

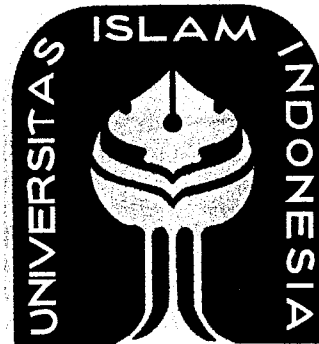
TA/TL/2006/094

| | |
|----------------------|---------------|
| PERPUSTAKAAN FTSP OH | |
| HABIAN/DELI | |
| TGL. TERIMA : | 13 Juli 2006 |
| NO. JUDUL : | 002038 |
| NO. INV. : | 5120002038001 |
| NO. INDUK : | |

TUGAS AKHIR

**KINERJA UPFLOW (IN LAYERS) ROUGHING FILTER DALAM
MENURUNKAN KEKERUHAN DAN TOTAL SUSPENDED SOLID
PADA AIR PERMUKAAN SELOKAN MATARAM JOGJAKARTA**

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat sarjana strata – 1 Teknik Lingkungan



Disusun oleh:

ARI WISNU WIBOWO

01 513 009

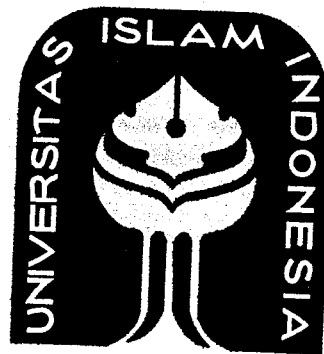
**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

2006

TUGAS AKHIR

KINERJA UPFLOW (IN LAYERS) ROUGHING FILTER DALAM MENURUNKAN KEKERUHAN DAN TOTAL SUSPENDED SOLID PADA AIR PERMUKAAN SELOKAN MATARAM JOGJAKARTA

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat sarjana strata – 1 Teknik Lingkungan



Disusun oleh:

ARI WISNU WIBOWO

01 513 009

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

2006

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR


KINERJA UPFLOW (IN LAYERS) ROUGHING FILTER DALAM MENURUNKAN KEKERUHAN DAN TOTAL SUSPENDED SOLID PADA AIR PERMUKAAN SELOKAN MATARAM JOGJAKARTA

Nama : ARI WISNU WIBOWO
No. Mahasiswa : 01 513 009
Program Studi : Teknik Lingkungan

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

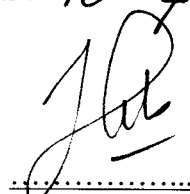
Dosen Pembimbing I

Ir. H. Kasam, M. T.


Tanggal : 10 - 7 - 2006 .

Dosen Pembimbing II

Hudori, S. T.


Tanggal : 10/7 '06

KINERJA *UP FLOW (IN LAYERS) ROUGHING FILTER* DALAM MENURUNKAN KEKERUHAN DAN *TOTAL SUSPENDED SOLID* PADA AIR PERMUKAAN SELOKAN MATARAM JOGJAKARTA

ABSTRAK

Kepadatan penduduk yang terus meningkat secara nyata khususnya masyarakat kota Yogyakarta menyebabkan pencemaran air permukaan Selokan Mataram 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 *pre treatment* 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 saringan kerikil yang dialirkan dengan arah *up flow*. Sebagai saringan berisi lapisan kerikil kasar, sedang dan halus yang biasanya berukuran 24-2 mm atau sering disebut *up flow (in layers) roughing filter*. *Prefilter* ini tidak hanya simpel, efisien, dan bebas alternatif bahan kimia, selain itu tidak membutuhkan peralatan canggih sehingga mudah dioperasikan karena air hanya dilewatkan ke *up flow (in layers) roughing filter*

Penelitian ini menggunakan reaktor *up flow (in layers) 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 $h = 1.20 \text{ m}$ Untuk analisa laboratorium, Metode *Nephelometric* digunakan untuk menguji Kekeruhan dengan menggunakan *spektrofotometer* panjang gelombang 390 nm. Sedangkan analisa laboratorium untuk *TSS* menggunakan metode Gravimetri.

Berdasarkan hasil analisa laboratorium diperoleh efisiensi kekeruhan sebesar 37,17-68,51% dan *TSS* sebesar 72,66-93,79%, hal ini terjadi karena terdapat beberapa mekanisme filtrasi yaitu: proses penyaringan, pengendapan, penahanan, dan pelekatan. Dari hasil uji statistik diketahui bahwa ada pengaruh antara variasi gravel dan variasi kecepatan aliran. Gravel yang paling baik yaitu (19; 15.8; 11.1)mm, dimana kemampuan gravel untuk menyaring disebabkan adanya proses penghalangan secara bertahap dari celah media filter. Kecepatan aliran yang berpengaruh dalam treatment adalah 0.9 m/jam, ini terjadi karena pada kecepatan aliran 0.3 m/jam dan 0.6 m/jam sering terjadi penyumbatan.

Kata Kunci : *Up flow (in layers) roughing filter*, Kekeruhan dan *TSS*.

PERFORMANCE UP FLOW (IN LAYERS) ROUGHING FILTER IN DEGRADING TURBIDITY AND TOTAL SUSPENDED SOLID AT SURFACE WATER MATARAM RIVER JOGJAKARTA

ABSTRACT

Population increase densely specially for Jogjakarta society in factly make surface water of mataram river 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. Prefilter is not only a simple, efficient, and chemical-free alternative. Beside, do not need mechanicals equipment.

This experiment used *Up flow (in layers) 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 $h = 1.20 \text{ m}$. for the analyze of laboratory, nephelometric methode was used to measure turbidity using a spectofotometer wavelength 390 nm. While analyze of laboratory for TSS use gravemetri methode.

Based on the result of laboratory analyze, the removal efficiency of turbidity 37.17-68.51% and TSS 72.66-93.79% this matter happened because there a view of filtration mechanism, that is: filtration process, sedimentation process, interception process and adhesion process. Analisis statistic can be describe that gravel variation and velocity take influenced removal turbidity and TSS. The best of gravel are (19; 15.8; 11.1)mm where the ability of the gravel to filtering is causing by in phase interception process from interpose of filter media. The velocity which is take effect in this treatment is 0.9 m/hour, this is happened because clogging often happened at velocity 0.3 m/hour and 0.6 m/hour.

Key word: *Up flow(in layers) roughing*, turbidity, TSS

PERSEMBAHAN

Kupersembahkan karya ini kepada :

Kedua orang tuaku

Drs.H. Subroto Suprihatin & Hj. Tri Murtini S.Pd

Adik-adikku tersayang

Reni Widyaningsih, Rina Widyaningrum, & Imam Kurniawan serta

Wanita tersayang yang telah setia menemani dalam suka dan duka

Semoga Allah SWT mencatatnya sebagai amal kebajikan

Amin.

*Kalian anugerah terindah dari ALLAH, dukungan, kasih sayang yang menjadi
Motivasi ku untuk menjadi yang terbaik dan bertahan menghadapi cobaan hidup*

UCAPAN TERIMA KASIH

1. *Keluarga Besar Muhammad Sukemi (Alm) (Jogjakarta)*
2. *Keluarga Besar Sastro Nawilan (Wonosari)*
3. *Keluarga Bapak Suyatno*
4. *Keluarga Bapak Drs Sumarno.*
5. *Keluarga Bapak Suhardi S.Pd terimakasih untuk motivasi, dukungan, semangat dan pengertiannya.*
6. *Keluarga Besar Teknik Lingkungan 2001 dari 01513001-01513107 yang peduli, yang kompak yang tetap ceria meskipun NGGRANTES di hati, yang tetep bersaudara tiada akhir, sobat sudah banyak kisah, sudah banyak cerita yang kita tuliskan, kita lakukan baik urusan kehidupan, cinta, hingga angan-angan yang akan kita jalani untuk hari kemudian. Teguhkan hati, satukan tekad kita bangun bangsa Indonesia, tumpah darah dan tanah air kita ini dengan manfaatkan ilmu yang telah kita pelajari....untuk hal yang baik tentunya. Akhirnya dalam situasi yang masih dirundung duka, gempa 27 Mei 2006 Pukul 05.55 WIB Magnitude 5.9 SR ±57 detik meninggalkan kisah yang mendalam, tak kuasa aku mengucapkan terimakasihku kepada semua sahabatku, atas bantuan doa, semangat, kasih sayangmu yang tak ternilai harganya, semoga Allah SWT lah yang kan membalasnya. Aku kan mengenang jasa-jasamu. Indras, Pandu, Zulfiqar, Imam, Muchtar, Moh Slamet, Ajis, Azri, Idef, Aan, Ahmad Nur, Warih, Affan, Pipit Nial, Joko Isandi, Anggoro, Moh Ismail Dan Tak Lupa Teamqu Nilam, Yuli Mais, friend berakhir sudah tugas akhir kita akhirnya, serta semua pihak yang telah membantu.*
7. *Keluarga Besar 1999-2003 terimakasih untuk semua saran, keritik, dukungan, nasehat yang telah diberikan, sehingga dalam menjalani kehidupan ini akan lebih berarti.*
8. *Semua pihak yang membantu, yang tidak dapat disebutkan satu persaru.*

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)

Mencintai seseorang bukanlah apa-apa

Dicintai seseorang adalah sesuatu

Dicintai oleh orang yang kau cintai sangatlah berarti

Tapi dicintai oleh Sang Pencinta adalah segalanya

KATA PENGANTAR



Assalaamu'alaikum Wr. Wb.,

Berkat limpahan Rahmat dan HidayahNya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir yang berjudul ” KINERJA *UP FLOW (IN LAYERS) ROUGHING FILTER* DALAM MENURUNKAN KEKERUHAN DAN *TOTAL SUSPENDEDED SOLID* PADA AIR PERMUKAAN SELOKAN MATARAM JOGJAKARTA”

Penulis menyadari bahwa penelitian dan penyusunan tugas akhir ini dapat terlaksana dan berhasil karena tidak lepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sedalam dalamnya kepada:

1. Allah SWT. Penguasa seluruh alam.
2. Muhammad SAW, keluarga, sahabat yang telah membawa pencerahan dunia.
3. Bapak Prof. Dr. Drs. Edy Suandi Hamid, MEc selaku Rektor Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Dr. Ir. H. Ruzardi, MS selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Luqman Hakim, S.T. M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
6. Bapak Ir. H. Kasam, M.T. selaku pembimbing I yang senantiasa selalu sabar dalam mendidik, memberi arahan, dukungan dan keikhlasan hati untuk penyusunan tugas akhir ini.
7. Bapak Hudori, S.T. selaku pembimbing II yang telah memberikan mega proyek *Roughing Filter*.
8. Bapak Eko Siswoyo, S.T. selaku koordinator tugas akhir.
9. Bapak Andik Yulianto, S.T. selaku Dosen Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.
10. Mas Agus, terimakasih untuk layanan administrasinya.

11. Mas Tasyono, Amd. Dan Mas Iwan, Amd. Selaku laboran di laboratorium kualitas air, jurusan teknik lingkungan.
12. Bapak, ibunda tercinta, beserta keluarga yang setia, selalu ada dalam doa dana, dukungan dan semangat.
13. Vepty wulaningrum teman sejati selama ini, terimakasih atas do'a dan segalanya, berharap semua menjadi nyata dan mendapat ridhoNYA, Amin.

Penulis menyadari bahwa sebagai manusia biasa tentu tidak luput dari kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritikan dan masukan demi kesempurnaan Laporan Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis mengharapkan bahwa laporan ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam penilaian akhir dari Laporan Tugas Akhir.

Wassalaamu'alaikum Wr. Wb.

Jogjakarta, 27 Mei 2006

DAFTAR ISI

| | |
|----------------------------------|----------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| ABSTRACT | iii |
| ABSTRAK..... | iv |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | v |
| HALAMAN UCAPAN TERIMAKASIH | vi |
| KATA MUTIARA..... | vii |
| KATA PENGANTAR | viii |
| DAFTAR ISI..... | x |
| DAFTAR TABEL..... | xiv |
| DAFTAR GAMBAR..... | xvi |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xvii |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 4 |
| 1.3 Batasan Masalah | 4 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 5 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 5 |

| | |
|--|----------|
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| 2.1 Karakteristik Air Baku..... | 6 |
| 2.2 Air Permukaan | 12 |
| 2.3 Air Sungai Sebagai Sumber Air Bersih | 13 |
| 2.3.1 Kuantitas | 13 |
| 2.3.2 Kualitas | 14 |
| 2.4 Air Minum | 15 |
| 2.4.1 Kekeruhan | 16 |
| 2.4.2 <i>Total Suspended Solid (TSS)</i> | 19 |
| 2.5 Pengolahan Air Minum Dengan Roughing Filter..... | 20 |
| 2.5.1 Teknologi Roughing Filter..... | 20 |
| 2.5.2 Aplikasi Roughing Filter..... | 21 |
| 2.5.3 Gambaran Pengembangan Roughing Filter | 23 |
| 2.5.4 Variabel Desain Roughing Filter | 25 |
| 2.5.5 Jenis-Jenis Material Roughing Filter | 26 |
| 2.5.6 Pembersihan Filter | 27 |
| 2.5.7 Pemeliharaan Filter | 29 |
| 2.5.8 Up flow (in layers) Roughing Filter..... | 29 |
| 2.6 Dasar Teori Filtrasi | 30 |
| 2.7 Mekanisme Penyaringan..... | 31 |
| 2.7.1 Faktor Yang Mempengaruhi Kualitas Penyaringan..... | 32 |
| 2.8 Hipotesa | 34 |

| | |
|--|-----------|
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | 35 |
| 3.1 Umum..... | 35 |
| 3.2 Objek Penelitian | 36 |
| 3.3 Lokasi Penelitian | 36 |
| 3.4 Variabel Penelitian..... | 36 |
| 3.4.1 Variabel Bebas (<i>Independent Variable</i>)..... | 36 |
| 3.4.2 Variabel Terikat (<i>Dependent Variable</i>) | 37 |
| 3.5 Bahan dan Alat Penelitian | 37 |
| 3.5.1 Media Kerikil Kasar, Kerikil Sedang, dan Kerikil Halus | 37 |
| 3.5.2 Alat Penelitian | 38 |
| 3.6 Pelaksanaan Penelitian..... | 39 |
| 3.6.1 Persiapan Media | 39 |
| 3.6.2 Pengambilan Sampel Air | 39 |
| 3.6.3 Persiapan Alat..... | 39 |
| 3.7 Metode Pengujian..... | 40 |
| 3.7.1 Pengukuran Kekeruhan..... | 40 |
| 3.7.2 Pengukuran TSS..... | 40 |
| 3.8 Analisa Data..... | 41 |
| 3.9 Diagram Alir Penelitian Tugas Akhir..... | 42 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 43 |
| 4.1 Hasil Penelitian..... | 43 |
| 4.1.1 Hasil Pengujian Kekeruhan..... | 43 |
| 4.1.2 Hasil Pengukuran TSS | 53 |

| | |
|--|-----------|
| 4.2 Uji Ststistik Anova Satu Jalur | 61 |
| 4.2.1 Analisa Anova Satu Jalur Parameter Kekeruhan | 61 |
| 4.2.2 Analisa Anova Satu Jalur Parameter TSS..... | 63 |
| 4.3 Pembahasan..... | 64 |
| 4.3.1 Kekeruhan..... | 67 |
| 4.3.2 TSS..... | 70 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 74 |
| 5.1 Kesimpulan | 75 |
| 5.2 Saran..... | 75 |
| DAFTAR PUSTAKA | |
| LAMPIRAN | |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| 2. 1 Spektrum Ukuran Partikel..... | 18 |
| 2. 2 Jenis Partikel Koloid dan Tersuspensi | 19 |
| 2. 3 Pengurangan Kekeruhan dengan Material Saringan Berbeda | 27 |
| 3. 1 Variasi Gravel dan Kecepatan Aliran | 37 |
| 4. 1 Hasil Pengukuran Kadar Kekeruhan Pada Gravel Pertama dan Gravel Kedua dengan Kecepatan Aliran 0.3 m/jam..... | 44 |
| 4. 2 Hasil Pengukuran Kadar Kekeruhan Pada Gravel Pertama dan Gravel Kedua dengan Kecepatan Aliran 0.6 m/jam..... | 46 |
| 4. 3 Hasil Pengukuran Kadar Kekeruhan pada Gravel Pertama dan Gravel Kedua dengan Kecepatan Aliran 0.9 m/jam..... | 48 |
| 4. 4 Efisiensi Penurunan Kadar Kekeruhan pada masing-masing Kecepatan Aliran Gravel Pertama | 50 |
| 4. 5 Efisiensi Penurunan Kadar Kekeruhan pada masing-masing Kecepatan Aliran Gravel Kedua | 51 |
| 4. 6 Hasil Pengukuran Kadar TSS Pada Gravel Pertama dan Gravel Kedua dengan Kecepatan Aliran 0.3 m/jam..... | 53 |
| 4. 7 Hasil Pengukuran Kadar TSS Pada Gravel Pertama dan Gravel Kedua dengan Kecepatan Aliran 0.6 m/jam..... | 55 |
| 4. 8 Hasil Pengukuran Kadar TSS Pada Gravel Pertama dan Gravel Kedua dengan Kecepatan Aliran 0.9 m/jam..... | 57 |
| 4. 9 Efisiensi Penurunan Kadar TSS pada masing-masing Kecepatan Aliran Gravel Pertama | 59 |
| 4. 10 Efisiensi Penurunan Kadar Kekeruhan pada masing-masing Kecepatan Aliran Gravel Kedua | 60 |
| 4. 11 Pengujian Anova Variasi Ukuran Gravel Terhadap Efisiensi Removal Kekeruhan | 62 |
| 4. 12 Pengujian Anova Variasi Kecepatan Aliran Terhadap Efisiensi Removal Kekeruhan | 63 |

