

DIBACA DI TEMPAT
TIDAK DIBAWA PULANG
TL / 2006 / 0070

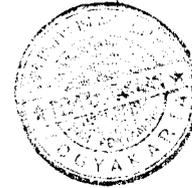
PERPUSTAKAAN FTSP UII
HADIAH/BELI
TGL TERIMA : 2 Juli 2006
NO. JUDUL : 002020
NO. INV. : 5200002020001
NO. INDUK. :

TUGAS AKHIR

EFEKTIFITAS *HORIZONTAL FLOW ROUGHING FILTER* DALAM MENURUNKAN KEKERUHAN DAN *TOTAL* *SUSPENDED SOLID (TSS)* PADA AIR PERMUKAAN

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia
Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Lingkungan

6
6
1
1



Oleh :

Nama : MAIS MALIDA
No. Mahasiswa : 01 513 103
Program Studi : Teknik Lingkungan

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGYAKARTA
2006

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

ABSTRAK

Kepadatan penduduk yang terus meningkat secara nyata khususnya masyarakat kota Yogyakarta menyebabkan pencemaran air permukaan yang disebabkan oleh air hujan, buangan limbah domestik maupun limbah industri yang masuk ke badan air seperti sungai. Sehingga menyebabkan air permukaan berwarna keruh dan mengandung suspended solid yang tinggi karena keberadaannya sebagai saluran terbuka. Untuk itu pengolahan pretreatment diperlukan untuk mengurangi kekeruhan dan TSS sebelum air masuk ke pengolahan selanjutnya. Salah satu alternatif pengolahan yang sangat sederhana yang dapat diterapkan di negara berkembang adalah melewatkan air permukaan tersebut kedalam prefilter kerikil yang dialirkan dengan arah horizontal. Prefilter ini menggunakan media kerikil yang biasanya berukuran 24-2 mm, dengan perbandingan tiap kompartemen 1: 2: 3 atau sering disebut *horizontal flow roughing filter*, tiap kompartemen berisi kerikil kasar, sedang, halus. *Horizontal flow roughing filter* tidak hanya simpel, efisien, dan bebas alternatif bahan kimia, selain itu tidak membutuhkan peralatan canggih sehingga mudah dioperasikan.

Penelitian ini menggunakan reaktor *horizontal flow roughing filter* dengan variasi ukuran media kerikil. Variasi pertama menggunakan gravel dengan ukuran (19; 15.8; 11.1)mm dan variasi kedua dengan menggunakan gravel ukuran (11.1; 6.3; 2.3)mm. yang keduanya dioperasikan dengan variasi kecepatan 0.3 m/jam, 0.6 m/jam, 0.9 m/jam. Luas permukaan reaktor adalah $A = 0.3 \text{ m}^2$, tinggi $h = 0.3 \text{ m}$ Untuk analisa laboratorium, Metode *Nephelometric* digunakan untuk menguji Kekeruhan dengan menggunakan *Turbidimeter*. Sedangkan analisa laboratorium untuk TSS menggunakan metode Gravimetri.

Berdasarkan hasil analisa laboratorium diperoleh efisiensi kekeruhan sebesar 72.43% dan TSS sebesar 94.68%. Dari hasil uji statistik diketahui bahwa ada pengaruh antara variasi gravel dan variasi kecepatan. Gravel yang paling baik yaitu (11.1; 6.3; 2.3)mm dengan kecepatan 0.9 m/jam.

Kata Kunci : *Horizontal flow roughing filter*, Kekeruhan dan TSS.

ABSTRACT

Population increase densely specially for Jogjakarta society in factly make surface water in filthy that caused by rain water that get into the raw water like a river. Until caused surface water to colour turbid and the containing solid mater load because there its as open channel. Pretreatment of surface water is therefore necessary to removal turbidity and total suspended solid before water go to the last treatment. One of the simple alternative pretreatment in numerous developing countries was passed the soil water through the filter. It's the contain material gravel size usually 24-2mm, with compare of compartemen 1: 2: 3 or is called horizontal flow roughing filter. Prefilter is not only a simple, efficient, and chemical-free alternative. Beside, do not need mechanicals equipment.

This experiment used horizontal flow roughing filter reactor with height variation of medium size gravel and velocity. The first variation to use gravel with size (19; 15.8; 11.1)mm, and second variation to use gravel with size (11.1; 6.3; 2.3)mm, both to operated with velocity variation 0.3 m/hour, 0.6 m/hour, 0.9 m/hour. With wide of the surface reactor was $A = 0.3 \text{ m}^2$. Total height of sand layer medium $h = 0.3 \text{ m}$. for the analyze of laboratory, nephelometric methode was used to measure turbidity using a turbidimeter. While analyze of laboratory for *TSS* use gravemetri methode.

Based on the result of laboratory analyze, the removal efficiency of turbidity 72.43% and *TSS* 94.68%. Analisis statistic can be describe that gravel variation and velocity take influenced removal turbidity and *TSS*. The best of gravel are (11.1; 6.3; 2.3)mm with velocity 0.9 m/jam.

Key word: *Horizontal flow roughing filter*, turbidity, *TSS*

Kata Mutiara

Maka sesungguhnya disamping ada kesukaran terdapat pula kemudahan

(QS. Al Insyirah : 5)

Sungguh beruntung orang-orang yang beriman, (yaitu) orang-orang yang khusyuk dalam sholatnya

(QS. Al_Mu'minun: 1-2)

Jika hamba-hamba-Ku bertanya kepadamu tentang Aku, Maka sesungguhnya Aku dekat. Aku mengabulkan doa orang yang berdoa ketika berdoa pada-Ku

(QS. Al-Baqarah: 186)

Barang siapa berbuat kebaikan, baik laki-laki maupun perempuan, sedang dia beriman, maka Kami akan hidupkan dia dengan kehidupan yang baik dan Kami akan berikan pahala mereka dengan yang lebih baik dari apa yang mereka lakukan

(QS. An-Nahl: 97)

Kesengsaraan bukan kenikmatan yang lenyap dari diri seseorang
Kesengsaraan adalah lenyapnya usaha untuk memperbaiki diri

(Aidh al-Qarni)

KATA PENGANTAR

Assalamua'laikum, wr.wb

Alkhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia, dan ridho_Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “ **Efektifitas Horizontal Flow Roughing Filter Dalam Menurunkan Kadar Kekeruhan Dan TSS Pada Air Permukaan**”

Skripsi ini disusun untuk memenuhi sebagian syarat mencapai gelar sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Dalam penelitian dan penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa banyak sekali bantuan dan masukan dari banyak pihak yang hingga terselesaikannya penyusunan skripsi ini. Untuk itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak H. Kasam, MT selaku dosen pembimbing I dan ketua jurusan TL atas semua bimbingan, saran, kritik dan waktu yang diberikannya kepada penulis
2. Bapak Hudori, ST selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan idenya kepada penulis dan atas semua pengarahan dan bimbingannya.

3. Bapak Andik Yulianto,ST Bapak Lukman Hakim, ST, Msi dan Bapak Eko Siswoyo,ST selaku dosen Teknik lingkungan yang telah memberikan ilmu-ilmunya kepada penulis.
4. Mas Agus yang telah membantu segala administrasi dan surat-surat
5. Bapak Tasyono selaku laboran di laboratorium Kualitas Air UII yang telah banyak membantu penulis
6. Bapak Widyo selaku laboran di laboratorium Biomenejemen Atmajaya
7. Geng Kodok: ida, ferin, alien, arie, yuyun, mba' malla terimakasih buat persahabatannya selama ini terjalin.
8. Mas Anto, bingung euy mau ngomong apa.. thanks banget buat semuanya!
9. Mas Yo_Gie untuk reparasi komputernya
10. Wisnu, yuli, nilam.. cayo man!!!! (tetep semangat ^_^)
11. Temen – temen TL 01: azri, indras, DD, medya, puput, ika, novy, andre, aziz, pandu, affan, Q_noy, warih, retno, tety, m'devi, joko, adi, anung, bayu, joko, doel, bagus, pay, oni, yeyen, rima, dian
12. Semua pihak yang telah banyak membantu penulisan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Semoga segala amal kebaikan mendapat balasan dari Allah SWT

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak untuk perbaikan. Akhirnya, semoga dengan segala kekurangan skripsi ini, masih dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan pada umumnya dan bagi semua pihak yang membutuhkan.

Wassalamua'laikum Wr.Wb

Jogjakarta, Mei 2006

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACK	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA MUTIARA	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belekang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan masalah.....	5
1.4 Tujuan penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	6

BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Karakteristik Air Baku	7
2.2 Air Permukaan	11
2.3 Air Sungai Sebagai Sumber Air Bersih.....	12
2.3.1 Kuantitas.....	12
2.3.2 Kualitas.....	13
2.4 Air Minum.....	14
2.4.1 Kekeruhan.....	15
2.4.2 <i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	18
2.5 Roughing Filter.....	19
2.5.1 Dasar Teori Filtrasi	22
2.5.2 Mekanisme Penyaringan	23
2.5.3 Faktor Hasil Kualitas Penyaringan.....	24
2.5.4 Variabel Desaian dari Roughing Filter	26
2.5.5 Jenis-Jenis Material Saringan Roughing Filter.....	27
2.5.6 Pembersihan Filter.....	28
2.5.7 Pemeliharaan Filter	29
2.5.8 <i>Horizontal Flow Roughing Filter</i>	31
2.6 Hipotesa.....	32

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	33
3.1 Jenis Penelitian	33
3.2 Objek Penelitian	33
3.3 Lokasi Penelitian	33
3.4 Variabel Penelitian	34
3.5 Tahap pelaksanaan percobaan	35
3.5.1 Penyediaan media kerikil kasar, sedang, halus.....	35
3.5.2 Alat Penelitian	35
3.6 Pelaksanaan Penelitian	37
3.6.1 Persiapan Media	37
3.6.2 Persiapan Alat	38
3.7 Pengukuran Kekeruhan dan <i>TSS</i>	40
3.8.1 Pengukuran Kekeruhan	40
3.8.2 Pengukuran <i>TSS</i>	41
3.8 Analisa Data	42
3.9 Kerangka Penelitian Tugas Akhir	44
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Hasil Penelitian	45
4.1.1 Analisa Variasi Kekeruhan	45
4.1.2 Analisa Variasi <i>TSS</i>	50
4.2 Pembahasan	56

4.2.1 Kekeruhan	56
4.2.2 TSS	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	65
5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spektrum Ukuran Partikel	17
Tabel 2.2 Jenis Partikel Koloid dan Tersuspensi	17
Tabel 2.3 Ukuran Pecahan Kerikil Untuk Roughing Filter	26
Tabel 2.4 Pengurangan Kekeruhan dengan Material Saringan Berbeda	28
Tabel 3.1 Variasi gravel dan kecepatan aliran	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 layout pre-filter	22
Gambar 2.2 Solid Separation Mechanisms in <i>Roughing Filters</i>	23
Gambar 2.3 <i>Horizontal Flow Roughing Filter</i>	31
Gambar 3.1 Media kerikil	35
Gambar 3.2 Reaktor <i>Roughing Filter</i>	36
Gambar 3.3 Reservoar ke Reaktor	37
Gambar 3.4 <i>Turbidimeter</i>	41
Gambar 3.5 Diagram Alir Penelitian	44
Gambar 4.1 Efisiensi Kekeruhan Pada Variasi Gravel Kecepatan 0.3 m/jam	46
Gambar 4.2 Efisiensi Kekeruhan Pada Variasi Gravel Kecepatan 0.6 m/jam	47
Gambar 4.3 Efisiensi Kekeruhan Pada Variasi Gravel Kecepatan 0.9 m/jam	48
Gambar 4.4 Efisiensi Kekeruhan Pada Variasi Kecepatan Gravel Pertama	49
Gambar 4.5 Efisiensi Kekeruhan Pada Variasi Kecepatan Gravel kedua	50
Gambar 4.6 Efisiensi <i>TSS</i> Pada Variasi Gravel Kecepatan 0.3 m/jam	51
Gambar 4.7 Efisiensi <i>TSS</i> Pada Variasi Gravel Kecepatan 0.6 m/jam	52
Gambar 4.8 Efisiensi <i>TSS</i> Pada Variasi Gravel Kecepatan 0.9 m/jam	53
Gambar 4.9 Efisiensi <i>TSS</i> Pada Variasi Kecepatan Gravel Pertama	54
Gambar 4.10 Efisiensi <i>TSS</i> Pada Variasi Kecepatan Gravel kedua	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Tabel Variasi Tingkat Kekeruhan	a
Lampiran B Tabel Variasi Tingkat <i>TSS</i>	f
Lampiran C Uji Pengaruh Kekeruhan	k
Lampiran D Uji Pengaruh <i>TSS</i>	p

LEMBAR PENGESAHAN

EFEKTIFITAS *HORIZONTAL FLOW ROUGHING* *FILTER* DALAM MENURUNKAN KEKERUHAN DAN *TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS)* PADA AIR PERMUKAAN

Nama : Mais Malida

No. MHS : 01 513 103

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen pembimbing I

Ir. H. Kasam, MT

Dosen pembimbing II

Hudori, ST


Tanggal : 10/5/06


Tanggal : 9/5/06

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 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 generasi mendatang. Aspek penghematan dan pelestarian sumber daya air harus ditanamkan pada segenap pengguna air.

Saat ini, masalah utama yang di hadapi oleh sumber daya air meliputi kuantitas 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 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.

Sebagian besar air baku untuk penyediaan air bersih diambil dari air permukaan seperti sungai, danau, kolam dan sebagainya. Air sungai sebagai salah satu sumber air baku secara kuantitatif relatif lebih besar bila dibandingkan dengan sumber air baku lain.

Partikel-partikel koloid mempengaruhi tingkat kekeruhan yang terjadi pada air sungai, dapat disebabkan oleh kegiatan alam maupun manusia. Komposisi kimia yang terkandung dalam air permukaan sangat tergantung daerah yang dilaluinya. Umumnya air permukaan akan memiliki kekeruhan yang cukup tinggi ditandai dengan tingginya konsentrasi *suspended solids*. Selain itu juga terdapat beberapa material organik dan plankton yang dapat mempengaruhi kualitas air. Air permukaan juga mempunyai fluktuasi harian, baik temperatur maupun kandungan kimia lain seperti oksigen, besi, mangan maupun jenis logam lainnya. Tiap elemen tersebut memiliki variasi yang berbeda-beda sepanjang tahun (Anonim, 1991).

Hadirnya material berupa koloid menyebabkan air menjadi tampak keruh yang secara estetika kurang menarik dan mungkin bisa berbahaya bagi kesehatan. Kekeruhan juga dapat disebabkan oleh partikel-partikel tanah liat, lempung maupun lanau (Tebbutt, 1982).

Tanggung jawab para ahli teknik dimulai dengan pengembangan sumber daya air untuk memenuhi penyediaan air yang cukup dengan kualitas yang baik, yaitu air harus bebas dari :

- Material tersuspensi yang menyebabkan kekeruhan
- Warna yang berlebihan, rasa dan bau
- Material terlarut yang tidak dikehendaki
- Zat – zat yang bersifat agresif
- Dan bakteri indikator pencemaran kotoran

Untuk penyediaan air bersih, air tersebut harus secara nyata memenuhi kebutuhan orang, yaitu dapat langsung diminum (*potable*), juga harus berasa enak dan secara fisis menarik. (Tebbutt.,1982)

Saringan pasir lambat diterapkan pada pengolahan air permukaan terutama sekali sangat efektif didalam memperbaiki mutu air yang mengandung bakteri. Penerapan yang efisien dari proses pengolahan ini memerlukan air baku dengan kekeruhan rendah. Hal ini memerlukan pretreatment dahulu dari air permukaan yang mengandung padatan solid yang tinggi. Flokulasi kimia dan sedimentasi untuk memisahkan padatan diperlukan agar kekeruhan dan padatan rendah, akan tetapi hal ini tidak sesuai dengan kondisi persediaan air dinegara berkembang khususnya untuk daerah pedesaan karena sejumlah pertimbangan yaitu tidak tersedianya bahan kimia, peralatan dosing tidak cukup, prosedur pemeliharaan dan pengoperasian yang sulit, seperti halnya tidak ada teknisi yang cakap untuk melatih operator.

Prefilter tidak hanya sederhana, efisien dan alternatif bebas bahan kimia dalam proses pengolahan diterapkan terutama untuk memisahkan solid matter, dan juga memperbaiki mutu air yang mengandung bakteri. Perbedaan pecahan dari material filter kasar secara umum digunakan dalam prefilter. Sebagaimana untuk saringan pasir lambat mereka membuat penggunaan yang besar dari sumber daya lokal dan memerlukan perlengkapan mekanik yang keras. Oleh karena itu *roughing filter* secara umum digunakan sebagai teknologi pretreatment yang sesuai untuk perencanaan persediaan air untuk daerah pedesaan dan kota kecil.

Berbagai jenis saringan telah dikembangkan untuk menemukan kualitas air mentah yang berbeda. Intake dan dinamik filter sering digunakan pada langkah pertama pretreatment, diikuti oleh pengoperasian *roughing filter* baik secara *vertikal* atau *horizontal-flow filter*. Filter-filter ini biasanya dibersihkan secara hidrolis oleh pengurasan filter cepat. Menurut berbagai konsep, Rangkaian dari perbedaan langkah-langkah prefilter diterapkan sebagai pilihan yang murah untuk pemisahan solid matter dan juga metode yang efisien untuk memperbaiki kualitas bakteri dalam air.

