

SKRIPSI

PEMANFAATAN BATU ZEOLIT, ARANG AKTIF DAN PASIR KWARSA SEBAGAI MEDIA FILTRASI ALIRAN UP-FLOW DALAM MENURUNKAN KEKERUHAN DAN BESI (Fe)

(Studi kasus : Air Bendungan Sutami Karangates)



Disusun oleh :

HENDRI SUSRA (08.26.011)

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

MALANG

2013



FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION
 DEPARTMENT OF JUSTICE
 MEMPHIS, TENNESSEE
 MAY 10, 1968

MEMPHIS OFFICE

MEMPHIS OFFICE

MEMPHIS OFFICE

MEMPHIS OFFICE
 MEMPHIS OFFICE
 MEMPHIS OFFICE
 MEMPHIS OFFICE

MEMPHIS OFFICE



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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK 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 : HENDRI SUSRA
NIM : 08.26.011
JURUSAN : TEKNIK LINGKUNGAN
JUDUL : PEMANFAATAN BATU ZEOLIT, ARANG AKTIF DAN PASIR
KWARSA SEBAGAI MEDIA FILTRASI ALIRAN UP-FLOW DALAM
MENURUNKAN KEKERUHAN DAN BESI (Fe) (Studi kasus : Air
Bendungan Sutami Karangates)

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

Pada Hari : JUM'AT
Tanggal : 23 AGUSTUS 2013
Dengan Nilai: 71,98 (B⁺)

PANITIA UJIAN SKRIPSI

Ketua

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

Sekretaris

Evy Hendriarianti, ST. MMT
NIP. Y. 1030300382

ANGGOTA PENGUJI

Penguji I

Sudiro, ST. MT
NIP. Y. 1039900327

Penguji II

Evy Hendriarianti, ST. MMT
NIP. Y. 1030300382

Susra. H., 2013 Pemanfaatan Batu Zeolit Arang Aktif dan Pasir Kwarsa Sebagai Media Filtrasi Aliran *Upflow* Dalam Menurunkan Kekeruhan dan Besi (Studi Kasus Air Bendungan Sutami Karangates). Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang.

Abstraksi

Kawasan Bendungan Sutami merupakan kawasan yang berpotensi untuk memberikan pasokan air baku. Adanya kurang perhatian warga maka kualitas air pada Bendungan Sutami dari waktu ke waktu akan mengalami penurunan kualitas contohnya saja kadar kekeruhan yang mencapai 10 NTU dengan baku mutu 5 NTU dan kadar besi (Fe) mencapai 1,70 mg/l dengan baku mutu 0,3 mg/l. Sebelum digunakan sebagai air bersih air Bendungan Sutami lebih baik diolah terlebih dahulu agar terpenuhi syarat air bersih yang telah ditentukan. Dengan menggunakan pengolahan filtrasi ini maka akan dapat diketahui efektifitas pengolahan yang sederhana dan efektifitas media dalam menurunkan kekeruhan dan besi (Fe). Penelitian ini dengan menggunakan proses filtrasi aliran *upflow* dengan menggunakan media batu zeolit, arang aktif dan pasir. Variasi debit aliran 2 dan 3 (l/menit) dengan waktu operasional 40, 50 dan 60 (menit).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pengolahan air sampel yang lebih efektif didapatkan pengolahan dengan aliran 0,5 l/menit dengan waktu operasional 60 menit dimana hasilnya persentase penurunan kekeruhan sebesar 92,31% (0,3 NTU) dan penurunan besi (Fe) sebesar 95,90% (0,011 mg/l). Dari hasil yang telah didapat maka dapat disimpulkan air bendungan Sutami yang telah melewati *pretreatment* dan *treatment* ini telah memenuhi standar baku mutu sesuai dengan Surat Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002.

Kata Kunci : Besi (Fe), Filtrasi aliran *Upflow*, Kekeruhan, *pretreatment*, *treatment*.

Susra. H., 2013 The Use of Zeolite, Active Charcoal, and Quartz Sand as Up flow Filtration Media to Decrease Turbidity and Iron (Case Study to the water of Sutami Dam Karangates). Mini Thesis, Department of Environmental Engineering, National Engineering Institute of Malang

Abstract

The area of Sutami Dam is an area that potentially giving main water supply. Because of less attention from the people around makes the water quality of Sutami Dam decrease day by day, for example the turbidity level that reach 10 NTU with quality base 5 NTU and iron (Fe) level up to 1.70 mg/L with quality base 0.3 mg/L. Before it is used as clean water, it is better that the water in the Sutami Dam being processed first in order to meets the requirement as clean water that been established. By using this filtration process, thus it will be known about the effectiveness of simply processing and media effectiveness in decreasing turbidity and iron (Fe). This research using up flow filtration process with zeolite, active charcoal, and quartz sand media. Flow debit variation of 2 and 3 (1/minute) with operational time for 40, 50 and 60 (minutes).

Based the research that been conducted, the more effective water sample processing obtained by processing with flow of 0.5 1/minute with operational time of 60 minutes, where the result for turbidity decreasing percentage is 92.31% (0.3 NTU) and iron (Fe) decreasing for 95.90% (0.011 mg/L). From the obtained result, thus it can be concluded that water of Sutami Dam that been through pretreatment and treatment meets the standard of quality base as with Surat Keputusan Menteri Kesehatan RI (Health Ministry Decree of Indonesia Republic) No. 907/MENKES/SK/VII/2002.

Keywords: Iron (Fe), Flow filtration, Turbidity, pretreatment, treatment.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Pemanfaatan Batu Zeolit, Arang Aktif dan Pasir Kwarsa Sebagai Media Filtrasi Aliran *Upflow* Dalam Menurunkan Kekeruhan dan Besi (Fe) Studi Kasus Air Bendungan Sutami Karangates”** ini tepat pada waktunya.

Skripsi ini disusun setelah melalui penelitian, analisa data dan pembahasan dari data yang telah diperoleh dari penelitian. Skripsi ini dapat terselesaikan berkat bantuan, kerja sama dan bimbingan dari semua pihak, oleh karena itu penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, MSi selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
2. Ibu Candra Dwiratna, ST. MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang dan dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini
3. Bapak Hardianto, ST., MT. selaku Dosen Wali Teknik Lingkungan 2008.
4. Dosen pengajar dan staf Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
5. Teman-teman Teknik Lingkungan 08 yang telah banyak membantu mulai dari awal sampai selesainya laporan skripsi ini.
6. Semua pihak yang telah ikut membantu dalam proses penyelesaian laporan skripsi ini.

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, Agustus 2013

Penyusun

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------|
| LEMBAR PERSETUJUAN | i |
| ABSTRAKSI..... | ii |
| KATA PENGANTAR..... | iii |
| DAFTAR ISI..... | iv |
| DAFTAR GAMBAR..... | vii |
| DAFTAR TABEL..... | viii |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3. Maksud dan Tujuan..... | 3 |
| 1.4. Ruang Lingkup..... | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Sumber Daya Air | 5 |
| 2.2 Pengertian Umum Air | 5 |
| 2.3 Proses Pengolahan Air | 6 |
| 2.4 Filtrasi | 7 |
| 2.4.1 Jenis Filtrasi | 8 |
| 2.4.1.1 Berdasarkan Kecepatan Aliran | 8 |
| 2.4.1.2 Berdasarkan Arah Aliran | 9 |
| 2.4.1.3 Berdasarkan Tekanan | 9 |
| 2.4.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Proses Filtrasi..... | 9 |
| 2.4.3 Filtrasi Aliran Upflow | 10 |
| 2.4.4 Hidrolika Filtrasi | 11 |
| 2.5 Media Filter | 12 |
| 2.5.1 Batu Zeolit | 12 |
| 2.5.2 Pasir Kwarsa | 13 |
| 2.5.3 Arang Aktif | 13 |
| 2.6 Parameter | 15 |

| | | |
|---------|---|----|
| 2.6.1 | Besi (Fe)..... | 16 |
| 2.6.2 | Kekeruhan | 17 |
| 2.7 | Metode Pengolahan Data | 18 |
| 2.7.1 | Statistika Deskriptif dan Intensif | 18 |
| 2.7.2 | Analisa Korelasi | 19 |
| 2.7.3 | Analisa Regresi | 19 |
| 2.7.4 | Pengantar Desain Eksperimen | 20 |
| 2.7.4.1 | Langkah-Langkah Dalam Desain Eksperimen | 20 |
| 2.7.4.2 | Analysis of Variance | 20 |

BAB III METODE PENELITIAN

| | | |
|-------|--|----|
| 3.1 | Gambaran Umum | 22 |
| 3.2 | Alat dan Bahan | 22 |
| 3.2.1 | Alat | 22 |
| 3.2.2 | Bahan | 22 |
| 3.3 | Variabel Penelitian | 22 |
| 3.3.1 | Variabel Terikat | 22 |
| 3.3.2 | Variabel Bebas | 23 |
| 3.4 | Sampel Air Bendungan Sutami Karangates | 23 |
| 3.5 | Prosedur Penelitian | 23 |
| 3.5.1 | Analisis Pendahuluan | 23 |
| 3.5.2 | Persiapan Alat dan Bahan | 23 |
| 3.5.3 | Tahap-tahap Penelitian | 24 |
| 3.5.4 | Analisa Penelitian | 25 |
| 3.5.5 | Analisa Data | 25 |
| 3.6 | Kerangka Penelitian | 27 |

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

| | | |
|------|-----------------------------------|----|
| 4.1. | Karakteristik Air Sampel..... | 28 |
| 4.2. | Hasil Penelitian | 28 |
| 4.3. | Analisa Penurunan Kekeruhan | 30 |

| | | |
|-------|--------------------------------------|----|
| 4.3.1 | Analisa Deskriptif..... | 30 |
| 4.3.2 | Analisa ANOVA..... | 33 |
| 4.3.3 | Analisa Korelasi..... | 36 |
| 4.3.4 | Analisa Regrasi..... | 38 |
| 4.4. | Analisa Penurunan Besi (Fe)..... | 41 |
| 4.4.1 | Analisa Deskriptif..... | 41 |
| 4.4.2 | Analisa ANOVA..... | 44 |
| 4.4.3 | Analisa Korelasi..... | 47 |
| 4.4.4 | Analisa Regresi..... | 49 |
| 4.5. | Pembahasan..... | 52 |
| 4.5.1 | Penurunan Konsentrasi Kekeruhan..... | 52 |
| 4.5.2 | Penurunan Konsentrasi Besi (Fe)..... | 54 |

BAB IV PENUTUP

| | | |
|------|-----------------|----|
| 5.1. | Kesimpulan..... | 57 |
| 5.2. | Saran..... | 57 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| 3.1 Kerangka Penelitian | 26 |
| 4.1 Grafik Konsentrasi Kekeruhan Akhir Dengan Debit Aliran 0,5 l/menit..... | 30 |
| 4.2 Grafik Konsentrasi Kekeruhan Akhir Dengan Debit Aliran 1 l/menit..... | 31 |
| 4.3 Grafik Persentase Kekeruhan Dengan Debit Aliran 0,5 l/menit..... | 32 |
| 4.4 Grafik Persentase Kekeruhan Dengan Debit Aliran 1 l/menit..... | 32 |
| 4.5 Grafik Konsentrasi Besi (Fe) Akhir Dengan Debit Aliran 0,5 l/menit..... | 41 |
| 4.6 Grafik Konsentrasi Besi (Fe) Akhir Dengan Debit Aliran 1 l/menit..... | 42 |
| 4.7 Grafik Persentase Besi (Fe) Dengan Debit Aliran 0,5 l/menit..... | 43 |
| 4.8 Grafik Persentase Besi (Fe) Dengan Debit Aliran 1 l/menit..... | 43 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| 2.1 Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas | 5 |
| 3.1 Kode Botol Sampel | 23 |
| 4.1 Karakteristik Air Sungai dan Standar Kualitas Air | 28 |
| 4.2 Hasil Analisa Kekeruhan (NTU) | 29 |
| 4.3 Hasil Analisa Besi (Fe) | 29 |
| 4.4 Persentase Penurunan Kekeruhan | 31 |
| 4.5 Hasil Uji ANOVA Variasi Waktu Operasional Terhadap Pengaruh Penurunan Konsentrasi Kekeruhan | 34 |
| 4.6 Hasil Uji ANOVA Variasi Debit Terhadap Pengaruh Penurunan Konsentrasi Kekeruhan | 35 |
| 4.7 Klasifikasi Pearson Korelasi | 36 |
| 4.8 Hasil Uji Korelasi Pengaruh Variasi Debit dan Waktu Operasional Terhadap Persentase Penurunan Konsentrasi Kekeruhan | 37 |
| 4.9 Uji Koefisiensi Regresi Persentase Penurunan Konsentrasi Kekeruhan | 38 |
| 4.10 Hasil Uji Kelinieran Analisa Regresi Persentase Penurunan Konsentrasi Kekeruhan | 39 |
| 4.11 Persentase Penurunan Besi(Fe) | 42 |
| 4.12 Hasil Uji ANOVA Variasi Waktu Operasional Terhadap Pengaruh Penurunan Konsentrasi Besi (Fe) | 45 |
| 4.13 Hasil Uji ANOVA Variasi Debit Terhadap Pengaruh Penurunan Konsentrasi Besi (Fe) | 46 |
| 4.14 Hasil Uji Korelasi Pengaruh Variasi Debit dan Waktu Operasional Terhadap Persentase Penurunan Konsentrasi Besi (Fe) | 47 |
| 4.15 Uji Koefisiensi Regresi Persentase Penurunan Konsentrasi Besi (Fe) | 49 |
| 4.16 Hasil Uji Kelinieran Analisa Regresi Persentase Penurunan Konsentrasi Besi (Fe) | 49 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan hidup manusia yang sangat vital. Secara langsung air diperlukan untuk minum, memasak, mandi, mencuci dan bersuci. Secara tidak langsung air dibutuhkan sebagai bagian ekosistem yang dengannya kehidupan di bumi dapat berlangsung. Di Indonesia cakupan pelayanan air bersih masih rendah. Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) hanya mampu memasok kebutuhan di kota-kota saja dengan kuantitas yang juga masih kecil. Akibatnya, sebagian besar masyarakat yang tidak terjangkau oleh pelayanan air bersih umumnya menggunakan air tanah atau air permukaan untuk keperluan hidupnya sehari-hari (Rahman Abdur, 2004). Karena keberadaannya 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).

Kriteria penilaian untuk mutu air minum/bersih adalah berdasarkan uji fisik, kimia, cemaran logam dan bakteri *Escherichia coli*. Pada parameter fisik, kekeruhan pada air dapat mengurangi kejernihan air diakibatkan oleh pencemar-pencemar yang halus dari manapun asalnya, yang ada di dalam air (Ferdiaz. D dalam Nasrul, 2002). Namun keberadaan Besi (Fe) yang berlebihan dalam air dapat air akan menimbulkan rasa tidak enak pada minuman, perkaratan pada pipa dan dapat menyebabkan iritasi pada saluran gastro-intensinal (Maria Yashinta, 2006).

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. Parameter kualitas yang melebihi



baku mutu kiranya adalah Zat Organik, Kekeruhan dan Senyawa aktif permukaan (surfaktan).

Filtrasi merupakan salah satu metode yang digunakan dalam pengolahan air bersih, baik air buangan maupun air baku untuk air bersih. Proses Filtrasi terjadi penyaringan untuk memisahkan *solid-liquid* dengan menggunakan media *porous* atau material *porous* lainnya 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 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 (Nilasari D, 2006).

Pada penelitian Nilasar D tahun 2006 yang menggunakan media arang aktif tempurung kelapa sebagai media *slow sand filter* dalam penurunan Kekeruhan dan COD air sungai. Penelitian ini didapatkan penurunan kekeruhan pada air sungai dengan persentase sebesar 91,40 % pada media dengan komposisi 60 cm pasir dan 10 cm arang aktif pada pengambilan sampel 8 jam, dalam penurunan COD yang paling tinggi sebesar 50,57 % pada media dengan komposisi 70 cm arang aktif pada pengambilan sampel 4 jam.

Penelitian lain yang dilakukan Rasman tahun 2012 menggunakan media batu Zeolit untuk menurunkan kadar Fe (Besi) dengan perbandingan efektifitas filtrasi *upflow* dan *downflow*. Hasil ini menunjukkan pada waktu kontak 45 menit menunjukkan dengan *upflow* mampu menurunkan 73,01 % dan *downflow* mampu menurunkan 69,04 % dengan demikian pengolahan *upflow* sedikit lebih efektif dibandingkan pengolahan *downflow*.

Dari dua penelitian terdahulu yang telah dijelaskan diatas maka, saya mengambil judul skripsi *pemanfaatan batu zeolit, arang aktif dan pasir kwarsa sebagai media filtrasi aliran upflow dalam menurunkan kekeruhan dan besi (fe)* yang menggabungkan dua penelitian terdahulu diatas.

1.2. Rumusan Masalah

1. Seberapa besar proses filtrasi aliran up-flow digunakan untuk menurunkan kadar kekeruhan dan besi (Fe) pada air Bendungan Sutami.
2. Seberapa besar kemampuan Batu Zeloit, Arang aktif tempurung kelapa dan pasir kwarsa dalam menurunkan kekeruhan dan besi (Fe) pada air Bendungan Sutami.

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui efektifitas penurunan kekeruhan dan besi (Fe) pada air Bendungan Sutami dengan pengolahan filtrasi up-flow.
2. Mengetahui kemampuan Batu Zeloit, Arang aktif dan Pasir kwarsa dalam menurunkan kekeruhan dan besi (Fe) sebagai media filter.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dari penelitian ini meliputi :

1. Penelitian pengolahan air menggunakan metode filtrasi aliran upflow dilakukan dalam skala laboratorium.
2. Memakai media filter batu zeloit, arang aktif dan pasir kwarsa.
3. Sampel air yang digunakan di ambil dari air Bendungan Sutami Karangates Kabupaten Malang yang telah lewat Pretreatment.
4. Percobaan untuk mengetahui penurunan tingkat kekeruhan dan besi (Fe) dilakukan dengan variasi :
 - a. Variasi waktu operasional
 - 40 menit
 - 50 menit
 - 60 menit

- b. Variasi debit aliran
 - 0,5 l/mnt
 - 1 l/mnt
5. Parameter yang dianalisa yaitu kekeruhan dan besi (Fe).

BAB II

TIJUJAN PUSTAKA

2.1. Sumber Daya Air

Sumber daya air adalah air, sumber air, dan daya air yang terkandung di dalamnya. Air adalah semua air yang terdapat pada, di atas, ataupun di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut yang berada di darat. Air permukaan adalah semua air yang terdapat pada permukaan tanah. Air tanah adalah air yang terdapat dalam lapisan tanah atau batuan di bawah permukaan tanah. Sumber air adalah tempat atau wadah air alami dan/atau buatan yang terdapat pada, di atas, ataupun di bawah permukaan tanah (UU No.7 tahun 2004 tentang sumber daya air).

Pada prinsipnya, jumlah air di alam ini tetap dan mengikuti suatu aliran yang dinamakan "Cyclus Hydrologie". Dari siklus tersebut banyak diantaranya yang akan kembali ke laut dan kemudian akan mengikuti siklus hidrologi. Sumber-sumber air:

1. Air laut,
2. Air atmosfer, air materiologik.
3. Air permukaan,
4. Air tanah.

(Ir. C. Totok Sutrisno, dkk, Teknologi Penyediaan Air Bersih)

2.2. Pengertian Umum Air

Berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No. 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air :

1. Air adalah semua air yang terdapat di atas dan di bawah permukaan tanah kecuali air laut dan air fosil.
2. Sumber air adalah wadah air yang terdapat di atas dan di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini mata air, Sungai, rawa, danau, situ, waduk dan muara.

