

**PENYARINGAN AIR SEDERHANA MENGGUNAKAN PASIR, BATU  
DOLOMIT DAN ARANG AKTF TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI  
MEDIA FILTRASI**

**SKRIPSI**



**Oleh :**

**MAIKEL GITAAMOKO**

**(11.26.004)**

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

**2016**

MILIK  
PERPUSTAKAAN  
ITN MALANG

PELAYANAN DAN PERSEKUTUAN MELAKUKAKAN PERALIHAN  
DOKUMEN DAN ARKIF KE PERPUSTAKAAN MELAKUKAKAN PERALIHAN  
KE PERPUSTAKAAN MELAKUKAKAN PERALIHAN

PERALIHAN

010

MAKHLUK HIDUP

(1994.1)

MAKHLUK HIDUP  
MAKHLUK HIDUP  
MAKHLUK HIDUP

MAKHLUK

010



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

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

(PERSERO) MALANG  
K NIAGA MALANG

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

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

NAMA : MAIKEL GITAAMOKO  
NIM : 11.26.004  
JURUSAN : TEKNIK LINGKUNGAN  
JUDUL : PENYERINGAN AIR SEDERHANA MENGGUNAKAN PASIR,  
BATU DOLOMIT DAN ARANG AKTIF TEMPURUNG KELAPA  
SEBAGAI MEDIA FILTRASI  
Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Jenjang Program Strata Satu (S-1)  
Pada Hari : SABTU  
Tanggal : 18 SEPTEMBER 2018  
Dengan Nilai : 76, (B+)

**PANITIA UJIAN SKRIPSI**

**Ketua**

**Candra DWI Ratna, ST., MT**  
NIP. Y. 1030300384

**Sekretaris**

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

**ANGGOTA PENGUJI**

**Dosen Penguji I**

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

**Dosen Penguji II**

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

**LEMBAR PERSETUJUAN  
MENGIKUTI SEMINAR SKRIPSI**

**Penyaringan Air Sederhana Menggunakan Pasir, Batu Dolomit Dan Arang Aktif  
Tempurung Kelapa Sebagai Media Filtrasi.**

**Disusun oleh:**

**Maikel Gitaamoko**

**11.26.004**

**Disetujui oleh :**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

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

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

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Lingkungan**



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

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**SKRIPSI**

**PENYERINGAN AIR SEDERHANA MENGGUNAKAN PASIR, BATU  
DOLOMIT DAN ARANG AKTIF TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI MEDIA  
FILTRASI**

Oleh :

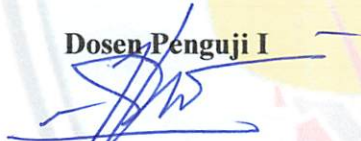
**Maikel Gitaamoko**

**(11.26.004)**

**Menyetujui,**

**Dosen Penguji**

**Dosen Penguji I**



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

**Dosen Penguji II**



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

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Lingkungan**



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

## LEMBARAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan pernyataan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis dengan judul” penyaringan air sederhana menggunakan pasir, batu dolomit dan arang aktif tempurung kelapa sebagai media filtrasi” adalah benar merupakan hasil enelitian,pemikiran,pemamaparan hasil karya intelektual sendiri dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua sumber referensi yang dikutip dan yang dirujuk telah ditulis dengan lengkap pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari diketahui terjadi penyimpangan dari pernyataan yang saya buat, maka saya siap menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Malang maret 2016

Yan nyataan



Maikel gitaamoko

Nim. 1126004

### **ABSTRAKSI**

Pada era globalisasi sekarang ini kebutuhan air semakin meningkat, Air sungai dan air permukaan yang dapat digunakan sebagai sumber air bersih sudah tidak layak digunakan karena semakin tinggi pencemaran air. Bendungan sutami adalah salah satu sumber yang paling berpotensi untuk memberi pasokan air baku. Filtrasi merupakan salah satu metode yang digunakan dalam pengolahan air. Pada proses filtrasi terjadi penyaringan untuk memisahkan solid-liquid dengan menggunakan media berpori guna memisahkan sebanyak mungkin solid tersuspensi sampai pada partikel yang paling kecil.

Filtrasi saringan pasir cepat menggunakan pasir, batu dolomit dan arang aktif tempurung kelapa sebagai media filter. Tujuan dalam penelitian ini adalah merancang alat penyaringan air sederhana menggunakan pasir, batu dolomit, dan arang aktif tempurung kelapa sebagai media filtrasi. Alat penyaringan air yang digunakan berbentuk persegi panjang, dengan panjang 58 cm, lebar 17 cm, dan tinggi 50 cm dengan tinggi media pasir 10 cm, arang aktif 10 cm, dan batu dolomit 10 cm. Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimental skala laboratorium. Variasi waktu operasional yang digunakan 60 menit, 80 menit, 100 menit, dan 120 menit dengan debit aliran 0,5 l/menit parameter yang ditinjau Kekeruhan, TSS, dan BOD.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat penyaringan air sederhana mampu menurunkan konsentrasi parameter uji yaitu kekeruhan sebesar 62,96 % pada waktu operasional 120 menit, TSS sebesar 77,50% pada waktu operasional 120 menit, dan BOD sebesar 59,46% pada waktu operasional 120 menit.

**Kata Kunci : Air permukaan bendungan sutami, Arang Aktif, Batu Dolomit, BOD, Saringan pasir cepat.**

## **KATA PENGANTAR**

Puji Syukur saya panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmatnyalah saya dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Penyaringan Air Sederhana Menggunakan Pasir Batu Dolomit Dan Arang Aktif Tempurung Kelapa Sebagai Media Filtrasi”

Selesainya skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, maka itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Ibu Candra Dwi Ratna, ST.,MT. Selaku dosen pembimbing I dalam penyusunan skripsi ini
2. Bapak Sudiro, ST.,MT. Sebagai dosen pembimbing II dalam penyusunan skripsi ini.
3. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik lingkungan ITN Malang
4. Teman-teman Teknik lingkungan ITN Malang yang telah membantu dan memberikan dorongan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini ada kekurangannya dan jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari para pembaca.

Malang 20 Agustus 2016

Penulis



## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Kata Pengantar .....	ii
Daftar Isi.....	ii

### BAB I PENDAHULUAN

1 Latar Belakang .....	1
2 Rumusan Masalah .....	3
3 Tujuan Penelitian .....	3
4 Ruang Lingkup.....	3

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

1 Pengertian Umum Air .....	4
2 Pengertian Air Permukaan. ....	5
3 Pengertian Sungai.....	5
4 Pengertian Air Bersih.....	6
5 Pengolahan Air.....	7
2.5.1 Filtrasi.....	8
2.5.1.1 Jenis Filtrasi.....	8
2.5.1.1.1 Berdasarkan Kecepatan Aliran .....	8
2.5.1.1.2 Berdasarkan Arah Alirannya.....	9
2.5.1.1.3 Berdasarkan Tekanan.....	10
2.5.1.2 Faktor yang Mempengaruhi Proses Filtrasi .....	10
2.5.1.3 Filtrasi Aliran Up Flow .....	11
2.5.2 Media Filter.....	11
2.5.2.1 Pasir Kwarsa .....	11
2.5.2.2 Batu Dolomit .....	12
2.5.2.3 Arang Aktif .....	12
2.5.3 Parameter.....	14
2.8.1 Kekeruhan .....	15

2.8.2	TSS.....	15
2.8.3	BOD .....	16
9.	Metode Pengolahan Data .....	18
2.9.1	Statistika Deskriptif dan Inferensi.....	18
2.9.2	Analisa Korelasi .....	18
2.9.3	Analisa Regresi .....	19
2.9.4	Pengantar Desain Ekperimen .....	20
	2.9.4.1 Langkah-langkah Dalam Desain Ekperimen .....	20
	2.9.4.2 Analisis Of Variance .....	20

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

1.	Jenis Penelitian.....	21
2.	Alat dan Bahan. ....	21
	3.2.1 Alat .....	21
	3.2.2 Bahan.....	21
3.	Variabel Penelitian.....	21
	3.3.1 Variabel Terikat .....	21
	3.3.2. Variabel Bebas .....	22
4.	Alat Penelitian.....	22
5.	Sampel.....	22
6.	Prosedur Penelitian.....	22
	3.6.1. Persiapan Alat dan Bahan .....	22
	3.6.2 Tahap-tahap Penelitian.....	23
	3.6.3 Analisis Penelitian.....	24
7.	Kerangka Penelitian .....	25

### **BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN**

4.1	Hasil Penelitian .....	27
4.3	Analisa Deskriptif.....	29
	4.3.1 Analisa Penurunan Kekeruhan.....	29
	4.3.2 Analisa Penurunan TSS .....	31
	4.3.3 Analisa Penurunan BOD.....	33

4	Analisa ANOVA.....	35
4.4.1	Analisa ANOVA Kekerusuhan.....	36
4.4.2	Analisa ANOVA TSS .....	37
4.4.3	Analisa ANOVA BOD .....	39
5	Analisa Korelasi .....	40
4.5.1	Analisa Korelasi Kekerusuhan.....	41
4.5.2	Analisa Korelasi TSS .....	42
4.5.3	Analisa Korelasi BOD .....	43
6	Pembahasan .....	44
4.6.1	Penurunan Konsentrasi Kekerusuhan .....	44
4.6.2	Penurunan Konsentasi TSS .....	46
4.6.3	Penurunan Konsentrasi BOD .....	48

## **BAB VPENUTUP**

1	Kesimpulan.....	
2	Saran.....	

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan hidup manusia yang sangat vital. Secara langsung air diperlukan untuk minum, memasak, mandi, dan mencuci. Secara tidak langsung air dibutuhkan sebagai bagian dari ekosistem yang dengannya kehidupan di bumi dapat berlangsung. Pada era globalisasi sekaang ini kebutuhan air bersih semakin meningkat, sumber mata air yang sudah menjadi sumber air bersih untuk memenuhi kebutuhan air bersih sudah tidak mampu memenuhi kebutuhan air bersih yang semakin meningkat. Karena keberadaanya yang sangat penting tersebut, maka berbagai usaha dilakukan untuk memperolehnya dengan memanfaatkan air dari berbagai sumber, yaitu air permukaan, air tanah bahkan air hujan (Sasongko 1996). Kawasan bendungan sutami merupakan kawasan yang berkembang pesat. Bendungan sutami adalah salah satu sumber yang paling berpotensi untuk memberi pasokan air baku. Masalah utama dalam pemanfaatan air bendungan sutami adalah kualitasnya yang kurang baik dan cenderung menurun dari waktu ke waktu akibat pencemar. Penurunan kualitas terutama terjadi pada musim kemarau, dimana efek pengenceran terhadap pencemar kurang berarti.

Filtrasi merupakan salah satu metode yang digunakan dalam pengolahan air, baik air buangan maupun air baku untuk air bersih. Pada proses filtrasi terjadi penyaringan untuk memisahkan *solid-liquid* dengan menggunakan media berpori guna memisahkan sebanyak mungkin solid tersuspensi sampai pada partikel yang paling kecil. Berdasarkan kecepatannya filtrasi dibedakan menjadi dua yaitu *rapid filter* dan *slow filter*. Pemilihan untuk masing-masing filter untuk pengolahan air didasarkan pada pertimbangan teknik dan ekonomi dengan sasaran utamanya adalah dihasilkannya filtrat dengan kualitas yang baik dan tetap terjangkau. Karbon aktif adalah salah satu media yang mempunyai daya menyerap zat-zat polutan yang ada dalam air sehingga zat tersebut akan menempel atau terkonsentrasi pada permukaan karbon aktif, sehingga konsentrasi polutan yang ada dalam air menjadi

hilang atau berkurang (Philip Yosua Thomas Dima. 2012). Tempurung Kelapa merupakan bahan yang baik sekali untuk membuat arang aktif yang dapat digunakan sebagai bahan penyerap (*adsorbant*). Selain karena kekarasannya juga karena bentuknya yang tidak terlalu tebal sehingga memungkinkan proses penyerapan secara merata. Selain itu arang aktif tempurung kelapa masih mudah diperoleh karena tempurung kelapa merupakan limbah dari sisa pengolahan kelapa khususnya daerah Indonesia timur seperti Tobelo, Ternate Tidore dan daerah di sekitarnya yang sebagian besar penduduknya adalah petani kelapa. Batu dolomit merupakan variasi dari batu gamping dengan kandungan mineral karbonat. . Dolomit berwarna putih keabuabuan , berbutir halus hingga kasar dan mempunyai sifat mudah menyerap air serta mudah dihancurkan. Oleh karena sifatnya yang mudah menyerap air maka batu dolomit baik sekali digunakan sebagai media filter. Batu dolomit juga mudah diperoleh didaerah pesisir, seperti di kota Tobelo misalnya batu dolomit digunakan dalam pembuatan jalan sebagai Sirtu (campuran dari pasir dan batu) untuk mengeraskan memadatkan jalan agar tidak berlumpur.

Pada Penelitian Philip Yoshua Thomas Dima tahun 2012 yang menggunakan reaktor *biosand filter* dengan memanfaatkan arang aktif tempurung kelapa sebagai karbon aktif. Hasil penelitian menunjukkan cukup efektif dalam menurunkan TSS, dimana penurunan konsentrasi TSS sebesar 20 mg/l dengan efisiensi penurunan 96,154 %.