| | |
|--|----|
| 4. 13 Pengujian Anova Variasi Ukuran Gravel | |
| Terhadap Efisiensi Removal <i>TSS</i> | 63 |
| 4. 14 Pengujian Anova Variasi Kecepatan Aliran | |
| Terhadap Efisiensi Removal <i>TSS</i> | 64 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| 2. 1 Lay Out Umum dari Roughing Filter..... | 21 |
| 2. 2 Up Flow (In Layers) Roughing Filter | 30 |
| 2. 3 Mekanisme Filtrasi..... | 31 |
| 3. 1 Prototype Reaktor | 38 |
| 3. 2 Diagram Alir Penelitian | 42 |
| 4. 1 Efisiensi Penurunan Kekeruhan pada Variasi Gravel I Dan II dengan Kecepatan Aliran 0.3 m/jam..... | 45 |
| 4. 2 Efisiensi Penurunan Kekeruhan pada Variasi Gravel I dan II dengan Kecepatan Aliran 0.6 m/jam..... | 47 |
| 4. 3 Efisiensi Penurunan Kekeruhan pada Variasi Gravel I dan II dengan Kecepatan Aliran 0.9 m/jam..... | 49 |
| 4. 4 Efisiensi Penurunan Kekeruhan pada Variasi Kecepatan Aliran 0.3 m/jam, 0.6 m/jam, 0.9 m/jam Gravel I | 50 |
| 4. 5 Efisiensi Penurunan Kekeruhan pada Variasi Kecepatan Aliran 0.3 m/jam, 0.6 m/jam, 0.9 m/jam Gravel II | 52 |
| 4. 6 Efisiensi Penurunan <i>TSS</i> pada Variasi Gravel I dan II dengan Kecepatan Aliran 0.3 m/jam | 54 |
| 4. 7 Efisiensi Penurunan <i>TSS</i> pada Variasi Gravel I dan II dengan Kecepatan Aliran 0.6 m/jam | 56 |
| 4. 8 Efisiensi Penurunan <i>TSS</i> pada Variasi Gravel I dan II dengan Kecepatan Aliran 0.9 m/jam | 58 |
| 4. 9 Efisiensi Penurunan <i>TSS</i> pada Variasi Kecepatan Aliran 0.3 m/jam, 0.6 m/jam, 0.9 m/jam Gravel I | 59 |
| 4. 10 Efisiensi Penurunan <i>TSS</i> pada Variasi Kecepatan Aliran 0.3 m/jam, 0.6 m/jam, 0.9 m/jam Gravel II | 61 |

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Metode Pengujian Sampel Kekeruhan Dan Total Suspended Solid

LAMPIRAN 2 Hasil Pengujian Laboratorium Kadar Kekeruhan Dan TSS

LAMPIRAN 3 Hasil Pengujian Anova Satu Jalur

LAMPIRAN 4 Dokumentasi

BAB I

PENDAHULUAN

I. 1 Latar Belakang Masalah

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.

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).

Partikel-partikel koloid mempengaruhi tingkat kekeruhan yang terjadi pada air sungai, hal ini dapat disebabkan oleh kegiatan alam atau 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.

Seiring dengan pesatnya perkembangan zaman, mendorong manusia untuk melakukan penelitian-penelitian guna mengembangkan teknologi dalam

hal pengolahan air sehingga diharapkan nantinya dapat menghasilkan suatu teknologi yang mampu menjawab kebutuhan manusia akan air, khususnya air minum, yang benar-benar memenuhi standar kualitas air yang dianjurkan.

Agar air minum yang dikonsumsi oleh masyarakat tidak menimbulkan gangguan kesehatan perlu menetapkan persyaratan kesehatan kualitas air minum, sebagai telah disebutkan dalam Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 907/MENKES/SK/2002 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum. Pada prinsipnya pengolahan air hanya diperlukan bagi sumber air baku yang kurang memenuhi syarat air minum.

Pada penelitian ini, sampel air baku yang digunakan diambil dari air Selokan Mataram, Jogjakarta. Tingginya kadar kekeruhan pada air Selokan Mataram melatar belakangi digunakannya air tersebut sebagai sampel air yang perlu dilakukan pengolahan untuk memperbaiki kualitasnya terutama untuk kadar kekeruhan dan *Total Suspended Solid*.

Selokan Mataram ini berupa sungai kecil yang dibuat oleh Sri Sultan Hamengku Buono IX pada zaman pendudukan Jepang. Air dari Selokan Mataram diambil dari Sungai Progo dan mengalir sepanjang kira-kira 60 Km menuju Sungai Opak. Wilayah yang dilewati Selokan Mataram dengan sendirinya bisa mengambil air untuk keperluan pertanian. Aliran Sungai Progo yang mengalir di selokan dipakai untuk mangairi sawah. Banyak wilayah yang dilewati selokan sehingga hamparan sawah di kawasan yang dilewati Selokan Mataram subur. Inilah fungsi ekonomis dan kultural Selokan Mataram.

Secara politik, pada waktu itu, Selokan Mataram mempunyai makna lain. Karena Selokan Mataram dibangun adalah upaya untuk menolak kerja paksa yang dilakukan oleh penjajah Jepang. Kerja paksa ini menggunakan rakyat Jogjakarta, yang mana Sultan Hamengku Buono IX menjadi raja, upaya untuk menolak itu, Sultan mengerahkan rakyatnya untuk membuat Selokan Mataram, yang berfungsi untuk mengairi lahan pertanian di wilayahnya, dan hal ini menguntungkan rakyat.

Melihat Selokan Mataram sekarang dengan Selokan Mataram yang dulu, tentu banyak yang beda, setidaknya dari segi kebersihan wilayah sekitar, namun dari segi kualitas, boleh jadi Selokan Mataram sekarang lebih kotor dibanding Selokan Mataram dahulu, karena sekarang di sekitar selokan telah padat pemukiman, yang bisa membuang berbagai macam limbah ke selokan, apalagi tidak jauh dari selokan tidak sedikit mahasiswa/mahasiswi indekost. Tentu lahan pertanian yang memanfaatkan aliran Selokan Mataram tidak lagi seluas pada masa lalu, karena di Kabupaten Sleman, telah banyak pemukiman baru yang mengusir lahan pertanian.

Kepadatan penduduk yang terus meningkat secara nyata khususnya masyarakat kota Jogjakarta menyebabkan pencemaran air permukaan yang disebabkan oleh buangan limbah domestik maupun limbah industri yang masuk ke badan air seperti sungai. Selain itu juga, telah terjadi pergeseran masyarakat yang lebih cenderung menggunakan air minum dalam kemasan. Oleh sebab itu, untuk mengembalikan kepercayaan masyarakat akan air permukaan maka perlu dilakukan pengolahan sebelum air permukaan tersebut digunakan. Salah satu alternatif pengolahan adalah menggunakan reaktor *roughing filter*.

1.2 Rumusan Masalah

Menurut latar belakang masalah yang dikemukakan di atas maka dapat dirumuskan bahwa:

- a. Seberapa besar laju kemampuan *Upflow (In Layers) roughing filter* dalam menurunkan kekeruhan dan *TSS (Total Suspended Solid)* di dalam air permukaan?
- b. Apakah terjadi perbedaan secara signifikan hasil proses *Upflow (In Layers) roughing filter* apabila variasi ukuran gravel dan kecepatan aliran?

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 (Total Suspended Solid)* yang diambil dari Selokan Mataram, Jogjakarta.
- b. *Upflow (in layers) Roughing Filter* menggunakan variasi media gravel dan kecepatan aliran yang berbeda.
- c. Parameter yang diukur adalah kekeruhan dan *TSS (Total Suspended Solid)*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

- a. Mengetahui besarnya kemampuan *Upflow (In Layers) roughing filter* dalam menurunkan kadar kekeruhan dan *TSS (Total Suspended Solid)* dalam air baku.
- b. Mengetahui pengaruh variasi ukuran diameter gravel dan kecepatan aliran sehingga mendapatkan penurunan kadar kekeruhan dan *TSS (Total Suspended Solid)*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Memberikan salah satu alternatif teknologi dalam menurunkan kadar kekeruhan dan *TSS (Total Suspended Solid)* 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 *Upflow (In Layers) roughing filter* dalam menurunkan kadar kekeruhan dan *TSS (Total Suspended Solid)* pada air permukaan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Air Baku

Penyediaan air bersih, selain kuantitas, 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.

Dalam hal air bersih, sudah merupakan praktek umum untuk 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 (Soemirat, 1994).

Standar kualitas air adalah baku mutu yang ditetapkan berdasarkan sifat-sifat fisik, kimia, radioaktif maupun bakteriologis yang menunjukkan persyaratan kualitas air tersebut. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001

Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air, air menurut kegunaannya digolongkan menjadi :

- Kelas I : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- Kelas II : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- Kelas III : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- Kelas IV : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

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 416/MENKES/PER/IX/1990:

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

Air minum yang berbau selain tidak estetik juga tidak akan disukai oleh masyarakat. Bau air dapat memberikan petunjuk akan kualitas air. Misalnya, bau amis dapat disebabkan oleh tumbuhan algae.

b. Rasa

Air minum biasanya tidak memberi rasa/tawar. Air yang tidak tawar dapat menunjukkan kehadiran berbagai zat yang dapat membahayakan kesehatan. Rasa logam/amis, rasa pahit, asin, dan sebagainya. Efeknya tergantung pula pada penyebab timbulnya rasa tersebut.

c. Suhu

Suhu air sebaiknya sejuk atau tidak panas terutama agar:

- Tidak terjadi pelarutan zat kimia yang ada pada saluran/pipa, yang dapat membahayakan kesehatan.
- Menghambat reaksi reaksi biokimia di dalam saluran/pipa.
- Mikroorganisma patogen tidak mudah berkembang biak, dan
- Bila diminum dapat menghilangkan dahaga.

d. Warna

Air minum sebaiknya tidak berwarna untuk alasan estetik dan untuk mencegah keracunan dari berbagai zat kimia maupun mikroorganisme yang berwarna. Warna dapat disebabkan adanya tannin dan asam humat

yang terdapat secara alamiah di air rawa, berwarna kuning muda, menyerupai urine, oleh karenanya orang tidak mau menggunakannya. Selain itu, zat organik ini bila terkena khlor dapat membentuk senyawa-senyawa khloroform yang beracun. Warna pun dapat berasal dari buangan industri.

e. Jumlah zat padat tersuspensi *TSS (Total Suspended Solid)*

Materi yang tersuspensi adalah materi yang mempunyai ukuran lebih kecil dari pada molekul/ion yang terlarut. Materi tersuspensi ini dapat digolongkan menjadi dua, yakni zat padat dan koloid. Zat padat tersuspensi dapat mengendap apabila keadaan air cukup tenang, ataupun mengapung apabila sangat ringan; materi inipun dapat disaring. Koloid sebaliknya sulit mengendap dan tidak dapat disaring dengan (filter) air biasa.

Materi tersuspensi mempunyai efek yang kurang baik terhadap kualitas air karena menyebabkan kekeruhan dan mengurangi cahaya yang dapat masuk kedalam air. Oleh karenanya, manfaat air dapat berkurang, dan organisme yang butuh cahaya akan mati. Setiap kematian organisme akan menyebabkan terganggunya ekosistem akuatik. Apabila jumlah materi tersuspensi ini banyak dan kemudian mengendap, maka pembentukan lumpur dapat sangat mengganggu dalam saluran, pendangkalan cepat terjadi, sehingga diperlukan pengerukan lumpur yang lebih sering. Apabila zat-zat ini sampai di muara sungai dan bereaksi dengan air yang asin, maka baik koloid maupun zat terlarut dapat mengendap di muara-muara dan proses

inilah yang menyebabkan terbentuknya delta-delta. Dapat dimengerti, bahwa pengaruhnya terhadap kesehatan pun menjadi tidak langsung.

f. Kekeruhan

Kekeruhan air disebabkan oleh adanya zat padat yang tersuspensi, baik yang bersifat anorganik maupun yang organik. Zat anorganik, biasanya berasal dari lapukan batuan dan logam, sedangkan yang organik dapat berasal dari lapukan-lapukan tanaman atau hewan. Buangan industri dapat juga menyebabkan sumber kekeruhan. Zat organik dapat menjadi makanan bakteri, sehingga mendukung perkembangbiakannya. Bakteri ini juga merupakan zat tersuspensi, sehingga pertambahannya akan menambah pula kekeruhan air. Demikian pula dengan algae yang berkembang biak karena adanya zat hara N, P, K akan menambah kekeruhan air. Air yang keruh sulit didesinfeksi, karena mikroba terlindung oleh zat tersuspensi tersebut. Hal ini tentu berbahaya bagi kesehatan, bila mikroba itu patogen.

2. Karakteristik Kimiawi

Karakteristik kimia cenderung lebih khusus sifatnya dibandingkan dengan karakteristik fisik. Adapun karakteristik kimiawi dapat digolongkan menjadi dua bagian, sebagai berikut:

A. Kimia Anorganik

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

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 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 kebawah 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 disebut aliran air sungai (*river run off*). Sekitar 69% air yang masuk ke sungai berasal dari hujan, pencairan es/salju dan sisanya berasal dari air tanah. Wilayah di sekitar daerah aliran sungai yang menjadi tangkapan air disebut *catchment basin*.

Air hujan yang jatuh ke bumi dan menjadi air permukaan memiliki kadar-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 (Novotny dan Olem, 1994). Setelah jatuh ke permukaan bumi, air hujan mengalami kontak dengan tanah dan melarutkan bahan-bahan yang terkandung di dalam tanah (Hefni Effendi, 2003).

2.3 Air Sungai Sebagai Sumber Air Bersih

2.3.1 Kuantitas

Permukaan planet bumi sebagian besar terdiri dari perairan, Dari 40 juta mil kubik air yang berada di permukaan bumi dan ada di dalam tanah tidak lebih dari 0,5% (0,2 juta mil kubik) yang secara langsung dapat digunakan untuk kepentingan manusia. Karena dari jumlah 40 juta mil kubik 97% terdiri dari air laut dan jenis air lain yang berkadar garam tinggi 2,5% berbentuk es dan salju abadi yang dalam keadaan cair baru dapat dipakai manusia dan makhluk lain (Ersin Seyhan, 1977).

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 ke dalam tanah dan mengalir di permukaan tanah menuju ke badan-badan air, sehingga air akan bertambah banyak. Dari rantai perputaran air tersebut, dapat dibedakan atas tiga sumber yaitu (Soemirat 1994).

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 dibanding dengan pada musim kemarau. Kuantitas air sungai dipengaruhi oleh (Anonymous, 1984).

- 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 zat-zat organik, garam-garam mineral sesuai dengan jenis tanah yang dilalui. Dan pada sungai-sungai yang melalui daerah-daerah pemukiman yang padat akan mengalami pencemaran akibat buangan rumah tangga yang dapat mengakibatkan perubahan warna, peningkatan kekeruhan, rasa, bau dan lain-lain (Anonymous, 1984).

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 dipasaran 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 di dalam air permukaan pada umumnya ditimbulkan oleh bahan-bahan dalam suspensi (ukuran lebih besar 1 milimikron dan 1 mikron). Kekeruhan yang ditimbulkan oleh bahan-bahan dalam suspensi sangat mudah

dihilangkan dengan cara pengendapan, bentuk ini terdiri antara lain bakteria, 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 sebenarnya tidak mempunyai efek langsung terhadap kesehatan tetapi tidak disukai masyarakat karena masalah estetika kurang baik. Persyaratan mutu dari kekeruhan air bersih maksimum yang diperoleh 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 di atas, 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.

2.4.2 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-zat padat yang berada pada dalam suspensi, dapat dibedakan menurut ukurannya sebagai partikel tersuspensi koloid (partikel koloid) dan

partikel tersuspensi biasa (partikel tersuspensi). (Sumestri, S. dan Alaerts, G., 1984).

Jenis partikel koloid tersebut adalah penyebab kekeruhan dalam air (efek tyndall) yang disebabkan oleh penyimpangan sinar nyata yang menembus suspensi tersebut. Partikel-partikel koloid tidak terlihat secara visual, sedangkan larutannya (tanpa partikel koloid) yang terdiri dari ion-ion dan molekul-molekul tidak pernah keruh. Larutan menjadi keruh bila terjadi pengendapan (presipitasi) yang merupakan keadaan kejenuhan dari suatu senyawa kimia. Partikel-partikel tersuspensi biasa, mempunyai ukuran lebih besar dari partikel koloid dan dapat menghalangi sinar yang akan menembus suspensi, sehingga suspensi tidak dapat dikatakan keruh, karena sebenarnya air diantara partikel-partikel tersuspensi tidak keruh dan sinar tidak menyimpang. (Sumestri, S. dan Alaerts, G., 1984).

