

SKRIPSI

**PEMANFAATAN FILTRASI ALIRAN UP FLOW MEDIA
BATU KERIKIL, PECAHAN GENTENG DAN BATU ZEOLIT
GUNA MENURUNKAN KADAR BESI (Fe) DAN KEKERUHAN
PADA AIR BENDUNGAN SUTAMI**



Oleh :

UKY PURWADILAGA

08.26.015

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2013**

2018
2019
KEMENTERIAN KESEHATAN DAN KELUARGA
KEMENTERIAN KEMAHANTRIAN DAN PERKOTAAN
KEMENTERIAN KEMAHANTRIAN DAN PERKOTAAN
KEMENTERIAN KEMAHANTRIAN DAN PERKOTAAN

2018
2019
2018

KEMENTERIAN KESEHATAN DAN KELUARGA
KEMENTERIAN KEMAHANTRIAN DAN PERKOTAAN
KEMENTERIAN KEMAHANTRIAN DAN PERKOTAAN
KEMENTERIAN KEMAHANTRIAN DAN PERKOTAAN

2018

**LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**PEMANFAATAN FILTRASI ALIRAN UP FLOW MEDIA BATU KERIKIL,
PECAHAN GENTENG DAN BATU ZEOLIT GUNA MENURUNKAN
KADAR BESI (Fe) DAN KEKERUHAN PADA AIR BENDUNGAN SUTAMI**

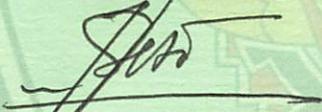
Oleh :

UKY PURWADILAGA

08.26.015

Menyetujui :

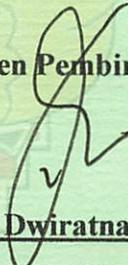
Dosen Pembimbing I



Dr. Ir Hery Setyobudiarso, MSc

NIP.196106201991031002

Dosen Pembimbing II



Candra Dwiratna W, ST. MT

NIP.Y. 1030000349

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Lingkungan



Candra Dwiratna W, ST. MT

NIP.X. 1030000349



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

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

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

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

NAMA : UKY PURWADILAGA
NIM : 08.26.015
JURUSAN : TEKNIK LINGKUNGAN
JUDUL : PEMANFAATAN FILTRASI ALIRAN UP FLOW MEDIA BATU KERIKIL, PECAHAN GENTENG DAN BATU ZEOLIT GUNA MENURUNKAN KADAR BESI (Fe) DAN KEKERUHAN PADA AIR BENDUNGAN SUTAMI

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

Pada Hari : JUM'AT

Tanggal : 23 AGUSTUS 2013

Dengan Nilai: 75,01 (B⁺)

PANITIA UJIAN SKRIPSI

Ketua

Candra Dwi Ratna W, ST. MT

NIP.Y.1030000349

Sekretaris

Evy Hendriarianti, ST. MMT

NIP.Y.1030300382

ANGGOTA PENGUJI

Penguji I

Evy Hendriarianti, ST. MMT

NIP.Y.1030300382

Penguji II

Anis Artiyani, ST. MT

NIP.P. 1030300384

Purwadilaga. U., Ratna D, C., Setyobudiarso, H., 2013., *Pemanfaatan Filtrasi Aliran Up Flow Media Batu Kerikil, Pecahan Genteng dan Batu Zeolit Guna Menurunkan Kadar Besi (Fe) Dan Kekeruhan Pada Air Bendungan Sutami.*, Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang

ABSTRAKSI

Bendungan Sutami adalah salah satu sumber air yang paling potensial untuk memberi pasokan air baku. Salah satu pengolahan air bersih adalah menggunakan proses filtrasi aliran *upflow*. Filtrasi aliran *upflow* adalah proses filtrasi dimana air mengalir secara vertikal dari bawah ke atas. Tujuan dari proses ini adalah untuk mengetahui manfaat dan kemampuan dari proses tersebut untuk menurunkan kadar kekeruhan dan besi (Fe) dengan variasi ketinggian media dan waktu oprasional pada proses filtrasi aliran *upflow*.

Variabel dari penelitian ini antara lain variasi ketinggian : tinggi 20 cm pecahan genteng : 5 cm batu zeolit : 5 cm batu kerikil (T₁), tinggi 10 cm pecahan genteng : 10 cm batu zeolit : 10 cm batu kerikil (T₂), tinggi 5 cm pecahan genteng : 20 cm batu zeolite : 5 cm batu kerikil (T₃), tinggi 5 cm pecahan genteng : 5 cm batu zeolit : 20 cm batu kerikil (T₄) dan waktu oprasional (60, 90 dan 120 menit).

Hasil peneltian menunjukkan bahwa penurunan konsentrasi kekeruhan diperoleh pada variasi ketinggian media T₄ pada waktu 120 menit dengan nilai persentase penurunan konsentrasi kekeruhan paling tinggi sebesar 77.07 %. Sedangkan Penurunan konsentrasi besi (Fe) diperoleh pada variasi ketinggian media T₃ pada waktu 120 menit dengan nilai persentase penurunan konsentrasi besi paling tinggi sebesar 69.08 %.

Kata Kunci : Besi (Fe), Filtrasi aliran *upflow*, Kekeruhan, Tinggi media, Waktu oprasional

Purwadilaga. U., Ratna D, C., Setyobudiarso, H., 2013., *Utilization Up Flow Media Flow Filtration Gravel, Smithers Tile and Stone Zeolite To Reduce Levels of Iron (Fe) and Turbidity On Water Dam Sutami*, Thesis Department of Environmental Engineering National Institute of Technology Malang

ABSTRACT

Sutami dam is one of the most potent sources of water to supply raw water. One is using the water treatment process flow upflow filtration. Upflow filtration flow filtration is a process in which water flows vertically from bottom to top. The purpose of this process is to determine the benefits and the ability of the process to reduce levels of turbidity and iron (Fe) with medium height and time variation in the operational flow upflow filtration process.

The variables of this study include variation in altitude: height 20 cm tile fragments: 5 cm stone zeolites: 5 cm gravel (T₁), height 10 cm tile fragments: 10 cm stone zeolites: 10 cm gravel (T₂), height 5 cm tile fragments: 20 cm stone zeolite: 5 cm gravel (T₃), height 5 cm tile fragments: 5 cm stone zeolites: 20 cm gravel (T₄) and the operational time (60, 90 and 120 minutes).

Research findings indicate that the decrease in the concentration of turbidity obtained at medium altitude variation of T₄ at the time of 120 minutes with a percentage value pernurunan concentration turbidity maximum of 77.07%. While the decrease in the concentration of iron (Fe) obtained at medium altitude variation of T₃ at the time of 120 minutes with a percentage value pernurunan highest iron concentration of 69.08%.

Kata Kunci : Keywords: Iron (Fe), upflow flow Filtration, Turbidity, High media, Time Operations

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Pemanfaatan Filtrasi Aliran *Up Flow* Media Batu Kerikil, Pecahan Genteng Dan Batu Zeolit Guna Menurunkan Kadar Besi (Fe) Dan Kekeruhan Pada Air Bendungan Sutami”** 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, karena itu dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada yang terhormat :

1. Bapak Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, MSc 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
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAKSI.....	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Maksud dan Tujuan.....	4
1.4. Ruang Lingkup.....	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Umum	6
2.2. Sumber Air Baku.....	6
2.2.1. Air Laut	6
2.2.2. Air Atmosfir atau Air Meteriologok	6
2.2.3. Air Permukaan	7
2.2.3.1. Air Sungai atau Air Danau	7
2.2.3.2. Air Rawa	7
2.2.4. Air Tanah	7
2.2.4.1. Air Tanah Dangkal.....	8
2.2.4.2. Air Tanah Dalam.....	8
2.2.4.3. Mata Air	9
2.3. Waduk dan Bendungan	9
2.4. Pengolahan Air Baku	10
2.4.1. Pengolahan Lengkap	10

2.4.2.	Pengolahan Tidak Lengkap.....	11
2.5.	Filtrasi	12
2.5.1.	Jenis Filtrasi	12
2.5.1.1.	Berdasarkan Kecepatan Aliran.....	12
2.5.1.2.	Berdasarkan Arah Aliran.....	13
2.5.1.3.	Berdasarkan Tekanan Yang Bekerja Pada Media.....	14
2.5.1.4.	Penyaringan Langsung	14
2.5.2.	Factor-faktor Yang Mempengaruhi Proses Filtrasi.....	14
2.5.3.	Filtrasi Aliran Upflow	15
2.5.4.	Hidrolika Filtrasi	15
2.6.	Media Filter.....	17
2.6.1.	Batu Kerikil.....	17
2.6.2.	Genteng	18
2.6.3.	Batu Zeolit.....	19
2.7.	Parameter.....	19
2.7.1.	Besi (Fe)	20
2.7.2.	Kekeruhan	21
2.8.	Metode Pengolahan Data	22
2.8.1.	Statistika Deskriptif dan Inferensi	22
2.8.2.	Analisa Korelasi.....	23
2.8.3.	Analisa Regresi	24
2.8.4.	Pengantar Desain Eksperimental.....	24
2.8.4.1.	Langkah-langkah dalam Desain Eksperimen.....	25
2.8.4.2.	Analisis of Variance.....	25

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1.	Jenis Penelitian.....	26
3.2.	Lokasi Penelitian	26
3.3.	Variabel Penelitian	26
3.4.	Bahan dan Peralatan Penelitian.....	27

3.4.1.	Sampel Air	27
3.4.2.	Bahan.....	27
3.4.3.	Peralatan.....	27
3.5.	Tahapan Penelitian	29
3.5.1.	Pembuatan Media Filter	29
3.5.2.	Pengendalian Debit	30
3.5.3.	Pengoprasian Alat	30
3.6.	Analisa Parameter Uji	31
3.6.1.	Analisa Parameter Kekeruhan dan Besi (Fe)	31
3.7.	Analisa Data	31
3.8.	Kerangka Penelitian	32

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1.	Hasil Penelitian	33
4.2.	Analisa Penurunan Kekeruhan.....	35
4.2.1.	Analisa Deskriptif	35
4.2.2.	Analisa ANOVA	38
4.2.3.	Analisa Korelasi	41
4.3.	Analisa Penurunan Besi (Fe).....	42
4.3.1.	Analisa Deskriptif	42
4.3.2.	Analisa ANOVA	46
4.3.3.	Analisa Korelasi.....	48
4.4.	Pembahasan.....	50
4.4.1.	Penurunan Konsentrasi Kekeruhan	50
4.4.2.	Penurunan Konsentrasi Besi (Fe).....	52

BAB IV PENUTUP

5.1.	Kesimpulan	54
5.2.	Saran.....	54

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 kriteria batu krikil	17
Tabel 4.1 Nilai Awal Konsentrasi Kekeruhan Dan Besi (Fe) Pada Air Bendungan Sutami	33
Tabel 4.2 Nilai Akhir Konsentrasi Kekeruhan Pada Air Bendungan Sutami.....	33
Tabel 4.3 Nilai Akhir Konsentrasi Besi (Fe) Pada Air Bendungan Sutami.....	34
Tabel 4.4 Persentase Penyisihan Konsentrasi Kekeruhan	35
Tabel 4.5 Hasil Uji ANOVA Satu Faktor Untuk Pengaruh Variasi Waktu Oprasional Terhadap Pengaruh Penurunan Konsentrasi Kekeruhan..	38
Tabel 4.6 Hasil Uji ANOVA Satu Faktor Untuk Pengaruh Variasi Tinggi Media Terhadap Pengaruh Penurunan Konsentrasi Kekeruhan	39
Tabel 4.7 Klasifikasi Pearson Korelasi	41
Tabel 4.8 Hasil Uji Korelasi Untuk Pengaruh Variasi Waktu Oprasional Dan Tinggi Media Terhadap Persentase Penurunan Konsentrasi Kekeruhan.....	41
Tabel 4.9 Persentase Penyisihan Konsentrasi Besi (Fe)	43
Tabel 4.10 Hasil Uji ANOVA Satu Faktor Untuk Pengaruh Variasi Waktu Oprasional Terhadap Pengaruh Penurunan Konsentrasi Besi (Fe)...	46
Tabel 4.11 Hasil Uji ANOVA Satu Faktor Untuk Pengaruh Variasi Tinggi Media Terhadap Pengaruh Penurunan Konsentrasi Besi (Fe)	47
Tabel 4.12 Hasil Uji Korelasi Untuk Pengaruh Variasi Waktu Oprasional Dan Tinggi Media Terhadap Persentase Penurunan Konsentrasi Besi (Fe).....	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tetrahedra Alumina Silika (TO ₄) Pada Struktur Zeolit	20
Gambar 3.1 Reaktor Potongan B	28
Gambar 3.2 Reaktor Potongan A	28
Gambar 3.2 Reaktor Penelitian	29
Gambar 3.3 Kerangka Penelitian	32
Gambar 4.1 Grafik Konsentrasi Akhir Kekeruhan Pada Proses Filtrasi Aliran <i>Upflow</i>	36
Gambar 4.2 Grafik Persentase Penurunan Konsentrasi Akhir Kekeruhan Pada Proses Filtrasi Aliran <i>Upflow</i>	37
Gambar 4.3 Grafik Konsentrasi Akhir Besi (Fe) Pada Proses Filtrasi Aliran <i>Upflow</i>	44
Gambar 4.4 Grafik Persentase Penurunan Konsentrasi Akhir Besi (Fe) Pada Proses Filtrasi Aliran <i>Upflow</i>	45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air merupakan sumber daya alam yang diperlukan untuk hajat hidup orang banyak, bahkan oleh semua makhluk hidup. Oleh karena itu, sumber daya air harus dilindungi agar tetap dapat dimanfaatkan dengan baik oleh manusia serta makhluk hidup yang lain. Pemanfaatan air untuk berbagai kepentingan harus dilakukan secara bijaksana, dengan memperhitungkan kepentingan generasi sekarang maupun mendatang. Aspek penghematan dan pelestarian sumber daya air harus ditanamkan pada segenap pengguna air (Hefni Effendi , 2003). Karena keberadaannya yang sangat penting tersebut, maka berbagai usaha dilakukan untuk memperolehnya dengan memanfaatkan air dari berbagai sumber, yaitu air permukaan (sungai, danau, dan lain-lain), air tanah bahkan air hujan (Sasongko, 1996).

Saat ini, permasalahan utama yang dihadapi oleh sumber air meliputi kualitas air yang sudah tidak mampu memenuhi kebutuhan yang terus meningkat dan kualitas air untuk keperluan domestik yang semakin menurun. Kegiatan industri, domestik dan kegiatan lain yang berdampak negatif terhadap sumber daya air, antara lain menyebabkan penurunan kualitas air. Kondisi ini dapat menimbulkan gangguan, kerusakan dan bahaya bagi semua makhluk hidup yang bergantung pada sumber daya air. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan dan perlindungan sumber daya air secara seksama (Hefni Effendi , 2003).

Kriteria penilaian untuk mutu air minum/bersih adalah berdasarkan uji fisika, kimia, cemaran logam dan bakteri *Eschirichia coli*. Pada parameter fisik, kekeruhan pada air sungai dapat mengurangi kejernihan air dan diakibatkan oleh pencemar-pencemar yang terbagi halus dari manapun asalnya, yang ada di dalam air. Air dikatakan keruh apabila air tersebut mengandung begitu banyak partikel bahan yang tersuspensi sehingga memberikan warna atau rupa yang berlumpur dan kotor. Untuk parameter kimia, Besi yang 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

Kawasan Bendungan Sutami merupakan kawasan yang berkembang pesat. Bendungan Sutami adalah salah satu sumber air yang paling potensial 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 pencemaran. Penurunan kualitas terutama terjadi pada musim kemarau, dimana efek pengenceran terhadap pencemaran kurang berarti. Parameter kualitas yang melebihi baku mutu kiranya adalah zat organik, kekeruhan dan senyawa aktif permukaan (surfaktan).

Salah satu proses pengolahan air bersih/air minum adalah proses filtrasi. Proses filtrasi adalah suatu pemisahan padatan dan cairan dimana cairan ditempatkan melalui media berpori untuk memisahkan zat padat tersuspensi halus yang mungkin ada (Reynold, 1981). Di antara berbagai jenis filtrasi menurut arah aliran yang ada. Filtrasi aliran *upflow* merupakan salah satu jenis filter yang dapat dengan mudah diterapkan di lapangan, karena biaya pembuatan relatif murah, merupakan salah satu jenis pengolahan yang paling umum dipakai untuk penyediaan air minum. Keunggulan jenis filtrasi ini adalah dimana pencucian media filter tidak menggunakan *backwash*. Dan cara pengkoprasian tidak menggunakan tenaga ahli. Dalam proses filtrasi aliran *upflow* ini memakai media filter batu kerikil, pecahan genteng dan batu zeolit. Dimana batu kerikil, pecahan genteng dan batu zeolit digunakan sebagai media filtrasi untuk menurunkan kadar kekeruhan dan besi (Fe) pada Air Bendungan Sutami. Selain itu batu kerikil, pecahan genteng dan batu zeolit mudah didapat dipasaran maupun di daerah Bendungan Sutami.

Beberapa media yang ada batu kerikil adalah media yang selalu digunakan dalam proses filtrasi. Dimana batu kerikil mempunyai tekstur yang kasar dan digunakan sebagai media penyangga sebelum media selanjutnya. Batu kerikil juga mempunyai daya saring yang cukup tinggi karena teksturnya yang kasar. Setelah

air mengalami proses penyaringan pada lapisan kerikil. Seperti halnya pasir, pecahan genteng juga memiliki rongga udara sehingga dapat melekatkan padatan halus tidak mengendap, oleh karena itu pecahan genteng dapat menyerap air yang mengandung padatan kotor tidak mengendap dalam rongganya. Pada media selanjutnya batu zeolit berfungsi untuk tukar menukar ion (anion-kation). Keunggulan dari media filter batu zeolit yaitu dapat menetralkan pH air, menambah mineral dalam aquarium, menanggulangi Fe, Mn dan Sulfur dalam skala kecil serta dapat menyaring partikel besar.

