar pertama kali ($t = 15$ menit) hal ini menunjukkan bahwa diperlukan waktu tinggal yang lama untuk mengendapkan zat organik penyebab COD agar dapat mengendap dan menempel pada media, sehingga semakin berjalan waktu operasi sampai $t = 210$ menit maka semakin banyak pula zat organik yang terendapkan oleh media.

Dari tabel 4.15 menunjukkan penggunaan media cangkang kerang dan batu apung mampu menurunkan konsentrasi COD. Kemampuan penurunan konsentrasi COD melalui *roughing filter* aliran horizontal berkisar antara 13,56 % - 47,36 %. Dari gambar 4.7 menunjukkan bahwa persentase penyisihan COD tertinggi sebesar 47,36 % yaitu pada variasi media batu apung 50 cm : cangkang kerang 50 cm (P4) dan pada waktu 210 menit. Sedangkan persentase penyisihan COD terendah sebesar 13,56 % yaitu pada media batu apung 100 (P2) pada waktu 15 menit. 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 di dalam (McFeters, 1990).

Sedangkan waktu operasi berpengaruh terhadap penurunan COD, dimana semakin lama waktu operasi maka waktu kontak zat organis dengan media akan semakin lama sehingga penurunan COD semakin meningkat.

Variasi perbandingan panjang media dengan perbandingan media batu apung 50 cm : cangkang kerang 50 cm lebih banyak terjadi penurunan COD jika dibandingkan dengan panjang dengan variasi lainnya. Hal ini dikarenakan batu apung mempunyai kapasitas adsorpsi, stukturnya porous dan daya serap yang tinggi, sehingga zat organik dan partikel-partikel yang berukuran besar dapat disaring 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. Sedangkan pada cangkang kerang hanya 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 hanya mampu menyaring sisa partikel pada media batu apung. Dengan demikian media batu apung dan cangkang kerang lebih banyak didapatkan penurunan COD yang sebagian besar dipengaruhi oleh kandungan maupun daya serap yang dimiliki oleh media batu apung dan cangkang kerang

Menurut Keputusan Menteri Kesehatan R. I. No. 907 / MENKES / SK / VII / 2002 kadar COD yang diperbolehkan 10 mg/l. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi akhir COD diatas 10 mg/l maka belum memenuhi standart kualitas air bersih.

PENULT

BAB V

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Cangkang kerang dan batu apung mampu menurunkan kadar COD, kekeruhan, dan kesadahan pada air sungai dengan persentase penurunan kadar COD sebesar 13,56-47,36%, kekeruhan sebesar 46,26-90,92%, dan kesadahan sebesar 12,40%-52,48%.
2. Kualitas effluent yang dihasilkan dengan media cangkang kerang dan batu apung selama 210 menit menunjukkan adanya perbedaan penurunan konsentrasi COD, kekeruhan, dan kesadahan.
 - a. Konsentrasi akhir COD terkecil pada media batu apung 50 : cangkang kerang 50 cm sebesar 15,16 mg/l dan terbesar 24,89 mg/l pada media batu apung 100 cm.
 - b. Konsentrasi akhir kekeruhan terkecil yang dicapai dengan menggunakan media batu apung 50 : cangkang kerang 50 cm sebesar 5,17 NTU dan terbesar 30,57 NTU pada media cangkang kerang 100 cm.
 - c. Konsentrasi akhir kesadahan terkecil media batu apung 50 : cangkang kerang 50 cm sebesar 81,65 mg/l dan terbesar 147,75 mg/l pada media batu apung 100 cm.

5.2 Saran

Untuk lebih menyempurnakan penelitian masih perlu dilakukan mengenai:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menemukan panjang media yang optimum.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menemukan waktu operasi sampai media mengalami kondisi *breakthrough*.

3. Melakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kemampuan media cangkang kerang dan batu apung dalam menurunkan parameter-parameter lain pada air sungai.

PUSTAKA

DAFTAR

DAFTAR PUSTAKA

Alaerts G, Santika S, Sumestri Sri. 1987. *Metode Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional.

Anonimous, 2000 *Kesadahan Kimia Kelas 3* (Unsur-unsur Alkali Tanah) <http://www.Praweda.co.id/Ind>.

Anonimous, 2000 *Kesadahan Kimia Kelas 2* (Kimia Terapan Dan Terpakai) <http://www.Praweda.co.id/Ind>.

Anonimous, 2003. *Roughing Filter T 11 Tank Kit*. <http://www.pdfactory.com>.

Ariyanti, Yuni, 2004 *Uji Efektifitas Filter Batu Cadas-Batu Kapur Dalam Menurunkan Kekeruhan Dan Kesadahan Air Tanah*. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.

Arumsari, Anita, 1994 *Uji Penurunan kekeruhan pada pengolahan awal Dengan Menggunakan Roughing Filter*. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan ITS Surabaya.

Budiriani, Apriana, 2005 *Studi Pemanfaatan Limbah Kulit Kerang Sebagai Bahan Baku Pembuatan Paving Block*. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan ITS Surabaya.

File://A:/WT_Roughing Filter Teknologi. Htm.

Iriawan, Nur dan Astuti, Puji Septi, 2006. *Mengolah Data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*. Andi. Yogyakarta.

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

Melcalf dan Eddy, 1991. *Wastewater Engineering Treatment, Disposal, And Reuse Third Edition*. McGraw-Hill, Inc. California.

Notodarmojo, Suprihanto, Andriani Astuti dan Anne Juliah, 2004 *Kajian Unit Pengolahan Menggunakan Media Berbutir Dengan Parameter Kekeruhan, TSS, Senyawa Organik Dan pH*. Departemen Teknik Lingkungan ITB, Bandung.

Ochieng, GM and Otieno, FAO. 2005. *Verification Of Wegelin's Design Criteria For Horizontal Flow Roughing Filter (HRFs) With Alternative Filter Material*. <http://www.wrc.org.za>.

Pustekkom,(2005). *Mollusca*. Kegiatan belajar2. <http://www.oseanologi.lipi.go.id>, diakses 16 Januari 2006.

Razif, Mohamad, 1985. *Pengolahan Air Minum Jilid I*. Teknik Pengairan FTSP ITS, Surabaya.

Reynold, Tom D, 1982. *Unit Operations And Processes In Enviromental Engineering*. Monterey, Calofornia.

Rooklidge J. Stephen, Lloyd H. Ketchum Jr, dan Peter C. Burns. 2001. *Clay Removal In Basaltic and Limestone Horizontal Roughing Filter*. Department of Civil Engineering and Geological Sciences, University of Notre Dame, Journal Enviromental Research 7 (2002) 231-237.

Santoso, Singgih, 2005. *Menguasai Statistik di Era Informasi dengan SPSS 12*. PT Elex Media Komutindo. Jakarta.

Soleh, Zanbar Achmad, 2005. *Ilmu Statistika: Pendekatan Teoritis dan Aplikatif Disertai Contoh Penggunaan SPSS*. Rekayasa sains. Bandung

Sutrisno, C dan Suciastuti, E, 1991. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Rineka Cipta. Bandung.

Suantari, Ni Made, 2005. *Uji kemampuan Roughing Filter Aliran Horizontal Terhadap Penurunan Kadar Sulfur (S), Besi (Fe), dan Kekeruhan Pada Air Panas*. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang, Malang.

Suharlis, Syifak, 1999. *Penurunan dan Kemampuan Batu Apung Didalam Menurunkan Logam Berat Cr dan Cu Pada Air Limbah*. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang, Malang.

Gamar W, M Laura, 1995 *Studi Kemampuan Roughing Filter Dalam Menurunkan Kadar BOD dan COD Air Kali Surabaya*. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan ITS Surabaya

Zuliyanto, Alfian, 1995 *Optimasi Media Roughing Filter Terhadap Pengolahan Air Kali Surabaya*. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan ITS Surabaya.