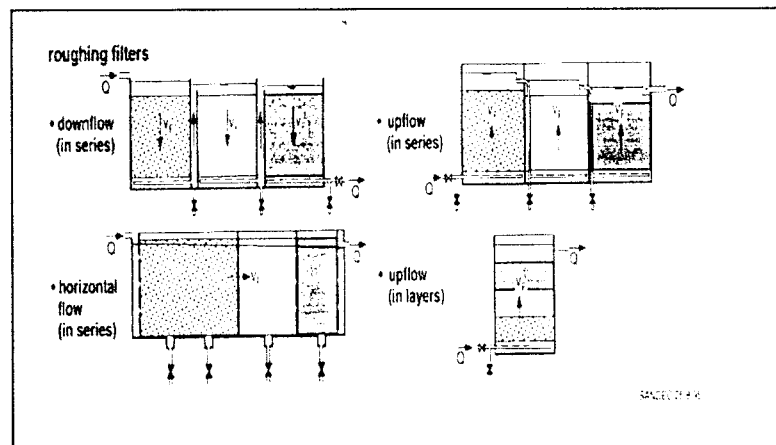
2.5 Pengolahan Air Minum dengan *Roughing Filter*

2.5.1 Teknologi *Roughing Filter*

Roughing filter utamanya digunakan untuk memisahkan material padatan dari air. Material padatan yang baik secara mendatar akan mengendap pada tangki sedimentasi yang mempunyai jarak pengendapan vertikal 1-3 m sebelum bertemu/kontak dengan dasar tangki. Untuk kecepatan pengendapan, pada material padatan yang besar tidak menjangkau dasar tangki dan karena itu tidak dapat dipisahkan. Tangki sedimentasi yang sama dapat dipenuhi/diisi dengan material filter dengan diameter media yaitu 20-4 mm. Padatan *solid* yang tidak melewati filter menyentuh permukaan gravel setelah beberapa milimeter dari jarak

pengendapan. Sejak itu jarak pengendapan secara drastis direduksi oleh material filter, *roughing filter* adalah proses yang lebih efektif untuk meremoval material padatan daripada sedimentasi

Secara umum perbedaan *lay out pre filter* ditunjukkan pada gambar 2.1 sebagai berikut:



Gambar 2.1 *Lay out Umum dari Roughing Filter*

Sumber: (Martin. W,1996)

2.5.2 Aplikasi Roughing Filter

Slow sand filter diaplikasikan pada pengolahan air permukaan secara efektif memperbaiki kualitas mikrobiologi air. Bagaimanapun aplikasi yang efektif pada proses pengolahan meminta air baku dengan kekeruhan yang rendah. *Pretreatment* air permukaan dengan loading yang tinggi pada material padatan biasanya dibutuhkan. Flokulasi kimia, kombinasi dengan sedimentasi untuk mereduksi material padatan, tidak dapat diterapkan pada suplai air perkotaan di negara berkembang seperti halnya secara umum memiliki masalah pada bahan pengolahan air.

Menghadapi masalah tersebut, *prefiltrasi* adalah alternatif proses pengolahan yang efisien dan sederhana digunakan utamanya untuk memisahkan material padatan. Hal itu tidak menggunakan bahan kimia dan juga memperbaiki mikrobiologi kualitas air. Sejak itu *prefilter* umumnya berisi fraksi material filter kasar yang berbeda, yang diketahui sebagai *roughing filter*. Konsekuensinya *roughing filter* seringkali diprioritaskan sebagai teknologi *pretreatment* untuk rencana suplai air perkotaan.

Tipe filter yang dikembangkan untuk melihat variasi kualitas air baku/mentah. *Intake* dan *dynamic filter* sering diaplikasikan sebagai *pretreatment* pertama kali diikuti oleh *roughing filter* yang dioperasikan menjadi filter aliran vertikal atau horisontal. Filter biasanya dibersihkan secara hidraulik oleh pengurasan filter cepat, sebuah rangkaian *prefiltrasi* yang berada adalah frekuensi biaya yang paling efektif, menampilkan konsep multi pembawa dan karena itu menyediakan cara yang efisien dalam memperbaiki mikrobiologi kualitas air.

Prefilter dan *roughing filter* sekarang secara ekstensif keduanya digunakan pada rencana penyediaan air pada beberapa negara berkembang dan rencana air bawah buatan di negara industri. Menambahkan pengalaman kerja, *intake filter* mampu mereduksi material padatan 50-70% dan *roughing filter* mampu untuk memisahkan material partikulat 90% lebih. *Prefilter* dan *roughing filter* juga memperbaiki kualitas mikrobiologi air yaitu mereduksi *faecal coliform*. Filter juga memberikan kontribusi untuk mereduksi warna pada organik terlarut dan bahan lainnya pada permukaan. Bagaimanapun sejak itu suspensi kaya akan material warna yang sulit diperoleh oleh *roughing filter*, biasanya meminta penambahan

koagulan. Dalam kombinasi dengan *slow sand filte*, *prefilter* dan *roughing filter* dipercaya dalam proses pengolahan yang tepat menahan partikulat di negara berkembang (Martin W. 1996).

2.5.3 Gambaran Pengembangan Roughing Filter

Dari tahun 1982 sampai tahun 1984 test filtrasi secara efektif dilakukan di laboratorium Institut Federal Swiss untuk Penelitian dan Teknologi Lingkungan (EAWAG) oleh Departemen Air dan Sanitasi di negara berkembang (SANDEC) di Duebendorf. Model suspensi kaolin digunakan untuk menyelidiki mekanisme *roughing filter* aliran horisontal. Menambahkan dua hasil test laboratorium yang penting, efisiensi filter dipengaruhi oleh sifat permukaan filter medium dan pembaharuan filter melalui pengurasan. Hasil penelitian disimpulkan:

1. Praktek yang lebih pada implementasi *roughing filter* aliran horisontal disusun pada sebuah desain, konstruksi dan operasional manual. Test laboratorium SANDEC dibatasi oleh *Development Cooperation Swiss* (SDC), pada akhirnya didukung promosi dan penyebaran informasi teknologi *roughing filter* aliran horisontal yang dimulai pada tahun 1986. Di bawah SANDEC, insinyur perguruan tinggi lokal mendemonstrasikan studi teknologi ini dan pengalaman praktek dengan proses pengolahan. *Roughing filter* aliran horisontal dibuat untuk menstabilisasi *slow sand filter* di pabrik. Empat tahun yang lalu, teknologi ini dipromosikan penyebarannya ke 20 negara lebih, dan lebih dari 60 pabrik *roughing filter* dibangun diperiode ini.

2. Lebih lanjut, beberapa institusi melakukan penambahan studi penelitian kerja proses *roughing filter* aliran horisontal. Laboratorium atau test dasar dengan *roughing filter* aliran horisontal juga dilakukan oleh Universitas Dar es Salaam, Tanzania, Universitas Tampere Teknologi di Finland, Universitas Surrey di Guildford Inggris, Institut International Hydraulic dan Teknologi Lingkungan di Delft, Universitas Delft Teknologi di Nederland, Universitas Newcastle Upon tyne di Inggris dan Universitas New Hampshire di Durham USA. Perbedaan metode *pretreatment*, meliputi *roughing filter* aliran horisontal menjadi test dasar pembandingan pada program penelitian ekstensif di Cali, Colombia. *The Centro Inter Regional de Abastecimiento Remocian de Agua* (Cinara) meneliti hal tersebut, dikolaborasi dengan Pusat Sanitasi dan Air Internasional di Belanda, menyederhanakan dan meyakinkan proses *pretreatment* dalam penelitian ini.
3. SANDEC dilibatkan dalam pengembangan dan promosi *roughing filter* untuk dekade mendatang. *Roughing filter* aliran horisontal aslinya dipelajari di laboratorium, test dasar dilakukan di negara berkembang dan akhirnya di implementasikan pada proyek. Secara manual berisi deskripsi proses pengolahan ini yang dipublikasikan pada tahun 1986 sebagai IRCWD laporan No.06/86.
4. Bagaimanapun, teknologi *roughing filter* dikembangkan dimasa depan mengikuti tahun. Perbedaan tipe prefilter dan *roughing filter* akan dipelajari dan ditest. Para peneliti menyadari pengembangan ini,

dilanjutkan untuk aplikasi secara eksklusif *roughing filter* aliran horisontal juga ditempatkan dimana tipe filter yang lebih diprioritaskan.

5. Secara manual, disusun untuk membatasi jembatan informasi ini. Hal ini didasari pada sebuah perbaikan yang lengkap pada masa sebelumnya, pada draf yang dipresentasikan di konferensi internasional *roughing filter* di Zurich, Switzerland yang diadakan pada bulan Juni 1992 dan pengalaman dasar SANDEC dengan implementasi *roughing filter*. Hal tersebut juga diterjemahkan ke dalam bahasa Prancis dan Spanyol.

2.5.4 Variabel Desain Roughing Filter

Desain *roughing filter* mempunyai 3 target, yaitu:

1. Mengurangi kekeruhan dan konsentrasi *Suspended Solid* (mg/l)
2. Menghasilkan Q output spesifik setiap hari (m^3/s)
3. Mengijinkan operasional yang cukup berdasarkan determinan waktu *running filter* T_r (hari/ minggu).

Desain filter ada 6 variabel dalam range tertentu, yaitu:

1. Kecepatan filtrasi V_f (m/jam), umumnya berkisar antara 0,3-1 M/Jam.
2. Ukuran rata-rata d_{g1} (mm) dari setiap media filter, biasanya berkisar antara 20-4 mm. Fraksi media filter dapat dilihat pada tabel 2.3 direkomendasikan seragam.
3. Panjang l_i (m) dari setiap media filter yang spesifik

Setiap panjang l_i dari material filter tergantung pada tipe filter.

Hal ini boleh berubah besarnya kedalaman dari *up flow roughing filter* dibatasi dengan bangunan, umumnya antara 80-120 cm. Panjang

horisontal flow roughing filter dalam hal ini tidak dibatasi, tetapi panjang normalnya 5 dan 7 m.

4. Angka n_1 dari fraksi filter

Angka n_1 dari fraksi tergantung juga pada tipe filter. Permukaan filter boleh hanya 1 fraksi saja dimana *roughing filter* biasanya terdiri dari 3 fraksi gravel. Akan tetapi, secara individual panjang filter L_i dari *roughing filter* sering didesain dengan rasio 3: 2:1.

5. Tinggi H (m) dari luas permukaan filter ($A(m^2)$)

Tergantung pada aspek struktural dan operasional. Direkomendasikan 1-2 m untuk menghindarkan dari masalah ketinggian air. Kedalaman 1 m juga dimungkinkan agar bila menggunakan pembersih filter secara manual dilakukan dengan mudah untuk meremoval material filter. Lebar filter harus tidak melebihi 4-5 m dan A untuk *vertikal flow filter* harus tidak lebih besar dari 25-30 m^2 atau 4-6 m^2 untuk *horisontal roughing filter*.

2.5.5 Jenis-Jenis Material *Roughing Filter*

Material saringan perlu mempunyai spesifik yang besar untuk meningkatkan proses sedimentasi yang berlangsung di dalam *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 dalam penggunaanya.

Berikut ini tabel perfoemen saringan dengan material saringan berbeda

Tabel 2. 3 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 W. 1996)

2.5.6 Pembersihan Filter

Penggumpalan partikel atau unsur padat dengan volume yang besar di dalam 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 di dalam saringan itu. Pembersihan filter awal dengan kecepatan tinggi V_d direkomendasikan untuk efisiensi 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 (Martin W. 1996).

2.5.7 Pemeliharaan Filter

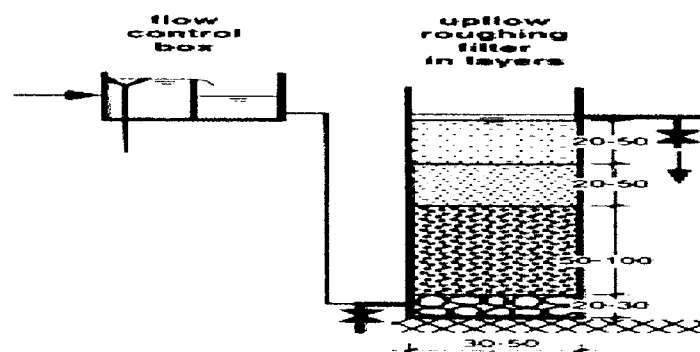
Pemeliharaan filter dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- Pemelihara secara periodik dari tanaman pengolahan (pemotong rumput, penghapusan pohon, dan semak-semak besar yang dapat mengganggu struktur oleh akar-akarnya dibuang atau dihilangkan)
- Proteksi tanah terhadap erosi (khususnya struktur intake air permukaan, saluran drainase air limbah dan *run off* permukaan)
- Memperbaiki keretakan dinding dari struktur dan pengantian *plaster shipeped*
- Pemakaian agen anti karat pada bagian logam (bendungan V-Notch, penyangga pipa)
- Pemeriksaan katup-katup dan sistem drainase, dan kadang melumasi bagian yang bergerak.
- Membersihkan material filter
- Mengambil busa material terapung pada bagian atas filter
- Mencuci material kasar (pada distribusi dan kontak inlet)
- Mengontrol dan mengganti bagian yang tidak sempurna (alat dan peralatan uji)

2.5.8 *UpFlow(in layer) Roughing Filter*

Dimensi filter ini yang tidak terbatas dan tataruang yang sederhana adalah keuntungan utama *Upflow (In Layers) roughing filter*. Umumnya stuktur dasar *roughing filter* tidak menciptakan permasalahan struktur, panjang, lebar dan tinggi 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 ke atas dari inlet kompartemen 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 20-4 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. Berikut ini gambar dari reaktor *roughing filter*:

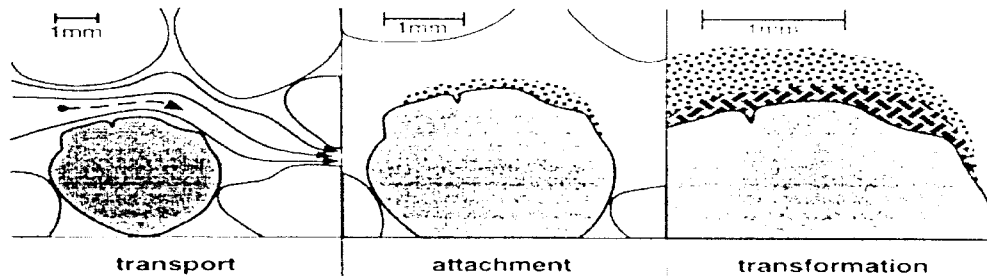


Gambar 2.2 *Upflow (In Layers) Roughing Filter*
Sumber: Martin W. 1996

2.6 Dasar Teori Filtrasi

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.



Gambar 2.3. Mekanisme Filtrasi

2.7 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 di udara 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, 1974)

2.7.1 Faktor Yang Mempengaruhi Kualitas Hasil Penyaringan

Beberapa hal yang dapat mempengaruhi kualitas hasil penyaringan yaitu:

- 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 lama waktu kontak sampai batas tertentu maka hasilnya semakin baik

- d. Diameter media saring yang lebih kecil sampai batas tertentu memberikan hasil yang bagus
- e. Jenis media saring yang berbeda akan memberikan hasil yang berbeda karena tiap-tiap media saring memiliki kemampuan menyaring yang berbeda.
- f. Kecepatan penyaringan yang lebih lambat akan memberikan kesempatan lebih lama untuk beraksi dengan media saring
- g. Umur saringan, saringan yang baru dipakai akan memberikan hasil yang bagus dari pada saringan yang telah dipakai berkali-kali
- h. 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, 1974)

2.8 Hipotesa

1. Bahwa penggunaan *Roughing Filter* aliran *upflow (In layers)* bermedia gravel dapat menurunkan kadar kekeruhan dan *Total Suspended Solid*.
2. Terjadinya perbedaan secara signifikan hasil proses filtrasi *roughing filter* aliran *upflow (In layers)* dengan variasi gravel dan kecepatan aliran

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Penelitian ini berlangsung kurang lebih 3 bulan. Adapun tahap awal dari penelitian ini adalah menentukan ide penurunan kekeruhan dan *Total suspended solid* dengan *Upflow (in layers) roughing filter* kemudian melakukan studi literatur. Untuk persiapan alat, reaktor dibuat dari bahan *fiberglass* dengan dimensi 30 cm x 30 cm x 120 cm, dipilihnya bahan *fiberglass* karena bahan ini sangat kuat dan tidak mudah pecah. Persiapan media kerikil, setelah didapatkan kerikil dari Sungai Opak dan lereng Gunung Merapi kemudian diayak untuk memperoleh ukuran yang sama. Setelah proses pengayakan selesai proses selanjutnya adalah pencucian media kerikil, dimaksudkan untuk mengilangkan kotoran atau debu yang menempel di kerikil tersebut, kemudian dikeringkan. Langkah selanjutnya adalah masukkan kerikil kedalam reaktor. Sebelum air baku dari Selokan Mataram dialirkan kedalam reaktor terlebih dahulu diatur kecepatannya sesuai yang diinginkan kemudian dialirkan. Untuk kejelasan dari alur penelitian dapat dilihat pada gambar 3.2

Pengambilan sampel dilakukan menurut waktu detensi dari masing-masing kecepatan aliran. Adapun pengujian sampel air baku untuk diuji kadar kekeruhan dan kadar *Total Suspended Solid*.