Penelitian yang di lakukan oleh Hendri Susra tahun 2013 menggunakan batu zeloit, arang aktif, dan pasir kwarsa sebagai media filtrasi dengan aliran *upflow* dalam menurunkan kekeruhan dan Besi (Fe). Hasil penelitian menunjukkan pengolahan terbaik adalah dengan debit 0,5 l/menit dan waktu operasional 60 menit di hasilkan presentase penurunan kekeruhan sebesar 92,31 % (0,3NTU) dan penurunan besi (Fe) sebesar 95,90 % (0,011 mg/l).

Berdasarkan penelitian sebelumnya, maka muncul ide untuk melakukan penelitian “*Penyaringan Air sederhana menggunakan pasir batu dolomit dan arang aktif tempurung kelapa sebagai media filtrasi*”. Proses pengolahan ini diharapkan menjadi teknologi yang efektif, mudah dan ekonomis dalam mengolah air sehingga memenuhi standart baku mutu sesuai yang ditetapkan.

### **1.1 Rumusan Masalah**

Adapun beberapa rumusan masalah yang dapat diambil, yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana keefektivitas dari media filter berupa Pasir, batu dolomite dan arang aktif tempurung kelapa sebagai media filtrasi dalam menurunkan Kekeruhan, TSS, dan BOD?
2. Berapa waktu operasional paling baik dalam penyaringan air sederhana pada media Pasir, batu dolomit dan arang aktif tempurung kelapa?

### **1.2 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah merancang alat penyaringan air sederhana dengan memanfaatkan pasir, batu dolomit dan arang tempurung kelapa sebagai media filtrasi.

### **1.3 Ruang Lingkup**

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini yaitu :

1. Air sampel Bendungan Sutami akan diuji terlebih dahulu dengan parameter uji Kekeruhan, TSS, dan BOD seelum di saring dengan alat penyaringa air sedehana
2. Air sampel akan dialirkan secara garvitasi (aliran up flow) dengan debit aliran 0,5 liter/meit melewati media batu dolomit, arang aktif tempurung kelapa, dan pasir kwarsa.
3. Air sampel yang keluar dari outlet alat penyaringan air sederhana setelah 60, 80, 100, dan 120 menit akan ditampung dalam botol yang kemudian akan dianalisa dengan parameter uji Kekeruhan, TSS, BOD.

4. Menganalisa parameter uji, Kekeruhan dengan menggunakan metode Turbidimetry, TSS dengan menggunakan metode Gravimetri, dan BOD dengan menggunakan metode Elektrokimia.
5. Mempelajari pengaruh waktu operasional 60, 80, 100, dan 120 menit terhadap penurunan Kekeruhan, TSS, BOD.
6. Mengkaji Kemampuan alat penayirngan air sederhana dalam menyaring air.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Umum Air**

Air adalah suatu senyawa hidrogen dan oksigen dengan rumusan kimia  $H_2O$ . Berdasarkan sifat fisiknya (secara fisika) terdapat tiga macam bentuk air, yaitu air sebagai benda cair, air sebagai benda padat, dan air sebagai benda gas atau uap. Air berubah dari suatu bentuk ke bentuk lainnya tergantung pada waktu dan tempat serta temperaturnya. Berdasarkan jenis wadah yang ditempati, air dibedakan atas tiga jenis, yaitu air permukaan, air tanah dan air udara. Air permukaan adalah air yang terdapat dipermukaan kulit bumi baik yang berbentuk cair (air sungai, air danau dan air laut) maupun yang berbentuk padat (es, salju dan gletser). Air tanah adalah air yang terdapat dibawah permukaan kulit bumi atau didalam tanah. Adapun air udara adalah air yang terdapat didalam atmosfer bumi, berupa uap ataupun embun. Air lunak adalah air yang kandungan garam kapurnya (kalsium karbonat,  $CaCO_3$ ) kecil. Sedangkan air sadah adalah air yang kandungan garam kapurnya banyak. Pemakaian air secara garis besar dapat diklasifikasikan menjadi empat golongan berdasarkan tujuan penggunaannya, yaitu air untuk keperluan irigasi, air untuk keperluan pembangkit energi, air untuk keperluan industri dan air untuk keperluan publik. Air untuk keperluan publik dibedakan atas air konsumsi domestik dan air untuk konsumsi sosial dan komersial.

#### **2.2 Pengertian Air Permukaan.**

Air permukaan adalah air yang berada di sungai, danau, waduk, rawa dan badan air lain, yang tidak mengalami infiltrasi ke bawah tanah. Areal tanah yang mengalirkan air ke suatu badan air disebut watersheds atau drainage basins. Air yang mengalir dari daratan menuju suatu badan air disebut limpasan permukaan (surface run off) dan air yang mengalir di sungai menuju laut disebut aliran air sungai (river run off). Sekitar 60 % air yang masuk ke sungai berasal dari hujan, pencairan es/salju



(terutama untuk wilayah ughari), dan sisanya berasal dari air tanah. Wilayah di sekitar daerah aliran sungai yang menjadi tangkapan air disebut catchment basin.

Air hujan yang jatuh ke bumi dan menjadi air permukaan memiliki kadar bahan-bahan terlarut atau unsur hara yang sangat sedikit. Air hujan biasanya bersifat asam, dengan nilai pH sekitar 4,2. Hal ini disebabkan air hujan melarutkan gas-gas yang terdapat di atmosfer, misalnya gas karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), sulfur (S), dan nitrogen oksida ( $\text{NO}_2$ ) yang dapat membentuk asam lemah. Setelah jatuh ke permukaan bumi, air hujan mengalami kontak dengan tanah dan melarutkan bahan-bahan yang terkandung di dalam tanah. Perairan permukaan diklasifikasikan menjadi dua kelompok utama, yaitu badan air tergenang (standing waters atau lentik) dan badan air mengalir (flowing waters atau lotik). Perairan tergenang meliputi danau, kolam, waduk, rawa dan sebagainya. Perairan tergenang (lentik), khususnya danau. Biasanya mengalami stratifikasi secara vertikal akibat perbedaan intensitas cahaya dan perbedaan suhu pada kolam air yang terjadi secara vertikal. Sedangkan perairan mengalir (lotik) contohnya adalah sungai. Sungai dicirikan oleh arus yang searah dan relatif kencang, dengan kecepatan berkisar antara 0,1 – 1,0 m/detik serta sangat dipengaruhi oleh waktu, iklim, dan pola drainase.

### **2.3 Pengertian Sungai.**

Sungai adalah air tawar dari sumber alamiah yang mengalir dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah dan menuju atau bermuara ke laut, danau atau sungai yang lebih besar. Arus air di bagian hulu sungai (umumnya terletak di daerah pegunungan) biasanya lebih deras dibandingkan dengan arus sungai di bagian hilir. Aliran sungai seringkali berliku-liku karena terjadinya proses pengikisan dan pengendapan di sepanjang sungai.

Pengertian sungai menurut para ahli adalah air yang mengalir secara alamiah melalui sebuah saluran alam. Pada umumnya sungai bermuara sampai ke laut atau danau-danau. Tetapi, ada pula sungai-sungai yang bermuara tidak dapat mencapai laut, sungai tersebut terdapat di daerah gurun yang amat kering, sungai ini disebut

dalam australia creek dan di arab disebut wadi. Sungai memiliki jenis-jenis seperti sungai hujan, sungai gletsyes, sungai campuran berdasarkan sumber airnya serta ada pula jenis-jenis sungai berdasarkan debit airnya yang dibagi dalam tiga jenis yakni sungai permanen, sungai periodik, sungai episodik.

#### **2.4 Pengertian Air Bersih**

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/menkes/sk/xi/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan industri terdapat pengertian mengenai Air Bersih yaitu air yang dipergunakan untuk keperluan sehari-hari dan kualitasnya memenuhi persyaratan kesehatan air bersih sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku dan dapat diminum apabila dimasak.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2005 Tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, didapat beberapa pengertian mengenai :

1. Air baku untuk air minum rumah tangga, yang selanjutnya disebut air baku adalah air yang dapat berasal dari sumber air permukaan, cekungan air tanah dan/atau air hujan yang memenuhi baku mutu tertentu sebagai air baku untuk air minum.
2. Air minum adalah air minum rumah tangga yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.
3. Air limbah adalah air buangan yang berasal dari rumah tangga termasuk tinja manusia dari lingkungan permukiman.
4. Penyediaan air minum adalah kegiatan menyediakan air minum untuk memenuhi kebutuhan masyarakat agar mendapatkan kehidupan yang sehat, bersih, dan produktif.

5. Sistem Penyediaan Air Minum yang selanjutnya disebut SPAM merupakan satu kesatuan sistem fisik (teknik) dan non fisik dari prasarana dan sarana air minum.
6. Pengembangan SPAM adalah kegiatan yang bertujuan membangun, memperluas dan/atau meningkatkan sistem fisik (teknik) dan non fisik (kelembagaan, manajemen, keuangan, peran masyarakat, dan hukum) dalam kesatuan yang utuh untuk melaksanakan penyediaan air minum kepada masyarakat menuju keadaan yang lebih baik.
7. Penyelenggaraan pengembangan SPAM adalah kegiatan merencanakan, melaksanakan konstruksi, mengelola, memelihara, merehabilitasi, memantau, dan/atau mengevaluasi sistem fisik (teknik) dan non fisik penyediaan air minum.
8. Penyelenggara pengembangan SPAM yang selanjutnya disebut Penyelenggara adalah badan usaha milik negara/badan usaha milik daerah, koperasi, badan usaha swasta, dan/atau kelompok masyarakat yang melakukan penyelenggaraan pengembangan sistem penyediaan air minum.

## **2.5 Pengolahan Air**

Pengolahan adalah usaha-usaha teknis yang dilakukan untuk mengubah sifat-sifat suatu zat. Hal ini penting artinya bagi air minum, karena dengan adanya pengolahan ini, maka di dapat suatu air minum yang memenuhi standar. Dalam proses pengolahan air lazim dikenal dengan tiga tingkatan pengolahan, yaitu:

1. Pengolahan physic, yaitu suatu tingkat pengolahan yang bertujuan untuk mengurangi/menghilangkan kotoran-kotoran yang kasar, penyisihan lumpur dan pasir, serta mengurangi kadar zat-zat organik yang ada di dalam air yang akan diolah.
2. Pengolahan kimia, yakni suatu tingkat pengolahan dengan menggunakan zat-zat kimia untuk membantu proses pengolahan selanjutnya. Misalkan dengan pembubuhan kapur dalam proses pelunakan dan sebagainya.

3. Pengolahan bakteriologis, yaitu suatu tingkat pengolahan untuk membunuh/memusnakan bakteri-bakteri yang terkandung dalam air minum, yakni dengan cara/jalan membubukan kaporit (zat desinfektan)

Sedangkan bangunan-bangunan pengolahan airnya adalah sebagai berikut:

1. Bangunan penangkap air
2. Bangunan pengendapan pertama
3. Pembuluh koagulan
4. Bangunan pengadukan cepat
5. Bangunan pembentukan flok
6. Bangunan pengendapan ke dua
7. Bangunan penyaring
8. Reservoir
9. Pemompa

### **2.5.1 Filtrasi**

Proses filtrasi merupakan bagian yang cukup penting untuk proses pengolahan air. Filtrasi dapat diartikan sebagai berikut Filtrasi adalah suatu pemisahan padatan dan cairan dimana cairan ditempatkan melalui media berpori untuk memisahkan zat padat tersuspensi halus yang mungkin ada (Reynold,1981).

Filtrasi adalah proses pemisahan solid-liquid dengan cara melewati liquid melalui media berpori atau bahan-bahan berpori atau bahan-bahan berpori untuk menyisihkan atau menghilangkan sebanyak-banyaknya butiran-butiran halus zat padat tersuspensi dari liquid. (sri Wiyastutik dan Antik Sepdian Sari, 2011).

#### **2.5.1.1 Jenis Filtrasi**

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

### **2.5.1.1.1 Berdasarkan kecepatan aliran**

#### **1. Rapid Filtration**

Adalah proses air bersih yang umumnya dilakukan sesudah proses koagulasi, flokulasi, dan sedimentasi. Kecepatan filtrasinya antara 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. Kecepatan filtrasi berkisar antara 0,1–0,2 m/jam. Beberapa keuntungan dari slow sand filter adalah (R. A. Le Craw, 2003) :

- 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.

#### **2.5.1.1.2 Berdasarkan arah alirannya**

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.

#### **2.5.1.1.3 Berdasarkan tekanan**

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.

#### **2.5.1.2 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.

1. Debit Filtrasi

Aliran 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.

## 2. Kedalaman, ukuran, dan material media.

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

## 3. Kualitas (kekeruhan) air baku

Kualitas (kekeruhan) air baku sangat mempengaruhi efisiensi filtrasi. Jika kekeruhan air baku terlalu tinggi maka diperlukan pengolahan awal terlebih dahulu.

## 4. Tinggi muka air dan kehilangan tekanan

Tinggi muka air di atas media berpengaruh terhadap besarnya debit filtrasi yang mengalir. Muka air yang tinggi akan meningkatkan laju filtrasi (jika filter masih dalam keadaan bersih). Muka air di atas media akan naik jika terjadi *clogging* (terjadi saat filter dalam keadaan kotor).

## 5. Temperatur air

Perubahan temperatur air yang difiltrasi akan menyebabkan perubahan densitas, viskositas absolut dan viskositas kinematis pada air. Perubahan temperatur secara tidak langsung akan menyebabkan perbedaan kehilangan tekanan selama proses filtrasi.