Hasil dari penelitian pendahuluan yang dilakukan pada tahun 2013, didapat bahwa kadar besi (Fe) mencapai 1,70 mg/l dan kekeruhan mencapai 10 NTU pada air bendungan sutami. Nilai tersebut ternyata melebihi baku mutu air minum yang ditetapkan, yaitu Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/MENKES/PER/TV/2010 yang menyatakan kandungan Fe tidak boleh melebihi 0,3 mg/l dan kekeruhan tidak boleh melebihi 5 NTU.

Pada penelitian Devi, tahun 2006 tentang pemanfaatan roughing filter aliran upflow dengan menggunakan media filter batu kapur dan batu kerikil pada air sungai brantas, bahwa didapat hasil penelitian dengan variasi diameter dan tinggi pada media filter. Diameter media batu kapur yang digunakan dalam penelitian adalah (4 - 6) mm; (9 - 12) mm dan (19 - 22) mm. Sedangkan batu kerikil menggunakan diameter (19-22) mm. Sedangkan tinggi media filter 0, 25, 50, 75 cm untuk batu krikil dan 25, 50, 75, 100 cm untuk batu kapur. Penurunan kekeruhan paling tinggi diperoleh pada diameter media 19 mm – 22 mm, perbandingan ketinggian media batu kapur 100 cm : batu kerikil 0 cm, pada waktu 60 menit dengan nilai persentase 28,7036 % (26 NTU). Kelemahan pada penelitian Devi, tahun 2006 karena kurangnya memvariasi media filter sehingga proses penurunan pada kekeruhan belum mencapai standart baku mutu. Maka dalam penelitian ini perlu ditambahkannya media filter dan memvariasikan tinggi media. Media filter yang digunakan adalah batu kerikil, pecahan genteng dan batu zeolite.

Hasil penelitian Minar, (2005) tentang uji kemampuan filter batu marmer dalam menurunkan kadar besi dan mangan pada air tanah dengan menggunakan

aliran *downflow*, *biflow* dan *upflow*, bahwa didapat penurunan kadar besi (Fe) dengan menggunakan variasi aliran *downflow*, *biflow* dan *upflow*, dengan presentase sebagai berikut: pada aliran *downflow* dapat menurunkan kadar besi (Fe) sebesar 87,38 %, untuk aliran *biflow* dapat menurunkan kadar besi (Fe) sebesar 82,19 % dan pada aliran *upflow* dapat menurunkan kadar besi (Fe) sebesar 70,87 %. Dalam penelitian Minar, tahun 2005 teknologi pengolahan air yang bisa mengatasi penurunan kadar besi dan mangan pada air tanah ini menggunakan filter media batu marmer. Karena batu marmer memiliki fungsi sebagai penghilang besi dan mangan namun kurang efektif (Godimechuk dalam Nieke, 2003). Maka dalam penelitian ini menambah efisiensi kinerjanya perlu menggunakan media batu zeolit, dimana batu zeolit juga dapat mengikat Besi dalam air.

1.2. Rumusan Masalah

1. Dapatkah proses filtrasi aliran *upflow* digunakan untuk menurunkan kadar besi (Fe) dan kekeruhan pada air bendungan sutami
2. Bagaimanakah pengaruh variasi ketinggian media dan waktu oprasional terhadap kemampuan filter aliran *upflow* dalam menurunkan kadar besi (Fe) dan kekeruhan dari air bendungan sutami?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui efektifitas alat filtrasi aliran *upflow* dalam menurunkan kadar besi (Fe) dan kekeruhan dari air Bendungan Sutami.
2. Untuk mengetahui perbedaan penurunan kadar besi (Fe) dan kekeruhan dengan variasi ketinggian media dan waktu oprasional.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dari penelitian ini meliputi :

1. Membuat penelitian pengolahan air menggunakan metode filtrasi aliran *upflow* dilakukan dalam skala laboratorium.



3. Sampel air yang digunakan di ambil dari air Bendungan Sutami Kecamatan Sumber Pucung Kabupaten Malang.
4. Diameter yang digunakan dalam percobaan ini menggunakan (4 – 6) mm untuk batu zeolite, (4 – 6) mm untuk pecahan genteng dan (4 – 6) untuk batu kerikil.
5. Penelitian ini digunakan untuk mengetahui penurunan tingkat besi (Fe) dan kekeruhan
6. Parameter yang dianalisa yaitu besi (Fe) dan kekeruhan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Umum

Air merupakan kebutuhan mutlak manusia. Air juga dibutuhkan oleh unsur-unsur lingkungan fisik – kimia lainnya, misalnya untuk pembentukan alamiah batuan dan mineral di dalam lingkungan kerak bumi dan keseimbangan tata klimatologis di lingkungan atmosfer.

Penggunaan air untuk berbagai keperluan bervariasi dan dipengaruhi oleh ketersediaan air, kebiasaan hidup, pola dan tingkat kehidupan, harga air, kualitas air, ketersediaan fasilitas pembangunan limbah dan sosial – ekonomi.

Penggunaan air diklasifikasikan menjadi 2 (dua) bagian, yaitu:

1. penggunaan air untuk kebutuhan domestik, meliputi: minum, mandi, mencuci, memasak, penggelontoran air limbah dan lain sebagainya.
2. Penggunaan air untuk keperluan non – domestik, meliputi: pemadam kebakaran, proses produksi industri dan sebagainya. (Mangkoedihaarjo, 1985)

2.2. Sumber Air Baku

Sumber air baku terdiri dari sumber air dan sistem pengambilan atau pengumpulan maupun dapat dilengkapi sistem pengolahan.

Adapun macam-macam sumber air baku, sebagai berikut:

2.2.1. Air Laut

Mempunyai sifat asin, karena mengandung garam NaCl. Kadar garam NaCl dalam air laut 3%. Dengan keadaan ini; maka air laut tak memenuhi syarat untuk air minum.

2.2.2. Air Atmosfir atau Air Meteriologik

Dalam keadaan murni, sangat bersih, karena dengan adanya pengotoran udara yang disebabkan oleh kotoran-kotoran industri atau debu dan lain sebagainya. Maka untuk menjadikan air hujan sebagai sumber air minum hendaknya pada waktu menampung air hujan jangan dimulai pada saat hujan mulai tuun karena masih mengandung banyak kotoran.

Selain itu air hujan mempunyai sifat yang agresif terutama terhadap pipa-pipa penyalur maupun bak-bak reservoir, sehingga hal ini akan mempercepat terjadinya korosi (karatan). Juga air hujan ini mempunyai sifat lunak, sehingga aan boros terhadap pemakaian sabun.

2.2.3. Air Permukaan

Pada umumnya air permukaan ini akan mendapat pengotoran selama pengalirannya, misalnya oleh lumpur, batang-batang kayu, daun-daun, kotoran industri dan sebagainya.

Beberepa pengotoran ini, untuk masing-masing air permukaan akan berbeda-beda, tergantung pada daerah pengaliran air permukaan ini. Jenis pengotoranya adalah merupakan kotoran fisik, kimia dan bacteriologie. Air permukaan terbagi dar 2 (dua) macam yaitu:

2.2.3.1. Air Sungai atau Danau

Dalam penggunaannya sebagai air minum, seharusnya mengalami suatu pengolahan yang sepmurna, mengingat bahwa air sungai atau air danau ini pada umumnya mempuyai derajat pengotoran yang tinggi sekali. Debit yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan akan air minum pada umumnya dapt tercukupi.

2.2.3.2. Air Rawa

Kebanyakan air rawa ini berwarna yang disebabkan oleh adanya zat-zat organic yang telah membusuk, misalnya asam humus yang larut dalam air yang menyebabkan warna kuning coklat. (Totok Sutrisno, 2006)

2.2.4. Air Tanah

Air tanah sebagai sumber daya alam untuk melengkapi air permukaan bagi pasokan air bersih terus meningkat dapat dipahami, sebab air tanah memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan air permukaan antara lain: dari segi higienis lebih sehat karena telah mengalami proses filtrasi secara alamiah, kualitas relatif tetap, biaya investasi lebih rendah, dan pemanfaatannya dapat dilakukan di tempat yang membutuhkannya. Namun pengambilan berlebihan tanpa diikuti konservasi air tanah yang maksimal telah menimbulkan krisis air tanah berupa kekosongan air di bawah permukaan tanah. (www.fajar.co.id/read-20120605225251-mengatasi-krisis-air-tanah-dengan-waduk-resapan).

Menurut definisi undang-undang sumber daya air, air tanah merupakan air yang terdapat di dalam lapisan tanah atau batuan dibawah permukaan tanah. Dalam proses peresapan tersebut, air tanah mengalami penyaringan (filtrasi) oleh lapisan-lapisan tanah. Air tanah memiliki kandungan mineral yang cukup tinggi. Sifat dan kandungan mineral air tanah dipengaruhi oleh lapisan tanah yang dilaluinya. Kandungan mineral air tanah antara Na, Mg, Ca, Fe dan O_2 .

Kondisi tanah yang berkapur menyebabkan tingkat kesadahan air tanahnya relative tinggi (keras). Air tanah di daerah berkapur mengandung ion-ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} dalam jumlah yang cukup besar. Kondisi tanah yang mengandung batu granit, air tanahnya memiliki derajat kesadahan yang rendah (lunak) karena mengandung unsur (mineral) CO_2 dan $Mn(HCO_3)$

Air tanah digolongkan menjadi tiga, yaitu air tanah dangkal, air tanah dalam dan mata air. Golongan tersebut berkaitan dengan kualitas, kuantitas dan mineral yang terkandung di air tanah

2.2.4.1. Air Tanah Dangkal

Air tanah dangkal terdapat pada kedalaman kurang lebih 15 meter di bawah permukaan tanah. Jumlah air yang terkandung pada kedalaman ini cukup terbatas. Biasanya hanya digunakan untuk keperluan rumah tangga, seperti minum, mandi dan mencuci. Penggunaan air tanah dangkal berupa sumur berdinding semen maupun sumur bor. Secara fisik, air tanah terlihat jernih dan tidak berwarna (bening) karena telah mengalami proses filtrasi oleh lapisan tanah. Kualitas air tanah dangkal cukup baik dan layak digunakan sebagai bahan baku air minum. Kualitas air tanah dangkal dipengaruhi oleh musim. Pada saat musim hujan, jumlah air tanah dangkal berlimpah, tetapi jumlahnya terbatas saat musim kemarau.

2.2.4.2. Air Tanah Dalam

Air tanah dalam terdapat pada kedalaman 100-300 meter di bawah permukaan tanah. Air tanah dalam berwarna jernih dan sangat baik digunakan sebagai air minum karena telah mengalami proses penyaringan berulang-ulang oleh lapisan tanah. Air tanah dalam memiliki kualitas yang lebih baik dari pada air tanah dangkal. Hal ini disebabkan proses filtrasi air tanah dalam lebih panjang,

lama dan sempurna dibandingkan air tanah dangkal. Kualitas air tanah dalam cukup besar dan tidak terlalu dipengaruhi oleh musim, sehingga air tanah dalam dapat digunakan untuk kepentingan industry dan dapat digunakan dalam jangka waktu yang cukup lama.

2.2.4.3.Mata Air

Mata air adalah air tanah yang keluar langsung dari permukaan tanah. Mata air biasanya terdapat pada lereng gunung, dapat berupa rembesan (mata air rembesan) dan juga yang keluar di daerah dataran rendah (mata air 'umbul'). Mata air memiliki kualitas air ini memiliki kualitas air hampir sama dengan kualitas air tanah dalam dan sangat baik untuk air minum, mata air dapat digunakan untuk keperluan lainnya, seperti mandi dan mencuci. Kualitas air yang dihasilkan oleh mata air cukup banyak dan dapat digunakan untuk kepentingan umum dalam jangka waktu lama. (Sujana Alamsyah. 2009)

2.3. Waduk dan Bendungan

Bendungan adalah bangunan yang dibangun melintang sungai untuk meninggikan muka air dan membuat tampungan air yang lazim disebut waduk. Waduk dibangun untuk berbagai keperluan, bias berfungsi sebagai tugal disebut tunggal guna atau berfungsi lebih dari satu manfaat disebut serbaguna. Waduk dapat berfungsi antara lain pengendalian banjir, irigasi, PLTA, Industri, air minum, perikanan, rekreasi dan lain-lain.

Waduk berfungsi untuk menampung air dan meninggikan muka air. Air tampungan bisa dimanfaatkan untuk jangka waktu tertentu dan keperluan tertentu. Keperluan tersebut bisa hanya satu keperluan yang disebut waduk tunggalguna dan bisa juga untuk berbagai keperluan yang disebut waduk serbaguna. Waduk juga bisa digunakan untuk pengendalian banjir dan dan sedimen. Dipandang dari segi waktu tampungan, waduk bisa dimanfaatkan untuk waduk harian atau waduk tahunan.

Air sungai yang ditampung di waduk bukan merupakan air bersih tetapi sering mengandung sedimen, sehingga pada bagian tampungan waduk perlu disediakan tampungan sedimen. Besarnya tampungan yang dibuat akan

menentukan tinggi bendungan yang harus dibangun. Tetapi keterbatasan dana pembangunan dan keterbatasan topografi perlu menjadi pertimbangan penyediaan tampungan. Dengan kata lain besarnya tampungan harus disesuaikan dengan keterbatasan dana dan kapasitas maksimum yang mungkin bisa dibuat pada suatu lokasi. (Aniek Masrevaniah. 2010)

2.4. Pengolahan Air Baku

Pengolahan air baku terdiri dari 2 (dua) macam yaitu:

- Pengolahan lengkap
- Pengolahan tidak lengkap

2.4.1. Pengolahan Lengkap

Pengolahan lengkap dilakukan apabila air baku tidak memenuhi persyaratan fisis. Umumnya air baku yang tidak memenuhi persyaratan fisis adalah air permukaan, misalnya air danau, air telaga, air sungai dan sebagainya. (Wahono Hadi, 1996)

Proses pengolahan lengkap umumnya mempunyai urutan proses sebagai berikut:

1. Screening

Proses pengambilan benda-benda yang mengapung misalnya ranting pohon, daun-daunan, kertas dan yang lainnya yang terdapat di air baku.

2. Prasedimentasi (pengendapan pendahuluan)

Proses pengendapan untuk memisahkan benda-benda tersuspensi yang terdiri dari pasir kasar, pasir halus dan lumpur yang sangat halus dari air baku. Umumnya memerlukan pengendapan selama 2-3 jam untuk partikel distrit.

3. Koagulasi dan flokulasi

Rangkaian proses pembentukan flok dari koloid yang sukar diendapkan menjadi mudah diendapkan. Umumnya dibutuhkan pembubuhan koagulan dan flokulen.

4. Sedimentasi (pengendapan)

Proses pengendapan untuk memisahkan flok-flok yang sudah terbentuk dari jenis partikel flokulen.

5. Filtrasi

Proses penyaringan untuk memisahkan flok-flok yang tidak mengendap di bak pengendap, disamping itu efisiensi bak pengendap tidak mungkin 100%, diperlukan media seperti antrasit, pasir, kerikil, disamping air pencuci.

6. Netralisasi

Proses pengaturan pH air sehingga tidak agresif dan merusak perpipaan. Diperlukan penambahan bahan kimia misalnya kapur dan lain sebagainya.

7. Desinfeksi

Proses penambahan zat desinfeksi kedalam air sehingga air memenuhi persyaratan bakteriologis. Desinfektan yang umum digunakan adalah zat chlor (dipakai dengan bentuk kaporit)

2.4.2. Pengolahan Tidak Lengkap

Pengolahan tidak lengkap dilakukan apabila air baku kualitasnya sebagian besar telah memenuhi persyaratan dan sebagian kecil belum memenuhi persyaratan. Biasanya air baku yang akan diolah mempunyai karakteristik yang spesifik. Kadangkala pengolahan ini dilakukan untuk tujuan yang khusus dan bisa juga merupakan penunjang dari pengolahan lengkap, jika air permukaan umumnya memerlukan pengolahan lengkap maka pengolahan tak lengkap umumnya diperlukan oleh air tanah.

Proses pengolahan tidak lengkap

1. Rasa dan bau, proses pengolahan rasa dan bau bertujuan untuk mengolah air baku sehingga menjadi tidak berasa dan tidak berbau seperti yang di syaratkan dalam standart kualitas air.
2. Besi dan mangan, proses pengolahan besi dan mangan mempunyai tujuan untuk mengurangi jumlah besi dan mangan yang terdapat di air baku sehingga memenuhi standart kualitas air minum.
3. Kesadahan, ada 2 (dua) macam proses pengolahan kesadahan yaitu dengan pelunakan air (*watter softening*) dan menggunakan penukar ion (*ion exchange*).

4. Penukaran ion, proses ion *exchange* ialah proses penukaran ion antara ion yang terdapat pada zat padat dengan ion yang terdapat pada zat cair dan sebaliknya, sehingga disebut juga pertukaran bolak-balik.
5. Stabilisasi air, air disebut stabil (stimbang) jika sudah jenuh (saturated) dengan CaCO_3 sehingga CaCO_3 tidak mungkin terlarut lagi dan juga mengendap (tempat jenuh).
6. Lumpur endapan, proses air minum biasanya mempunyai hasil sampingan berupa lumpur endapan yang berasal dari presipitasi Fe dan Mn atau presipitasi kesadahan.