FILTER

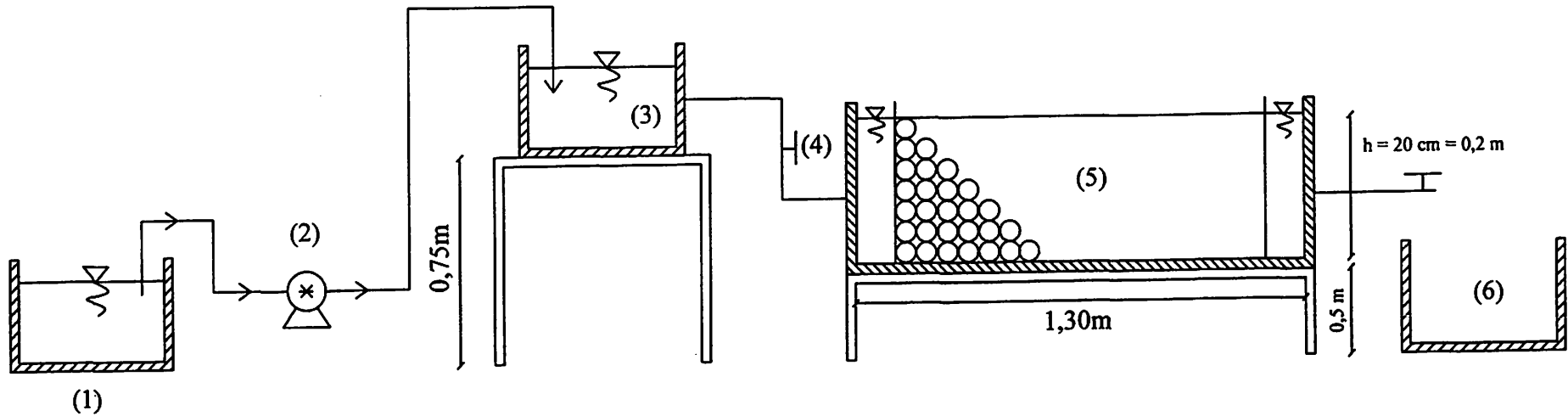
ROUGHING

HORIZONTAT

DESAIN ALAT

LAMPIRAN

RANCANGAN ALAT



Gambar 3.2. Rancangan Alat

KETERANGAN :

- | | |
|-----------------------|---|
| 1. Bak Penampung air | 5. Roughing Filter dengan aliran Horizontal |
| 2. Pompa | 6. Bak penampung effluent |
| 3. Bak Pengatur Debit | |
| 4. Kran | |

PARAMETER UJI

ANALISA

CARA KERJA

LAMPIRAN

A. Pemeriksaan COD (*Chemical Oxygen Demand*)

1. Metode

Closed Reflux Titrmetric

2. Prinsip

Senyawa organik dalam air dioksidasi oleh larutan kalium dikromat dalam suasana asam sulfat pada temperature 150 °C selama 2 jam. Kelebihan kalium dikromat (yang tidak tereduksi) titrasi dengan larutan fero ammonium sulfat (FAS) memakai ekivalensi oksigen.

3. Preaksi

3.1. Larutan standar kalium dikromat 0,0167 M

Tambahkan 4,193 gr $K_2Cr_2O_7$, yang sebelumnya telah dikeringkan pada suhu 103°C selama 2 jam, pada 500 ml air destilasi. Lalu tambahkan 167 ml H_2SO_4 pekat dan 3,33 gran $HgSO_4$. Larutkan dan dinginkan sampai temperatur kamar kemudian encerkan volumenya menjadi 1000 ml.

3.2. Preaksi asam sulfat

Tambahkan Ag_2SO_4 (bentuk kristal atau bubuk) Pada H_2SO_4 pekat dengan perbandingan 5,5 gr Ag_2SO_4 per kg H_2SO_4 . Biarkan selama 1 atau 2 hari hingga seluruh Ag_2SO_4 larut.

3.3. Larutan indikator feroin

Larutkan 1,485 gr 1,10-Phenantrolin monohidrat dan 695 mg $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ dalam air destilasi dan encerkan hingga volumenya 100 ml, lalu larutan indikator feroin diencerkan dengan perbandingan 1 : 4 (1 ml larutan indikator feroin dan 4 ml air destilasi) sebelum digunakan.

3.4. Larutan feroin ammonium sulfat (FAS)

Larutkan 39,2 gr $Fe(NH_4)_2 SO_4 \cdot 6H_2O$ dalam air destilasi. Lalu tambahkan 20 ml H_2SO_4 pekat dan encerkan hingga volume 1000 ml. Larutkan ini harus distandarisasi dengan cara sebagai berikut :

Masukkan 2,5 ml air destilasi, 1,5 ml kalium dikromat dan 3,5 ml preaksi asam sulfat ke dalam tabung COD. Dinginkan pada temperature kamar, kemudian tambahkan 1 sampai 2 tetes indikator feroin. Titrasi dengan

FAS sampai berwarna awal merah kecoklatan. Molaritas FAS yang dipakai dengan rumus :

$$\text{Molaritas FAS} = (\text{ml K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times 0,1) / \text{ml FAS}$$

4. Cara kerja

- a. Cuci tabung COD dan rendam dalam 20 % H_2SO_4 untuk penggunaan pertama.
- b. Masukkan 2,5 ml sampel, 1,5 ml kalium dikromat dan 3,5 ml pereaksi asam sulfat ke dalam tabung COD. Tutup tabung rapat-rapat dan kocok agar tercampur sempurna.
- c. Masukkan pada pemanas COD mikro lalu panaskan pada suhu 150°C selama 2 jam.
- d. Dinginkan pada suhu kamar. Kemudian tuangkan isinya ke dalam wadah lebih besar. Tambahkan 1 sampai 2 tetes indikator ferroin. Titration dengan FAS titik akhir titration adalah terjadi perubahan warna dari biru kehijauan sampai berwarna merah kecoklatan. Catat ml FAS yang dipakai untuk titration.
- e. Buat blanko dengan air destilasi sebagai pengganti sampel, lalu langkah-langkah pengerjaan diatas diulangi kembali. Catat ml FAS yang dipakai untuk blanko tersebut.

5. Perhitungan

$$\text{COD (mgO}^2\text{/l)} = (A-B) \times M \times 8000 / \text{ml sampel}$$

Dengan :

A = ml FAS yang dipakai untuk titration blanko

B = ml FAS yang dipakai untuk titration sampel

M = molaritas FAS

B. Pemeriksaan Kesadahan

1. Metode

Kromatografi Ion

2. Prinsip

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

3. Pembuatan Bahan Penunjang Analisa

Larutan Eluen Kation (Asam Sulfat ± 22 mN)

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

4. Pelaksanaan Pengujian

1. Buat beberapa konsentrasi dari masing-masing larutan standar dalam labu ukur dengan cara pembuatan seperti pada lampiran, misalnya ;
 - Ion Natrium (5; 10; 20; 40; 80; 100) mg/l
 - Ion Kalium (1; 4; 8; 10; 15; 20) mg/l
 - Ion Magnesium (2; 4; 8; 12; 16; 20) mg/l
 - Ion Kalsium (10; 20; 40; 50; 80; 100) mg/l
2. Setiap analisa contoh uji air dilakukan pengecekan larutan standar yang sudah diketahui konsentrasinya.

3. Masukkan ± 1 ml larutan standar dalam vial kapasitas 1,5 ml kemudian tutup rapat.
4. Masukkan ± 1 ml contoh uji air yang telah disaring ke dalam vial (kapasitas 1,5 ml), kemudian tutup rapat.
5. Hidupkan Autosampler.
6. Masukkan vial yang berisi larutan standar dan contoh uji air ke dalam Autosampler, sesuaikan nomor urut pada Autosampler dengan schedule pada perangkat lunak.
7. Hidupkan kompresor.
8. Hidupkan kromatografi ion.
9. Periksa semua pipa aliran dari eluen, kolom dan CSRS (detektor), pastikan sudah terpasang dengan benar dan rapat.
10. Hidupkan komputer dan masuk ke perangkat Peak Net.
11. Tunggu hingga daya hantar listrik yang terbaca pada kromatografi ion stabil pada angka $< 2 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ selama ± 1 jam.
12. Apabila daya hantar listrik yang terbaca pada display kromatografi ion telah stabil, atur retensi time pada menu method ddalam perangkat lunak pada 12 menit dan pada Autosampler 13 menit.
13. Pilih menu schedule pada perangkat lunak dan masukkan kode contoh uji air (sesuaikan dengan urutan kode contoh uji air dengan posisi contoh uji air di Autosampler), method dan data file.
14. Pilih menu Run, Load Schedule, Load Method, dan Save Method sehingga pada display alat kromatografi ion tertulis remote yang berarti antara alat kromatografi ion, autosampler dan perangkat lunaknya terhubung dan analisa siap dilaksanakan.
15. Tekan tombol start pada autosampler.
16. Hasil analisa (kromatogram dan konsentrasi masing-masing ion) secara otomatis akan tercetak pada print out.

5. Perhitungan

$$C = A \times F$$

Dimana :

C = konsentrasi Kation dalam mg/l

A = konsentrasi hasil pembacaan dalam mg/l

F = faktor pengenceran

Untuk menghitung konsentrasi Kesadahan Total :

$$\text{mg/l CaCO}_3 = (A \times \text{mg/l Ca}) + (B \times \text{mg/l Mg})$$

Dimana :

A : BM (Berat Molekul) dari Ca = 2,497

B : BM (Berat Molekul) dari Mg = 4,118

C. Pemeriksaan Kekeruhan

1. Metode

Nephelometri

2. Prinsip

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

3. Pembuatan Reagen Kimia Penunjang Analisa kekeruhan

Stock Standar Formazin terdiri dari larutan I dan larutan II.

Cara pembuatannya :

3.1 Larutan I

Larutkan 1 gram Hidrazin Sulfat $(\text{NH}_2)_2\text{H}_2\text{SO}_4$ di dalam air suling dan encerkan menjadi 100 ml dalam labu ukur

3.2 Larutan II

Larutkan 10 gram Heksa Methylenetetramine $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$ didalam air suling dan encerkan menjadi 100 ml dalam labu ukur.