### 2.5.1.3 Filtrasi Aliran Up-flow

Proses pengoprasian dari bawah ke atas yang dikenal dengan system upflow ini, diharapkan untuk menghindari terjadinya penyumbatan pada media adsorben. Sistem ini banyak diterapkan dalam pengolahan air proses yang dibutuhkan secara terus-menerus karena resiko adanya *clogging* atau penyumbatan sangat kecil kemungkinan terjadi. Sistem upflow ini, konsentrasi air limbah atau air proses dapat diturunkan dengan baik, penggunaan system upflow ini mempunyai efektifitas yang tinggi dalam penggunaan media, karena larutan akan mengalami kontak secara merata pada setiap bagian dari media dalam kolam (Anonim uci, 2011).

## **2.5.2 Media Filter**

Media filter air merupakan bahan yang berperan penting dalam fungsi alat penjernih / filter air. Bahan media filter air sangat bermacam-macam sesuai dengan permasalahan airnya. Contoh bahan media penjernih air adalah: karbonaktif, zeolit, resin, pasir silika, manganese, pasir aktif, calgon dll semua mempunyai kelasnya masing-masing dan punya kualitas yang berbeda. Yang pastijuga berpengaruh bagus tidaknya kualitas air yang dihasilkan.

### **2.5.2.1 Pasir Kwarsa**

Pasir kwarsa adalah bahan galian yang tersusun atas kristal-kristal silika ( $\text{SiO}_2$ ) dengan berat jenis 2,65 dan mengandung senyawa-senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Pasir kwarsa merupakan hasil pelapukan batuan yang mengandung mineral-mineral kwarsa seperti granit, granodiorit, kwarsa diorit, kwarsit yang selanjutnya mengalami proses erosi, transportasi dan pengendapan di tepi sungai, danau atau pantai. Pasir kwarsa yang ditemukan di alam mempunyai kemurnian yang berbeda-beda, tergantung material pengotor yang terbawa selama proses pembentukannya, material pengotor tersebut antara lain berupa lempung, zat organik dan berbagai senyawa oksida. Pasir kwarsa telah banyak dimanfaatkan antara lain digunakan sebagai bahan baku dalam industri kaca, *silica gel*, industri keramik, sebagai media filter dalam proses filtrasi, filter dalam industri cat, plastik dan karet dan lain-lain.

### **2.5.2.2 Batu Dolomit**

Mineral dolomit merupakan variasi dari batu gamping ( $\text{CaCO}_3$ ) dengankandungan mineral karbonat > 50%. Istilah dolomit pertama kali digunakan untuk batuan karbonat tertentu yang terdapat di daerah Tyrolean Alpina (Pettijohn, 1956). Dolomit dapat terbentuk baik secara primer maupun sekunder. Secara primer dolomit biasanya terbentuk bersamaan dengan proses mineralisasi yang umumnya berbentuk urat-urat. Secara sekunder, dolomit umumnya terjadi karena terjadi



pelindihan (leaching) atau peresapan unsur magnesium dari air laut kedalam batugamping atau istilah ilmiahnya proses *dolomitisasi*. Dolomit berwarna putih keabuabuan atau kebiru-biruan dengan kekerasan lebih lunak dari batugamping, yaitu berkisar antara 3,50 - 4,00 bersifat pejal, berat jenis antara 2,80 - 2,90, berbutir halus hingga kasar dan mempunyai sifat mudah menyerap air serta mudah dihancurkan. Klasifikasi dolomit dalam perdagangan mineral industri didasarkan atas kandungan unsur magnesium (Mg), kandungan mineral dolomit dan unsur kalsium (Ca). Kandungan unsur magnesium ini menentukan nama dolomit tersebut.

### 2.5.2.3 Arang Aktif.

Arang aktif merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95 % karbon, yang dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan dengan suhu tinggi. Arang aktif mempunyai daya serap tinggi yaitu 25-100 % terhadap berat arang aktif dan mempunyai luas permukaan berkisar 300-3500 m<sup>2</sup>/gram (ini berhubungan dengan struktur pori internal).

Karakteristik arang aktif tempurung kelapa antara lain :

- Densitas 1,07,
- Kadar air 11,65 %,
- Kadar selulosa 61,41 %
- Specific gravity 2,36.
- Tempurung kelapa mempunyai kadar silikat (SiO<sub>2</sub>) yang tinggi

Kemampuan arang aktif sebagai media filter berhubungan dengan tingkat kemampuan arang aktif sebagai adsorben yang mempunyai daya serap tinggi yaitu 25-100 % terhadap berat arang aktif. Dimana adsorpsi mempunyai peranan penting dalam proses filtrasi karena dalam proses adsorpsi terjadi penghilangan partikel-partikel yang lebih kecil dari partikel tersuspensi.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi daya serap arang aktif adalah sebagai berikut :

1. Sifat adsorben

Arang aktif yang merupakan adsorben adalah suatu padatan berpori, yang sebagian besar terdiri dari unsur karbon bebas dan masing-masing berikatan secara kovalen, dengan demikian permukaan arang aktif bersifat non polar. Selain komposisi dan polaritas, struktur pori juga merupakan faktor yang penting diperhatikan. Struktur pori berhubungan dengan luas permukaan dimana semakin kecil pori-pori arang aktif maka luas permukaan semakin besar. Dengan demikian kecepatan adsorpsi bertambah. Untuk meningkatkan kecepatan adsorpsi dianjurkan agar menggunakan arang aktif yang telah dihaluskan, selain itu jumlah atau dosis arang aktif juga harus diperhatikan.

2. Sifat serapan

Banyak senyawa yang dapat diadsorpsi oleh arang aktif, tetapi kemampuannya untuk mengadsorpsi berbeda-beda untuk masing-masing senyawa. Adsorpsi akan bertambah besar sesuai dengan bertambahnya ukuran molekul serapan dari struktur yang sama, seperti dalam deret homolog.

3. pH (derajat keasaman)

Asam-asam organik adsorpsi akan meningkat bila pH diturunkan (yaitu dengan penambahan garam-garam mineral). Ini disebabkan karena mineral-mineral tersebut akan mengurangi ionisasi asam organik tersebut. Sebaliknya bila pH asam organik dinaikkan yaitu dengan menambahkan alkali, adsorpsi akan berkurang sebagai akibat terbentuknya garam.

Arang aktif dapat dibuat dari bahan yang mengandung karbon seperti tempurung kelapa, kayu, batubara dan tulang. Proses pembuatan arang aktif menurut Cheremisinoff dan A.C. Moressi :

1. Dehidrasi

Merupakan proses penghilangan air, bahan abku dipanaskan sampai temperatur 170°C

## 2. Karbonisasi

Merupakan proses pemecahan bahan organik karbon. Pada temperature diatas  $170^{\circ}\text{C}$  akan menghasilkan CO,  $\text{CO}_2$  dan asam asetat. Pada suhu diatas  $275^{\circ}\text{C}$  dekomposisi menjadi tar, methanol dan hasil sampingan lainnya. Pembentukan karbon terjadi pada temperatur  $400\text{-}600^{\circ}\text{C}$ . Aktivasi merupakan proses dekomposisi tar dan perluasan pori, dapat dilakukan dengan uap  $\text{CO}_2$  sebagai activator.

### 2.5.3 Parameter

Air sungai biasanya dipakai sebagai air baku oleh masyarakat sekitar, dalam memenuhi kebutuhannya sehari-hari. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas dari air baku. 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

Standar kualitas air secara kimia yaitu : pH (derajat keasaman), zat padat (total solid), zat organik,  $\text{CO}_2$ , kesadahan, magnesium (Mg), besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu), zink (Zn), chlorida (Cl), sulfat ( $\text{SO}_4$ ), sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ), fluorida (F) amonia ( $\text{NH}_3^+$ ), nitrat (NO), nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ), phenolik (Phenol), arsen (As), timbal (Pb), selenium (Se), chromium (Cr), cyanida (CN), cadmium (Cd) dan air raksa (Hg) 3- .(Totok Sutrisno, 2002).

#### 2.5.3.1 Kekeruhan

Kekeruhan merupakan suatu ukuran yang menyatakan sampai seberapa jauh cahaya mampu menembus air , dimana cahaya yang menembus air akan mengalami “pemantulan” oleh bahan-bahan tersuspensi dan bahan koloidal. Satuannya adalah

Jackson Turbidity Unit (JTU), dimana 1 JTU sama dengan turbiditas yang disebabkan oleh 1 mg/l SiO<sub>2</sub> dalam air. Dalam danau atau perairan lainnya yang relatif tenang, kekeruhan terutama disebabkan oleh bahan koloidan dan bahan-bahan halus yang terdispersi dalam air. Dalam sungai yang mengalir, turbiditas terutama disebabkan oleh bahan-bahan kasar yang terdispersi. Turbiditas penting bagi kualitas air permukaan, terutama berkenaan dengan pertimbangan estetika, daya filter, dan disinfeksi. Pada umumnya kalau kekeruhan meningkat, nilai fisik menurun, filtrasi air lebih sulit, dan efektivitas disinfeksi berkurang. Turbiditas dalam perairan mungkin terjadi karena material alamiah, atau akibat aktivitas proyek, pembuangan limbah, dan operasi pengerukan.

### 2.5.3.2 TSS

TSS adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat mengendap langsung. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen, misalnya tanah liat, bahan-bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme, dan sebagainya. Sebagai contoh, air permukaan mengandung tanah liat dalam bentuk suspensi yang dapat tahan sampai berbulan-bulan, kecuali jika keseimbangannya terganggu oleh zat-zat lain, sehingga mengakibatkan terjadinya penggumpalan yang kemudian diikuti dengan pengendapan (Fardiaz, 1992)

Bahan-bahan tersuspensi dan terlarut pada perairan alami tidak bersifat toksik, akan tetapi jika berlebihan, dapat meningkatkan nilai kekeruhan yang selanjutnya akan menghambat penetrasi cahaya matahari ke kolom air dan akhirnya berpengaruh terhadap proses fotosintesis di perairan.

Jenis partikel koloid tersebut adalah penyebab kekeruhan dalam air (efek tyndall) yang disebabkan oleh penyimpangan sinar nyata yang menembus suspensi tersebut. Partikel-partikel koloid tidak terlihat secara visual, sedangkan larutannya (tanpa partikel koloid) yang terdiri dari ion-ion dan molekul-molekul tidak pernah keruh. Larutan menjadi keruh bila terjadi pengendapan (presipitasi) yang merupakan

keadaan kejenuhan dari suatu senyawa kimia. Partikel-partikel tersuspensi biasa, mempunyai ukuran lebih besar dari partikel koloid dan dapat menghalangi sinar yang akan menembus suspensi, sehingga suspensi tidak dapat dikatakan keruh, karena sebenarnya air di antara partikel-partikel tersuspensi tidak keruh dan sinar tidak menyimpang (Alaerts dan Santika, 1987)

### **2.5.3.3 BOD (*Biological Oxygen Demand*)**

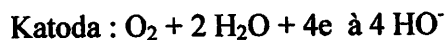
Kebutuhan oksigen biologi (BOD) didefinisikan sebagai banyaknya oksigen yang diperlukan oleh organisme pada saat pemecahan bahan organik, pada kondisi aerobik. Pemecahan bahan organik diartikan bahwa bahan organik ini digunakan oleh organisme sebagai bahan makanan dan energinya diperoleh dari proses oksidasi (PESCOD,1973). Parameter BOD, secara umum banyak dipakai untuk menentukan tingkat pencemaran air buangan. Penentuan BOD sangat penting untuk menelusuri aliran pencemaran dari tingkat hulu ke muara. Sesungguhnya penentuan BOD merupakan suatu prosedur bioassay yang menyangkut pengukuran banyaknya oksigen yang digunakan oleh organisme selama organisme tersebut menguraikan bahan organik yang ada dalam suatu perairan, pada kondisi yang hampir sama dengan kondisi yang ada di alam. Selama pemeriksaan BOD, contoh yang diperiksa harus bebas dari udara luar untuk mencegah kontaminasi dari oksigen yang ada di udara bebas. Konsentrasi air buangan/sampel tersebut juga harus berada pada suatu tingkat pencemaran tertentu, hal ini untuk menjaga supaya oksigen terlarut selalu ada selama pemeriksaan. Hal ini penting diperhatikan mengingat kelarutan oksigen dalam air terbatas dan hanya berkisar  $\pm 9$  ppm pada suhu 20°C.

Penguraian bahan organik secara biologis di alam, melibatkan bermacam-macam organisme dan menyangkut reaksi oksidasi dengan hasil akhir karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan air (H<sub>2</sub>O). Pemeriksaan BOD tersebut dianggap sebagai suatu prosedur oksidasi dimana organisme hidup bertindak sebagai medium untuk menguraikan bahan organik menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O. Reaksi oksidasi selama pemeriksaan BOD merupakan hasil dari aktifitas biologis dengan kecepatan reaksi

yang berlangsung sangat dipengaruhi oleh jumlah populasi dan suhu. Karenanya selama pemeriksaan BOD, suhu harus diusahakan konstan pada 20°C yang merupakan suhu yang umum di alam. Secara teoritis, waktu yang diperlukan untuk proses oksidasi yang sempurna sehingga bahan organik terurai menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O adalah tidak terbatas. Dalam prakteknya dilaboratorium, biasanya berlangsung selama 5 hari dengan anggapan bahwa selama waktu itu persentase reaksi cukup besar dari total BOD. Nilai BOD 5 hari merupakan bagian dari total BOD dan nilai BOD 5 hari merupakan 70 - 80% dari nilai BOD total.