3.2 Objek Penelitian

Sebagai objek penelitian ini adalah kadar kekeruhan dan *Total Suspended Solid* dari sumber air baku yaitu Selokan Mataram.

3.3 Lokasi Penelitian

Sebagian besar penelitian dilakukan di Jogjakarta adapun lokasi-lokasi tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Lokasi pengambilan air baku dari Selokan Mataram di Jalan Kabupaten, Sleman, Jogjakarta.
2. Analisa ayakan media kerikil dilakukan di Laboratorium Jalan Raya, Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
3. Proses *running* alat dilakukan di Laboratorium Kualitas Udara Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta
4. Analisa kekeruhan dan *Total Suspended Solid* di Laboratorium Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

3.4 Variabel Penelitian

Terdapat dua variabel penelitian yang dilakukan dalam percobaan ini yaitu:

3.4.1 Variabel Bebas (*Independent Variable*)

Beberapa variasi yang dilakukan terhadap percobaan ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Variasi Gravel dan Kecepatan Aliran

| 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 |

3.4.2 Variabel terikat (*Dependent Variable*)

Variabel terikat yang diteliti adalah parameter kekeruhan dan *Total Suspended Solid*.

3.5 Bahan dan Alat Penelitian

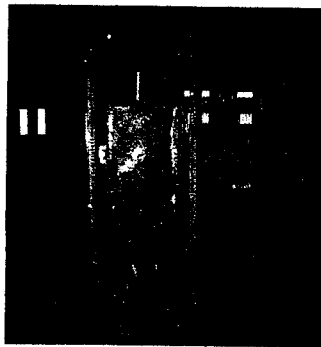
3.5.1 Media kerikil kasar, kerikil sedang, dan kerikil halus

Pada penelitian ini, media yang digunakan adalah kerikil. Sebelum media kerikil dimasukkan ke dalam alat *roughing filter*, perlu dilakukan pengayakan pada media kerikil agar mendapat butiran yang sama. Pengayakan dilakukan dengan menggunakan pengayak dengan menyusun mest yang lebih besar dibagian atas. Adapun mest yang digunakan adalah mest 3/4 inci atau 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 0.3 dan #8 dengan ukuran 2.3. Sedangkan yang lolos dari #8 adalah PAN.

3.5.2 Alat Penelitian

Rangkaian alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

Sebuah *prototype* saringan berbentuk *rectangular* dari bahan fiber glass.



Gambar 3.1. Prototype reaktor

Reaktor merupakan elemen penting dalam melaksanakan penelitian ini.

Adapun dimensi dari reaktor direncanakan, disesuaikan dengan tinggi total media.

Direncanakan:

Panjang : 30 cm

Lebar : 30 cm

Tinggi reaktor : 120 cm

Tinggi media total : 90 cm

Tinggi dari dasar reaktor hingga sekat penahan kerikil : 20 cm.

Freeboat: 10 cm

Lebar sekat penahan kerikil : 30 cm

Panjang sekat penahan kerikil : 30 cm

1. Tiga buah drum plastik tempat penampungan sementara air baku selokan mataram dengan daya tampung untuk masing-masing drum 100 lt.
2. Satu bak penampung sebagai reservoir yang diletakkan pada ketinggian 150 cm dari permukaan tanah, untuk menghomogenkan air baku dipasang 3 buah pompa sebagai pengaduk
3. Satu buah selang plastik panjangnya 150 cm untuk mengalirkan air hasil olahan.

3.6 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini meliputi beberapa kegiatan, untuk kejelasannya akan diuraikan di bawah ini:

3.6.1 Persiapan Media

Setelah melalui tahap pengayakan, seluruh media kerikil dicuci. Pencucian dilakukan agar debu atau kotoran yang menempel di media dapat hilang. Langkah berikutnya adalah proses pengeringan media dengan maksud untuk menghilangkan kandungan air yang terbawa saat pencucian media.

3.6.2 Pengambilan Sample Air

Air sampel yang akan dijadikan objek penelitian ini diambil dari Selokan Mataram yang berada di Jalan Kabupaten, Sleman, Jogjakarta.

3.6.3 Persiapan Alat

Setelah reaktor siap, tidak mengalami kebocoran maka seluruh media dimasukkan kedalam reaktor dengan variasi ketinggian yang telah ditentukan. Filter dijalankan secara terus menerus untuk memperoleh tingkat kejenuhan dari

reaktor tersebut. Pengambilan sampel disesuaikan dengan waktu detensi. Untuk kecepatan 0,3 m/jam waktu detensinya 4 jam, kecepatan 0,6 m/jam waktu detensinya 2 jam dan kecepatan 0,9 m/jam waktu detensinya 1,30 menit.

3.7 Metode Pengujian

Untuk masing-masing parameter memiliki metode tersendiri dalam menentukan kandungannya, berikut akan diulas secara singkat tentang metode uji yang diterapkan untuk parameter kekeruhan dan *TSS*.

3.7.1 Metode Pengujian Kekeruhan

Metode yang digunakan untuk pengujian kekeruhan adalah metode nefelometrik, menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 390 nm. Prinsip metoda ini adalah perbandingan antara intensitas cahaya yang dihamburkan dari suatu sampel air dengan intensitas yang dihamburkan dari suatu larutan keruh standard pada kondisi yang sama (Sumestri, S. dan Alaerts, G., 1984).

3.7.2 Metode pengujian *Total Suspended Solid*

Didasarkan pada SNI 06-6989.3-2004 pengujian *TSS* pada air dan air limbah dilakukan dengan metode gravimetri. Prinsip dari pengujian ini adalah contoh uji yang telah homogen disaring dengan kertas saring yang telah di timbang. Residu yang tertahan di kertas saring dikeringkan sampai mencapai berat yang konstan pada suhu 103⁰C-105⁰C. Kenaikan berat saringan mewakili padatan *TSS*. Jika padatan tersuspensi menghambat saringan dan memperlama

penyaringan, diameter pori-pori saringan perlu diperbesar atau mengurangi volume contoh uji.

3.8 Analisis Data

Analisa data yang dilakukan terhadap data-data yang diperoleh setelah melakukan pengujian di laboratorium sebagai berikut:

Data hasil percobaan akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Untuk mengetahui efisiensi penurunan kadar kekeruhan dan *Total Suspended Solid* pada air baku dalam penelitian ini digunakan formula sebagai berikut :

$$E = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

E = Efisiensi

C₁ = Kadar Kekeruhan atau *TSS* sebelum *treatment*

C₂ = Kadar Kekeruhan atau *TSS* sesudah *treatment*

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

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

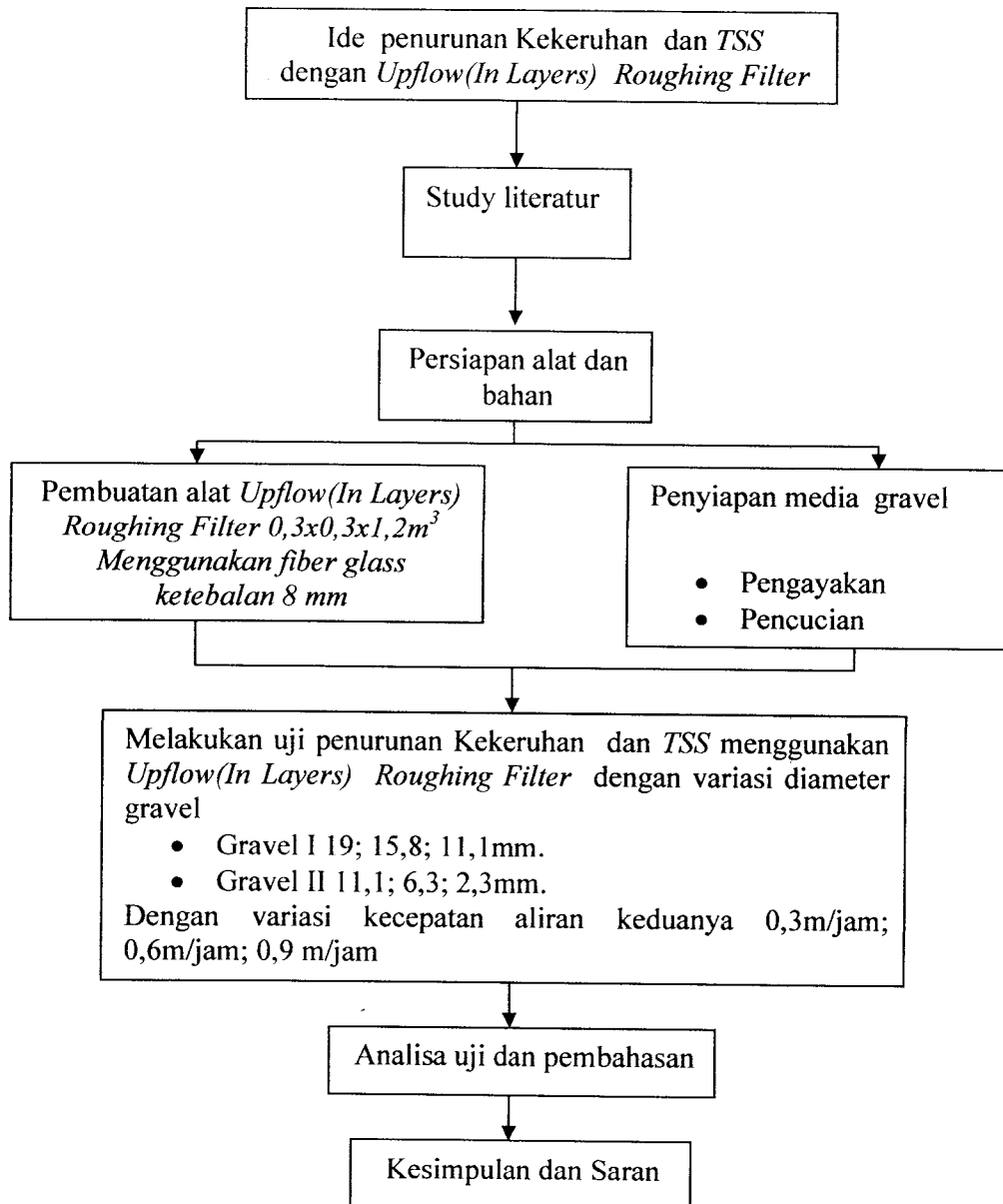
Hi : ada perbedaan yang signifikan antara ukuran gravel terhadap efisiensi penurunan tingkat kekeruhan / *TSS*

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

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

3.9 Diagram Alir Penelitian Tugas Akhir

Diagram alir penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut



Gambar: 3.2. Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Pemeriksaan dan pengolahan air sangat penting dilakukan untuk mengetahui apakah air yang akan dikonsumsi oleh masyarakat telah memenuhi standar kualitas air minum atau belum. Oleh karena itu penelitian ini mencoba untuk mengolah dan memeriksa air baku yang berasal dari Selokan Mataram dimana kandungan kekeruhan sangat tinggi. Pengolahan air permukaan ini menggunakan reaktor *up flow in layers roughing filter*, yaitu media saring menggunakan gravel. Dengan menggunakan alat ini diharapkan kandungan kekeruhan dan *Total Suspended Solid* dapat turun.

Setelah melakukan penyaringan dengan menggunakan *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 0,3 m/jam; 0,6 m/jam; 0,9 m/jam. Waktu pengoperasian selama 7-8 kali pengambilan sampel sesuai dengan waktu detensi dari masing-masing kecepatan aliran. Untuk selanjutnya pengujian sampel kekeruhan dan *Total Suspended Solid* dilakukan di laboratorium Kualitas air, Universitas Islam Indonesia Jogjakarta.

4.1.1 Hasil Pengujian Kekeruhan

Beberapa variasi yang dilakukan terhadap pengolahan air permukaan Selokan Mataram dengan menggunakan reaktor *up flow (in layers) roughing filter* adalah sebagai berikut:

A. Pengaruh Variasi Ukuran Gravel Pertama dan Gravel Kedua Terhadap Efisiensi Removal Kekeruhan

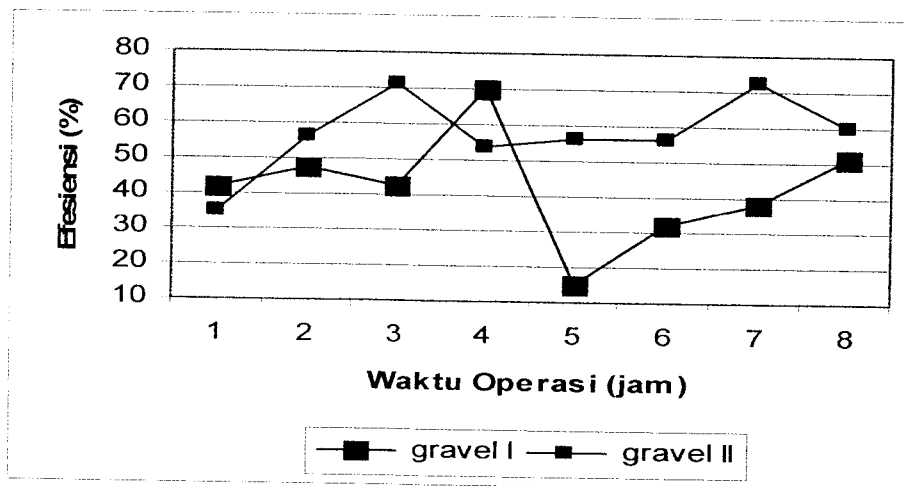
Untuk variasi pertama menggunakan ukuran gravel pertama dan ukuran gravel kedua dengan kecepatan aliran 0,3 m/jam data hasil pengukuran dan prosentase penurunan kadar kekeruhan yang didapatkan dapat dilihat dalam tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4.1. Hasil pengukuran kadar kekeruhan pada gravel I dan gravel II dengan kecepatan aliran 0,3 m/jam

| Sampel | Gravel (mm) | Inlet (mg L/ SiO ₂) | Outlet (mg L/ SiO ₂) | Efisiensi (%) |
|--------------------|------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------|
| in (0,3) II | 19; 15.8; 11.1 | 4420.26 | | 0 |
| Ai 1 | | | 2574.668 | 41.75 |
| Ai 2 | | | 2310.487 | 47.73 |
| Ai 3 | | | 2551.919 | 42.27 |
| Ai 4 | | | 1318.339 | 70.18 |
| Ai 5 | | | 3751.009 | 15.14 |
| Ai 6 | | | 3021.575 | 31.64 |
| Ai 7 | | | 2723.637 | 38.38 |
| Ai 8 | | | 2156.381 | 51.22 |
| | Rata-rata | | | 42.28 |
| inlet 1 (0,3) 7/16 | 11.1 ; 6.3 ; 2.3 | 7,529 | | 0 |
| ar 1 | | | 4,894 | 34.99 |
| ar 2 | | | 3282.087 | 56.41 |
| ar 3 | | | 2176.194 | 71.10 |
| inlet 2 (0,3) 7/16 | | 3207.236 | | 0 |
| ar 4 | | | 1473.912 | 54.04 |
| ar 5 | | | 1406.399 | 56.15 |
| ar 6 | | | 1412.27 | 55.97 |
| ar 7 | | | 876.569 | 72.67 |
| ar 8 | | | 1281.647 | 60.04 |
| | Rata-rata | | | 57.33 |

(Sumber: Data Primer, 2006)

Dalam bentuk grafik, maka penurunan kadar kekeruhan dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 4.1. Efisiensi penurunan kekeruhan pada variasi gravel I dan II pada kecepatan aliran 0,3 m/jam

Efisiensi kekeruhan pada kecepatan aliran 0,3 m/jam variasi ukuran gravel pertama diperoleh tingkat efisiensi sebesar 15,14-70,18% dengan rata-rata penurunan sebesar 42,68% dan ukuran gravel kedua 34,99-72,67% dengan rata-rata penurunannya sebesar 57,33%.