Prefilters dan *roughing filter* sekarang ini digunakan secara ekstensif di dalam perencanaan persediaan air di negara-negara berkembang dan juga di dalam negara industri. Hal ini ditujukan pada intake filter yang dapat mengurangi solid matter hingga 50-70%, dan *roughing filter* dapat mengurangi partikel hingga 90% atau lebih. Selain itu, prefilter dan *roughing filter* dapat memperbaiki kualitas bakteri dalam air yaitu 1-2 log pengurangan dari coliform tinja yang sering ditemukan. Filter ini juga mengurangi warna sampai taraf tertentu, menghancurkan bahan organik unsur-unsur lain yang terdapat dalam air permukaan. Kemudian, suspensi stabil dengan jumlah besar dari koloid, sangat sulit untuk diolah dengan *roughing filter* dan biasanya akan membutuhkan penambahan koagulan.

Untuk mendapatkan hasil yang dapat diandalkan prefilter dan *roughing filter* dikombinasikan dengan saringan pasir lambat. Terutama sekali sangat sesuai dan mendukung untuk digunakan di negara berkembang.

1.2. Rumusan Masalah

Menurut latar belakang masalah yang telah dikemukakan diatas maka, dapat ditarik rumusan masalah yaitu :

- a. Seberapa besar laju kemampuan *Horizontal Flow Roughing Filter* dalam menurunkan Kekeruhan dan *TSS* didalam air?
- b. Bagaimana pengaruh variasi ukuran gravel dan variasi kecepatan aliran terhadap penurunan kekeruhan dan *TSS* ?

1.3. Batasan Masalah

Dari rumusan masalah yang ditentukan dan agar penelitian dapat berjalan sesuai dengan keinginan sehingga tidak terjadi penyimpangan, maka batasan masalah pada penelitian ini adalah :

- a. Sumber air yang digunakan adalah air permukaan yang mengandung Kekeruhan dan *TSS* yang ada di Selokan Mataram, Jogjakarta.
- b. *Roughing filter* aliran horizontal menggunakan media gravel dengan ukuran dan kecepatan aliran berbeda.
- c. Parameter yang di ukur adalah kekeruhan dan *TSS*
- d. Perbandingan kompartemen dalam *horizontal flow roughing filter* 3 : 2: 1

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Untuk mengetahui besarnya kemampuan *horizontal flow roughing filter* dalam menurunkan kadar Kekeruhan dan *TSS* dalam air baku.
- b. Mengetahui pengaruh variasi ukuran gravel dan variasi kecepatan aliran terhadap penurunan kadar kekeruhan dan *TSS*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

- a. Memberikan salah satu alternatif teknologi dalam menurunkan kadar Kekeruhan dan *TSS* yang terlalu tinggi pada air permukaan sebagai sumber air baku yang sering digunakan dalam skala rumah tangga.
- b. Sebagai referensi kepada penelitian berikutnya agar mencoba berbagai variasi percobaan, sehingga nantinya akan mendapatkan data yang lebih lengkap tentang kemampuan *horizontal flow roughing filter* dalam menurunkan kadar Kekeruhan dan *TSS* pada air permukaan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Air Baku

Penyediaan air bersih, selain kuantitasnya, kualitasnya pun harus memenuhi standar yang berlaku. Untuk ini perusahaan air minum selalu memeriksa kualitas air bersih sebelum didistribusikan kepada pelanggan sebagai air minum. Air minum yang ideal seharusnya jernih, tidak berbau, tidak berwarna, tidak berasa. Air minum pun seharusnya tidak mengandung kuman patogen dan segala makhluk yang membahayakan kesehatan manusia. Tidak mengandung zat kimia yang dapat merubah fungsi tubuh, tidak dapat diterima secara estetis dan dapat merugikan secara ekonomis. Air itu seharusnya tidak korosif, tidak meninggalkan endapan pada seluruh jaringan distribusinya. Pada hakekatnya diadakan pengolahan air untuk mencegah hal-hal tersebut diatas serta terjadinya *water borne diseases*.

Standar air bersih di setiap negara berbeda sesuai dengan keadaan sosial-ekonomi-budaya setempat. Namun dari manapun asal suatu standar air bersih karakteristiknya dibagi ke dalam beberapa bagian antara lain :

1. Karakteristik fisis
2. Karakteristik kimiawi
3. Karakteristik biologis

Dalam hal air bersih, sudah merupakan praktek umum bahwa dalam menetapkan kualitas dan karakteristik dikaitkan dengan suatu baku mutu air

tertentu (standar kualitas air). Untuk memperoleh gambaran yang nyata tentang karakteristik air baku, seringkali diperlukan pengukuran sifat-sifat air atau biasa disebut *parameter kualitas air*, yang beraneka ragam. Formulasi-formulasi yang dikemukakan dalam angka-angka standar tentu saja memerlukan penilaian yang kritis dalam menetapkan sifat-sifat dari tiap parameter kualitas air. Parameter tersebut terbagi dalam :

1. Parameter fisis
2. Parameter kimiawi
3. Parameter biologi
4. Parameter radiologis

Untuk dapat memahami akibat yang dapat terjadi apabila air minum tidak memenuhi standar, berikut pembahasan karakteristik beserta parameter kualitas air bersih berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 907/MENKES/SK/SK/2002

1. Karakteristik Fisis

Sifat-sifat fisis air adalah relatif mudah untuk diukur dan beberapa diantaranya mungkin dengan cepat dapat dinilai oleh orang awam.

- a. Bau
- b. Rasa
- c. Suhu
- d. Warna
- e. Jumlah zat padat terlarut (*TDS*)
- f. Kekeruhan

2. Karakteristik Kimiawi

Karakteristik kimia cenderung lebih khusus sifatnya dibandingkan dengan karakteristik fisis dan oleh karena itu lebih cepat dan tepat untuk menilai sifat-sifat air dari suatu sampel.

A. Kimia Anorganik

- a. Air raksa
- b. Aluminium
- c. Arsen
- d. Barium
- e. Besi
- f. Kesadahan
- g. Klorida
- h. Mangan
- i. Ph
- j. Perak
- k. Nitrat, Nitrit
- l. Seng
- m. Sulfat
- n. Tembaga
- o. Timbal
- p. Sianida

B. Kimia Organik

- a. Aldrin dan dieldrin
 - b. Benzo (a) pyrene (B (a) P)
 - c. Chlordane
 - d. Chloroform
 - e. 2,4-D
 - f. Dichloro-diphenyl-trichloroetane (DDT)
 - g. Detergen
 - h. Zat Organik
- ### 3. Karakteristik Biologis

Analisis Bakteriologi suatu sampel air bersih biasanya merupakan parameter kualitas yang paling sensitif. Kedalam parameter mikrobiologis ini hanya dicantumkan koliform tinja dan total koliform. Sebetulnya kedua macam parameter ini hanya berupa indikator bagi berbagai mikroba yang dapat berupa parasit (protozoa, metazoa, tungau), bakteri patogen dan virus.

- JPT Coli/100 cc air

Jumlah perkiraan terdekat (JPT) bakteri coliform/100 cc air digunakan sebagai indikator kelompok mikrobiologis. Hal ini tentunya tidak terlalu tepat, tetapi sampai saat ini bakteri inilah yang paling ekonomis dapat digunakan untuk kepentingan tersebut. .

Untuk membuat air menjadi aman untuk diminum, tidak hanya tergantung pada pemeriksaan mikrobiologis, tetapi biasanya juga ditunjang oleh pemeriksaan residu khlor misalnya.

4. Parameter Radioaktivitas

Apapun bentuk radioaktivitas efeknya adalah sama, yakni menimbulkan kerusakan pada sel yang terpapar. Kerusakan dapat berupa kematian dan perubahan komposisi genetik. Perubahan genetik dapat menimbulkan berbagai penyakit seperti kanker dan mutasi.

Sinar alpha, beta dan gamma berbeda dalam kemampuan menembus jaringan tubuh. Sinar alpha sulit menembus kulit, jadi bila tertelan lewat minuman maka yang terjadi adalah kerusakan sel-sel pencernaan, sedangkan beta dapat menembus kulit dan gamma dapat menembus sangat dalam. Kerusakan yang terjadi ditentukan oleh intensitas sinar serta frekuensi dan luasnya pemaparan.

2.2 Air Permukaan

Air tawar berasal dari dua sumber, yaitu air permukaan (*surface water*) dan air tanah (*ground water*). Air permukaan adalah air yang berada di sungai, danau, waduk, rawa dan badan air lain, yang tidak mengalami infiltrasi ke bawah tanah. Areal tanah yang mengalirkan air kesuatu badan air disebut watershed atau drainage basins. Air yang mengalir dari daratan menuju suatu badan air disebut limpasan permukaan (*surface run off*); dan air yang mengalir di sungai menuju laut di sebut aliran air sungai (*river run off*). Sekitar 69% air yang masuk kesungai berasal dari hujan, pencairan es/salju (terutama untuk wilayah Ughari), dan sisanya berasal dari air tanah. Wilayah di sekitar daerah aliran sungai yang menjadi tangkapan air di sebut *catchment basin*.

Air hujan yang jatuh ke bumi dan menjadi air permukaan memiliki kadar-kadar bahan terlarut atau unsur hara yang sangat sedikit. Air hujan biasanya bersifat asam, dengan nilai pH 4,2. Hal ini disebabkan air hujan melarutkan gas-gas yang terdapat di atmosfer, misalnya gas karbondioksida (CO_2), sulphur (S) dan nitrogen oksida (NO_2) yang dapat membentuk asam lemah. Setelah jatuh ke permukaan bumi, air hujan mengalami kontak dengan tanah dan melarutkan bahan-bahan yang terkandung didalam tanah.(Hefni, 2003)

2.3 Air Sungai Sebagai Sumber Air Bersih

2.3.1. Kuantitas

Akibat panas sinar matahari pada permukaan bumi, permukaan air laut dan air yang ada pada makhluk hidup menguap menjadi awan yang apabila terkena dingin akan mengalami kondensasi, yang akan turun menjadi hujan. Air hujan akan meresap kedalam tanah dan mengalir di permukaan tanah menuju ke badan-badan air sehingga air di badan air akan bertambah banyak. Dari rantai perputaran air tersebut, dapat dibedakan atas tiga sumber yaitu :

1. Air angkasa meliputi air hujan dan salju,
2. Air tanah meliputi mata air, sumur dangkal, sumur dalam dan artesis.
3. Air permukaan meliputi sungai, rawa – rawa dan danau.

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

- Debit sumber air sungai (air hujan, air dari mata air dan sebagainya)

- Sifat dan luas area.
- Keadaan tanah.

2.3.2. Kualitas

Air permukaan adalah air yang ada di permukaan tanah, baik keberadaannya bersifat sementara dan mengalir ataupun stabil. Air permukaan bila langsung digunakan untuk kebutuhan sehari - hari perlu diperhatikan apakah air tersebut sudah tercemar atau belum. Indikator atau tanda bahwa air permukaan sudah tercemar adalah adanya perubahan atau tanda yang dapat diamati melalui:

1. Adanya perubahan warna, bau dan rasa dalam air.
2. Adanya perubahan suhu air.
3. Adanya perubahan pH dan konsentrasi ion hidrogen.
4. Timbulnya endapan, koloidal dan bahan terlarut.
5. Adanya mikroorganisme.
6. Meningkatnya radioaktifitas dalam air

Agar air permukaan dapat digunakan sebagai sumber air bersih perlu dilakukan pengolahan air untuk perbaikan kualitas fisika air bersih dapat dilakukan misalnya dengan penyaringan (*filtrasi*).

Pada umumnya air sungai mengandung zat organik maupun anorganik, yang terkandung dalam air sungai tergantung kadar pencemaran pada air sungai tersebut dan jenis tanah yang dilalui oleh air sungai tersebut.

Sungai pada umumnya akan membawa zat-zat padat yang berasal dari erosi, penghancuran zata-zat organik, garam - garam mineral sesuai dengan jenis tanah yang dilalui. Dan pada sungai - sungai yang melalui daerah - daerah pemukiman yang padat akan mengalami pencemaran akibat buangan rumah tangga yang dapat mengakibatkan perubahan warna, peningkatan kekeruhan, rasa, bau dan lain-lain.(Razif, 1985)

2.4 Air Minum

Air merupakan bahan yang sangat penting bagi kehidupan umat manusia dan fungsinya tidak pernah dapat digantikan oleh senyawa lain. Air juga merupakan komponen penting dalam bahan makanan karena air dapat mempengaruhi penampakan, tekstur, serta cita rasa makanan kita. Air berperan sebagai pembawa zat-zat makanan dan sisa-sisa metabolisme, sebagai media reaksi yang menstabilkan pembentukan *biopolimer*, dan sebagainya. (Winarno, 2002)

Air dapat dikonsumsi sebagai air minum apabila air tersebut bebas dari mikroorganisme yang bersifat patogen dan telah memenuhi syarat-syarat kesehatan. Untuk masyarakat awam persediaan air minum, mereka mengambil dari sumber air sebelum dikonsumsi air tersebut harus direbus dahulu. Merebus air sampai mendidih bertujuan untuk membunuh kuman-kuman yang mungkin terkandung dalam air tersebut. Sedangkan air minum yang tersedia di pasaran luas berupa air mineral yang berasal dari sumber air pegunungan dan telah mengalami proses destilasi atau penyulingan di industri dalam skala besar. Penyulingan ini

juga bermaksud untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung baik berupa mikroorganisme maupun berupa logam berat (Tjokrokusumo, 1995).

2.4.1 Kekeruhan

Air menjadi keruh karena adanya benda-benda lain yang tercampur atau larut dalam air seperti tanah liat, lumpur, benda-benda organik halus dan plankton. Kekeruhan didefinisikan sebagai suatu istilah untuk menggambarkan butiran-butiran tanah liat, pasir, bahan mineral dan sebagainya yang menghalangi cahaya atau sinar masuk kedalam air.

Kekeruhan air didalam air permukaan pada umumnya ditimbulkan oleh bahan-bahan dalam suspensi (ukuran lebih besar dari 1 mikron) dan bahan-bahan koloid (ukuran lebih besar 1 milimikron dan 1 mikron). Kekeruhan yang di timbulkan oleh bahan-bahan dalam suspensi sangat mudah di hilangkan dengan cara pengendapan, bentuk ini terdiri antara lain bakteri, bahan-bahan anorganik seperti pasir dan lempung serta bahan-bahan organik seperti daun-daunan. Bahan-bahan koloid hanya dapat dihilangkan dengan proses penyaringan dengan saringan pasir. (Chatib, 1992)

Kekeruhan air disebabkan oleh zat padat tersuspensi, baik yang bersifat anorganik maupun yang organik. Zat anorganik, biasanya berasal dari lapukan batuan dan logam sedangkan organik dapat berasal dari lapukan tanaman atau hewan. Zat organik dapat menjadi makanan bakteri, sehingga mendukung perkembangbiakannya. Bakteri ini juga merupakan zat

organik tersuspensi, sehingga pertambahannya akan menambah kekeruhan air. (Slamet, 2002)

Kekeruhan sebenarnya tidak mempunyai efek langsung terhadap kesehatan tetapi tidak disukai masyarakat karena masalah estetika kurang baik. Persyaratan mutu dari kekeruhan air bersih maksimum yang diperolehkan menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 907/MENKES/SK/SK/2002 adalah 5 NTU.

Kekeruhan menunjukkan sifat optis air, yang mengakibatkan pembiasan cahaya kedalam air. Kekeruhan membatasi masuknya cahaya ke dalam air. Kekeruhan ini terjadi karena adanya bahan yang terapung dan terurainya zat tertentu, seperti bahan organik, jasad renik, lumpur, tanah liat dan benda lain yang melayang atau terapung dan sangat halus. Semakin keruh air, semakin tinggi daya hantar listriknya dan semakin banyak pula padatannya (Kristanto, 2002).

Partikel yang terkandung dalam air dapat terjadi karena adanya erosi tanah yang dilalui oleh aliran air. Kation-kation yang terdapat dalam partikel lempung adalah Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , H^+ , Al^{2+} dan Fe^{2+} , berurutan menurut besarnya gaya adsorpsi yang dialami. Dari urutan kation tersebut, terlihat partikel yang mengandung Na^+ dan K^+ sangat stabil dan sukar mengendap karena hanya sedikit yang mengalami gaya adsorpsi, sedangkan partikel yang mengandung Al^{3+} dan Fe^{3+} kurang stabil dan mudah mengendap.

Adapun zat yang tidak dapat mengendap tanpa bantuan bahan kimia (koagulan) antara lain unsur organik dari limbah domestik. Jenis dan ukuran partikel koloid dalam air yang sukar mengendap dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Spektrum Ukuran Partikel

No	Jenis Partikel	Bahan Penyusun	Ukuran (Mikron)
1	Molekul	-	10^{-10} - 10^{-8}
2	Koloid	-	
3	Tersuspensi	Clay	
		FeOH	
		CaCO ₃	
		SiO ₃	
4	Bakteri		10^{-6} - $10^{-5.5}$
5	Alga		10^{-6} - $10^{-4.5}$
6	Virus		$10^{-7.5}$ - $10^{-8.5}$

Sumber : anonim, 1991

Untuk menghilangkan zat-zat tersebut diatas, cara yang umum dilakukan adalah dengan proses sedimentasi, akan tetapi untuk ukuran partikel yang sangat kecil seperti partikel koloidal dan partikel tersuspensi memerlukan waktu yang sangat lama, seperti dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.2 Jenis Partikel Koloid dan Tersuspensi.