3.3 Campurkan 5 ml larutan I dan 5 ml larutan II dalam labu ukur 100 ml, kemudian encerkan dengan air suling sampai tanda, biarkan 24 jam dalam temperature 25 ± 3 oC. Kekeruhan dari suspensi ini adalah 400-NTU larutan ini tahan sampai 1 tahun jika disimpan dalam ruang dingin.

3.4 Encerkan larutan stok ini dengan air suling setiap maka digunakan.

4. Pelaksanaan Pengujian

4.1 Disiapkan alat turbidimetri sesuai dengan petunjuk dan diikuti petunjuk pengoperasian alat

4.2 Kocok sampel air sampai homogen kemudian masukkan sampel air ke dalam cell turbidimeter dengan batas sampai pada leher cell, kemudian tutup dan baca pada turbidimeter, pastikan garis pada cell kekeruhan tepat pada garis dengan marker (.) disetiap pembacaan.

4.3 Catat hasil pembacaan pada turbidimeter dalam satuan NTU.

PARAMETER UJI

ANALISA

DATA HASIL

LAMPIRAN

**WORKSHEET ANALISA KEKERUHAN
CANGKANG KERANG 100 cm**

NO	Waktu (menit)	PENGUKURAN KEKERUHAN (NTU)		
		1	2	3
1	0	30.5	30.6	30.6
2	30	28.8	28.8	28.9
3	60	26.7	26.9	26.8
4	90	25.8	25.9	25.9
5	120	21.2	21.4	21.3
6	150	16.7	16.8	16.9
7	180	12.7	12.8	12.9
8	210	9.8	9.9	9.8

**WORKSHEET ANALISA KEKERUHAN
BATU APUNG 100 cm**

NO	Waktu (menit)	PENGUKURAN KEKERUHAN (NTU)		
		1	2	3
1	0	24.2	24.3	24.4
2	30	22.2	22.2	22.3
3	60	16.2	16.2	16.3
4	90	13.2	13.3	13.2
5	120	12.4	12.3	12.4
6	150	10.3	10.4	10.3
7	180	8.7	8.6	8.7
8	210	7.2	7.2	7.3

**WORKSHEET ANALISA KEKERUHAN
CANGKANG KERANG 50 cm : BATU APUNG 50 cm**

NO	Waktu (menit)	PENGUKURAN KEKERUHAN (NTU)		
		1	2	3
1	0	22.2	22.3	22.2
2	30	16.4	16.4	16.5
3	60	11.6	11.5	11.4
4	90	8.3	8.4	8.3
5	120	7.6	7.7	7.9
6	150	7.5	7.6	7.6
7	180	6.4	6.5	6.7
8	210	6.2	6.3	6.3

WORKSHEET ANALISA KEKERUHAN
BATU APUNG 50 cm : CANGKANG KERANG 50 cm

NO	Waktu (menit)	PENGUKURAN KEKERUHAN (NTU)		
		1	2	3
1	0	21.3	21.3	21.4
2	30	16.3	16.4	16.3
3	60	10.2	10.3	10.2
4	90	9.7	9.6	9.7
5	120	7.5	7.6	7.7
6	150	7.2	7.2	7.3
7	180	6.2	6.3	6.2
8	210	5.1	5.2	5.2

WORKSHEET ANALISA COD

No	Kode Sampel	Volume Sampel (ml)	Molartitas FAS				ml FAS Blanko	ml FAS Sampel				Kore. (mg/l)			Rata-rata	Persentase Penurunan
			ml K2Cr2O7 x 0,1	ml FAS	(4 : 5)	I		II	III	I	II	III				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
	15	2.5	0.15	1.0	0.15	0.71	0.66	0.66	0.66	23.11	23.12	23.15	23.13	19.69		
	30	2.5	0.15	1.0	0.15	0.71	0.67	0.67	0.67	19.25	19.37	19.43	19.35	32.81		
	60	2.5	0.15	1.0	0.15	0.71	0.67	0.67	0.67	18.07	18.08	18.10	18.08	37.22		
	90	2.5	0.15	1.0	0.15	0.71	0.67	0.67	0.67	17.37	17.38	17.40	17.38	39.64		
	120	2.5	0.15	1.0	0.15	0.71	0.67	0.67	0.67	17.27	17.28	17.31	17.28	39.98		
	150	2.5	0.15	1.0	0.15	0.71	0.67	0.67	0.67	17.13	17.15	17.28	17.19	40.33		
	180	2.5	0.15	1.0	0.15	0.71	0.67	0.67	0.67	17.07	17.08	17.10	17.08	40.68		
	210	2.5	0.15	1.0	0.15	0.71	0.68	0.68	0.68	16.54	16.58	16.66	16.59	42.38		
	15	2.5	0.15	0.9	0.17	0.75	0.70	0.70	0.70	24.88	24.90	24.91	24.89	13.56		
Batu Apung	30	2.5	0.15	0.9	0.17	0.75	0.71	0.71	0.71	22.76	22.77	22.80	22.78	20.91		
	60	2.5	0.15	0.9	0.17	0.75	0.71	0.71	0.71	21.90	21.95	21.97	21.94	23.81		
	90	2.5	0.15	0.9	0.17	0.75	0.71	0.71	0.71	19.63	19.68	19.70	19.67	31.70		
	120	2.5	0.15	0.9	0.17	0.75	0.71	0.71	0.71	19.22	19.25	19.27	19.24	33.18		
	150	2.5	0.15	0.9	0.17	0.75	0.71	0.71	0.71	18.95	18.97	18.98	18.97	34.15		
	180	2.5	0.15	0.9	0.17	0.75	0.72	0.72	0.72	18.65	18.65	18.66	18.65	35.25		
	210	2.5	0.15	0.9	0.17	0.75	0.72	0.72	0.72	16.81	16.82	16.83	16.82	41.60		
	15	2.5	0.15	0.95	0.16	0.7	0.66	0.66	0.66	22.55	22.56	22.57	22.56	21.67		
	30	2.5	0.15	0.95	0.16	0.7	0.66	0.66	0.66	21.12	21.13	21.14	21.13	26.64		
	60	2.5	0.15	0.95	0.16	0.7	0.66	0.66	0.66	21.05	21.07	21.09	21.07	26.83		
	90	2.5	0.15	0.95	0.16	0.7	0.66	0.66	0.66	20.26	20.31	20.36	20.31	29.47		
	120	2.5	0.15	0.95	0.16	0.7	0.66	0.66	0.66	18.81	18.82	18.82	18.81	34.68		
	150	2.5	0.15	0.95	0.16	0.7	0.66	0.66	0.66	18.63	18.66	18.69	18.66	35.19		
	180	2.5	0.15	0.95	0.16	0.7	0.67	0.67	0.67	17.53	17.58	17.63	17.58	38.95		
	210	2.5	0.15	0.95	0.16	0.7	0.67	0.67	0.67	15.86	15.86	15.91	15.88	44.88		
Batu Apung+Kerang	15	2.5	0.15	1.0	0.15	0.8	0.75	0.75	0.75	22.22	22.24	22.25	22.24	22.78		
	30	2.5	0.15	1.0	0.15	0.8	0.75	0.75	0.75	22.15	22.16	22.18	22.16	23.06		
	60	2.5	0.15	1.0	0.15	0.8	0.76	0.76	0.76	21.33	21.35	21.36	21.34	25.89		
	90	2.5	0.15	1.0	0.15	0.8	0.76	0.76	0.76	20.10	20.11	20.12	20.11	30.17		
	120	2.5	0.15	1.0	0.15	0.8	0.76	0.76	0.76	19.61	19.62	19.68	19.64	31.82		
	150	2.5	0.15	1.0	0.15	0.8	0.76	0.76	0.76	18.23	18.24	18.34	18.27	36.57		
	180	2.5	0.15	1.0	0.15	0.8	0.77	0.77	0.77	17.52	17.54	17.58	17.55	39.07		
	210	2.5	0.15	1.0	0.15	0.8	0.77	0.77	0.77	15.17	15.14	15.17	15.16	47.36		

Kode Contoh Uji : Ext 04-32/AJ/VII/2006/15-43
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang
Place of Analysis

Tanggal Analisa : 11 Juli 2006
Testing Date(s)