2.5. Filtrasi

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

1. Filtrasi adalah suatu pemisahan padatan dan cairan dimana cairan ditempatkan melalui media berpori untuk memisahkan zat padat tersuspensi halus yang mungkin ada. (Reynold, 1981)
2. Filtrasi adalah suatu proses dimana air diupayakan melewati suatu lapisan berpori atau kombinasi bahan berbutir untuk memisahkan zat-zat tersuspensi dan koloid yang ada dalam air. (Al-Layla, 1978)

Filtrasi adalah proses penjernihan atau penyaringan air baku melalui media berbutir porous. Selama melalui media tersebut terjadi pemisahan atau reduksi kandungan material tersuspensi, koloid, bakteri dan organisme lainnya dan mengubah unsur-unsur kimiawi air baku melalui mekanisme filtrasi yang berlangsung di sepanjang filter bed. (Huisman, 1980 dalam Suantari, 2005)

2.5.1. Jenis Filtrasi

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



2.5.1.1. Berdasarkan Kecepatan Aliran, Dapat Dibedakan Menjadi :

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. Dengan kecepatan filtrasi berkisar antara 0,1–0,2 m/jam. Beberapa keuntungan dari slow sand filter adalah,

(R. A. Le Craw, 2003) :

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

Sedangkan kelemahan dari slow sand filter adalah :

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

2.5.1.2. Berdasarkan Arah Alirannya, Dapat Dibedakan Menjadi :

1. Downflow Filter

Adalah proses filtrasi dimana air mengalir secara vertikal/gravitasi dari atas ke bawah. Dimana air yang melalui bak penampung akan mengalir secara gravitasi dari atas ke bawah melalui media berpori yang telah disiapkan.

2. *Upflow Filter*

Adalah proses filtrasi dimana air mengalir secara vertikal dari bawah ke atas. Filtrasi aliran *upflow* memiliki masalah jika *headloss* melebihi berat permukaan media setelah beberapa saat pengoperasian filter, dimana media terfluidisasi. Sehingga menyebabkan lolosnya kembali partikel-partikel yang telah dihilangkan ke dalam *effluent*.

3. *Horizontal Filter*

Adalah proses filtrasi dimana air mengalir secara horizontal. Pada filtrasi aliran *horizontal* memungkinkan penggunaan panjang filter yang tak terbatas tetapi kecepatan filtrasinya lebih rendah dan biasanya pembersihan media dilakukan secara manual.

2.5.1.3. Berdasarkan Tekanan Yang Bekerja Pada Media, Dapat Dibedakan Menjadi :

1. *Gravity Filter*

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

2. *Pressure Filter*

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

2.5.1.4. Penyaringan Langsung (Direct Filtration)

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

2.5.2. 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

Dengan adanya 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). Oleh karena itu efisiensi filter merupakan fungsi karakteristik fisik dari *filter bed*, yang meliputi porositas dan rasi dari kedalaman media terhadap ukuran media.

3. Kualitas (kekeruhan) air baku

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

4. Tinggi muka air dan kehilangan tekanan

Tinggi muka air 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 proses filtrasi.

(<http://herysba.com/2012/02/normal-0-false-false-false-en-us-x-none.html>)



1. Latar Belakang

Keberhasilan dalam dunia kesehatan sangat ditentukan oleh kemampuan tenaga kesehatan dalam memberikan pelayanan kesehatan yang optimal. Untuk itu, diperlukan peningkatan mutu tenaga kesehatan yang dapat meningkatkan pelayanan kesehatan yang optimal.

2. Tujuan dan Maksud

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan pelayanan kesehatan di rumah sakit. Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan pelayanan kesehatan di rumah sakit.

3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan menggunakan teknik pengumpulan data melalui kuisioner yang dibagikan kepada responden.

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan pelayanan kesehatan di rumah sakit adalah faktor-faktor yang berkaitan dengan sumber daya manusia, sarana dan prasarana, serta manajemen rumah sakit.

5. Kesimpulan

Keberhasilan pelayanan kesehatan di rumah sakit sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor yang berkaitan dengan sumber daya manusia, sarana dan prasarana, serta manajemen rumah sakit. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk meningkatkan mutu tenaga kesehatan dan sarana dan prasarana rumah sakit, serta meningkatkan manajemen rumah sakit.



2.5.3. 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, karena proses yang dibutuhkan secara terus-menerus karena resiko adanya clogging atau penyumbatan sangat kecil kemungkinan terjadi.

Dalam sistem *upflow* ini, konsentrasi air limbah dapat diturunkan dengan baik, penggunaan sistem *upflow* ini mempunyai efektifitas yang tinggi dalam penggunaan media, karena larutan akan mengalami kontak secara merata pada setiap bagian dari media dalam kolam.

Filtrasi aliran *upflow* memiliki masalah jika *headloss* melebihi berat permukaan media setelah beberapa saat pengoperasian filter, dimana media terfluidisasi. Sehingga menyebabkan lolosnya kembali partikel-partikel yang telah dihilangkan ke dalam *effluent*.

2.5.4. 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)

2.6. 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, zeolite, 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>)

2.6.1. Batu Kerikil

Batu kerikil juga termasuk dalam jenis batuan sedimen, yaitu sedimen klastis (Clastic). Batuan sedimen klastis/mekanik/fisik merupakan batuan yang terangkut dalam bentuk padat/tidak larut kemudian diendapkan di tempat lain mengalami sedimentasi menjadi batuan sedimen. Berdasarkan besarnya butir-butir dapat digolongkan lagi menjadi :

Table 2.1 kriteria batu krikil

Nama Partikel	Diameter (mm)	Sebutan Endapan Lepas	Sebutan Batuan Gabungan
Batu besar	> 256	Kerikil	Konglomerat
Kerikil kasar	64 - 256	Kerikil	Sedimen
Kerikil halus	2 - 64	Kerikil	Breksi
Pasir	1/16 - 2	Pasir	Batu pasir
Debu	1/256-1/16	Debu	Batu pasir
Liat	< 1/256	Liat	Batu liat, batu lumpur dan shale

(Sumber : Munir, 2003)

Batuan sedimen yang tergolong sedimen klastis ini mempunyai sifat yang koheren, pada umumnya warnanya bervariasi tergantung pada penyusunnya. Biasanya dicirikan oleh sekumpulan batu atau kerikil yang bulat dan kokoh tersusun sedemikian rupa sehingga menjadi satu kesatuan kokoh.

Beberapa sifat lainnya adalah bentuk batuan penyusunnya pada umumnya berbentuk bulat (rounded) yang mencirikan bahwa bahan penyusun tersebut berasal dari tempat yang jauh.

2.6.2. Genteng

Genteng merupakan bagian utama dari suatu bangunan sebagai penutup atap rumah. Fungsi utama genteng adalah menahan panas sinar matahari dan guyuran air hujan. Jenis genteng bermacam-macam, ada genteng beton, genteng tanah liat, genteng keramik, genteng seng dan genteng kayu (sirap). Keunggulan genteng tanah liat (lempung) selain murah, bahan ini tahan segala cuaca, dan lebih ringan dibanding genteng beton. Sedangkan kelemahannya, genteng ini bisa pecah karena kejatuhan benda atau menerima beban tekanan yang besar melebihi kapasitasnya. Kualitas genteng sangat ditentukan dari bahan dan suhu pembakaran, karena hal tersebut akan menentukan daya serap air dan daya tekan genteng.

<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/29922/3/Chapter%20II.pdf>

Pecahan genteng bisa dimanfaatkan sebagai bahan penyerap limbah. Ini merupakan wujud teknologi murah yang implementatif karena pecahan genteng banyak dijumpai di daerah industri pembuatan genteng. Pecahan genteng bisa dimanfaatkan sebagai absorben atau penyerap logam krom limbah penyamakan kulit. Penggerusan, pengayakan, dan penimbangan sampel limbah genteng. Sampel limbah genteng digerus sampai diperoleh ukuran-ukuran limbah genteng kasar dan lembut. Sampel limbah genteng dipisahkan memakai ayakan yang sudah bersih. Percobaan sopsi limbah dengan limbah genteng, dilanjutkan pengujian logam krom menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom dan pengukuran tingkat keasaman. Pemanfaatan pecahan genteng sebagai bahan material penyerap merupakan salah satu teknologi yang murah karena bahan bakunya mudah diperoleh.

http://www.vhrmedia.com/new/berita_detail.php?id=2898

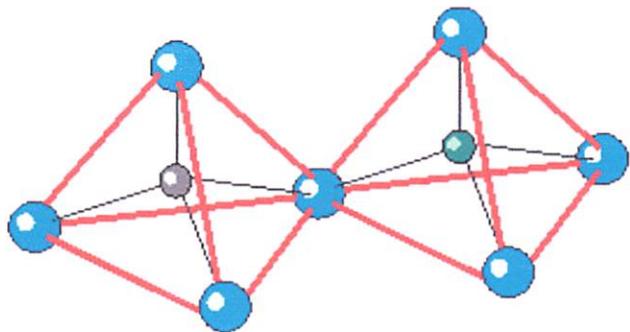
2.6.3. Batu Zeolit

Zeolit merupakan mineral batuan alam yang telah dikenal sejak pertengahan abad ke-18 (1750-an). Ditemukan dalam batuan-batuan beku yang

berongga-rongga akibat gelembung – gelembung cairan magma induk. Nama zeolit berasal dari dua kata Yunani: “Zein” artinya mendidih dan “Lithos” artinya batuan. Jadi, zeolit terbentuk dari cairan panas yang membeku.

Di Indonesia, zeolit ditemukan pada tahun 1985 oleh PPTM Bandung dalam jumlah besar, diantaranya tersebar di beberapa daerah pulau Sumatera dan Jawa. Namun dari 46 lokasi zeolit, baru beberapa lokasi yang ditambang secara intensif antara lain di Bayah, Banten, Cikalong, Tasikmalaya, Cikembar, Sukabumi, Nanggung, Bogor dan Lampung. Pemanfaatan zeolit masih belum banyak diketahui secara luas, yang pada saat ini zeolit di Indonesia dipasarkan masih dalam bentuk alam terutama pada pemupukan bidang pertanian

Zeolit biasanya ditulis dengan rumus kimia oksida atau berdasarkan satuan sel kristal $M_2/nO \cdot aAl_2O_3 \cdot bSiO_2 \cdot cH_2O$ atau $Mc/n \{ (AlO_2)_c(SiO_2)_d \} \cdot bH_2O$. Dimana n adalah valensi logam, a dan b adalah molekul silikat dan air, c dan d adalah jumlah tetrahedra alumina dan silika. Rasio d/c atau SiO_2/Al_2O_3 bervariasi dari 1-5. Zeolit tidak dapat diidentifikasi hanya berdasarkan analisa komposisi kimianya saja, melainkan harus dianalisa strukturnya. Struktur kristal zeolit dimana semua atom Si dan Al dalam bentuk tetrahedra (TO_4) disebut Unit Bangun Primer, zeolit hanya dapat diidentifikasi berdasarkan Unit Bangun Sekunder (UBS).



Gambar 2.1. Tetrahedra Alumina Silika (TO_4) Pada Struktur Zeolit

(Sumber: Las Thamzil, 2005)

Mineral alam zeolit biasanya masih tercampur dengan mineral lainnya seperti kalsit, silica, feldspar dan kuarsa dan ditemukan di daerah sekitar gunung berapi atau mengendap pada daerah sumber air panas (*hot spring*). Zeolit juga

ditemukan sebagai batuan endapan pada bagian tanah jenis basalt dan komposisi kimianya tergantung pada kondisi hidrotermal lingkungan lokal, seperti suhu, tekanan uap air setempat dan komposisi air tanah lokasi kejadiannya. Hal itu menjadikan zeolit dengan warna dan tekstur yang sama mungkin berbeda komposisi kimianya bila diambil dari lokasi yang berbeda, disebabkan karena kombinasi mineral yang berupa partikel halus dengan impurities lainnya. (Sumber: Las Thamzil, 2005)

2.7. 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. Dan memerlukan pengolahan lebih lanjut apabila air baku tersebut kurang memenuhi syarat sebagai air bersih serta harus sesuai dengan standar kualitas air bersih. Beberapa faktor standar kualitas air bersih ditinjau dari segi :

1. Fisik

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

2. Kimia

Yang termasuk dalam standar kualitas air secara kimia yaitu : pH (derajat keasaman), zat padat (total solid), zat organik, 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), cadmium (Cd) dan air raksa (Hg). (Totok Sutrisno, 2006).

2.7.1. Besi (Fe)

Kehadiran Besi dan Mangan di air tanah biasanya ditandai oleh adanya pelarutan dari batuan dan mineral oksida, sulfide karbonat dan silikat-silikat yang mengandung logam Fe dan Mn. Besi juga ada di mineral-mineral silikat dari batuan berapi, pyroxenes, amphiboles dan beberapa mika .Pada air yang tidak mengandung oksigen seperti pada air tanah, besi berada sebagai Fe²⁺ yang cukup dapat terlarut. Sedangkan pada air sungai yang mengalir dan terjadi aerasi, Fe²⁺

teroksidasi menjadi Fe^{3+} , Fe^{3+} ini sulit larut dalam pH 6-8 bahkan dapat ,menjadi ferri hidroksida $Fe(OH)_3$ atau salah satu jenis oksida yang merupakan zat padat dan bisa mengendap (Sumber: Alaerts dan Simestri, 1984). Keberadaan Besi (Fe) yang berlebihan akan menyebabkan rasa tidak enak pada minuman, perkaratan pada pipa dan dapat menyebabkan iritasi pada saluran gastro-intensinal (Totok Sutrisno, 2006).

2.7.2. Kekeruhan

Air dikatakan keruh apabila air tersebut mengandung begitu banyak partikel bahan yang tersuspensi sehingga memberikan warna atau rupa yang berlumpur dan kotor. Bahan-bahan yang menyebabkan kekeruhan ini meliputi : tanah liat, lumpur, bahan-bahan organik yang tersebar secara baik dan partikel-partikel kecil yang tersuspensi lainnya yang mempunyai ukuran 10 nm sampai 10 μ m. Nilai numerik yang menunjukkan kekeruhan didasarkan pada turut campurnya bahan-bahan tersuspensi pada jalannya sinar melalui sampel.

Nilai ini tidak secara langsung menunjukkan banyaknya bahan tersuspensi, tetapi ia menunjukkan kemungkinan penerimaan konsumen terhadap air tersebut. Kekeruhan tidak merupakan sifat dari air yang membahayakan, tetapi ia menjadi tidak disenangi karena rupanya. Kekeruhan tersebut akan mengurangi segi estetika, menyulitkan dalam usaha penyaringan dan akan mengurangi efektifitas usaha desinfeksi (Totok Sutrisno, 2006).

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, menunjukan 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)

2.8. 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)

2.8.1. 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).

2.8.2. Analisis Korelasi

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



Hipotesis

Hipotesis untuk uji korelasi adalah :

$H_0 : = 0$

$H_1 : = 0$

Dimana adalah korelasi antara 2 variabel.

Daerah penolakan

$p\text{-Value} < .$

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

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

2.8.3. Analisis Regresi

Analisis regresi sangat berguna dalam berbagai penelitian antara lain :

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

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

2.8.4. 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).

2.8.4.1. 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

2.8.4.2. 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).



2.8.4. Pengujian Uraian - Eksperimen

Uraian eksperimen merupakan bentuk penyajian yang terstruktur dan sistematis dari hasil penelitian yang telah dilakukan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan yang telah ditentukan sebelumnya. Uraian eksperimen dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu uraian yang bersifat deskriptif dan uraian yang bersifat analitis. Uraian yang bersifat deskriptif hanya melaporkan hasil penelitian yang telah dilakukan, sedangkan uraian yang bersifat analitis akan membahas secara mendalam tentang hasil penelitian yang telah dilakukan.

2.8.4.1. Langkah-langkah dalam Uraian Eksperimen

Uraian eksperimen merupakan bentuk penyajian yang terstruktur dan sistematis dari hasil penelitian yang telah dilakukan. Uraian eksperimen dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu uraian yang bersifat deskriptif dan uraian yang bersifat analitis. Uraian yang bersifat deskriptif hanya melaporkan hasil penelitian yang telah dilakukan, sedangkan uraian yang bersifat analitis akan membahas secara mendalam tentang hasil penelitian yang telah dilakukan.

1. Menentukan permasalahan

2. Menentukan faktor yang diteliti

3. Menentukan faktor yang tidak diteliti

4. Menentukan metode dalam eksperimen

5. Menentukan alat dan bahan

6. Analisis data

7. Menyusun laporan penelitian

2.8.4.2. Analisis of Variance

Analisis of Variance (ANOVA) adalah teknik statistik yang digunakan untuk menguji perbedaan antara dua atau lebih kelompok. ANOVA digunakan untuk menguji apakah ada perbedaan yang signifikan antara dua atau lebih kelompok. ANOVA digunakan untuk menguji apakah ada perbedaan yang signifikan antara dua atau lebih kelompok. ANOVA digunakan untuk menguji apakah ada perbedaan yang signifikan antara dua atau lebih kelompok.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimental untuk menentukan efisiensi filter dengan media batu kerikil, pecahan genteng dan batu zeolit dalam menurunkan kadar besi (Fe) dan kekeruhan pada Air Bendungan Sutami.

3.2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Lingkungan ITN Malang.

3.3. Variabel Penelitian

a. Variabel terikat untuk menurunkan kadar:

1. Kekeruhan
2. Besi (Fe)

b. Variabel bebas :

1. Debit air

Debit air yang digunakan dalam penelitian ini adalah 2 l/menit.

2. Diameter media

Diameter yang digunakan dalam percobaan ini menggunakan (4–6) untuk batu kerikil, (4 – 6) mm untuk pecahan genteng dan (4 – 6) mm untuk batu zeolit,

3. Variasi ketinggian media batu kerikil, pecahan genteng dan batu zeolit yaitu dengan menggunakan sistem tiga media yang susunan variasi medianya sebagai berikut :

- Tinggi 5 cm batu kerikil : 20 cm pecahan genteng : 5 cm batu zeolit (T₁).
- Tinggi 10 cm batu kerikil : 10 cm pecahan genteng : 10 cm batu zeolit (T₂)

- Tinggi 5 cm batu kerikil : 5 cm pecahan genteng : 20 cm batu zeolit (T₃).
 - Tinggi 20 cm batu kerikil : 5 cm pecahan genteng : 5 cm batu zeolit : (T₄).
4. Waktu detensi (Td) 30 menit (laporan skripsi Ketut Putra Widiarta karena efektifitas penurunan kekeruhan 73,59%-98,69%)
 5. Variasi waktu oprasional
 - a. 60 menit
 - b. 90 menit
 - c. 120 menit

3.4. Bahan dan Peralatan Penelitian

3.4.1. Sampel Air

Sampel air yang digunakan di ambil dari Bendungan Sutami, Kecamatan Sumber Pucung, Kabupaten Malang.