No	Jenis partikel	Diameter (mm)	Waktu Pengendapan
1	Kerikil	10	0,3 Detik
2	Pasir halus	0,1	33 Detik
3	silt	0,01	38 Detik
4	Bakteri	0,001	55 Detik
5	Koloid	0,0001 - 0,000001	230 Hari - 6,3 Tahun

Sumber: Anonim, 1991

2.5 *Roughing Filter*

Roughing filter sebagian besar memisahkan padatan yang halus yang lolos dari tangki sedimentasi. Air yang keluar dari *roughing filter* harus tidak mengandung lebih dari 2-5 mg/l padatan solid untuk memenuhi peraturan mutu air yang akan dialirkan ke saringan pasir lambat.

Keutamaan Saringan kerikil kasar yaitu dapat meningkatkan kualitas air secara fisik. Sebagaimana saringan kerikil kasar, dapat meremoval padatan solid dan mengurangi kekeruhan. Bagaimanapun perbaikan kualitas bakteri dalam air dapat juga di harapkan karena bakteri dan virus juga termasuk padatan, yang berkisar dalam ukuran antara sekitar 10-20 μm dan 0,4-0,002 μm secara berturut-turut. Organisme ini sering didapat berpasangan dikarenakan gaya elektrostatis dari permukaan padatan dalam air. Oleh karena itu meremoval padatan solid juga berarti mengurangi bakteri pathogen (*disease-causing microorganism*). Efisiensi *roughing filter* dalam mengurangi mikroorganisme mungkin dijadikan upaya yang sama sebagaimana untuk meremoval suspended solid yaitu konsentrasi yang masuk ke inlet *roughing filter* dari 10-100 mg/l dapat direduksi oleh *roughing filter* sekitar 1-3 mg/l.

Roughing filter digunakan sebagai langkah pertama pre treatment yang kemudian dilanjutkan ke saringan pasir lambat. Saringan pasir lambat mungkin tidak dibutuhkan jika kontaminan bakteri dalam air tidak ada atau kecil, terutama sekali dalam aliran air permukaan yang areanya tidak untuk pemukiman penduduk atau jika sanitasi dikontrol untuk mencegah kontaminasi air dari kotoran manusia. Meskipun demikian peningkatan kualitas fisik air mungkin dibutuhkan dengan

permanen atau berkala jika air permukaan berisi endapan lumpur. Solid dengan jumlah yang berlebih didalam air dapat membuat reservoir dan pipa tertimbun lumpur. Untuk pertimbangan teknis, *roughing filter* dapat digunakan tanpa saringan pasir lambat jika air baku yang digunakan mengandung sedikit kontaminan bakteri yaitu kuran dari 20-50 E.coli/100ml

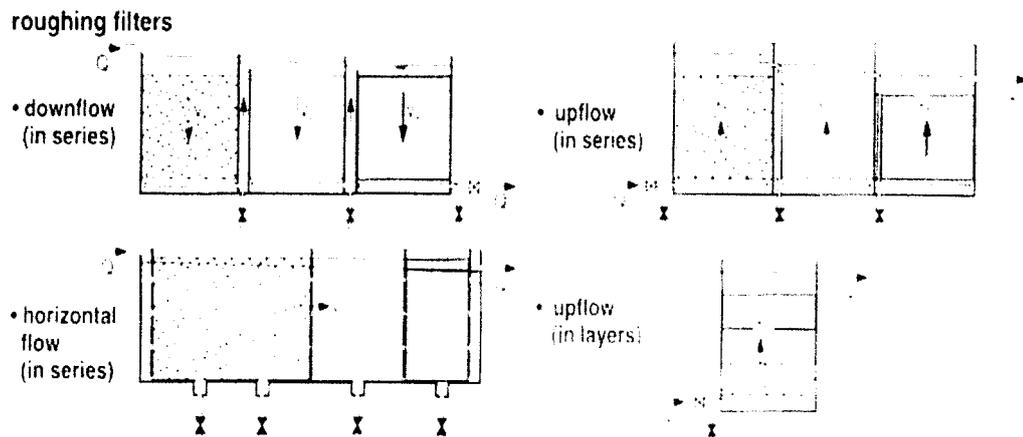
Roughing filter secara utama memisahkan padatan yang halus yang lolos oleh tangki sedimentasi sebelumnya. Secara umum *roughing filter* diletakan pada rencana pengolahan dan akhir proses *pre-treatment* ini menggunakan saringan pasir lambat. Air baku yang masuk dalam *slow sand filter* harus memiliki tingkat kekeruhan yang rendah. Untuk itu Pretreatment air permukaan dengan loading yang tinggi pada material padatan biasanya dibutuhkan. *Roughing filter* ini dapat dioperasikan dengan berbagai macam yaitu *upflow*, *downflow*, atau *horizontal-flow filter*. Perbedaan ukuran pecahan kerikil dari *roughing filter* yang ditempatkan dalam kompartemen yang terpisah dan dioperasikan secara seri, atau perbedaan ukuran kerikil ditempatkan berturut turut dalam kompartemen yang sama. Filter dapat diklasifikasikan menurut ukuran: material filter dan rata-rata filter masuk dalam kategori berikut *rock filter*, *roughing filter*, *rapid sand filter* dan *slow sand filter*. *Roughing filter*, menggunakan sebagian besar kerikil sebagai filter medium, dioperasikan tanpa bahan kimia dan tidak memerlukan peralatan mekanik canggih untuk pemeliharaan dan operasi. Meskipun demikian desain dan penerapan *roughing filter* sangat bermacam-macam. Perbedaan jenis *roughing filter* dapat diklasifikasikan menurut:

- a. lokasi dengan persediaan air
- b. rencana tujuan aplikasi
- c. arah aliran
- d. desain filter
- e. teknik pembersihan filter

Media filter yang digunakan untuk *roughing filter* harus bersih dan bebas dari material organik. Hal ini sangat penting untuk mencuci agregat secara benar agar dapat material kotor semuanya lepas dari permukaan filter media. Jika hal ini tidak dilaksanakan, kualitas effluent dari *roughing filter* akan kurang baik dan akan terjadi clogging pada saringan pasir lambat.

Perbedaan pecahan kerikil harus dipisahkan dari tiap ukurannya untuk menghindari pencampuran dari agregat selama pembersihan filter secara manual. Material filter pada *upflow roughing filter in layers* lebih disukai dipisahkan oleh plastik kawat berlubang. Perbedaan media filter dari *roughing filter in series* dipisahkan oleh perbedaan box filter, dan pemisahan dinding yang berlubang digunakan untuk *horizontal-flow roughing filter*.

secara umum perbedaan layout pre-filter digambarkan sebagai berikut



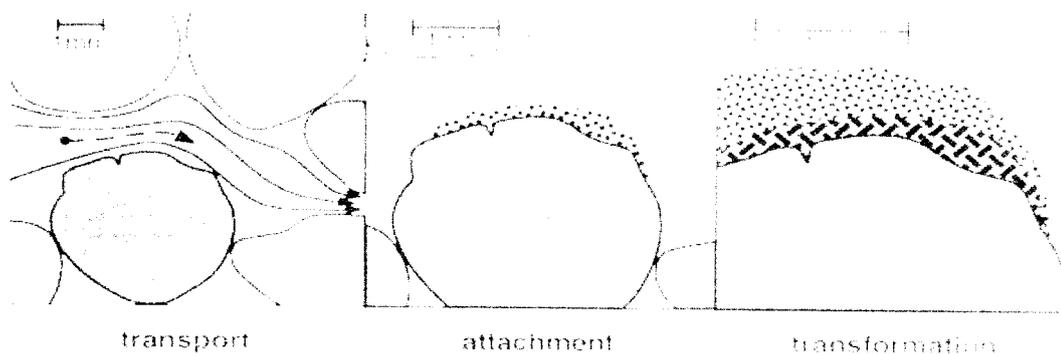
Gambar 2.1 layout pre-filter

2.5.1 Dasar teori filtrasi

Filtrasi atau penyaringan adalah proses dimana air dibersihkan dengan cara pengaliran melalui bahan yang berpori guna memisahkan sebanyak mungkin solid tersuspensi yang paling halus. Tujuannya guna mendapatkan air yang aman dalam pengolahan air minum atau air buangan. Filtrasi dihasilkan karena adanya tahanan dari butiran media terhadap partikel pada saat terjadinya kontak pada permukaan media berbutir dari saringan. Sifat-sifat fisis dan kimiawi dari partikel dalam suspensi maupun permukaan media dan kondisi hidrolis dari aliran sangat menentukan efisiensi dari pada filter.

Apabila deposit terus berlanjut hingga diantara butir secara berangsur-angsur akan menjadi lebih kecil, dengan demikian area untuk deposit partikel akan kecil pula. Keadaan demikian akan menyebabkan makin besarnya tahanan dari filter yang selanjutnya filter perlu dibersihkan. (Chatib, 1992)

Penjelasan berikut mengarahkan pada penyediaan informasi tentang beberapa mekanisme filtrasi dan menerangkan prosesnya secara lebih detail. Penyisihan padatan oleh *roughing filter* adalah suatu proses yang agak kompleks yang meliputi sedimentasi, biologi dan adsorpsi seperti halnya aktivitas biokimia. Yang pada dasarnya, digambarkan di dalam gambar 2.2, partikel padat ditransfer ke permukaan dan sisa-sisa yang mendempet sebelumnya diubah oleh proses biologi dan kimia. Yang kemudian juga penting untuk meremoval padatan. Saringan kerikil kasar sebagian besar meningkatkan kualitas air secara fisik sebagaimana filter kerikil pasir memisahkan padatan dan mengurangi kekeruhan. (Martin,W 1996)



Gambar 2.2 Solid Separation Mechanisms in *Roughing Filters*

2.5.2 Mekanisme Penyaringan

Mekanisme penyaringan meliputi lima kegiatan antara lain :

a. Pengendapan

Pada proses ini terjadi pemisahan-pemisahan partikel yang lebih besar karena mengendap, yang membedakan jika dalam bak pengendap terbentuk di dasar

bak sedangkan dalam penyaringan terjadi pada seluruh permukaan media saring

b. Penahanan secara mekanis

Pada proses ini terjadi pemisahan partikel-partikel dalam air dimana partikel-partikel tersebut terlalu besar untuk melewati celah-celah diantara butir-butir media saring.

c. Adsorpsi

Merupakan kegiatan yang terpenting pada proses penyaringan karena dalam proses ini dapat menghilangkan bahan-bahan yang melayang , bau, warna, serta dapat menghimpun bahan-bahan organik sampai sekecil-kecilnya. Hal ini terjadi karena adanya gaya tarik-menarik yang muatan listriknya berbeda.

d. Aktifitas kimia

Aktifitas kimia terjadi karena adanya oksidasi oleh oksigen bebas diudara sehingga terurai menjadi bahan yang berbahaya dan akibatnya akan mengendap

e. Aktifitas biologi

Aktifitas biologi terjadi karena kegiatan dari kehidupan di air yang melekat pada media saring membentuk lapisan film karena adanya proses penahanan mekanis, endapan dan adsorpsi.(Huisman, 1975)

2.5.3 Faktor Kualitas Hasil Penyaringan

Faktor-faktor yang menentukan hasil penyaringan dalam bentuk kualitas efisiensi dan masa operasi saringan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain

- a. Kualitas air baku yang lebih jelek memerlukan penyaringan yang lebih sempurna
- b. Ketebalan lapisan media saring pada ketebalan media saring tertentu air yang disaring hasilnya akan lebih bagus karena kesempatan bereaksi akan makin lama.
- c. Waktu kontak penyaringan, dengan semakin tebal media saring, maka waktu kontak antara larutan kontaminan dengan media saring semakin panjang.
- d. Diameter media saring yang lebih kecil sampai batas tertentu memberikan hasil yang bagus
- e. Bentuk saringan yang berbeda memberikan hasil yang berbeda misalkan persegi atau bulat
- f. Jenis media saring yang berbeda akan memberikan hasil yang berbeda karena tiap-tiap media saring memiliki kemampuan menyaring yang berbeda.
- g. Kecepatan penyaringan, akan mempengaruhi lama operasi filter
- h. Umur saringan, saringan yang baru dipakai akan memberikan hasil yang bagus dari pada saringan yang telah dipakai berkali-kali
- i. Suhu air
 - 1) Pengaruh suhu terhadap kekentalan air jika suhu air semakin tinggi, maka kekentalan air semakin rendah. Sehingga gaya gesek air akan lebih cepat melalui celah tersebut. Dengan demikian memperpendek waktu penyaringan
 - 2) Pengaruh suhu terhadap efektifitas biologi

Suhu air dapat mempengaruhi kecepatan metabolisme bakteri dalam air. Bila suhu mencapai batas optimum untuk perkembangbiakan bakteri, maka bakteri akan bertambah dengan cepat.

3) Pengaruh suhu terhadap reaksi kimia

Bila suhu tinggi maka reaksi kimia akan semakin cepat dan sebaliknya. (Huisman, 1975)

2.5.4 Variabel desain dari *Roughing Filter*

Desain *roughing filter* mempunyai 3 target yaitu :

- 1) Mengurangi kekeruhan dan konsentrasi SS (mg/l)
- 2) Menghasilkan Q output spesifik setiap hari (m^3/s)
- 3) Mengijinkan operasional yang cukup memadai selama suatu periode yang telah ditentukan (hari/minggu).

Desain dari *roughing filter* harus memenuhi target yang digambarkan oleh enam desain variabel yang dapat dipilih dalam suatu cakupan tertentu :

- a. Kecepatan viltrasi V_f (m/jam) berkisar antara 0.3-1.5 m/jam
- b Ukuran rata-rata dgi (mm) dari tiap media filter antara 24-2 mm berikut merupakan ukuran gravel untuk *roughing filter*

Tabel 2.3 Ukuran pecahan Kerikil dalam *Roughing Filter*

Material Filter	Ukuran Material Filter (mm)		
	Pecahan 1	Pecahan 2	Pecahan 3
Filter Kasar	24-16	12-18	8-12
Filter normal	12-18	8-12	4-8
Filter halus	8-12	4-8	2-4

Sumber: Martin, 1996

- c. Panjang li (m) dari setiap media filter tergantung pada tipe filter. Panjang *horizontal Roughing Filter* tidak dibatasi akan tetapi panjang normalnya 5 dan 7 m.
- d. Angka n1 dari fraksi filter, tergantung juga pada tipe filter permukaan filter boleh hanya 1 fraksi saja dimana *Roughing Filter* biasanya terdiri dari 3 fraksi gravel
- e. Tingginya H (m) dan lebar W (m) area saringan A (m²) : kedalaman = 1-2 m, lebar filter = 4-5 m, dan untuk *vertikal flow filter* = 25-30 m² atau untuk *horizontal roughing Filter* 4-6 m².

2.5.5 Jenis-Jenis Material Saringan *Roughing Filter*

Material saringan perlu mempunyai spesifik yang besar untuk meningkatkan proses sedimentasi yang berlangsung didalam *roughing filter* dan perembesan yang tinggi untuk partikel atau unsur padat yang akan dipisahkan. Uji filtrasi mengungkapkan bahwa bukan kekasaran maupun struktur atau bentuk dari material saringan mempunyai suatu pengaruh besar pada efisiensi saringan material berikut bisa digunakan untuk media saringan:

1. kerikil dari dasar sungai atau dari tanah
2. pecahan batu atau batu dari suatu penggalian
3. batu bata tanah liat yang dibakar
4. material plastik sebagai modul atau chip (yang digunakan untuk meneteskan saringan) digunakan jika material ditempat itu tersedia

5. arang yang dibakar, walaupun ada risiko disintegrasi manakala membersihkan material saringan, hanya perlu dipertimbangkan dalam kasus khusus (yaitu untuk pemindahan perihal organik yang dihancurkan)
6. serabuk kelapa, meskipun dengan resiko air menjadi berasa selama operasi saringan panjang, haruslah hati-hati.

Berikut ini tabel perfoemen saringan dengan material saringan berbeda

Tabel 2. 4 Pengurangan Kekeruhan dengan Material Saringan Berbeda

Proyek	kerikil	Material Saringan Alternatif
BNHP/Sudan Batu bakar	87%(20-30, 15-20 dan 5-10mm)	77% (bata 30-50, 15-20, 5-10)mm
Sabut palem* Plumbon/Indonesia	39% (16-25)mm	67% (sabut/serat)
Bahan plastic , universitas Newcastle	92% (pecahan batu bata, 30-50, kerikil 14-18 dan 5-9)mm	94% (lingkar Φ 38mm pipa Φ 30 mm lebar tutup 5 mm

*hanya diisi pada kompartemen pertama

Sumber: (Martin, 1996)

2.5.6 Pembersihan Filter

Penggumpalan partikel atau unsur padat dengan volume yang besar didalam media filter akan mengurangi perembesan filter dan pada akhirnya juga akan mengurangi efesiensi filter dan meningkatkan tahanan filter. Untuk menjaga kinerja filter yang cukup baik dan membatasi headloss filter, pembersihan secara periodik partikel atau unsur padat yang terkumpul dari media filter merupakan hal yang sangat penting untuk dilakukan.