Metode Pemeriksaan BOD adalah dengan metode metode elektrokimia. Metode elektrokimia adalah menggunakan peralatan DO Meter. Untuk menganalisa kadar BOD dengan alat ini adalah dengan menganalisa kadar DO hari 0 dan selanjutnya menganalisa kadar DO hari ke 5. Selanjutnya kadar BOD dapat dianalisa dengan mengurangi selisih keduanya. Cara penentuan oksigen terlarut dengan metoda elektrokimia adalah cara langsung untuk menentukan oksigen terlarut dengan alat DO meter.

Prinsip kerjanya adalah menggunakan probe oksigen yang terdiri dari katoda dan anoda yang direndam dalam larutan elektrolit. Pada alat DO meter, probe ini biasanya menggunakan katoda perak (Ag) dan anoda timbal (Pb). Secara keseluruhan, elektroda ini dilapisi dengan membran plastik yang bersifat semi permeable terhadap oksigen. Reaksi kimia yang akan terjadi adalah



## 2.6. 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 statistic berdasarkan proses analisisnya meliputi analisa deskriptif dan analisis konfirmatif (inferensi). (Soleh, 2005)

### **2.6.1 Statistika Deskriptif dan Inferensi**

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

### **2.6.2 Analisis Korelasi**

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

Hipotesis

Hipotesis untuk uji korelasi adalah :

$H_0 : = 0$

$H_1 : = 0$

Dimana adalah korelasi antara 2 variabel.

Daerah penolakan

$p\text{-Value} < .$

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

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

### **2.6.3 Pengantar Desain Eksperimen**

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

#### **2.6.3.1 Langkah-langkah Dalam Desain Eksperimen**

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

1. Mengenali permasalahan
2. Memilih factor dan level
3. Menentukan factor dan level
4. Memilih metode desain eksperimen



5. Melaksanakan eksperimen

6. Analisa Data

7. Membuat suatu keputusan

### **2.6.3.2 Analysis of Variance**

Analysis of Variance atau sering dikenal ANOVA digunakan untuk menyelidiki khubungan antara variable respon (dependen) dengan 1 atau beberapa variable prediktor (independent). ANOVA samadengan regresi, tetapi skala data Variable independen adalah data kategori yaitu skala ordinal atau nominal . Lebih lanjut ANOVA tidak mempunyai nominal (Iriawan danAstuti, 2006).

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Jenis Penelitian**

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimental yang dilaksanakan dalam skala laboratorium. Penelitian eksperimen adalah penelitian yang dilakukan dengan mengadakan manipulasi terhadap objek penelitian serta diadakannya kontrol terhadap variabel tertentu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyelidiki ada tidaknya hubungan sebab-akibat serta berapa besar hubungan sebab akibat tersebut dengan cara memberikan perlakuan-perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimental dan menyediakan kontrol untuk perbandingan.

#### **3.2 Alat dan Bahan**

Alat adalah suatu benda yang dipakai untuk mengerjakan sesuatu; perkakas, perabot, yang dipakai untuk mencapai maksud. Bahan adalah

##### **3.2.1 Alat :**

- Botol Sampel
- Reaktor kolom
- Ember

##### **3.2.2 Bahan :**

- Pasir Kwarsa 0,25-0,35 mm
- Batu Dolomit 5-10 mm
- Arang Aktif Tempurung Kelapa 2-3 mm
- Air Sampel (Bendungan Sutami)
- Aquades

### **3.3 Variabel Penelitian**

Variabel adalah fenomena yang mempunyai variasi nilai, Variasi nilai yang bisa diukur secara kualitatif atau kuantitatif.

#### **3.3.1 Variabel Terikat**

variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas.

- Penurunan Kekeruhan
- Penurunan TSS
- Penurunan BOD

#### **3.3.2 Variabel Bebas.**

Variabel bebas: variabel yang mempengaruhi atau menjadi sebab perubahan atau timbulnya variabel dependen / terikat.

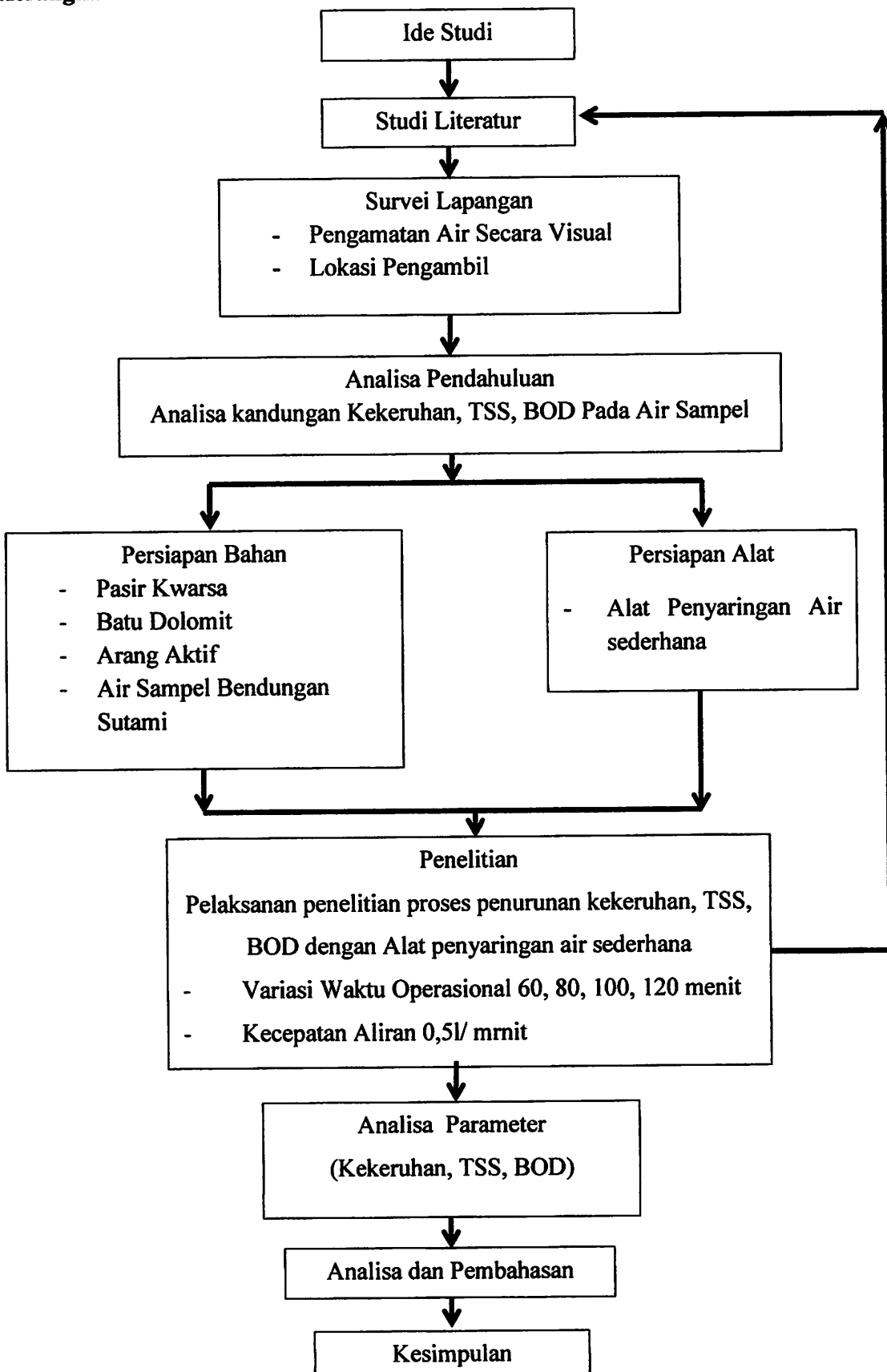
- Variasi waktu operasional (menit) 60, 80,100, dan 120
- Debit aliran (l/menit) : 0,5 l/menit

### **3.4 Alat Penyaringan Air Sederhana**

Alat penyaringan air sederhana yang yang digunakan dalam penelitian berbentuk persegi panjang dengan kriteria desain sebagai berikut:

- Panjang : 58 cm
- Lebar : 17 cm
- Tinggi : 50 cm
- Tinggi total media : 30 cm
  - ✓ Pasir : 10 cm
  - ✓ Batu Dolomit : 10 cm
  - ✓ Arang Aktif Tempurung Kelapa : 10 cm

## 3.6 Kerangka Penelitian



Gambar 3.1 Kerangka Penelitian.

### **3.5 Sampel.**

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah air bendungan, yang di ambildaribendungansutami, dimanakonsentrasiKekeruhan, TSS, dan BOD melebihi satndar maksimum yang di perbolehkan (PP No 82 Thaun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemar Air )

### **3.6 Prosedur Penelitian.**

Prosedur penelitian adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam melaksanakan penelitian

#### **3.6.1 Persiapan Media dan Reaktor Penelitian**

Langkah-langkah persiapan media filter.

➤ Pasir Kwarsa

1. Menyiapkan pasir kwarsa.
2. Pasir kwarsa dicuci dengan air bersih lalu dikeringkan.
3. Pasir diayak dengan saringan untuk menyesuaikan dengan diameter yang diinginkan.

➤ Batu Dolomit

1. Menyiapkan batu dolomit.
2. Batu dolomit yang sudah di peroleh dicuci dengan air bersih lalu dikeringkan, kemudian di hancurkan kecil-kecil dengan alat pemukul . Batu dolomite kemudian diayak dengan saringan untuk memperoleh diameter yang diinginkan .
3. Batu dolomite yang telah diperoleh kemudian dipanaskan dalam oven selama 2 jam padasuhu 300<sup>0</sup>C. Selanjutnya dikeluarkan dan siap dipakai.

➤ **Arang Aktif**

1. Menyiapkan arang aktif.
2. Arang aktif di cuci dengan air bersih lalu dikeringkan, kemudian dihancurkan dengan alat pemukul.
3. Setelah dihaluskan, kemudian diayak dengan saringan untuk menyesuaikan dengan diameter yang diinginkan.
4. Arang aktif yang telah diayak lalu dioven dengan suhu 200<sup>o</sup> C selama 2 jam, lalu siap dipakai atau dapat disimpan didalam desikator.

### **3.6.2 Tahap-tahap Penelitian.**

1. Memasang alat penyaringan Air sederhana.
2. Mengisi media filter yang telah disediakan yaitu arang aktif tempurung kelapa pada lapisan media yang paling bawah dengan ketebalan 10 cm, kemudian batu dolomit pada lapisan kedua dengan ketinggian 10 cm dan pasir kwarsa pada lapisan ke tiga dengan ketinggian 10 cm.
3. Menyiapkan air sampel yang akan di gunakan.
4. Mengalirkan air sampel secara gravitasi melalui alat penyaringan air sederhana dengan arah aliran dari bawah ke atas (*Up-flow*)
5. Pengambilan sampel dari pipa *outlate* untuk dianalisa kandungan Kekeruhan, TSS dan BOD Pengambilan dilakukan setelah air keluar dari pipa *outlate* pada waktu 60,80.100, dan 120 menit.

### **3.6.3 Analisa Penelitian**

Effluent yang ditampung didalam botol-botol yang sudah diberikode Selanjutnya siap di analisa. Metode pengukuran yang digunakan untuk analisa kandungan kekeruhan adalah metode turbidimetry TSS dengan menggunakan gravimetri, dan BOD dengan menggunakan metode Titrimetri.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Penelitian

Sebelum dilakukan proses filtrasi naliran *up-flow* dilakukan analisa pendahuluan yang bertujuan untuk mengetahui konsentrasi awal kekeruhan TSS dan BOD pada air sampel Bendungan Sutami.

Analisa pendahuluan dilakukan di mana air sampel belum dimasukan pada reaktor filtrasi aliran *up-flow*. Karakteristik awal air Bendungan Sutami dapat dilihat Pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Konsentrasi awal kekeruhan TSS dan BOD Pada Air Bendungan Sutami.

Parameter	Nilai	Baku Mutu*
Kekeruhan	3.0 NTU	5 NTU
TSS	8000 mg / liter	1000 mg/liter
BOD	5,6 mg/liter	2 mg/liter

\* PP No 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air.

(Sumber: Hasil Penelitian 2016)

Berdasarkan hasil penelitian konsentrasi kekruhan, TSS dan BOD setelah melewati proses filtrasi aliran *up-flow* dengan variasi waktu operasional dapat dilihat pada tabel 4.2, 4.3, dan 4.4.

Tabel 4.2 Nilai Konsentrasi Kekeruhan Pada Air Bendungan Sutami

Karakteristik Awal (NTU)	Waktu Operasional (Menit)	Konsentrasi Kekeruhan (NTU)
3.0	60	2,3
	80	2.0
	100	1.3
	120	1

(Sumber: Hasil Penelitian, 2016)

Tabel 4.3 Konsentrasi TSS Pada Air Bendungan Sutami.

Karakteristik Awal (mg/l)	Waktu Operasional (Menit)	Konsentrasi TSS (mg/l)
8000	60	5.300
	80	4.000
	100	3.500
	120	1.800

(Sumber: Hasil Penelitian, 2016)

Tabel 4.4 konsentrasi BOD Pada Air Sampel Bendungan Sutami.

Karakteristik Awal (mg/l)	Waktu Operasional (Menit)	Konsentrasi BOD (mg/l)
5,6	60	4.22
	80	3.90
	100	2.92
	120	2.27

(Sumber: Hasil Penelitian, 2016)



## 4.2. Analisa Deskriptif

### 4.2.1. Analisa Penurunan Kekeruhan

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa alat penyaringan air sederhana menggunakan pasir, batu dolomit dan arang aktif tempurung kelapa sebagai media filtrasi mampu menurunkan konsentrasi kekeruhan. Konsentrasi akhir dan presentase penurunan kekeruhan dapat dilihat pada tabel 4.5 dan dapat dibuat grafik seperti pada grafik 4.1.