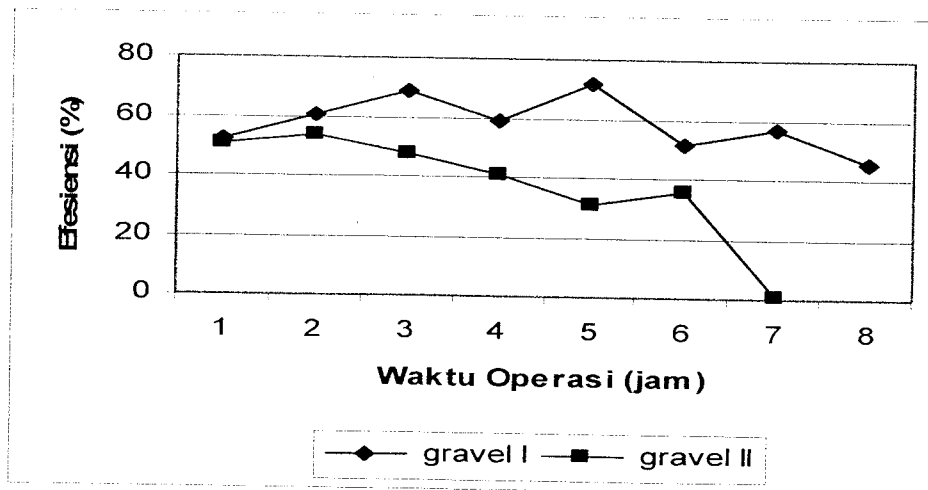
Untuk variasi berikutnya menggunakan gravel pertama dan gravel kedua pada kecepatan aliran 0,6 m/jam data hasil pengukuran dan prosentase penurunan kadar kekeruhan yang diperoleh setelah air baku melewati *roughing filter* dapat dilihat pada tabel 4. 2 berikut:

Tabel 4.2. Hasil pengukuran kadar kekeruhan pada gravel I dan gravel II dengan kecepatan aliran 0,6m/jam

| Sampel | Gravel (mm) | Inlet (mg L/ SiO ₂) | Outlet (mg L/ SiO ₂) | Efisiensi (%) |
|------------------|-----------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------|
| inlet (0,6) II | 19; 15.8; 11.1 | 3041.388 | | 0 |
| vt 1 | | | 1464.372 | 51.85 |
| vt 2 | | | 1214.134 | 60.08 |
| vt 3 | | | 949.218 | 68.79 |
| vt 4 | | | 1260.365 | 58.56 |
| vt 5 | | | 853.82 | 71.93 |
| vt 6 | | | 1481.25 | 51.30 |
| vt 7 | | | 1322.742 | 56.51 |
| vt 8 | | | 1653.702 | 45.63 |
| | Rata-rata | | | 58.08 |
| inlet (0,6) 7/16 | 11.1; 6.3 ; 2.3 | 2682.542 | | 0 |
| aw 1 | | | 1329.346 | 50.44 |
| aw 2 | | | 1242.753 | 53.67 |
| aw 3 | | | 1401.996 | 47.74 |
| aw 4 | | | 1593.528 | 40.60 |
| aw 5 | | | 1845.234 | 31.21 |
| aw 6 | | | 1727.086 | 35.62 |
| aw 7 | | | 2657.592 | 0.93 |
| | Rata-rata | | | 37.17 |

(Sumber: Data Primer, 2006)

Dalam bentuk grafik, maka penurunan kadar kekeruhan dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 4.2. Efisiensi penurunan kekeruhan pada variasi ukuran gravel I dan II pada kecepatan aliran 0,6 m/jam

Tingkat efisiensi gravel pertama sebesar 45,63-71,93%, rata-rata penurunan kekeruhan sebesar 58,08% dan gravel kedua 0,93-53,67% dengan rata-rata penurunan kekeruhan 37,17%.

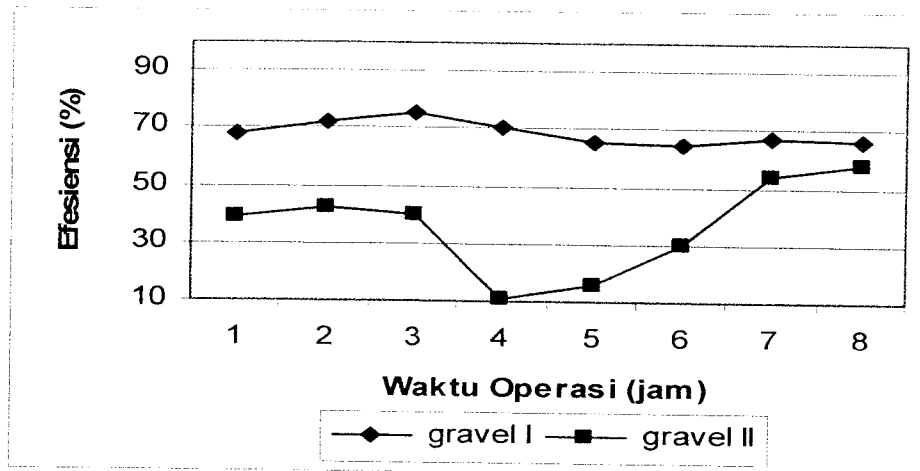
Untuk variasi berikutnya masih menggunakan ukuran gravel pertama dan ukuran gravel kedua dengan kecepatan aliran 0,9 m/jam data hasil pengukuran dan prosentase penurunan kadar kekeruhan yang diperoleh dapat dilihat dalam tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3 Hasil pengukuran kadar kekeruhan pada gravel I dan gravel II dengan kecepatan aliran 0,9 m/jam

| Sampel | Gravel (mm) | Inlet (mg L/ SiO ₂) | Outlet (mg L/ SiO ₂) | Efisiensi (%) |
|----------|-----------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------|
| inlet 1 | 19; 15.8; 11.1 | 7368.093 | | 0 |
| out 1 | | | 2394.144 | 67.51 |
| out 2 | | | 2047.039 | 72.22 |
| out 3 | | | 1849.637 | 74.90 |
| out 4 | | | 2160.784 | 70.67 |
| out 5 | | | 2553.387 | 65.35 |
| out 6 | | | 2630.44 | 64.30 |
| out 7 | | | 2408.087 | 67.32 |
| out 8 | | | 2518.162 | 65.82 |
| | Rata rata | | | 68.51 |
| inlet 1 | 11.1; 6.3 ; 2.3 | 7562.56 | | 0 |
| outlet 1 | | | 4626.477 | 38.82 |
| outlet 2 | | | 4342.482 | 42.58 |
| outlet 3 | | | 4548.69 | 39.85 |
| inlet 2 | | 5148.969 | | 0 |
| outlet 4 | | | 4611.066 | 10.45 |
| outlet 5 | | | 4354.957 | 15.42 |
| outlet 6 | | | 3619.652 | 29.70 |
| outlet 7 | | | 2364.057 | 54.09 |
| outlet 8 | | | 2159.316 | 58.06 |
| | Rata rata | | | 41.28 |

(Sumber: Data Primer, 2006)

Dalam bentuk grafik, maka penurunan kadar kekeruhan dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 4.3. Efisiensi penurunan kekeruhan pada variasi ukuran gravel I dan II dengan kecepatan aliran 0,9 m/jam

Efisiensi kekeruhan pada variasi gravel pertama dengan kecepatan aliran ketiga 0,9 m/jam diperoleh efisiensi sebesar 64,3-74,9% dengan rata-rata penurunan 68,51% dan gravel kedua diperoleh efisiensi sebesar 10,45-58,06% dengan rata-rata penurunannya 41,28%.

B. Pengaruh Variasi Kecepatan Aliran Terhadap Efisiensi Removal Kekeruhan

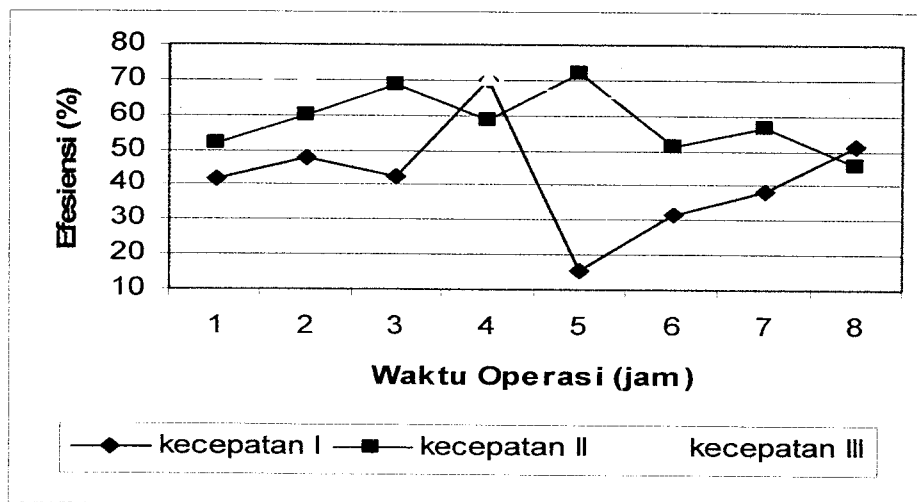
Untuk variasi berikut menggunakan ukuran gravel (19;15.8;11.1)mm dengan kecepatan aliran 0,3 m/jam; 0,6 m/jam; 0,9 m/jam. Data hasil prosentase penurunan kadar kekeruhan yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut:

Tabel 4.4. Efisiensi penurunan kadar kekeruhan pada masing-masing kecepatan aliran gravel I

| Sampel | Gravel (mm) | Kecepatan aliran | | |
|--------|----------------|------------------|---------------|---------------|
| | | 0.3 m/jam (%) | 0.6 m/jam (%) | 0.9 m/jam (%) |
| 1 | 19; 15.8; 11.1 | 41.75 | 51.85 | 67.51 |
| 2 | | 47.73 | 60.08 | 72.22 |
| 3 | | 42.27 | 68.79 | 74.90 |
| 4 | | 70.18 | 58.56 | 70.67 |
| 5 | | 15.14 | 71.93 | 65.35 |
| 6 | | 31.64 | 51.30 | 64.30 |
| 7 | | 38.38 | 56.51 | 67.32 |
| 8 | | 51.22 | 45.63 | 65.82 |
| | Rata-rata | 42.28 | 58.08 | 68.51 |

(Sumber: Data Primer, 2006)

Dalam bentuk grafik, maka penurunan kadar kekeruhan dengan variasi kecepatan aliran dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 4.4. Efisiensi penurunan kekeruhan pada variasi kecepatan aliran

Efisiensi kekeruhan pada variasi gravel (19;15,8;11,1)mm dengan kecepatan aliran pertama 0,3 m/jam diperoleh efisiensi sebesar 15,14-70,18%

dengan rata-rata penurunan 42,28%, kecepatan aliran kedua 0,6 m/jam 45,63-71,93% dengan rata-rata 58,08% dan kecepatan aliran ketiga 0,9 m/jam 64,3-74,9% rata-rata penurunan 68,51%.

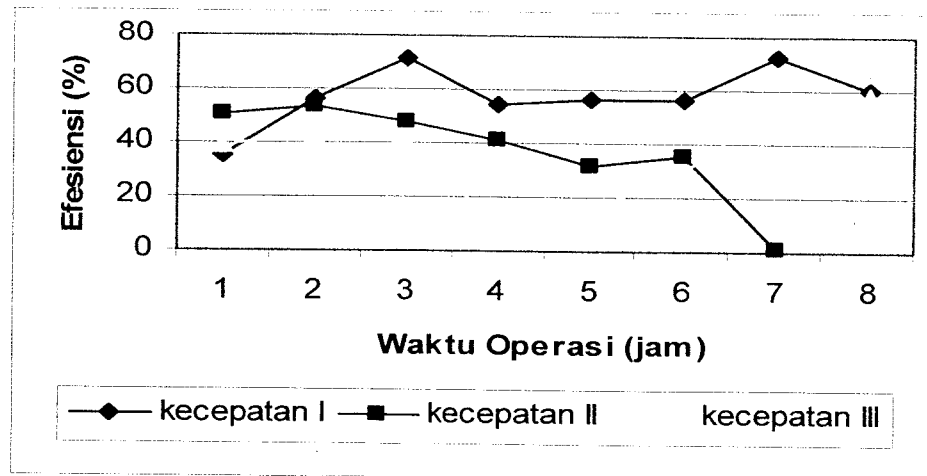
Untuk variasi berikut menggunakan ukuran gravel (11,1;6,3;2,3)mm dengan kecepatan aliran pertama 0,3 m/jam, kecepatan aliran kedua 0,6 m/jam dan kecepatan aliran ketiga 0,9 m/jam, data hasil prosentase penurunan kadar kekeruhan yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 4. 5 berikut:

Tabel 4.5 Efisiensi penurunan kadar kekeruhan pada masing-masing kecepatan aliran gravel II

| Sampel | Gravel (mm) | Kecepatan aliran | | |
|--------|----------------|------------------|---------------|---------------|
| | | 0.3 m/jam (%) | 0.6 m/jam (%) | 0.9 m/jam (%) |
| 1 | 11,1; 6,3; 2,3 | 34.99 | 50.44 | 38.82 |
| 2 | | 56.41 | 53.67 | 42.58 |
| 3 | | 71.10 | 47.74 | 39.85 |
| 4 | | 54.04 | 40.60 | 10.45 |
| 5 | | 56.15 | 31.21 | 15.42 |
| 6 | | 55.97 | 35.62 | 29.70 |
| 7 | | 72.67 | 0.93 | 54.09 |
| 8 | | 60.04 | | 58.06 |
| | Rata-rata | 57.33 | 37.17 | 41.28 |

(Sumber: Data Primer, 2006)

Dalam bentuk grafik, maka penurunan kadar kekeruhan untuk variasi kecepatan aliran dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 4.5. Efisiensi penurunan kekeruhan pada variasi kecepatan aliran

Efisiensi kekeruhan pada gravel di atas dengan variasi kecepatan aliran pertama 0,3 m/jam diperoleh tingkat efisiensi sebesar 34-72,67% dengan rata-rata penurunan 57,33%, kecepatan aliran kedua 0,6 m/jam 0,93-53,67% dengan rata-rata penurunan 37,17% dan kecepatan aliran ketiga 0.9m/jam 10,45-58,06% rata-rata penurunan sebesar 41,28%.

4.1.2 Hasil Pengukuran *Total Suspended Solid*

Pengujian *TSS* ini dengan menggunakan metode gravimetri, adapun beberapa variasi yang dilakukan untuk pengolahan air permukaan adalah sebagai berikut:

A. Pengaruh Variasi Ukuran Gravel Pertama dan Gravel Kedua Terhadap Efisiensi Removal *TSS*

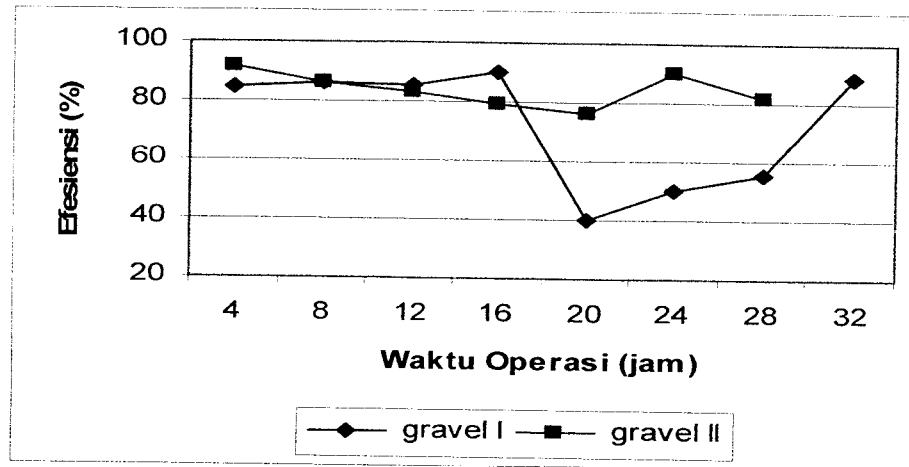
Untuk variasi berikut menggunakan gravel pertama dan gravel kedua dengan kecepatan aliran 0,3 m/jam hasil perolehan data dan efisiensi dari pengukuran konsentrasi *TSS* dapat dilihat dalam tabel 4. 6. sebagai berikut:

Tabel 4. 6. Hasil pengukuran kadar *TSS* pada gravel I dan gravel II dengan kecepatan aliran 0, 3 m/jam

| Sampel | Gravel (mm) | Inlet (mg/L) | Outlet (mg/L) | Efisiensi (%) |
|--------|-----------------|--------------|---------------|---------------|
| 1 | 19; 15.8; 11.1 | 652 | | |
| 2 | | | 98 | 84.97 |
| 3 | | | 90 | 86.20 |
| 4 | | | 94 | 85.58 |
| 5 | | | 64 | 90.18 |
| 6 | | | 390 | 40.18 |
| 7 | | | 324 | 50.31 |
| 8 | | | 292 | 55.21 |
| 9 | | | 74 | 88.65 |
| | Rata rata | | | 72.66 |
| 28in | 11.1; 6.3 ; 2.3 | 490 | | |
| 29 | | | 40 | 91.84 |
| 30 | | | 66 | 86.53 |
| 31 | | | 82 | 83.27 |
| 32in | | 342 | | |
| 33 | | | 72 | 78.95 |
| 34 | | | 82 | 76.02 |
| 35 | | | 34 | 90.06 |
| 36 | | | 62 | 81.87 |
| | Rata-rata | | | 84.07 |

(Sumber: Data Primer, 2006)

Dalam bentuk grafik, maka penurunan kadar *TSS* untuk variasi ukuran gravel dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 4.6. Efisiensi penurunan *TSS* pada variasi ukuran gravel I dan II dengan kecepatan aliran 0,3 m/jam

Tingkat efisiensi *TSS* pada variasi ini, untuk gravel pertama diperoleh 40,18-90,18% dengan rata-rata penurunan *TSS* sebesar 72,66% dan pada gravel kedua diperoleh 76,02-90,06% dengan rata-rata penurunan 84,07%.