3.4.2. Bahan

Pada penelitian ini menggunakan media filter (4 – 6) mm untuk batu kerikil, (4 – 6) mm untuk pecahan genteng dan (4 – 6) mm untuk batu zeolit.

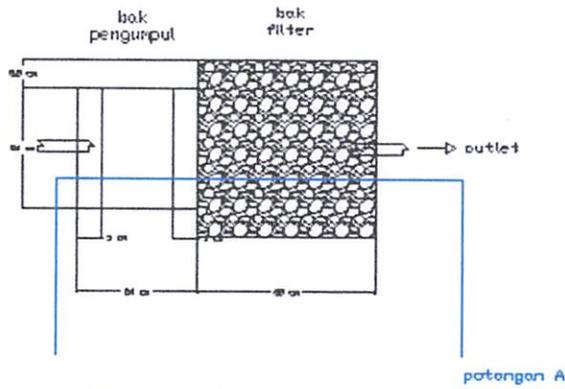
3.4.3. Peralatan

Peralatan yang digunakan terbagi menjadi :

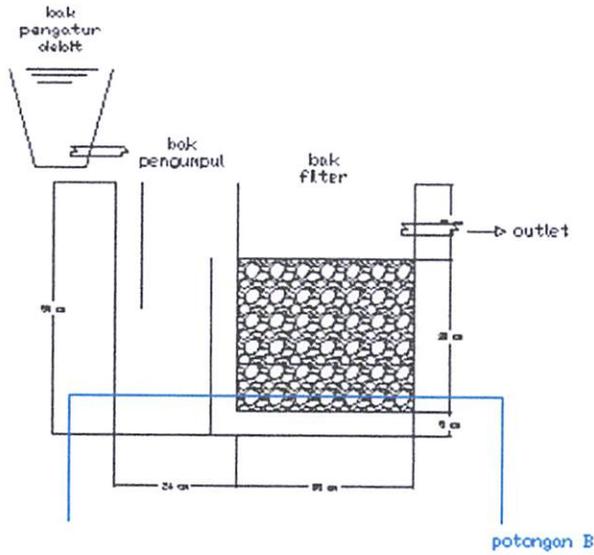
- **Bak Penampung Air**
Berupa bak plastik dengan kapasitas \pm 50 liter yang digunakan untuk menampung sampel air bendungan yang akan diolah. Sampel air bendungan dialirkan reaktor dengan cara grafitasi.
- **Reaktor**
Reaktor filtrasi terdiri dari tiga bak yaitu :
 - a. **Bak Penampung**
Bak penampung berfungsi sebagai stabilitas debit air yang akan masuk menuju ke bak filtrasi

b. Bak Filter

Bak filter berfungsi untuk pemisahan padatan dan cairan dimana cairan ditempatkan melalui media berpori untuk memisahkan zat padat tersuspensi halus yang mungkin ada. (Reynold, 1981)

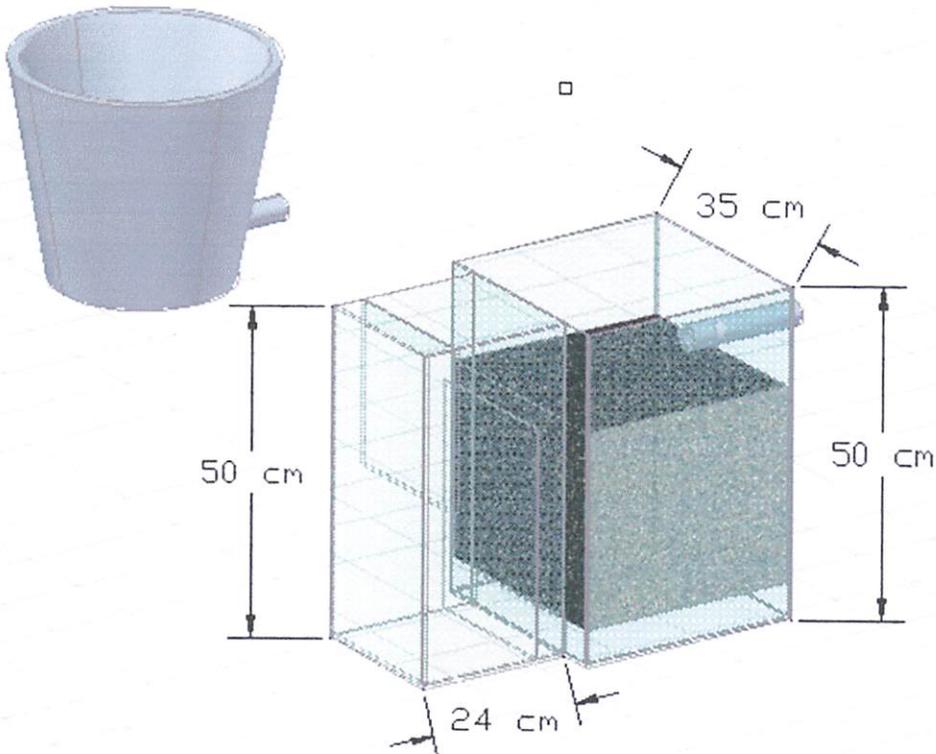


Gambar 3.1 reaktor potongan B



Gambar 3.2 reaktor potongan A





Gambar 3.3 reaktor penelitian

3.5. Tahapan Penelitian

Pada awal tahap penelitian dilakukan analisa pendahuluan untuk mengetahui kondisi awal air Bendungan Sutami yang akan diolah. Parameter yang dianalisa adalah besi (Fe) dan kekeruhan.

3.5.1. Pembuatan Media Filter

- a. Menyiapkan batu zeolit, pecahan genteng dan batu kerikil.
- b. Batu zeolit, pecahan genteng dan batu kerikil yang berupa bongkahan dipecah kecil-kecil dengan alat pemukul.
- c. Memisahkan batu zeolit sesuai dengan diameter media yaitu (4 – 6) mm untuk batu zeolit, untuk pecahan genteng (4 – 6) mm dan (4 – 6) mm untuk batu kerikil.

- d. Setelah di pisahkan sesuai dengan ukuran diameter, maka media siap di aktifasi. Pecahan genteng, batu kerikil dan batu zeolit yang sudah dipisahkan dicuci dengan air bersih lalu dikeringkan.
- e. Kemudian pecahan genteng, batu zeloit dan batu kerikil dipanaskan di dalam oven selama 24 jam pada suhu 300 °C.
- f. Selanjutnya batu zeolite, pecahan genteng dan batu kerikil dikeluarkan dan siap dipakai (Jika masih belum langsung dipakai dapat disimpan di dalam desikator).

3.5.2. Pengendalian Debit

Pada penelitian ini, debit yang digunakan adalah 2 l/menit. Untuk memperoleh debit yang diinginkan maka sebelum percobaan perlu dilakukan tes pendahuluan yaitu dengan cara :

- a. Memutar kran air sesuai dengan debit yaitu 2 l/menit.
- b. Menaruh air yang keluar dari kran pada beker glass.
- c. Menghitung air yang keluar dengan stopwatch selama 1 menit dan menghentikan penampungan.
- d. Jika air dalam beker glass berjumlah kurang atau lebih dari 2 liter dalam waktu 1 menit maka perlu mengulangi pengaturan pembukaan kran.
- e. Namun jika dalam waktu 1 menit dapat menghasilkan air sebanyak 2 liter maka tes pendahuluan berakhir dan bukaan kran dipakai untuk analisa selanjutnya hal ini dilakukan pengulangan sebanyak 2 kali.

3.5.3. Pengoperasian Alat

- a. Alat disusun sesuai dengan yang direncanakan.
- b. Bak filter aliran *upflow* diisi dengan media filter. Dengan variasi ketinggian media filter.
- c. Air bendungan dimasukkan ke dalam bak penampung air yang dilengkapi dengan kran air untuk pengatur debit.
- d. Air yang keluar dari bak penampung akan mengalir ke bak filter aliran *upflow* yang telah diisi media.



- e. Air yang keluar dari proses filtrasi aliran *upflow* kemudian siap untuk di analisa
- f. Melakukan hal yang sama seperti prosedur b, c, d, e dan f dengan mengganti ketinggian media.
- g. Effluent siap untuk dianalisa.

3.6. Analisa Parameter Uji

3.6.1. Analisa Besi (Fe) dan Kekeruhan

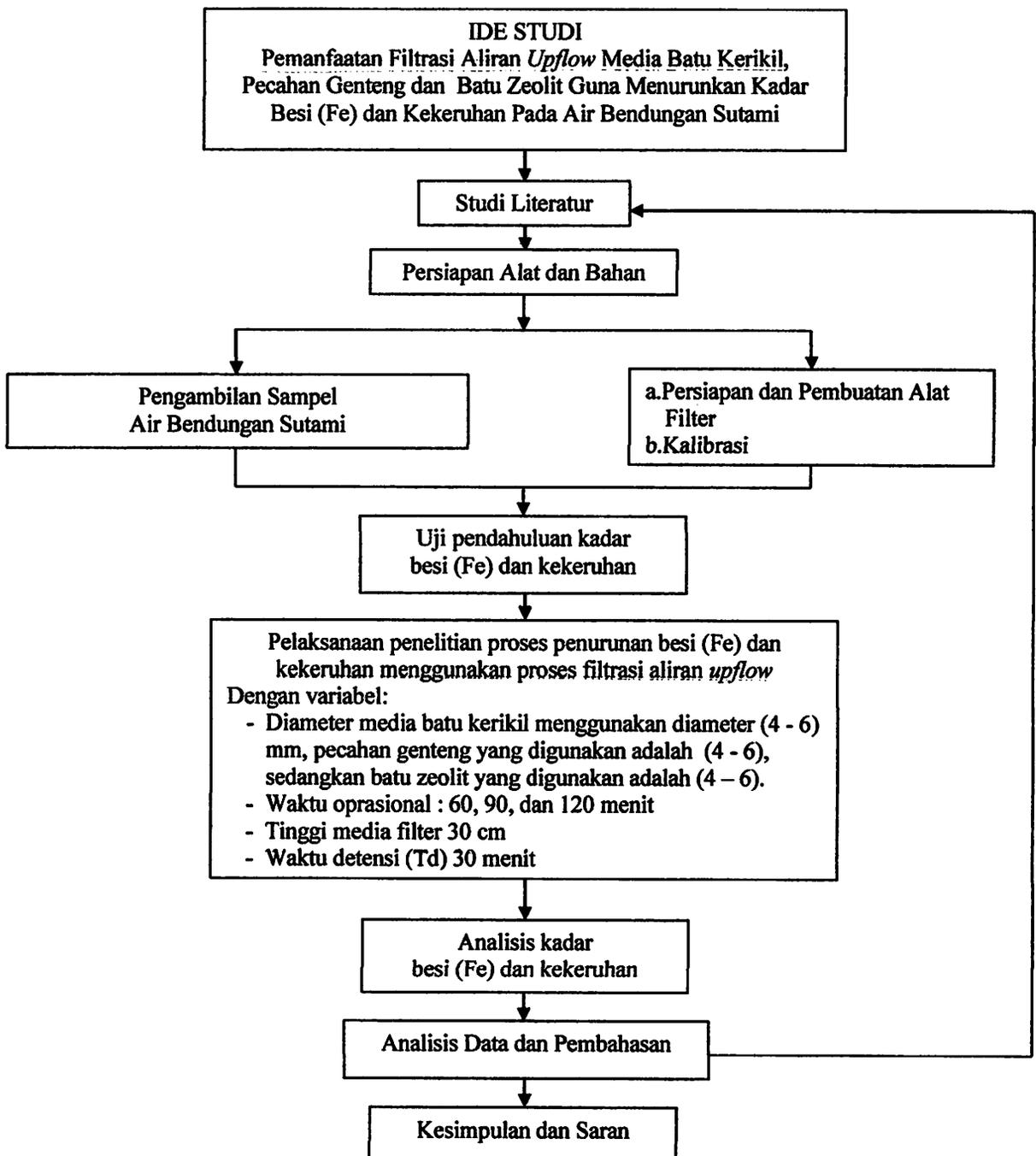
Metode pengukuran yang digunakan untuk analisa kandungan besi (Fe) dan kekeruhan adalah menggunakan metode spektrofotometri, sedangkan alat yang digunakan untuk mengukur kadar besi (Fe) dan kekeruhan adalah spektrofotometer

3.7. Analisa Data

Data yang digunakan adalah dengan replikasi ($n = 3$). Data-data interval yang diperoleh, diolah dengan analisa varians (ANOVA) untuk menguji apakah terdapat perbedaan nilai rata-rata hitung yang signifikan dari penurunan kekeruhan dan besi (Fe) pada setiap tahap perlakuan. Untuk mengetahui hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat digunakan uji korelasi pearson.

3.8. Kerangka Penelitian

Kerangka acuan penelitian dibuat untuk dijadikan pedoman dalam melakukan penelitian. Dari latar belakang yang mendasari pemikiran untuk melakukan penelitian tentang pemanfaatan filtrasi aliran *upflow* media batu kerikil dan batu zeolit guna menurunkan kadar besi (Fe) dan kekeruhan pada air bendungan sutami maka dibuat kerangka penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut :



Gambar 3.3 Kerangka Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Sebelum dilakukan proses pada filtrasi aliran *upflow*, untuk mengetahui karakteristik awal air Bendungan Sutami dilakukan analisa pendahuluan. Analisa pendahuluan ini dimaksud untuk mengetahui konsentrasi awal kekeruhan dan besi (Fe) pada air Bendungan Sutami.

Analisa pendahuluan dilakukan pada awal penelitian pada T0 dimana air sampel belum dimasukkan pada reactor filtrasi aliran *upflow*. Karakteristik awal air Bendungan Sutami dapat dilihat hasilnya pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Nilai Awal Konsentrasi Kekeruhan Dan Besi (Fe)
Pada Air Bendungan Sutami

Parameter	Nilai	Baku mutu *
Kekeruhan	37.2 NTU	5 NTU
Besi (Fe)	0.82 mg/l	0.3 mg/l
TSS	72.7 mg/l	50 mg/l
Kesadahan	145 mg/l	500 mg/l
Deterjen	0.044 mg/l	0.05 mg/l
Mangan (Mn)	1.52 mg/l	0.4 mg/l
Warna	0.35 TCU	15 TCU

* PERMENKES NO 492/MENKES/PER/IV/2010

(Sumber: Hasil Penelitian, 2013)

Berdasarkan hasil penelitian konsentrasi kekeruhan dan besi (Fe) setelah melalui proses filtrasi aliran *upflow* dengan variasi ketinggian media dan waktu operasional dapat dilihat pada tabel 4.2 dan tabel 4.3.

Tabel 4.2 Nilai Akhir Konsentrasi Kekeruhan Pada Air Bendungan Sutami

Variasi Ketinggian Media	Karakteristik Awal (NTU)	Waktu Oprasional (Menit)	Rata-rata (NTU)
T1	37.2	60	23.63
		90	22.30
		120	17.30

T2	37.2	60	25.10
		90	14.97
		120	14.50
T3	37.2	60	25.03
		90	16.57
		120	11.80
T4	37.2	60	10.67
		90	10.67
		120	8.60

(Sumber: Hasil Penelitian, 2013)

Tabel 4.3 Nilai Akhir Konsentrasi Besi (Fe) Pada Air Bendungan Sutami

Variasi Ketinggian Media	Karakteristik Awal (mg/l)	Waktu Oprasional (Menit)	Rata-rata (mg/l)
T1	0.83	60	0.49
		90	0.47
		120	0.34
T2	0.83	60	0.48
		90	0.47
		120	0.45
T3	0.83	60	0.43
		90	0.38
		120	0.26
T4	0.83	60	0.53
		90	0.48
		120	0.46

(Sumber: Hasil Penelitian, 2013)

Keterangan :

- Tinggi 5 cm batu kerikil : 20 cm pecahan genteng : 5 cm batu zeolit (T1).
- Tinggi 10 cm batu kerikil : 10 cm pecahan genteng : 10 cm batu zeolit (T2).
- Tinggi 5 cm batu kerikil : 5 cm pecahan genteng : 20 cm batu zeolit (T3).
- Tinggi 20 cm batu kerikil : 5 cm pecahan genteng : 5 cm batu zeolit : (T4).

Waktu operasional 60 menit, 90 menit dan 120 menit dimulai saat air sampel masuk pada reactor filtrasi aliran *upflow*.



4.2. Analisa Penurunan Kekeruhan

4.2.1. Analisa Deskriptif

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa batu kerikil, pecahan genteng dan batu zeolit sebagai media filtrasi mempunyai kemampuan menurunkan kekeruhan dan besi (Fe). Konsentrasi akhir kekeruhan dan persentase penurunan kekeruhan dapat dilihat pada tabel 4.2 dan tabel 4.4. Dan dapat dibuat grafik seperti pada gambar 4.1.