3. Pengelolaan kualitas air adalah upaya pemeliharaan air sehingga tercapai kualitas air yang diinginkan sesuai peruntukannya untuk menjaga agar kualitas air tetap dalam kondisi alamiahnya.
4. Mutu air adalah kondisi kualitas air yang diukur dan atau diuji berdasarkan parameter-parameter tertentu dan metoda tertentu berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku.
5. Kelas air adalah peringkat kualitas air yang nilainya masih layak untuk di manfaatkan bagi peruntukan tertentu.

2.2.1. Air Sungai.

Air sungai sangat terpengaruh oleh musim, dimana debit air sungai pada musim hujan relatif lebih banyak dibanding dengan pada musim kemarau. Kuantitas air sungai dipengaruhi oleh :

- Debit sumber air sungai (air hujan, air dari mata air dan sebagainya)
- Sifat dan luas area.
- Keadaan tanah.

Pada umumnya air sungai mengandung zat organik maupun anorganik, yang terkandung dalam air sungai tergantung kadar pencemaran pada air sungai tersebut dan jenis tanah yang dilalui oleh air sungai tersebut. Sungai pada umumnya akan membawa zat-zat padat yang berasal dari erosi, penghancuran zat-zat organik, garam-garam mineral sesuai dengan jenis tanah yang dilalui. Dan pada sungai-sungai yang melalui daerah-daerah pemukiman yang padat akan mengalami pencemaran akibat buangan rumah tangga yang dapat mengakibatkan perubahan warna, peningkatan kekeruhan, rasa, bau dan lain-lain (Effendi, 2003 dalam Lail, 2008).

2.3. Proses Pengolahan Air

Pengolahan adalah usaha-usaha teknis yang di lakukan 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

2.4. 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).

2.4.1 Jenis Filtrasi

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

2.4.1.1 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.

2.4.1.2 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.

2.4.1.3 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.

2.4.2 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 rasiodari 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 diatas media berpengaruh terhadap besarnya debit filtrasi yang mengalir. Muka air yang tinggi akan meningkatkan laju filtrasi (jika filter masih dalam keadaan bersih). Muka air diatas 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 prose filtrasi (<http://herysba.blogspot.com/2012/02/normal-0-false-false-false-en-us-x-none.html>).



2.4.3 Filtrasi Aliran Upflow

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).

2.4.4 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, 1982).

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, 1982) :

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

- 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)

2.5. 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: karbon aktif, zeolit, resin, pasir silika, manganese, pasir aktif, calgon dll semua mempunyai kelasnya masing-masing dan punya kualitas yang berbeda. Yang pasti juga berpengaruh bagus tidaknya kualitas air yang dihasilkan (<http://www.jwaterfilter.com/2012/10/media-filter-air-yang-bagus.html>).

2.5.1 Batu Zeolit

Zeolit adalah senyawa alumino silikat hidrat dengan logam alkali yang merupakan kelompok mineral yang terdiri dari beberapa jenis (species). Endapan zeolit biasanya terdapat dalam batuan sedimen piroklastik berbutir halus dengan komposisi riolitik. Kegunaan zeolit sangat luas seperti untuk bahan bangunan dan ornamen, semen puzzolan, bahan agregat ringan, bahan pengembang dan pengisi, tapal gigi, bahan penjernih air limbah dalam kolam ikan, makanan ternak, pemurni gas methan, gas alam dan gas bumi, penyerap zat (logam) racun dan lain-lain (<http://galeriilmiah.wordpress.com/2011/07/22/batuan-dan-kegunaannya/>).

2.5.2 Pasir Kwarsa

Pasir kwarsa adalah bahan galian yang tersusun atas kristal-kristal silika (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. (anonim Nilasari D 2006)

2.5.3 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^2/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_2) yang tinggi

(anonim Nilasari D 2006)

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 AC. Moressi :

1. Dehidrasi

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

2. Karbonisasi

Merupakan proses pemecahan bahan organik karbon. Pada temperatur diatas 170 °C akan menghasilkan CO, CO₂ dan asam asetat. Pada temperatur 275 °C dekomposisi menjadi tar, methanol dan hasil sampingan lainnya. Pembentukan karbon terjadi pada temperatur 400-600 °C. Aktifasi merupakan proses dekomposisi tar dan perluasan pori, dapat dilakukan dengan uap atau CO₂ sebagai aktifator.

2.6. 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, CO₂, kesadahan, magnesium (Mg), besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu), zink (Zn), chlorida (Cl), sulfat (SO₄), sulfida (H₂S), fluorida (F), amonia(NH³⁺), nitrat (NO³⁻), nitrit (NO²⁻), phenolik (Phenol), arsen (As), timbal (Pb), selenium (Se), chromium (Cr), cyanida (CN), cadnium (Cd) dan air raksa (Hg). (Totok Sutrisno, 2002).

2.6.1 Besi (Fe)

Besi dalam air berbentuk ion bervalensi dua (Fe^{2+}) dan bervalensi tiga (Fe^{3+}). Bentuk ikatan dapat berupa Fe_2O_3 , $\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ atau FeSO_4 tergantung dari unsur lain yang mengikatnya. Dinyatakan pula bahwa besi dalam air adalah bersumber dari dalam tanah sendiri di samping dapat pula berasal dari sumber lain, diantaranya dari larutnya pipa besi, reservoir air dari besi atau endapan – endapan buangan industri.

Adapun besi terlarut yang berasal dari pipa atau tangki – tangki besi adalah akibat dari beberapa kondisi, di antaranya : 1) Akibat pengaruh pH yang rendah (bersifat asam), dapat melarutkan logam besi. 2) Pengaruh akibat adanya CO_2 agresif yang menyebabkan larutnya logam besi. 3) Pengaruh banyaknya O_2 yang terlarut dalam air yang dapat pula. 4) Pengaruh tingginya temperature air akan melarutkan besi-besi dalam air. 5) Kuatnya daya hantar listrik akan melarutkan besi. 6) Adanya bakteri besi dalam air akan memakan besi.

Besi terlarut dalam air dapat berbentuk kation ferro (Fe^{2+}) atau kation ferri (Fe^{3+}). Hal ini tergantung kondisi pH dan oksigen terlarut dalam air. Besi terlarut dapat berbentuk senyawa tersuspensi, sebagai butir koloidal seperti $\text{Fe}(\text{OH})_3$, FeO , Fe_2O_3 dan lain-lain. Konsentrasi besi terlarut yang masih diperbolehkan dalam air bersih adalah sampai dengan 0,1 mg/l.

Apabila konsentrasi besi terlarut dalam air melebihi batas tersebut akan menyebabkan berbagai masalah, diantaranya :

1. Gangguan teknis

Endapan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ bersifat korosif terhadap pipa dan akan mengendap pada saluran pipa, sehingga mengakibatkan pembuntuan dan efek-efek yang dapat merugikan seperti Mengotori bak yang terbuat dari seng. Mengotori wastafel dan kloset.

2. Gangguan fisik

Gangguan fisik yang ditimbulkan oleh adanya besi terlarut dalam air adalah timbulnya warna, bau, rasa. Air akan terasa tidak enak bila konsentrasi besi terlarutnya $> 1,0$ mg/l.

3. Gangguan kesehatan

Senyawa besi dalam jumlah kecil di dalam tubuh manusia berfungsi sebagai pembentuk sel-sel darah merah, dimana tubuh memerlukan 7-35 mg/hari yang sebagian diperoleh dari air. Tetapi zat Fe yang melebihi dosis yang diperlukan oleh tubuh dapat menimbulkan masalah kesehatan. Hal ini dikarenakan tubuh manusia tidak dapat mengsekresi Fe, sehingga bagi mereka yang sering mendapat tranfusi darah warna kulitnya menjadi hitam karena akumulasi Fe. Air minum yang mengandung besi cenderung menimbulkan rasa mual apabila dikonsumsi. Selain itu dalam dosis besar dapat merusak dinding usus. Kematian sering kali disebabkan oleh rusaknya dinding usus ini. Kadar Fe yang lebih dari 1 mg/l akan menyebabkan terjadinya iritasi pada mata dan kulit. Apabila kelarutan besi dalam air melebihi 10 mg/l akan menyebabkan air berbau seperti telur busuk (<http://advancebpp.wordpress.com/2009/04/16/mengatasi-zat-besi-fe-tinggi-dalam-air/>).

2.6.2 Kekерuhan

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. Kekерuhan tidak merupakan sifat dari air yang membahayakan, tetapi ia menjadi tidak disenangi karena rupanya. Kekерuhan tersebut akan mengurangi segi estetika, menyulitkan dalam usaha penyaringan dan akan mengurangi efektifitas usaha desinfeksi (Sutrisno T, 2002).

Kekeruhan merupakan sifat optis dari suatu larutan yaitu hamburan dan absorsi 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 tersebut. (Alaert. G, Sumestri. Sri Santika, 1984)

Metode pengukuran kekeruhan ada beberapa macam antara lain :

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

2.7. 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)

2.7.1 Statistika Deskriptif dan Inferensi

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

- Model regresi berguna untuk memprediksikan pengaruh suatu variabel atau beberapa variabel prediktor terhadap variabel respon.

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

2.7.4 Pengantar Desain Eksperimen

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

2.7.4.1 Langkah-langkah dalam Desain Eksperimen

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

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

2.7.4.2 Analysis of Variance

Analysis of Variance atau sering dikenal ANOVA digunakan untuk menyelidiki hubungan antara variabel respon (dependen) dengan 1 atau beberapa variabel prediktor (independent). ANOVA sama dengan regresi, tetapi skala data

variabel independen adalah data kategori yaitu skala ordinal atau nominal . Lebih lanjut ANOVA tidak mempunyai nominal (Iriawan dan Astuti, 2006).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum

Maksud dari metode penelitian ini adalah memberikan gambaran mengenai metode-metode dan langkah-langkah yang akan digunakan dalam penelitian sehingga sesuai dengan tujuan yaitu:

- Memberikan kemudahan dan kelancaran dalam pelaksanaan penelitian.
- Memberikan gambaran awal mengenai tahapan penelitian yang sistematis.
- Memperkecil kesalahan selama pelaksanaan penelitian.

Sesuai dengan maksud di atas, maka metode penelitian ini akan membahas pelaksanaan penelitian dari persiapan alat dan bahan, variabel penelitian, prosedur penelitian dan analisa hasil penelitian.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1. Alat :

- Botol sampel
- Reaktor kolom
- Ember

3.2.2. Bahan :

- Batu Zeolit diameter 0,5 – 1 cm
- Arang Aktif diameter 2 – 3 mm
- Pasir Kwarsa diameter 0,25 – 0,35 mm
- Air Sampel (Bendungan Sutami yang telah melalui pretreatment Uky Purwadilaga dan Akhmad Riza Dwi W)
- Aquades

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1. Variabel terikat :

- Penurunan kandungan Besi (Fe)

- Penurunan kandungan Kekeruhan

3.3.2. Variabel bebas:

- Variasi waktu operasional (menit) : 40, 50, 60
- Variasi debit aliran (L/Menit) : 0,5 , 1

3.4 Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah air bendungan, yang diambil dari Bendungan Sutami, dimana konsentrasi logam Besi (Fe) dan Kekeruhan melebihi standar maximum yang diperbolehkan yaitu 0,3 mg/liter untuk Besi dan 5 NTU untuk Kekeruhan (Keputusan Menteri Kesehatan RI No.907/MENKES/SK/VII/2002)



3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Analisa pendahuluan.

Metode analisa konsentrasi Besi (Fe) menggunakan menggunakan alat spektrofotometer dan Kekeruhan menggunakan turbidimeter.

3.5.2 Persiapan alat dan bahan

Langkah-langkah persiapan media filter.

➤ Batu Zeolit

1. Menyiapkan batu zeolit.
2. Batu zeolit yang sudah diperoleh dicuci dengan air bersih lalu dikeringkan, kemudian dihancurkan menjadi kecil dengan alat pemukul.
3. Setelah dihaluskan, kemudian diayak dengan saringan sesuai dengan yang diinginkan.
4. Zeolit yang telah diperoleh, kemudian dipanaskan di dalam oven selama 2jam pada suhu 300⁰ C. Selanjutnya dikeluarkan dan siap dipakai (Jika masih belum langsung dipakai dapat disimpan di dalam desikator).

➤ Arang aktif

1. Menyiapkan arang aktif.
2. Arang aktif dicuci 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 di oven dengan suhu 200°C selama 2 jam, lalu siap dipakai dan dapat disimpan di dalam desikator

➤ Pasir kwarsa

1. Menyiapkan pasir kwarsa.
2. Pasir kwarsa dicuci dengan air bersih lalu dikeringkan, kemudian dihancurkan dengan alat pemukul.
3. Setelah dihaluskan, kemudian diayak dengan saringan untuk menyesuaikan dengan diameter yang diinginkan.

3.5.3 Tahap-Tahap Penelitian.

1. Memasang reaktor kolom berikut peralatan pendukungnya.
 2. Mengisi kolom dengan zeolit, arang aktif dan Pasir dengan ketinggian yang telah ditentukan.
 3. Menyiapkan air sungai yang akan digunakan.
 4. Mengalirkan air sungai secara gravitasi melewati bak pengumpul . Debit influent yang dialirkan sebesar $0,0005\text{ m}^3/\text{menit}$ (0,5 liter/menit).
 5. Pengambilan sampel dari pipa outlate untuk dianalisa kandungan Besi (Fe) dan Kekeruhan. Pengambilan dilakukan setelah air titik pertama keluar dari pipa outlate 10 menit sekali, selama 30 menit.
 6. Langkah no1-5 diulangi dengan perbedaan aliran yang sudah ditentukan
- Setelah pengambilan sampel dari pipa outlate dengan botol sampel yang telah disediakan botol sampel langsung diberi kode untuk membedakan sampel tersebut. Demikian kode pada botol sampel yang akan di analisa:

Tabel 3.1 Kode Botol Sampel

| No | Kode |
|----|------|
| 1 | A.40 |
| 2 | A.50 |
| 3 | A.60 |
| 4 | B.40 |
| 5 | B.50 |
| 6 | B.60 |



- Keterangan:
- A.10 : Debit aliran 0,5 l/menit pengambilan sampel 40 menit.
 - A.20 : Debit aliran 0,5 l/menit pengambilan sampel 50 menit.
 - A.30 : Debit aliran 0,5 l/menit pengambilan sampel 60 menit.
 - B.10 : Debit aliran 1 l/menit pengambilan sampel 40 menit.
 - B.20 : Debit aliran 1 l/menit pengambilan sampel 50 menit.
 - B.30 : Debit aliran 1 l/menit pengambilan sampel 60 menit.

3.5.4 Analisa Penelitian

Effluent yang ditampung didalam botot-botol yang sudah diberi kode, selanjutnya siap untuk dianalisa. Metode pengukuran yang digunakan untuk analisa kandungan Besi (Fe) adalah menggunakan Spektrofotometry dan Kekeruhan menggunakan turbidimetry.

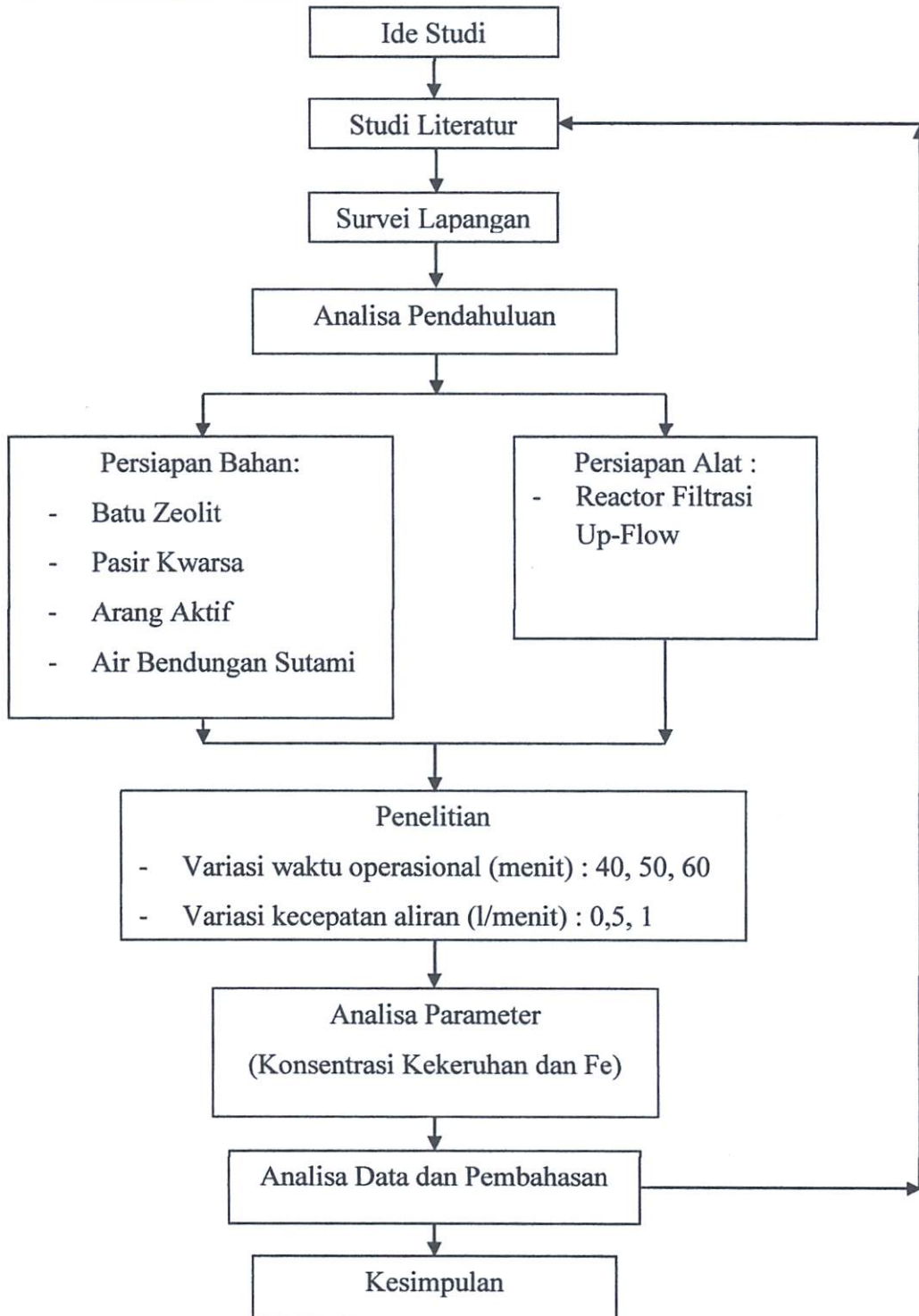
3.5.5 Analisa Data

Analisa data statistik hasil penelitian dilakukan dengan metode analisa deskriptif dan rancangan faktorial dan uji korelasi dan regresi. Analisa deskriptif ditujukan untuk mendapatkan gambaran berdasarkan gejala dan fakta yang diperoleh dari sampel penelitian yang ditampilkan dalam bentuk grafik.