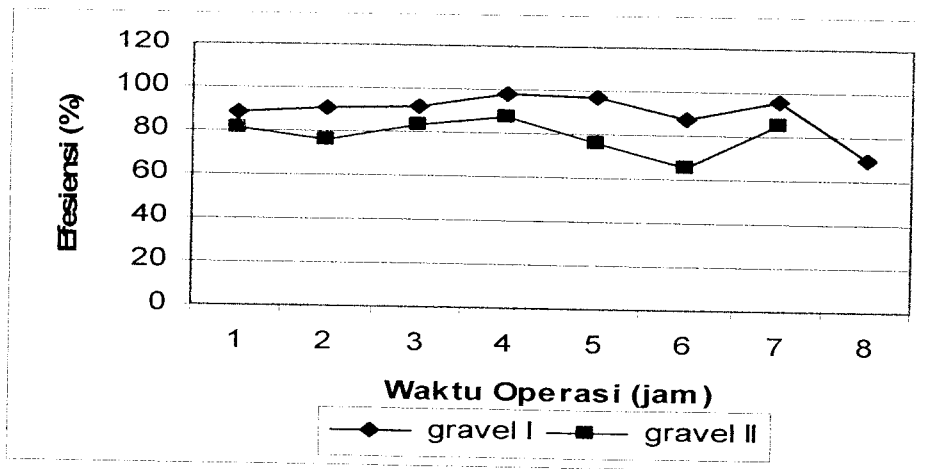
Pada pengujian kadar *TSS* selanjutnya dengan menggunakan kecepatan aliran 0,6 m/jam perolehan data dan efisiensi dari hasil pengukuran *TSS* dapat dilihat dalam tabel 4. 7 berikut:

Tabel 4. 7. Hasil pengukuran kadar *TSS* pada gravel I dan gravel II dengan kecepatan aliran 0, 6 m/jam

| Sampel | Gravel (mm) | Inlet (mg/L) | Outlet (mg/L) | Efisiensi (%) |
|--------|-----------------|--------------|---------------|---------------|
| 10 | 19; 15.8; 11.1 | 300 | | |
| 11 | | | 34 | 88.67 |
| 12 | | | 28 | 90.67 |
| 13 | | | 24 | 92.00 |
| 14 | | | 6 | 98.00 |
| 15 | | | 10 | 96.67 |
| 16 | | | 38 | 87.33 |
| 17 | | | 14 | 95.33 |
| 18 | | | 92 | 69.33 |
| | Rata rata | | | 89.75 |
| 37 in | 11.1; 6.3 ; 2.3 | 224 | | |
| 38 | | | 42 | 81.25 |
| 39 | | | 54 | 75.89 |
| 40 | | | 38 | 83.04 |
| 41 | | | 28 | 87.50 |
| 42in | | 240 | | |
| 43 | | | 58 | 75.83 |
| 44 | | | 84 | 65 |
| 45 | | | 36 | 85 |
| | Rata-rata | | | 79.07 |

(Sumber: Data Primer, 2006)

Dalam bentuk grafik, maka penurunan kadar *TSS* untuk variasi ukuran gravel dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 4.7. Efisiensi penurunan *TSS* pada variasi ukuran gravel I dan II dengan kecepatan aliran 0,6 m/jam

Tingkat efisiensi *TSS* pada variasi ini, untuk ukuran gravel pertama diperoleh 69,33-98 % dengan rata-rata penurunan *TSS* 89,75% dan ukuran gravel kedua diperoleh 65-87,5 % rata-rata penurunannya sebesar 79,07%.

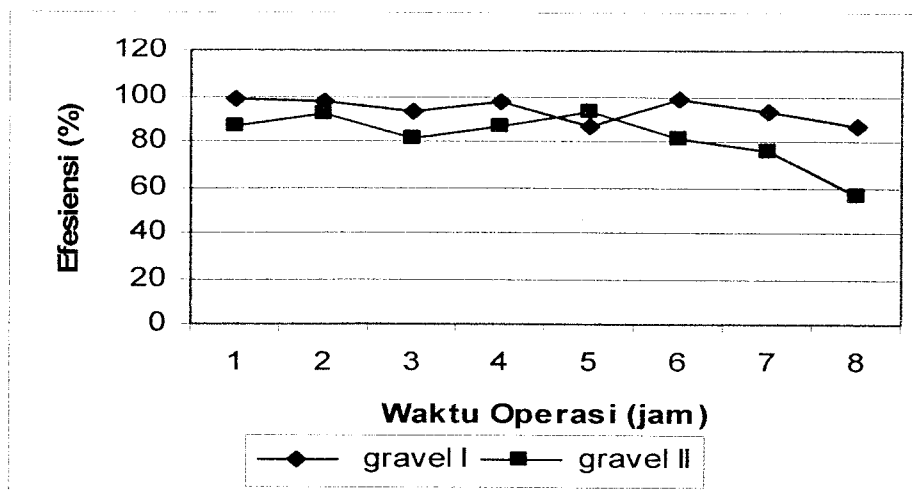
Untuk variasi berikut menggunakan ukuran gravel pertama dan ukuran gravel kedua dengan kecepatan aliran 0,9 m/jam perolehan data dan efisiensi dari hasil pengukuran *TSS* dapat dilihat dalam tabel 4. 8 sebagai berikut:

Tabel 4.8. Hasil pengukuran kadar *TSS* pada gravel I dan gravel II dengan kecepatan aliran 0,9 m/jam

| Sampel | Gravel (mm) | Inlet (mg/L) | Outlet (mg/L) | Efisiensi (%) |
|--------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| 10 | 19;15.8;11.1 | 1596 | | |
| 11 | | | 34 | 97.87 |
| 12 | | | 42 | 97.37 |
| 13 | | | 116 | 92.73 |
| 14 | | | 38 | 97.62 |
| 15 | | | 212 | 86.72 |
| 16 | | | 30 | 98.12 |
| 17 | | | 104 | 93.48 |
| 18 | | | 216 | 86.47 |
| | Rata rata | | | 93.79 |
| 46in | 11.1;6.3;2.3 | 306 | | |
| 47 | | | 40 | 86.93 |
| 48 | | | 24 | 92.16 |
| 49 | | | 58 | 81.05 |
| 50 | | | 40 | 86.93 |
| 51 | | | 22 | 92.81 |
| 52in | | 226 | | |
| 53 | | | 42 | 81.42 |
| 54 | | | 56 | 75.22 |
| 55 | | | 98 | 56.64 |
| | Rata rata | | | 85.21 |

(Sumber: Data Primer, 2006)

Dalam bentuk grafik, maka penurunan kadar *TSS* untuk variasi ukuran gravel dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 4.8. Efisiensi penurunan *TSS* pada variasi ukuran gravel I dan II dengan kecepatan aliran 0.9 m/jam

Tingkat efisiensi *Total Suspended Solid* pada variasi ini, untuk gravel pertama diperoleh 86,47-98,12% dengan rata-rata penurunan sebesar 93,79% dan gravel kedua diperoleh 56,64-92,81% rata-rata penurunannya 85,21%.

B. Pengaruh Variasi Kecepatan Aliran Terhadap Efisiensi Removal *TSS*

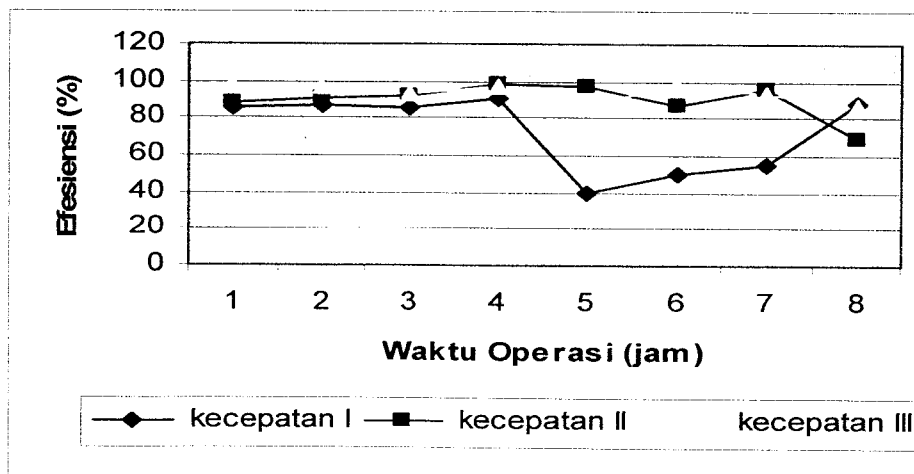
Pada variasi berikut menggunakan ukuran gravel pertama (19;15,8; 11,1)mm dengan kecepatan aliran 0,3 m/jam; 0,6 m/jam; 0,9 m/jam, perolehan data dan efisiensi dari hasil pengukuran *TSS* dapat dilihat dalam tabel 4. 9. berikut:

Tabel 4. 9. Efisiensi penurunan kadar *TSS* pada masing-masing kecepatan aliran

| Sampel | Gravel (mm) | Kecepatan Aliran | | |
|--------|----------------|------------------|------------------|------------------|
| | | 0.3 m/jam (%) | 0.6 m/jam (%) | 0.9 m/jam (%) |
| 1 | 19; 15.8; 11.1 | 84.97 | 88.67 | 97.87 |
| 2 | | 86.20 | 90.67 | 97.37 |
| 3 | | 85.58 | 92.00 | 92.73 |
| 4 | | 90.18 | 98.00 | 97.62 |
| 5 | | 40.18 | 96.67 | 86.72 |
| 6 | | 50.31 | 87.33 | 98.12 |
| 7 | | 55.21 | 95.33 | 93.48 |
| 8 | | 88.65 | 69.33 | 86.47 |
| | Rata-rata | 72.66 | 89.75 | 93.79 |

(Sumber: Data Primer, 2006)

Dalam bentuk grafik, maka penurunan kadar *TSS* pada masing-masing variasi kecepatan aliran dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 4. 9. Efisiensi penurunan *TSS* pada variasi kecepatan aliran

Tingkat efisiensi *TSS* pada gravel (19;15,8;11,1)mm dengan variasi kecepatan aliran pertama 0,3 m/jam diperoleh efisiensi 40,18-90,18% dengan rata-rata penurunan *TSS* sebesar 72,66%, kecepatan aliran kedua 0,6 m/jam 69,33-

96,67% diperoleh rata-rata sebesar 89,75% dan kecepatan aliran ketiga 0,9 m/jam 86,47-98,12% dengan rata-rata penurunannya 93,79%.

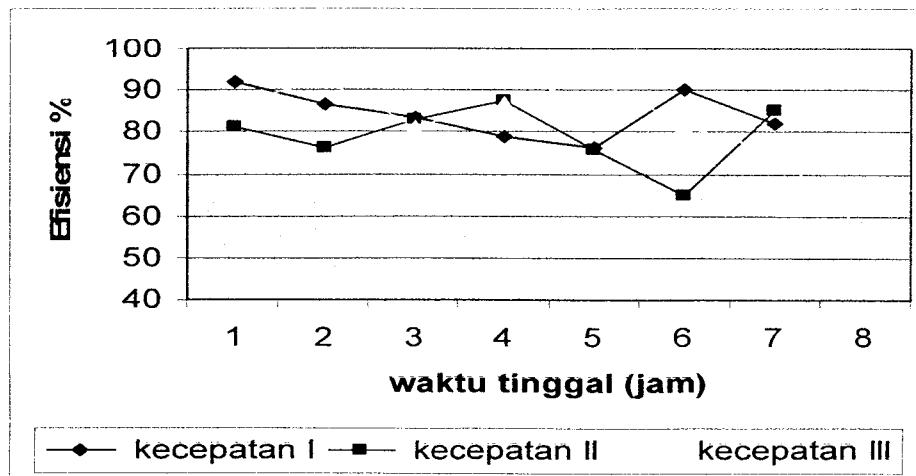
Variasi berikutnya menggunakan gravel (11,1;6,3;2,3)mm dengan kecepatan aliran pertama 0,3 m/jam, kecepatan aliran kedua 0,6 m/jam dan kecepatan aliran ketiga 0,9 m/jam, perolehan data dan efisiensi dari hasil pengukuran *TSS* dapat dilihat dalam tabel 4. 10. berikut:

Tabel 4. 10. Efisiensi penurunan kadar *TSS* Pada masing-masing kecepatan aliran

| Sampel | Gravel (mm) | Kecepatan | | |
|--------|----------------|------------------|------------------|------------------|
| | | 0.3 m/jam (%) | 0.6 m/jam (%) | 0.9 m/jam (%) |
| 1 | 11,1; 6,3; 2,3 | 91.84 | 81.25 | 86.93 |
| 2 | | 86.53 | 75.89 | 92.16 |
| 3 | | 83.27 | 83.04 | 81.05 |
| 4 | | 78.95 | 87.50 | 86.93 |
| 5 | | 76.02 | 75.83 | 92.81 |
| 6 | | 90.06 | 65 | 81.42 |
| 7 | | 81.87 | 85 | 75.22 |
| 8 | | | | 56.64 |
| | Rata-rata | 84.07 | 79.07 | 85.21 |

(Sumber: Data Primer, 2006)

Dalam bentuk grafik, maka penurunan kadar *TSS* pada masing-masing variasi kecepatan aliran dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 4. 10. Efisiensi penurunan TSS pada variasi kecepatan aliran

Tingkat efisiensi TSS pada variasi kecepatan aliran untuk gravel (11,1; 6,3; 2,3)mm dengan kecepatan aliran pertama 0,3 m/jam diperoleh 76,02-91,84% dengan rata-rata 84,07%, kecepatan aliran kedua 0,6 m/jam diperoleh 65,8-87,5% rata-rata penurunan 79,07% dan kecepatan aliran ketiga 0,9 m/jam 56,64-92,81% rata-rata penurunan sebesar 85,21%.

4.2 Uji Statistik Anova Satu Jalur

Uji statistik anova satu jalur bertujuan untuk mengetahui apakah terjadi perbedaan yang signifikan atau tidak terhadap konsentrasi di inlet dengan konsentrasi di outlet.

4.2.1 Analisa Anova Satu Jalur Konsentrasi Kekeruhan

Pada pengujian anova satu jalur untuk parameter kekeruhan, terdapat beberapa variasi, adapun variasi-variasi tersebut adalah sebagai berikut:

A. Pengaruh Variasi Ukuran Gravel Pertama dan Gravel Kedua Terhadap Efisiensi Removal Kekeruhan

Dari perhitungan analisa statistik maka diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4. 11. Pengujian Anova Variasi Ukuran Gravel Terhadap Efisiensi Removal Kekeruhan

| Gravel | Kecepatan aliran (m/jam) | F hitung | F tabel | Kesimpulan |
|----------------|--------------------------|------------|---------|------------------|
| 19;15.8; 11.1 | 0.3 | -8.5974291 | 4.60 | Tidak Signifikan |
| | 0.6 | -3.8451108 | 4.60 | Tidak Signifikan |
| | 0.9 | 0.94048284 | 4.60 | Tidak Signifikan |
| 11.1; 6.3; 2.3 | 0.3 | -2.2186919 | 4.60 | Tidak Signifikan |
| | 0.6 | -9.4012003 | 4.75 | Tidak Signifikan |
| | 0.9 | -8.6928211 | 4.60 | Tidak Signifikan |

(Sumber: Data Primer, 2006)

Keterangan:

Jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$, maka tolak H_0 artinya signifikan

Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$, maka terima H_0 artinya tidak signifika

B. Pengaruh Variasi Kecepatan Aliran Terhadap Efisiensi Removal Kekeruhan

Untuk variasi kecepatan aliran, perhitungan analisa statistik diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4. 12. Pengujian Anova Variasi Ukuran Gravel Terhadap Efisiensi Removal TSS

| Gravel | Kecepatan Aliran m/jam | | |
|----------------|------------------------|------------|------------|
| | 0.3 | 0.6 | 0.9 |
| 19;15.8; 11.1 | -8.5974291 | -3.8451108 | 0.94048284 |
| 11.1; 6.3; 2.3 | -2.2186919 | -9.4012003 | -8.6928211 |

(Sumber: Data Primer, 2006)

4.2.2. Analisa Anova Satu Jalur Konsentrasi *Total Suspended Solid*

Sama halnya dengan uji anova terhadap kekeruhan, pengujian pada TSS juga menggunakan beberapa variasi, adapun variasi tersebut adalah sebagai berikut:

A. Pengaruh Variasi Ukuran Gravel Pertama dan Gravel Kedua Terhadap Efisiensi Removal TSS

Dari perhitungan analisa statistik maka diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4. 13. Pengujian Anova Variasi Ukuran Gravel Terhadap Efisiensi Removal TSS

| Gravel (mm) | Kecepatan aliran (m/jam) | F hitung | F tabel | Kesimpulan |
|----------------|--------------------------|------------|---------|------------------|
| 19;15.8; 11.1 | 0.3 | -8.5974291 | 4,60 | Tidak Signifikan |
| | 0.6 | 13.420782 | 4.60 | Signifikan |
| | 0.9 | 16.5021922 | 4.60 | Signifikan |
| 11.1; 6.3; 2.3 | 0.3 | -2.2186919 | 4.60 | Tidak Signifikan |
| | 0.6 | -9.4012003 | 4.75 | Tidak Signifikan |
| | 0.9 | -8.6928211 | 4.60 | Tidak Signifikan |

(Sumber: Data Primer, 2006)

Keterangan:

Jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$, maka tolak H_0 artinya signifikan

Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$, maka terima H_0 artinya tidak signifikan

B. Pengaruh Variasi Kecepatan Aliran Terhadap Efisiensi Removal TSS

Untuk variasi kecepatan aliran, perhitungan analisa statistik diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4. 14. Pengujian Anova Variasi Kecepatan Aliran Terhadap Efisiensi Removal TSS

| Gravel | Kecepatan Aliran m/jam | | |
|----------------|------------------------|------------|------------|
| | 0.3 | 0.6 | 0.9 |
| 19;15.8; 11.1 | -8.5974291 | 13.420782 | 16.5021922 |
| 11.1; 6.3; 2.3 | -2.2186919 | -9.4012003 | -8.6928211 |

(Sumber: Data Primer, 2006)

4.3 Pembahasan

Dari analisis data penelitian dengan uji anova satu jalur baik untuk parameter kekeruhan dan *Total Suspended Solid* diperoleh hasil bahwa ada perbedaan yang signifikan antara konsentrasi di inlet dengan konsentrasi di outlet, namun ada juga yang tidak signifikan. Tetapi dari grafik untuk kedua parameter tersebut dapat dilihat adanya perbedaan yang ditunjukkan dengan adanya kenaikan dan penurunan dari kedua parameter tersebut dengan berbagai variasi yang dilakukan.