Sedangkan untuk mengetahui persentase penyisihan Kekeruhan pada tiap variasinya digunakan rumus :

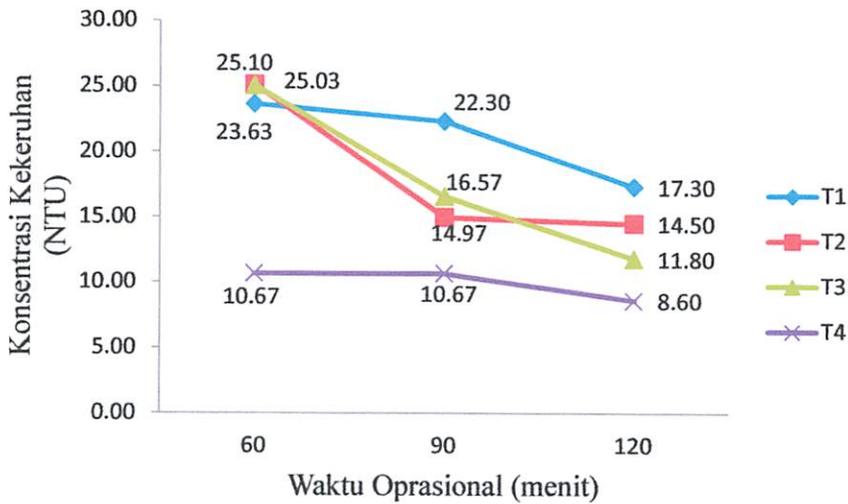
$$\% = \frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{Konsentrasi akhir}}{\text{Konsentrasi awal}} \times 100$$

Perhitungan persentase penyisihan kekeruhan dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4. Persentase Penyisihan Konsentrasi Kekeruhan

Variasi Ketinggian Media	Karakteristik Awal (%)	Waktu Oprasional (Menit)	Rata-rata (%)
T1	37.2	60	36.98
		90	40.53
		120	53.87
T2	37.2	60	33.07
		90	60.09
		120	61.33
T3	37.2	60	33.24
		90	55.82
		120	68.53
T4	37.2	60	71.56
		90	71.56
		120	77.07

(Sumber: Hasil Penelitian, 2013)



Gambar 4.1. Grafik Konsentrasi Akhir Kekeruhan Pada Proses Filtrasi Aliran *Upflow*

Keterangan :

- Tinggi 5 cm batu kerikil : 20 cm pecahan genteng : 5 cm batu zeolit (T1).
- Tinggi 10 cm batu kerikil : 10 cm pecahan genteng : 10 cm batu zeolit (T2).
- Tinggi 5 cm batu kerikil : 5 cm pecahan genteng : 20 cm batu zeolit (T3).
- Tinggi 20 cm batu kerikil : 5 cm pecahan genteng : 5 cm batu zeolit : (T4).

Waktu operasional 60 menit, 90 menit dan 120 menit dimulai saat air sampel masuk pada reactor filtrasi aliran *upflow*.

Berdasarkan tabel 4.2 dan gambar 4.1 menunjukkan bahwa konsentrasi kekeruhan semakin turun. Penurunan konsentrasi kekeruhan dipengaruhi oleh variasi tinggi media dan waktu operasional.

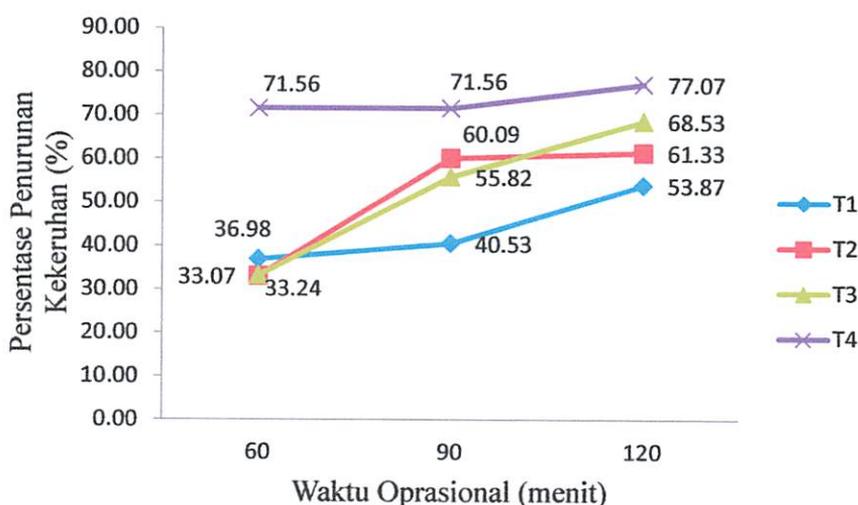
Pada variasi T1 konsentrasi awal dari penurunan kekeruhan menunjukkan nilai 23.63 NTU pada waktu operasional 60 menit. Kemudian semakin bertambahnya waktu operasional konsentrasi kekeruhan mengalami penurunan mencapai 17.70 NTU pada waktu 120 menit.

Pada variasi T2 konsentrasi awal dari penurunan kekeruhan menunjukkan nilai 25.10 NTU pada waktu operasional 60 menit. Kemudian semakin bertambahnya waktu operasional konsentrasi kekeruhan mengalami penurunan mencapai 14.50 NTU pada waktu 120 menit.



Pada variasi T3 konsentrasi awal dari penurunan kekeruhan menunjukkan nilai 25.03 NTU pada waktu oprasional 60 menit. Kemudian semakin bertambahnya waktu oprasional konsentrasi kekeruhan mengalami penurunan mencapai 11.80 NTU pada waktu 120 menit.

Pada variasi T4 konsentrasi awal dari penurunan kekeruhan menunjukkan nilai 10.67 NTU pada waktu oprasional 60 menit. Kemudian semakin bertambahnya waktu oprasional konsentrasi kekeruhan mengalami penurunan mencapai 8.60 NTU pada waktu 120 menit.



Gambar 4.2. Grafik Persentase Penurunan Konsentrasi Akhir Kekeruhan Pada Proses Filtrasi Aliran *Upflow*

Pada variasi T1 persentase awal dari persentase penurunan kekeruhan menunjukkan nilai 36.98 % pada waktu oprasional 60 menit. Kemudian semakin bertambahnya waktu oprasional persentase penurunan konsentrasi kekeruhan mengalami kenaikan mencapai 53.87 % pada waktu 120 menit.

Pada variasi T2 persentase awal dari persentase penurunan kekeruhan menunjukkan nilai 33.07 % pada waktu oprasional 60 menit. Kemudian semakin bertambahnya waktu oprasional persentase penurunan konsentrasi kekeruhan mengalami kenaikan mencapai 61.33 % pada waktu 120 menit.

Pada variasi T3 persentase awal dari persentase penurunan kekeruhan menunjukkan nilai 33.24 % pada waktu oprasional 60 menit. Kemudian semakin

bertambahnya waktu oprasional persentase penurunan konsentrasi kekeruhan mengalami kenaikan mencapai 68.53 % pada waktu 120 menit.

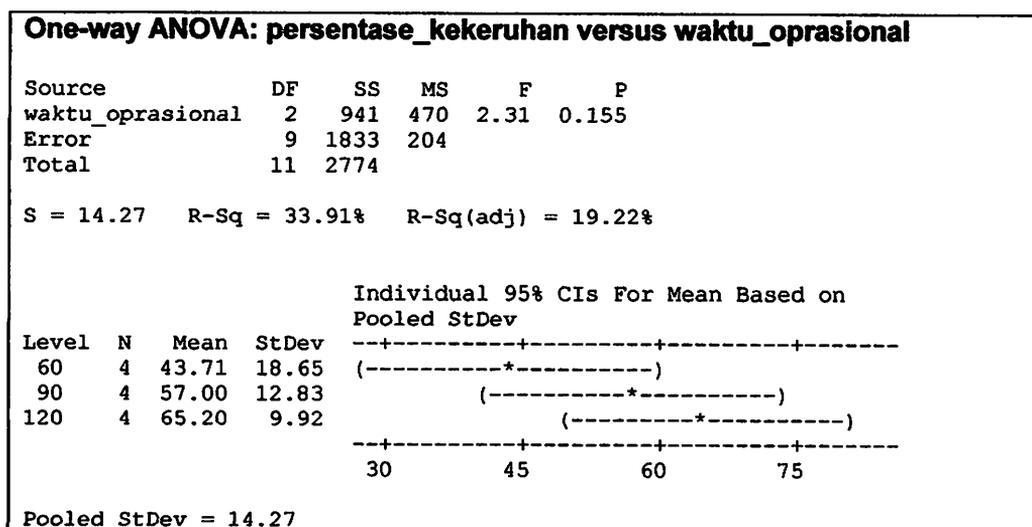
Pada variasi T4 persentase awal dari persentase penurunan kekeruhan menunjukkan nilai 71.56 % pada waktu oprasional 60 menit. Kemudian semakin bertambahnya waktu oprasional persentase penurunan konsentrasi kekeruhan mengalami kenaikan mencapai 77.07 % pada waktu 120 menit.

Berdasarkan tabel 4.4 menunjukkan bahwa kemampuan persentase penurunan konsentrasi kekeruhan dengan proses filtrasi aliran *upflow* didapatkan hasil 33.24 % - 77.07%. Kemampuan persentase penurunan terbesar adalah 77.07 % pada variasi tinggi media T4 pada waktu oprasional 120 menit. Sedangkan persentase penurunan terkecil sebesar 33.24 % pada variasi tinggi T3 pada waktu oprasional 60 menit.

4.2.2. Analisa ANOVA

Untuk mengetahui ada atau tidak pengaruh variasi waktu operasional dan perbandingan ketinggian media batu kerikil, pecahan genteng dan batu zeolit dalam persentase penurunan kekeruhan, maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA satu faktor. Hasil uji tersebut dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.5 Hasil Uji ANOVA Satu Faktor Untuk Pengaruh Variasi Waktu Operasional Terhadap Pengaruh Penurunan Konsentrasi Kekeruhan



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

Hipotesis :

- H0 = Ke-3 Variasi adalah tidak berbeda nyata/identik
- H1 = Ke-3 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 oprasional didapat $F(0,05.2.9) = 4.26$. Nilai F hitung output waktu oprasional sebesar 2.31. Nilai probabilitas waktu oprasional adalah 0.115.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu oprasional adalah menerima hipotesis awal (H0) dan menolak hipotesis alternatif (H1) karena nilai F hitung < F tabel dan nilai P > 0,05. Artinya bahwa persentase penurunan kekeruhan dalam perlakuan tersebut memang identik atau terdapat perbedaan yang tidak signifikan (Iriawan dan Astuti, 2006).

Tabel 4.6 Hasil Uji ANOVA Satu Faktor Untuk Pengaruh Variasi Tinggi Media Terhadap Pengaruh Penurunan Konsentrasi Kekeruhan

One-way ANOVA: persentase_kekeruhan versus ketinggian_media					
Source	DF	SS	MS	F	P
ketinggian_media	3	1446	482	2.90	0.101
Error	8	1328	166		
Total	11	2774			

S = 12.88 R-Sq = 52.13% R-Sq(adj) = 34.18%

				Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev	
Level	N	Mean	StDev	-----+-----+-----+-----+-----	
1	3	43.79	8.91	(------*-----)	
2	3	51.50	15.97	(-----*-----)	

3	3	52.53	17.87	(-----*-----)
4	3	73.40	3.18	(-----*-----)
				-----+-----+-----+-----
				32 48 64 80
Pooled StDev = 12.88				

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

Hipotesis :

- H0 = Ke-4 Variasi adalah tidak berbeda nyata/identik
- H1 = Ke-4 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 oprasional didapat $F(0,05.3.9) = 3.86$. Nilai F hitung output tinggi media sebesar 2.90. Nilai probabilitas tinggi media adalah 0.101.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu oprasional adalah menerima hipotesis awal (H0) dan menolak hipotesis alternatif (H1) karena nilai F hitung < F tabel dan nilai P > 0,05. Artinya bahwa persentase penurunan kekeruhan dalam perlakuan tersebut memang identik atau terdapat perbedaan yang tidak signifikan.

4.2.3. Analisa Korelasi

Untuk mengetahui ada atau tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara variabel yang diamati, maka digunakan analisa korelasi. Hasil analisa korelasi dapat dilihat pada tabel 4.8. Dimana terdapat kalsifikasi nilai pearson korelasi



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://www.setabasri01./2011/04/uji-korelasi-pearson.html>)

Tabel 4.8. Hasil Uji Korelasi Untuk Pengaruh Variasi Waktu Oprasional Dan Tinggi Media Terhadap Persentase Penurunan Konsentrasi Kekeruhan

Correlations: %_Penurunan_kekeruhan, Waktu_oprasional, Tinggi_media		
	%_Penurunan_kekeruhan	Waktu_oprasional
Waktu_oprasional	0.577 0.049	
Tinggi_media	0.661 0.019	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 waktu oprasional adalah sebesar 0.577. Karena nilai korelasi antara % penurunan kekeruhan dengan variasi waktu oprasional adalah sebesar 0.577 yaitu dapat dilihat pada tabel 4.6, maka dapat disimpulkan bahwa antara % penurunan kekeruhan dengan variasi waktu oprasional secara statistik memiliki hubungan 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 4.6 memperlihatkan bahwa nilai p-value dari variasi waktu oprasional adalah $0,049 < \alpha$ ($5\% = 0.05$). Karena p-value lebih kecil dari α ($5\% = 0.05$), maka keputusannya 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 tinggi media adalah sebesar 0.661. Karena nilai korelasi antara % penurunan kekeruhan dengan variasi tinggi media adalah sebesar 0.661 yaitu dapat dilihat pada tabel 4.6, maka dapat disimpulkan bahwa antara % penurunan kekeruhan dengan variasi tinggi media 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 4.8 memperlihatkan bahwa nilai p- value dari variasi tinggi media 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 tinggi media.

4.3. Analisa Penurunan Besi (Fe)

4.3.1. Analisa Deskriptif

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa batu kerikil, pecahan genteng dan batu zeolit sebagai media filtrasi mempunyai kemampuan menurunkan kekeruhan dan besi (Fe). Konsentrasi akhir kekeruhan dan persentase penurunan konsentrasi besi (Fe) dapat dilihat pada tabel 4.3 dan tabel 4.5. Dan dapat dibuat grafik seperti pada gambar 4.1.

Sedangkan untuk mengetahui persentase penyisihan Kekeruhan pada tiap variasinya digunakan rumus :

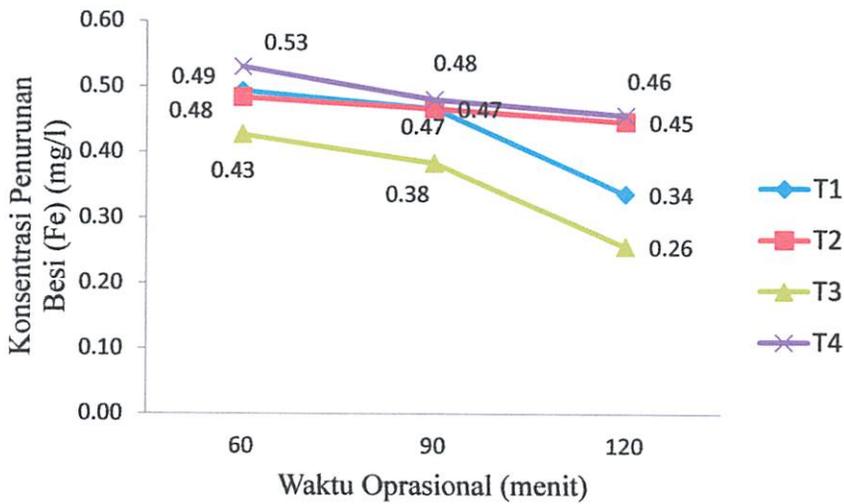
$$\% = \frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{Konsentrasi akhir}}{\text{Konsentrasi awal}} \times 100$$

Perhitungan persentase penyisihan kekeruhan dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.11. Persentase Penyisihan Konsentrasi Besi (Fe)

Variasi Ketinggian Media	Karakteristik Awal (%)	Waktu Oprasional (Menit)	Rata-rata (%)
T1	0.83	60	40.56
		90	43.78
		120	59.44
T2	0.83	60	41.77
		90	43.76
		120	46.18
T3	0.83	60	48.59
		90	53.82
		120	69.08
T4	0.83	60	36.14
		90	42.17
		120	44.98

(Sumber: Hasil Penelitian, 2013)



Gambar 4.3. Grafik Konsentrasi Akhir Besi (Fe) Pada Proses Filtrasi Aliran *Upflow*

Keterangan :

- Tinggi 5 cm batu kerikil : 20 cm pecahan genteng : 5 cm batu zeolit (T1).
- Tinggi 10 cm batu kerikil : 10 cm pecahan genteng : 10 cm batu zeolit (T2).
- Tinggi 5 cm batu kerikil : 5 cm pecahan genteng : 20 cm batu zeolit (T3).
- Tinggi 20 cm batu kerikil : 5 cm pecahan genteng : 5 cm batu zeolit : (T4).

Waktu operasional 60 menit, 90 menit dan 120 menit dimulai saat air sampel masuk pada reactor filtrasi aliran *upflow*.

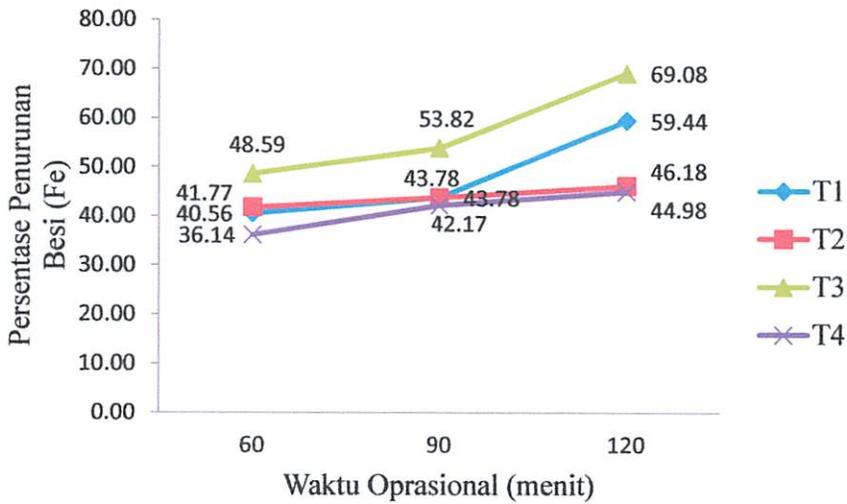
Berdasarkan tabel 4.3 dan gambar 4.3 menunjukkan bahwa konsentrasi besi (Fe) semakin turun. Penurunan konsentrasi besi (Fe) dipengaruhi oleh variasi tinggi media dan waktu oprasional.

Pada variasi T1 konsentrasi awal dari penurunan besi (Fe) menunjukkan nilai 0.49 mg/l pada waktu oprasional 60 menit. Kemudian semakin bertambahnya waktu oprasional konsentrasi besi (Fe) mengalami penurunan mencapai 0.34 mg/l pada waktu 120 menit.

Pada variasi T2 konsentrasi awal dari penurunan besi (Fe) menunjukkan nilai 0.48 mg/l pada waktu oprasional 60 menit. Kemudian semakin bertambahnya waktu oprasional konsentrasi besi (Fe) mengalami penurunan mencapai 0.45 mg/l pada waktu 120 menit.