Analisa varian untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan nyata atau tidak (secara statistik) antara berbagai variasi percobaan (aliran dan waktu) terhadap penurunan konsentrasi Besi (Fe) dan Kekeruhan. Kemudian dilanjutkan

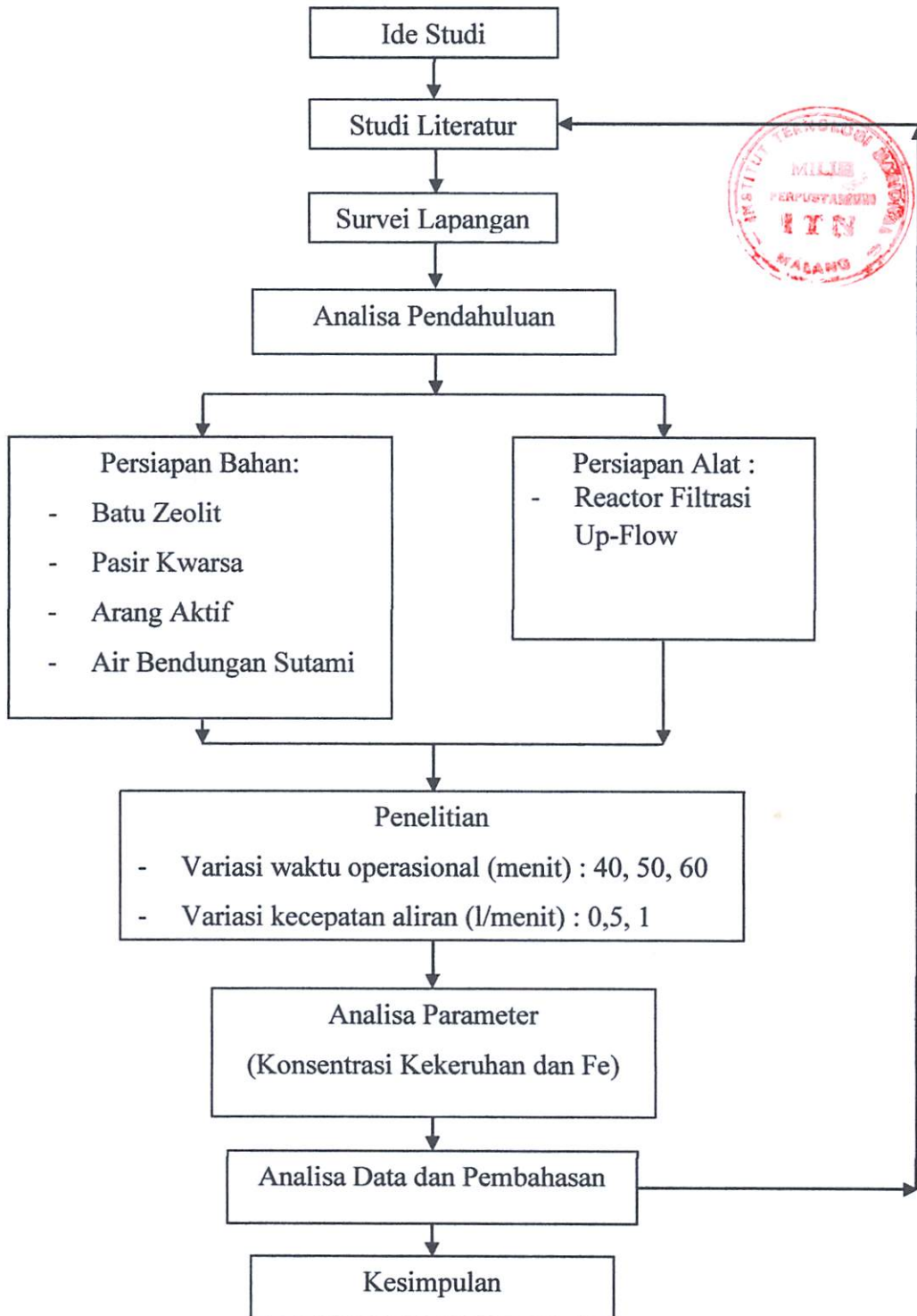
dengan analisa korelasi dan regresi untuk mengetahui tingkat keterkaitan suatu variabel terhadap variabel yang lain.

4.6 Kerangka Penelitian



Gambar 3.1 Kerangka Penelitian

4.6 Kerangka Penelitian



Gambar 3.1 Kerangka Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Air Sampel

Air sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah air Bendungan Sutami Krangkates Kabupaten Malang yang telah melewati pengolahan pertama atau *Pretreatment*. Karakteristik air sampel yang digunakan berdasarkan parameter yang diteliti dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.1 Karakteristik Air Sungai dan Standar Kualitas Air

| Parameter Pencemar Air | Nilai | Standar Kualitas Air Berdasarkan SK Menteri Kesehatan RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002 |
|------------------------|-----------|---|
| Kekeruhan | 3,9 NTU | 5 NTU |
| Besi (Fe) | 0,26 mg/l | 0,3 mg/l |

(Sumber : Hasil Analisa *pretreatment*)

4.2 Hasil Penelitian

Penelitian dilakukan secara kontinyu dengan menggunakan reaktor kolom filtrasi aliran upflow dengan menggunakan media batu zeolit, arang aktif tempurung kelapa dan pasir kwarsa dengan variasi waktu operasional dan debit aliran.

Variasi pengambilan sampel yang dilakukan antara lain:

- Pengambilan pertama
Sampel dari pipa outline dengan debit 0,5 l/menit dengan waktu operasional 40 menit.
- Pengambilan kedua
Sampel dari pipa outline dengan debit 0,5 l/menit dengan waktu operasional 50 menit.
- Pengambilan ketiga
Sampel dari pipa outline dengan debit 0,5 l/menit dengan waktu operasional 60 menit.

- Pengambilan keempat
Sampel dari pipa outline dengan debit 1 l/menit dengan waktu operasional 40 menit.
- Pengambilan kelima
Sampel dari pipa outline dengan debit 1 l/menit dengan waktu operasional 50 menit.
- Pengambilan keenam
Sampel dari pipa outline dengan debit 1 l/menit dengan waktu operasional 60 menit.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka data kekeruhan dan besi (Fe) setelah dilakukan proses kontinyu dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4.2 Hasil Analisa Kekeruhan (NTU)

| Kode sampel | Karakteristik Awal | Kekeruhan (NTU) | | | Rata-rata (NTU) |
|-------------|--------------------|-----------------|-----|-----|-----------------|
| | | I | II | III | |
| A.40 | 3,9 | 2,2 | 2,4 | 1,8 | 2,1 |
| A.50 | 3,9 | 1,1 | 0,9 | 1,3 | 1,1 |
| A.60 | 3,9 | 0,3 | 0,5 | 0,1 | 0,3 |
| B.40 | 3,9 | 2,9 | 2,7 | 2,4 | 2,6 |
| B.50 | 3,9 | 2,2 | 2,0 | 2,1 | 2,1 |
| B.60 | 3,9 | 0,7 | 1,2 | 0,9 | 0,9 |

Tabel 4.3 Hasil Analisa Besi (Fe)

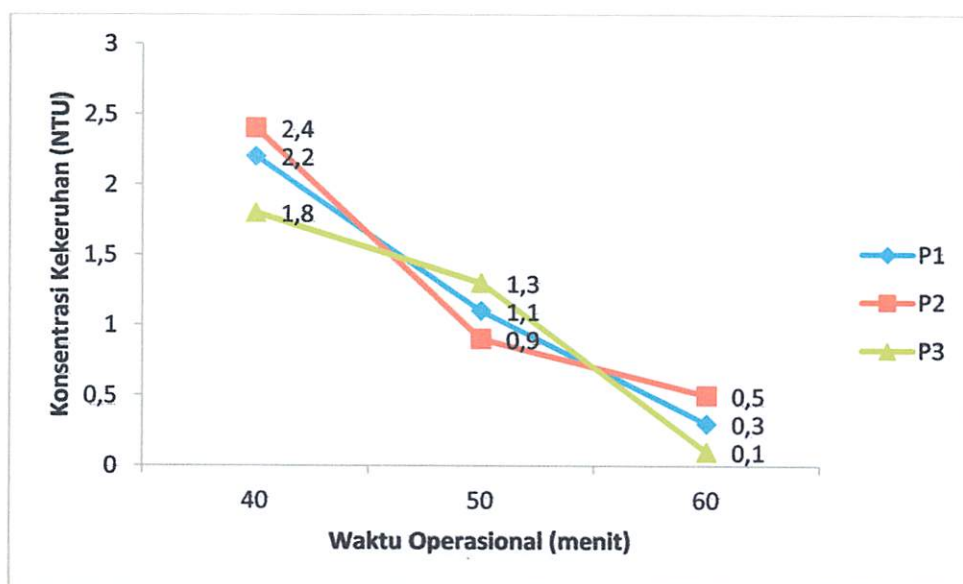
| Kode sampel | Karakteristik Awal | Besi (Fe) mg/l | | | Rata-rata mg/l |
|-------------|--------------------|----------------|-------|-------|----------------|
| | | I | II | III | |
| A.40 | 0,26 | 0,019 | 0,022 | 0,020 | 0,020 |
| A.50 | 0,26 | 0,013 | 0,013 | 0,013 | 0,013 |
| A.60 | 0,26 | 0,010 | 0,012 | 0,010 | 0,011 |
| B.40 | 0,26 | 0,011 | 0,010 | 0,010 | 0,010 |
| B.50 | 0,26 | 0,005 | 0,007 | 0,005 | 0,006 |
| B.60 | 0,26 | 0,001 | 0,001 | 0,002 | 0,001 |

- Keterangan:
- A.40 : Kecepatan aliran 0,5 l/menit pengambilan sampel 40 menit.
 - A.50 : Kecepatan aliran 0,5 l/menit pengambilan sampel 50 menit.
 - A.60 : Kecepatan aliran 0,5 l/menit pengambilan sampel 60 menit.
 - B.40 : Kecepatan aliran 1 l/menit pengambilan sampel 40 menit.
 - B.50 : Kecepatan aliran 1 l/menit pengambilan sampel 50 menit.
 - B.60 : Kecepatan aliran 1 l/menit pengambilan sampel 60 menit.

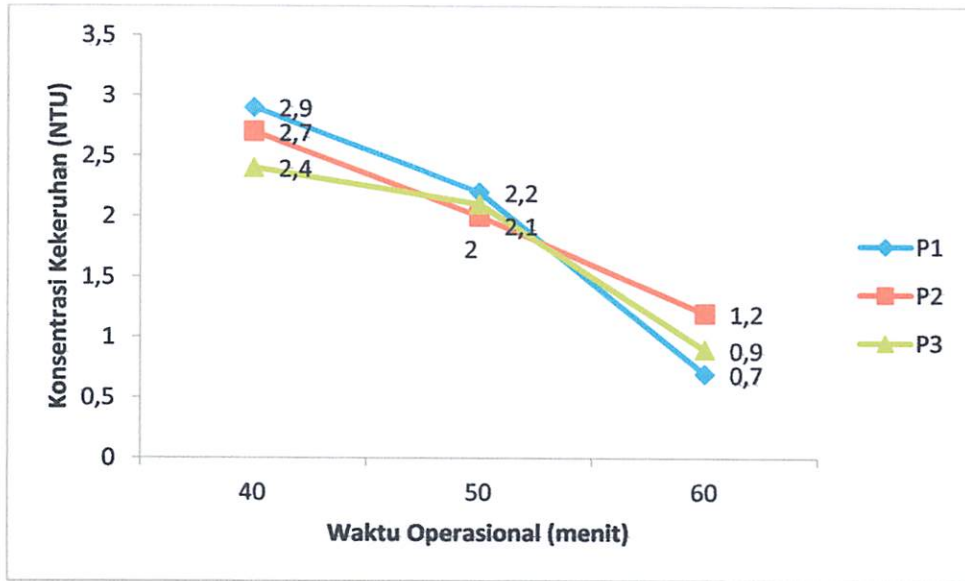
4.3 Analisa Penurunan Kekeruhan

4.3.1 Analisa Deskriptif

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa keenam sampel hasil penelitian mempunyai kemampuan penurunan tingkat kekeruhan yang bervariasi. Konsentrasi akhir kekeruhan pada tabel 4.2 diplotkan pada gambar 4.1 dan 4.2 berikut ini:



Gambar 4.1 Grafik Konsentrasi Kekeruhan Akhir Dengan Debit Aliran 0,5 l/menit



Gambar 4.2 Grafik Konsentrasi Kekeruhan Akhir Dengan Debit Aliran 1 l/menit

Berdasarkan tabel 4.2 dan gambar 4.1 dan 4.2 menunjukkan bahwa kadar kekeruhan akhir pada masing-masing waktu operasional dengan kemampuan media dalam menurunkan kadar kekeruhan pada rentang waktu operasional 40, 50 dan 60 menit.

Untuk mengetahui persentase penurunan kekeruhan pada setiap variasinya digunakan rumus :

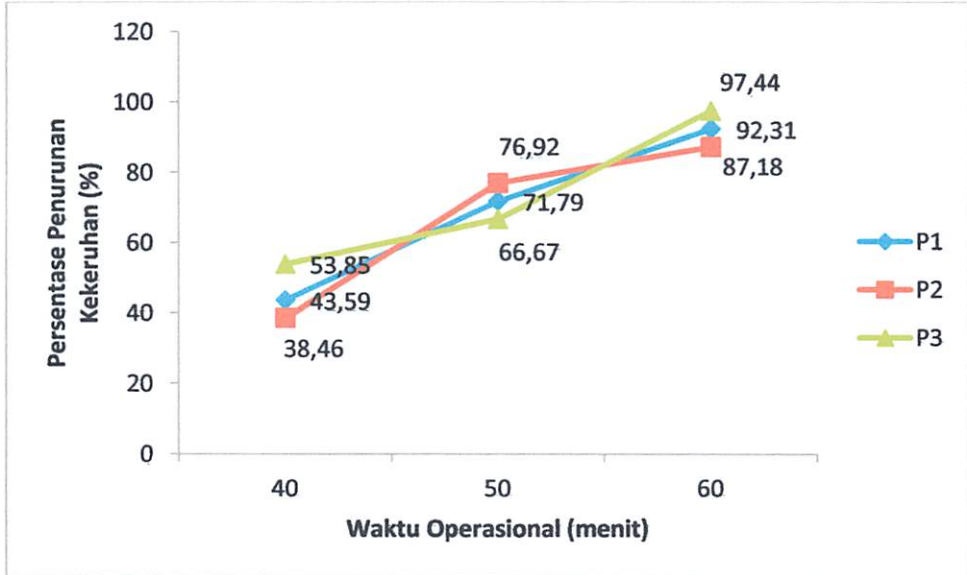
$$\% \text{ Removal} = \frac{(\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir})}{\text{konsentrasi awal}} \times 100\%$$

Tabel 4.4 Persentase Penurunan Kekeruhan (%)

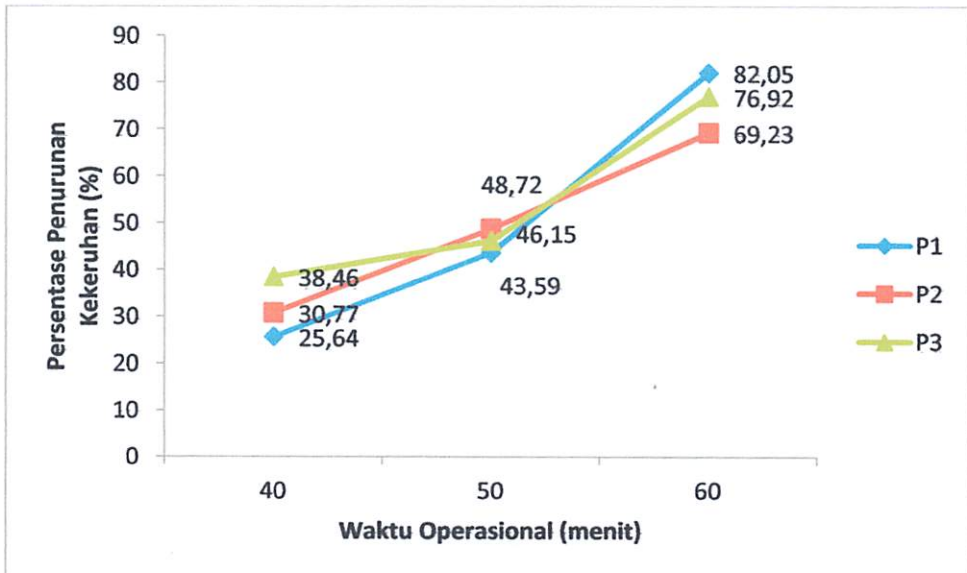
| Kode sampel | Karakteristik Awal | Persentase Kekeruhan (%) | | | Rata-rata (%) |
|-------------|--------------------|--------------------------|-------|-------|---------------|
| | | I | II | III | |
| A.40 | 3,9 | 43,59 | 38,46 | 53,85 | 45,30 |
| A.50 | 3,9 | 71,79 | 76,92 | 66,67 | 71,79 |
| A.60 | 3,9 | 92,31 | 87,18 | 97,44 | 92,31 |
| B.40 | 3,9 | 25,64 | 30,77 | 38,46 | 31,62 |
| B.50 | 3,9 | 43,59 | 48,72 | 46,15 | 46,15 |
| B.60 | 3,9 | 82,05 | 69,23 | 76,92 | 76,07 |

(sumber : Hasil Perhitungan)

Berdasarkan data perhitungan persentase penurunan kekeruhan pada tabel 4.4 maka dapat diplotkan menjadi sebuah grafik persentase penurunan kekeruhan pada gambar sebagai berikut:



Gambar 4.3 Grafik Persentase Penurunan Kekeruhan (%) Dengan Debit Aliran 0,5 l/menit



Gambar 4.4 Grafik Persentase Penurunan Kekeruhan (%) Dengan Debit Aliran 1 l/menit

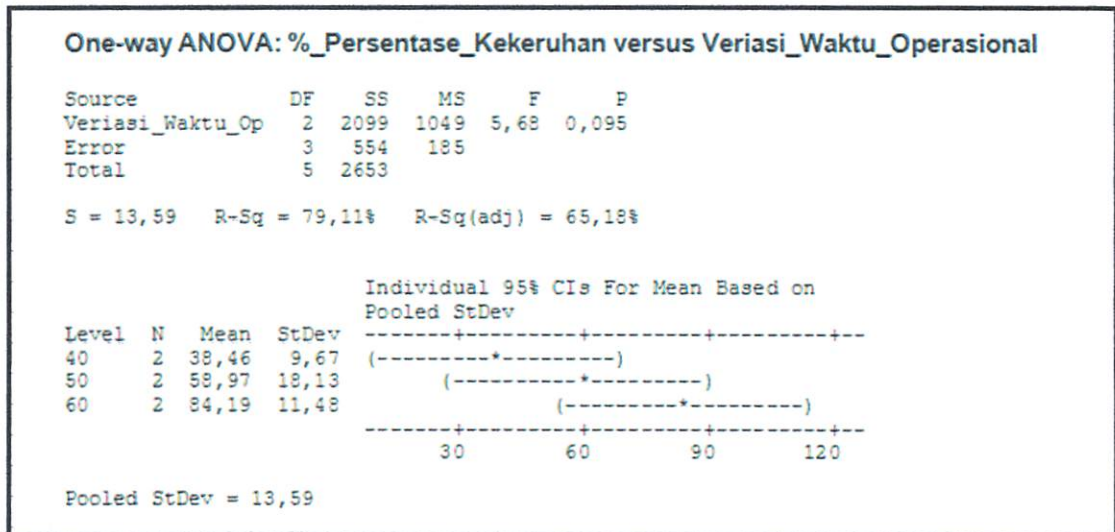
Berdasarkan tabel 4.2 dan tabel 4.4 menunjukkan bahwa konsentrasi kekeruhan akhir pada filtrasi aliran upflow air bendungan Sutami yang sebelumnya telah melewati pengolahan pendahuluan atau *Pre-treatment Baffle Channel Vertikal Cyclone* mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya waktu operasional pengolahan dimana waktu operasional pengolahan yang dipakai adalah 40, 50 dan 60 menit. Konsentrasi Kekeruhan dengan debit aliran 0,5 l/menit terbaik dengan waktu operasional 60 menit sebesar 0,3 NTU dengan persentase penurunan sebesar 92,31 % dan terendah terdapat pada waktu operasional 40 menit sebesar 2,13 NTU dengan persentase penurunan sebesar 45,30 %.

Berdasarkan tabel 4.2 dan tabel 4.4 menunjukan bahwa konsentrasi kekeruhan akhir pada filtrasi aliran upflow air bendungan Sutami yang sebelumnya telah melewati pengolahan pendahuluan atau *Pre-treatment Baffle Channel Vertikal Cyclone* mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya waktu operasional pengolahan dimana waktu operasional pengolahan yang dipakai adalah 40, 50 dan 60 menit. Konsentrasi Kekeruhan dengan debit aliran 1 l/menit terbaik dengan waktu operasional 60 menit sebesar 0,93 NTU dengan persentase penurunan sebesar 76,07 % dan terendah terdapat pada waktu operasional 40 menit sebesar 2,67 NTU dengan persentase penurunan sebesar 31,62 %.