HASIL ANALISA Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Ket
1					
1	Kode K.CK - 1.0 menit	mg/l	143.46	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.CK - 2.0 menit	mg/l	143.47	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.CK - 3.0 menit	mg/l	143.47	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
2	Kode K.CK - 1.30 menit	mg/l	141.33	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.CK - 2.30 menit	mg/l	141.34	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.CK - 3.30 menit	mg/l	141.33	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
3	Kode K.CK - 1.60 menit	mg/l	139.25	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.CK - 2.60 menit	mg/l	139.26	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.CK - 3.60 menit	mg/l	139.28	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
4	Kode K.CK - 1.90 menit	mg/l	133.11	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.CK - 2.90 menit	mg/l	133.12	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.CK - 3.90 menit	mg/l	133.13	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
5	Kode K.CK - 1.120 menit	mg/l	124.46	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.CK - 2.120 menit	mg/l	124.48	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.CK - 3.120 menit	mg/l	124.47	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
6	Kode K.CK - 1.150 menit	mg/l	117.86	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.CK - 2.150 menit	mg/l	117.87	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.CK - 3.150 menit	mg/l	117.89	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
7	Kode K.CK - 1.180 menit	mg/l	109.12	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.CK - 2.180 menit	mg/l	109.13	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.CK - 3.180 menit	mg/l	109.12	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
8	Kode K.CK - 1.210 menit	mg/l	100.11	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.CK - 2.210 menit	mg/l	100.12	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.CK - 3.210 menit	mg/l	100.13	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-

Nomor : 257 S /LKA MLG/ VII/ 06

Halaman 2 dari 2
Page 2 of 2

HASIL ANALISA Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Ket
II					
1	Kode K.BA - 1.0 menit	mg/l	147.75	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.BA - 2.0 menit	mg/l	147.75	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.BA - 3.0 menit	mg/l	147.76	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
2	Kode K.BA - 1.30 menit	mg/l	145.84	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.BA - 2.30 menit	mg/l	145.85	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.BA - 3.30 menit	mg/l	145.88	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
3	Kode K.BA - 1.60 menit	mg/l	144.72	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.BA - 2.60 menit	mg/l	144.79	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.BA - 3.60 menit	mg/l	144.79	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
4	Kode K.BA - 1.90 menit	mg/l	144.69	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.BA - 2.90 menit	mg/l	144.72	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.BA - 3.90 menit	mg/l	144.75	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
5	Kode K.BA - 1.120 menit	mg/l	142.68	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.BA - 2.120 menit	mg/l	142.69	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.BA - 3.120 menit	mg/l	142.7	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
6	Kode K.BA - 1.150 menit	mg/l	138.87	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.BA - 2.150 menit	mg/l	138.88	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.BA - 3.150 menit	mg/l	138.87	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
7	Kode K.BA - 1.180 menit	mg/l	129.04	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.BA - 2.180 menit	mg/l	129.05	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.BA - 3.180 menit	mg/l	129.04	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
8	Kode K.BA - 1.210 menit	mg/l	120.57	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.BA - 2.210 menit	mg/l	120.56	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.BA - 3.210 menit	mg/l	120.57	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-

*) Tidak termasuk ruang lingkup akreditasi

Kesimpulan
Conclusion

: -

Nomor : 257 S / LKA MLG / VII / 06

Halaman 2 dari 2
Page 2 of 2

Kode Contoh Uji : Ext 04-32/AJ/VII/2006/15-43
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang
Place of Analysis

Tanggal Analisa : 11 Juli 2006
Testing Date(s)

HASIL ANALISA Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Ket
III					
1	Kode K.CB - 1.0 menit	mg/l	127.25	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.CB - 2.0 menit	mg/l	127.26	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.CB - 3.0 menit	mg/l	127.25	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
2	Kode K.CB - 1.30 menit	mg/l	124.61	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.CB - 2.30 menit	mg/l	124.62	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.CB - 3.30 menit	mg/l	124.61	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
3	Kode K.CB - 1.60 menit	mg/l	120.48	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.CB - 2.60 menit	mg/l	120.89	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.CB - 3.60 menit	mg/l	120.48	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
4	Kode K.CB - 1.90 menit	mg/l	119.47	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.CB - 2.90 menit	mg/l	119.45	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.CB - 3.90 menit	mg/l	119.48	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
5	Kode K.CB - 1.120 menit	mg/l	115.19	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.CB - 2.120 menit	mg/l	115.2	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.CB - 3.120 menit	mg/l	115.18	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
6	Kode K.CB - 1.150 menit	mg/l	106.46	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.CB - 2.150 menit	mg/l	106.46	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.CB - 3.150 menit	mg/l	106.47	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
7	Kode K.CB - 1.180 menit	mg/l	98.76	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.CB - 2.180 menit	mg/l	98.75	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.CB - 3.180 menit	mg/l	98.78	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
8	Kode K.CB - 1.210 menit	mg/l	84.12	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.CB - 2.210 menit	mg/l	84.15	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.CB - 3.210 menit	mg/l	84.18	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-

HASIL ANALISA

Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Ket
IV					
1	Kode K.BC - 1.0 menit	mg/l	125.18	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.BC - 2.0 menit	mg/l	125.18	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.BC - 3.0 menit	mg/l	125.19	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
2	Kode K.BC - 1.30 menit	mg/l	125.1	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.BC - 2.30 menit	mg/l	125.11	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.BC - 3.30 menit	mg/l	125.12	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
3	Kode K.BC - 1.60 menit	mg/l	124.88	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.BC - 2.60 menit	mg/l	124.89	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.BC - 3.60 menit	mg/l	124.92	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
4	Kode K.BC - 1.90 menit	mg/l	123.38	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.BC - 2.90 menit	mg/l	123.89	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.BC - 3.90 menit	mg/l	123.42	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
5	Kode K.BC - 1.120 menit	mg/l	119.26	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.BC - 2.120 menit	mg/l	119.27	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.BC - 3.120 menit	mg/l	119.26	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
6	Kode K.BC - 1.150 menit	mg/l	110.61	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.BC - 2.150 menit	mg/l	110.61	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.BC - 3.150 menit	mg/l	110.62	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
7	Kode K.BC - 1.180 menit	mg/l	93.23	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.BC - 2.180 menit	mg/l	93.29	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.BC - 3.180 menit	mg/l	93.3	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
8	Kode K.BC - 1.210 menit	mg/l	81.63	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.BC - 2.210 menit	mg/l	81.85	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-
	Kode K.BC - 3.210 menit	mg/l	81.66	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-

*) Tidak termasuk ruang lingkup akreditasi

Kesimpulan
Conclusion

: -

Keterangan :

1. K. CK = Kesadahan Cangkang Kerang
2. K. BA = Kesadahan Batu Apung
3. K. CB = Kesadahan Cangkang Kerang dan Batu Apung
4. K. BC = Kesadahan Batu Apung dan Cangkang Kerang

Nomor : 231 S/LKA MLG/VI/06

Halaman 2 dari 2
Page 2 of 2

Kode Contoh Uji : Ext 23/AJ/VI/2006/31
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang
Place of Analysis

Tanggal Analisa : 09 Juni 2006
Testing Date(s)

HASIL ANALISA
Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Ket
1	Kekeruhan	NTU	56,88	QI/LKA/11 (Turbidimeter)	-
2	COD	mg/l	28,8	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
3	Kesadahan Total	mg/l	168,66	APHA.Ed. 20. 2340 Hardness, 1998	-

LAMPIRAN
DATA ANALISA
STATISTIK

KESADAHAN

Descriptive Statistics: % Removal

Variable	Perlakuan	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median
% Removal	T1M1	3	0	14.937	0.00198	0.00342	14.935	14.935	14.935
	T1M2	3	0	12.396	0.00198	0.00342	12.392	12.392	12.398
	T1M3	3	0	24.550	0.00198	0.00342	24.546	24.546	24.552
	T1M4	3	0	25.778	0.00198	0.00342	25.774	25.774	25.780
	T2M1	3	0	16.202	0.00198	0.00342	16.198	16.198	16.204
	T2M2	3	0	13.520	0.00713	0.0123	13.506	13.506	13.524
	T2M3	3	0	26.116	0.00198	0.00342	26.112	26.112	26.118
	T2M4	3	0	25.821	0.00342	0.00593	25.815	25.815	25.821
	T3M1	3	0	17.430	0.00523	0.00906	17.420	17.420	17.432
	T3M2	3	0	14.174	0.0120	0.0208	14.153	14.153	14.176
	T3M3	3	0	28.564	0.00198	0.00342	28.560	28.560	28.566
	T3M4	3	0	25.948	0.00713	0.0123	25.934	25.934	25.952
	T4M1	3	0	21.072	0.00342	0.00593	21.066	21.066	21.072
	T4M2	3	0	14.194	0.0103	0.0178	14.176	14.176	14.194
	T4M3	3	0	29.167	0.00523	0.00906	29.159	29.159	29.165
	T4M4	3	0	26.837	0.00713	0.0123	26.823	26.823	26.841
	T5M1	3	0	26.201	0.00342	0.00593	26.195	26.195	26.201
	T5M2	3	0	15.398	0.00342	0.00593	15.392	15.392	15.398
	T5M3	3	0	31.703	0.00342	0.00593	31.697	31.697	31.703
	T5M4	3	0	29.288	0.00198	0.00342	29.284	29.284	29.290
	T6M1	3	0	30.112	0.00523	0.00906	30.102	30.102	30.114
	T6M2	3	0	17.661	0.00198	0.00342	17.657	17.657	17.663
	T6M3	3	0	36.877	0.00198	0.00342	36.873	36.873	36.879
	T6M4	3	0	34.416	0.00198	0.00342	34.412	34.412	34.418
	T7M1	3	0	35.300	0.00198	0.00342	35.296	35.296	35.302
	T7M2	3	0	23.489	0.00198	0.00342	23.485	23.485	23.491
	T7M3	3	0	41.442	0.00523	0.00906	41.432	41.432	41.444
	T7M4	3	0	44.539	0.166	0.288	44.207	44.207	44.688
	T8M1	3	0	40.638	0.00342	0.00593	40.632	40.632	40.638
	T8M2	3	0	28.515	0.00198	0.00342	28.513	28.513	28.513
	T8M3	3	0	50.107	0.0103	0.0178	50.089	50.089	50.107
	T8M4	3	0	51.591	0.00523	0.00906	51.583	51.583	51.589