Pada variasi T3 konsentrasi awal dari penurunan besi (Fe) menunjukkan nilai 0.43 mg/l pada waktu oprasional 60 menit. Kemudian semakin bertambahnya waktu oprasional konsentrasi besi (Fe) mengalami penurunan mencapai 0.26 mg/l pada waktu 120 menit.

Pada variasi T4 konsentrasi awal dari penurunan besi (Fe) menunjukkan nilai 0.53 mg/l pada waktu oprasional 60 menit. Kemudian semakin bertambahnya waktu oprasional konsentrasi besi (Fe) mengalami penurunan mencapai 0.46 mg/l pada waktu 120 menit.



Gambar 4.4. Grafik Persentase Penurunan Konsentrasi Akhir Besi (Fe) Pada Proses Filtrasi Aliran *Upflow*

Pada variasi T1 persentase awal dari persentase penurunan besi (Fe) menunjukkan nilai 40.56 % pada waktu oprasional 60 menit. Kemudian semakin bertambahnya waktu oprasional persentase penurunan konsentrasi besi (Fe) mengalami kenaikan mencapai 59.44 % pada waktu 120 menit.

Pada variasi T2 persentase awal dari persentase penurunan besi (Fe) menunjukkan nilai 41.77 % pada waktu oprasional 60 menit. Kemudian semakin bertambahnya waktu oprasional persentase penurunan konsentrasi besi (Fe) mengalami kenaikan mencapai 46.18 % pada waktu 120 menit.

Pada variasi T3 persentase awal dari persentase penurunan besi (Fe) menunjukkan nilai 48.59 % pada waktu oprasional 60 menit. Kemudian semakin bertambahnya waktu oprasional persentase penurunan konsentrasi besi (Fe) mengalami kenaikan mencapai 69.08 % pada waktu 120 menit.

Pada variasi T4 persentase awal dari persentase penurunan besi (Fe) menunjukkan nilai 36.14 % pada waktu oprasional 60 menit. Kemudian semakin bertambahnya waktu oprasional persentase penurunan konsentrasi besi (Fe) mengalami kenaikan mencapai 44.98 % pada waktu 120 menit.

Berdasarkan tabel 4.5 menunjukkan bahwa kemampuan persentase penurunan konsentrasi kekeruhan dengan proses filtrasi aliran *upflow* didapatkan

hasil 36.14 % - 69.08 %. Kemampuan persentase penurunan terbesar adalah 69.08 % pada variasi tinggi media T3 pada waktu oprasional 120 menit. Sedangkan persentase penurunan terkecil sebesar 36.14 % pada variasi tinggi T4 pada waktu oprasional 60 menit

4.3.2. Analisa ANOVA

Untuk mengetahui ada atau tidak pengaruh variasi waktu operasional dan perbandingan ketinggian media batu kerikil, pecahan genteng dan batu zeolit dalam persentase penurunan besi (Fe), maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA satu faktor. Hasil uji tersebut dapat dilihat pada tabel 4.11.

Tabel 4.12 Hasil Uji ANOVA Satu Faktor Untuk Pengaruh Variasi Waktu Oprasional Terhadap Pengaruh Penurunan Konsentrasi Besi (Fe)

One-way ANOVA: persentase_besi versus waktu_oprasional.					
Source	DF	SS	MS	F	P
waktu_oprasional	2	362.2	181.1	2.90	0.106
Error	9	561.4	62.4		
Total	11	923.6			

S = 7.898 R-Sq = 39.21% R-Sq(adj) = 25.71%

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev	
60	4	41.765	5.153	-----+-----+-----+-----+ (-----*-----)	
90	4	45.888	5.343	(-----*-----)	
120	4	54.920	11.491	-----+-----+-----+-----+ (-----*-----)	
				40.0	48.0 56.0 64.0

Pooled StDev = 7.898

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

Hipotesis :

- H0 = Ke-3 Variasi adalah tidak berbeda nyata/identik
- H1 = Ke-3 Variasi adalah berbeda nyata/tidak identik

Dasar pengambilan keputusan :

- Jika statistik hitung (angka F output) > statistik tabel (tabel F), H0 ditolak.

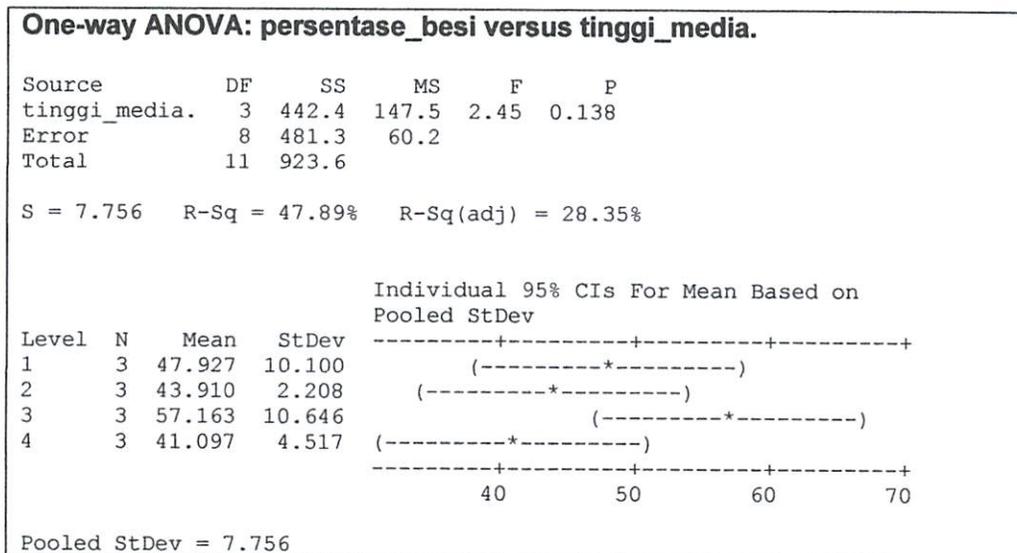
- Jika statistik hitung (angka F output) < statistik tabel (tabel F), H₀ diterima.
- Jika statistik hitung (angka P output) > α 5% (0.05), Tidak Signifikan
- Jika statistik hitung (angka P output) < α 5% (0.05), Signifikan

Keputusan:

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari tabel distribusi F, waktu oprasional didapat $F(0,05.2.9) = 4.26$. Nilai F hitung output waktu operasional sebesar 2.90. Nilai probabilitas waktu oprasional adalah 0.106.

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

Tabel 4.13 Hasil Uji ANOVA Satu Faktor Untuk Pengaruh Variasi Tinggi Media 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-4 Variasi adalah tidak berbeda nyata/identik



- $H_1 = K_{e-4}$ 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

Keputusan:

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari tabel distribusi F, waktu oprasional didapat $F(0,05,3,8) = 4.07$. Nilai F hitung output tinggi media sebesar 2.45. Nilai probabilitas tinggi media adalah 0.138.

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

4.3.3. Analisa Korelasi

Untuk mengetahui ada atau tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara variabel yang diamati, maka digunakan analisa korelasi. Hasil analisa korelasi dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel 4.14. Hasil Uji Korelasi Untuk Pengaruh Variasi Waktu Oprasional Dan Tinggi Media Terhadap Persentase Penurunan Konsentrasi Besi (Fe)

Correlations: %_Penurunan_besi, Waktu_oprasional., Tinggi_media.		
	%_Penurunan_besi	Waktu_oprasional
Waktu_oprasional	0.612 0.034	
Tinggi_media.	-0.092 0.776	0.000 1.000
Cell Contents: Pearson correlation P-Value		

Hasil analisis dari tabel 4.7 menunjukkan bahwa nilai korelasi antara % penurunan besi (Fe) dengan variasi waktu oprasional adalah sebesar 0.612. Karena nilai korelasi antara % penurunan kekeruhan dengan variasi waktu

operasional adalah sebesar 0.612 yaitu dapat dilihat pada tabel 4.6, maka dapat disimpulkan bahwa antara % penurunan kekeruhan dengan variasi waktu operasional secara statistik memiliki hubungan 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 4.12 memperlihatkan bahwa nilai p-value dari variasi waktu operasional adalah $0,034 < \alpha$ (5% = 0.05). Karena p-value lebih kecil dari α (5% = 0.05), maka keputusannya ada korelasi (cukup) antara % penurunan kekeruhan dengan variasi waktu operasional.

Hasil analisis dari tabel 4.12 menunjukkan bahwa nilai korelasi antara % penurunan besi (Fe) dengan variasi tinggi media adalah sebesar -0.092. Karena nilai korelasi antara % penurunan besi (Fe) dengan variasi tinggi media adalah sebesar -0.092 yaitu dapat dilihat pada tabel 4.6, maka dapat disimpulkan bahwa antara % penurunan besi (Fe) dengan variasi tinggi media secara statistik memiliki korelasi yang sangat lemah. 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 4.12 memperlihatkan bahwa nilai p-value dari variasi tinggi media adalah $0,776 > \alpha$ (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 variasi tinggi media.

4.4. Pembahasan

4.4.1. Penurunan Konsentrasi Kekeuhan

Dari hasil penelitian yang sudah diperoleh, proses filtrasi aliran *upflow* dengan variasi ketinggian media dan waktu operasional terbukti dapat menurunkan konsentrasi kekeuhan. Kemampuan persentase penurunan konsentrasi kekeuhan melalui proses filtrasi aliran *upflow* berkisar antara 33.24 % sampai 77.07 %. Dari gambar 4.2 menunjukkan bahwa persentase penurunan konsentrasi kekeuhan tertinggi sebesar 77.07 % yaitu pada variasi ketinggian media T4 pada waktu oprasional 120 menit. Sedangkan kemampuan penurunan terkecil sebesar 33.24 % pada variasi ketinggian media T3 pada waktu oprasional 60 menit.

Nilai penurunan konsentrasi kekeuhan berbeda-beda untuk setiap variasinya. Dalam penelitian ini tentang filtrasi aliran *upflow* penurunan konsentrasi kekeuhan dipengaruhi oleh tinggi media dan waktu oprasional. Selain itu (L. Huisman dalam I Kadek 2006) menyatakan faktor-faktor yang mempengaruhi filtrasi itu sendiri adalah debit, diameter media, waktu operasional dan variasi tinggi media. Penggunaan diameter media yang kecil, mempunyai permukaan yang semakin luas. Dengan luasnya permukaan tersebut pori-pori yang ada akan semakin banyak, sehingga kemampuan untuk menyerap kekeuhan semakin tinggi (Suantari, 2005). Persentase penurunan kekeuhan tertinggi sebesar 77.07% pada variasi tinggi media T4. Hal ini di sebabkan karena komposisi tinggi media memiliki kemampuan untuk menurunkan kekeuhan dibanding variasi tinggi media lainnya.

Media batu kerikil mempunyai kapasitas adsorpsi, stukturnya yang bersudut dan daya serap yang tinggi, sehingga partikel-partikel yang berukuran besar dapat disaring atau diendapkan lebih banyak. Disamping itu kekasaran media pada batu kerikil juga berpengaruh, dimana dilihat dari segi fisik pada proses filtrasi selain terjadi pengendapan pada bak stabilitas debit juga terjadi pengendapan pada media filter yaitu partikel-partikel banyak yang menempel pada media batu kerikil. Sedangkan pada pecahan genteng dan batu zeolit dapat menyaring partikel yang lebih kecil yang tidak dapat tersaring oleh batu kerikil,

hal ini dikarenakan permukaan media pecahan genteng dan batu zeolit lebih halus serta daya serapnya juga lebih rendah dari batu kerikil. sehingga hanya mampu menyaring sisa partikel pada media batu kerikil. Dengan demikian variasi tinggi media T4 lebih banyak didapatkan penurunan kekeruhan yang sebagian besar dipengaruhi oleh kandungan maupun daya serap yang dimiliki oleh media batu kerikil, pecahan genteng dan batu zeolit.

Selama proses filtrasi aliran *upflow* terjadi pengendapan pada saat sampel masuk dalam bak stabilitas debit, sehingga terjadi pengurangan partikel tersuspensi. Pada proses filtrasi semua butiran media dapat menjadi tempat pengendapan. I Kadek, (2006) menyatakan selain waktu operasional debit juga berpengaruh terhadap penurunan kekeruhan. Debit yang kecil akan menyebabkan waktu kontak kontaminan dengan media akan semakin lama. Sehingga penyerapan kekeruhan oleh batu kerikil, pecahan genteng dan batu zeolit akan lebih optimal sedangkan waktu operasional juga mempengaruhi penurunan kekeruhan, semakin lama waktu operasional maka banyaknya partikel-partikel penyebab kekeruhan akan terendapkan sehingga kualitas effluent akan semakin baik, hal ini terjadi karena rongga antar partikel-partikel media belum jenuh (Anita Arumsari.1994). Penurunan kekeruhan tertinggi didapat pada waktu operasional 120 menit. Nisaul, (2002). Menyatakan kekeruhan terjadi karena adanya zat tersuspensi seperti zat organik, lumpur, lempung, plankton, koloid serta zat-zat halus lainnya. Fe^{3+} dan Mn^{4+} merupakan bentuk presipitat yang dapat menyebabkan terjadinya kekeruhan. Penyisihan kadar Fe^{3+} dan Mn^{4+} pada air baku dapat memberikan kontribusi pada penyisihan kadar kekeruhan pada air terolah. Dhevy, (2005) menyatakan bahwa konsentrasi kekeruhan akan naik jika media sudah mengalami *clogging* (penyumbatan) dan daya serap dari pori-pori semakin turun. karena setelah beberapa waktu tertentu filter beroperasi dan mencapai efisiensi maksimum maka secara berangsur-angsur efisiensi filter akan mengalami penurunan.

Menurut PERATURAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR 492 /MENKES /PER/IV/2010 kadar kekeruhan yang diperbolehkan 5 NTU. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi akhir

kekeruhan diatas baku mutu yang ditetapkan yaitu sebesar 8.6 NTU, maka air Bendungan Sutami tidak layak digunakan sebagai air minum.

4.4.2. Penurunan Konsentrasi Besi (Fe)

Dari hasil penelitian yang sudah diperoleh, proses filtrasi aliran *upflow* dengan variasi ketinggian media dan waktu operasional terbukti dapat menurunkan konsentrasi besi (Fe). Kemampuan penurunan konsentrasi besi (Fe) melalui proses filtrasi aliran *upflow* berkisar antara 36.14 % sampai 69.08 %. Dari gambar 4.4 menunjukkan bahwa persentase penurunan besi (Fe) tertinggi sebesar 69.08 % yaitu pada variasi tinggi media T3 pada waktu oprasional 120 menit. Sedangkan kemampuan persentase penurunan terkecil sebesar 36.14 % pada variasi tinggi media T4 pada waktu oprasional 60 menit.

Menurut Aprian, (2004) menyatakan kandungan besi (Fe) dalam air menyebabkan warna dalam air. Oleh sebab itu besi (Fe) dapat disisihkan dengan penyaringan. Hal itu disebabkan oleh pengendapan senyawa besi (Fe) pada media filter. Sehingga batu kerikil dan pecahan genteng dalam penelitian ini digunakan untuk menurunkan warna atau kekeruhan pada air Bendungan Sutami.

Persentase penurunan besi (Fe) tertinggi sebesar 69.08 %. Hal ini di sebabkan karena komposisi tinggi media pada T3 memiliki kemampuan untuk menurunkan besi (Fe) dibanding media lainnya. Hal ini dikarenakan komposisi variasi tinggi media (T3) lebih banyak menggunakan batu zeolit. dari variasi tinggi media tersebut batu zeolit digunakan untuk menurunkan kadar besi (Fe). Dimana Dapat dijelaskan bahwa pori atau rongga zeolit merupakan tabung reaksi, tempat terjadi proses pertukaran ion (E. V. Vansant, 1990). Ion-ion penukar masing-masing mempunyai potensial ionik dan rongga zeolit pun mempunyai potensial ionik juga. Kation-kation yang dapat dipertukarkan dari zeolit, tidak terikat secara kuat di dalam kerangka tetrahedral zeolit, sehingga dengan mudah akan dilepaskan atau dipertukarkan (Barrer dan Klinowsky, dalam Riska Rahesti 2004). Yashinta (2006) mengatakan bahwa jika tinggi media semakin tinggi maka semakin banyak pori yang tersedia, sehingga bila terjadi kontak maka kesempatan untuk pertukaran kation yang terdapat dalam zeolit dan kation yang terdapat di air sumur akan semakin banyak.

Dapat dijelaskan disini bahwa waktu oprasional memiliki pengaruh terhadap pertukaran ion. Jika waktu oprasional semakin lama, maka kesempatan bagi ion-ion untuk melakukan pertukaran semakin besar. Namun demikian suatu saat kemampuan pertukaran ion dari zeolit akan menurun bahkan bisa habis. Hal ini disebabkan zeolit sudah mempertukarkan semua ion Na^+ yang dimilikinya sehingga reaksi pertukaran ion akan terhenti. Pada saat seperti ini zeolit dikatakan telah mencapai titik jenuh (*exhausted*), sehingga harus dilakukan regenerasi menggunakan larutan yang mengandung ion Na^+ , seperti NaCl (Ronald. C. Sims dan Ervin Hindin, dalam Agus Budi 1999).

Menurut PERATURAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR 492 /MENKES /PER/IV/2010 kadar besi (Fe) yang diperbolehkan 0.3 mg/l. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi akhir kekeruhan diatas baku mutu yang ditetapkan yaitu sebesar 0.26 mg/l, maka air Bendungan Sutami layak digunakan sebagai air minum.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

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

1. Proses filtrasi aliran *upflow* dengan media batu kerikil, pecahan genteng dan batu zeolit efektif dalam menurunkan kadar kekeruhan dan besi (Fe), dengan nilai efektifitas penurunan konsentrasi kekeruhan sebesar 33.07 % - 77.07 % pada variasi ketinggian T4 pada waktu 120 menit. Sedangkan penurunan konsentrasi besi (Fe) sebesar 40.56 % - 69.08 % pada variasi ketinggian media T3 pada waktu 120 menit.
2. Nilai penurunan konsentrasi kekeruhan diperoleh pada variasi ketinggian media T4 pada waktu 120 menit dengan nilai konsentrasi penurunan kekeruhan paling kecil sebesar 8.60 NTU. Sedangkan konsentrasi penurunan besi (Fe) diperoleh pada variasi ketinggian media T3 pada waktu 120 menit dengan nilai persentase penurunan konsentrasi besi (Fe) paling kecil sebesar 0.38 NTU.