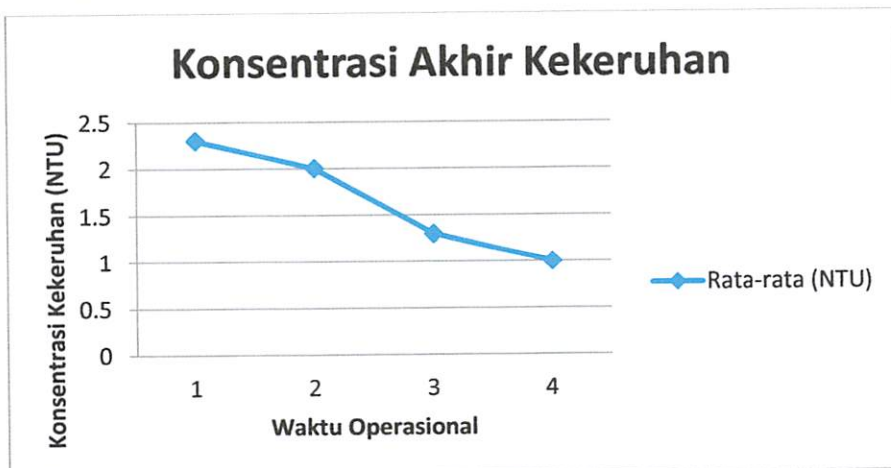
Untuk mengetahui presentase penurunan kekeruhan digunakan rumus:

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

Tabel 4.5 perhitungan presentase penurunan kekeruhan

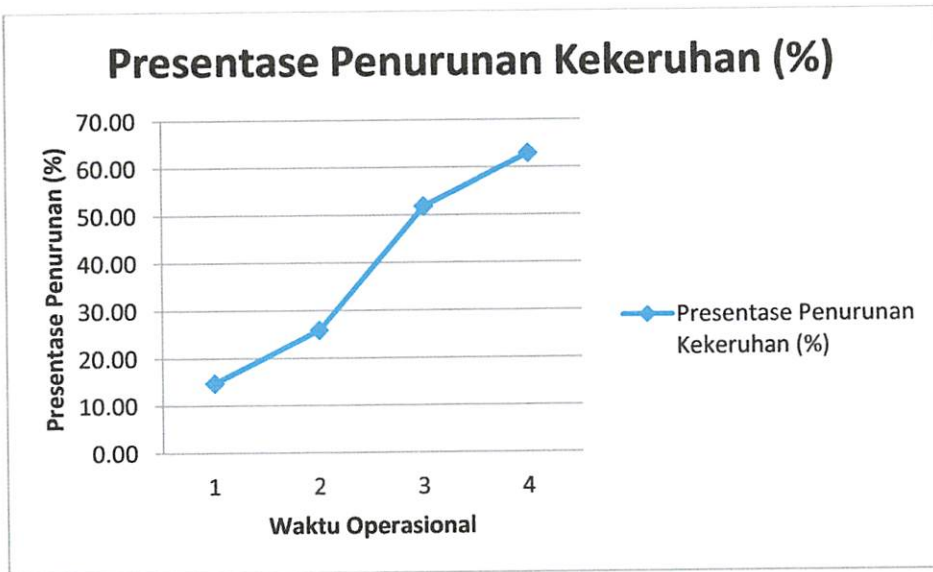
Karakteristik Awal (NTU)	Waktu Operasional (Menit)	Konsentrasi Kekeruhan (NTU)	Presentase Penurunan (%)
2,7	60	2,3	14,81
	80	2,0	25,93
	100	1,3	51,85
	120	1	62,96

(Sumber: Hasil Penelitian, 2016)



Grafik 4.1 Nilai Konsentrasi Akhir Kekeruhan.

Berdasarkan tabel 4.2 dan Grafik 4.1 menunjukkan bahwa alat penyaringan air sederhana mampu menurunkan konsentrasi kekeruhan. Pengaruh penurunan konsentrasi kekeruhan di pengaruhi oleh waktu operasional. Pada waktu operasional 60 menit konsentrasi kekeruhan 2,3NTU, kemudian semakin bertambahnya waktu operasional konsentrasi kekeruhan mengalami penurunan yakni pada waktu operasional 80 menit = 2,0 NTU, 100 menit = 1,3NTU, dan 120 menit mencapai 1,0 NTU.



Garfik 4.2 Presentase Penurunan Kekeruhan.

Berdasarkan tabel 4.5 dan garafik 4.2 dapat dilihat presentase penurunan kekeruhan pada waktu operasional 60 menit mencapai 14,81%, kemudian semakin bertambahnya waktu operasional presentase penurunan konsentrasi keekeruhan mengalami kenaikan yaitu pada waktu operaional 80 = 25,93 %, 100 = 51,85% dan 120 menit dengan presentase penyisihan 62,96%.

Pada tabel 4.5 dapat dilihat bahwa alat penyaringan air sederhana mampu menurunkan konsentrasi kekeruhan. Penurunan konsentrasi kekeruhan terkecil pada waktu operasional 60 menit yakni 2,3 NTU dengan presentase penyisihan 14,81 %, sedangkan penurunan konsentrasi kekeruhan terbesar yaitu pada waktu operasional 120 menit 1,0 mg/l dengan presentase penurunan kekeruhan 62,96 %.

#### 4.2.2. Analisa Penurunan TSS

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa alat penyaringan air sederhana menggunakan pasir, batu dolomit dan arang aktif tempurung kelapa sebagai media filtrasi mampu menurunkan konsentrasi TSS. Konsentrasi akhir dan presentase penurunan TSS dapat dilihat pada tabel 4.6 dan dapat dibuat grafik seperti pada gambar 4.2.

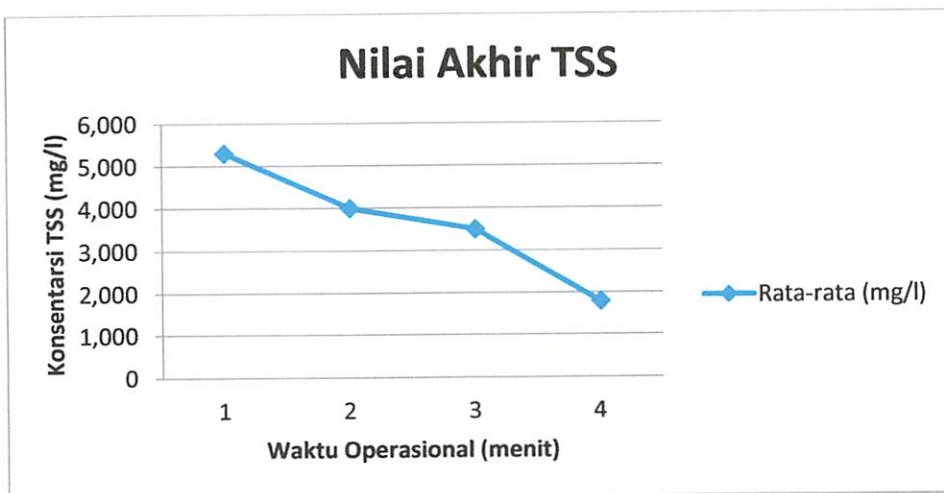
Untuk mengetahui presentase penurunan kekeruhan digunakan rumus:

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

Tabel 4.6 perhitungan presentase penurunan TSS

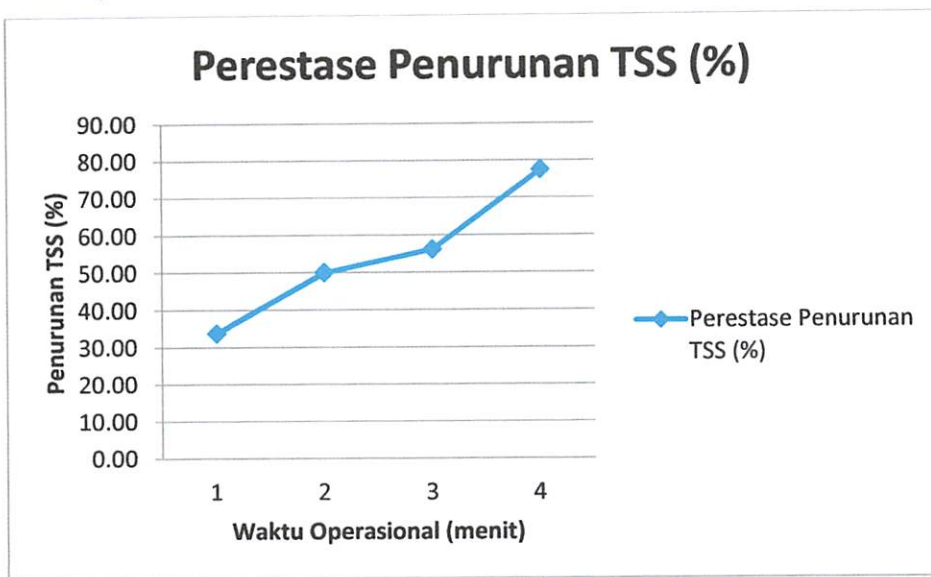
Karakteristik Awal (mg/l)	Waktu Operasional (Menit)	Konsentrasi TSS (mg/l)	Presentase Penurunan (%)
8000	60	5.300	33,75
	80	4.000	50,00
	100	3.500	56,25
	120	1.800	77,50

(Sumber: Hasil Penelitian, 2016)



Grafik 4.3 Nilai Akhir TSS

Berdasarkan tabel 4.6 dan Grafik 4.3 menunjukkan bahwa alat penyaringan air sederhana mampu menurunkan konsentrasi TSS. Pengaruh penurunan konsentrasi TSS di pengaruhi oleh waktu operasional. Pada waktu operasional 60 menit konsentrasi TSS 5300 mg/l, kemudian semakin bertambahnya waktu operasional konsentrasi TSS mengalami penurunan yakni pada waktu operasional 80 menit = 4000 mg/l, 100 menit = 3500 mg/l, dan 120 menit mencapai 1800 mg/l.



Grafik 4.4 Presentase Penurunan TSS.

Berdasarkan tabel 4.6 dan garafik 4.4 dapat dilihat presentase penurunan TSS pada waktu operasional 60 menit mencapai 33,75%, kemudian semakin bertambahnya waktu operasional presentase penurunan konsentrasi TSS mengalami kenaikan yaitu pada waktu operasional 80 menit = 50,00 %, 100 menit = 56,25% dan 120 menit dengan presentase penyisihan 77,50%.

Pada tabel 4.6 dapat dilihat bahwa alat penyaringan air sederhana mampu menurunkan konsentrasi TSS. Penurunan konsentrasi TSS terkecil pada waktu operasional 60 menit yakni 5300 mg/l dengan presentase penyisihan 33,75 %, sedangkan penurunan konsentrasi TSS terbesar yaitu pada waktu operasional 120 menit 1800 mg/ l dengan presentase penurunan TSS 77,50%.

#### 4.2.2. Analisa Penurunan BOD

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa alat penyaringan air sederhana menggunakan pasir, batu dolomit dan Arang Aktif tempurung kelapa sebagai media filtrasi mampu menurunkan konsentrasi BOD. Konsentrasi akhir dan presentase penurunan BOD dapat dilihat pada tabel 4.7 dan dapat dibuat grafik seperti pada gambar 4.3.

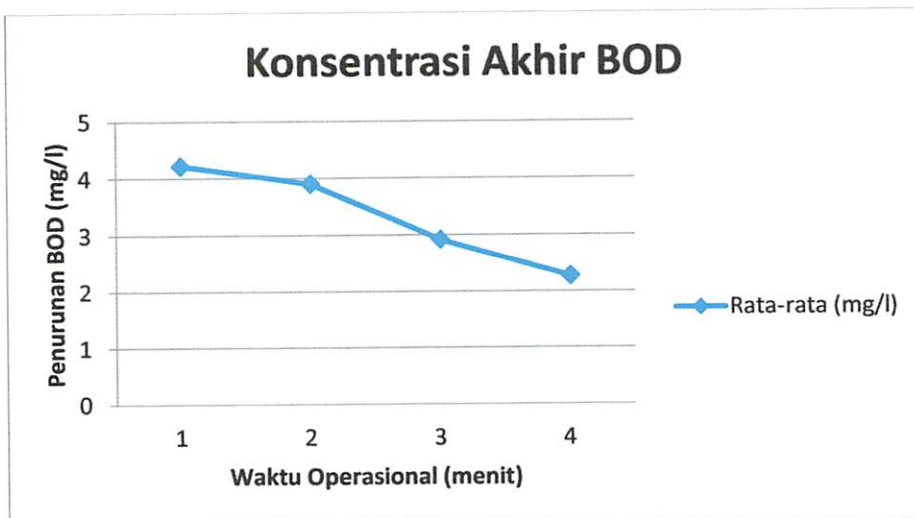
Untuk mengetahui presentase penurunan kekeruhan digunakan rumus:

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

Tabel 4.6 perhitungan presesntase penurunanBOD

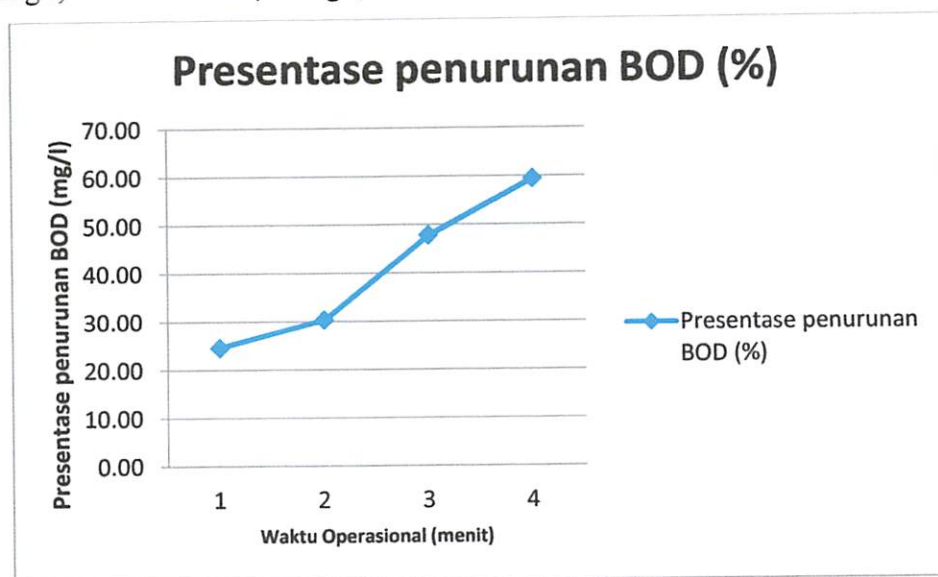
Karakteristik Awal (mg/l)	Waktu Operasional (Menit)	Konsentrasi BOD (mg/l)	Rata-rata (%)
8000	60	4.22	24,64
	80	3.90	30,36
	100	2.92	47,86
	120	2.27	59,46

(Sumber: Hasil Penelitian, 2016)



Grafik 4.5 Nilai Konsentrasi Akhir BOD

Berdasarkan tabel 4.6 dan Grafik 4.5 menunjukkan bahwa alat penyaringan air sederhana mampu menurunkan konsentrasi BOD. Pengaruh penurunan konsentrasi BOD di pengaruhi oleh waktu operasional. Pada waktu operasional 60 menit konsentrasi BOD 4,22 mg/l, kemudian semakin bertambahnya waktu operasional konsentrasi BOD mengalami penurunan yakni pada waktu operasional 80 menit = 3,90 mg/l, 100 = menit 2,92 mg/l, dan 120 menit mencapai 2,27 mg/l.



Grafik 4.6 Presentase Penurunan BOD

Berdasarkan tabel 4.6 dan garafik 4.6 dapat dilihat presentase penurunan BOD pada waktu operasional 60 menit mencapai 24,64 %, kemudian semakin bertambahnya waktu operasional presentase penurunan konsentrasi BOD mengalami kenaikan yaitu pada waktu operaional 80 = 30,36 %, 100 = 47,86% dan 120 menit dengan presentase penyisihan 59,46%.

Pada tabel 4.6 dapat dilihat bahwa alat penyaringan air sederhana mampu menurunkan konsentrasi BOD. Penurunan konsentrasi BOD terkecil pada waktu operasional 60 menit yakni 4,22 mg/l dengan presentase penyisihan 24,64 %, sedangkan penurunan konsentrasi BOD terbesar yaitu pada waktu operasional 120 menit 2,27 mg/ l dengan presentase penurunan kekeruhan 59,46%.

### 4.3 Analisis ANOVA

Analisis ANOVA ini dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh antara variasi waktu dengan konsentrasi Kekeruhan, TSS, dan BOD.

A. Dalam analisis ANOVA terdapat hipotesis masalah, yaitu :

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

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

B. Nilai probabilitas,

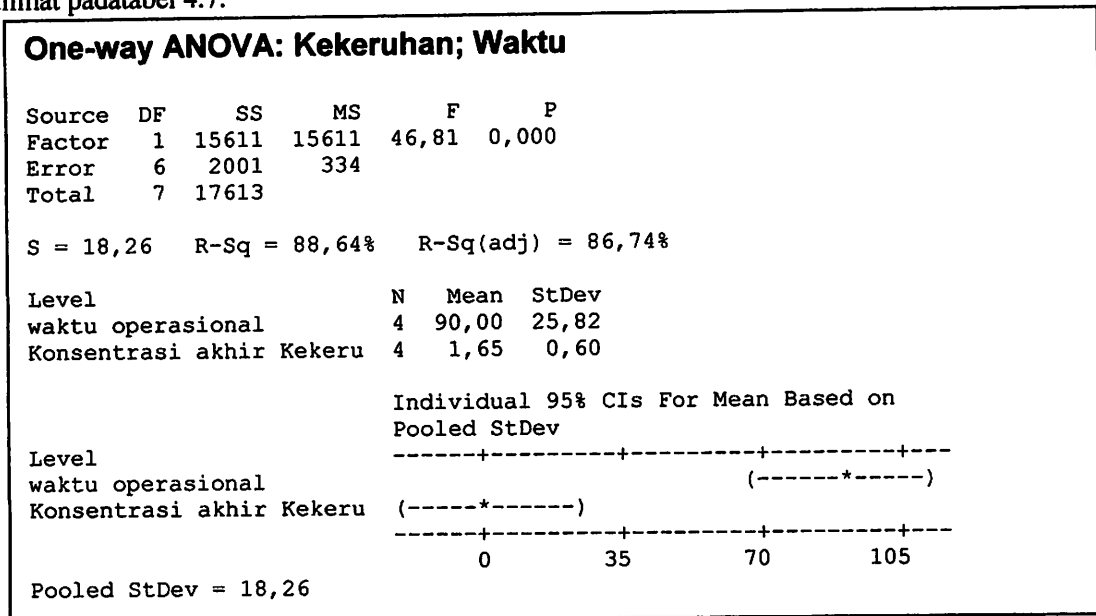
- Jika probabilitas  $\geq 0,05$  ,  $H_0$  diterima
- Jika probabilitas  $< 0,05$  ,  $H_0$  ditolak

C. Nilai F hitung,

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

### 4.3.1 Analisa ANOVA Kekерuhan

Analisa Anova Antara Waktu Operasional Dengan Konsentrasi Akhir kekерuhan dapat dilihat pada tabel 4.7.



Tabel 4.7 Analisa Anova Antara Waktu Operasional Dengan Konsentrasi Akhir Kekерuhan

Hasil Tabel 4.7 diatas memuat keterangan sebagai berikut :

DF = Derajat Bebas

SS = Variasi Residual

MS = Mean Square

F = Nilai statistic uji (membandingkan dengan nilai Tabel F pada lampiran)

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

#### Keputusan :

##### 1. Nilai Probabilitas

Berdasarkan tabel 4.7 nilai probabilitas adalah sebesar 0,000. Karena nilai probabilitas kurang dari 0.05, maka kesimpulannya bahwa kedua variasi perlakuan adalah ditolak atau tidak identik.

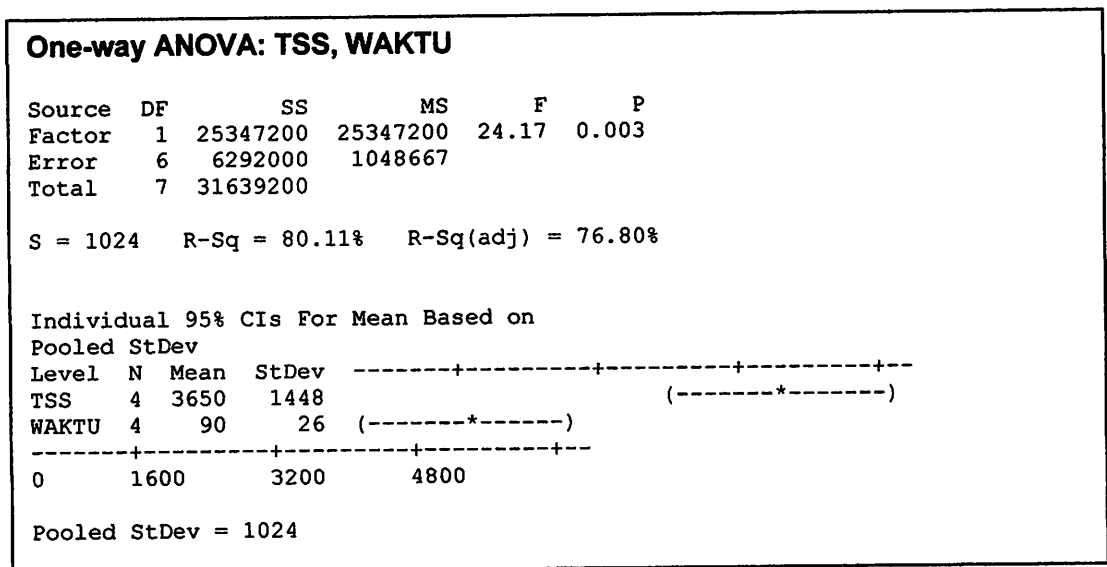


## 2. Nilai F

Berdasarkan tabel 4.7 F hitung variasi perbandingan waktu operasional adalah 46.81. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah sebesar 10,13 (Tabel distribusi F). Jika nilai F *output* variasi waktu operasional dibandingkan dengan nilai F tabel maka nilai F hitung *output* > nilai F tabel maka kesimpulannya bahwa H<sub>0</sub> ditolak atau ada perbedaan yang signifikan antara variasi waktu operasional terhadap penyisihan Kekeuruhan.

### 4.3.2 Analisa ANOVA TSS

Analisa Anova Antara Waktu Operasional Dengan Konsentrasi Akhir TSS dapat dilihat pada tabel 4.7.



Tabel 4.8 Analisa Anova Antara Waktu Operasional Dengan Konsentrasi Akhir TSS

Hasil Tabel 4.8 diatas memuat keterangan sebagai berikut :

DF = Derajat Bebas

SS = Variasi Residual

MS = Mean Square

F = Nilai statistic uji (membandingkan dengan nilai Tabel F pada lampiran)

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

**Keputusan :**

**1. Nilai Probabilitas**

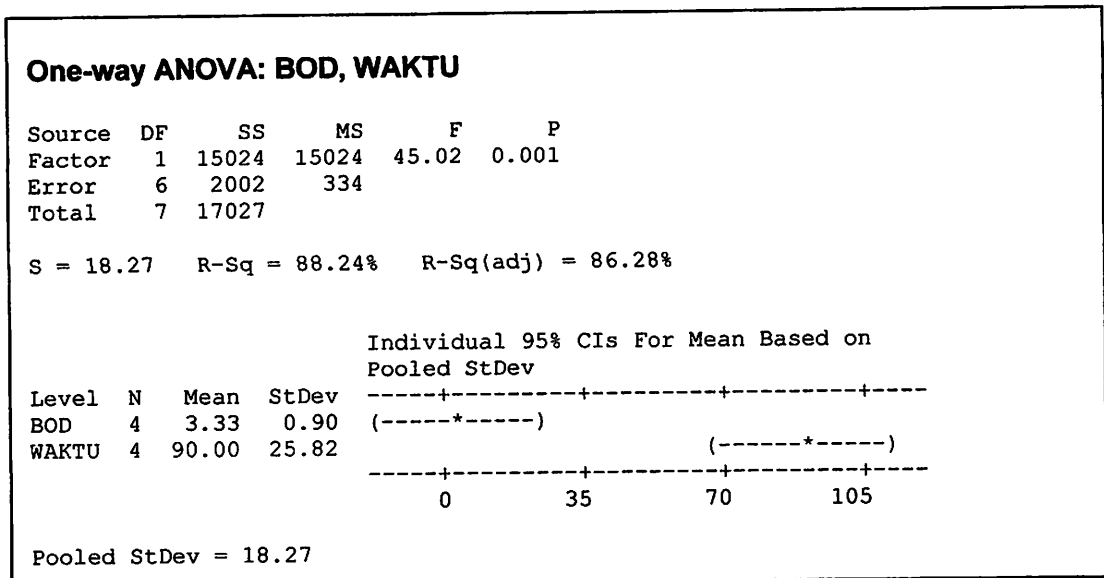
Berdasarkan tabel 4.8 nilai probabilitas adalah sebesar 0,003. Karena nilai probabilitas kurang dari 0.05, maka kesimpulannya bahwa kedua variasi perlakuan adalah ditolak atau tidak identik.

**2. Nilai F**

Berdasarkan tabel 4.8 F hitung variasi perbandingan waktu operasional adalah 24.17. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F table adalah sebesar 10,13 (Tabel distribusi F). Jika nilai F *output* variasi waktu operasional dibandingkan dengan nilai F table maka nilai F hitung *output* > nilai F table maka kesimpulannya bahwa H0 ditolak atau ada perbedaan yang signifikan antara variasi waktu operasional terhadap penyisihan TSS.

### 4.3.3 Analisa ANOVA BOD

Analisa Anova Antara Waktu Operasional Dengan Konsentrasi Akhir BOD dapat dilihat pada tabel 4.9.



Tabel 4.9 Analisa Anova Antara Waktu Operasional Dengan Konsentrasi Akhir BOD

Hasil Tabel 4.9 diatas memuat keterangan sebagai berikut :

DF = Derajat Bebas

SS = Variasi Residual

MS = Mean Square

F = Nilai statistic uji (membandingkan dengan nilai Tabel F pada lampiran)

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

**Keputusan :**

1. Nilai Probabilitas

Berdasarkan tabel 4.9 nilai probabilitas adalah sebesar 0,001. Karena nilai probabilitas kurang dari 0.05, maka kesimpulannya bahwa kedua variasi perlakuan adalah ditolak atau tidak identik.