4.3.2 Analisa Anova

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh berbagai perlakuan dalam penurunan kekeruhan, maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA satu faktor. Hasil uji ANOVA tersebut tersaji dalam tabel 4.5 dan 4.6 berikut ini :

Table 4.5. Hasil Uji ANOVA Untuk Pengaruh Variasi Waktu Operasional Terhadap Pengaruh Penurunan Konsentrasi Kekeuhan



- Keterangan :
- DF : Derajat bebas
 - SS : Variasi residual
 - MS : Mean square error
 - F : Nilai statistik uji
 - P : Nilai probabilitas

Hipotesis :

- H0 = Ke-6 Variasi adalah tidak berbeda nyata/identik
- H1 = Ke-6 Variasi adalah berbeda nyata/tidak identik

Dasar pengambilan keputusan :

- Jika statistik hitung (angka F output) > statistik tabel (tabel F), H0 ditolak.
- Jika statistik hitung (angka F output) < statistik tabel (tabel F), H0 diterima.
- Jika statistik hitung (angka P output) > α 5% (0.05), Tidak Signifikan
- Jika statistik hitung (angka P output) < α 5% (0.05), Signifikan

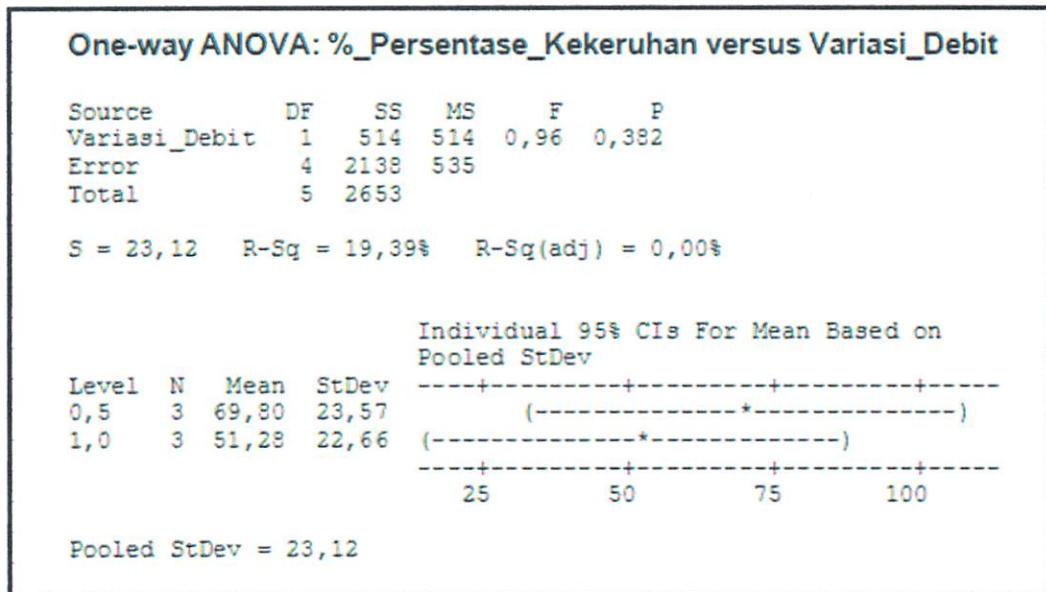
Keputusan:

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari tabel distribusi F waktu operasional didapat $F(0,05.2.3) = 9,55$. Nilai F hitung output waktu oprasional secara berturut-turut adalah sebesar 5,68. Nilai probabilitas waktu oprasional adalah 0,095.

Keputusan yang dapat diambil untuk waktu operasional adalah menerima hipotesis awal (H0) dan menerima hipotesis alternatif (H1) karena nilai F hitung <

F tabel dan nilai $P < 0,05$. Artinya bahwa prosentase penurunan kekeruhan dalam perlakuan tersebut identik atau terdapat perbedaan yang signifikan. (Iriawan dan Astuti, 2006).

Tabel 4.6 Hasil Uji ANOVA DUNCAN Untuk Pengaruh Variasi Debit Terhadap Penurunan Konsentrasi Kekeruhan



- Keterangan :
- DF : Derajat bebas
 - SS : Variasi residual
 - MS : Mean square error
 - F : Nilai statistik uji
 - P : Nilai probabilitas



Hipotesis :

- H_0 = Ke-6 Variasi adalah tidak berbeda nyata/identik
- H_1 = Ke-6 Variasi adalah berbeda nyata/tidak identik

Dasar pengambilan keputusan :

- Jika statistik hitung (angka F output) > statistik tabel (tabel F), H_0 ditolak.
- Jika statistik hitung (angka F output) < statistik tabel (tabel F), H_0 diterima.
- Jika statistik hitung (angka P output) > α 5% (0.05), Tidak Signifikan
- Jika statistik hitung (angka P output) < α 5% (0.05), Signifikan

1. Tabel dan nilai R^2 (0,00) menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara variabel-variabel tersebut.

2. Tabel dan nilai F (1,17) menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara variabel-variabel tersebut.



3. Tabel dan nilai F (1,17) menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara variabel-variabel tersebut.

4. Tabel dan nilai F (1,17) menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara variabel-variabel tersebut.

5. Tabel dan nilai F (1,17) menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara variabel-variabel tersebut.

6. Tabel dan nilai F (1,17) menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara variabel-variabel tersebut.

7. Tabel dan nilai F (1,17) menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara variabel-variabel tersebut.

8. Tabel dan nilai F (1,17) menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara variabel-variabel tersebut.

9. Tabel dan nilai F (1,17) menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara variabel-variabel tersebut.

10. Tabel dan nilai F (1,17) menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara variabel-variabel tersebut.

11. Tabel dan nilai F (1,17) menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara variabel-variabel tersebut.

12. Tabel dan nilai F (1,17) menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara variabel-variabel tersebut.

Keputusan:

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari tabel distribusi F debit didapat $F(0,05.1.4) = 7,71$. Nilai F hitung output debit secara berturut-turut adalah sebesar 0,96. Nilai probabilitas debit adalah 0,382.

Keputusan yang dapat diambil untuk debit adalah menerima hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai F hitung $<$ F tabel dan nilai $P > 0,05$. Artinya bahwa prosentase penurunan kekeruhan dalam perlakuan tersebut identik atau terdapat perbedaan yang tidak signifikan. (Iriawan dan Astuti, 2006).

4.3.3 Analisa Korelasi

Untuk mengetahui ada tidaknya atau kuat lemahnya hubungan antara variabel terikat (persentase penurunan kekeruhan) dengan variabel bebas (variasi komposisi media dan waktu pengambilan sampel), maka dianalisis dengan menggunakan analisa korelasi. Hasil dari analisa tersebut dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut ini:

Tabel 4.7. Klasifikasi Pearson Korelasi


| Nilai Pearson Korelasi | Keterangan |
|------------------------|-----------------------|
| 0 | Tidak ada korelasi |
| 0.00 – 0.25 | Korelasi sangat lemah |
| 0.25 – 0.50 | Korelasi cukup |
| 0.50 – 0.75 | Korelasi kuat |
| 0.75 – 0.99 | Korelasi sangat kuat |
| 1 | Korelasi sempurna |

(Sumber : <http://setabasri01./2011/04/uji-korelasi-pearson.html>)

Tabel 4.8. Hasil Uji Korelasi Untuk Pengaruh Variasi Debit Dan Waktu Operasional Terhadap Presentase Penurunan Konsentrasi Kekeruhan

| Correlations: %_Peresentase_Kekeruhan; Variasi_Debit; Veriasi_Waktu_Operasional | | |
|---|-----------------|----------------|
| | %_Peresentas | Variasi_Debi |
| Variasi_Debi | -0,440 0,382 | |
| Veriasi_Wakt | 0,888 0,018 | 0,000 1,000 |

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value



Hasil analisis dari tabel 4.8 menunjukkan bahwa nilai korelasi antara % penurunan kekeruhan dengan variasi debit adalah sebesar 0.440. Karena nilai korelasi antara % penurunan kekeruhan dengan variasi waktu oprasional adalah sebesar 0.440 yaitu dapat dilihat pada tabel 4.7, maka dapat disimpulkan bahwa antara % penurunan kekeruhan dengan variasi debit secara statistik memiliki hubungan korelasi yang cukup. Agar lebih menyakinkan, kita perlu melakukan uji atas hipotesis.

Hipotesis : $H_0 : p = 0$ vs $H_1 : p \neq 0$ atau $H_0 : p < 0,05$ vs $H_1 : p > 0,05$

Dasar pengambilan keputusan :

- Jika statistik hitung (angka P-value output) $> \alpha$ ($5\% = 0.05$), tidak ada korelasi
- Jika statistik hitung (angka P-value output) $< \alpha$ ($5\% = 0.05$), ada korelasi

Hasil analisis korelasi pada tabel 4.8 memperlihatkan bahwa nilai p-value dari variasi debit adalah $0,382 > \alpha$ ($5\% = 0.05$). Karena p-value lebih besar dari α ($5\% = 0.05$), maka keputusannya tidak ada korelasi (cukup) antara % penurunan kekeruhan dengan variasi waktu oprasional.

Hasil analisis dari tabel 4.8 menunjukkan bahwa nilai korelasi antara % penurunan kekeruhan dengan variasi waktu operasional adalah sebesar 0.888. Karena nilai korelasi antara % penurunan kekeruhan dengan variasi waktu

operasional adalah sebesar 0.888 yaitu dapat dilihat pada tabel 4.7, maka dapat disimpulkan bahwa antara % penurunan kekeruhan dengan variasi waktu operasional secara statistik memiliki korelasi yang sangat kuat. Agar lebih menyakinkan, kita perlu melakukan uji atas hipotesis.

Hipotesis : $H_0 : p = 0$ vs $H_1 : p \neq 0$ atau $H_0 : p < 0,05$ vs $H_1 : p > 0,05$

Dasar pengambilan keputusan :

- Jika statistik hitung (angka P-value output) $> \alpha$ (5% = 0.05), tidak ada korelasi
- Jika statistik hitung (angka P-value output) $< \alpha$ (5% = 0.05), ada korelasi

Hasil analisis korelasi pada tabel 4.8 memperlihatkan bahwa nilai p- value dari variasi waktu operasional adalah $0,019 < \alpha$ (5% = 0.05). Karena p-value lebih kecil dari α (5% = 0.05), maka keputusannya adalah mengatakan bahwa ada korelasi (kuat) antara % penurunan kekeruhan dengan variasi waktu operasional.

4.3.4 Analisa Regresi

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

Tabel 4.9. Hasil Uji Koefisien Regresi Presentase Penurunan Konsentrasi Kekeruhan

| Regression Analysis: %_Peresentas versus Variasi_Debi; Veriasi_Wakt | | | | |
|---|---------|---------|-------|-------|
| The regression equation is | | | | |
| %_Peresentase_Kekeruhan = - 26,0 - 37,0 Variasi_Debit | | | | |
| + 2,29 Veriasi_Waktu_Operasional | | | | |
| Predictor | Coef | SE Coef | T | P |
| Constant | -26,00 | 11,14 | -2,33 | 0,102 |
| Variasi_Debit | -37,040 | 6,467 | -5,73 | 0,011 |
| Veriasi_Waktu_Operasional | 2,2865 | 0,1980 | 11,55 | 0,001 |
| S = 3,96038 R-Sq = 98,2% R-Sq(adj) = 97,0% | | | | |

Tabel 4.10 Hasil Uji Kelinearan Analisis Regresi Presentase Penurunan Konsentrasi Kekeruhan

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|----|--------|--------|-------|-------|
| Regression | 2 | 2605,7 | 1302,9 | 83,07 | 0,002 |
| Residual Error | 3 | 47,1 | 15,7 | | |
| Total | 5 | 2652,8 | | | |

1. Persamaan Regresi

Berdasarkan hasil analisis regresi seperti yang tertera pada tabel 4.9 maka didapatkan persamaan regresi sebagai berikut :

$$Y = - 26,0 - 37,0 X1 + 2,29 X2$$

Dimana :

Y = Persentase Penurunan Konsentrasi Kekeruhan (%)

X1 = Variasi Debit (menit)

X2 = Variasi Waktu Operasional (l/menit)

Adapun interpretasi dari persamaan diatas adalah :

Berdasarkan tabel 4.9 dapat dilihat suatu model regresi yaitu $Y = - 26,0 - 37,0 X1 + 2,29 X2$, di mana Y adalah persentase penurunan kekeruhan (%), X1 adalah variasi Debit, X2 adalah variasi waktu operasional. Koefisien regresi atau konstanta sebesar -26,0. Variasi Debit (X1) menyatakan bahwa setiap penambahan debit akan menurunkan persentase penurunan kekeruhan sebesar -37,0. sedangkan variasi waktu operasional (X2) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu operasional akan menaikkan persentase penurunan kekeruhan sebesar 2,29.

2. Uji signifikan koefisien regresi

Hipotesis :

- Ho = Koefisien regresi tidak signifikan
- H1 = Koefisien regresi signifikan

Pengambilan keputusan :

a. Berdasarkan nilai T

Uji T untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas berdasarkan nilai T di mana dilakukan untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 % atau 0,05, dari tabel distribusi T didapat $T(0.05.3)$ adalah 2,353 sedangkan nilai T hitung berdasarkan tabel 4.9 adalah -5,73 (Variasi debit) dan 11,55 (Variasi waktu operasional), nilai T hitung variasi debit lebih kecil dari T tabel, maka koefisien regresi adalah signifikan. Sedangkan nilai T hitung variasi waktu operasional lebih besar dari T tabel, maka koefisien regresi adalah signifikan

b. Berdasarkan nilai probabilitas

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



Pada tabel 4.9 nilai P untuk variasi debit adalah 0,011 yang artinya probabilitas lebih kecil dari α (5 % = 0,05), Dengan demikian, H_0 ditolak, dan koefisien regresi signifikan, atau debit mempunyai pengaruh secara signifikan terhadap persentase penurunan konsentrasi kekeruhan. Sedangkan untuk Nilai P variasi waktu operasional adalah 0,001 yang artinya probabilitas lebih kecil dari α (5 % = 0,05). Dengan demikian, H_0 ditolak, dan koefisien regresi signifikan, atau variasi waktu operasional mempunyai pengaruh secara signifikan terhadap persentase penurunan konsentrasi kekeruhan.

3. Koefisien determinasi

Dari hasil analisis regresi juga didapatkan nilai R square sebesar 98,2 % hal ini berarti persentase penurunan kekeruhan adalah 98,2 % dapat dijelaskan oleh variasi debit dan variasi waktu operasional. Sedangkan sisanya 1,8 % dijelaskan oleh sebab-sebab lain yang tidak masuk ke dalam model.

4. Uji Kelinearan Hipotesis :

- $H_0 = Y$ tidak memiliki hubungan linear dengan X
- $H_1 = Y$ memiliki hubungan linear dengan X

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan alat bantu komunikasi terhadap kemampuan komunikasi verbal pada anak dengan disabilitas intelektual.

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan desain penelitian kuasi-eksperimental.

Penelitian ini dilaksanakan di Sekolah Dasar (SD) di Kecamatan ... Kabupaten ... Provinsi ... pada tahun 2023. Sampel penelitian adalah 30 anak dengan disabilitas intelektual yang terdapat di kelas di SD tersebut. Instrumen penelitian yang digunakan adalah tes komunikasi verbal yang terdiri dari tes kemampuan memahami dan mengungkapkan makna. Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi langsung dan wawancara dengan guru dan orang tua. Analisis data dilakukan dengan menggunakan uji statistik non parametrik yaitu uji Mann-Whitney U. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kemampuan komunikasi verbal sebelum dan sesudah penggunaan alat bantu komunikasi. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan alat bantu komunikasi dapat meningkatkan kemampuan komunikasi verbal pada anak dengan disabilitas intelektual.



Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi para praktisi di bidang pendidikan dan penelitian.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi para praktisi di bidang pendidikan dan penelitian.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi para praktisi di bidang pendidikan dan penelitian.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi para praktisi di bidang pendidikan dan penelitian.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi para praktisi di bidang pendidikan dan penelitian.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi para praktisi di bidang pendidikan dan penelitian.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi para praktisi di bidang pendidikan dan penelitian.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi para praktisi di bidang pendidikan dan penelitian.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi para praktisi di bidang pendidikan dan penelitian.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi para praktisi di bidang pendidikan dan penelitian.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi para praktisi di bidang pendidikan dan penelitian.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi para praktisi di bidang pendidikan dan penelitian.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi para praktisi di bidang pendidikan dan penelitian.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi para praktisi di bidang pendidikan dan penelitian.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi para praktisi di bidang pendidikan dan penelitian.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi para praktisi di bidang pendidikan dan penelitian.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi para praktisi di bidang pendidikan dan penelitian.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi para praktisi di bidang pendidikan dan penelitian.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi para praktisi di bidang pendidikan dan penelitian.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi para praktisi di bidang pendidikan dan penelitian.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi para praktisi di bidang pendidikan dan penelitian.

Dimana : Y adalah variabel terikat dan X adalah variabel bebas Pengambilan keputusan

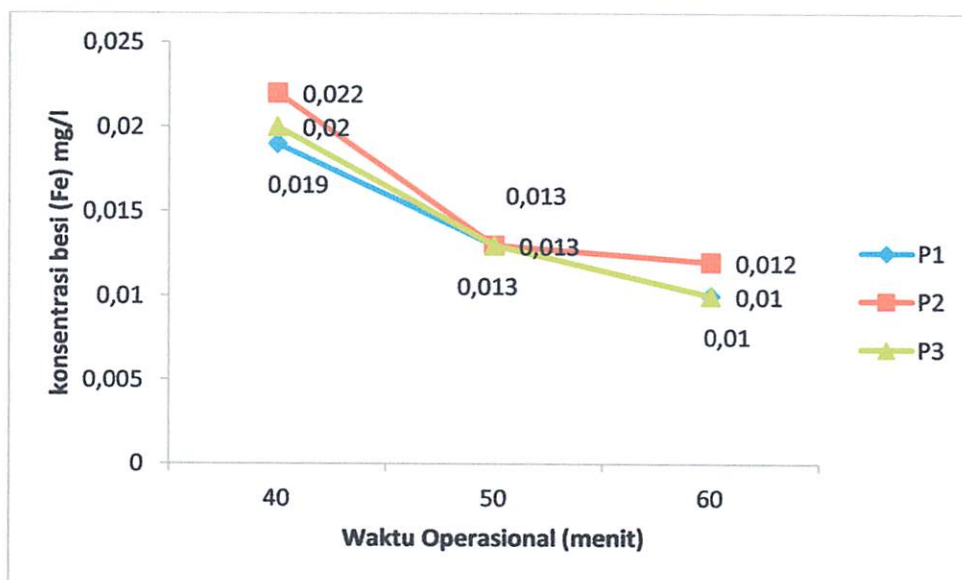
- a. Berdasarkan nilai F.
- b. Penarikan Kesimpulan :
 - Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$, H_1 diterima
 - Jika $F_{hitung} < F_{tabel}$, H_0 diterima (Soleh, 2005)

Dari uji kelinieran pada tabel 4.10 didapat nilai F hitung sebesar 83,07. Sedangkan nilai F tabel sebesar 9,55. Karena nilai F hitung lebih besar dari nilai F tabel maka H_1 diterima, kesimpulannya adalah Y (variabel terikat) memiliki hubungan liner dengan X (variabel bebas). Atau dengan kata lain, persentase penurunan kekeruhan dengan variasi debit dan variasi waktu operasional mempunyai hubungan linier.