5.2. Saran

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

1. Mencoba memvariasikan media filter dengan media yang lain dan dengan variasi diameter media yang berbeda.
2. Memodifikasi alat agar memiliki kemampuan untuk menurunkan kandungan-kandungan lain yang terdapat pada air Bendungan Sutami sehingga air sungai layak digunakan sebagai air bersih. Dan proses filtrasi aliran *upflow* bisa dipakai sebagai pretreatment sebelum masuk pada pengolahan lebih lanjut dengan menambah interval waktu operasional sehingga dapat diketahui secara pasti pada waktu berapa menit media mengalami clogging sehingga media dapat diganti dengan yang baru.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G dan Sri Santika S. 1984. **Metode Penelitian Air**. Usaha Nasional. Surabaya.
- Al-Layla, M. Anis, Shamim Ahmad And E. Joe Middlebrooks. 1977. **Water Supply Engineering Design**. Ann Arbor Science. Michigan.
- Alamsyah, Sujana. 2009. **Merakit Sendiri Alat Penjernih Air Untuk Rumah Tangga**. PT Kawan Pustaka. Jakarta
- 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.iwaterfilter.com/2012/10/media-filter-air-yang-bagus.html>). diakses tanggal 25 Maret 2013, jam 23:40 WIB
- Anonim. 2013. (<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/29922/3/Chapter%20II.pdf>). di akses tanggal 17 Mei 2013, jam 21:17 WIB
- Anonim. 2013. (www.fajar.co.id/read-20120605225251-mengatasi-krisis-air-tanah-dengan-waduk-resapan). diakses 25 Maret 2013, jam 21:00 WIB
- Anonim. 2013. (http://www.vhrmedia.com/new/berita_detail.php?id=2898). diakses 17 Mei 2013, jam 21:00 WIB
- Anonim. 2013. (<http://www.setabasri01. /2011/04/uji-korelasi-pearson.html>). diakses 25 Juli 2013, jam 21:00 WIB
- Arumsari, Anita. 1994. **Uji Penurunan kekeruhan pada pengolahan awal Dengan Menggunakan Roughing Filter**. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan ITS. Surabaya
- Collins M. R, A. N. Begin, J. P. Musich dan R. A. Le Craw, 2003. **Assessment Of Various Pretreatment And "Packaged" Construction Of A Slow Sand Filtration Facility**. University of New Hampshire, Proceeding of AWWA Annual Conference, Anaheim.
- Devi. 2006. **Pemanfaatan Roughing Filter Aliran Upflow Dalam Menurunkan Kadar Kekeruhan Dan Kesadahan Pada Air Sungai Dengan Media Filter Batu Kapur dan Batu Kerikil**. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan ITN. Malang



- Effendi, Hefni. 2003. **Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan**. Kanisius. Yogyakarta.
- Hadi, Wahono. 1996. **Pengolahan Air Minum**. Teknik Lingkungan ITS. Surabaya.
- Iriawan, N dan Astuti, 2006. **Mengolah data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14**. ANDI Offset. Yogyakarta
- Kadek, I. 2006. **Pemakaian Cangkang Kerang Dan Batu Apung Sebagai Media Pada *Roughing Filter* Aliran Horizontal Dalam Menurunkan Kadar Cod, Kekeruhan, Dan Kesadahan Pada Air Sungai**. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan ITN. Malang
- Mangkoediharjo, S. 1985. **Peediaan Air Bersih, Dasar-Dasar Perencanaan dan Evaluasi Keb Air**. Teknik Lingkungan FTSP ITS. Surabaya.
- Masrevaniah, Aniek. 2010. **Konstruksi Bendungan Urugan Volume Satu**. Percetakan CV Asrori. Malang
- Minar. 2005. **Uji Kemampuan Filter Batu Marmer Dalam Menurunkan Kadar Besi Dan Mangan Pada Air Tanah Dengan Menggunakan Aliran *Downflow, Biflow Dan Upflow***. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan ITN. Malang
- Munir, Mochammad. 2003. **Geologi Lingkungan**. Bayumedia Publishing. Malang.
- Nisaul. 2002. **Uji Kemampuan Membran Sellulosa Asetat sebagai Media Filter terhadap Penyisihan kekeruhan dan Escherichia Coli pada Proses Pemurnian Air**. Thesis Jurusan Teknik Lingkungan ITS. Surabaya.
- Reynold, Tom D, 1982. **Unit Operations And Processes In Environmental Engineering**. Monterey, California.
- 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.
- Suantari, Ni Made, 2005. **Uji Kemampuan *Roughing Filter* Aliran Horizontal Terhadap Penurunan Kadar Sulfur (S), Besi (Fe), Dan Kekeruhan Pada Air Panas**. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan ITN. Malang.
- Sutrisno, T. 2006. **Teknologi Penyediaan Air bersih**. Rineka Cipta. Jakarta.

LAMPIRAN

1

PERHITUNGAN



LAMPIRAN
PERHITUNGAN REAKTOR

➤ **Bak Pengumpul**

Diketahui :

$$Q = 2 \text{ L/menit} \quad (\text{asumsi})$$

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

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

- volume

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

$$2 \text{ l/menit} = \frac{V}{15 \text{ menit}}$$

$$V = 2 \text{ l/menit} \times 15 \text{ menit}$$

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

- luas

$$A = s^2$$

$$V = s^2 \times h$$

$$V = A \times h$$

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

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

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

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

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

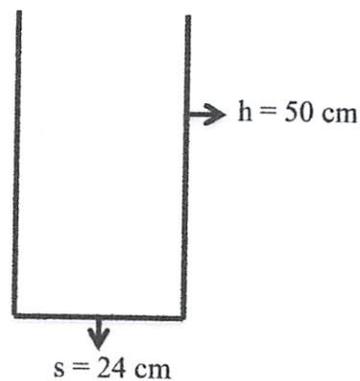
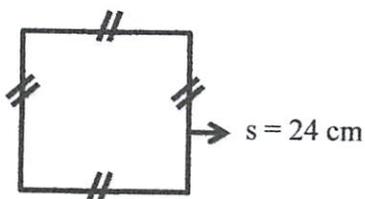
$$A = s^2$$

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

$$\begin{aligned}\sqrt{600} &= s \\ 24,4 \text{ cm} &= s \\ 24 \text{ cm} &= s\end{aligned}$$

maka didapat dimensi bangunan

$$\begin{aligned}s &= 24\text{cm} \\ h &= 50\text{cm}\end{aligned}$$



➤ Bak filter

Diketahui :

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

- volume

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

$$2\text{ l/menit} = \frac{V}{30\text{ menit}}$$

$$V = 2\text{ l/menit} \times 30\text{ menit}$$

$$V = 60\text{ l}$$

- luas

$$A = s^2$$

$$V = A \times h$$

$$60\text{ liter} = A \times 50\text{ cm}$$

$$60\text{ liter} \times \frac{1000\text{ cm}^3}{\text{liter}} = A \times 50\text{ cm}$$

$$60000\text{ cm}^3 = A \times 50\text{ cm}$$

$$\frac{60000\text{ cm}^3}{50\text{ cm}} = A$$

$$1200\text{ cm}^2 = A$$

$$A = s^2$$

$$1200\text{ cm}^2 = s^2$$

$$\sqrt{1200} = s$$

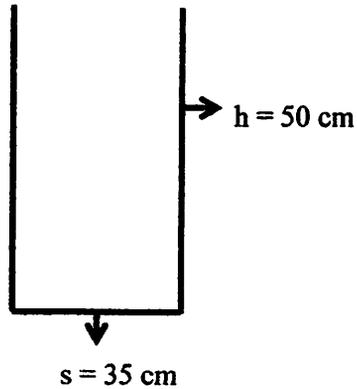
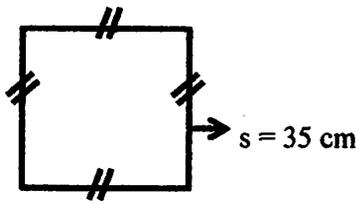
$$34,6\text{ cm} = s$$

$$35\text{ cm} = s$$

maka didapat dimensi bangunan

$$s = 35\text{cm}$$

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



- kecepatan filtrasi

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

$$V_s = \frac{2 \text{ l/menit} \times 1000 \text{ cm}^3/\text{l}}{35 \text{ cm} \times 35 \text{ cm}}$$

$$V_s = \frac{2000 \text{ cm}^3/\text{menit}}{1225 \text{ cm}^2}$$

$$V_s = 1,63 \text{ cm/menit}$$

- volume rongga

volume rongga = volume alat × porositas

volume rongga = 60 liter × 0,34

volume rongga = 20,4 liter

- Reynolds number

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

$$Rn = \frac{0,73 \times 0,006 \text{ m} \times 1,63 \text{ cm/menit}}{0,893 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{detit}}$$

$$Rn = \frac{0,73 \times 0,006 \text{ m} \times 1,63 \text{ cm/menit} \times \frac{\text{m}}{100 \text{ cm}} \times \frac{\text{menit}}{60 \text{ detik}}}{0,893 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{detit}}$$

$$Rn = \frac{0,73 \times 0,006 \text{ m} \times 0,000271 \text{ m/detik}}{0,893 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{detit}}$$

$$Rn = 0,13$$

- Koefisien drag

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

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

$$Cd = 184,61$$

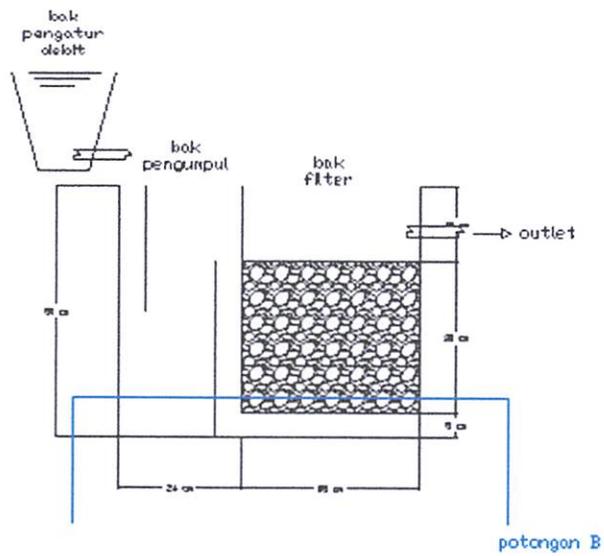
- Kehilangan tekanan

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

$$Hs = \frac{1,067}{0,73} \times 184,62 \times \frac{1}{0,34^4} \frac{0,5 \text{ m} (0,000271 \text{ m/detik})^2}{0,004 \text{ m} \cdot 9,81 \text{ m/detik}^2}$$

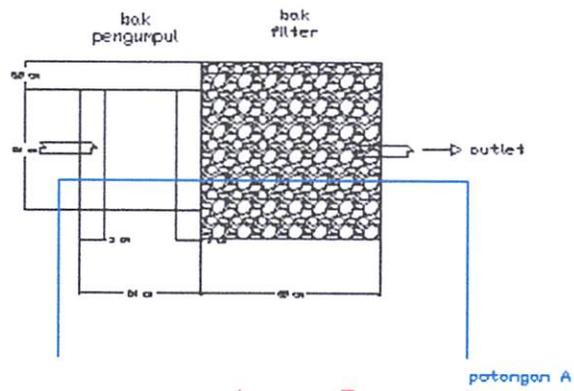
$$Hs = \frac{7,2 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{detik}^2}{3,9 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{detik}^2}$$

$$Hs = 1,8 \times 10^{-1} \text{ m}$$



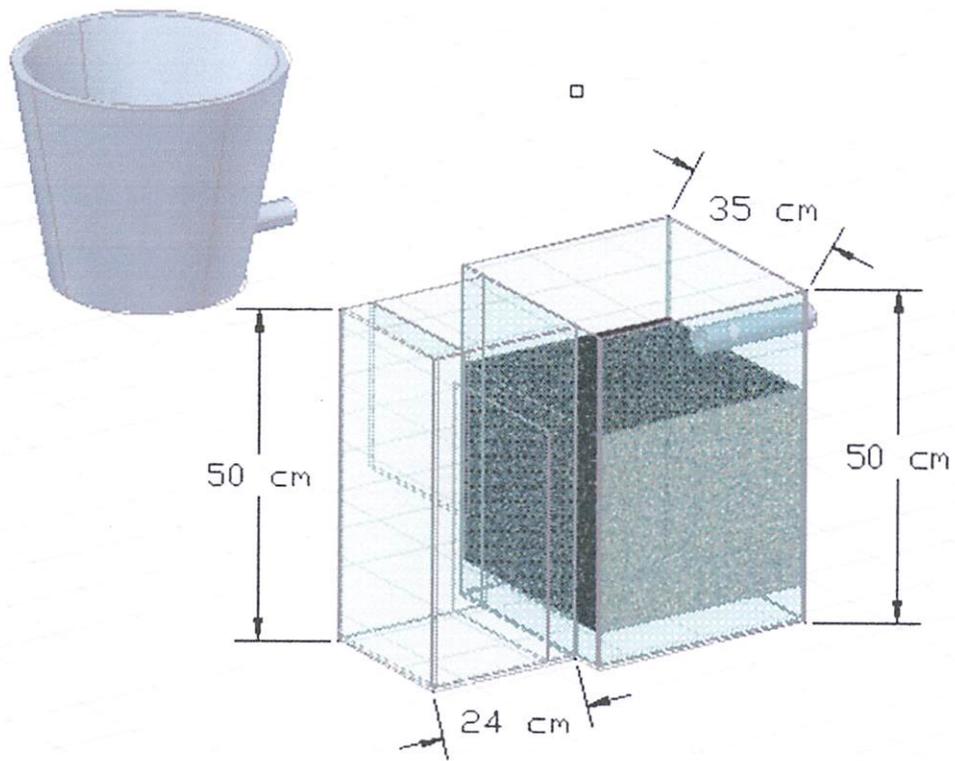
gambar A

Gambar potongan A



gambar B

Gambar Potongan B



Gambar bak reaktor penelitian

LAMPIRAN

2

DOKUMENTASI





Analisa besi (Fe)



Analisa Kekeruhan



Proses Filtrasi Aliran *Upflow*



Sampel Air



Media Filter Batu Kerikil



Media Filter Batu Zeolit



LAMPIRAN

3

LEMBAR PERSEMBAHAN



LEMBAR PERSEMBAHAN

Sang Maha Sempurna, Allah SWT yang dengan rahmat, hidayah dan kasih sayang serta izin-Nya lah saya bisa menyelesaikan Skripsi ini. Terima kasih atas kesempatan yang Engkau berikan untuk tetap tegak berdiri, bernafas dan mengabdikan kepada-Mu, mudah-mudahan hamba-Mu ini selalu bisa menjadi orang yang bermanfaat bagi hamba-Mu yang lain (Amin). Salawat dan salam juga tertuju Untuk junjunganku Nabi besar Muhammad SAW, kaulah suri tauladan dalam hidupku.

Keluarga tercinta "Kanjeng Romo alias Papaku Wulyadi yang selalu mengajarku untuk selalu pantang menyerah dan ikhlas menjalani hidup serta selalu menjadi inspirasiku untuk tetap bersabar. Kanjeng Ratu alias Mamaku Susi Wahyuni, yang selalu mendo'akanku setiap saat, maaf ma kalau anakmu selalu menyusahkanmu dan belum benar-benar bisa membanggakan dan membahagiakanmu, serta sering membohongimu dengan masaah pembayaran uang kuliah (hohohohoho). Insya Allah anakmu akan jadi yang terbaik buat keluarga! Saudaraku tersayang Yunita Berliana Nila Utami (makasih atas dukungan, nasehat, tempat curhatku, korban kejahilanku dan jangan bosan-bosan ya, kalau kakakmu ini perlu teman untuk dijahili). Buat Mak Mbok yang selalu menanyakan (kapan lulus, kapan lulus, kapan lulus dan kapan lulus,,,, sampai saya bosan menjawab) dan kamu adalah penghiburku selama ini).

Para saudaraku Teknik Lingkungan 2008. Wati, Nana, Sofi, Borne, Apek alias Ferdi dan kalaian tukang wisuda duluan (kalian yang sudah lulus duluan dan nyaman dengan pekerjaan kalian makasih atas dukungannya), Pateng alias Hendri (saudara ku yang paling tinggi dan tukang gali kubur, saudara yang seperjuangan akhirnya kita lulus meskipun kita ngga bersamaan dalam kere dan akhirnya kita keluar juga dari penjara ini), Pao alias Reza (agan-agan secont shop jangan cari barang bekas mulu ya, tu jaket udah hamper 50 biji, kalau cari aw e-awe atau minyak bekas aku ngikut), Kucing alias Endra (cing ojek tuuu ae,

pisan-pisan melok arek-arek camping ngunu lo), Irul (koen ojek mental ae, nek wes kadong mental lali karo koncone seng liane), Neli dan Vini (wanita preman yang saya kenal, tolong dikondisikan ya NTF kalau butuh bantuan hubungi kami,,, hohohohoho), Miifta (komplotan pas masih semester 1 dan akhirnya kita lulus bersama juga), Faris (akhirnya kita lulus juga bro), Toni (anak timor leste ini sangat langka dan obregado "mboh iku artine apa"). dan untuk saudara ku selanjutnya yang akan wisuda tahun depan. Mad alias Riza (saudaraku yang selalu memotifasiku, teman curhatku, teman homoku,,, ojek ngePES ae karo dedi awakmu ngga bakal menang mongso aku ae, kalahah ngunu, ojek lali lo ya tendangan bebasse Pivlo, ambek ndang marekno skripsimu), Dedi (mungso ku nek maen PES, ojek kakekan alas an nek awakmu kalah, jancok kalahah ae ngunu jek nantang ae dulinan PES, ambek nadang marekno skripsimu), Papa alias Irwan (agan-agan secont shop juga jangan kebanyakan ke tempat seperti itu bro ngga baik ngabisin duit aja tu secont shop dan jangan ngikut pao, sesat tu dia, semoga cepat selesai skripsinya), Upan (aktifis di Teknik Lingkungan terima kasih atas Marlboro light nya,, hohoho semoga cepat selesai ya skripsinya), Saipul (apakah kamu udah lelah hiking??? Kalau belum lanjutkan dan jangan lupa dengan kuliahmu, cepat selesaikan skripsinya), Reti (jangan keenakan kerja tanggung jawab di kampus masih ada mbak bro).