Roughing filter dapat dibersihkan secara manual atau secara hidrolik. Pembersihan filter secara manual (penggalan, mencuci, dan pengisian ulang media saringan) adalah susah dan membutuhkan tenaga kerja yang secara intensif.

Oleh karena itu pembersihan filter secara hidrolik berperan penting dalam operasional *roughing filter* dalam jangka panjang dan merupakan pembersihan yang efisien.

Pembersihan saringan secara hidrolik memerlukan pembersihan saringan yang cepat pada partikel/unsur padat yang dikumpulkan, yang kemudian dibilas menuju alas saringan. Berikut ini merupakan variabel desain paling utama untuk pembersihan saringan secara hidrolik :

- a) Kecepatan pembersihan filter V_d (m/jam)
- b) Area inlet A_d pada sistem pembersihan
- c) Jarak horizontal L_d (m) antara saluran atau bukaan dalam alas saringan
- d) Frekwensi pembersihan $1/T_r$ atau periode filter yang dijalankan T_r

Kecepatan pembersihan saringan adalah sama dengan nilai jatuhnya suatu permukaan air bawah tanah didalam saringan itu. Pembersihan filter awal dengan kecepatan tinggi V_d direkomendasikan untuk efesiensi pembersihan. Kondisi-kondisi aliran yang bergolak penting bagi suspensi ulang dan pengangkutan partikel /unsur padat yang dikumpulkan melalui saringan itu. Oleh karena itu suatu percepatan pembersihan 30 m/jam, atau paling baik 60-90 m/jam, diperlukan untuk pembersihan hidrolik yang efisien.

2.5.7 Pemeliharaan Filter

Pemeliharaan seharusnya ditujukan pada pemeliharaan rencana pada kondisi yang baik dari awal. Bantuan eksternal (dari luar) untuk kerja

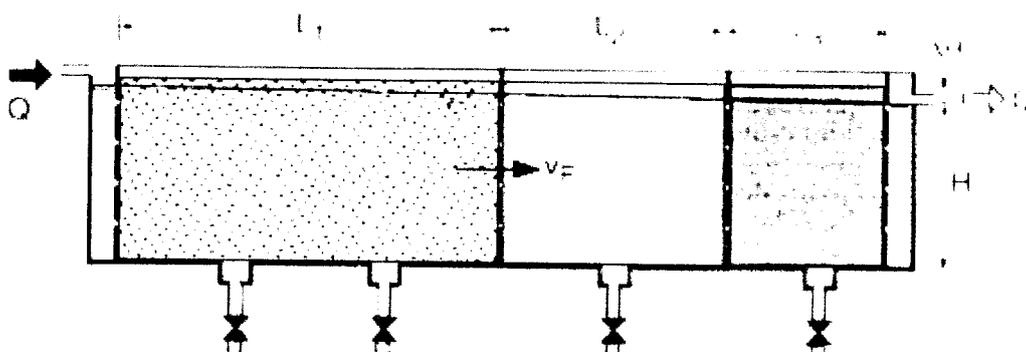
pemeliharaan biasanya dihindari bila kerja lanjutan dilaksanakan dengan baik oleh pekerja lokal :

- a) Pemeliharaan berkala pada suatu dasar pemikiran penanganan pabrik (pemotongan rumput, pembuangan pohon dan semak-semak besar yang dapat merusak struktur oleh akar-akar pohon dibuang atau dihilangkan.
- b) Perlindungan lahan terhadap erosi (khususnya struktur intake permukaan, saluran drainase air limbah dan air permukaan)
- c) Memperbaiki keretakan dinding dari struktur dan penggantian plester yang dipotong
- d) Aplikasi alat anti karat untuk mengekspos komponen metal (bendungan V-Notch, penyangga pipa)
- e) Pemeriksaan katup-katup dan sistem drainase dan adakalanya melumasi komponen-komponen yang bergerak.
- f) Membersihkan material filter
- g) Menyaring material yang terampung dari bagian atas filter
- h) Mencuci material kasar (pada distribusi dan kotak inlet)
- i) Mengontrol dan mengganti bagian yang tak sempurna (alat-alat dan peralatan uji)

Pemeliharaan yang sesuai pada pabrik penanganan menjamin penggunaan jangka panjang pada suatu instalasi yang dijalankan dengan biaya-biaya rendah.

2.5.8 *Horizontal Flow Roughing Filter*

Panjang filter ini yang tidak terbatas dan tataruang yang sederhana adalah keuntungan utama *horizontal roughing filter*. Umumnya stuktur dasar *roughing filter* tidak mempunyai permasalahan struktur, dan panjang filter yang tidak terbatas. Selain itu tataruang yang sederhana tidak memerlukan penambahan struktur hidrolis dan instalasi seperti pada *vertical-flow roughing filter*. Air yang mengalir dengan arah horizontal dari inlet kompartemen, masuk melalui rangkaian seri dengan perbedaan ukuran material filter yang dipisahkan oleh dinding yang dilubangi, kemudian keluar melalui outlet filter. Seperti yang digambarkan pada gambar 2.3. Ukuran material filter berada pada range antara 24-2 mm, pada umumnya dipisahkan dalam tiga kompartemen saringan dengan ukuran gravel yang berbeda yaitu kasar, medium dan pecahan bagus. Untuk mencegah pertumbuhan alga di dalam filter, level air dijaga di bawah permukaan dari material filter oleh bendungan atau menempatkan pipa effluent pada filter outlet. *Horizontal flow roughing filter* sangat baik digunakan untuk tingkat kekeruhan yang tinggi yaitu 500 NTU sampai 1000 NTU.



Gambar 2.3 *Horizontal Flow Roughing Filter*

2.6. Hipotesa

1. *Horizontal flow roughing filter* dapat menurunkan kandungan *TSS* dan kekeruhan pada air permukaan.
2. Ada perbedaan hasil yang dihasilkan dari proses *horizontal flow roughing filter* apabila divariasikan ukuran gravel dan variasi kecepatan aliran.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian Laboratorium, yang dilakukan dengan percobaan dalam batasan waktu tertentu terhadap kandungan Kekeruhan dan *TSS* dari sumber air baku air permukaan dengan menggunakan *horizontal flow roughing filter*.

3.2 Objek Penelitian

Sebagai objek penelitian ini adalah kandungan Kekeruhan dan *TSS* dari sumber air baku yaitu air permukaan.

3.3 Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan sampel air permukaan yaitu di selokan Mataram, Yogyakarta dan sebagai tempat analisa sampel yaitu kekeruhan di laboratorium Biomanajemen, Atmajaya, Yogyakarta dan untuk pengukuran *TSS* di Laboratorium Teknik Lingkungan, UII, Yogyakarta.

3.4 Variabel Penelitian

1. Variabel bebas (*Independent Variable*)

- Media gravel yang digunakan yaitu:

Gravel I dengan ukuran : 19; 15.8; 11.1mm.

Gravel II dengan ukuran : 11.1; 6.3; 2.3mm.

Kecepatan I : 0.3 m/h

Kecepatan II : 0.6 m/h

Kecepatan III : 0.9 m/h

Tabel 3.1 Variasi Gravel dan Kecepatan Aliran untuk Kekeruhan dan TSS

Variasi	Gravel (mm)	Kecepatan(m/jam)
Pertama	I = (19; 15.8; 11.1) II = (11.1; 6.3; 2.3)	I = 0.3
Kedua	I = (19; 15.8; 11.1) II = (11.1; 6.3; 2.3)	II = 0.6
Ketiga	I = (19; 15.8; 11.1) II = (11.1; 6.3; 2.3)	III = 0.9
Keempat	I = (19; 15.8; 11.1)	I = 0.3 II = 0.6 III = 0.9
Kelima	I = (11.1; 6.3; 2.3)	I = 0.3 II = 0.6 III = 0.9

2. Variabel terikat (*Dependent Variable*)

Parameter yang diteliti adalah Kekeruhan dan TSS.

3.5 Tahap pelaksanaan percobaan

3.5.1 Penyediaan media kerikil kasar, kerikil sedang, kerikil halus

Pada penelitian ini, media yang digunakan adalah kerikil. Sebelum media dimasukkan kedalam filter, perlu dilakukan pengayakan pada media agar diameter butiran sama. Pengayakan dilakukan dengan menggunakan pengayak dengan menyusun mest yang lebih besar dibagian atas. Adapun mest yang digunakan adalah mest 3/4 inci dengan ukuran 19 mm kemudian mest 5/8 dengan ukuran 15.8 mm dan mest 7/16 dengan ukuran 11.1 mm mest 1/4 dengan ukuran 6.3mm dan #8 dengan ukuran 2.3mm. Sedangkan yang lolos dari #8 adalah PAN. Pengayakan dilakukan kurang lebih 3 bulan, hal ini selain media yang dibutuhkan banyak dan keterbatasan alat pengayakan.



Gambar 3.1 Media kerikil

3.5.2 Alat Penelitian

1. Reaktor merupakan elemen penting dalam melaksanakan penelitian ini. Reaktor dibuat dengan menggunakan fiber agar reaktor tidak mudah pecah dan bocor karena media yang digunakan adalah kerikil.

Rangkaian alat yang digunakan untuk penelitian adalah sebagai berikut:

Panjang total = 1 m

Panjang untuk kompartemen = 0.9m

Lebar = 0.3 m

Tinggi = 0.3 m

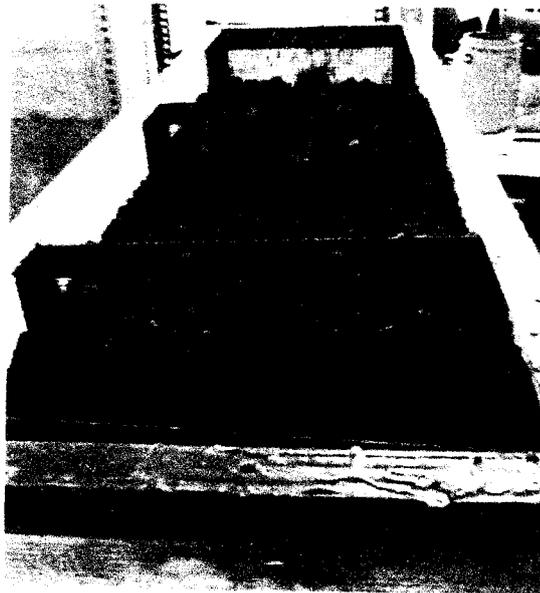
Panjang untuk kompartemen *roughing filter* 0.9 m, sedangkan perbandingan tiap boxnya untuk *horizontal-flow roughing filter* 3 : 2 : 1 maka ukuran panjang tiap boxnya yaitu :

Untuk kerikil kasar = 0.45 m

Untuk kerikil medium = 0.3 m

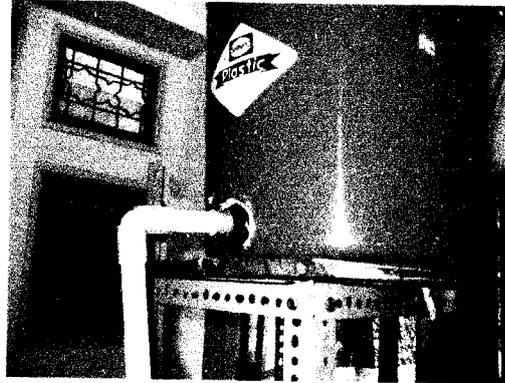
Untuk kerikil halus = 0.15 m

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :



Gambar 3.2 Reaktor *Roughing Filter*

2. Satu buah drum plastik tempat menampung air baku yang mengalirkan air ke reaktor. Agar pengaliran air baku kesaringan dapat berjalan dengan konstan maka pada alat ini dilengkapi dengan kran putar.



Gambar 3.3 Reservoir ke Reaktor

3.6 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini meliputi persiapan media, persiapan alat dan tahap pelaksanaan percobaan, yang diuraikan seperti dibawah ini.

3.6.1 Persiapan Media

Setelah melalui tahap pengayakan, seluruh media tersebut dicuci. Pencucian dilakukan agar debu - debu yang masih menempel di media kerikil dapat hilang.

3.6.2 Persiapan Alat

Roughing filter adalah reaktor yang terbuat dari fiber dengan ukuran panjang 100 cm, lebar 30 cm dan tinggi 30 cm. Setelah reaktor dalam keadaan siap, tidak mengalami kebocoran maka seluruh media dimasukkan ke reaktor dengan variasi gravel dan pengaturan kecepatan pada kran yang divariasikan.

Seluruh media dirancang dengan dengan variasi sebagai berikut:

- a. Gravel pertama ukuran 19; 15.8; 11.1 mm dengan variasi kecepatan 0.3 m/jam, 0.6 m/jam, 0.9 m/jam.
- b. Gravel kedua ukuran 11.1; 6.3; 2.3 mm dengan variasi kecepatan 0.3 m/jam, 0.6 m/jam dan 0.9 m/jam.

Filter dijalankan secara *kontinyu*, artinya terus-menerus karena sampel air langsung diambil setelah air masuk dalam *roughing filter*, pengambilan sampel disesuaikan dengan waktu detensi. Untuk kecepatan 0.3 m/jam waktu detensinya 1 jam, kecepatan 0.6 m/jam waktu detensinya 0.5 jam dan kecepatan 0.9 m/jam waktu detensinya 20 menit. Berikut ini adalah perhitungan waktu detensi :

$$\text{Kecepatan (V)} = 0.3 \text{ m/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Debit air (Q)} &= (P \times L \times V) \\ &= (1 \times 0.3 \times 0.3) \\ &= 0.09 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (P \times L \times T) \\ &= (1 \times 0.3 \times 0.3) \\ &= 0.09 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_d &= V / Q \\ &= 0.09 \text{ m}^3 / 0.09 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 1 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\text{Kecepatan (V)} = 0.6 \text{ m/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Debit air (Q)} &= (P \times L \times V) \\ &= (1 \times 0.3 \times 0.6) \\ &= 0.18 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (P \times L \times T) \\ &= (0.9 \times 0.3 \times 0.3) \\ &= 0.09 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_d &= V / Q \\ &= 0.09 \text{ m}^3 / 0.18 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 0.5 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\text{Kecepatan (V)} = 0.9 \text{ m/jam}$$

$$\begin{aligned}\text{Debit air (Q)} &= (P \times L \times V) \\ &= (1 \times 0.3 \times 0.9) \\ &= 0.27 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

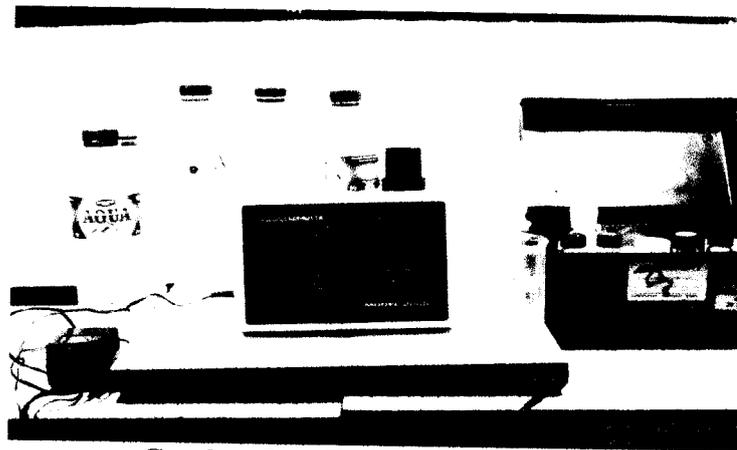
$$\begin{aligned}\text{Volume} &= (P \times L \times T) \\ &= (1 \times 0.3 \times 0.3) \\ &= 0.09 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Td} &= V / Q \\ &= 0.09 \text{ m}^3 / 0.27 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 0.333 \text{ jam} \\ &= 20 \text{ menit}\end{aligned}$$

3.7 Pengukuran Kekeruhan dan TSS

3.7.1 Pengukuran Kekeruhan

Pada pengujian kekeruhan ini, metode yang digunakan untuk analisis laboratorium adalah Metode *Nephelometric* dengan menggunakan alat yang disebut *Turbidimeter*. Kekeruhan diukur setiap jam untuk air awal (*Influent*) dan *Efluent* dari filter dan 9 kali pengukuran untuk setiap sampel.



Gambar 3.4 *Turbidimeter*

Berikut ini merupakan tahap – tahap yang dilakukan dalam menguji kekeruhan menggunakan *Turbidimeter* :

- Sebelum Turbidimeter digunakan, alat ini harus sudah dikalibrasi oleh teknisi laboratorium tersebut. Kemudian meternya dihidupkan, setelah itu mulai dilakukan pembacaan pada layar baca.
- Botol yang digunakan sebagai tempat sampel harus selalu dalam keadaan bersih agar tidak ada partikel atau debu yang menempel dan sebelum dimasukkan ke dalam tempat pembaca botol-botol tersebut harus dalam keadaan kering.
- Mulai dilakukan pembacaan untuk setiap sampel.