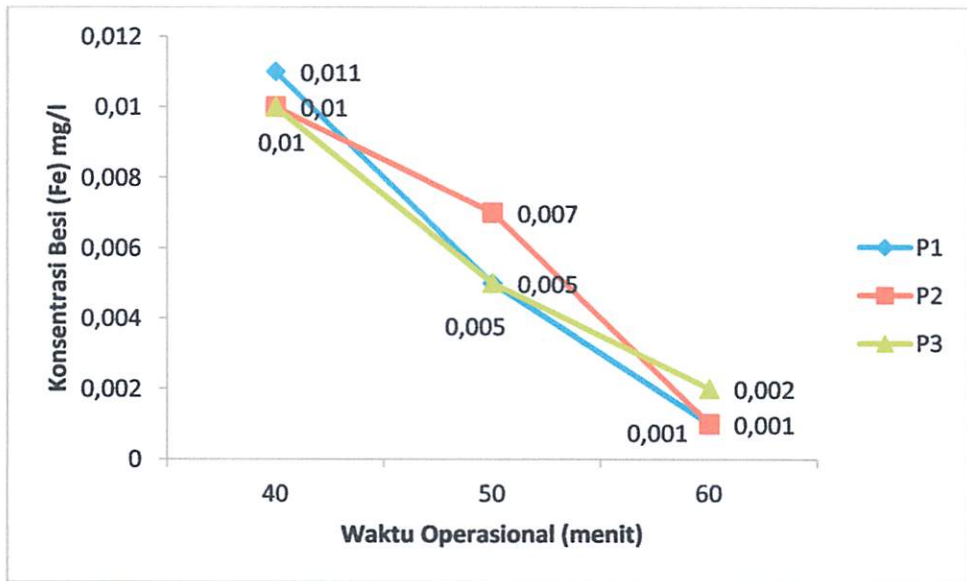
4.4 Analisa Penurunan Besi (Fe)

4.4.1 Analisa Deskriptif

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa keenam sampel hasil penelitian mempunyai kemampuan penurunan tingkat besi (Fe) yang bervariasi. Konsentrasi akhir besi (Fe) pada tabel 4.3 diplotkan pada gambar 4.5 dan 4.6 berikut ini:



Gambar 4.5 Grafik Konsentrasi Akhir Besi (Fe) Dengan Debit Aliran 0,5 l/menit



Gambar 4.6 Grafik Konsentrasi Akhir Besi (Fe) Dengan Debit Aliran 1 L/menit

Berdasarkan tabel 4.3 dan gambar 4.5 dan 4.6 menunjukkan bahwa kadar besi (Fe) akhir pada masing-masing waktu operasional dengan kemampuan media dalam menurunkan kadar besi (Fe) pada rentang waktu operasional 40, 50 dan 60 menit.

Untuk mengetahui persentase penurunan besi (Fe) pada setiap variasinya digunakan rumus :

$$\% \text{ Removal} = \frac{(\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir})}{\text{konsentrasi awal}} \times 100\%$$

Tabel 4.11 Persentase Penurunan Besi (Fe) (%)

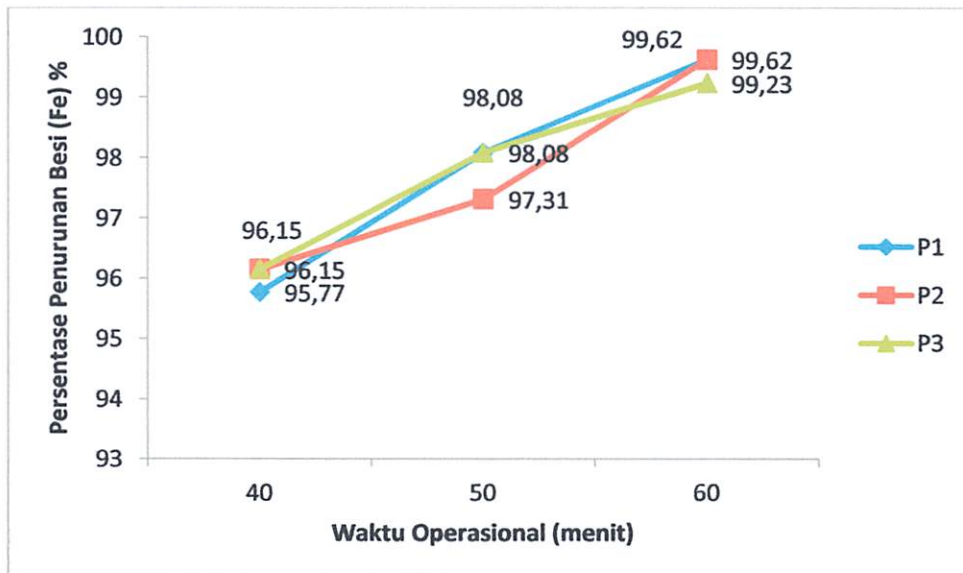
| Kode sampel | Karakteristik Awal | Persentase Besi (Fe) (%) | | | Rata-rata (%) |
|-------------|--------------------|--------------------------|-------|-------|---------------|
| | | I | II | III | |
| A.40 | 0,26 | 92,69 | 91,54 | 92,31 | 92,18 |
| A.50 | 0,26 | 95,00 | 95,00 | 95,00 | 95,00 |
| A.60 | 0,26 | 96,15 | 95,38 | 96,15 | 95,90 |
| B.40 | 0,26 | 95,77 | 96,15 | 96,15 | 96,03 |
| B.50 | 0,26 | 98,08 | 97,31 | 98,08 | 97,82 |
| B.60 | 0,26 | 99,62 | 99,62 | 99,23 | 99,49 |

(sumber : Hasil Perhitungan)

Berdasarkan data perhitungan persentase penurunan besi (Fe) pada tabel 4.11 maka dapat diplotkan menjadi sebuah grafik persentase penurunan kekeruhan pada gambar sebagai berikut:



Gambar 4.7 Grafik Persentase Penurunan Besi (Fe) (%) Dengan Debit Aliran 0,5 l/menit



Gambar 4.8 Grafik Persentase Penurunan Besi (Fe) (%) Dengan Debit Aliran 1 l/menit

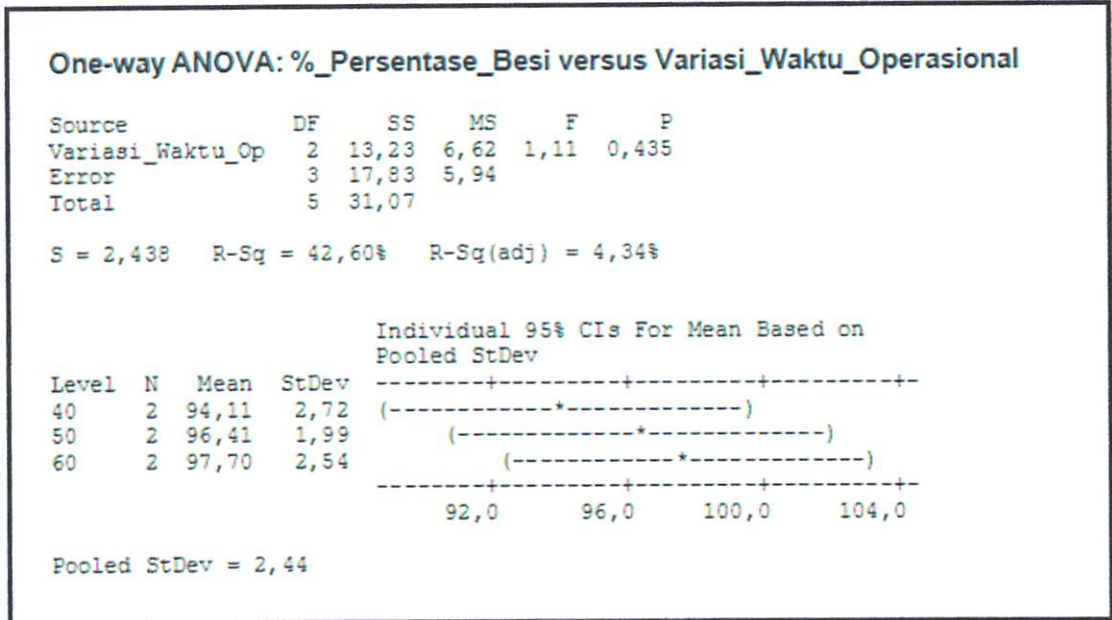
Berdasarkan tabel 4.3 dan gambar 4.5 menunjukkan bahwa konsentrasi besi (Fe) akhir pada filtrasi aliran upflow air bendungan Sutami yang sebelumnya telah melewati pengolahan pendahuluan atau *Pre-treatment Baffle Channel Vertikal Cyclone* mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya waktu operasional pengolahan dimana waktu operasional pengolahan yang dipakai adalah 40, 50 dan 60 menit. Konsentrasi Besi (Fe) dengan debit aliran 0,5 l/menit terbaik dengan waktu operasional 60 menit sebesar 0,011 mg/l dengan persentase penurunan sebesar 95,90 % dan terendah terdapat pada waktu operasional 40 menit sebesar 0,020 mg/l dengan persentase penurunan sebesar 92,18 %.

Berdasarkan tabel 4.3 dan gambar 4.6 menunjukkan bahwa konsentrasi besi (Fe) akhir pada filtrasi aliran upflow air bendungan Sutami yang sebelumnya telah melewati pengolahan pendahuluan atau *Pre-treatment Baffle Channel Vertikal Cyclone* mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya waktu operasional pengolahan dimana waktu operasional pengolahan yang dipakai adalah 40, 50 dan 60 menit. Konsentrasi besi (Fe) dengan debit aliran 1 l/menit terbaik dengan waktu operasional 60 menit sebesar 0,001 mg/l dengan persentase penurunan sebesar 99,49 % dan terendah terdapat pada waktu operasional 40 menit sebesar 0,010 mg/l dengan persentase penurunan sebesar 96,03 %.

4.4.2 Analisa Anova

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh berbagai perlakuan dalam penurunan besi (Fe), maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA satu faktor. Hasil uji ANOVA tersebut tersaji dalam tabel 4.12 berikut ini :

Table 4.12. Hasil Uji ANOVA Untuk Pengaruh Variasi Waktu Oprasional Terhadap Pengaruh Penurunan Konsentrasi Besi (Fe)



Keterangan : - DF : Derajat bebas - SS : Variasi residual
 - MS : Mean square error - F : Nilai statistik uji
 - P : Nilai probabilitas

Hipotesis :

- H0 = Ke-6 Variasi adalah tidak berbeda nyata/identik
- H1 = Ke-6 Variasi adalah berbeda nyata/tidak identik

Dasar pengambilan keputusan :

- Jika statistik hitung (angka F output) > statistik tabel (tabel F), H0 ditolak.
- Jika statistik hitung (angka F output) < statistik tabel (tabel F), H0 diterima.
- Jika statistik hitung (angka P output) > α 5% (0.05), Tidak Signifikan
- Jika statistik hitung (angka P output) < α 5% (0.05), Signifikan

Keputusan:

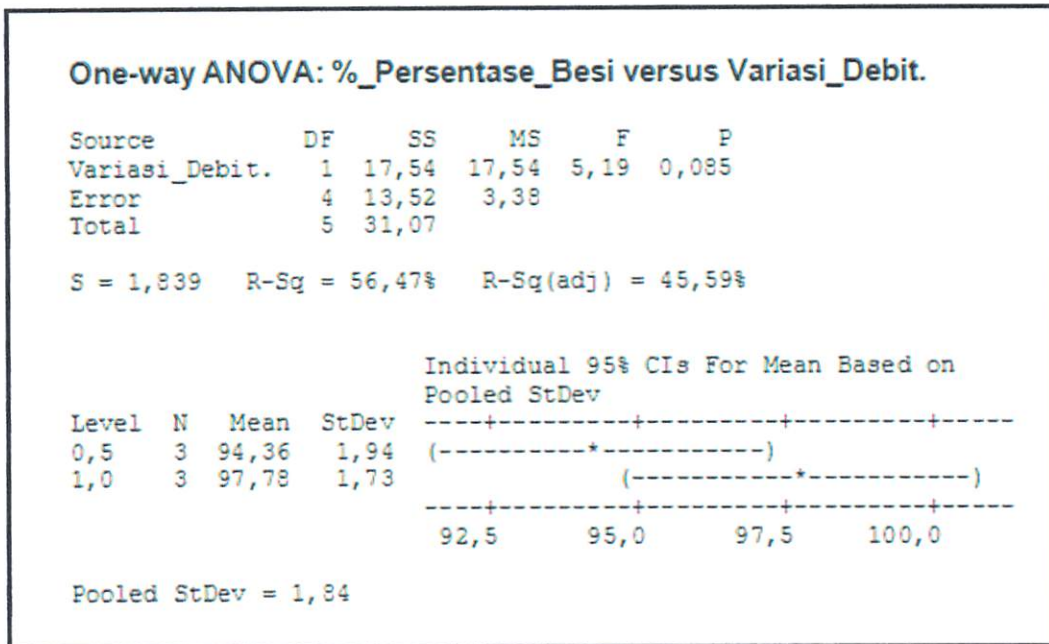
Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari tabel distribusi F waktu operasional didapat $F(0,05.2.3) = 9,55$. Nilai F hitung output waktu oprasional



secara berturut-turut adalah sebesar 1,11. Nilai probabilitas waktu oprasional adalah 0,435.

Keputusan yang dapat diambil untuk waktu operasional adalah menerima hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai F hitung $<$ F tabel dan nilai $P > 0,05$. Artinya bahwa prosentase penurunan besi (Fe) dalam perlakuan tersebut identik atau terdapat perbedaan yang tidak signifikan. (Iriawan dan Astuti, 2006).

Tabel 4.13 Hasil Uji ANOVA Untuk Pengaruh Variasi Debit Terhadap Penurunan Konsentrasi Besi (Fe)



- Keterangan :
- DF : Derajat bebas
 - SS : Variasi residual
 - MS : Mean square error
 - F : Nilai statistik uji
 - P : Nilai probabilitas

Hipotesis :

- H_0 = Ke-6 Variasi adalah tidak berbeda nyata/identik
- H_1 = Ke-6 Variasi adalah berbeda nyata/tidak identik

Dasar pengambilan keputusan :

- Jika statistik hitung (angka F output) $>$ statistik tabel (tabel F), H_0 ditolak.

- Jika statistik hitung (angka F output) < statistik tabel (tabel F), H₀ diterima.
- Jika statistik hitung (angka P output) > α 5% (0.05), Tidak Signifikan
- Jika statistik hitung (angka P output) < α 5% (0.05), Signifikan

Keputusan:

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari tabel distribusi F debit didapat $F(0,05.1.4) = 7,71$. Nilai F hitung output debit secara berturut-turut adalah sebesar 5,19. Nilai probabilitas debit adalah 0,085.

Keputusan yang dapat diambil untuk debit adalah menerima hipotesis awal (H₀) dan menerima hipotesis alternatif (H₁) karena nilai F hitung < F tabel dan nilai P < 0,05. Artinya bahwa prosentase penurunan besi (Fe) dalam perlakuan tersebut identik atau terdapat perbedaan yang signifikan. (Iriawan dan Astuti, 2006).

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 4.14.

Tabel 4.14. Hasil Uji Korelasi Untuk Pengaruh Variasi Debit Dan Waktu Oprasional Terhadap Presentase Penurunan Konsentrasi Besi (Fe)

| Correlations: %_Peresentase_Besi; Variasi_Debit.; Variasi_Waktu_Operasional | | |
|---|----------------|----------------|
| | %_Peresentas | Variasi_Debi |
| Variasi_Debi | 0,751 0,085 | |
| Variasi_Wakt | 0,644 0,167 | 0,000 1,000 |
| Cell Contents: Pearson correlation P-Value | | |

Hasil analisis dari tabel 4.14 menunjukkan bahwa nilai korelasi antara % penurunan besi (Fe) dengan variasi debit adalah sebesar 0.751. Karena nilai korelasi antara % penurunan kekeruhan dengan variasi debit adalah sebesar 0.715 yaitu dapat dilihat pada tabel 4.7, maka dapat disimpulkan bahwa antara % penurunan kekeruhan dengan variasi debit secara statistik memiliki hubungan korelasi yang sangat kuat. Agar lebih menyakinkan, kita perlu melakukan uji atas hipotesis.

Hipotesis : $H_0 : p = 0$ vs $H_1 : p \neq 0$ atau $H_0 : p < 0,05$ vs $H_1 : p > 0,05$

Dasar pengambilan keputusan :

- Jika statistik hitung (angka P-value output) $> \alpha$ (5% = 0.05), tidak ada korelasi
- Jika statistik hitung (angka P-value output) $< \alpha$ (5% = 0.05), ada korelasi

Hasil analisis korelasi pada tabel 4.16 memperlihatkan bahwa nilai p-value dari variasi debit adalah $0,085 > \alpha$ (5% = 0.05). Karena p-value lebih besar dari α (5% = 0.05), maka keputusannya tidak ada korelasi (cukup) antara % penurunan kekeruhan dengan variasi debit.

Hasil analisis dari tabel 4.14 menunjukkan bahwa nilai korelasi antara % penurunan besi (Fe) dengan variasi waktu operasional adalah sebesar 0,644. Karena nilai korelasi antara % penurunan besi (Fe) dengan variasi tinggi media adalah sebesar 0,644 yaitu dapat dilihat pada tabel 4.7, maka dapat disimpulkan bahwa antara % penurunan besi (Fe) dengan variasi waktu operasional secara statistik memiliki korelasi yang kuat. Agar lebih menyakinkan, kita perlu melakukan uji atas hipotesis.

Hipotesis : $H_0 : p = 0$ vs $H_1 : p \neq 0$ atau $H_0 : p < 0,05$ vs $H_1 : p > 0,05$

Dasar pengambilan keputusan :

- Jika statistik hitung (angka P-value output) $> \alpha$ (5% = 0.05), tidak ada korelasi
- Jika statistik hitung (angka P-value output) $< \alpha$ (5% = 0.05), ada korelasi

Hasil analisis korelasi pada tabel 4.14 memperlihatkan bahwa nilai p-value dari variasi waktu operasional adalah $0,167 > \alpha$ (5% = 0.05). Karena p-

value lebih besar dari α ($5\% = 0.05$), maka keputusannya adalah mengatakan bahwa tidak ada korelasi antara % penurunan besi (Fe) dengan waktu operasional.

4.4.4 Analisa Regresi

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

Tabel 4.15. Hasil Uji Koefisien Regresi Presentase Penurunan Konsentrasi besi (fe)

| Regression Analysis: %_Peresentas versus Variasi_Debi; Variasi_Wakt | | | | | |
|--|---------|---------|-------|-------|--|
| The regression equation is | | | | | |
| %_Peresentase_Besi = 82,0 + 6,84 Variasi_Debit. + 0,180 Variasi_Waktu_Operasional | | | | | |
| Predictor | Coef | SE Coef | T | P | |
| Constant | 81,965 | 1,293 | 63,38 | 0,000 | |
| Variasi_Debit. | 6,8400 | 0,7505 | 9,11 | 0,003 | |
| Variasi_Waktu_Operasional | 0,17950 | 0,02298 | 7,81 | 0,004 | |
| S = 0,459601 R-Sq = 98,0% R-Sq(adj) = 96,6% | | | | | |

Tabel 4.16. Hasil Uji Kelinieran Analisis Regresi Presentase Penurunan Konsentrasi Besi (Fe)

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|----|--------|--------|-------|-------|
| Regression | 2 | 30,433 | 15,216 | 72,04 | 0,003 |
| Residual Error | 3 | 0,634 | 0,211 | | |
| Total | 5 | 31,066 | | | |

1. Persamaan Regresi

Berdasarkan hasil analisis regresi seperti yang tertera pada tabel 4.15 maka didapatkan persamaan regresi sebagai berikut :

$$Y = 82,0 + 6,84 X1 + 0.180 X2$$

Dimana :

Y = Persentase Penurunan Konsentrasi Kekerusuhan (%)

X1 = Variasi Debit (menit)

X2 = Variasi Waktu Operasional (l/menit)

Adapun interpretasi dari persamaan diatas adalah :

Berdasarkan tabel 4.15 dapat dilihat suatu model regresi yaitu $Y = 82,0 + 6,84 X1 + 0.180 X2$, di mana Y adalah persentase penurunan besi (%), X1 adalah variasi debit, X2 adalah variasi waktu operasional. Koefisien regresi atau konstanta sebesar 82,0. Variasi debit (X1) menyatakan bahwa setiap penambahan debit akan menaikkan persentase penurunan besi sebesar 6,84. sedangkan variasi waktu oprasional (X2) menyatakan bahwa setiap pengurangan waktu operasional akan menaikkan persentase penurunan besi sebesar 0.180.