Hal ini terjadi karena *analysis of variance* (anova) adalah tergolong analisis komparatif lebih dari dua variabel atau lebih dari dua rata-rata

(Riduwan,2004). Ini menunjukkan rata-rata dari dua data yang digunakan untuk analisis sehingga hasil analisis diperoleh tidak ada perbedaan yang signifikan karena analisisnya menggunakan rata-rata data. Beda dengan menggunakan grafik yang merupakan analisis secara diskriptif diperoleh hasil ada perbedaan, karena pada metode ini data-data yang ada langsung digambarkan dalam bentuk garis sehingga terlihat adanya kenaikan dan penurunan dari parameter uji.

Menurut Metcalf & Eddy (1991) proses filtrasi pada saringan kerikil terdiri beberapa mekanisme yaitu proses *screening* (penyaringan) adalah proses pemurnian air dari partikel-partikel zat tersuspensi yang terlalu besar dengan jumlah pemisahan melalui celah-celah diantara butiran kerikil yang berlangsung diantara permukaan kerikil, *sedimentation* (pengendapan) adalah proses pengendapan yang terjadi tidak berbeda seperti pada bak pengendap biasa, tetapi pada bak pengendap biasa endapan akan berbentuk hanya pada dasar bak, sedangkan pada filtrasi endapan dapat terbentuk pada seluruh permukaan butiran, *impaction* (benturan) dimana pada proses filtrasi ini terjadi benturan antara partikel-partikel yang melayang/terkandung dalam air baku dengan butiran kerikil sebagai media saring, *interception* (penahanan) adalah tertahannya partikel-partikel solid pada media saring, *adhesion* (pelekatan) atau penyerapan dapat terjadi akibat tumbukan antara partikel-partikel tersuspensi dengan butiran kerikil saringan, merupakan hasil daya tarik menarik antara partikel-partikel yang bermuatan listrik berlawanan. Media kerikil yang bersih mempunyai muatan listrik negatif dengan demikian mampu mengadsorpsi partikel-partikel positif.

Melekatnya partikel yang lebih halus pada permukaan butiran kerikil dapat juga disebabkan oleh adanya ikatan fisik dan kimia antar partikel-partikel air permukaan dan adanya gerak brown yaitu gerak patah-patah atau (zig-zag) dengan arah yang tidak menentu terhadap partikel-partikel koloid akan menyebabkan terjadinya tumbukan antar partikel sehingga diameter partikel bertambah besar kemudian partikel dapat ditahan oleh celah-celah antar butiran kerikil. Gerak brown terjadi akibat adanya tumbukan yang tidak seimbang antara partikel-partikel koloid dengan molekul-molekul pendepresinya. Gerak ini akan semakin cepat apabila partikel-partikel koloid makin kecil. Gerak ini sebagai bukti teori kinetik molekul.

Penurunan kemampuan gravel 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 aliran. Ketika lapisan kerikil tersumbat, kecepatan pengikisan permukaan memaksa peningkatan kekeruhan dan *TSS* sehingga tidak ada material tambahan yang disisihkan, sehingga beberapa material dapat lolos melewati lapisan kerikil yang menyebabkan penampilan kekeruhan dan *TSS* pada pengeluaran. Seperti yang diungkapkan dalam salah satu mekanisme penyisihan partikel dalam media granular terdapat proses *adhesion* (pelekatan) dimana terjadi penumpukan partikel-partikel tersuspensi pada media kerikil, maka tidak ada lagi proses penyaringan hal ini terjadi karena adanya penyumbatan sehingga air pada pengeluaran akan mendadak keruh sehingga diperlukan pencucian media.

Dalam *up flow in layers roughing filter* terjadi mekanisme fisik yaitu *screening* (penyaringan) dimana proses ini akan meremoval partikel-partikel yang lebih besar dari pori atau celah media filter, sehingga akan terjadi penurunan kekeruhan dan *TSS*.

Berikut ini akan dibahas untuk masing masing parameter-penelitian yang telah dilakukan menggunakan *roughing filter*.

4.3.1 Kekeruhan

Pada penelitian yang dilakukan dengan menggunakan air baku dari Selokan Mataram yang terletak di jalan Kabupaten, Sleman, Jogjakarta, maka dapat diketahui variasi penggunaan gravel dan kecepatan aliran yang paling efektif untuk pengolahan *pretreatment* sebelum air masuk kedalam saringan pasir lambat.

Pada percobaan pertama menggunakan variasi gravel pertama (19,15.8, 11.1)mm didapatkan efisiensi penurunan kekeruhan sebesar 15,14-70,18%, sedangkan rata-rata efisiensi penurunan pada percobaan ini diperoleh hasil sebesar 42,28%. Proses turun dan naiknya kandungan kekeruhan terjadi dalam percobaan ini, perubahan ini disebabkan terjadinya penurunan kemampuan saringan kerikil dalam menyaring partikel-partikel halus yang terkandung dalam air permukaan. Seperti halnya yang dikemukakan oleh (Brault&Monod,1991) bahwa penurunan kemampuan gravel untuk menyaring disebabkan adanya proses penghalang secara bertahap dari celah media filter. Kemudian dari data yang diperoleh diujikan dalam uji statistik anova satu jalur untuk memperoleh perbedaan yang signifikan antara konsentrasi inlet dengan konsentrasi di outlet, diperoleh data bahwa tidak

terjadi perbedaan yang signifikan untuk pengolahan ini. Selanjutnya pada gravel kedua 11.1; 6.3; 2.3 mm diperoleh efisiensi penurunan kekeruhan sebesar 34,99-72,69%, untuk rata-rata efisiensi penurunannya sebesar 57,33% bila dibandingkan perolehan rata-rata efisiensi penurunan kekeruhan pada gravel pertama dengan gravel kedua, hasilnya bagus pada gravel yang kedua, hal ini dimungkinkan karena ukuran gravel kedua lebih kecil, sehingga kerapatan antar celah-celah media kerikil sempit, partikel-partikel yang terkandung dalam air permukaan mudah untuk tertahan pada media kerikil tersebut, karena diameter gravel mempengaruhi efektifitas penyaringan (Huisman, 1975). Pada pengujian statistik untuk gravel ini diperoleh hasil yang tidak signifikan.

Untuk pengujian selanjutnya menggunakan kecepatan aliran sebesar 0,6 m/jam perolehan efisiensi untuk gravel pertama sebesar 45,63-71,93% dan efisiensi rata-ratanya sebesar 58,08%, sedangkan untuk gravel kedua diperoleh efisiensi penurunan kekeruhan sebesar 0,93-53,67% dan rata-ratanya sebesar 37,17%. Selanjutnya dilakukan pengujian anova satu jalur, untuk gravel pertama dan kedua pada kecepatan 0,6 m/jam ini, pengujian statistik diperoleh hasil yang tidak signifikan, atau tidak terjadinya perbedaan terhadap konsentrasi kekeruhan di inlet dan konsentrasi di outlet.

Pada pengujian menggunakan kecepatan aliran 0,9 m/jam dengan gravel pertama diperoleh efisiensi penurunan kekeruhan sebesar 64,30-74,90% sedangkan rata-rata pengolahan sebesar 68,51%. Untuk gravel kedua diperoleh hasil efisiensi penurunan sebesar 10,45-58,06% dan rata-rata pengolahan 41,28%.

Selanjutnya untuk pengujian anova satu jalur variasi ukuran gravel diperoleh hasil tidak signifikan.

Pengolahan air baku Selokan Mataram, berikutnya menggunakan variasi kecepatan aliran yang berbeda. Kecepatan aliran yang digunakan untuk variasi ini adalah: 0,3 m/jam; 0,6 m/jam dan 0,9 m/jam. Dari masing-masing rata-rata efisiensi removal kekeruhan pada variasi kecepatan aliran ini dapat diketahui gravel ukuran pertama, pada kecepatan aliran 0,9 m/jam yang mampu meremoval kekeruhan sebesar 68,51%. Hasil yang diperoleh untuk pengujian anova, tidak terdapat perbedaan yang signifikan terhadap konsentrasi penurunan kekeruhan di inlet dengan konsentrasi di outlet. Kecepatan aliran dalam pengolahan air baku akan mempengaruhi masa operasi filtrasi, hal ini dinyatakan oleh (Kawamura, 1975) sedangkan menurut (Huisman, 1975) kecepatan penyaringan yang lebih lambat akan memberikan kesempatan lebih lama untuk bereaksi dengan media saring.

Kemampuan reaktor *up flow in layers roughing filter* dalam menurunkan kekeruhan, berdasarkan hitungan rata-rata diperoleh hasil sebesar 37,17- 68,51%.

Dari hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa efisiensi dari *roughing filter* ini tidak seperti penelitian sebelumnya, untuk penelitian sebelumnya efisiensi untuk kekeruhan mencapai 70-90% (Martin, W 1996). Hasil ini terjadi karena pada percobaan yang terdahulu proses *running* dilakukan secara terus menerus. Berbeda halnya dengan penelitian yang dilakukan untuk percobaan ini, pada malam hari seluruh rangkaian percobaan dihentikan. Fenomena inilah yang menyebabkan terjadinya pengendapan pada bagian dasar *roughing filter*

tersebut. Sehingga efisiensi penurunan kekeruhan tidak maksimal sesuai pada penelitian sebelumnya. Hal lain yang mempengaruhi adalah sering terjadinya penyumbatan pada saluran inlet, karena kandungan solid dari selokan mataram sangat tinggi.

4.3.2 Total Suspended Solid

Tidak jauh beda dengan apa yang telah diungkapkan dalam pembahasan parameter kekeruhan di atas untuk *TSS*. Penurunan konsentrasi dapat terjadi di dalam *roughing filter*, adapun mekanisme fisik yaitu proses *screening* (penyaringan). Proses ini akan meremoval partikel-partikel yang lebih besar dari pori atau celah media filter (Anonim, 2005) ketika air baku yang mengandung *TSS* ini melewati media gravel maka akan tertahan pada pori-pori atau celah gravel. *TSS* yang telah tertahan pada pori atau celah-celah gravel ini akan mengalami proses biologi yaitu *TSS* terdegradasi oleh bakteri.

Hal ini terjadi karena *TSS* atau zat padat tersuspensi terdiri dari zat padat tersuspensi organik dan zat padat tersuspensi inorganik. Dimana zat padat tersuspensi organik dan juga bahan-bahan organik lainnya yang terkandung dalam air baku diperlukan bakteri untuk pertumbuhan selnya. Zat padat tersuspensi dapat diklasifikasikan sekali lagi menjadi antara lain zat padat terapung yang selalu bersifat organik dan zat padat terendap yang dapat bersifat organik dan inorganik. Zat padat terendap adalah zat padat dalam suspensi yang dalam keadaan tenang dapat mengendap setelah waktu tertentu karena pengaruh gaya beratnya (Alaerts, 1984). Kejadian inilah yang dapat mempengaruhi turun dan naiknya kandungan *TSS* pada *treatment* yang dilakukan terhadap air baku selokan mataram Jogjakarta.

Pada percobaan pertama menggunakan ukuran gravel (19,15.8, 11.1)mm dan gravel (11.1,6.3,2.3)mm pada kecepatan aliran 0,3 m/jam diperoleh efisiensi penurunan *TSS* sebesar 40,18-90,18% dengan rata-rata efisiensi penurunan sebesar 72,66% untuk gravel pertama, sedangkan untuk gravel kedua diperoleh 76,02-90,06% dengan rata-rata efisiensi penurunan sebesar 84,07% dilihat dari perolehan efisiensi tersebut untuk ukuran gravel kedua mampu menurunkan konsentrasi *TSS* dengan baik, namun jika di ujikan dalam anova satu jalur didapatkan bahwasanya pada ukuran gravel pertama dan gravel kedua tidak terjadi perbedaan yang signifikan terhadap konsentrasi *TSS* pada bagian inlet dengan bagian outlet. Hal ini sangat memungkinkan karena ukuran gravel kedua lebih kecil dibandingkan dengan ukuran gravel pertama. Seperti halnya dikemukakan oleh (Huisman, 1975) bahwa diameter media saring yang lebih kecil sampai batas tertentu memberikan hasil yang bagus terhadap hasil olahan.

Dalam percobaan berikutnya menggunakan kecepatan aliran 0,6 m/jam pada setiap pergantian kecepatan aliran dilakukan pencucian terhadap media gravel, hal ini dilakukan agar partikel-partikel yang menempel pada media gravel dapat hilang pada saat pencucian, pencucian dilakukan secara manual. Kemudian untuk hasil efisiensi penurunan kadar *TSS* pada gravel pertama diperoleh 69,33-98% dengan rata-rata efisiensi penurunan *TSS* sebesar 87,75% sedangkan untuk gravel ukuran kedua diperoleh efisiensi sebesar 65-87,5% dan rata-rata efisiensi penurunan sebesar 79,07% dari hasil uji anova dapat dinyatakan bahwa pada gravel pertama dengan kecepatan aliran 0,6 m/jam terjadi perbedaan yang

signifikan terhadap konsentrasi *TSS* pada bagian inlet dengan konsentrasi pada outlet. Sedangkan untuk gravel kedua tidak terjadi perbedaan yang signifikan.

Kemudian pengujian selanjutnya menggunakan kecepatan aliran 0,9 m/jam dari tabel dan gambar 4. 8 dapat diketahui bahwa efisiensi penurunan kadar *TSS* untuk gravel pertama sebesar 86,47-98,12% dengan rata-rata efisiensi sebesar 93,79% sedangkan untuk ukuran gravel kedua diperoleh efisiensi penurunan sebesar 56,64-92,81% dan rata-rata efisiensinya sebesar 85,21%. pada kecepatan inilah terjadi penurunan yang sangat baik terhadap *TSS*, hal ini ditunjukkan dengan hasil rata-rata efisiensi penurunan pada gravel pertama sebesar 93,79%. Dalam pengujian anova satu jalur yang dilakukan untuk kecepatan aliran 0,9 m/jam pada gravel pertama dapat diketahui bahwa perbedaan yang signifikan terjadi pada pengujian ini (lihat lampiran) sedangkan untuk gravel kedua tidak terjadi hubungan yang signifikan terhadap penurunan kadar *Total Suspended Solid* yang terjadi di inlet dengan outlet.

Pada percobaan berikutnya menggunakan variasi kecepatan aliran 0,3 m/jam; 0,6 m/jam dan 0,9 m/jam. Dari masing-masing kecepatan aliran dapat diketahui pada kecepatan 0,9 m/jam pada gravel pertama yang paling bagus untuk penurunan *TSS*, hal ini didasarkan pada perhitungan rata-rata dan pengujian anova yang dilakukan. Dalam pelaksanaan percobaan ini, penggunaan kecepatan aliran yang kecil kurang dari 0,10 m/jam besar kemungkinannya terjadi penyumbatan pada media saring (Kawamura. 1975), selain itu pengaturan kecepatan aliran dalam pelaksanaan percobaan ini juga mengalami kesulitan, karena pengaturannya menggunakan peralatan manual sehingga hasil dari olahan kurang maksimal.

Dari beberapa uraian di atas dapat diketahui bahwa pada variasi ukuran gravel, gravel pertamalah yang paling efektif sebagai media saring pada pengolahan air baku Selokan Mataram, hal ini ditunjukkan dari hasil uji anova yang dilakukan terhadap variasi ukuran gravel. Pada kecepatan 0,6 m/jam dan 0,9 m/jam dengan menggunakan gravel pertama terjadi perbedaan yang signifikan.

Didasarkan pada perhitungan rata-rata, efisiensi penurunan *TSS* sebesar 72,66-93,79%.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Dari pengujian dan analisa data pembahasan dapat ditarik kesimpulan:

1. Reaktor *upflow (in Layers) roughing filter* mampu menurunkan kadar kekeruhan sebesar 37,17-68,51% dan *Total Suspended Solid* sebesar 72,66-93,79%.
2. Dari variasi-variasi yang telah diujikan diperoleh hasil 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 dan perhitungan rata-rata.
3. Ukuran gravel yang mampu menurunkan efisiensi removal kekeruhan dan *Total Suspended Solid* adalah ukuran (19,15.8,11.1)mm. Sedangkan untuk variasi kecepatan aliran, pada kecepatan aliran 0,9 m/jam yang paling efektif untuk menurunkan kedua parameter tersebut.