3.7.2 Pengukuran TSS

Pengujian TSS dengan menggunakan metode gravimetri yang pertama dilakukan adalah menyiapkan kertas saring sebelum digunakan untuk

pengukuran TSS. Kertas saring dengan diameter ukuran 10 μm dilipat dan dibasahi dengan aquades kemudian panaskan di oven selama 1 jam pada suhu 100-110⁰ c setelah dipanaskan 1 jam kemudian dimasukkan kedesisikator selama 10 menit dan ditimbang, pengulangan ini dilakukan selama 3 kali untuk mendapatkan berat yang konstan. Kertas siap saring ini kemudian digunakan untuk pengukuran TSS yaitu masukkan air sampel sebanyak 50 ml kedalam kertas saring tersebut, setelah itu lakukan hal yang sama seperti pada pembuatan kertas siap saring.

3.8 Analisa Data

Setelah melakukan pengujian di laboratium, kemudian didapat data - data. Untuk mendapatkan nilai efesiensi, maka digunakan rumus berikut ini :

$$\text{Rumus Efisiensi} = \frac{\text{KadarAwal} - \text{KadarAkhir}}{\text{KadarAwal}} \times 100\%$$

Untuk mengetahui pengaruh ukuran gravel dan kecepatan aliran terhadap efisiensi penurunan tingkat kekeruhan dan *TSS* digunakan uji anova uni variate

Hipotesa

H_0 : tidak ada pengaruh yang signifikan antara ukuran gravel terhadap efisiensi penurunan tingkat kekeruhan / *TSS*

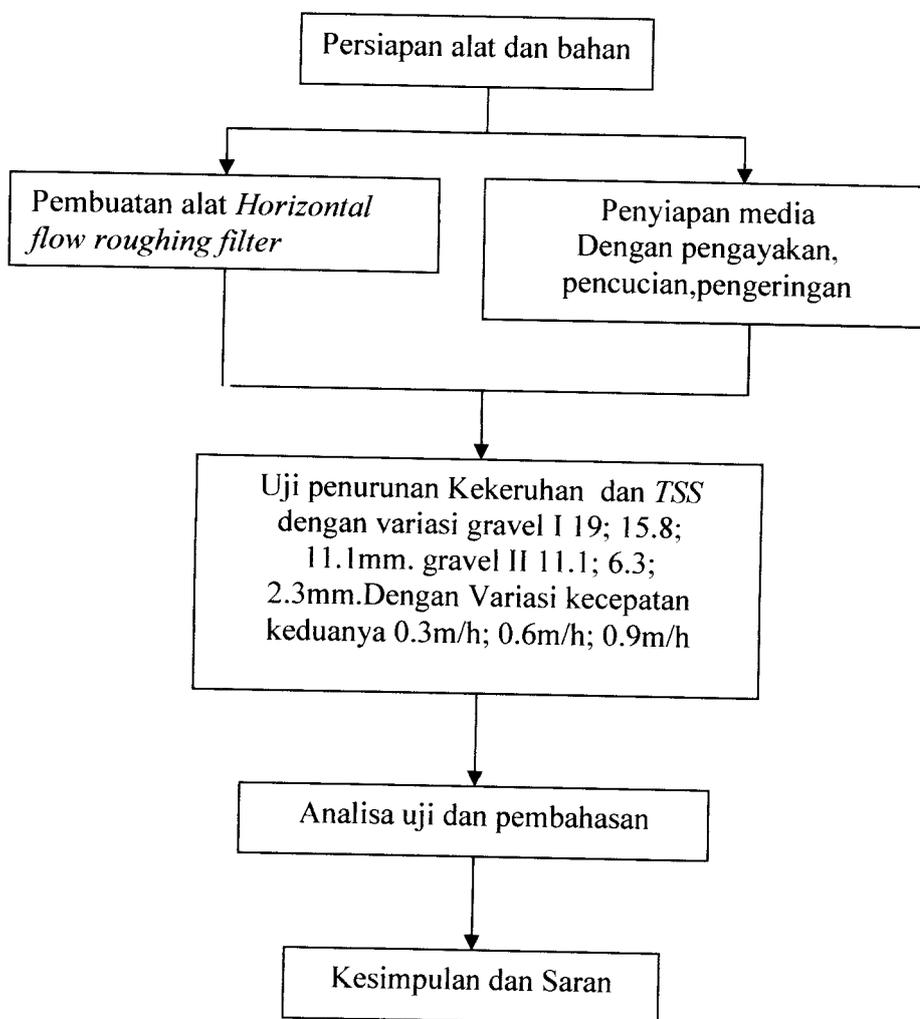
H_1 : ada perbedaan yang signifikan antara ukuran gravel terhadap efisiensi penurunan tingkat kekeruhan / *TSS*

Jika $0.05 > \text{Sig}$, maka H_0 ditolak

Jika $0.05 \leq \text{Sig}$, maka H_0 diterima

3.9 Diagram Alir Penelitian

Metodologi penelitian dapat dilihat pada diagram alir di bawah ini:



Gambar 3.5 Diagram Alir Penelitian

2.4.2 *Total Suspended Solid (TSS)*

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

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

TSS adalah zat tersuspensi dapat bersifat organik dan anorganik. Zat padat tersuspensi dapat diklasifikasikan lagi menjadi zat padat terapung yang selalu bersifat organik dan zat padat terendap yang bersifat organik dan anorganik. Zat padat terendap adalah zat padat dalam suspensi yang dalam keadaan tenang dapat mengendap setelah waktu tertentu karena pengaruh gaya beratnya. (Alaerts dan Santika, 1987)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

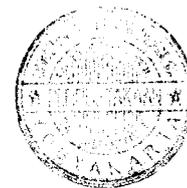
4.1 Hasil Penelitian

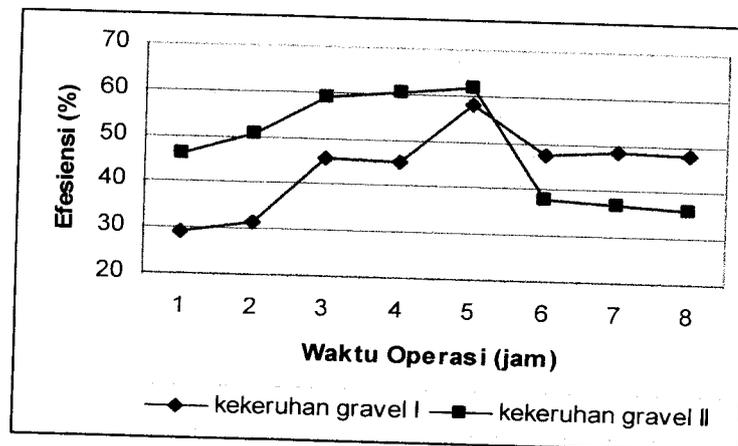
4.1.1 Analisa Variasi Kekeruhan

Setelah melakukan penyaringan dengan menggunakan *horizontal flow roughing filter* dengan ukuran gravel pertama (19 ; 15.8 ; 11.1) mm, dan gravel kedua dengan ukuran (11.1 ; 6.3 ; 2.3)mm dan dengan variasi kecepatan aliran yaitu 0.3m/jam, 0.6m/jam, 0.9m/jam dalam waktu pengoperasian selama 8 kali pengambilan sampel yang disesuaikan dengan waktu detensi, sampel untuk selanjutnya diujikan, pengujian sampel untuk kekeruhan di laboratorium Biomanajemen, Atmajaya Yogyakarta. Dari hasil pengujian tersebut diperoleh hasil bahwa terjadi penurunan tingkat kekeruhan pada outlet setelah air baku melewati *horizontal flow roughing filter*.

a. Pengaruh ukuran gravel kecepatan 0.3 m/jam terhadap efisiensi penurunan tingkat kekeruhan.

Untuk variasi pertama dengan menggunakan gravel pertama (19; 15.8; 11.1)mm dan gravel kedua (11.1; 6.3; 2.3)mm kecepatan 0.3 m/jam, maka hasil yang diperoleh dapat dilihat pada (lampiran A) tabel 4.1. Efisiensi penurunannya dapat dilihat pada gambar 4.1



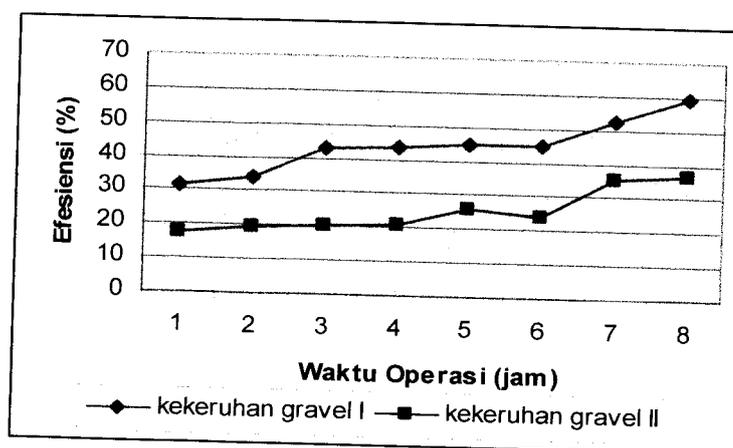


Gambar 4.1 Efisiensi Kekeruhan Pada Variasi Gravel

Efisiensi kekeruhan pada kecepatan 0.3 m/jam variasi gravel pertama (19; 15.8; 11.1)mm diperoleh tingkat efisiensi yaitu 29.04-57.98% dan gravel kedua (11.1; 6.3; 2.3)mm 46.03- 61.75%. dari uji statistik diketahui bahwa tidak ada pengaruh yang signifikan antara ukuran gravel terhadap efisiensi penurunan tingkat kekeruhan (lampiran C) nomor 1

b. Pengaruh ukuran gravel kecepatan 0.6 m/jam terhadap efisiensi penurunan tingkat kekeruhan.

Untuk variasi kedua dengan menggunakan gravel pertama (19; 15.8; 11.1)mm dan gravel kedua (11.1; 6.3; 2.3)mm kecepatan 0.6 m/jam maka hasil yang diperoleh dapat dilihat pada (lampiran A) tabel 4.2. Efisiensi penurunannya dapat dilihat pada gambar 4.2 dibawah ini:

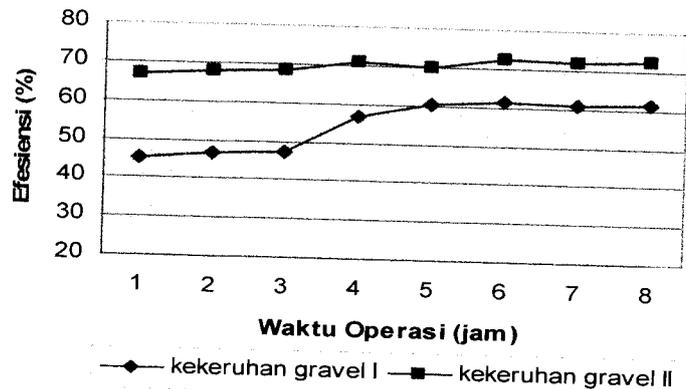


Gambar 4.2 Efisiensi Kekeruhan Pada Variasi Gravel

Tingkat kekeruhan pada kecepatan 0.6 m/jam variasi gravel pertama (19; 15.8; 11.1)mm diperoleh tingkat efisiensinya yaitu 31.23-59.08% dan gravel kedua (11.1; 6.3; 2.3)mm 17.46-36.76%. Dari uji statistik diketahui bahwa ada pengaruh yang signifikan antara ukuran gravel terhadap efisiensi penurunan tingkat kekeruhan (lampiran C) nomor 2.

c. Pengaruh ukuran gravel kecepatan 0.9 m/jam terhadap efisiensi penurunan tingkat kekeruhan.

Untuk variasi ketiga dengan menggunakan gravel pertama (19; 15.8; 11.1)mm dan gravel kedua (11.1; 6.3; 2.3)mm kecepatan 0.9 m/jam dari hasil yang diperoleh dapat dilihat pada (lampiran A) tabel 4.3. Efisiensi penurunannya dapat dilihat pada gambar 4.3 dibawah ini:

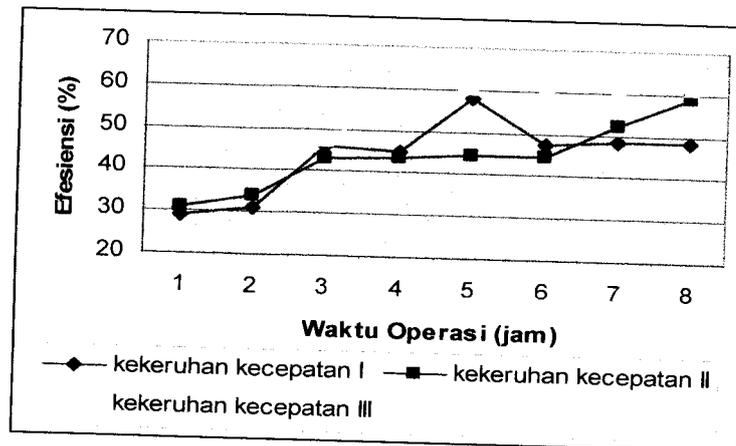


Gambar 4.3 Efisiensi Kekeruhan Pada Variasi Gravel

Tingkat kekeruhan pada kecepatan 0.9 m/jam variasi gravel pertama (19; 15.8; 11.1)mm diperoleh tingkat efisiensi yaitu 45.23-61.29% dan gravel kedua (11.1; 6.3; 2.3)mm 66.76-72.43%. Dari hasil Uji statistik diketahui bahwa ada pengaruh yang signifikan antara ukuran gravel terhadap efisiensi penurunan tingkat kekeruhan (lampiran C) nomor 3.

d. Pengaruh kecepatan aliran, gravel pertama terhadap efisiensi penurunan tingkat kekeruhan.

Untuk variasi keempat dengan menggunakan gravel pertama (19; 15.8; 11.1) kecepatan pertama 0.3 m/jam, kedua 0.6 m/jam, ketiga 0.9 m/jam dari hasil uji yang dilakukan dapat dilihat pada (lampiran A) tabel 4.4. Efisiensi penurunannya dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

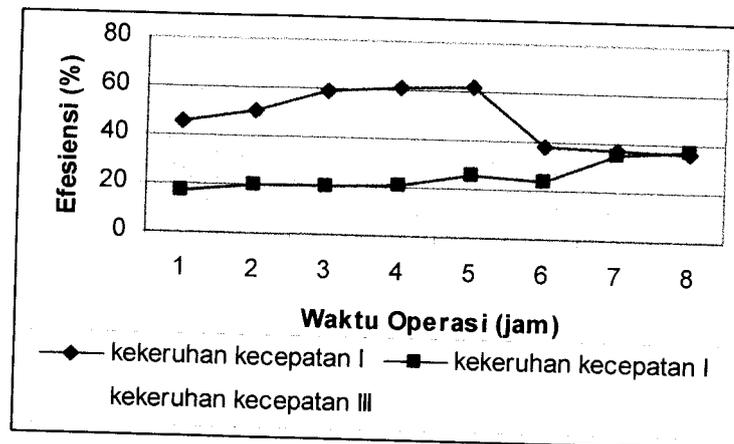


Gambar 4.4 Efisiensi Kekeruhan Pada Variasi kecepatan

Untuk kekeruhan pada variasi gravel pertama (19; 15.8; 11.1)mm kecepatan pertama 0.3 m/jam diperoleh tingkat efisiensi yaitu 29.04-57.69% kecepatan kedua 0.6 m/jam 31.23-59.08% dan kecepatan ketiga 0.9 m/jam 45.23-61.29 %. Dari uji statistik diketahui bahwa ada pengaruh yang signifikan antara kecepatan aliran terhadap efisiensi penurunan kekeruhan (lampiran C) nomor 4

e. Pengaruh kecepatan aliran, gravel kedua terhadap efisiensi penurunan tingkat kekeruhan.

Untuk variasi kelima dengan menggunakan gravel kedua (11.1; 6.3; 2.3)mm kecepatan pertama 0.3 m/jam, kedua 0.6 m/jam, ketiga 0.9 m/jam dari hasil uji yang dilakukan dapat dilihat pada (lampiran A) tabel 4.5. Efisiensi penurunannya dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 4.9 Efisiensi Kekeruhan Pada Variasi Kecepatan

Untuk kekeruhan pada variasi gravel pertama (19; 15.8; 11.1)mm kecepatan pertama 0.3 m/jam diperoleh tingkat efisiensinya yaitu 46.03-61.75% kecepatan kedua 0.6 m/jam 17.46-36.76% dan kecepatan ketiga 0.9 m/jam 66.76-72.43 %. Dari hasil uji statistik diketahui bahwa ada pengaruh yang signifikan antara kecepatan aliran terhadap efisiensi penurunan kekeruhan (lampiran C) nomor 5

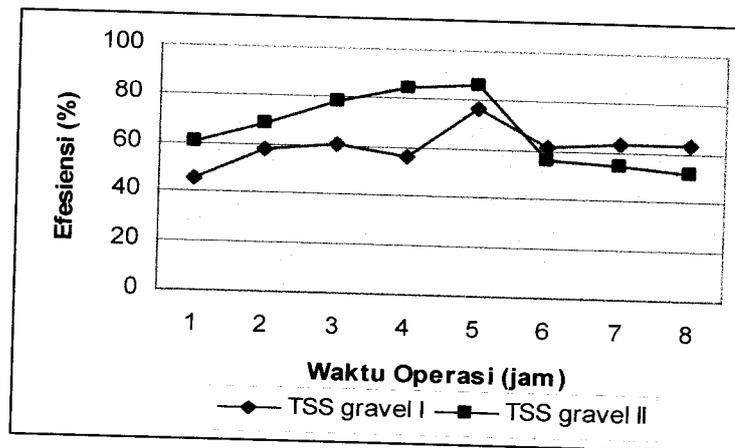
4.1.2 Analisa Variasi TSS

Setelah melakukan penyaringan dengan menggunakan *horizontal flow roughing filter* dengan ukuran gravel pertama (19 ; 15.8 ; 11.1) mm, dan gravel kedua dengan ukuran (11.1 ; 6.3 ; 2.3)mm dan dengan variasi kecepatan aliran yaitu 0.3m/jam, 0.6m/jam, 0.9m/jam dalam waktu pengoperasian selama 8 kali pengambilan sampel yang disesuaikan dengan waktu detensi, sampel untuk selanjutnya diujikan, pengujian sampel TSS di laboratorium air, UII Yogyakarta. Dari

hasil pengujian tersebut diperoleh hasil bahwa terjadi penurunan tingkat *TSS* pada outlet setelah air baku melewati *horizontal flow roughing filter*.

a. Pengaruh ukuran gravel kecepatan 0.3 m/jam terhadap efisiensi penurunan tingkat *TSS*.