## 2. Nilai F

Berdasarkan tabel 4.9 F hitung variasi perbandingan waktu operasional adalah 45,02. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah sebesar 10,13 (Tabel distribusi F). Jika nilai F *output* variasi waktu operasional dibandingkan dengan nilai F tabel maka nilai F hitung *output* > nilai F tabel maka kesimpulannya bahwa H<sub>0</sub> ditolak atau ada perbedaan yang signifikan antara variasi waktu operasional terhadap penyisihan BOD.

### 4.4. Uji Korelasi

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

- H<sub>0</sub> : Tidak ada korelasi antara dua variabel
- H<sub>1</sub> : Ada korelasi antara dua variabel

Pengambilan keputusan

- Jika p-value >  $\alpha$ , H<sub>0</sub> diterima
- Jika p-value <  $\alpha$ , H<sub>0</sub> ditolak

(IriawandanAstuti, 2006)

Koefisien korelasi ialah pengukuran statistik kovarian atau asosiasi antara dua variabel. Besarnya koefisien korelasi berkisar antara +1 s/d -1. Koefisien korelasi menunjukkan kekuatan (strength) hubungan linear dan arah hubungan dua variabel acak. Jika koefisien korelasi positif, maka kedua variabel mempunyai hubungan searah. Artinya jika nilai variabel X tinggi, maka nilai variabel Y akan tinggi pula. Sebaliknya, jika koefisien korelasi negatif, maka kedua variabel mempunyai hubungan terbalik. Artinya jika nilai variabel X tinggi, maka nilai variabel Y akan menjadi rendah dan berlaku sebaliknya. Untuk memudahkan melakukan interpretasi mengenai kekuatan hubungan antara dua variabel penulis memberikan kriteria sebagai berikut (Sarwono:2006):

- 0 : Tidak ada korelasi antara dua variabel
- $>0 - 0,25$ : Korelasi sangat lemah
- $>0,25 - 0,5$ : Korelasi cukup
- $>0,5 - 0,75$ : Korelasi kuat
- $>0,75 - 0,99$ : Korelasi sangat kuat
- 1: Korelasi sempurna

#### 4.4.1 Uji Korelasi Kekkeruhan.

Hasil uji korelasi konsentrasi akhir Kekkeruhan dapat dilihat pada Tabel 4.10

Tabel 4.10 Hasil Uji Korelasi Konsentrasi Akhir Kekkeruhan (NTU)  
Terhadap Waktu Operasional

**Correlations: kekeruhan ;waktu**

Pearson correlation of waktu operasional and Konsentrasi akhir  
Kekeruhan =  $-0,985$   
P-Value =  $0,015$

**Keterangan :**

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

P-value : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

**Keputusan**

Berdasarkan Tabel 4.10 menunjukkan bahwa :

Koefisien korelasi antara konsentrasi akhir kekeruhan dengan waktu operasional adalah  $-0,985$ . Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel sangat lemah, karena hanya berkisar antara  $0 - 0,25$ . Hubungan kedua variabel berlawanan, hal ini ditunjukkan dengan nilai negatif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasionalnya maka persen penyisihan kekeruhan yang dihasilkan akan semakin menurun. Keputusan yang diambil adalah menerima hipotesis awal ( $H_1$ ) dan menolak hipotesis alternatif ( $H_0$ ) karena nilai

probabilitasnya  $0,882 > 0,05$ . Artinya ada hubungan antara konsentrasi akhir kekeruhan dengan waktu operasional.

#### 4.4.2 Uji Korelasi TSS.

Hasil uji korelasi konsentrasi akhir TSS dapat dilihat pada Tabel 4.10

Tabel 4.11 Hasil Uji Korelasi Konsentrasi Akhir TSS(mg/l)  
Terhadap Waktu Operasional

<p><b>Correlations: TSS, waktu</b></p> <p>Pearson correlation of TSS and waktu = -0.981 P-Value = 0.019</p>
---

**Keterangan :**

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

#### Keputusan

Berdasarkan Tabel 4.10 menunjukkan bahwa :

Koefisien korelasi antara konsentrasi akhir TSS dengan waktu operasional pada reaktor adalah -0,981. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel sangat lemah, karena hanya berkisar antara 0 – 0,25. Hubungan kedua variabel berlawanan, hal ini ditunjukkan dengan nilai negative pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasionalnya maka persen penyisihan TSS yang dihasilkan akan semakin menurun. Keputusan yang diambil adalah menerima hipotesis awal ( $H_1$ ) dan menolak hipotesis alternatif ( $H_0$ ) karena nilai probabilitasnya  $0,019 > 0,05$ . Artinya ada hubungan antara konsentrasi akhir TSS dengan waktu operasional.

#### 4.4.3 Uji Korelasi BOD.

Hasil uji korelasi konsentrasi akhir BOD dapat dilihat pada Tabel 4.10

Tabel 4.11 Hasil Uji Korelasi Konsentrasi Akhir BOD (mg/l)  
Terhadap Waktu Operasional

<p><b>Correlations: waktu, BOD</b></p> <p>Pearson correlation of waktu and BOD = -0.984 P-Value = 0.016</p>
---

**Keterangan :**

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

P-value : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

**Keputusan**

Berdasarkan Tabel 4.11 menunjukkan bahwa :

Koefisien korelasi antara konsentrasi akhir BOD dengan waktu operasional pada reaktor adalah -0,984. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel sangat lemah, karena hanya berkisar antara 0 – 0,25. Hubungan kedua variabel berlawanan, hal ini ditunjukkan dengan nilai negative pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasionalnya maka persentase penyisihan BOD yang dihasilkan akan semakin menurun. Keputusan yang diambil adalah menerima hipotesis awal ( $H_1$ ) dan menolak hipotesis alternatif ( $H_0$ ) karena nilai probabilitasnya  $0,016 > 0,05$ . Artinya ada hubungan antara konsentrasi akhir BOD dengan waktu operasional.

## **4.5. Pembahasan.**

### **4.5.1. Penurunan Konsentrasi Kekeruhan.**

Berdasarkan hasil penelitian, alat penyaringan air sederhana dengan pasir, batu dolomit dan arang aktif tempurung kelapa sebagai media filtrasi aliran *up-flow* dengan variasi waktu operasional terbukti mampu menurunkan konsentrasi kekeruhan. Penurunan konsentrasi kekeruhan, melalui proses filtrasi aliran *up-flow* terbesar antara 14,81% sampai 62,96 %. Tabel 4.5 dan grafik 4.2 menyatakan bahwa presentase penurunan kekeruhan tertinggi sebesar 62,96% pada waktu operasional 120 menit, sedangkan presentase penurunan kekeruhan terkecil sebesar 14,81 % pada waktu operasional 60 menit.

Peningkatan efisiensi penurunan kekeruhan terjadi pada setiap variasi waktu operasional, dimulai dari variasi waktu pertama yaitu 60 menit, kedua 80 menit, ketiga 100 menit, dan keempat 120 menit. Hal ini menyatakan bahwa semakin lama waktu operasional efisiensi penurunan kekeruhan semakin besar pula presentase penurunan kekeruhan. Sari. (1994) menyatakan bahwa semakin lama waktu operasional maka banyaknya partikel penyebab kekeruhan akan terendapkan sehingga kualitas efluent semakin baik, hal ini terjadi karena rongga antar partikel belum jenuh. Selain itu (L. Huisman, dalam I Kadek, 2006) menyatakan bahwa faktor yang mempengaruhi filtrasi itu sendiri adalah debit, diameter media, waktu operasional dan tinggi media. Selain itu penggunaan diameter media yang kecil, mempunyai permukaan yang semakin luas. Dengan luasnya permukaan tersebut pori-pori yang ada semakin banyak, sehingga kemampuan untuk menyerap kekeruhan semakin tinggi (suantari, 2005).

Media batu dolomit mempunyai kapasitas adsorpsi, strukturnya berbutir halus hingga kasar dan mempunyai daya serap yang tinggi sehingga partikel yang berukuran besar dapat disaring atau diendapkan lebih banyak. Disamping itu kekasaran pada batu dolomit juga berpengaruh dimana dapat dilihat dari segi fisik selain terjadi pengendapan pada bak pengumpul juga terjadi pengendapan pada media filter yaitu partikel-partikel menempel pada media batu dolomit. Sedangkan pada



media arang aktif dan pasir kwarsa dapat menyaring partikel-partikel yang tidak tersaring pada media batu dolomit, hal ini dikarenakan permukaan media arang aktif dan pasir kwarsa mempunyai diameter yang lebih kecil.

Selama proses filtrasi aliran up-flow terjadi pengendapan pada bak pengumpul sebelum air dialirkan pada bak filtrasi yang berisi media batu dolomit, arang aktif tempurung kelapa, dan pasir kwarsa sehingga terjadi pengurangan partikel yang menyebabkan kekeruhan. Pada proses filtrasi semua butiran media dapat menjadi tempat pengendapan. (L. Huisman dalam I kadek, 2006) menyatakan bahwa kekeruhan terjadi karena adanya zat tersuspensi seperti zat organik, lumpur, lempung, plankton, koloid serta zat-zat halus lainnya.  $Fe^{3+}$  dan  $Mn^{4+}$  merupakan bentuk persipitat yang dapat menyebabkan kekeruhan penyisihan kadar  $Fe^{3+}$  dan  $Mn^{4+}$  pada ir baku dapat memberi kontribusi pada penyisihan kadar konsentrasi kekeruhan pada air terolah (Nisaul, 2002). Dhevy, (2005) Menyatakan bahwa konsentrasi kekeruhan akan naik jika media sudah mengalami *clogging* (penyumbatan) dan daya serap pori-pori semakin turun. Karena setelah beberapa waktu tertentu filter beroperasi dan mencapai efisiensi maksimum maka secara berangsur-angsur efisiensi filter akan mengalami penurunan.

Dari hasil uji ANOVA nilai probabilitas adalah sebesar 0,000. Karena nilai probabilitas kurang dari 0.05, maka kesimpulannya bahwa kedua variasi perlakuan adalah ditolak atau tidak identik Nilai variasi perbandingan waktu operasional adalah 46.81 Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah sebesar 10,13 (Tabel distribusi F). Maka kesimpulannya bahwa  $H_0$  ditolak atau ada perbedaan yang signifikan antara variasi waktu operasional terhadap penyisihan Kekeruhan.

Berdasarkan hasil uji korelasi antara konsentrasi akhir kekeruhan dengan waktu operasional pada reaktor adalah -0,985. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel sangat lemah, karena hanya berkisar antara 0 – 0,25. Hubungan kedua variabel berlawanan, hal ini ditunjukkan dengan nilai negatif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasionalnya maka persen penyisihan

kekeruhan yang dihasilkan akan semakin menurun. Artinya ada hubungan antara konsentrasi akhir kekeruhan dengan waktu operasional.

Menurut PP No 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air kadar kekeruhan yang diperbolehkan 5 NTU. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi akhir kekeruhan memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan yaitu 1,3 NTU dan layak digunakan sebagai air baku.

#### **4.5.2. Penurunan Konsentrasi TSS.**

Dari hasil penelitian, alat penyaringan air sederhana dengan menggunakan pasir, batu dolomit dan arang aktif tempurung kelapa sebagai media filtrasi aliran *up-flow* dengan variasi waktu operasional terbukti mampu menurunkan konsentrasi TSS. Penurunan konsentrasi TSS, melalui proses filtrasi aliran *up-flow* terbesar antara 33,75% sampai 77,50%. Tabel 4.6 dan grafik 4.4 menyatakan bahwa presentase penurunan TSS tertinggi sebesar 77,50% pada waktu operasional 120 menit, sedangkan presentase penurunan TSS terkecil sebesar 33,75% pada waktu operasional 60 menit.

Peningkatan efisiensi penurunan TSS terjadi pada setiap variasi waktu operasional, dimulai dari variasi waktu pertama yaitu 60 menit, kedua 80 menit, ketiga 100 menit, dan keempat 120 menit. Hal ini menyatakan bahwa semakin lama waktu operasional efisiensi penurunan TSS semakin besar. Hal ini dapat terjadi karena sampai pada waktu operasional yang keempat yakni 120 menit media filter pasir batu dolomit dan arang aktif tempurung kelapa masih mampu dalam menurunkan konsentrasi TSS. Efisiensi penurunan konsentrasi TSS dipengaruhi media oleh jenis media filter. Penurunan nilai TSS dikarenakan terjadinya proses penyaringan yang dilakukan oleh media filter yaitu pasir diameter < 2 mm (Lusela, 2015 ). Arang aktif sebagai media filtrasi mampu menurunkan konsentrasi TSS. (Ainur Rosida, 2011 ) dalam penelitiannya menyatakan bahwa arang aktif mempunyai kemampuan mereduksi kandungan TSS rata-rata 16,9 %, sedangkan zeolit aktif dan bottom ash batubara masing-masing sebesar 19,4 % dan 32,5%. Pasir

kuarsa sebagai media dalam penyaringan air sederhana dapat menurunkan konsentrasi TSS. Menurut Droste (1997), Kemampuan penyaringan pasir kuarsa ditentukan oleh tingkat porositas dan luas permukaannya. Tingkat porositas yang tinggi dan luas permukaan yang lebar akan menghasilkan kemampuan penyaringan yang tinggi pula. Porositas media filter tergantung pada bagaimana susunan butiran-butiran tersebut di dalam lapisan media filter. Sedangkan karakteristik partikel yang berpengaruh pada porositas dan luas permukaan adalah sphericity atau tingkat kebulatan dari partikel tersebut. Hal ini juga didukung pernyataan Prihatin (2011) bahwa pada media filter, semakin besar persentase porositas maka semakin besar pula volume pori yang terdapat pada media filter, begitu juga sebaliknya. Penggunaan media filter yang lebih kecil dapat meningkatkan efisiensi penyaringan Wegelin (1996). Selain itu penggunaan media yang lebih dari satu lapisan dengan jenis media berbeda dapat mempengaruhi penyisihan konsentrasi TSS. L. Huisman dalam I kadek, (2006) Menyatakan bahwa pada proses filtrasi semua butiran media dapat menjadi tempat pengendapan. Dinamika filtrasi menurut Kim dan Whittle, (2006) dikendalikan oleh proses-proses skala-pori yang juga dipengaruhi oleh topologi ruang pori, sifat-sifat dari partikel-partikel yang terbawa, distribusi ukuran partikel, bentuk, kekasaran permukaan, konsentrasi, dan lain-lain

Dari hasil uji ANOVA nilai probabilitas adalah sebesar 0,003. Karena nilai probabilitas kurang dari 0.05, maka kesimpulannya bahwa kedua variasi perlakuan adalah ditolak atau tidak identik. Nilai variasi perbandingan waktu operasional adalah 24.17. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah sebesar 10,13 (Tabel distribusi F), maka kesimpulannya bahwa  $H_0$  ditolak atau ada perbedaan yang signifikan antara variasi waktu operasional terhadap penyisihan TSS.