2. Uji signifikan koefisien regresi

Hipotesis :

- H0 = Koefisien regresi tidak signifikan
- H1 = Koefisien regresi signifikan

Pengambilan keputusan :

a. Berdasarkan nilai T

Uji T untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas berdasarkan nilai T di mana dilakukan untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 % atau 0.05, dari tabel distribusi T didapat $T(0.05.3)$ adalah 2,353 sedangkan nilai T hitung berdasarkan tabel 4.15 adalah 9,11 (Variasi debit) dan 7,81 (Variasi waktu oprasional), nilai T hitung variasi debit lebih besar dari T tabel, maka koefisien regresi adalah signifikan. Sedangkan nilai T hitung variasi waktu oprasional lebih besar dari T tabel, maka koefisien regresi adalah signifikan.



b. Berdasarkan nilai probabilitas

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

Pada tabel 4.15 nilai P untuk variasi debit adalah 0,003 yang artinya probabilitas lebih kecil dari α ($5\% = 0,05$), Dengan demikian, H_0 ditolak, dan koefisien regresi signifikan, atau variasi debit mempunyai pengaruh secara signifikan terhadap persentase penurunan konsentrasi besi (Fe). Sedangkan untuk Nilai P variasi waktu oprasional adalah 0,004 yang artinya probabilitas lebih kecil dari α ($5\% = 0,05$). Dengan demikian, H_0 ditolak, dan koefisien regresi signifikan, atau variasi waktu operasional mempunyai pengaruh secara signifikan terhadap persentase penurunan konsentrasi besi (Fe).

3. Koefisien determinasi

Dari hasil analisis regresi juga didapatkan nilai R square sebesar 98,0 % hal ini berarti persentase penurunan besi (Fe) adalah 98,0 % dapat dijelaskan oleh variasi debit dan variasi waktu operasional. Sedangkan sisanya 2 % dijelaskan oleh sebab-sebab lain yang tidak masuk ke dalam model.

4. Uji Kelinearan Hipotesis :

- $H_0 = Y$ tidak memiliki hubungan linear dengan X
- $H_1 = Y$ memiliki hubungan linear dengan X

Dimana : Y adalah variabel terikat dan X adalah variabel bebas Pengambilan keputusan

a. Berdasarkan nilai F.

b. Penarikan Kesimpulan :

- Jika F hitung $> F$ tabel, H_1 diterima
- Jika F hitung $< F$ tabel, H_0 diterima (Soleh, 2005)

Dari uji kelinieran pada tabel 4.16 didapat nilai F hitung sebesar 72,04. Sedangkan nilai F tabel sebesar 9,55. Karena nilai F hitung lebih besar dari nilai F tabel maka H_0 ditolak, kesimpulannya adalah Y (variabel terikat) memiliki hubungan liner dengan X (variabel bebas). Atau dengan kata lain,

persentase penurunan besi (Fe) dengan variasi debit dan variasi waktu operasional mempunyai hubungan linier.

4.5 Pembahasan

4.5.1 Pembahasan Kekeruhan

Dari hasil penelitian, kedua debit mempunyai kemampuan yang bervariasi dalam menurunkan konsentrasi kekeruhan dalam sampel. Dalam proses ini, air mengalir secara *upflow* dari bak penampung menuju kolom filtrasi yang memiliki panjang 34 cm dan lebar 17 cm.

Diameter media yang digunakan adalah Batu Zeolit 1 – 0,5 cm, Arang Aktif tempurung kelapa 2 – 3 mm, dan pasir kwarsa 0,25 – 0,35 mm. Media filter yang digunakan adalah pasir dan arang aktif tempurung kelapa. Variasi yang dilakukan adalah variasi debit 0,5 l/menit dan 1 l/menit dan variasi waktu operasional 40, 50 dan 60 menit.

Berdasarkan hasil penelitian, proses filtrasi aliran *upflow* dengan variasi debit aliran dan waktu operasional terbukti dapat menurunkan konsentrasi kekeruhan. Kemampuan penurunan konsentrasi kekeruhan melalui proses filtrasi aliran *upflow* berkisar antara 31,62 % sampai 92,31 %. Dari gambar 4.3 dan 4.4 menunjukkan bahwa persentase penurunan kekeruhan tertinggi sebesar 92,31 % terjadi pada debit aliran 0,5 l/menit dan waktu oprasional 60 menit. Sedangkan kemampuan penurunan terkecil sebesar 31,62 % pada debit aliran 1 l/menit dan waktu oprasional 40 menit.

Peningkatan efisiensi persentase penurunan kekeruhan terjadi pada semua variasi debit aliran, terutama pada debit 0,5 l/menit dengan perbedaan waktu operasional pertama 40 menit dan waktu operasional ketiga 60 menit. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu operasional maka untuk mencapai persentase penurunan kekeruhan yang maksimum, karena waktu operasional sebanding dengan banyaknya partikel penyebab kekeruhan yang tertahan di media filter. Hal ini menyebabkan berkurangnya waktu kontak antara permukaan butiran media filter dengan air yang disaring. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang didapatkan yaitu semakin kecil debit maka efisiensi penyisihan kekeruah semakin

tinggi. Selain itu, penyisihan yang baik pada *Roughing Filter* tercapai dengan baik saat kecepatan filtrasi rendah (Boller, 1993). Untuk mendapatkan hasil yang memuaskan diperlukan keseimbangan antara debit filtrasi dan kondisi media yang ada. Debit yang terlalu cepat akan menyebabkan tidak berfungsinya filter secara efisien. (Luluk endahwati, 2010)

Kekeruhan disebabkan oleh adanya zat tersuspensi, seperti lumpur, lempung, zat organik, *plankton* dan zat-zat halus lainnya yang terkandung dalam air (Alaert dan Sumestri, 1987). Zat tersuspensi tersebut akan tertahan pada permukaan media filter pada proses penyaringan dan pengendapan, sehingga mengurangi kekeruhan pada air dengan kecepatan filtrasi rendah akan membantu tertahannya partikel secara gravitasi pada bagian atas media filter (AH Mahvi, 2001).

Kwarsa memiliki sela batuan yang kecil-kecil akan tetapi jumlahnya banyak. Kotoran akan sulit masuk ke sela-sela batuan akan tetapi jika sudah masuk sela batuan kotoran akan sulit terangkat. Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai kekeruhan pada awal 3,9 NTU kemudian setelah melewati filtrasi aliran *upflow* kekeruhannya menjadi 0,3 NTU. Dengan demikian, pasir kwarsa efektif mengurangi kekeruhan pada air.

Adanya penurunan tingkat kekeruhan air sampel setelah melalui media saring karbon disebabkan adanya proses adsorpsi terhadap kekeruhan air sampel oleh karbon aktif. Adsorpsi terjadi karena adanya gaya tarik menarik yang lemah (*Van der Waals*) antara partikel-partikel kekeruhan air sampel dengan karbon aktif. Karbon aktif sebagai benda yang *porous*, dapat berfungsi sebagai adsorbent untuk mengurangi kadar warna, bau, kekeruhan (DEPKES,1992).

Sesuai penelitian yang dilakukan Christina Rony Nayoan, (2006) dengan karbon aktif tempurung kelapa dan arang kayu dalam penurunan kekeruhan pada air didapatkan presentase penurunan kekeruhan dengan menggunakan karbon aktif tempurung kelapa sebesar 84,94%, arang kayu sebesar 77,21% dan karbon aktif tempurung kelapa + arang kayu sebesar 91,89%. Penurunan tertinggi terjadi pada perlakuan melalui campuran karbon aktif dari tempurung kelapa dan kayu sebagai media saring. Adanya penurunan tingkat kekeruhan setelah melalui media

saring karbon disebabkan adanya proses adsorpsi terhadap kekeruhan oleh karbon aktif. Adsorpsi terjadi karena adanya gaya tarik menarik yang lemah antar partikel.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan (Chandra Tri Febriwahyudi, 2012) didapatkan penurunan parameter kekeruhan dengan menggunakan ketebalan 50cm, 80cm dan 100cm telah dapat meremoval parameter kekeruhan pada hari ke 24. Dari hasil penurunan yang ditunjukkan pada tabel 4.10 menggunakan media dengan ketebalan pasir 100cm lebih efektif. Hal ini dikarenakan adanya lapisan *schmutzdecke* yang terbentuk pada awal pengoperasian walaupun lapisan tersebut masih mendekati tingkat stabil. Selama proses pengendapan, terjadi pengurangan partikel tersuspensi. Pada prinsipnya semua butiran media dapat menjadi tempat pengendapan. Partikel yang berukuran besar dari pori antar media akan mengendap pada permukaan *filterbed*. Beberapa partikel yang dapat melewati pori antar media akan saling kontak dan membentuk butiran yang lebih besar sehingga tertahan pada media yang lebih dalam.

4.5.2 Pembahasan Besi (Fe)

Dari hasil penelitian, kedua debit mempunyai kemampuan yang bervariasi dalam menurunkan konsentrasi besi (Fe) dalam sampel. Dalam proses ini, air mengalir secara *upflow* dari bak penampung menuju kolom filtrasi yang memiliki panjang 34 cm dan lebar 17 cm.

Diameter media yang digunakan adalah Batu Zeolit 1 – 0,5 cm, Arang Aktif tempurung kelapa 2 – 3 mm, dan pasir kwarsa 0,25 – 0,35 mm. Media filter yang digunakan adalah pasir dan arang aktif tempurung kelapa. Variasi yang dilakukan adalah variasi debit 0,5 l/menit dan 1 l/menit dan variasi waktu operasional 40, 50 dan 60 menit.

Berdasarkan hasil penelitian, proses filtrasi aliran *upflow* dengan variasi debit aliran dan waktu operasional terbukti dapat menurunkan konsentrasi besi (Fe). Kemampuan penurunan konsentrasi besi (Fe) melalui proses filtrasi aliran *upflow* berkisar antara 92,18 % sampai 99,49 %. Dari gambar 4.7 dan 4.8

menunjukkan bahwa persentase penurunan besi (Fe) tertinggi sebesar 99,49 % yaitu dengan debit aliran 1 l/menit pada waktu oprasional 60 menit. Sedangkan kemampuan penurunan terkecil sebesar 92,18 % pada debit aliran 0,5 l/menit pada waktu oprasional 40 menit.

Peningkatan efisiensi persentase penurunan besi (Fe) terjadi pada semua variasi debit aliran, terutama pada debit 1 l/menit dengan perbedaan waktu operasional pertama 40 menit dan waktu operasional ketiga 60 menit. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu operasional maka untuk mencapai persentase penurunan besi (Fe) yang maksimum, karena waktu operasional sebanding dengan banyaknya terjadi pertukaran ion (*Ion Exchange*) pada partikel yang menyebabkan besi (Fe) yang tertahan di media filtrasi khususnya batu zeolit (Maria Yashinta Meo,2006).

Hasil penelitian serupa dilakukan Abdur Rahman, (2002) Zeolit bayah tanpa perlakuan dapat menurunkan Fe sebanyak 55%. Proses penurunan besi dengan menyerap besi dalam air terjadi karena Fe teradsorpsi oleh zeolit dan dapat membentuk senyawa kordinasi. Aluminosilikat sebagai bagian dari struktur zeolit $M_{c/n} \{(AlO_2)_c(SiO_2)_d\} bH_2O$ berfungsi sebagai ligan.

Penelitian yang dilakukan Indah Nurhayati, (2010) dengan kombinasi media filtrasi krikil-zeolit-krikil dapat menurunkan Fe sebesar 59% hal ini disebabkan Semakin luas permukaan adsorben, semakin banyak adsorbat yang diserap, sehingga proses adsorpsi akan semakin efektif dan semakin kecil ukuran diameter partikel maka semakin luas permukaan adsorben. Terhadap waktu kontak merupakan suatu hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi. Waktu kontak yang lebih lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik .

Sesuai penelitian yang dilakukan Winda Kartika Sari (2006), Efisiensi yang dihasilkan untuk penurunan Fe dengan menggunakan media zeolit sebesar 93,3%. Hal ini dikarenakan mangan zeolit mempunyai 3 fungsi sekaligus dalam penurunan Fe, yaitu adsorpsi, oksidan dan penukar ion.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan Anwar Taufik (2008), didapatkan kadar Fe sebelum disaring 4,27 mg/l dan sesudah disaring pada

ketebalan 60 cm rata-ratanya sebesar 0,82 mg/l, ketebalan 80 cm rata-ratanya 0,59 mg/l, ketebalan 100 cm rata-ratanya 0,39 mg/l, ketebalan 120 cm rata-ratanya 0,12 mg/l. Maka ada perbedaan penurunan kadar Fe pada berbagai ketebalan lapisan pasir kwarsa. Maka dapat disimpulkan semakin tinggi ketebalan saringan pasir semakin besar penurunan kadar Fe air sumur gali.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Teguh Sutomo, (2002) diperoleh hasil bahwa penggunaan saringan pasir lambat dapat menurunkan kandungan Fe sampai 89,76 %. Hasil ini dicapai dengan menggunakan diameter butir pasir 0,297 mm dan ketebalan media 90 cm (Tabel : 4-2). Menggunakan uji klasifikasi 2 arah dengan interaksi didapatkan keputusan bahwa ketebalan media penyaringan berpengaruh terhadap penurunan kandungan Fe. Demikian juga dengan ukuran diameter butir pasir secara nyata mampu menurunkan kandungan Fe. Dari uji tersebut didapatkan bahwa tidak ada inertaksi / hubungan yang kuat antara kombinasi ketebalan media dengan diameter butir pasir terhadap kemampuan penurunan kandungan Fe.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengolahan terbaik yang dihasilkan dari penelitian ini adalah dengan debit aliran 0,5 l/menit dan waktu operasional 60 menit di hasilkan persentase penurunan kekeruhan sebesar 92,31% (0,3 NTU) dan penurunan besi (Fe) sebesar 95,90% (0,011 mg/l).
2. Batu zeolit, arang aktif tempurung kelapa dan pasir kwarsa sebagai media filtrasi pada *rapid filter* aliran *upflow* dapat menurunkan kekeruhan dan besi (Fe) pada air bendungan Sutami yang telah melalui *pretreatment*.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan variasi ketebalan media.
2. Perlu dilakukan penambahan waktu operasional agar dapat mengetahui seberapa lama efektifitas media dalam menyaring air sampel.
3. Perlu dilakukan penambahan variasi dengan mencoba variasi pasir kwarsa aktif dan pasir kwarsa biasa.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G dan Sri Santika S. 1984. **Metode Penelitian Air**. Usaha Nasional. Surabaya.
- Anonim. 2013. (<http://advancebpp.com/2009/04/16/mengatasi-zat-besi-fe-tinggi-dalam-air/>). di akses tanggal 25 Maret 2013, jam 21:17 WIB
- Anonim. 2013. (<http://galeriilmiah.com/2011/07/22/batuan-dan-kegunaannya/>). di akses tanggal 14 April 2013, jam 01:34 WIB
- Anonim. 2013. (<http://herysba.com/2012/02/normal-0-false-false-false-en-us-x-none.html>). Diakses 26 Maret 2013, jam 02:48 WIB
- Anonim. 2013. (<http://www.jwaterfilter.com/2012/10/media-filter-air-yang-bagus.html>). diakses tanggal 25 Maret 2013, jam 23:40 WIB
- Boller. M. 1993. *Filter Mechanism In Roughing Filter*. J. Water Supply. Technol.
- Darsono, V dan Sutomo, T. 2002. **Pengaruh Diameter dan Ketebalan Pasir Dalam Saringan Pasir Lambat Terhadap Penurunan Kadar Besi**. Skripsi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Depkes RI., 1992. **Undang-Undang Kesehatan (UU RI No. 23 Tahun 1992 Tentang Kesehatan)**. Indonesian Legal Center Publishing. Jakarta.
- Effendi, Hefni. 2003. **Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan**. Kanisius. Yogyakarta.
- Endahwati, L. 2010. **Kombinasi Proses Aerasi, Adsorpsi dan Filtrasi pada Pengolahan Air Limbah Industri Perikanan**. Teknik Kimia Fakultas Teknik Industri UPN "Veteran" Jawa Timur.
- Febriwahyudi, C, T dan Hady, W. 2012 **Resirkulasi Air Tambak Bandeng dengan Slow Sand Filter**. Jurusan Teknik Lingkungan ITS Surabaya.
- Iriawan, N dan Astuti, 2006. **Mengolah data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14**. ANDI Offset. Yogyakarta
- Mahvi, A. H., Moghaddam, M. A., Nasser, A.,Kaddafi,K. *Performance Of A Direct Horizontal Roughing Filter System In Treatment Of Highly Turbid Water*. Dept. of Environmental Heath Engineering, School of Public Health Center for Environmental Research, Teheran University.

Nayoan, Cristina, R dan Berek, Noorce, C. 2006. **Perbedaan Efektifitas Karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Arang Kayu Dalam Menurunkan Tingkat Kekeruhan Pada Proses Filtrasi Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu.** Fakultas Kesehatan Masyarakat UNDIP.

Nilasari, D. 2006. **Pemanfaatan Arang Aktif Tempurung Kelapa Sebagai Media Slow Sand Filter Untuk Menurunkan Kekeruhan dan COD Air Sungai.** Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan ITN. Malang.

Nurhayati, I. 2007. **Kombinasi Media Filtrasi Untuk Penurunan Kesadahan dan besi.** Fakultas teknik Surabaya Universitas PGRI Adi Buana.

Peraturan Pemerintah RI No. 82 Tahun 2001

Rahman, A dan Hartono, B. 2002. **Penyaringan Air Tanah Dengan Zeolit Alami Untuk Menurunkan Kadar Besi dan Mangan.** Skripsi Jurusan Kesehatan Lingkungan Universitas Indonesia.

Reynold, Tom D, 1982. **Unit Operations And Processes In Environmental Engineering.** Monterey, California.

Sari, K, W dan Koernaningroem, N. 2006. **Studi Penurunan Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Dengan Menggunakan Cascade Aerator Dan Rapid Sand Filter Pada Air Sumur Gali.** Jurusan Teknik Lingkungan ITS Surabaya.

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

Soleh, Achmad Zanbar. 2005. **Ilmu Statistika Pendekatan Teoritis Dan Aplikatif Disertai Contoh Penggunaan SPSS.** Rekayasa Sains. Bandung.

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

Taufik, A. 2008. **Perbedaan Variasi Ketebalan Saringan Pasir Kwarsa Aktif Dalam Menurunkan Kadar Fe Air Sumur Gali Desa Sungai Raya Kabupaten Kubu Raya Kalimantan Barat.** FKM UNDIP.