Variable	Perlakuan	Q3	Maximum
% Removal	T1M1	14.941	14.941
	T1M2	12.398	12.398
	T1M3	24.552	24.552
	T1M4	25.780	25.780
	T2M1	16.204	16.204
	T2M2	13.530	13.530
	T2M3	26.118	26.118
	T2M4	25.827	25.827
	T3M1	17.437	17.437
	T3M2	14.194	14.194
	T3M3	28.566	28.566
	T3M4	25.958	25.958
	T4M1	21.078	21.078
	T4M2	14.212	14.212
	T4M3	29.177	29.177
	T4M4	26.847	26.847
	T5M1	26.207	26.207
	T5M2	15.404	15.404
	T5M3	31.709	31.709
	T5M4	29.290	29.290
	T6M1	30.120	30.120
	T6M2	17.663	17.663
	T6M3	36.879	36.879

T6M4	34.418	34.418
T7M1	35.302	35.302
T7M2	23.491	23.491
T7M3	41.450	41.450
T7M4	44.723	44.723
T8M1	40.644	40.644
T8M2	28.519	28.519
T8M3	50.125	50.125
T8M4	51.601	51.601

Correlations: Waktu, Cangkang kerang, Batu Apung, % Removal

	Waktu	Cangkang ker	Batu Apung
Cangkang ker	0.000 1.000		
Batu Apung	0.000 1.000	-1.000 *	
% Removal	0.707 0.000	0.266 0.009	-0.266 0.009

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

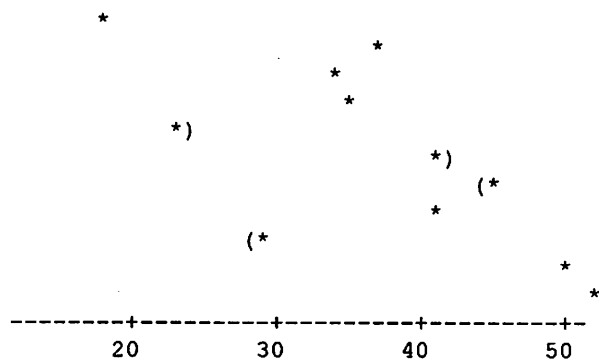
One-way ANOVA: % Removal versus Perlakuan

Source	DF	SS	MS	F	P
Perlakuan	31	10390.63	335.18	125731.49	0.000
Error	64	0.17	0.00		
Total	95	10390.80			

S = 0.05163 R-Sq = 100.00% R-Sq(adj) = 100.00%

				Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev	
Level	N	Mean	StDev		
T1M1	3	14.9373	0.0034	*	
T1M2	3	12.3957	0.0034	*	
T1M3	3	24.5504	0.0034	(*	
T1M4	3	25.7777	0.0034		*
T2M1	3	16.2022	0.0034	*	
T2M2	3	13.5203	0.0123	(*	
T2M3	3	26.1157	0.0034		*
T2M4	3	25.8212	0.0059		*
T3M1	3	17.4295	0.0091	*	
T3M2	3	14.1745	0.0208	*	
T3M3	3	28.5644	0.0034		*
T3M4	3	25.9477	0.0123		*
T4M1	3	21.0720	0.0059	*	
T4M2	3	14.1942	0.0178	*	
T4M3	3	29.1672	0.0091		*
T4M4	3	26.8370	0.0123		*
T5M1	3	26.2006	0.0059		*
T5M2	3	15.3978	0.0059	*	
T5M3	3	31.7028	0.0059		*
T5M4	3	29.2877	0.0034		*
T6M1	3	30.1119	0.0091		*

T6M2	3	17.6608	0.0034
T6M3	3	36.8770	0.0034
T6M4	3	34.4164	0.0034
T7M1	3	35.2998	0.0034
T7M2	3	23.4891	0.0034
T7M3	3	41.4423	0.0091
T7M4	3	44.5393	0.2881
T8M1	3	40.6380	0.0059
T8M2	3	28.5150	0.0034
T8M3	3	50.1067	0.0178
T8M4	3	51.5910	0.0091



Pooled StDev = 0.0516

Regression Analysis: % Removal versus Waktu, Cangkang kerang, Batu Apung

- * Batu Apung is highly correlated with other X variables
- * Batu Apung has been removed from the equation.

The regression equation is

$$\% \text{ Removal} = 12.2 + 0.107 \text{ Waktu} + 0.0782 \text{ Cangkang kerang}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	12.173	1.634	7.45	0.000
Waktu	0.10695	0.01029	10.39	0.000
Cangkang kerang	0.07818	0.02001	3.91	0.000

S = 6.93207 R-Sq = 57.0% R-Sq(adj) = 56.1%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	5921.8	2960.9	61.62	0.000
Residual Error	93	4469.0	48.1		
Total	95	10390.8			

Source	DF	Seq SS
Waktu	1	5188.4
Cangkang kerang	1	733.5

COD (Chemical Oxygen Demand)

Descriptive Statistics: % Removal

Variable	Perlakuan	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median
% Removal	T1M1	3	0	19.699	0.0417	0.0723	19.618	19.618	19.722
	T1M2	3	0	13.553	0.0306	0.0530	13.507	13.507	13.542
	T1M3	3	0	21.667	0.0200	0.0347	21.632	21.632	21.667
	T1M4	3	0	22.789	0.0306	0.0530	22.743	22.743	22.778
	T2M1	3	0	32.813	0.184	0.318	32.535	32.535	32.743
	T2M2	3	0	20.914	0.0417	0.0723	20.833	20.833	20.938
	T2M3	3	0	26.632	0.0200	0.0347	26.597	26.597	26.632
	T2M4	3	0	23.044	0.0306	0.0530	22.986	22.986	23.056
	T3M1	3	0	37.211	0.0306	0.0530	37.153	37.153	37.222
	T3M2	3	0	23.819	0.0723	0.125	23.715	23.715	23.785
	T3M3	3	0	26.840	0.0401	0.0694	26.771	26.771	26.840
	T3M4	3	0	25.880	0.0306	0.0530	25.833	25.833	25.868
	T4M1	3	0	39.641	0.0306	0.0530	39.583	39.583	39.653
	T4M2	3	0	31.701	0.0723	0.125	31.597	31.597	31.667
	T4M3	3	0	29.479	0.100	0.174	29.306	29.306	29.479
	T4M4	3	0	30.174	0.0200	0.0347	30.139	30.139	30.174
	T5M1	3	0	39.977	0.0417	0.0723	39.896	39.896	40.000
	T5M2	3	0	33.171	0.0505	0.0874	33.090	33.090	33.160
	T5M3	3	0	34.664	0.0116	0.0200	34.653	34.653	34.653
	T5M4	3	0	31.817	0.0759	0.131	31.667	31.667	31.875
	T6M1	3	0	40.440	0.0505	0.0874	40.347	40.347	40.451
	T6M2	3	0	34.144	0.0306	0.0530	34.097	34.097	34.132
	T6M3	3	0	35.208	0.0601	0.104	35.104	35.104	35.208
	T6M4	3	0	36.563	0.122	0.211	36.319	36.319	36.667
	T7M1	3	0	40.683	0.0306	0.0530	40.625	40.625	40.694
	T7M2	3	0	35.231	0.0116	0.0200	35.208	35.208	35.243
	T7M3	3	0	38.958	0.100	0.174	38.785	38.785	38.958
	T7M4	3	0	39.074	0.0612	0.106	38.958	38.958	39.097
	T8M1	3	0	42.419	0.0904	0.157	42.257	42.257	42.431
	T8M2	3	0	41.597	0.0200	0.0347	41.563	41.563	41.597
	T8M3	3	0	44.873	0.0579	0.100	44.757	44.757	44.931
	T8M4	3	0	47.407	0.0417	0.0723	47.326	47.326	47.431

Variable	Perlakuan	Q3	Maximum
% Removal	T1M1	19.757	19.757
	T1M2	13.611	13.611
	T1M3	21.701	21.701
	T1M4	22.847	22.847
	T2M1	33.160	33.160
	T2M2	20.972	20.972
	T2M3	26.667	26.667
	T2M4	23.090	23.090
	T3M1	37.257	37.257
	T3M2	23.958	23.958
	T3M3	26.910	26.910
	T3M4	25.938	25.938
	T4M1	39.688	39.688
	T4M2	31.840	31.840
	T4M3	29.653	29.653
	T4M4	30.208	30.208
	T5M1	40.035	40.035
	T5M2	33.264	33.264
	T5M3	34.688	34.688
	T5M4	31.910	31.910
	T6M1	40.521	40.521
	T6M2	34.201	34.201
	T6M3	35.313	35.313