Koefisien hasil uji korelasi antara konsentrasi akhir TSS dengan waktu operasional adalah -0,981. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel sangat lemah, karena hanya berkisar antara 0 – 0,25. Hubungan kedua variabel berlawanan, hal ini ditunjukkan dengan nilai negative pada nilai koefisien

korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasionalnya maka persen penyisihan TSS yang dihasilkan akan semakin menurun. Artinya ada hubungan antara konsentrasi akhir TSS dengan waktu operasional.

Menurut PP No 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air kadar TSS yang diperbolehkan 1000 mg/l. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi akhir TSS masih belum memenuhi standar baku mutu yaitu 1800 mg / l. Alat penyaringan air sederhana masih belum mampu menurunkan konsentrasi TSS karena tingginya nilai konsentrasi TSS yakni 8000 mg/l. Tingginya konsentrasi TSS pada air bendungan sutami karena tingginya beban pencemaran yang berasal dari lingkungan sekitar seperti rumah makan, pabrik tepung, pabrik tekstil dan buangan dari warga sekitar yang langsung dibuang ke badan air. Berdasarkan hasil penelitian air bendungan sutami masih belum layak digunakan sebagai air baku. Oleh karena itu diperlukan pengolahan lebih lanjut sebelum digunakan sebagai air baku

#### **4.5.3. Penurunan Konsentrasi BOD.**

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, Alat Penyaringan Air Sederhana Dengan menggunakan Pasir, Batu Dolomit Dan Arang Aktif Tempurung Kelapa Sebagai Media Filtrasi aliran *up-flow* dengan variasi waktu operasional terbukti mampu menurunkan konsentrasi BOD. Penurunan konsentrasi BOD, melalui proses filtrasi aliran *up-flow* terbesar antara 24,64% sampai 59,46%. Tabel 4.6 dan grafik 4.4 menyatakan bahwa presentase penurunan BOD tertinggi sebesar 59,46% pada waktu operasional 120 menit, sedangkan presentase penurunan BOD terkecil sebesar 24,64% pada waktu operasional 60 menit.

Peningkatan efisiensi penurunan BOD terjadi pada setiap variasi waktu operasional, dimulai dari variasi waktu pertama yaitu 60 menit, kedua 80 menit, ketiga 100 menit, dan keempat 120 menit. Hal ini menyatakan bahwa semakin lama waktu operasional efisiensi penurunan BOD semakin besar. Hal ini dapat terjadi karena sampai pada waktu operasional yang keempat yakni 120 menit media filter

pasir batu dolomit dan arang aktif tempurung kelapa masih mampu dalam menurunkan konsentrasi BOD. Dari ketiga media yang digunakan yang digunakan dalam Alat penyaringan air sederhana ini yang paling berperan dalam menurunkan konsentrasi BOD adalah arang aktif. Arang aktif memiliki ruang pori yang sangat banyak dengan ukuran tertentu yang dapat menangkap partikel yang sangat halus dan menjebaknyanya disana (Irmanto et al, 2010). Rosida, (2011 ) menyatakan bahwa penggunaan media filter karbon aktif mempunyai kemampuan mereduksi kandungan BOD dengan nilai penurunan rata-rata 27,1%, zeolit aktif 30,8% dan bottom ash batubara sebesar 58,9%. Sembiring dalam Jusmanizah, (2011) menyatakan bahwa arang aktif memiliki luas permukaan berkisar antara 300-3500 m<sup>2</sup>/gram dan ini berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan arang aktif mempunyai sifat sebagai absorben. Karbon aktif dapat mengadsorbsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorbsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Selain itu penurunan konsentrasi BOD juga di pengaruhi oleh waktu operasional, semakin lama waktu opsional semakin tinggi pula penyisihannya. Nuralam, (2012) menyatakan bahwa penurunan BOD yang sangat baik terjadi pada waktu kontak 45 menit sampai waktu kontak 60 menit . Utami dkk (2010) menyatakan bahwa penyisihan parameter BOD yang pertama adalah proses transportasi (pengangkutan) partikel-partikel BOD disaring oleh media filter dan partikel yang berukuran besar tersaring selama proses ini. Kemudian partikel-partikel tersebut mengendap didalam pori-pori media filter, sehingga partikel tersebut terkumpul dan tertahan. Laju aliran pada filtrasi juga mempengaruhi efisiensi penuruna BOD semakin lambat laju aliran maka tingkat efektivitas penurunan kadar BOD semakin tinggi dan sebaliknya jika laju aliran semakin cepat maka tingkat efektivitas penurunan kadar BOD semakin rendah. Hal ini dikarenakan semakin lambat laju aliran maka waktu kontak sampel dengan media filter semakin meningkat sehingga proses filtrasi dan adsorbsi dapat berjalan dengan sempurna, sedangkan jika laju aliran semakin cepat maka waktu kontak sampel dengan media filter semakin

berkurang dan proses filtrasi dan adsorpsi menjadi tidak sempurna (Edahwati dan Suprihatin, 2009)

Dari hasil uji ANOVA bahwa nilai probabilitas adalah sebesar 0,001. Karena nilai probabilitas kurang dari 0.05, maka kesimpulannya bahwa kedua variasi perlakuan adalah ditolak atau tidak identik. Nilai variasi perbandingan waktu operasional adalah 45, 02 Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah sebesar 10,13 (Tabel distribusi F). Maka kesimpulannya bahwa  $H_0$  ditolak atau adaperbedaan yang signifikan antara variasi waktu operasional terhadap penyisihan BOD.

Berdasarkan hasil uji koefisien korelasi antara konsentrasi akhir BOD dengan waktu operasional adalah -0,984. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel sangat lemah, karena hanya berkisar antara 0 – 0,25. Hubungan kedua variabel berlawanan, hal ini ditunjukkan dengan nilai negative pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasionalnya maka persen penyisihan BOD yang dihasilkan akan semakin menurun. Artinya ada hubungan antara konsentrasi akhir BOD dengan waktu operasional.

Menurut PP No 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air kadar BOD yang diperbolehkan 2 mg/l . Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi akhir BOD masih belum memenuhi standar baku mutu yaitu 2,27 mg / l. Alat penyaringan air sederhana masih belum mampu menurunkan konsentrasi BOD karena tingginya nilai konsentrasi BOD yakni 5.3 mg/l. Tingginya konsentrasi BOD pada air bendungan sutami karena tingginya beban pencemaran yang berasal dari lingkungan sekitar seperti rumah makan, pabrik tepung, pabrik tekstil dan buangan dari warga sekitar yang langsung dibuang ke badan air. Berdasarkan hasil penelitian air bendungan sutami masih belum layak digunakan sebagai air baku. Oleh karena itu diperlukan pengolahan lebih lanjut sebelum digunakan sebagai air baku

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil penelitian dan analisa data, maka dapat di peroleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat penyaringan sederhana dengan menggunakan pasir, batu dolomit, dan arang aktif tempurung kelapa sebagai media filtrasi efektif dalam menurunkan konsentrasi kekeruhan, TSS dan BOD dengan nilai efektivitas penurunan konsentrasi kekeruhan 14,81%-sampai 62,96%, untuk TSS presentase penurunan konsentrasi TSS 33,75 % sampai 77,50% dan untuk BOD penurunan konsentrasi sebesar 24,64% sampai 59,46 %.
2. Alat penyaringan air sederhana dengan menggunakan pasir, batu dolomit dan arang aktif tempurung kelapa sebagai media filtrasi dengan arah aliran *up-flo*. dapat menurunkan konsentrasi Kekeruhan TSS, dan BOD pada air Bendungan sutami.

#### **5.2 Saran**

Untuk lebih menyempurnakan penelitian ini, masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai :

1. Perlu dilakukan penambahan waktu operasional agar dapat mengetahui seberapa lama efektivitas media dalam menyaring air sampel.
2. Memodifikasi alat agar memiliki kemampuan untuk menurunkan kandungn-kandungan lain yang terdapat pada air bendungan sutami sehingga air layak digunakan sebagai air bersih.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G dan Sri Santika S. 1984. Metode Penelitian Air. Usaha Nasional.
- Anonim. 2016. (<http://galeriilmiah.com/2011/07/22/batuan ankegunaannya/>).
- Anonim. 2016. (<http://herysba.com/2012/02/normal-0-false-false-false-en-usx none.html>). diakses 26 Maret 2016 jam 20:48 WIB
- Anonim. 2016. (<http://www.jwaterfilter.com/2012/10/media-filter-air yangbagus.html>). Diakses tanggal 27 Maret 2016, jam 23:40 WIB
- Aplikatif Disertai Contoh Penggunaan SPSS. Rekayasa Sains. Bandung.
- Boller. M. 1993. *Filter Mechanism In Roughing Filter*. J. Water Supply. Technol. Cipta. Jakarta. Dalam Menurunkan Kadar Fe Air Sumur Gali Desa Sungai Raya Dalam Saringan Pasir Lambat Terhadap Penurunan Kadar Besi. dan besi. Fakultas teknik Surabaya Universitas PGRI Adi Buana. dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta.
- Darsono, V dan Sutomo, T. 2002. Pengaruh Diameter dan Ketebalan Pasir dengan Slow Sand Filter. Jurusan Teknik Lingkungan ITS Surabaya.
- Depkes RI., 1992. Undang-Undang Kesehatan (UU RI No. 23 Tahun 1992 di akses tanggal 4 April 2016, jam 01:34 WIB *Direct Horizontal Roughing Filter System In Treatment Of Highly Turbid*
- Effendi, Hefni. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya
- Endahwati, L. 2010. Kombinasi Proses Aerasi, Adsorpsi dan Filtrasi pada Engineering. Monterey, California.
- Febriwahyudi, C, T dan Hady, W. 2012 Resirkulasi Air Tambak Bandeng Health Center for Environmental Research, Teheran University.
- Industri Tahu. Fakultas Kesehatan Masyarakat UNDIP.
- Iriawan, N dan Astuti, 2006. Mengolah data Statistik dengan Mudah Kabupaten Kubu Raya Kalimantan Barat. FKM UNDIP.
- Mahvi, A. H., Moghaddam, M. A., Nasser, A.,Kaddafi,K. *Performance Of A Mangan (Mn) Dengan Menggunakan Cascade Aerator Dan Rapid Media Slow Sand Filter Untuk Menurunkan Kekeruhan dan COD Air Sungai*. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan ITN. Malang.



Menggunakan Minitab 14. ANDI Offset. Yogyakarta

Nayoan, Cristina, R dan Berek, Noorce, C. 2006. Perbedaan Efektifitas Karbon

Nilasari, D. 2006. Pemanfaatan Arang Aktif Tempurung Kelapa Sebagai

Nurhayati, I. 2007. Kombinasi Media Filtrasi Untuk Penurunan Kesadahan

Pengolahan Air Limbah Industri Perikanan. Teknik Kimia Fakultas

Peraturan Pemerintah RI No. 82 Tahun 2001

PP No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian  
Pencemar Air.

Reynold, Tom D, 1982. Unit Operations And Processes In Environmental

Sand Filter Pada Air Sumur Gali. Jurusan Teknik Lingkungan ITS

Sari, K, W dan Koermaningroem, N. 2006. Studi Penurunan Besi (Fe) dan

Sasongko, Djoko. 1996. Teknik Sumber Daya Air Jilid 2. Erlangga. Surabaya.

Skripsi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya

Soleh, Achmad Zanbar. 2005. Ilmu Statistika Pendekatan Teoritis Dan

Surabaya. Surabaya. Susra, Hendri. 2013. Pemanfaatan Batu Zeloit, Arang Aktif,

dan Passir Kwarsa sebagai Media Filtrasi Aliran Up-flow Dalam Menurunkan

Kekeruhan Dan Besi. Skripsi, Teknik Lingkungan ITN Malang

Sutrisno, T, Suciastuti, E. 2002. Teknologi Penyediaan Air bersih. Rineka

Taufik, A. 2008. Perbedaan Variasi Ketebalan Saringan Pasir Kwarsa Aktif

Teknik Industri UPN "Veteran" Jawa Timur. Tentang Kesehatan). Indonesian

Legal Center Publishing. Jakarta. Tingkat Kekeruhan Pada Proses Filtrasi

Pengolahan Limbah Cair UU No.7 tahun 2004 tetang sumber daya air

Water. Dept. of Environmental Heath Engineering, School of Public Yogyakarta.