UU No.7 tahun 2004 tentang sumber daya air

LAMPIRAN A
PERHITUNGAN

LAMPIRAN
PERHITUNGAN REAKTOR

➤ **Bak Pengumpul**

Diketahui :

$$Q = 1 \text{ L/menit} \quad (\text{asumsi})$$

$$T_d = < 30 \text{ menit diambil } 15 \text{ menit (SNI, 2007 - tentang Tatacara unit paket instalasi pengolahan air)}$$

$$h \text{ (tinggi reactor)} = 0,5 \text{ meter} = 50 \text{ cm} \quad (\text{asumsi})$$

perhitungan dimensi bak :

- volume

$$Q = \frac{V}{td}$$

$$1 \text{ l/menit} = \frac{V}{15 \text{ menit}}$$

$$V = 1 \text{ l/menit} \times 15 \text{ menit}$$

$$V = 15 \text{ l}$$

- luas

dimana : $p : l = 2 : 1$

$$\frac{p}{l} = \frac{2}{1}$$

$$2l = p$$

$$A = p \times l$$

$$V = p \times l \times h$$

$$V = A \times h$$

$$15 \text{ liter} = A \times 50 \text{ cm}$$

$$15 \text{ liter} \times \frac{1000 \text{ cm}^3}{\text{liter}} = A \times 50 \text{ cm}$$

$$15000 \text{ cm}^3 = A \times 50 \text{ cm}$$



LAMPYRAN
BAGI HATI NGALUR

1. (a) $1000 \times 10^{-3} = 1 \text{ m}$
 (b) $1000 \times 10^{-3} = 1 \text{ m}$
 (c) $1000 \times 10^{-3} = 1 \text{ m}$
 (d) $1000 \times 10^{-3} = 1 \text{ m}$



- Volume
- $V = \frac{1}{3} \pi r^2 h$
- $V = \frac{1}{3} \pi (1000)^2 (1000)$
- $V = \frac{1}{3} \pi (10^6) (10^3)$
- $V = \frac{1}{3} \pi (10^9)$
- $V = \frac{1}{3} \pi (10^9) \text{ m}^3$
- Luas
- $L = \pi r^2$
- $L = \pi (1000)^2$
- $L = \pi (10^6)$
- $L = \pi (10^6) \text{ m}^2$
- Panjang
- $P = \frac{V}{L}$
- $P = \frac{\frac{1}{3} \pi (10^9)}{\pi (10^6)}$
- $P = \frac{1}{3} (10^3)$
- $P = \frac{1}{3} (1000)$
- $P = 333 \text{ m}$

$$\frac{15000 \text{ cm}^3}{50 \text{ cm}} = A$$

$$300 \text{ cm}^2 = A$$

$$A = p \times l$$

$$A = 2l \times l$$

$$300 \text{ cm}^2 = 2l^2$$

$$\frac{300 \text{ cm}^2}{2} = l^2$$

$$150 \text{ cm}^2 = l^2$$

$$\sqrt{150} = l$$

$$12,3 \text{ cm} = l$$

$$12 \text{ cm} = l$$

$$2l = p$$

$$2 \times 12 \text{ cm} = p$$

$$24 \text{ cm} = p$$

maka didapat dimensi bangunan

$$p = 24 \text{ cm}$$

$$l = 12 \text{ cm}$$

$$h = 50 \text{ cm}$$

➤ **Bak filter**

Diketahui :

| | | |
|-------------------|---|--|
| Q | = | 1 L/menit (asumsi) |
| Td | = | 30 menit (laporan skripsi Ketut Putra Widiarta karena efektifitas penurunan kekeruhan 73,59%-98,69%) |
| h | = | 0,5 meter = 50 cm (menyesuaikan bak pengumpul) |
| Φ (factor bentuk) | = | 0,73 (untuk batu yang dihancurkan dan pasir yang bersudut) |
| d | = | 4-6 mm = 0,006 m |
| E (porositas) | = | 34% = 0,34 (purnomo,2000) |
| T | = | 25 °C, maka: $v = 0,893 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{dt}$ |

• volume

$$Q = \frac{V}{td}$$

$$1 \text{ l/menit} = \frac{V}{30 \text{ menit}}$$

$$V = 1 \text{ l/menit} \times 30 \text{ menit}$$

$$V = 30 \text{ l}$$

• luas

dimana : $p : l = 2 : 1$

$$\frac{p}{l} = \frac{2}{1}$$

$$2l = p$$

$$A = p \times l$$

$$V = p \times l \times h$$

$$V = A \times h$$

$$30 \text{ liter} = A \times 50 \text{ cm}$$

$$30 \text{ liter} \times \frac{1000 \text{ cm}^3}{\text{liter}} = A \times 50 \text{ cm}$$

$$30000 \text{ cm}^3 = A \times 50 \text{ cm}$$

$$\frac{30000 \text{ cm}^3}{50 \text{ cm}} = A$$

$$600 \text{ cm}^2 = A$$

$$A = p \times l$$

$$A = 2l \times l$$

$$600 \text{ cm}^2 = 2l^2$$

$$\frac{600 \text{ cm}^2}{2} = l^2$$

$$300 \text{ cm}^2 = l^2$$

$$\sqrt{300} = l$$

$$17,3 \text{ cm} = l$$

$$17 \text{ cm} = l$$

$$2l = p$$

$$2 \times 17 \text{ cm} = p$$

$$34 \text{ cm} = p$$

maka didapat dimensi bangunan

$$p = 34 \text{ cm}$$

$$l = 17 \text{ cm}$$

$$h = 50 \text{ cm}$$

- kecepatan filtrasi

$$Vs = \frac{Q}{A}$$

$$Vs = \frac{1 \text{ l/menit} \times 1000 \text{ cm}^3/\text{l}}{34 \text{ cm} \times 17 \text{ cm}}$$

$$V_s = \frac{1000 \text{ cm}^3/\text{menit}}{578 \text{ cm}^2}$$

$$V_s = 1,73 \text{ cm}/\text{menit}$$

- volume rongga

$$\text{volume rongga} = \text{volume alat} \times \text{porositas}$$

$$\text{volume rongga} = 30 \text{ liter} \times 0,34$$

$$\text{volume rongga} = 10,2 \text{ liter}$$

- Reynolds number

$$Rn = \frac{\Phi \times d \times V_s}{\nu}$$

$$Rn = \frac{0,73 \times 0,006 \text{ m} \times 1,73 \text{ cm}/\text{menit}}{0,893 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{detik}}$$

$$Rn = \frac{0,73 \times 0,006 \text{ m} \times 1,73 \text{ cm}/\text{menit} \times \frac{\text{m}}{100\text{cm}} \times \frac{\text{menit}}{60 \text{ detik}}}{0,893 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{detik}}$$

$$Rn = \frac{0,73 \times 0,006 \text{ m} \times 0,000288 \text{ m}/\text{detik}}{0,893 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{detik}}$$

$$Rn = 0,13$$

- Koefisien drag

$$Cd = \frac{24}{NRE}$$

$$Cd = \frac{24}{0,13}$$

$$Cd = 184,6$$

- Kehilangan tekanan

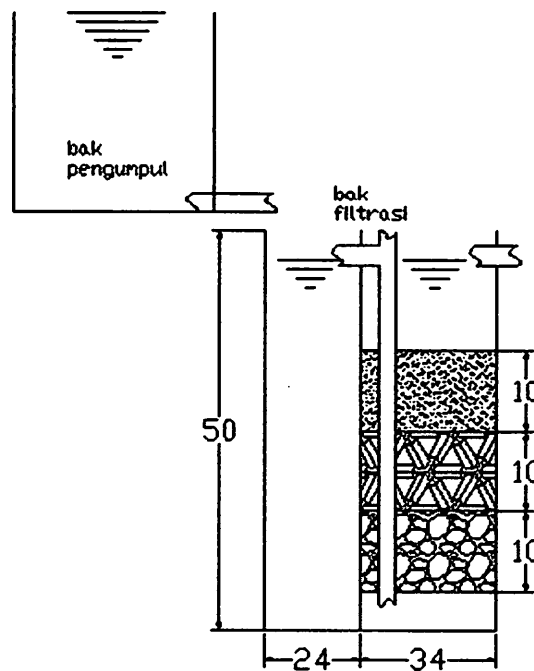
$$H_s = \frac{1,067}{\Phi} C_d \frac{1}{\alpha^4} \frac{L V_s^2}{d g}$$

$$H_s = \frac{1,067}{0,73} \times 184,6 \times \frac{1}{0,34^4} \frac{1 \text{ m}}{0,004 \text{ m}} \frac{(0,000577 \text{ m/detik})^2}{9,81 \text{ m/detik}^2}$$

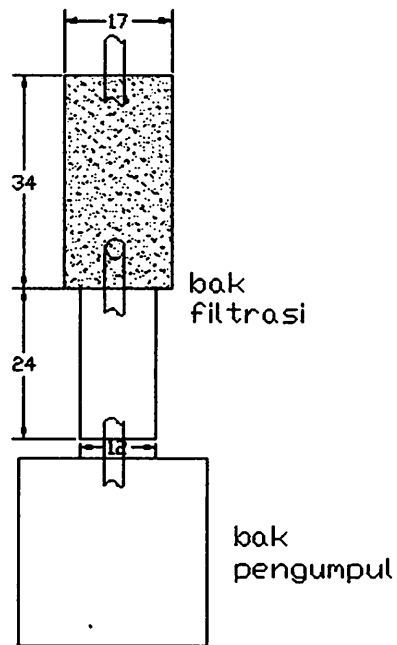
$$2,9 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{detik}^2$$

$$H_s = \frac{2,9 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{detik}^2}{0,031 \text{ m}^2/\text{detik}^2}$$

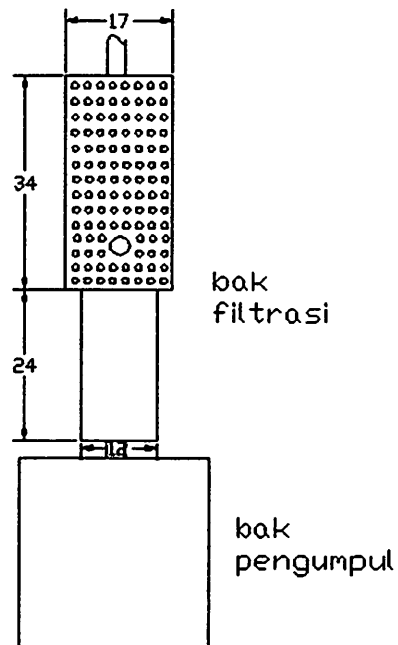
$$H_s = 9,35 \times 10^{-4} \text{ m}$$



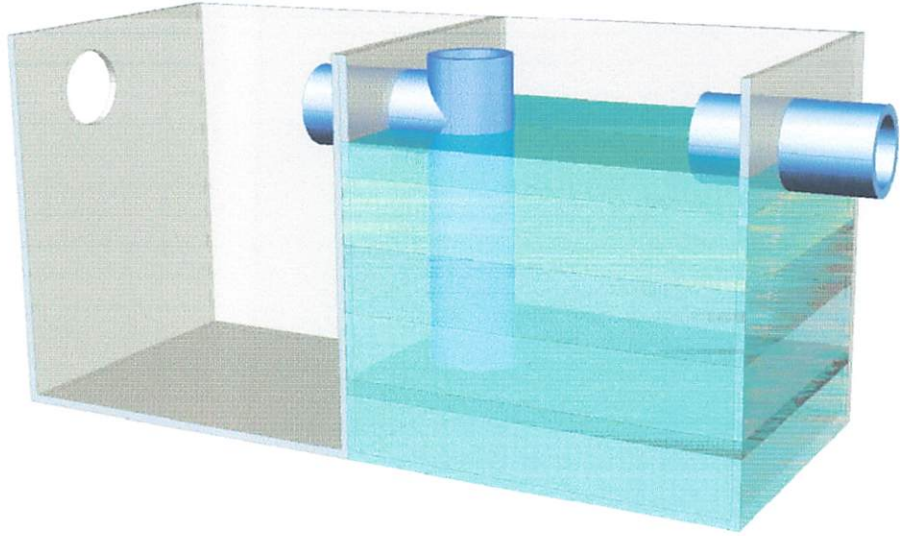
Gambar L.1 Reaktor Tampak Samping



Gambar L.2 Reaktor Tampak Atas



Gambar L.3 Reaktor Tampak Bawah



Gambar L.4 Bak Reaktor Penelitian

LAMPIRAN B
DOKUMENTASI

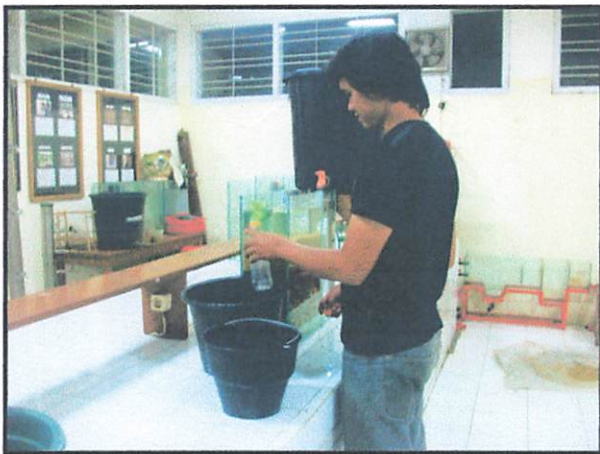
LAMPIRAN DOKUMENTASI



Reaktor Kolom Filtrasi tanpa media



Reaktor Kolom Filtrasi dan Media



Pengambilan Sampel



Pengambilan Sampel



LABORERZ BORGEEZVAI



1. A worker in a field



2. A worker in a field



3. A worker in a field



4. A worker in a field





Karbon Aktif



Pasir Kwarsa



Batu Zeolit



Reaktor Runing

LAMPIRAN C
CARA ANALISA

TURBIDIMETER

Turbiditas merupakan pengukuran optik dari hamburan sinar yang dihasilkan. Hamburan sinar terjadi karena interaksi antara sinar yang diberikan dengan partikel suspensi yang terdispersi dalam larutan. Partikel-partikel suspensi tersebut dapat berupa lempung alga, material organik, mikroorganisme, material koloid dan bahkan molekul besar sekalipun seperti tannin dan lignin(Saidar,et.al, 2002).

Metode yang biasa digunakan untuk mengukur turbiditas suatu larutan adalah turbidimetri dengan alat turbidimeter. Dasar dari analisis turbidimetri adalah pengukuran intensitas cahaya yang ditranmisikan sebagai fungsi dari konsentrasi fase terdispersi, bilamana cahaya dilewatkan melalui suspensi maka sebagian dari energi radiasi yang jatuh dihamburkan dengan penyerapan, pemantulan, dan sisanya akan ditranmisikan (Khopkar, 2003).

Prinsip umum dari alat turbidimeter adalah sinar yang datang mengenai suatu partikel ada yang diteruskan dan ada yang dipantulkan, maka sinar yang diteruskan digunakan sebagai dasar pengukuran(Day and Underwood, 2002). Di bawah ini adalah salah satu contoh turbidimeter beserta aksesoris lainnya,(The Hach Model 2100P Portable Turbidimeter) (Hach 15mL Sample Cells)

Keistimewaan :

- hasil pembacaan langsung bentuk digital dalam range 0-1000 NTU
- sangat ideal untuk monitoring pengatur, pengawasan proses, atau studi lapangan
- dua sistem optikal detektornya dikompensasi/diimbangi dengan warna dalam sampel, cahaya fruktiasi dan cahaya sesatan

Bagan sistem kerja dari Hach Model 2100P Portable Turbidimeter: Sistem yang terdiri sebuah lampu tungsten-filament, detektor 90° untuk memonitor cahaya yang terhambur dan suatu detektor untuk cahaya yang dipancarkan/diteruskan. Mikro prosesor instrumen menghitung perbandingan sinyal dari detektor 90° dan detektor cahaya tranmisi. Teknik perbandingan ini untuk mengoreksi gangguan dari warna atau cahaya material pengabsorpsi (seperti karbon yang diaktifkan) dan mengkompensasi fluktuasi di (dalam) intensitas lampu, menyediakan stabilitas kalibrasi jangka panjang. Sistem optik ini juga didesain untuk meminimalisasi cahaya sesatan dan meningkatkan akurasi pengukuran.

Berdasarkan bagan di atas mulanya sebuah lampu tungsten-filamen memancarkan sinar radiasi yang kemudian melewati lensa/cermin. Oleh lensa, sinar tersebut disaring dan diteruskan menuju sampel. Karena sampel berisi partikel suspensi, maka beberapa sinar akan dihamburkan dan sebagian lagi diteruskan/ditransmisikan. Sinar yang dihamburkan akan dideteksi oleh detektor 90° , sedangkan sinar yang diteruskan oleh sampel dideteksi oleh detektor yang lain. Rasio dari kedua sinar yang terdeteksi akan digunakan sebagai dasar pengukuran turbiditas larutan, dengan persamaan sebagai berikut:

$$S = \text{Log } P_0/P = k.b.N$$

dimana, S = turbiditas larutan

P₀ = intensitas sinar yang datang

P = intensitas sinar yang ditransmisikan

k = konstanta turbiditas

b = tebal media

N = jumlah partikel/mm

Pengoperasian Alat dan Indikator

Prosedur pengukuran turbiditas:

1. Tuangkan atau isikan sebagian sampel ke dalam cell hingga garis batas atas(kira-kira 15 mL)
2. Usap cell menggunakan kain atau tissue yang bersih untuk menghilangkan noda air atau bekas sidik jari
3. Tekan tombol I/O

Instrumen akan terbuka, kemudian tempatkan instrumen pada suatu permukaan (kokoh)/flat. dan jangan memegang instrumen ketika sedang melakukan pengukuran.

4. Masukkan cell sampel dalam ruang cell dengan mengorientasikan tanda garis pada bagian depan ruang cell
5. Pilih daerah/range secara manual atau otomatis dengan menekan tombol RANGE .
6. Memilih mode sinyal rata-rata dengan menekan tombol SIGNAL AVERAGE. Dan monitor akan menunjukkan SIG AVG ketika instrumen sedang menggunakan mode sinyal rata-rata
7. Tekan: READ

Monitor akan menunjukkan --- NTU, kemudian angka turbiditas akan muncul (dalam) NTU. Rekam atau catat angka turbiditas setelah simbol lampu padam

SPEKTROFOTOMETRI

Spektrofotometri merupakan salah satu metode dalam kimia analisis yang digunakan untuk menentukan komposisi suatu sampel baik secara kuantitatif dan kualitatif yang didasarkan pada interaksi antara materi dengan cahaya. Peralatan yang digunakan dalam spektrofotometri disebut spektrofotometer. Cahaya yang dimaksud dapat berupa cahaya visibel, UV dan inframerah, sedangkan materi dapat berupa atom dan molekul namun yang lebih berperan adalah elektron valensi.

Sinar atau cahaya yang berasal dari sumber tertentu disebut juga sebagai radiasi elektromagnetik. Radiasi elektromagnetik yang dijumpai dalam kehidupan sehari-hari adalah cahaya matahari.

Dalam interaksi materi dengan cahaya atau radiasi elektromagnetik, radiasi elektromagnetik kemungkinan dihamburkan, diabsorpsi atau dihamburkan sehingga dikenal adanya spektroskopi hamburan, spektroskopi absorpsi ataupun spektroskopi emisi.

Pengertian spektroskopi dan spektrofotometri pada dasarnya sama yaitu didasarkan pada interaksi antara materi dengan radiasi elektromagnetik. Namun pengertian spektrofotometri lebih spesifik atau pengertiannya lebih sempit karena ditunjukkan pada interaksi antara materi dengan cahaya (baik yang dilihat maupun tidak terlihat). Sedangkan pengertian spektroskopi lebih luas misalnya cahaya maupun medan magnet termasuk gelombang elektromagnetik.

Radiasi elektromagnetik memiliki sifat ganda yang disebut sebagai sifat dualistik cahaya yaitu:

- 1) Sebagai gelombang
- 2) Sebagai partikel-partikel energi yang disebut foton.

Karena sifat tersebut maka beberapa parameter perlu diketahui misalnya panjang gelombang, frekuensi dan energi tiap foton. Panjang gelombang (λ) didefinisikan sebagai jarak antara dua puncak.