T6M4	36.701	36.701
T7M1	40.729	40.729
T7M2	35.243	35.243
T7M3	39.132	39.132
T7M4	39.167	39.167
T8M1	42.569	42.569
T8M2	41.632	41.632
T8M3	44.931	44.931
T8M4	47.465	47.465

Correlations: Waktu, Cangkang kerang, Batu Apung, % Removal

	Waktu	Cangkang kerang	Batu Apung
Cangkang kerang	0.000 1.000		
Batu Apung	0.000 1.000	-1.000 *	
% Removal	0.883 0.000	0.321 0.001	-0.321 0.001

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

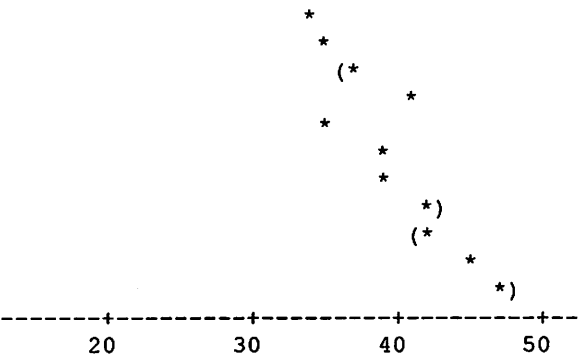
One-way ANOVA: % Removal versus Perlakuan

Source	DF	SS	MS	F	P
Perlakuan	31	6297.033	203.130	17079.71	0.000
Error	64	0.761	0.012		
Total	95	6297.794			

S = 0.1091 R-Sq = 99.99% R-Sq(adj) = 99.98%

				Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev				
Level	N	Mean	StDev	-----+-----+-----+-----+-----				
T1M1	3	19.699	0.072		*			
T1M2	3	13.553	0.053	(*				
T1M3	3	21.667	0.035		*			
T1M4	3	22.789	0.053		*			
T2M1	3	32.813	0.318			*		
T2M2	3	20.914	0.072		*			
T2M3	3	26.632	0.035			*		
T2M4	3	23.044	0.053		*			
T3M1	3	37.211	0.053				*	
T3M2	3	23.819	0.125		*			
T3M3	3	26.840	0.069			*		
T3M4	3	25.880	0.053		*			
T4M1	3	39.641	0.053				*	
T4M2	3	31.701	0.125			*		
T4M3	3	29.479	0.174			*)		
T4M4	3	30.174	0.035			*		
T5M1	3	39.977	0.072				*	
T5M2	3	33.171	0.087			*		
T5M3	3	34.664	0.020			*		
T5M4	3	31.817	0.131			*		
T6M1	3	40.440	0.087				*)	

T6M2	3	34.144	0.053
T6M3	3	35.208	0.104
T6M4	3	36.563	0.211
T7M1	3	40.683	0.053
T7M2	3	35.231	0.020
T7M3	3	38.958	0.174
T7M4	3	39.074	0.106
T8M1	3	42.419	0.157
T8M2	3	41.597	0.035
T8M3	3	44.873	0.100
T8M4	3	47.407	0.072



Pooled StDev = 0.109

Regression Analysis: % Removal versus Waktu, Cangkang kerang, Batu Apung

- * Batu Apung is highly correlated with other X variables
- * Batu Apung has been removed from the equation.

The regression equation is

% Removal = 18.0 + 0.104 Waktu + 0.0734 Cangkang kerang

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	17.9632	0.6628	27.10	0.000
Waktu	0.104095	0.004175	24.93	0.000
Cangkang kerang	0.073437	0.008118	9.05	0.000

S = 2.81218 R-Sq = 88.3% R-Sq(adj) = 88.1%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	5562.3	2781.2	351.67	0.000
Residual Error	93	735.5	7.9		
Total	95	6297.8			

Source	DF	Seq SS
Waktu	1	4915.1
Cangkang kerang	1	647.2

KEKERUHAN

Descriptive Statistics: % Removal

Variable	Perlakuan	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median
% Removal	T1M1	3	0	47.892	0.0568	0.0984	47.835	47.835	47.835
	T1M2	3	0	58.575	0.0984	0.170	58.404	58.404	58.575
	T1M3	3	0	62.098	0.0568	0.0984	61.984	61.984	62.155
	T1M4	3	0	63.632	0.0568	0.0984	63.519	63.519	63.689
	T2M1	3	0	50.847	0.0568	0.0984	50.733	50.733	50.904
	T2M2	3	0	62.098	0.0568	0.0984	61.984	61.984	62.155
	T2M3	3	0	71.985	0.0568	0.0984	71.872	71.872	72.042
	T2M4	3	0	72.156	0.0568	0.0984	72.042	72.042	72.213
	T3M1	3	0	54.313	0.0984	0.170	54.143	54.143	54.313
	T3M2	3	0	72.326	0.0568	0.0984	72.213	72.213	72.383
	T3M3	3	0	80.395	0.0984	0.170	80.225	80.225	80.395
	T3M4	3	0	82.555	0.0568	0.0984	82.441	82.441	82.612
	T4M1	3	0	55.904	0.0568	0.0984	55.847	55.847	55.847
	T4M2	3	0	77.441	0.0568	0.0984	77.327	77.327	77.497
	T4M3	3	0	85.794	0.0568	0.0984	85.680	85.680	85.851
	T4M4	3	0	83.521	0.0568	0.0984	83.464	83.464	83.464
	T5M1	3	0	63.689	0.0984	0.170	63.519	63.519	63.689
	T5M2	3	0	78.918	0.0568	0.0984	78.861	78.861	78.861
	T5M3	3	0	86.817	0.150	0.260	86.533	86.533	86.874
	T5M4	3	0	87.044	0.0984	0.170	86.874	86.874	87.044
	T6M1	3	0	71.360	0.0984	0.170	71.190	71.190	71.360
	T6M2	3	0	82.384	0.0568	0.0984	82.271	82.271	82.441
	T6M3	3	0	87.101	0.0568	0.0984	87.044	87.044	87.044
	T6M4	3	0	87.669	0.0568	0.0984	87.555	87.555	87.726
	T7M1	3	0	78.179	0.0984	0.170	78.009	78.009	78.179
	T7M2	3	0	85.226	0.0568	0.0984	85.169	85.169	85.169
	T7M3	3	0	88.862	0.150	0.260	88.578	88.578	88.919
	T7M4	3	0	89.374	0.0568	0.0984	89.260	89.260	89.431
	T8M1	3	0	83.237	0.0568	0.0984	83.123	83.123	83.294
	T8M2	3	0	87.669	0.0568	0.0984	87.555	87.555	87.726
	T8M3	3	0	89.317	0.0568	0.0984	89.260	89.260	89.260
	T8M4	3	0	91.192	0.0568	0.0984	91.135	91.135	91.135

Variable	Perlakuan	Q3	Maximum
% Removal	T1M1	48.005	48.005
	T1M2	58.745	58.745
	T1M3	62.155	62.155
	T1M4	63.689	63.689
	T2M1	50.904	50.904
	T2M2	62.155	62.155
	T2M3	72.042	72.042
	T2M4	72.213	72.213
	T3M1	54.483	54.483
	T3M2	72.383	72.383
	T3M3	80.566	80.566
	T3M4	82.612	82.612
	T4M1	56.018	56.018
	T4M2	77.497	77.497
	T4M3	85.851	85.851
	T4M4	83.635	83.635
	T5M1	63.860	63.860
	T5M2	79.032	79.032
	T5M3	87.044	87.044
	T5M4	87.214	87.214
	T6M1	71.531	71.531
	T6M2	82.441	82.441

T6M3	87.214	87.214
T6M4	87.726	87.726
T7M1	78.350	78.350
T7M2	85.339	85.339
T7M3	89.090	89.090
T7M4	89.431	89.431
T8M1	83.294	83.294
T8M2	87.726	87.726
T8M3	89.431	89.431
T8M4	91.306	91.306