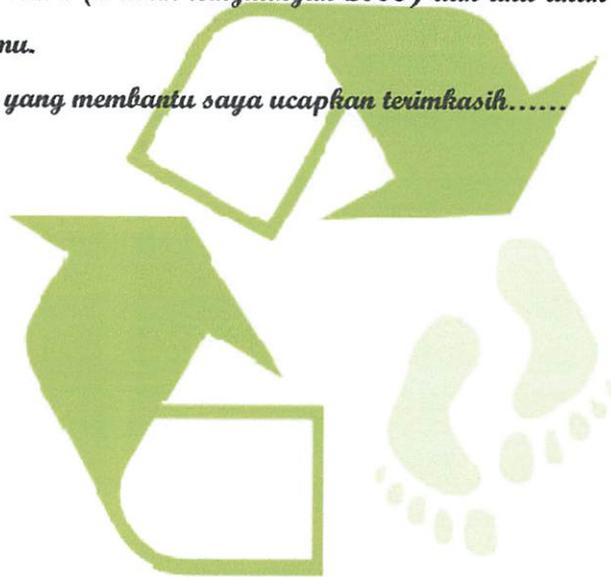
Restian Davma Yanti alias zizi, yang sekarang sudah menjadi tenda domp ku, cavierku, sleeping bet ku (eits jangan jorwoooooo), nestingku, trangea ku, matrasku, heat lamp ku, slayer ku, sepatu gunung ku, sandal gunung ku, terimakasih sudah mau dengerin keluh kesahku selama ini dengan sabar, nemenin aku kemana-mana termasuk menanin begadang, camping, jangan bete ya kalau diajak keluar sama lelaki anehmu ini, jaga kelincahan dan senyummu. Jangan kamu rubah itu adalah gayamu, Aku siap ngajarin kamu apapun yang aku bisa, dan Kondang merah adalah awal kehidupan kita tolong jangan dilupain, Semeru adalah tujuan kita, disana adalah tempat kebahagiaan kita berdua, Rinjani adalah cita-cita kita.

Para staf ITN. Pak Heri, Pak Tomas (teman bercanda waktu ujian dan penjaga ujian yang loooooo) Pak Heri aku njalok tulong jagoen arek iku yoooo,, hohohoho. Buk Mah, Buk Nur yang selalu menyediakan kopi panas maupun dingin kalau lagi dikantin.

Foto copy Ragil.. terima kasih banyak telah membantu selama saya di malang,, mungkin selama ini masih ada pembayaran foto copy yang kurang tolong dimaklumi, dan terimakasih banyak atas print gratisnya..hahaha

Dan terima kasih malang kau telah mempertemukan saya dengan orang-orang yang sangat luar biasa (Teknik Lingkungan 2008) dan aku akan selalu kangen denga coban rais mu.

Dan semua pihak yang membantu saya ucapkan terimakasih.....



PALINK 08

Malang 07 September 2013

Mky Purwadilaga

LAMPIRAN

4

HASIL ANALISA



SERTIFIKAT CERTIFICATE

0964 S/LKA MLG/IV/2013

Nomor :

Halaman 1 dari 2
Page 1 of 2

Uky

Jl. Candi No. 440 A Malang

IDENTITAS PEMILIK

Owner Identity

Nama :
Name :
Alamat :
Address :

IDENTITAS CONTOH UJI

Sample Identity

Kode Contoh Uji :
Sample Code :

Ext. 281 /PC/III/2013/ 340

Jenis Contoh Uji :
Type of Sample :

Air Waduk

Lokasi Pengambilan Contoh Uji :
Sampling Location :

Air Waduk

Petugas Pengambilan Contoh Uji :
Sampling Done By :

Tgl/Jam Pengambilan Contoh Uji :
Date Time of Sampling :

Tgl/Jam Penerimaan Contoh Uji :
Date Time of Sample Receiving in Laboratory :

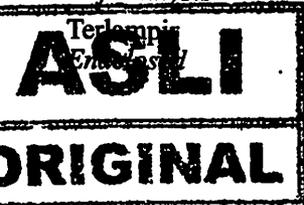
21 Maret 2013 Jam 15:00 WIB

Kondisi Contoh Uji :
Sample Condition (s) :

Belum dilakukan pengawetan

HASIL ANALISA

Result of Analysis



Contoh uji diambil oleh Uky. Tanggal,
21 Maret 2013

Diterbitkan Di/Tanggal :
Place/Date of Issue

Malang, 04 April 2013

Laboratorium Kualitas Air
Perum Jasa Tirta I



Hidayat Adiko, ST

Manajer Laboratorium
Manager of Laboratory

No : 0964 S/LKA MLG/IV/2013

Halaman 2 dari 2
Page 2 of 2

Kode Contoh Uji
Sample Code

Ext. 281 /PC/III/2013/ 340

Metode Pengambilan Contoh Uji
Sampling Method

: -

Tempat Analisa
Place of Analysis

: Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

Tanggal Analisa
Testing Date(s)

: 21 Maret - 03 April 2013

HASIL ANALISA

Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
Air Waduk					
1	TSS	mg/L	72,7	APHA. 2540 D-2005	-
2	Kekeruhan	NTU	10	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	-
3	Kesadahan Total *)	mg/L	145	APHA. Ed. 20. 2340 B, 2005	-
4	Deterjen	mg/L	0,044	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-

Keterangan :

*) Tidak termasuk ruang lingkup akreditasi



LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar - Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
E-mail : laboratorium@jasatirta1.co.id

Laboratorium Penguji
LP-227-IDN

IRTA I

SERTIFIKAT CERTIFICATE

0964 S/LKA MLG/IV/2013

Nomor :

ENTITAS PEMILIK

Owner Identity

Uky

Halaman 1 dari 2

Page 1 of 2

Nama :
Name

Jl. Candi No. 440 A Malang

Alamat :
Address

ENTITAS CONTOH UJI

Sample Identity

Ext. 281 /PC/III/2013/ 340

Kode Contoh Uji :
Sample Code

Air Waduk

Jenis Contoh Uji :
Type of Sample

Lokasi Pengambilan Contoh Uji :
Sampling Location

Air Waduk

Petugas Pengambilan Contoh Uji :
Sampling Done By

Tgl/Jam Pengambilan Contoh Uji :
Date Time of Sampling

Tgl/Jam Penerimaan Contoh Uji :
Date Time of Sample Receiving in Laboratory

21 Maret 2013 Jam 15:00 WIB

Kondisi Contoh Uji :
Sample Condition (s)

Belum dilakukan pengawetan

HASIL ANALISA

Result of Analysis

Terlampir
Enclosed

Diterbitkan Di/Tanggal :
Place/Date of Issue

Malang, 04 April 2013

Contoh uji diambil oleh Uky. Tanggal,
Maret 2013

Laboratorium Kualitas Air
Perum Jasa Tirta I



Hidayat Adiko, ST

Manajer Laboratorium
Manager of Laboratory

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar - Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
E-mail : laboratorium@jasatirta1.co.id

Laboratorium Pengujian
LP-227-IDN

JASATIRTA I

No : 0964 S/LKA MLG/IV/2013

Halaman 2 dari 2
Page 2 of 2

Kode Contoh Uji
Sample Code

Ext. 281 /PC/III/2013/ 340

Metode Pengambilan Contoh Uji
Sampling Method

: -

Tempat Analisa
Place of Analysis

: Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

Tanggal Analisa
Testing Date(s)

: 21 Maret - 03 April 2013

HASIL ANALISA Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
<i>Air Waduk</i>					
1	TSS	mg/L	72,7	APHA. 2540 D-2005	-
2	Kekeruhan	NTU	10	Q/LKA/11 (Turbidimetri)	-
3	Kesadahan Total *)	mg/L	145	APHA. Ed. 20. 2340 B, 2005	-
4	Deterjen	mg/L	0,044	Q/LKA/26 (Methilen Biru)	-



Keterangan :

*) Tidak termasuk ruang lingkup akreditasi



HASIL ANALISA SAMPEL

A.n : Uky Purwadilaga
NIM : (08.26.015)
Alamat : Jl. Bendara No 26 A
Tempat Analisa : Laboratorium Teknik Lingkungan
Sampel Uji : “Air Bendungan Sutami” Kecamatan Sumber Pucung
Kabupaten Malang
Parameter Uji : Kekeruhan dan Besi (Fe)
Tanggal Analisis : 20 Juli 2013

1. Analisis Karakteristik Awal Sampel

Parameter	Konsentrasi Kekeruhan			Rata-rata	Satuan
	P1	P2	P3		
Kekeruhan	38.2	37.2	37.2	37.2	NTU
Besi (Fe)	0.84	0.85	0.83	0.84	Mg/l



2. Analisis Kekeruhan

Variasi Ketinggian Media	Karakteristik Awal	Waktu Oprasional	Konsentrasi Kekeruhan			Rata-rata	Satuan (NTU)
			P1	P2	P3		
T1	37.2	60	23.6	23.7	23.6	23.63	NTU
		90	22.3	22.3	22.3	22.30	NTU
		120	17.3	17.3	17.3	17.30	NTU
T2	37.2	60	25.1	25.1	25.1	25.10	NTU
		90	14.9	14.9	15.1	14.97	NTU
		120	13.7	14.9	14.9	14.50	NTU
T3	37.2	60	25.1	25	25	25.03	NTU
		90	16.1	16.8	16.8	16.57	NTU
		120	12.1	11.8	11.5	11.80	NTU
T4	37.2	60	11	10.6	10.4	10.67	NTU
		90	10.5	11	10.5	10.67	NTU
		120	8.2	8.8	8.8	8.60	NTU

3. Analisis Besi (Fe)

Variasi Ketinggian Media	Karakteristik Awal	Waktu Oprasional	Konsentrasi Besi (Fe)			Rata-rata	Satuan (mg/l)
			P1	P2	P3		
T1	0.84	60	0.49	0.49	0.5	0.49	mg/l
		90	0.46	0.48	0.46	0.47	mg/l
		120	0.33	0.34	0.34	0.34	mg/l
T2	0.84	60	0.48	0.49	0.48	0.48	mg/l
		90	0.49	0.47	0.44	0.47	mg/l
		120	0.44	0.46	0.44	0.45	mg/l



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

LABORATORIUM TEKNIK LINGKUNGAN



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

T3	0.84	60	0.43	0.44	0.41	0.43	mg/l
		90	0.39	0.4	0.36	0.38	mg/l
		120	0.28	0.25	0.24	0.26	mg/l
T4	0.84	60	0.53	0.52	0.54	0.53	mg/l
		90	0.49	0.47	0.48	0.48	mg/l
		120	0.45	0.48	0.44	0.46	mg/l

Asisten Laboratorium Teknik Lingkungan

Peneliti

Noval Darma Risdian Hambajawa

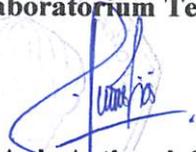
10.26.028

Uky Purwadilaga

08.26.015

Mengetahui

Kepala Laboratorium Teknik Lingkungan


Anis Artiyani, ST.MT
NIP.P.1030300384



LAMPIRAN

5

LAIN-LAIN





INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Malang

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Lky Purwaditaga
Nim : 08.26.01
Program studi : T. Lingkungan
Dosen Pembimbing : Candra Ruliatna ST. MT

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
1.	12-6-2013	Bab I o) cek redaksional o) Konsistensi penulisan o) Rujuk pustaka	
2.	18-6-2013	Bab I - acc, lanjutkan Bab II	
3	21-6-2013	Bab II -> Cek redaksional o) Penjelasan tentang filtrasi	
4	27-6-2013	Bab II - acc Bab IV -> perubahan tata letak pembahasan	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Malang

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Lky Kusadibga
Nim : 08.26.015
Program studi : T Lingkungan
Dosen Pembimbing : Carita Dewi Ratna ST.MT

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
5	29-7-2013	Bab IV o7 Perbahasan U/ Fe ²⁺ di tubuh o7 Banding antar variasi, pp o7 leykapi dg kepulauan	
6	30/7/2013	o7 leykapi laporan	
7	16/7/2013	seminarkan	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Malang

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Uky Purwadibaga
Nim : 08.26.015
Program studi : T. Lingkungan
Dosen Pembimbing : Dr. Ir Hery Setyobudiarso, Msc

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
1	31/07 '13	- Rumusan Masalah masalah tanah - Analisis lapangan Dumca / Puhya - Tanya \leftrightarrow keripik	
2	12/08 '13	- Literatur untuk pembahasan - Redefinisi	
3	14/08 '13	- Review pembahasan keain pul - buat abstraksi	
4	17/08 '13	- Susun laporan lengkap - Sign seminar	

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

Seminar Proposal Skripsi untuk mahasiswa/i :

Nama : UKY PURWADILAGA

NIM : 0826015

yang dilaksanakan pada : **Senin, 13 Mei 2013**

dengan Judul Proposal Skripsi :

Pemanfaatan Filter Aliran Up flow Media Batu Kerikil, Batu Bata dan Batu Zeolit Guna Menurunkan Kadar Besi (Fe) dan Kekeruhan pada Air Bendungan Sutami

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 :

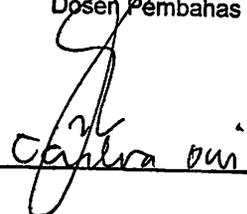
1) Perbaiki bagian 1/ media batubata.

2) cek lagi waktu detensi 1/ koughij filter

3) cek aktifitas media

4) cek keefektifan.

Malang, 13-5-2013
Dosen Pembahas



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

Seminar Proposal Skripsi untuk mahasiswa/i :

Nama : UKY PURWADILAGA
NIM : 0826015

yang dilaksanakan pada : **Senin, 13 Mei 2013**

dengan Judul Proposal Skripsi :

Pemanfaatan Filter Aliran Up flow Media Batu Kerikul, Batu Bata dan Batu Zeolit Guna Menurunkan Kadar Besi (Fe) dan Kekeruhan pada Air Bendungan Sutami

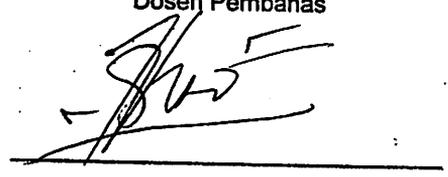
dinyatakan *) :

- 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. Materi penelitian 02 hp. sebaiknya dibuat penelitian yg. berlanjut dg. Sdr. Hendry + Riza
2.
3.
4.
5.

Malang,
Dosen Pembahas



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

Seminar Skripsi untuk mahasiswa/i :

Nama : UKY PURWADILAGA

NIM : 0826015

yang dilaksanakan pada : **Rabu, 21 Agustus 2013**

dengan Judul Skripsi :

*Pemanfaatan Filtrasi Aliran Up-Flow Media Batu Kerikil, Pecahan Genteng Dan Batu Zeolit
Guna Menurunkan Kadar Besi (Fe) dan Kekeruhan Pada Air Bendungan Sutami*

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 diberitahukan pada yang bersangkutan dengan perbaikan sebagai berikut :

1. *- Reaktif*
2. *- Hati-hati Copy paste → tak ada kesalahan*
3. *ketika ujian → carobah → nilai -
Tujuan >< manfaat → kesimpulan*
- 4.
- 5.

Malang,
Dosen Pembahas



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

Seminar Skripsi untuk mahasiswa/i :

Nama : UKY PURWADILAGA

NIM : 0826015

yang dilaksanakan pada : *Rabu, 21 Agustus 2013*

dengan Judul Skripsi :

Pemanfaatan Filtrasi Aliran Up-Flow Media Batu Kerikil, Pecahan Genteng Dan Batu Zeolit Guna Menurunkan Kadar Besi (Fe) dan Kekeruhan Pada Air Bendungan Sutami

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 diberitahukan pada yang bersangkutan dengan perbaikan sebagai berikut:

1. *parasi redaksional*
2. *Pertimbangan pembahasan. dr proses adsorpsi*
- 3.
- 4.
- 5.

Malang, *21 Agustus 13*
Dosen Pembahas

[Signature]
UKY H.

PERBAIKAN SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Pada ujian Skripsi untuk mahasiswa/i :

Nama : UKY PURWADILAGA
NIM : 0826015

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

dengan Judul Skripsi :

Pemanfaatan Filtrasi Aliran Up-Flow Media Batu Kerikil, Pecahan Genteng Dan Batu Zeolit Guna Menurunkan Kadar Besi (Fe) dan Kekeruhan Pada Air Bendungan Sutami

dengan perbaikan sebagai berikut :

1. *Revisi redaksional penulisan laporan*
2.
3.
4.
5.
6.

2 revisi
1/13
9

Matang, *23 Agt* 2009
Dosen Penguji



PERBAIKAN SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Pada ulian Skripsi untuk mahasiswa/i :

Nama : UKY PURWADILAGA

NIM : 0826015

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

dengan Judul Skripsi :

Pemanfaatan Filtrasi Aliran Up-Flow Media Batu Kerikil, Pecahan Genteng Dan Batu Zeolit Guna Menurunkan Kadar Besi (Fe) dan Kekeruhan Pada Air Bendungan Sutami

dengan perbaikan sebagai berikut :

1. *Perbaiki istilah asing yg tidak konsisten dlm penulisan*

2.

3.

4.

5.

6.

Acc Susun Laporan

Matang, 2009
Dosen Penguji