Pembuatan Larutan NaOH 0,1 N

1. Ambil 5 ml NaOH 1 N
2. Letakkan pada labu takar 500 ml
3. Lalu adakan sampai batas yang tertera, lalu kocok-kocok hingga merata

Pembuatan Larutan Baku

1. Timbang kertas perkamen terlebih dahulu
2. Timbang dengan seksama 75 mg atau 0,075 g parasetamol baku



3. Masukkan ke dalam labu terukur 100 ml
4. Tambahkan larutan NaOH 0,1 N yang telah dibakukan hingga batas 100 ml, kocok sampai larut
5. Saring dengan menggunakan kertas saring lalu letakkan pada beker glass
6. Pipet 1 ml masukan pada labu terukur lainnya 100 ml.
7. Tambahkan larutan NaOH 0,1 N yang telah dibakukan hingga batas 100 ml, kocok sampai larut
8. Beri label parasetamol baku

Pembuatan Larutan Sampel

- Timbang satu per satu tablet parasetamol sebanyak 20 tablet, lalu cari bobot rata-ratanya
- Timbang dengan seksama parasetamol sampel yang hasil penimbangannya tersebut
- Masukkan ke dalam labu terukur 100 ml
- Tambahkan larutan NaOH 0,1 N yang telah dibakukan hingga batas 100 ml, kocok sampai larut
- Saring dengan menggunakan kertas saring lalu letakkan pada beker glass
- Pipet 1 ml masukan pada labu terukur lainnya 100 ml.
- Tambahkan larutan NaOH 0,1 N yang telah dibakukan hingga batas 100 ml, kocok sampai larut
- Beri label parasetamol sampel

LAMPIRAN D
HASIL ANALISA

**HASIL ANALISA SAMPEL**

A.n : Hendri Susra
NIM : 08.26.011
Alamat : Jl Bareng Raya Gang 2E no 469
Tempat Analisa : Laboratorium Teknik Lingkungan
Sampel Uji : Air Bendungan Sutami Kecamatan Sumber Pucung
kabupaten Malang setelah melewati *pretreatment*.
Parameter Uji : Kekeruhan dan Besi (Fe)
Tanggal Analisis : 24 juli 2013

1. Analisa Karakteristik Awal Sampel

| Parameter | Konsentrasi | Satuan |
|-----------|-------------|--------|
| Kekeruhan | 3,9 | NTU |
| Besi (Fe) | 0,26 | Mg/l |

2. Analisa Kekeruhan

| Kode sampel | Karakteristik Awal | Kekeruhan (NTU) | | | Rata-rata (NTU) |
|-------------|--------------------|-----------------|-----|-----|-----------------|
| | | I | II | III | |
| A.40 | 3,9 | 2,2 | 2,4 | 1,8 | 2,1 |
| A.50 | 3,9 | 1,1 | 0,9 | 1,3 | 1,1 |
| A.60 | 3,9 | 0,3 | 0,5 | 0,1 | 0,3 |
| B.40 | 3,9 | 2,9 | 2,7 | 2,4 | 2,6 |
| B.50 | 3,9 | 2,2 | 2,0 | 2,1 | 2,1 |
| B.60 | 3,9 | 0,7 | 1,2 | 0,9 | 0,9 |



3. Analisa Besi (Fe)

| Kode sampel | Karakteristik Awal | Besi (fe) mg/l | | | Rata-rata mg/l |
|-------------|--------------------|----------------|-------|-------|----------------|
| | | I | II | III | |
| A.40 | 0,26 | 0,019 | 0,022 | 0,020 | 0,020 |
| A.50 | 0,26 | 0,013 | 0,013 | 0,013 | 0,013 |
| A.60 | 0,26 | 0,010 | 0,012 | 0,010 | 0,011 |
| B.40 | 0,26 | 0,011 | 0,010 | 0,010 | 0,010 |
| B.50 | 0,26 | 0,005 | 0,007 | 0,005 | 0,006 |
| B.60 | 0,26 | 0,001 | 0,001 | 0,002 | 0,001 |

Asisten Laboratorium Lingkungan

Noval Darma Risdian Hambajawa
10.26.028

Peneliti


Hendri Susra
08.26.011

Mengetahui
Kepala laboratorium Teknik Lingkungan


Anis Artiyani, ST.MT
NIP.P. 1030300384





LABORATORIUM TEKNIK LINGKUNGAN

3. Analisis Hasil (T)

| Nama Sampel | Karakteristik Awal | Hasil Pengujian | |
|------------------------|--------------------|-----------------|-------|
| | | I | II |
| A-20 Dosis Rendah g | 0.50 | 0.019 | 0.020 |
| A-20 Tinggi | 0.50 | 0.017 | 0.017 |
| A-10 | 0.25 | 0.010 | 0.019 |
| B-20 | 0.50 | 0.011 | 0.016 |
| B-20 | 0.50 | 0.007 | 0.012 |
| B-20 | 0.50 | 0.009 | 0.002 |

Hasil

10.26.011

Hasil Pengujian

10.26.028

Revisi Pengujian Teknik Lingkungan

10.26.028





LEMBAR ASISTENSI
TUGAS AKHIR
TEKNIK LINGKUNGAN

Nama : Hendri Susra
Nim : 08.26.011
Dosen Pembimbing : Dr. Ir Hery Setyobudiarso, Msc

| No | Tanggal | Catatan / keterangan | Tanda Tangan |
|----|-----------|--|--------------|
| 1. | 12/08 '13 | <ul style="list-style-type: none">- Uji Duncan- Analisa hasil pretreatment- Penambahan keterangan kode- Pembahasan di tambah.- Kesimpulan. | |
| 2 | 14/08 '13 | <p>Uraian hasil percobaan bab IV di pindahkan ke pembahasan untuk herbisida Fe.</p> <p>Uraian or. tinggi media? debit aliran</p> | |
| 3. | 18/08 '13 | <p>Pertanian Arsitek</p> <ul style="list-style-type: none">- Sum lapun lempo- Dig samir | |

nama

nama

Daftar Peningkatan

| No | Tanggal |
|-----|-----------------|
| 1 | 1 - 6 - 2019 |
| 2 | 2 - 8 - 2019 |
| 3 | 3 - 10 - 2019 |
| 4 | 4 - 12 - 2019 |
| 5 | 5 - 1 - 2020 |
| 6 | 6 - 3 - 2020 |
| 7 | 7 - 5 - 2020 |
| 8 | 8 - 7 - 2020 |
| 9 | 9 - 9 - 2020 |
| 10 | 10 - 11 - 2020 |
| 11 | 11 - 1 - 2021 |
| 12 | 12 - 3 - 2021 |
| 13 | 13 - 5 - 2021 |
| 14 | 14 - 7 - 2021 |
| 15 | 15 - 9 - 2021 |
| 16 | 16 - 11 - 2021 |
| 17 | 17 - 1 - 2022 |
| 18 | 18 - 3 - 2022 |
| 19 | 19 - 5 - 2022 |
| 20 | 20 - 7 - 2022 |
| 21 | 21 - 9 - 2022 |
| 22 | 22 - 11 - 2022 |
| 23 | 23 - 1 - 2023 |
| 24 | 24 - 3 - 2023 |
| 25 | 25 - 5 - 2023 |
| 26 | 26 - 7 - 2023 |
| 27 | 27 - 9 - 2023 |
| 28 | 28 - 11 - 2023 |
| 29 | 29 - 1 - 2024 |
| 30 | 30 - 3 - 2024 |
| 31 | 31 - 5 - 2024 |
| 32 | 32 - 7 - 2024 |
| 33 | 33 - 9 - 2024 |
| 34 | 34 - 11 - 2024 |
| 35 | 35 - 1 - 2025 |
| 36 | 36 - 3 - 2025 |
| 37 | 37 - 5 - 2025 |
| 38 | 38 - 7 - 2025 |
| 39 | 39 - 9 - 2025 |
| 40 | 40 - 11 - 2025 |
| 41 | 41 - 1 - 2026 |
| 42 | 42 - 3 - 2026 |
| 43 | 43 - 5 - 2026 |
| 44 | 44 - 7 - 2026 |
| 45 | 45 - 9 - 2026 |
| 46 | 46 - 11 - 2026 |
| 47 | 47 - 1 - 2027 |
| 48 | 48 - 3 - 2027 |
| 49 | 49 - 5 - 2027 |
| 50 | 50 - 7 - 2027 |
| 51 | 51 - 9 - 2027 |
| 52 | 52 - 11 - 2027 |
| 53 | 53 - 1 - 2028 |
| 54 | 54 - 3 - 2028 |
| 55 | 55 - 5 - 2028 |
| 56 | 56 - 7 - 2028 |
| 57 | 57 - 9 - 2028 |
| 58 | 58 - 11 - 2028 |
| 59 | 59 - 1 - 2029 |
| 60 | 60 - 3 - 2029 |
| 61 | 61 - 5 - 2029 |
| 62 | 62 - 7 - 2029 |
| 63 | 63 - 9 - 2029 |
| 64 | 64 - 11 - 2029 |
| 65 | 65 - 1 - 2030 |
| 66 | 66 - 3 - 2030 |
| 67 | 67 - 5 - 2030 |
| 68 | 68 - 7 - 2030 |
| 69 | 69 - 9 - 2030 |
| 70 | 70 - 11 - 2030 |
| 71 | 71 - 1 - 2031 |
| 72 | 72 - 3 - 2031 |
| 73 | 73 - 5 - 2031 |
| 74 | 74 - 7 - 2031 |
| 75 | 75 - 9 - 2031 |
| 76 | 76 - 11 - 2031 |
| 77 | 77 - 1 - 2032 |
| 78 | 78 - 3 - 2032 |
| 79 | 79 - 5 - 2032 |
| 80 | 80 - 7 - 2032 |
| 81 | 81 - 9 - 2032 |
| 82 | 82 - 11 - 2032 |
| 83 | 83 - 1 - 2033 |
| 84 | 84 - 3 - 2033 |
| 85 | 85 - 5 - 2033 |
| 86 | 86 - 7 - 2033 |
| 87 | 87 - 9 - 2033 |
| 88 | 88 - 11 - 2033 |
| 89 | 89 - 1 - 2034 |
| 90 | 90 - 3 - 2034 |
| 91 | 91 - 5 - 2034 |
| 92 | 92 - 7 - 2034 |
| 93 | 93 - 9 - 2034 |
| 94 | 94 - 11 - 2034 |
| 95 | 95 - 1 - 2035 |
| 96 | 96 - 3 - 2035 |
| 97 | 97 - 5 - 2035 |
| 98 | 98 - 7 - 2035 |
| 99 | 99 - 9 - 2035 |
| 100 | 100 - 11 - 2035 |



LEMBAR ASISTENSI
TUGAS AKHIR
TEKNIK LINGKUNGAN

Nama : Hendri Susra
Nim : 08.26.011
Dosen Pembimbing : Candra Dwi Ratna, ST. MT

| No | Tanggal | Catatan / keterangan | Tanda Tangan |
|----|-----------|--|--------------|
| 1. | 11-6-2013 | Bab I 01 acc Redaksional 02 Kehipulan dari penelitian terdahulu 03 Konsistensi penulisan | |
| 2. | 20-6-2013 | Bab I - acc Bab II → 01 Huber Pustaka 02 Redaksional 03 Statistik diperbaiki | |
| 3. | 27-7-2013 | Bab II dan III - acc Bab IV Pembahasan 01 Konsistensi | |

01 grafik
02 pembahasan ✓/
materi (1) media

nama
nim

kegiatan pembelajaran

| No | Tgl | Keterangan |
|----|------------|------------|
| 1 | 2023-10-20 | |
| 2 | 2023-10-21 | |
| 3 | 2023-10-22 | |



LEMBAR ASISTENSI
TUGAS AKHIR
TEKNIK LINGKUNGAN

Nama : Hendri Susra
Nim : 08.26.011
Dosen Pembimbing : Candra Dwi Ratna, ST. MT

| No | Tanggal | Catatan / keterangan | Tanda Tangan |
|----|-----------|--|--------------|
| 4 | 30-7-2013 | Bab IV 07 U/ Fe ditubahi perubahan 07 kepulauan | |
| 5 | 31-7-2013 | leykapi laporan | |
| 6 | 16-8-2013 | seminarkan | |

Handwritten text at the top of the page, possibly a title or header.

Handwritten text in the upper middle section, possibly a list or set of instructions.

Handwritten text in the middle section, possibly a paragraph or a note.

Handwritten text in the lower middle section, possibly a signature or a detailed note.



Handwritten text in the lower right section, possibly a signature or a detailed note.

BERITA ACARA DAN PERBAIKAN SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Seminar Proposal Skripsi untuk mahasiswa/i :

Nama : HENDRI SUSRA
NIM : 0826011

yang dilaksanakan pada : **Senin, 13 Mei 2013**
dengan Judul Proposal Skripsi :

Pemanfaatan Batu Zeolit, Arang Aktif Dan Pasir Kwarsa Sebagai Media Filtrasi Aliran Up Flow dalam Menurunkan Kekeruhan Dan Besi (Studi Kasus : Air Bendungan Sutami Karangates)

dinyatakan *) :

- a. Disetujui
- b. Disetujui dengan perbaikan
- c. Tidak disetujui dan harus melakukan seminar ulang

*) bulati salah satu point dan langsung diberitahukan pada yang bersangkutan dengan perbaikan sebagai berikut :

1. *Carikan di laporan diperbaiki*
.....
.....
2.
.....
3.
.....
4.
.....
5.
.....

Malang,
Dosen Pembahas



2023/03/20

FAKULTAS

Departemen Pendidikan dan Kebudayaan

Alamat : Jember

No. : 000000

Keputusan Kepala : 200/2023
Tentang : ...

Menyatakan ...
...
...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

BERITA ACARA DAN PERBAIKAN SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Seminar Proposal Skripsi untuk mahasiswa/i :

Nama : HENDRI SUSRA
NIM : 0826011

yang dilaksanakan pada : **Senin, 13 Mei 2013**
dengan Judul Proposal Skripsi :

Pemanfaatan Batu Zeolit, Arang Aktif Dan Pasir Kwarsa Sebagai Media Filtrasi Aliran Up Flow dalam Menurunkan Kekeruhan Dan Besi (Studi Kasus : Air Bendungan Sutami Karangates)

dinyatakan *) :

- a. Disetujui
- b. Disetujui dengan perbaikan
- c. Tidak disetujui dan harus melakukan seminar ulang

*) bulati salah satu point dan langsung diberitahukan pada yang bersangkutan dengan perbaikan sebagai berikut :

1) Cek bab III, lebih lagi

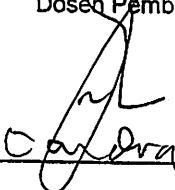
2) paragraf lagi tentang materi

3) Redaksional cek lagi

4.

5.

Malang, 13-5-2013
Dosen Pembahas



BERITA ACARA DAN PERBAIKAN SEMINAR SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Seminar Skripsi untuk mahasiswa/i :

Nama : HENDRI SUSRA

NIM : 0826011

yang dilaksanakan pada : *Rabu, 21 Agustus 2013*

dengan Judul Skripsi :

Pemanfaatan Batu Zeolit, Arang Aktif Dan Pasir Kwarsa Sebagai Media Filtrasi Aliran Up-Flow Dalam Menurunkan Kekeruhan Dan Besi (Fe) (Studi Kasus: Air Bendungan Sutami Karangates)

dinyatakan *) :

- a. Disetujui untuk ikut Ujian Skripsi
- b. Disetujui untuk ikut Ujian Skripsi, dengan perbaikan
- c. Tidak disetujui untuk ikut ujian dan harus melakukan seminar ulang

*) bulati salah satu point dan langsung dberitahukan pada yang bersangkutan dengan perbaikan sebagai berikut :

1. *Kefinpekaan... diarahkan dg tujuan*
2. *Pembahasan... lebih dipertajam dg pertimbangan kerichel.*
3. *Penggunaan Bahan Keras = sk kentali.*
4. *Hubungan Ekst-dal bal pada muncat.*
- 5.

Malang,
Dosen Pembahas

PERFORMANSA

1997

P. M. 1997

yang dilaksanakan pada: Waktu:
Nama: HENRI GORU
NIM: 0826071

yang dilaksanakan pada: Waktu:
Nama: HENRI GORU
NIM: 0826071

yang dilaksanakan pada: Waktu:
Nama: HENRI GORU
NIM: 0826071

yang dilaksanakan pada: Waktu:
Nama: HENRI GORU
NIM: 0826071

yang dilaksanakan pada: Waktu:
Nama: HENRI GORU
NIM: 0826071

yang dilaksanakan pada: Waktu:
Nama: HENRI GORU
NIM: 0826071

yang dilaksanakan pada: Waktu:
Nama: HENRI GORU
NIM: 0826071

yang dilaksanakan pada: Waktu:
Nama: HENRI GORU
NIM: 0826071

yang dilaksanakan pada: Waktu:
Nama: HENRI GORU
NIM: 0826071

yang dilaksanakan pada: Waktu:
Nama: HENRI GORU
NIM: 0826071

1997

1997

1997

BERITA ACARA DAN PERBAIKAN SEMINAR SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Seminar Skripsi untuk mahasiswa/wi :

Nama : HENDRI SUSRA

NIM : 0826011

yang dilaksanakan pada : *Rabu, 21 Agustus 2013*

dengan Judul Skripsi :

Pemanfaatan Batu Zeolit, Arang Aktif Dan Pasir Kwarsa Sebagai Media Filtrasi Aliran Up-Flow Dalam Menurunkan Kekeruhan Dan Besi (Fe) (Studi Kasus: Air Bendungan Sutami Karangates)

dinyatakan *) :

a. Disetujui untuk ikut Ujian Skripsi

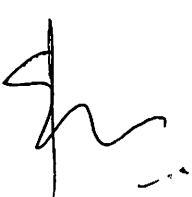
b. Disetujui untuk ikut Ujian Skripsi, dengan perbaikan

c. Tidak disetujui untuk ikut ujian dan harus melakukan seminar ulang

*) bulati salah satu point dan langsung dberitahukan pada yang bersangkutan dengan perbaikan sebagai berikut :

1. *Revisi redaksi*
2. *Konstruksi penulisan debit, waktu*
3.
4.
5.

*Acc revisi
4/9 '13*



Malang, 21 Agustus '13.
Dosen Pembahas



aryti

Handwritten signature: *Hendri Kusnadi*

Handwritten text: *Handwritten text*

Handwritten text: *Handwritten text*

Handwritten text: *Handwritten text*

Handwritten text: *Handwritten text*

PERBAIKAN SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Pada ujian Skripsi untuk mahasiswa/i :

Nama : HENDRI SUSRA

NIM : 0826011

yang dilaksanakan pada : **Jum'at, 23 Agustus 2013**

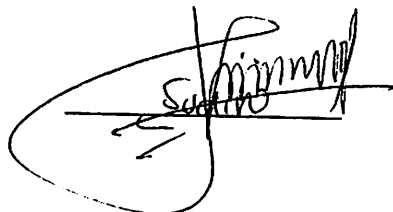
dengan Judul Skripsi :

Pemanfaatan Batu Zeolit, Arang Aktif Dan Pasir Kwarsa Sebagai Media Filtrasi Aliran Up-Flow Dalam Menurunkan Kekeruhan Dan Besi (Fe) (Studi Kasus: Air Bendungan Sutami Karangates)

dengan perbaikan sebagai berikut :

1.
2. Perbaiki laporan
3.
4. - Tingkatkan kemampuan diri
5.
6.

Malang, 23 - 8 - 2013
Dosen Penguji



PERBAIKAN SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Pada ujian Skripsi untuk mahasiswa/i :

Nama : HENDRI SUSRA

NIM : 0826011

yang dilaksanakan pada : **Jum'at, 23 Agustus 2013**

dengan Judul Skripsi :

Pemanfaatan Batu Zeolit, Arang Aktif Dan Pasir Kwarsa Sebagai Media Filtrasi Aliran Up-Flow Dalam Menurunkan Kekeruhan Dan Besi (Fe) (Studi Kasus: Air Bendungan Sutami Karangates)

dengan perbaikan sebagai berikut :

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....
- 6.....

Malang, 23 ~~Ag~~ ^{Ag} 2013 -
Dosen Penguji