Untuk variasi pertama dengan menggunakan gravel pertama (19; 15.8; 11.1)mm dan gravel kedua (11.1; 6.3; 2.3)mm kecepatan 0.3 m/jam, maka hasil yang diperoleh dapat dilihat pada (lampiran B) tabel 4.6. Efisiensi penurunannya dapat dilihat pada gambar 4.6

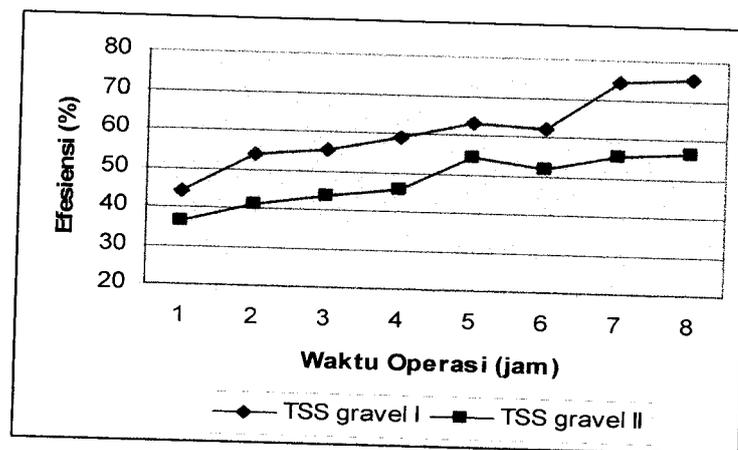


Gambar 4.6 Efisiensi *TSS* Pada Variasi Gravel

Tingkat efisiensi *TSS* pada variasi ini, untuk gravel pertama (19; 15.8; 11.1)mm 45.21-76.06% dan gravel kedua (11.1; 6.3; 2.3)mm 60.94-85.88%. Dari uji statistik diketahui bahwa tidak ada pengaruh yang signifikan antara ukuran gravel terhadap efisiensi penurunan tingkat *TSS* (lampiran D) nomor 1

b. Pengaruh ukuran gravel kecepatan 0.6 m/jam terhadap efisiensi penurunan tingkat TSS.

Untuk variasi pertama dengan menggunakan gravel pertama (19; 15.8; 11.1)mm dan gravel kedua (11.1; 6.3; 2.3)mm kecepatan 0.6 m/jam, maka hasil yang diperoleh dapat dilihat pada (lampiran B) tabel 4.7. Efisiensi penurunannya dapat dilihat pada gambar 4.7 Efisiensi penurunan TSS dapat dilihat dibawah ini:



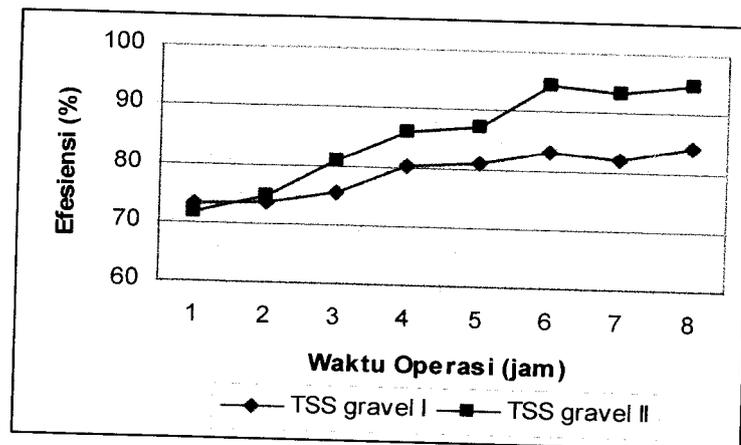
Gambar 4.7 Efisiensi TSS Pada Variasi Gravel

Tingkat efisiensi TSS pada variasi ini, untuk gravel pertama (19; 15.8; 11.1)mm 44.21-75.26% dan gravel kedua (11.1; 6.3; 2.3)mm 36.47-56.47%. dari hasil uji statistik diketahui bahwa ada pengaruh yang signifikan antara ukuran gravel terhadap efisiensi penurunan tingkat TSS (lampiran D) nomor 2

c. Pengaruh ukuran gravel kecepatan 0.9 m/jam terhadap efisiensi penurunan tingkat TSS.

Untuk variasi pertama dengan menggunakan gravel pertama (19; 15.8; 11.1)mm dan gravel kedua (11.1; 6.3; 2.3)mm kecepatan 0.9 m/jam, maka hasil yang

diperoleh dapat dilihat pada (lampiran B) tabel 4.8. Efisiensi penurunannya dapat dilihat pada gambar 4.8 Efisiensi penurunan TSS dapat dilihat dibawah ini:

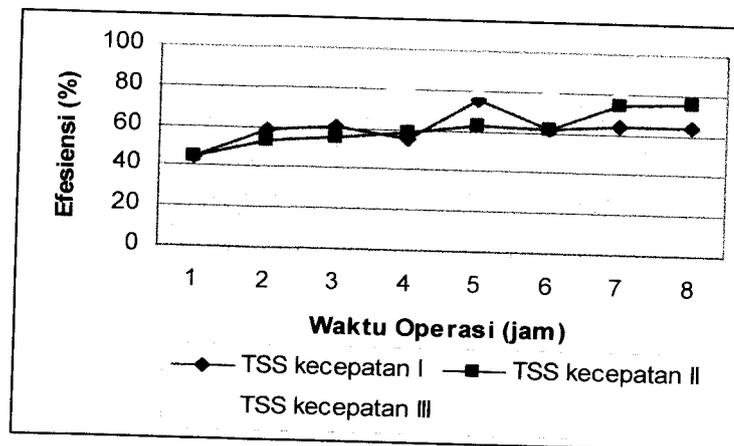


Gambar 4.8 Efisiensi TSS Pada Variasi Gravel

Tingkat efisiensi TSS pada variasi ini, untuk gravel pertama (19; 15.8; 11.1)mm 73.03-84.27% dan gravel kedua (11.1; 6.3; 2.3)mm 71.71-94.68%. Dari hasil uji statistik diketahui bahwa ada pengaruh yang signifikan antara ukuran gravel terhadap efisiensi penurunan tingkat TSS (lampiran D) nomor 3

d. Pengaruh kecepatan aliran, gravel pertama terhadap efisiensi penurunan tingkat TSS.

Untuk variasi keempat dengan menggunakan gravel pertama (19; 15.8; 11.1) kecepatan pertama 0.3 m/jam, kedua 0.6 m/jam, ketiga 0.9 m/jam dari hasil uji yang dilakukan dapat dilihat pada (lampiran B) tabel 4.9. Efisiensi penurunannya dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

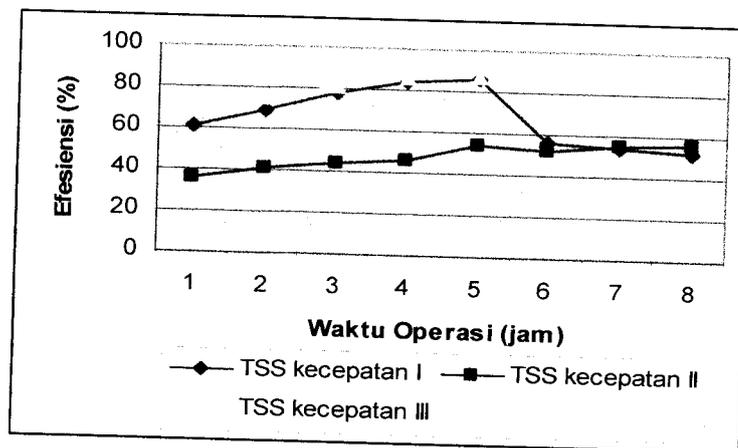


Gambar 4.9 Efisiensi TSS Pada Variasi kecepatan

Tingkat efisiensi TSS pada variasi ini, untuk gravel pertama dengan kecepatan pertama 0.3 m/jam 45.21-76.06% kecepatan kedua 0.6m/jam 44.21-75.26% dan kecepatan 0.9 m/jam 73.03-84.27%. Dari hasil uji statistik diketahui bahwa ada pengaruh yang signifikan antara kecepatan aliran terhadap efisiensi penurunan TSS (lampiran D) nomor 4

e. Pengaruh kecepatan aliran, gravel kedua terhadap efisiensi penurunan tingkat TSS.

Untuk variasi keempat dengan menggunakan gravel pertama (19; 15.8; 11.1) kecepatan pertama 0.3 m/jam, kedua 0.6 m/jam, ketiga 0.9 m/jam dari hasil uji yang dilakukan dapat dilihat pada (lampiran B) tabel 4.10. Efisiensi penurunannya dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4.10 Efisiensi *TSS* Pada Variasi Kecepatan

Tingkat efisiensi *TSS* pada variasi ini, untuk gravel kedua dengan kecepatan pertama 0.3 m/jam 60.94-85.88% kecepatan kedua 0.6 m/jam 36.47-56.47% dan kecepatan 0.9 m/jam 71.71-94.68%. Dari hasil uji statistik diketahui bahwa ada pengaruh yang signifikan antara kecepatan aliran terhadap efisiensi penurunan *TSS* (lampiran D) nomor 4

4.2 Pembahasan

4.2.1 Kekeruhan

Dari penelitian yang dilakukan dengan menggunakan air sampel air selokan Mataram, maka dapat diketahui variasi penggunaan gravel dan kecepatan yang paling baik untuk pengolahan pretreatment sebelum air masuk kesaringan pasir lambat.

Dengan melihat gambar 4.1 sampai 4.5 maka terlihat bahwa tingkat kekeruhan dan dalam air permukaan akan semakin mengalami penurunan setelah melewati saringan dengan semakin bertambahnya waktu pengoperasian, hal ini disebabkan partikel-partikel yang terkandung dalam permukaan akan tersaring terutama partikel-partikel yang berukuran lebih besar dari pori kerikil, sedangkan partikel-partikel yang berukuran sama atau mendekati pori akan mengendap disela-sela pori kerikil dengan sendirinya, dengan adanya benturan antara partikel air permukaan dengan butiran kerikil juga akan mengendapkan partikel-partikel yang akhirnya tertahan pada permukaan butiran kerikil.

Melekatnya partikel-partikel yang lebih halus pada permukaan butiran kerikil. Dapat disebabkan oleh adanya ikatan fisik dan kimia antara partikel-partikel air sungai dan adanya gerak brown akan menyebabkan terjadinya tumbukan antar partikel, sehingga diameter bertambah besar dan dapat ditahan oleh celah penyaring yang ada didalamnya. Menurut (Metcalf dan Eddy, 1991) proses filtrasi pada saringan terdiri dari beberapa mekanisme yaitu proses *straining* (penyaringan), *sedimentation* (pengendapan), *impaction* (benturan), *interception* (penahanan), *adhesion* (pelekatan), *chemical and physical adsorption*, *flocculation*, dan *biological growth*.

Pada variasi gravel pertama (19; 15,8; 11,1) mm dan gravel kedua (11,1; 6,3; 2,3) pada kecepatan 0,3 m/jam didapat efisiensi penurunan kekeruhan. Pada gravel pertama dapat dilihat dari gambar 4.1 bahwa tingkat kekeruhan terjadi pada waktu 1 jam hingga 5 jam yaitu efisiensi kekeruhan yang dihasilkan 29.04-57.98%. Pada jam ke 6 sampai 8 terjadi penurunan kekeruhan penurunannya masih signifikan sehingga filter masih dikatakan baik untuk beroperasi.

Pada gravel kedua dapat dilihat pada gambar 4.1 tingkat kekeruhan terjadi pada jam pertama hingga 5 jam berikutnya untuk kekeruhan efisiensinya 46.03-61.75%. Untuk gravel kedua setelah melewati waktu operasi 6 jam terjadi penurunan kualitas efisiensi secara drastis. Perubahan ini disebabkan terjadinya penurunan kemampuan saringan kerikil dalam menyaring partikel-partikel kasar dan halus dalam air permukaan. Seperti yang dinyatakan oleh (Brault & Monod,1991) bahwa penurunan kemampuan pasir untuk menyaring disebabkan adanya proses penghalangan secara bertahap dari celah media filter.

Penurunan kemampuan kerikil juga disebabkan terjadinya pengikisan material pada permukaan media kerikil karena partikel dan flokulan belum terikat secara kuat pada permukaan media penyaring, sehingga kikisan tersebut jatuh dan terdorong kelapisan kerikil yang lebih dalam karena adanya kecepatan air. Ketika lapisan kerikil tersumbat, kecepatan pengikisan permukaan memaksa peningkatan kekeruhan hingga tidak ada material tambahan yang dapat disisihkan, sehingga beberapa material dapat lolos melewati lapisan kerikil yang menyebabkan penampilan kekeruhan pada pengeluaran. Seperti yang diungkapkan dalam salah satu

mekanisme penyisihan partikel dalam media granular terdapat proses *adhesion* (pelekatan).

Dari hasil uji statistik yang telah dilakukan diketahui bahwa pada variasi gravel kecepatan 0.3 m/jam penurunan kekeruhan tidak mengalami pengaruh yang signifikan terhadap efisiensi penurunan tingkat kekeruhan (analisa kekeruhan sub a). Akan tetapi ada perbedaan nilai efisiensi antara gravel pertama dan gravel kedua, sehingga dapat diketahui bahwa efisiensi yang tinggi diperoleh oleh gravel kedua hal ini disebabkan ukuran gravel kedua lebih kecil dari pada gravel pertama.

Seperti halnya pada variasi gravel kecepatan 0,9 m/jam. Untuk gravel pertama (19; 15,8; 11,1) mm tingkat efisiensi penurunan kekeruhannya 45.23-61.29%. Pada gravel kedua (11,1; 6,3; 2,3) mm tingkat efisiensi penurunan kekeruhannya 66.76-72.43%

Dari hasil uji statistik yang dilakukan pada analisa kekeruhan (lihat sub c), diketahui bahwa ada pengaruh yang signifikan terhadap efisiensi tingkat penurunan kekeruhan. Penurunan yang paling efektif dicapai pada gravel kedua hal ini disebabkan ukuran kerikil yang lebih kecil dari pada ukuran kerikil pada gravel pertama.

Untuk Variasi gravel kecepatan 0.6 m/jam. Gravel pertama (19; 15.8; 11.1)mm penurunan kekeruhan 31.23-59.08% sedangkan gravel kedua (11.1; 6.3; 2.3)mm diperoleh efisiensi 17.46-36-76%

Dari hasil uji statistik yang dilakukan diketahui ada pengaruh yang signifikan terhadap efisiensi tingkat penurunan kekeruhan (analisa kekeruhan sub b). Berdasarkan percobaan yang dilakukan pada kecepatan 0.3 m/jam dan 0.9 m/jam dapat diketahui bahwa gravel kedua adalah gravel yang terbaik, tetapi pada kecepatan 0.6 m/jam didapat gravel pertama adalah gravel yang paling baik. Hal ini disebabkan pada gravel kedua, inlet kekeruhannya sedang, kurang dari 150, untuk inlet kurang dari 150 NTU hasil yang dicapai akan baik bila kecepatannya semakin kecil dan inlet keruh (150-500 NTU) akan mencapai hasil yang baik bila kecepatannya semakin besar (Martin W, 1996).

Dari variasi gravel yang telah diuji dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat pengaruh variasi gravel terhadap penurunan kekeruhan. Dan gravel yang paling baik diperoleh pada gravel kedua. Seperti yang diungkapkan oleh (Huisman, 1975) bahwa semakin kecil butiran penyaring maka kualitas effluen menjadi lebih baik.

Untuk variasi gravel pertama (19;15.8;11.1)mm dengan perbedaan kecepatan aliran untuk kecepatan 0.3 m/jam efisiensi kekeruhan 29.04-57.98%, kecepatan 0.6 m/jam efisiensi kekeruhan 31.23-59.08%, kecepatan 0.9 m/jam efisiensi kekeruhan 45.23-61.29%. Pada Variasi ini inlet lebih dari 150 NTU sehingga kekeruhan mengalami peningkatan nilai efisiensi hal ini disebabkan dengan semakin bertambahnya kecepatan maka efisiensi yang diperoleh akan semakin tinggi.