Correlations: Waktu, Cangkang kerang, Batu Apung, % Removal

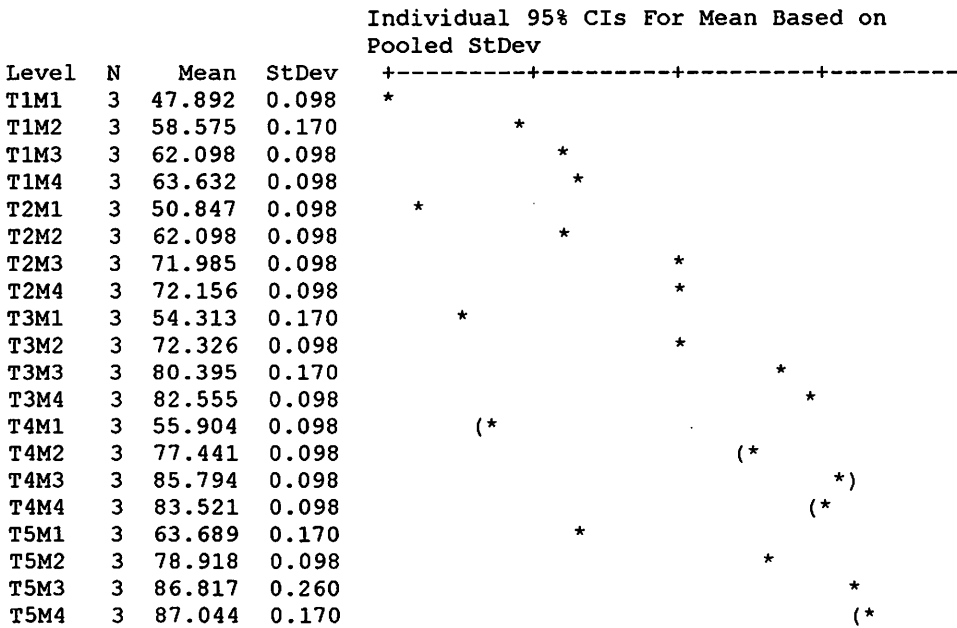
	Waktu	Cangkang ker	Batu Apung
Cangkang ker	0.000 1.000		
Batu Apung	0.000 1.000	-1.000 *	
% Removal	0.746 0.000	-0.346 0.001	0.346 0.001

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

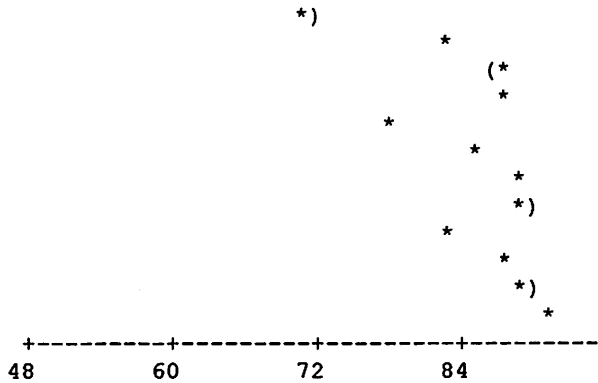
One-way ANOVA: % Removal versus Perlakuan

Source	DF	SS	MS	F	P
Perlakuan	31	15444.10	498.20	28374.51	0.000
Error	64	1.12	0.02		
Total	95	15445.23			

S = 0.1325 R-Sq = 99.99% R-Sq(adj) = 99.99%



T6M1	3	71.360	0.170
T6M2	3	82.384	0.098
T6M3	3	87.101	0.098
T6M4	3	87.669	0.098
T7M1	3	78.179	0.170
T7M2	3	85.226	0.098
T7M3	3	88.862	0.260
T7M4	3	89.374	0.098
T8M1	3	83.237	0.098
T8M2	3	87.669	0.098
T8M3	3	89.317	0.098
T8M4	3	91.192	0.098



Pooled StDev = 0.133

Regression Analysis: % Removal versus Waktu, Canggang kerang, Batu Apung

- * Batu Apung is highly correlated with other X variables
- * Batu Apung has been removed from the equation.

The regression equation is
 % Removal = 67.4 + 0.138 Waktu - 0.124 Canggang kerang

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	67.355	1.728	38.97	0.000
Waktu	0.13769	0.01089	12.65	0.000
Canggang kerang	-0.12402	0.02117	-5.86	0.000

S = 7.33258 R-Sq = 67.6% R-Sq(adj) = 66.9%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	10444.9	5222.5	97.13	0.000
Residual Error	93	5000.3	53.8		
Total	95	15445.2			

Source	DF	Seq SS
Waktu	1	8599.2
Canggang kerang	1	1845.7

TABET T

DAN

DATA TABET T

TAMPIRAN

Tabel F (α 5%)

df	Df 1	Df 2	Df 3	Df 4	Df 5
1	161.45	199.50	215.71	224.58	230.16
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53
31	4.16	3.30	2.91	2.68	2.52
32	4.15	3.29	2.90	2.67	2.51
33	4.14	3.28	2.89	2.66	2.50
34	4.13	3.28	2.88	2.65	2.49
35	4.12	3.27	2.87	2.64	2.49
36	4.11	3.26	2.87	2.63	2.48
37	4.11	3.25	2.86	2.63	2.47
38	4.10	3.24	2.85	2.62	2.46
39	4.09	3.24	2.85	2.61	2.46
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45
41	4.08	3.23	2.83	2.60	2.44
42	4.07	3.22	2.83	2.59	2.44
43	4.07	3.21	2.82	2.59	2.43
44	4.06	3.21	2.82	2.58	2.43
45	4.06	3.20	2.81	2.58	2.42
46	4.05	3.20	2.81	2.57	2.42
47	4.05	3.20	2.80	2.57	2.41
48	4.04	3.19	2.80	2.57	2.41
49	4.04	3.19	2.79	2.56	2.40
50	4.03	3.18	2.79	2.56	2.40
51	4.03	3.18	2.79	2.55	2.40
52	4.03	3.18	2.78	2.55	2.39
53	4.02	3.17	2.78	2.55	2.39

54	4.02	3.17	2.78	2.54	2.39
55	4.02	3.16	2.77	2.54	2.38
56	4.01	3.16	2.77	2.54	2.38
57	4.01	3.16	2.77	2.53	2.38
58	4.01	3.16	2.76	2.53	2.37
59	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37
61	4.00	3.15	2.76	2.52	2.37
62	4.00	3.15	2.75	2.52	2.36
63	3.99	3.14	2.75	2.52	2.36
64	3.99	3.14	2.75	2.52	2.36
65	3.99	3.14	2.75	2.51	2.36
66	3.99	3.14	2.74	2.51	2.35
67	3.98	3.13	2.74	2.51	2.35
68	3.98	3.13	2.74	2.51	2.35
69	3.98	3.13	2.74	2.50	2.35
70	3.98	3.13	2.74	2.50	2.35
71	3.98	3.13	2.73	2.50	2.34
72	3.97	3.12	2.73	2.50	2.34
73	3.97	3.12	2.73	2.50	2.34
74	3.97	3.12	2.73	2.50	2.34
75	3.97	3.12	2.73	2.49	2.34
76	3.97	3.12	2.72	2.49	2.33
77	3.97	3.12	2.72	2.49	2.33
78	3.96	3.11	2.72	2.49	2.33
79	3.96	3.11	2.72	2.49	2.33
80	3.96	3.11	2.72	2.49	2.33
81	3.96	3.11	2.72	2.48	2.33
82	3.96	3.11	2.72	2.48	2.33
83	3.96	3.11	2.71	2.48	2.32
84	3.95	3.11	2.71	2.48	2.32
85	3.95	3.10	2.71	2.48	2.32
86	3.95	3.10	2.71	2.48	2.32
87	3.95	3.10	2.71	2.48	2.32
88	3.95	3.10	2.71	2.48	2.32
89	3.95	3.10	2.71	2.47	2.32
90	3.95	3.10	2.71	2.47	2.32
91	3.95	3.10	2.70	2.47	2.31
92	3.94	3.10	2.70	2.47	2.31
93	3.94	3.09	2.70	2.47	2.31
94	3.94	3.09	2.70	2.47	2.31
95	3.94	3.09	2.70	2.47	2.31
96	3.94	3.09	2.70	2.47	2.31
97	3.94	3.09	2.70	2.47	2.31
98	3.94	3.09	2.70	2.46	2.31
99	3.94	3.09	2.70	2.46	2.31
100	3.94	3.09	2.70	2.46	2.31
101	3.94	3.09	2.69	2.46	2.30
102	3.93	3.09	2.69	2.46	2.30
103	3.93	3.08	2.69	2.46	2.30
104	3.93	3.08	2.69	2.46	2.30
105	3.93	3.08	2.69	2.46	2.30
106	3.93	3.08	2.69	2.46	2.30
107	3.93	3.08	2.69	2.46	2.30
108	3.93	3.08	2.69	2.46	2.30