Dari hasil uji statistik yang dilakukan bahwa ada pengaruh variasi kecepatan aliran terhadap penurunan kekeruhan hal ini terlihat pada analisa kekeruhan (lihat sub d) dan kecepatan yang efektif diperoleh oleh kecepatan 0.9 m/jam.

Untuk variasi gravel kedua (11.1; 6.3; 2.3)mm dengan perbedaan kecepatan aliran untuk kecepatan 0.3 m/jam efisiensi kekeruhan 46.03-61.75%, kecepatan 0.6 m/jam efisiensi kekeruhan 17.46-36.76%, kecepatan 0.9 m/jam efisiensi kekeruhan 66.76-72.43%. Pada variasi ini diketahui bahwa ada pengaruh antara kecepatan 0.3 m/jam dengan 0.6 m/jam, hal ini disebabkan pada kedua inlet tersebut kurang dari 150. Dan ada pengaruh antara 0.6 m/jam dengan 0.9 m/jam hal ini disebabkan pada kecepatan 0.9 m/jam inlet lebih dari 150.

Dari hasil uji statistik diketahui ada pengaruh yang signifikan antara variasi kecepatan aliran terhadap penurunan kekeruhan terlihat pada analisa kekeruhan (lihat sub e). Pencapaian hasil yang baik di capai oleh kecepatan 0.3 m/jam dan 0.9 m/jam.

Dari variasi-variasi yang telah dilakukan kecepatan aliran berpengaruh terhadap penurunan kekeruhan. Dan efisiensinya yang paling baik diperoleh kecepatan aliran 0.3 m/jam dan 0.9 m/jam, Hal ini dapat disesuaikan dengan kondisi sungai yang ada.

Dari hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa efisiensi dari *horizontal flow roughing filter* tidak seperti penelitian sebelumnya. Untuk penelitian sebelumnya efisiensi untuk kekeruhan mencapai 90% (Martin, W 1996). Hal ini terjadi karena pada penelitian sebelumnya, penggunaan pretreatment *horizontal-flow roughing filter* ada dua unit seperti yang telah dilakukan oleh pabrik penanganan air La Javeriana's memulai di sungai Pance, menggunakan 2 unit *horizontal flow roughing filter* dengan kecepatan pretreatment pertama 1.3 m/jam dan pretreatment kedua 0.6 m/jam . Kemudian penelitian kedua di Bangkok, Thailand menggunakan

horizontal flow roughing filter dengan tujuh lapis saringan kerikil, yang ketiga pabrik di laka-laka didaerah Andean dengan kekeruhan sedang menggunakan satu unit *horizontal flow roughing filter* akan tetapi tiap-tiap kompartemen diberi tambahan tawas sehingga air yang keluar dari effluent jernih. Disamping itu *horizontal flow roughing filter* tidak dapat menyaring koloid dengan baik sehingga perlu penambahan koagulan atau saringan pasir cepat untuk mengurangi kekeruhan. (Martin W,1996).

4.2.1 TSS

Penurunan konsentrasi *TSS* dapat terjadi karena didalam *horizontal flow roughing filter* terjadi proses mekanisme fisik yaitu penyaringan. Proses penyaringan ini akan meremoval partikel-partikel yang lebih besar dari pori atau celah media filter. Ketika air permukaan melewati media gravel maka *TSS* akan tertahan pada pori atau celah- celah gravel. Menurut (Metcalf dan Eddy, 1991) proses filtrasi pada saringan terdiri dari beberapa mekanisme yaitu proses *straining* (penyaringan), *sedimentation* (pengendapan), *impaction* (benturan), *interception* (penahanan), *adhesion* (pelekatan), *chemical and physical adsorption*, *flocculation*, dan *biological growth*. Penurunan konsentrasi *TSS* akan menyebabkan penurunan kekeruhan.

Pada variasi gravel pertama (19; 15,8; 11,1) mm dan gravel kedua (11,1; 6,3; 2,3) pada kecepatan 0,3 m/jam didapat efisiensi penurunan *TSS*. Pada gravel pertama dapat dilihat dari grafik 4.6 bahwa tingkat *TSS* terjadi pada waktu 1 jam hingga 5 jam yaitu efisiensi *TSS* yang dihasilkan 45.21-76.06%. Pada jam ke 6 sampai 8 terjadi

penurunan *TSS* penurunannya masih signifikan sehingga filter masih dikatakan baik untuk beroperasi.

Pada gravel kedua dapat dilihat pada grafik 4.6 tingkat kekeruhan terjadi pada jam pertama hingga 5 jam berikutnya untuk *TSS* efisiensinya 60.94-85.88%. Untuk gravel kedua setelah melewati waktu operasi 6 jam terjadi penurunan kualitas efisiensi secara drastis. Perubahan ini disebabkan terjadinya penurunan kemampuan saringan kerikil dalam menyaring partikel-partikel kasar dan halus dalam air permukaan. Seperti yang dinyatakan oleh (Brault & Monod, 1991) bahwa penurunan kemampuan pasir untuk menyaring disebabkan adanya proses penghalangan secara bertahap dari celah media filter.

Penurunan *TSS* juga disebabkan adanya pengikisan material pada permukaan media kerikil karena partikel dan flokulan belum terikat secara kuat pada permukaan media penyaring, sehingga kikisan tersebut jatuh dan terdorong kelapisan kerikil yang lebih dalam karena adanya kecepatan air.

Dari hasil uji statistik yang telah dilakukan diketahui bahwa pada variasi gravel kecepatan 0.3 m/jam penurunan *TSS* tidak mengalami pengaruh yang signifikan terhadap efisiensi penurunan tingkat *TSS* (analisa *TSS* sub a). Akan tetapi ada perbedaan nilai efisiensi antara gravel pertama dan gravel kedua, sehingga dapat diketahui bahwa efisiensi yang tinggi diperoleh oleh gravel kedua hal ini disebabkan ukuran gravel kedua lebih kecil dari pada gravel pertama.

Seperti halnya pada variasi gravel kecepatan 0.9 m/jam gravel pertama (19; 15.8; 11.1)mm penurunan *TSS* 73.03-84.27% sedangkan gravel kedua (11.1; 6.3; 2.3)mm diperoleh efisiensi 71.71-94.68%.

Dari hasil uji statistik yang dilakukan pada analisa *TSS* (lihat sub c) bahwa ada pengaruh yang signifikan antara gravel pertama dan gravel kedua. Dan hasil yang paling baik dicapai pada gravel kedua karena ukuran gravel kedua lebih kecil dari pada gravel pertama.

Untuk Variasi gravel kecepatan 0.6 m/jam. Gravel pertama (19; 15.8; 11.1)mm penurunan *TSS* 44.21-75.26% sedangkan gravel kedua (11.1; 6.3; 2.3)mm diperoleh efisiensi 31.23-59.08%

Dari hasil uji statistik terlihat pada analisa *TSS* (lihat sub b) bahwa ada pengaruh yang signifikan terhadap penurunan *TSS*. Berdasarkan percobaan yang dilakukan pada kecepatan 0.3 m/jam dan 0.9 m/jam dapat diketahui bahwa gravel kedua adalah gravel yang terbaik, tetapi pada kecepatan 0.6 m/jam didapat gravel pertama adalah gravel yang paling baik Hal ini sama seperti pada pembahasan kekeruhan variasi kedua karena sebagian besar kekeruhan pada umumnya ditimbulkan oleh zat tersuspensi dan koloid. Sehingga jika zat tersuspensi turun kekeruhanpun akan turun.

Dari variasi gravel yang telah diuji dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat pengaruh variasi gravel terhadap penurunan *TSS*. Dan gravel yang paling baik diperoleh pada gravel kedua. Seperti yang diungkapkan oleh (Huisman, 1975) bahwa semakin kecil butiran penyaring maka kualitas effluen menjadi lebih baik

Untuk variasi gravel pertama (19;15.8;11.1)mm dengan perbedaan kecepatan aliran untuk kecepatan 0.3 m/jam efisiensi *TSS* 45.21-76.06%, kecepatan 0.6 m/jam efisiensi *TSS* 44.21-75.26%, kecepatan 0.9 m/jam efisiensi *TSS* 73.03-84.27%.

Dari hasil uji statistik yang dilakukan bahwa ada pengaruh variasi kecepatan aliran terhadap penurunan *TSS* hal ini terlihat pada analisa *TSS* (lihat sub d) dan kecepatan yang efektif diperoleh oleh 0.9 m/jam.

Untuk variasi gravel kedua (11.1; 6.3; 2.3)mm dengan perbedaan kecepatan aliran untuk kecepatan 0.3 m/jam efisiensi *TSS* 60.94-85.88%, kecepatan 0.6 m/jam efisiensi *TSS* 36.47-56.47%, kecepatan 0.9 m/jam efisiensi *TSS* 71.71-94.68%.

Dari hasil uji statistik diketahui ada pengaruh yang signifikan antara variasi kecepatan aliran terhadap penurunan *TSS* terlihat pada analisa *TSS* (lihat sub e). Pencapaian hasil yang baik di capai oleh kecepatan 0.3 m/jam dan 0.9 m/jam.

Dari variasi-variasi yang telah dilakukan kecepatan aliran berpengaruh terhadap penurunan *TSS*. Dan efisiensinya yang paling baik diperoleh kecepatan aliran 0.3 m/jam dan 0.9 m/jam. Pada penelitian ini *TSS* tidak mencapai penurunan sebesar 97.5% atau sekitar 3-5 mg/l (Martin W, 1996).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Dari beberapa pengujian dan analisa data pembahasan dapat ditarik kesimpulan yaitu

1. Bahwa *horizontal flow roughing filter* mampu menurunkan kekeruhan sebesar 72,43% dan untuk *TSS* sebesar 94.68%
2. Dari variasi-variasi yang telah diujikan diperoleh bahwa ada pengaruh antara variasi gravel dan variasi kecepatan aliran terhadap penurunan kekeruhan dan *TSS*, hal ini terlihat pada uji pengaruh statistik yang telah dilakukan.
3. Bahwa gravel yang paling baik dicapai oleh gravel kedua (11.1; 6.3; 2.3)mm dan kecepatan yang paling baik dicapai oleh 0.3 m/jam dan 0.9 m/jam

5.2 SARAN

- 1) Adanya penelitian lebih lanjut dengan menggunakan *horizontal flow roughing filter* dengan media saringan yang berbeda.
- 2) Untuk memperoleh hasil yang maksimal atau efisiensi yang maksimal sebaiknya untuk pengolahan air permukaan dibuatkan 2 alat *horizontal flow roughing filter* sebagai pre-treatment dan saringan pasir lambat sebagai pengolahan lanjutan.

Daftar Pustaka

- Alaerts G., dan S.S Santika., 1984, *Metode Penelitian Air*, Usaha Nasional, Surabaya, Indonesia
- Anonim, 1991, *Dasar-Dasar Pemeriksaan Biologi*, Fakultas Kedokteran, UGM, Yogyakarta
- Broult&Monod,1991, *Water Treatment*, HandBook, Sixth Edition, Volume I, Degremont, France
- Chatib B. 1992, *Diktat pengolahan air Minum*, ITB, Bandung
- Effendi, Hefni, 2003 *Telaah Kualitas Air*, Kanicius, Yogyakarta
- Fardiaz, srikandi, 1992 *Polusi Udara dan Air*, kanicius, Yogyakarta
- Huisman, 1975, *Slow Sand Filtration*, Lecture Note Delf University of Technology, Netherlands
- Kristanto,P. 2002. *Ekologi Industri*, LPPM Universitas Kristen PETRA. Surabaya
- Metcalf&Eddy, 1991, *Waste Water Engineering Treatment Disposal and Reuse*, Mc Graw-Hill, Newyork
- Razif, M., 1985., *Pengolahan Air Minum*, Diktat TP-FTSP-ITS, Surabaya
- Soemirat, S, 2002, *Kesehatan Lingkungan*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta
- T.H.Y Tebbutt.,1982, *Prinsip – Prinsip Pengendalian Kualitas Air*, Departement of Civil Engineering, University of Birmingham.
- Tjokrokusumo 1995, *Pengantar Konsep Teknologi Bersih Khusus Pengelolaan dan Pengolahan Air*, STTL, yogyakarta
- Wegelin, Martin, 1996, *Surface Water Treatment by Roughing Filter*, SANDEC, Duebendorf
- Winarno, F G ,1996. *Air Untuk Industri Pangan*, PT Gramedia, Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran A : Tabel Variasi Tingkat Kekeruhan

Tabel 4.1 Tingkat Kekeruhan Pada Kecepatan 0.3 m/jam Gravel (19; 15.8; 11.1)mm dan Gravel (11.1; 6.3; 2.3)

V (m/jam)	Ukuran gravel (mm)	Interval waktu (jam)	(Inlet) Sebelum pengolahan (NTU)	(Outlet) Setelah pengolahan (NTU)	Efisiensi (%)
0.3	19 ; 15.8 ; 11.1		332.6		
		1		236	29.04
		2		228.6	31.26
		3		180	45.88
		4		182.2	45.21
		5		139.8	57.98
		6		174.4	47.56
		7		172	48.28
		8		172.3	48.20
0.3	11.1; 6.3; 2.3		109.5		
		1		59.1	46.03
		2		54	50.68
		3		44.7	59.18
		4		43.2	60.55
			125.5		
		5		48	61.75
		6		78	37.85
		7		78.9	37.13
		8		80.1	36.18

Tabel 4.2 Tingkat Kekeruhan Pada Kecepatan 0.6 m/jam Gravel (19; 15.8; 11.1)mm dan Gravel (11.1; 6.3; 2.3)

V (m/jam)	Ukuran gravel (mm)	Interval waktu (jam)	(Inlet) Sebelum pengolahan (NTU)	(Outlet) Setelah pengolahan (NTU)	Efisiensi (%)
0.6	19 ; 15.8 ; 11.1		163		
		0.5		112.1	31.23
		1		107.4	34.11
		1.5		93	42.94
		2		92.3	43.37
		2.5		90.5	44.48
		3		90.5	44.48
		3.5		77.5	52.45
		4		66.7	59.08
0.6	11.1; 6.3; 2.3		125.4		
		0.5		103.5	17.46
		1		100.5	19.85
		1.5		100.1	20.17
		2		99.6	20.57
		2.5		92.9	25.92
		3		95	24.24
		3.5		81.2	35.24
		4		79.3	36.76

Tabel 4.3 Tingkat Kekeruhan Pada Kecepatan 0.9 m/jam Gravel (19; 15.8; 11.1)mm dan Gravel (11.1; 6.3; 2.3)

V (m/jam)	Ukuran gravel (mm)	Interval waktu (menit)	(Inlet) Sebelum pengolahan (NTU)	(Outlet) Setelah pengolahan (NTU)	Efisiensi (%)
0.9	19 ; 15.8 ; 11.1		413.4		
		20		226.4	45.23
		40		220.2	46.73
		60		218	47.27
		80		178.2	56.89
		100		164.3	60.26
		120		160.5	61.17
		140		161	61.05
		160		160	61.29
0.9	11.1; 6.3; 2.3		272		
		20		90.4	66.76
		40		87.5	67.83
		60		86.3	68.27
		80		79.4	70.81
		100		81.3	70.11
		120		75	72.43
		140		76	72.06
		160		75	72.43

Tabel 4.4 Tingkat Kekeruhan Gravel (19; 15.8; 11.1)mm kecepatan 0.3 m/jam, 0.6 m/jam, 0.9 m/jam

V (m/jam)	Ukuran gravel (mm)	Interval waktu (jam)	(Inlet) Sebelum pengolahan (NTU)	(Outlet) Setelah pengolahan (NTU)	Efisiensi (%)
0.3	19 ; 15.8 ; 11.1		332.6		
		1		236	29.04
		2		228.6	31.26
		3		180	45.88
		4		182.2	45.21
		5		139.8	57.98
		6		174.4	47.56
		7		172	48.28
		8		172.3	48.20
0.6	19 ; 15.8 ; 11.1		163		
		0.5		112.1	31.23
		1		107.4	34.11
		1.5		93	42.94
		2		92.3	43.37
		2.5		90.5	44.48
		3		90.5	44.48
		3.5		77.5	52.45
		4		66.7	59.08
0.9	19 ; 15.8 ; 11.1		413.4		
		20		226.4	45.23
		40		220.2	46.73
		60		218	47.27
		80		178.2	56.89
		100		164.3	60.26
		120		160.5	61.17
		140		161	61.05
		160		160	61.29

**Tabel 4.5 Tingkat Kekeruhan Gravel (11.1; 6.3; 2.3)mm kecepatan 0.3
m/jam 0.6 m/jam, 0.9 m/jam**

V (m/jam)	Ukuran gravel (mm)	Interval waktu (jam)	(Inlet) Sebelum pengolahan (NTU)	(Outlet) Setelah pengolahan (NTU)	Efisiensi (%)
0.3	11.1; 6.3; 2.3		109.5		
		1		59.1	46.03
		2		54	50.68
		3		44.7	59.18
		4		43.2	60.55
			125.5		
		5		48	61.75
		6		78	37.85
		7		78.9	37.13
		8		80.1	36.18
0.6	11.1; 6.3; 2.3		125.4		
		0.5		103.5	17.46
		1		100.5	19.85
		1.5		100.1	20.17
		2		99.6	20.57
		2.5		92.9	25.92
		3		95	24.24
		3.5		81.2	35.24
		4		79.3	36.76
0.9	11.1; 6.3; 2.3		272		
		20		90.4	66.76
		40		87.5	67.83
		60		86.3	68.27
		80		79.4	70.81
		100		81.3	70.11
		120		75	72.43
		140		76	72.06
		160		75	72.43

Lampiran B: Tabel Variasi Tingkat TSS

Tabel 4.6 Tingkat TSS Pada Kecepatan 0.3 m/jam Gravel (19; 15.8; 11.1)mm dan Gravel (11.1; 6.3; 2.3)

V (m/jam)	Ukuran gravel (mm)	Interval waktu (jam)	(Inlet) Sebelum pengolahan (mg/l)	(Outlet) Setelah pengolahan (mg/l)	Efisiensi (%)
0.3	19 ; 15.8 ; 11.1		376		
		1		206	45.21
		2		158	57.98
		3		148	60.64
		4		166	55.85
		5		90	76.06
		6		144	61.70
		7		138	63.30
		8		138	63.30
0.3	11.1; 6.3; 2.3		128		
		1		50	60.94
		2		40	68.75
		3		28	78.13
		4		20	84.38
			170		
		5		24	85.88
		6		74	56.47
		7		78	54.12
		8		82	51.76

Tabel 4.7 Tingkat TSS Pada Kecepatan 0.6 m/jam Gravel (19; 15.8; 11.1)mm dan Gravel (11.1; 6.3; 2.3)

V (m/jam)	Ukuran gravel (mm)	Interval waktu (jam)	(Inlet) Sebelum pengolahan (mg/l)	(Outlet) Setelah pengolahan (mg/l)	Efisiensi (%)
0.6	19 ; 15.8 ; 11.1		380		
		0.5		212	44.21
		1		176	53.68
		1.5		170	55.26
		2		156	58.94
		2.2		140	63.21
		3		144	62.10
		3.5		98	74.21
		4		94	75.26
0.6	11.1; 6.3; 2.3		170		
		0.5		108	36.47
		1		100	41.18
		1.5		96	43.53
		2		92	45.88
		2.2		78	54.18
		3		82	51.76
		3.5		76	55.29
		4		74	56.47

**Tabel 4.8 Tingkat TSS Pada Kecepatan 0.9 m/jam Gravel (19; 15.8;
11.1)mm dan Gravel (11.1; 6.3; 2.3)**

V (m/jam)	Ukuran gravel (mm)	Interval waktu (menit)	(Inlet) Sebelum pengolahan (mg/l)	(Outlet) Setelah pengolahan (mg/l)	Efisiensi (%)
0.9	19 ; 15.8 ; 11.1		356		
		20		96	73.03
		40		94	73.59
		60		88	75.28
		80		70	80.33
		100		68	80.89
		120		60	83.15
		140		64	82.02
		160		56	84.27
0.9	11.1; 6.3; 2.3		866		
		20		245	71.71
		40		220	74.60
		60		166	80.83
		80		122	85.91
		100		112	87.07
		120		48	94.45
		140		56	93.53
		160		46	94.68

**Tabel 4.9 Tingkat TSS Gravel (19; 15.8; 11.1)mm kecepatan 0.3 m/jam,
0.6 m/jam, 0.9 m/jam**

V (m/jam)	Ukuran gravel (mm)	Interval waktu (jam)	(Inlet) Sebelum pengolahan (mg/l)	(Outlet) Setelah pengolahan (mg/l)	Efisiensi (%)
0.3	19 ; 15.8 ; 11.1		376		
		1		206	45.21
		2		158	57.98
		3		148	60.64
		4		166	55.85
		5		90	76.06
		6		144	61.70
		7		138	63.30
		8		138	63.30
0.6	19 ; 15.8 ; 11.1		380		
		0.5		212	44.21
		1		176	53.68
		1.5		170	55.26
		2		156	58.94
		2.2		140	63.21
		3		144	62.10
		3.5		98	74.21
		4		94	75.26
0.9	19 ; 15.8 ; 11.1		356		
		20		96	73.03
		40		94	73.59
		60		88	75.28
		80		70	80.33
		100		68	80.89
		120		60	83.15
		140		64	82.02
		160		56	84.27

Tabel 4.10 Tingkat TSS Gravel (11.1; 6.3; 2.3)mm kecepatan 0.3 m/jam

0.6 m/jam, 0.9 m/jam

V (m/jam)	Ukuran gravel (mm)	Interval waktu (jam)	(Inlet) Sebelum pengolahan (mg/l)	(Outlet) Setelah pengolahan (mg/l)	Efisiensi (%)
0.3	11.1; 6.3; 2.3		128		
		1		50	60.94
		2		40	68.75
		3		28	78.13
		4		20	84.38
			170		
		5		24	85.88
		6		74	56.47
		7		78	54.12
		8		82	51.76
0.6	11.1; 6.3; 2.3		170		
		0.5		108	36.47
		1		100	41.18
		1.5		96	43.53
		2		92	45.88
		2.2		78	54.18
		3		82	51.76
		3.5		76	55.29
		4		74	56.47
0.9	11.1; 6.3; 2.3		866		
		20		245	71.71
		40		220	74.60
		60		166	80.83
		80		122	85.91
		100		112	87.07
		120		48	94.45
		140		56	93.53
		160		46	94.68

Lampiran C : Uji Pengaruh Kekeruhan

1. Pengaruh ukuran gravel kecepatan 0.3m/jam terhadap efisiensi penurunan tingkat kekeruhan.

. Hipotesis :

Ho : tidak ada pengaruh yang signifikan antara ukuran gravel terhadap efisiensi penurunan tingkat kekeruhan

Hi : ada perbedaan yang signifikan antara ukuran gravel terhadap efisiensi penurunan tingkat kekeruhan

Jika $0.05 > \text{Sig}$, maka Ho ditolak

Jika $0.05 \leq \text{Sig}$, maka Ho diterima

Statistik uji :

Sig : 0.381

Kesimpulan :

Karena $0.05 \leq \text{Sig}$ yaitu $0.05 \leq 0.381$
maka Ho diterima, berarti tidak ada pengaruh yang signifikan antara ukuran gravel terhadap efisiensi penurunan tingkat kekeruhan

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: DATA

Source	Type II Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	908.676(a)	8	113.584	1.229	.399
Intercept	34480.776	1	34480.776	373.099	.000
U	80.730	1	80.730	.874	.381
W	827.945	7	118.278	1.280	.377
Error	646.921	7	92.417		
Total	36036.373	16			
Corrected Total	1555.597	15			

a. R Squared = .584 (Adjusted R Squared = .109)

2. Pengaruh ukuran gravel kecepatan 0.6 m/jam terhadap efisiensi penurunan tingkat kekeruhan.

. Hipotesis :

Ho : tidak ada pengaruh yang signifikan antara *ukuran gravel terhadap efisiensi penurunan tingkat kekeruhan*

Hi : ada perbedaan yang signifikan antara *ukuran gravel terhadap efisiensi penurunan tingkat kekeruhan*

Jika $0.05 > \text{Sig}$, maka Ho ditolak

Jika $0.05 \leq \text{Sig}$, maka Ho diterima

Statistik uji :

Sig : 0.0

Kesimpulan :

Karena $0.05 > \text{Sig}$ yaitu $0.05 > 0.00$
maka Ho ditolak, berarti ada pengaruh yang signifikan antara *ukuran gravel terhadap efisiensi penurunan tingkat kekeruhan*

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: DATA

Source	Type II Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2328.029(a)	8	291.004	43.143	.000
Intercept	19068.158	1	19068.158	2826.992	.000
U	1442.670	1	1442.670	213.886	.000
W	885.359	7	126.480	18.752	.000
Error	47.215	7	6.745		
Total	21443.402	16			
Corrected Total	2375.245	15			

a. R Squared = .980 (Adjusted R Squared = .957)

3. Pengaruh ukuran gravel 0.9 m/jam terhadap efisiensi penurunan tingkat kekeruhan.

. Hipotesis :

Ho : tidak ada pengaruh yang signifikan antara *ukuran gravel terhadap efisiensi penurunan tingkat kekeruhan*

Hi : ada perbedaan yang signifikan antara *ukuran gravel terhadap efisiensi penurunan tingkat kekeruhan*

Jika $0.05 > \text{Sig}$, maka Ho ditolak

Jika $0.05 \leq \text{Sig}$, maka Ho diterima

Statistik uji :

Sig : 0.0

Kesimpulan :

Karena $0.05 > \text{Sig}$ yaitu $0.05 > 0.00$ maka Ho ditolak, berarti ada pengaruh yang signifikan antara *ukuran gravel terhadap efisiensi penurunan tingkat kekeruhan*

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: DATA

Source	Type II Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1221.991(a)	8	152.749	11.359	.002
Intercept	62573.772	1	62573.772	4653.188	.000
U	912.191	1	912.191	67.833	.000
W	309.800	7	44.257	3.291	.069
Error	94.133	7	13.448		
Total	63889.895	16			
Corrected Total	1316.123	15			

a. R Squared = .928 (Adjusted R Squared = .847)

4. Pengaruh kecepatan aliran terhadap efisiensi penurunan kekeruhan

. Hipotesis :

Ho : tidak ada pengaruh yang signifikan antara *kecepatan aliran terhadap efisiensi penurunan kekeruhan*

Hi : ada perbedaan yang signifikan antara *kecepatan aliran terhadap efisiensi penurunan kekeruhan*

Jika $0.05 > \text{Sig}$, maka Ho ditolak

Jika $0.05 \leq \text{Sig}$, maka Ho diterima

Statistik uji :

Sig : 0.0

Kesimpulan :

Karena $0.05 > \text{Sig}$ yaitu $0.05 > 0.00$ maka Ho ditolak, berarti ada pengaruh yang signifikan antara *kecepatan aliran terhadap efisiensi penurunan kekeruhan*

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: DATA

Source	Type II Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1937.281(a)	9	215.253	11.550	.000
Intercept	54668.033	1	54668.033	2933.342	.000
U	632.519	2	316.260	16.970	.000
W	1304.762	7	186.395	10.001	.000
Error	260.915	14	18.637		
Total	56866.229	24			
Corrected Total	2198.196	23			

a. R Squared = .881 (Adjusted R Squared = .805)

5. Pengaruh kecepatan aliran terhadap efisiensi penurunan kekeruhan

. Hipotesis :

Ho : tidak ada pengaruh yang signifikan antara *kecepatan aliran terhadap efisiensi penurunan kekeruhan*

Hi : ada perbedaan yang signifikan antara *kecepatan aliran terhadap efisiensi penurunan kekeruhan*

Jika $0.05 > \text{Sig}$, maka Ho ditolak

Jika $0.05 \leq \text{Sig}$, maka Ho diterima

Statistik uji :

Sig : 0.0

Kesimpulan :

Karena $0.05 > \text{Sig}$ yaitu $0.05 > 0.00$ maka Ho ditolak, berarti ada pengaruh yang signifikan antara *kecepatan aliran terhadap efisiensi penurunan kekeruhan*

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: DATA

Source	Type II Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	8321.426(a)	9	924.603	12.294	.000
Intercept	55129.086	1	55129.086	733.010	.000
U	8128.658	2	4064.329	54.040	.000
W	192.768	7	27.538	.366	.907
Error	1052.928	14	75.209		
Total	64503.441	24			
Corrected Total	9374.354	23			

a R Squared = .888 (Adjusted R Squared = .815)

Lampiran D :Uji Pengaruh TSS

1.Pengaruh ukuran gravel kecepatan 0.3 m/jam terhadap efisiensi penurunan tingkat TSS.

. Hipotesis :

Ho : tidak ada pengaruh yang signifikan antara *ukuran gravel terhadap efisiensi penurunan tingkat TSS*

Hi : ada perbedaan yang signifikan antara *ukuran gravel terhadap efisiensi penurunan tingkat TSS*

Jika $0.05 > \text{Sig}$, maka Ho ditolak

Jika $0.05 \leq \text{Sig}$, maka Ho diterima

Statistik uji :

Sig : 0.205

Kesimpulan :

Karena $0.05 \leq \text{Sig}$ yaitu $0.05 \leq 0.205$ maka Ho diterima, berarti tidak ada pengaruh yang signifikan antara *ukuran gravel terhadap efisiensi penurunan tingkat TSS*

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: DATA

Source	Type II Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1334.993(a)	8	166.874	1.637	.265
Intercept	65596.174	1	65596.174	643.534	.000
U	198.740	1	198.740	1.950	.205
W	1136.253	7	162.322	1.592	.277
Error	713.519	7	101.931		
Total	67644.685	16			
Corrected Total	2048.511	15			

a R Squared = .652 (Adjusted R Squared = .254)

2. Pengaruh ukuran gravel kecepatan 0.6 m/jam terhadap efisiensi penurunan tingkat TSS.

. Hipotesis :

Ho : tidak ada pengaruh yang signifikan antara *ukuran gravel terhadap efisiensi penurunan tingkat TSS*

Hi : ada perbedaan yang signifikan antara *ukuran gravel terhadap efisiensi penurunan tingkat TSS*

Jika $0.05 > \text{Sig}$, maka Ho ditolak

Jika $0.05 \leq \text{Sig}$, maka Ho diterima

Statistik uji :

Sig : 0.0

Kesimpulan :

Karena $0.05 > \text{Sig}$ yaitu $0.05 > 0.00$

maka Ho ditolak, berarti ada pengaruh yang signifikan antara *ukuran gravel terhadap efisiensi penurunan tingkat TSS*

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: DATA

Source	Type II Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1728.941(a)	8	216.118	25.110	.000
Intercept	47483.679	1	47483.679	5517.024	.000
U	651.653	1	651.653	75.714	.000
W	1077.288	7	153.898	17.881	.001
Error	60.247	7	8.607		
Total	49272.867	16			
Corrected Total	1789.189	15			

a R Squared = .966 (Adjusted R Squared = .928)

3. Pengaruh ukuran gravel kecepatan 0.9 m/jam terhadap efisiensi penurunan tingkat TSS.

. Hipotesis :

Ho : tidak ada pengaruh yang signifikan antara *ukuran gravel terhadap efisiensi penurunan tingkat TSS*

Hi : ada perbedaan yang signifikan antara *ukuran gravel terhadap efisiensi penurunan tingkat TSS*

Jika $0.05 > \text{Sig}$, maka Ho ditolak

Jika $0.05 \leq \text{Sig}$, maka Ho diterima

Statistik uji :

Sig : 0.07

Kesimpulan :

Karena $0.05 > \text{Sig}$ yaitu $0.05 > 0.07$ maka Ho ditolak, berarti ada pengaruh yang signifikan antara *ukuran gravel terhadap efisiensi penurunan tingkat TSS*

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: DATA

Source	Type II Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	779.791(a)	8	97.474	8.738	.005
Intercept	108132.457	1	108132.457	9693.262	.000
U	157.628	1	157.628	14.130	.007
W	622.163	7	88.880	7.967	.007
Error	78.088	7	11.155		
Total	108990.336	16			
Corrected Total	857.879	15			

a R Squared = .909 (Adjusted R Squared = .805)

4. Pengaruh kecepatan aliran terhadap efisiensi penurunan TSS

. Hipotesis :

Ho : tidak ada pengaruh yang signifikan antara *kecepatan aliran terhadap efisiensi penurunan TSS*

Hi : ada perbedaan yang signifikan antara *kecepatan aliran terhadap efisiensi penurunan TSS*

Jika $0.05 > \text{Sig}$, maka Ho ditolak

Jika $0.05 \leq \text{Sig}$, maka Ho diterima

Statistik uji :

Sig : 0.00

Kesimpulan :

Karena $0.05 > \text{Sig}$ yaitu $0.05 > 0.00$ maka Ho ditolak, berarti ada pengaruh yang signifikan antara *kecepatan aliran terhadap efisiensi penurunan TSS*

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: DATA

Source	Type II Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2832.166(a)	9	314.685	11.375	.000
Intercept	107129.835	1	107129.835	3872.522	.000
U	1803.824	2	901.912	32.602	.000
W	1028.342	7	146.906	5.310	.004
Error	387.297	14	27.664		
Total	110349.298	24			
Corrected Total	3219.463	23			

a. R Squared = .880 (Adjusted R Squared = .802)

5. Pengaruh kecepatan terhadap efisiensi penurunan TSS

. Hipotesis :

Ho : tidak ada pengaruh yang signifikan antara *kecepatan aliran terhadap efisiensi penurunan TSS*

Hi : ada perbedaan yang signifikan antara *kecepatan aliran terhadap efisiensi penurunan TSS*

Jika $0.05 > \text{Sig}$, maka Ho ditolak

Jika $0.05 \leq \text{Sig}$, maka Ho diterima

Statistik uji :

Sig : 0.00

Kesimpulan :

Karena $0.05 > \text{Sig}$ yaitu $0.05 > 0.00$ maka Ho ditolak, berarti ada pengaruh yang signifikan antara *kecepatan aliran terhadap efisiensi penurunan TSS*

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: DATA

Source	Type II Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	6292.343(a)	9	699.149	6.380	.001
Intercept	107731.980	1	107731.980	983.041	.000
U	5554.691	2	2777.346	25.343	.000
W	737.652	7	105.379	.962	.494
Error	1534.267	14	109.591		
Total	115558.590	24			
Corrected Total	7826.610	23			

a. R Squared = .804 (Adjusted R Squared = .678)