109	3.93	3.08	2.69	2.45	2.30
110	3.93	3.08	2.69	2.45	2.30
111	3.93	3.08	2.69	2.45	2.30
112	3.93	3.08	2.69	2.45	2.30
113	3.93	3.08	2.68	2.45	2.29
114	3.92	3.08	2.68	2.45	2.29
115	3.92	3.08	2.68	2.45	2.29
116	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29
117	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29
118	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29
119	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29
121	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29
122	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29
123	3.92	3.07	2.68	2.44	2.29
124	3.92	3.07	2.68	2.44	2.29
125	3.92	3.07	2.68	2.44	2.29
126	3.92	3.07	2.68	2.44	2.29
127	3.92	3.07	2.68	2.44	2.29
128	3.92	3.07	2.68	2.44	2.29
129	3.91	3.07	2.67	2.44	2.28
130	3.91	3.07	2.67	2.44	2.28
131	3.91	3.07	2.67	2.44	2.28
132	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28
133	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28
134	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28
135	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28
136	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28
137	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28
138	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28
139	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28
140	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28
141	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28
142	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28
143	3.91	3.06	2.67	2.43	2.28
144	3.91	3.06	2.67	2.43	2.28
145	3.91	3.06	2.67	2.43	2.28
146	3.91	3.06	2.67	2.43	2.28
147	3.91	3.06	2.67	2.43	2.28
148	3.91	3.06	2.67	2.43	2.28
149	3.90	3.06	2.67	2.43	2.27
150	3.90	3.06	2.66	2.43	2.27
151	3.90	3.06	2.66	2.43	2.27
152	3.90	3.06	2.66	2.43	2.27
153	3.90	3.06	2.66	2.43	2.27
154	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
155	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
156	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
157	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
158	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
159	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
160	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
161	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
162	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
163	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27

164	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
165	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
166	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
167	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
168	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
169	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27
170	3.90	3.05	2.66	2.42	2.27
171	3.90	3.05	2.66	2.42	2.27
172	3.90	3.05	2.66	2.42	2.27
173	3.90	3.05	2.66	2.42	2.27
174	3.90	3.05	2.66	2.42	2.27
175	3.90	3.05	2.66	2.42	2.27
176	3.89	3.05	2.66	2.42	2.27
177	3.89	3.05	2.66	2.42	2.27
178	3.89	3.05	2.66	2.42	2.26
179	3.89	3.05	2.66	2.42	2.26
180	3.89	3.05	2.65	2.42	2.26
181	3.89	3.05	2.65	2.42	2.26
182	3.89	3.05	2.65	2.42	2.26
183	3.89	3.05	2.65	2.42	2.26
184	3.89	3.05	2.65	2.42	2.26
185	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
186	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
187	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
188	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
189	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
190	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
191	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
192	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
193	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
194	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
195	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
196	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
197	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
198	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
199	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26
200	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26

Tabel T

df	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,025$	df	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,025$
1	6.314	12.706	101	1.660	1.984
2	2.920	4.303	102	1.660	1.983
3	2.353	3.182	103	1.660	1.983
4	2.132	2.776	104	1.660	1.983
5	2.015	2.571	105	1.659	1.983
6	1.943	2.447	106	1.659	1.983
7	1.895	2.365	107	1.659	1.982
8	1.860	2.306	108	1.659	1.982
9	1.833	2.262	109	1.659	1.982
10	1.812	2.228	110	1.659	1.982
11	1.796	2.201	111	1.659	1.982
12	1.782	2.179	112	1.659	1.981
13	1.771	2.160	113	1.658	1.981
14	1.761	2.145	114	1.658	1.981
15	1.753	2.131	115	1.658	1.981
16	1.746	2.120	116	1.658	1.981
17	1.740	2.110	117	1.658	1.980
18	1.734	2.101	118	1.658	1.980
19	1.729	2.093	119	1.658	1.980
20	1.725	2.086	120	1.658	1.980
21	1.721	2.080	121	1.658	1.980
22	1.717	2.074	122	1.657	1.980
23	1.714	2.069	123	1.657	1.979
24	1.711	2.064	124	1.657	1.979
25	1.708	2.060	125	1.657	1.979
26	1.706	2.056	126	1.657	1.979
27	1.703	2.052	127	1.657	1.979
28	1.701	2.048	128	1.657	1.979
29	1.699	2.045	129	1.657	1.979
30	1.697	2.042	130	1.657	1.978
31	1.696	2.040	131	1.657	1.978
32	1.694	2.037	132	1.656	1.978
33	1.692	2.035	133	1.656	1.978
34	1.691	2.032	134	1.656	1.978
35	1.690	2.030	135	1.656	1.978
36	1.688	2.028	136	1.656	1.978
37	1.687	2.026	137	1.656	1.977
38	1.686	2.024	138	1.656	1.977
39	1.685	2.023	139	1.656	1.977
40	1.684	2.021	140	1.656	1.977
41	1.683	2.020	141	1.656	1.977
42	1.682	2.018	142	1.656	1.977
43	1.681	2.017	143	1.656	1.977
44	1.680	2.015	144	1.656	1.977
45	1.679	2.014	145	1.655	1.976
46	1.679	2.013	146	1.655	1.976
47	1.678	2.012	147	1.655	1.976
48	1.677	2.011	148	1.655	1.976
49	1.677	2.010	149	1.655	1.976
50	1.676	2.009	150	1.655	1.976
51	1.675	2.008	151	1.655	1.976
52	1.675	2.007	152	1.655	1.976
53	1.674	2.006	153	1.655	1.976

54	1.674	2.005	154	1.655	1.975
55	1.673	2.004	155	1.655	1.975
56	1.673	2.003	156	1.655	1.975
57	1.672	2.002	157	1.655	1.975
58	1.672	2.002	158	1.655	1.975
59	1.671	2.001	159	1.654	1.975
60	1.671	2.000	160	1.654	1.975
61	1.670	2.000	161	1.654	1.975
62	1.670	1.999	162	1.654	1.975
63	1.669	1.998	163	1.654	1.975
64	1.669	1.998	164	1.654	1.975
65	1.669	1.997	165	1.654	1.974
66	1.668	1.997	166	1.654	1.974
67	1.668	1.996	167	1.654	1.974
68	1.668	1.995	168	1.654	1.974
69	1.667	1.995	169	1.654	1.974
70	1.667	1.994	170	1.654	1.974
71	1.667	1.994	171	1.654	1.974
72	1.666	1.993	172	1.654	1.974
73	1.666	1.993	173	1.654	1.974
74	1.666	1.993	174	1.654	1.974
75	1.665	1.992	175	1.654	1.974
76	1.665	1.992	176	1.654	1.974
77	1.665	1.991	177	1.654	1.973
78	1.665	1.991	178	1.653	1.973
79	1.664	1.990	179	1.653	1.973
80	1.664	1.990	180	1.653	1.973
81	1.664	1.990	181	1.653	1.973
82	1.664	1.989	182	1.653	1.973
83	1.663	1.989	183	1.653	1.973
84	1.663	1.989	184	1.653	1.973
85	1.663	1.988	185	1.653	1.973
86	1.663	1.988	186	1.653	1.973
87	1.663	1.988	187	1.653	1.973
88	1.662	1.987	188	1.653	1.973
89	1.662	1.987	189	1.653	1.973
90	1.662	1.987	190	1.653	1.973
91	1.662	1.986	191	1.653	1.972
92	1.662	1.986	192	1.653	1.972
93	1.661	1.986	193	1.653	1.972
94	1.661	1.986	194	1.653	1.972
95	1.661	1.985	195	1.653	1.972
96	1.661	1.985	196	1.653	1.972
97	1.661	1.985	197	1.653	1.972
98	1.661	1.984	198	1.653	1.972
99	1.660	1.984	199	1.653	1.972
100	1.660	1.984	200	1.653	1.972

LAMPIRAN
DOKUMENTASI
PENELITIAN



Gambar 1. Pengambilan Sampel Air Sungai



Gambar 2. Turbidimeter



Gambar 3. OVEN 300°C



Gambar 4. Termoreaktor



Gambar 5. Analisa Kekeruhan



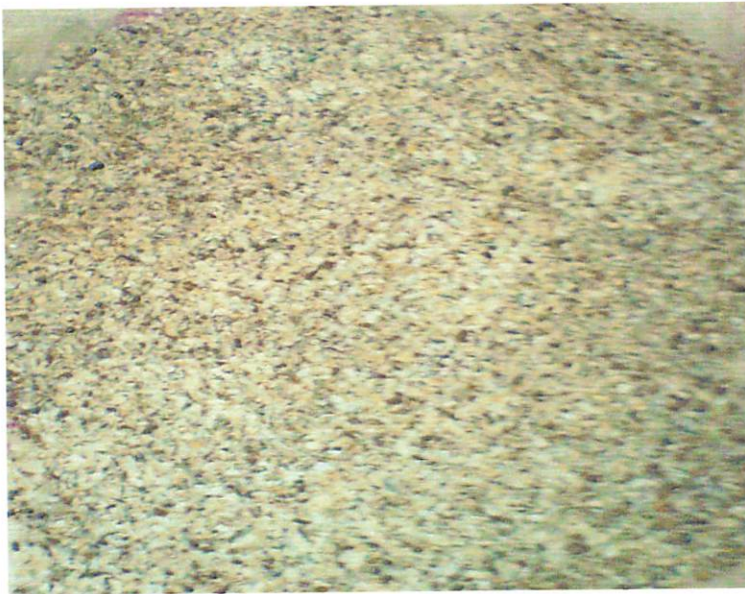
Gambar 6. Sampel Effluent



Gambar 7. Tampak samping alat *Roughing Filter* aliran horizontal



Gambar 8. Tampak depan *Roughing Filter* aliran horizontal



Gambar 9. Cangkang Kerang



Gambar 10. Batu Apung