5.2 SARAN

1. Pengambilan air baku sebaiknya dilakukan secara bersama-sama atau sekali waktu sehingga influen dalam tiap variasi sama sehingga dapat terlihat jelas efisiensi penurunannya.

2. Untuk memperoleh hasil yang maksimal, sebaiknya untuk pengolahan air permukaan di buatkan dua alat *roughing filter* sebagai *pretreatment* dan saringan pasir lambat sebagai pengolahan lanjutan.
3. Untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya mencoba variasi dengan diameter gravel yang berbeda atau variasi luas permukaan.
4. Sebaiknya apabila melakukan percobaan variasi yang berbeda, replikasi perlakuan sebaiknya dilakukan bersamaan untuk menghindari pengaruh lingkungan.

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
- Anonim, 1984, *Water Supply Sector*, Direktorat Jendral Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim, 2005, *Roughing Filter*, Situs Google. Com
- 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
- Howkes dan Huisman, L, 1993, *Small Community Water Supplies*, John Wiley & sons, New york, Brisbane Toronto Singapore
- Huisman, 1975, *Slow Sand Filtration*, Lecture Note Delf University of Technology, Netherlands
- Huisman, L., 1974, *Rapid Filtration*,part I, Delft Univerdity of Technology, Dep. of Civil Engginering Div of Sanitary, 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
- Novotny, V., And H. Olem, 1994, "*Water Quality: Prevention, Identification and Management of Diffuse Pollution*". In Lee, E. R.: 1999, *Se – Wet: "A Wetland Simulation Model Top To Optimatize NPS Pollution Control"*, MS Thesis In Biological System Engineering, Blackburg.
- Riduwan, 2004. *Metode dan Teknik Menyusun Tesis*, Alfabet, Bandung

Sudjana, 1992. *Metoda Statistika*, Tarsiti, Bandung

Susumu, Kawamura, *Integrated Design of Water Treatment Facilities*, John Wiley & Sons, Inc, NY

Slamet, J.S., 1994, *Kesehatan Lingkungan*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta

Wegelin, Martin, 1996, *Surface Water Treatment by Roughing Filter*, SANDEC, Duebendorf

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

METODE PENGUJIAN SAMPEL KEKERUHAN

METODE PENGUJIAN TSS SNI 06-6989.3-2004

Metodelogi Pengujian Sampel

Pengujian Parameter Kekeruhan

a. Alat dan Bahan yang digunakan

Alat

- Spektrofotometer

Bahan pereaksi :

- Larutan setandar kekeruhan (1ml : 1 mg SiO₂)
- 100 mg SiO₂ dilarutkan dalam 100 ml *aquades*

b. Cara Kerja

1. Aduk sampel air hingga homogen
2. Masukkan dalam kuvet
3. Baca dengan sepektrofotometer dengan panjang gelombang 390 nm
4. Kadar kekeruhan (Y)
5. Kalibrasikan

**Air dan air limbah- Bagian 3: Cara uji padatan
tersuspensi total (*Total Suspended Solid, TSS*)
secara gravimetri**

Daftar isi

| | |
|--|----|
| Daftar isi | i |
| Prakata | ii |
| 1 Ruang lingkup | 1 |
| 2 Istilah dan definisi..... | 1 |
| 3 Cara uji..... | 1 |
| 3.1 Prinsip..... | 1 |
| 3.2 Bahan | 1 |
| 3.3 Peralatan | 1 |
| 3.4 Persiapan dan pengawetan contoh uji..... | 2 |
| 3.5 Persiapan pengujian | 2 |
| 3.6 Prosedur..... | 2 |
| 3.7 Perhitungan | 3 |
| 4 Jaminan mutu dan pengendalian mutu..... | 3 |
| 4.1 Jaminan mutu | 3 |
| 4.2 Pengendalian mutu..... | 3 |
| 5 Rekomendasi..... | 4 |
| Lampiran A Pelaporan..... | 5 |
| Bobliografi..... | 6 |

Prakata

Dalam rangka menyeragamkan teknik pengujian kualitas air dan air limbah sebagaimana telah ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air, Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 02 Tahun 1988 tentang Baku Mutu Air dan Nomor 37 Tahun 2003 tentang Metode Analisis Pengujian Kualitas air Permukaan dan Pengambilan Contoh Air Permukaan, maka dibuatlah Standar Nasional Indonesia SNI 06-6989.3-2004, *Air dan air limbah – Bagian 3: Cara uji padatan tersuspensi total (Total Suspended Solid, TSS) secara gravimetri*. SNI ini diterapkan untuk pengujian parameter-parameter kualitas air dan air limbah sebagaimana yang tercantum didalam Keputusan Menteri tersebut.

Metode ini merupakan hasil revisi dari butir 3.6 pada SNI 06-2413-1991, *Metode pengujian kualitas fisika air*. SNI ini menggunakan referensi dari metode standar internasional yaitu *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*. Metode ini telah melalui uji coba di laboratorium pengujian dalam rangka validasi dan verifikasi metode serta di konsensuskan oleh Subpanitia Teknis Kualitas Air dari Panitia Teknis 207S, *Manajemen Lingkungan* dengan para pihak terkait.

Standar ini telah disepakati dan disetujui dalam rapat konsensus dengan peserta rapat yang mewakili produsen, konsumen, ilmuwan, instansi teknis, pemerintah terkait dari pusat maupun daerah pada tanggal 30 Januari 2004 di Serpong, Tangerang – Banten.

Oleh karena SNI 06-6989.3-2004 merupakan revisi dari butir 3.6 pada SNI 06-2413-1991, maka dengan ditetapkannya SNI ini, penerapan butir 3.6 pada SNI 06-2413-1991 dinyatakan tidak berlaku lagi. Adapun butir-butir lainnya sepanjang belum direvisi masih dinyatakan berlaku. Pemakai SNI agar dapat meneliti validitas SNI yang terkait dengan metode pengujian kualitas fisika air, sehingga dapat selalu menggunakan SNI edisi terakhir.

Air dan air limbah- Bagian 3: Cara uji padatan tersuspensi total (*Total Suspended Solid, TSS*) secara gravimetri

1 Ruang lingkup

Metode ini digunakan untuk menentukan residu tersuspensi yang terdapat dalam contoh uji air dan air limbah secara gravimetri. Metode ini tidak termasuk penentuan bahan yang mengapung, padatan yang mudah menguap dan dekomposisi garam mineral.

2 Istilah dan definisi

2.1

padatan tersuspensi total (TSS)

residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal 2 μ m atau lebih besar dari ukuran partikel koloid

3 Cara uji

3.1 Prinsip

Contoh uji yang telah homogen disaring dengan kertas saring yang telah ditimbang. Residu yang tertahan pada saringan dikeringkan sampai mencapai berat konstan pada suhu 103°C sampai dengan 105°C. Kenaikan berat saringan mewakili padatan tersuspensi total (TSS). Jika padatan tersuspensi menghambat saringan dan memperlama penyaringan, diameter pori-pori saringan perlu diperbesar atau mengurangi volume contoh uji. Untuk memperoleh estimasi TSS, dihitung perbedaan antara padatan terlarut total dan padatan total.

3.2 Bahan

- a) Kertas saring (*glass-fiber filter*) dengan beberapa jenis:
 - 1) Whatman Grade 934 AH, dengan ukuran pori (*Particle Retention*) 1,5 μ m (*Standar for TSS in water analysis*).
 - 2) Gelman type A/E, dengan ukuran pori (*Particle Retention*) 1,0 μ m (*Standar filter for TSS/TDS testing in sanitary water analysis procedures*).
 - 3) E-D Scientific Specialities grade 161 (VWR brand grade 161) dengan ukuran pori (*Particle Retention*) 1,1 μ m (*Recommended for use in TSS/TDS testing in water and wastewater*).
 - 4) Saringan dengan ukuran pori 0,45 μ m.
- b) Air suling.

3.3 Peralatan

- a) desikator yang berisi silika gel;
- b) oven, untuk pengoperasian pada suhu 103°C sampai dengan 105°C;
- c) timbangan analitik dengan ketelitian 0,1 mg;
- d) pengaduk magnetik;
- e) pipet volum;

- f) gelas ukur;
- g) cawan aluminium;
- h) cawan porselen/cawan *Gooch*;
- i) penjepit;
- j) kaca arloji; dan
- k) pompa vacum.

3.4 Persiapan dan pengawetan contoh uji

3.4.1 Persiapan contoh uji

Gunakan wadah gelas atau botol plastik polietilen atau yang setara.

3.4.2 Pengawetan contoh

Awetkan contoh uji pada suhu 4°C, untuk meminimalkan dekomposisi mikrobiologikal terhadap padatan. Contoh uji sebaiknya disimpan tidak lebih dari 24 jam.

3.4.3 Pengurangan gangguan

- a) Pisahkan partikel besar yang mengapung.
- b) Residu yang berlebihan dalam saringan dapat mengering membentuk kerak dan menjebak air, untuk itu batasi contoh uji agar tidak menghasilkan residu lebih dari 200 mg.
- c) Untuk contoh uji yang mengandung padatan terlarut tinggi, bilas residu yang menempel dalam kertas saring untuk memastikan zat yang terlarut telah benar-benar dihilangkan.
- d) Hindari melakukan penyaringan yang lebih lama, sebab untuk mencegah penyumbatan oleh zat koloidal yang terperangkap pada saringan.

3.5 Persiapan pengujian

3.5.1 Persiapan kertas saring atau cawan *Gooch*

- a) Letakkan kertas saring pada peralatan filtrasi. Pasang vakum dan wadah pencuci dengan air suling berlebih 20 mL. Lanjutkan penyedotan untuk menghilangkan semua sisa air, matikan vakum, dan hentikan pencucian.
- b) Pindahkan kertas saring dari peralatan filtrasi ke wadah timbang aluminium. Jika digunakan cawan *Gooch* dapat langsung dikeringkan..
- c) Keringkan dalam oven pada suhu 103°C sampai dengan 105°C selama 1 jam, dinginkan dalam desikator kemudian timbang.
- d) Ulangi langkah pada butir c) sampai diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg.

3.6 Prosedur

- a) Lakukan penyaringan dengan peralatan vakum. Basahi saringan dengan sedikit air suling.
- b) Aduk contoh uji dengan pengaduk magnetik untuk memperoleh contoh uji yang lebih homogen.
- c) Pipet contoh uji dengan volume tertentu, pada waktu contoh diaduk dengan pengaduk magnetik

- d) Cuci kertas saring atau saringan dengan 3 x 10 mL air suling, biarkan kering sempurna, dan lanjutkan penyaringan dengan vakum selama 3 menit agar diperoleh penyaringan sempurna. Contoh uji dengan padatan terlarut yang tinggi memerlukan pencucian tambahan.
- e) Pindahkan kertas saring secara hati-hati dari peralatan penyaring dan pindahkan ke wadah timbang aluminium sebagai penyangga. Jika digunakan cawan Gooch pindahkan cawan dari rangkaian alatnya.
- f) Keringkan dalam oven setidaknya selama 1 jam pada suhu 103°C sampai dengan 105°C, dinginkan dalam desikator untuk menyeimbangkan suhu dan timbang.
- g) Ulangi tahapan pengeringan, pendinginan dalam desikator, dan lakukan penimbangan sampai diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg.

CATATAN 1 Jika filtrasi sempurna membutuhkan waktu lebih dari 10 menit, perbesar diameter kertas saring atau kurangi volume contoh uji.

CATATAN 2 Ukur volume contoh uji yang menghasilkan berat kering residu 2,5 mg sampai dengan 200 mg. Jika volume yang disaring tidak memenuhi hasil minimum, perbesar volume contoh uji sampai 1000 mL.

3.7 Perhitungan

$$\text{mg TSS per liter} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji, mL}}$$

dengan pengertian:

- A adalah berat kertas saring + residu kering, mg;
- B adalah berat kertas saring, mg.

4 Jaminan mutu dan pengendalian mutu

4.1 Jaminan mutu

- a) Gunakan alat gelas bebas kontaminasi.
- a) Gunakan alat ukur yang terkalibrasi.
- b) Dikerjakan oleh analis yang kompeten.
- c) Lakukan analisis dalam jangka waktu yang tidak melampaui waktu simpan maksimum 24 jam

4.2 Pengendalian mutu

- a) Lakukan analisis blanko untuk kontrol kontaminasi.
- b) Lakukan analisis duplo untuk kontrol ketelitian analisis. Perbedaan persen relatif (*Relative Percent Different* atau RPD) terhadap dua penentuan (replikasi) adalah di bawah 5%, dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{RPD} = \frac{(X_1 - X_2)}{(X_1 + X_2) / 2} \times 100 \%$$

dengan pengertian:

- X₁ adalah kandungan padatan tersuspensi pada penentuan pertama;

SNI 06-6989.3-2004

X_2 adalah kandungan padatan tersuspensi pada penentuan ke dua.

Bila nilai RPD lebih besar 5%, penentuan ini harus diulang

5 Rekomendasi

Cantumkan jenis atau ukuran saringan/pori kertas saring yang digunakan.

Lampiran A
(normatif)
Pelaporan

Catat pada buku kerja hal-hal sebagai berikut.

- 1) Parameter yang dianalisis.
- 2) Nama analis.
- 3) Tanggal analisis.
- 4) Nomor contoh uji.
- 5) Tanggal penerimaan contoh uji.
- 6) Perhitungan.
- 7) Hasil pengukuran duplo.
- 8) Kadar Padatan Tersuspensi dalam contoh uji.

Bibliografi

Lenore S.Clesceri et al. "*Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*", 20th Edition, 1998, Metode 2540 D (*Total Suspended Solids Dried at 103°C -105°C*).

LAMPIRAN 2

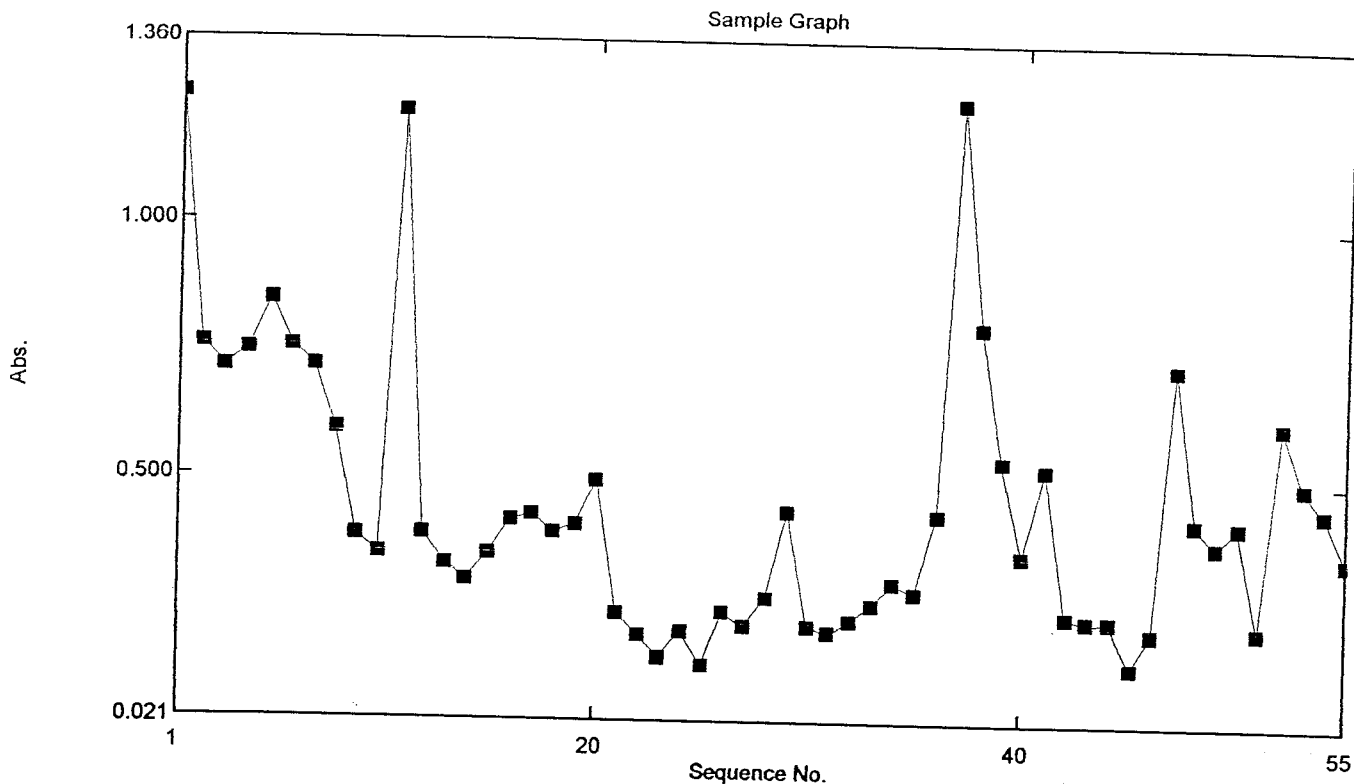
PENGUJIAN LABORATORIUM KADAR

KEKERUHAN DAN TSS

Sample Table Report

07/03/2006 01:06:38 PM

File Name: D:\Hasil analisis Spektrol\wisnu keruhhh.pho



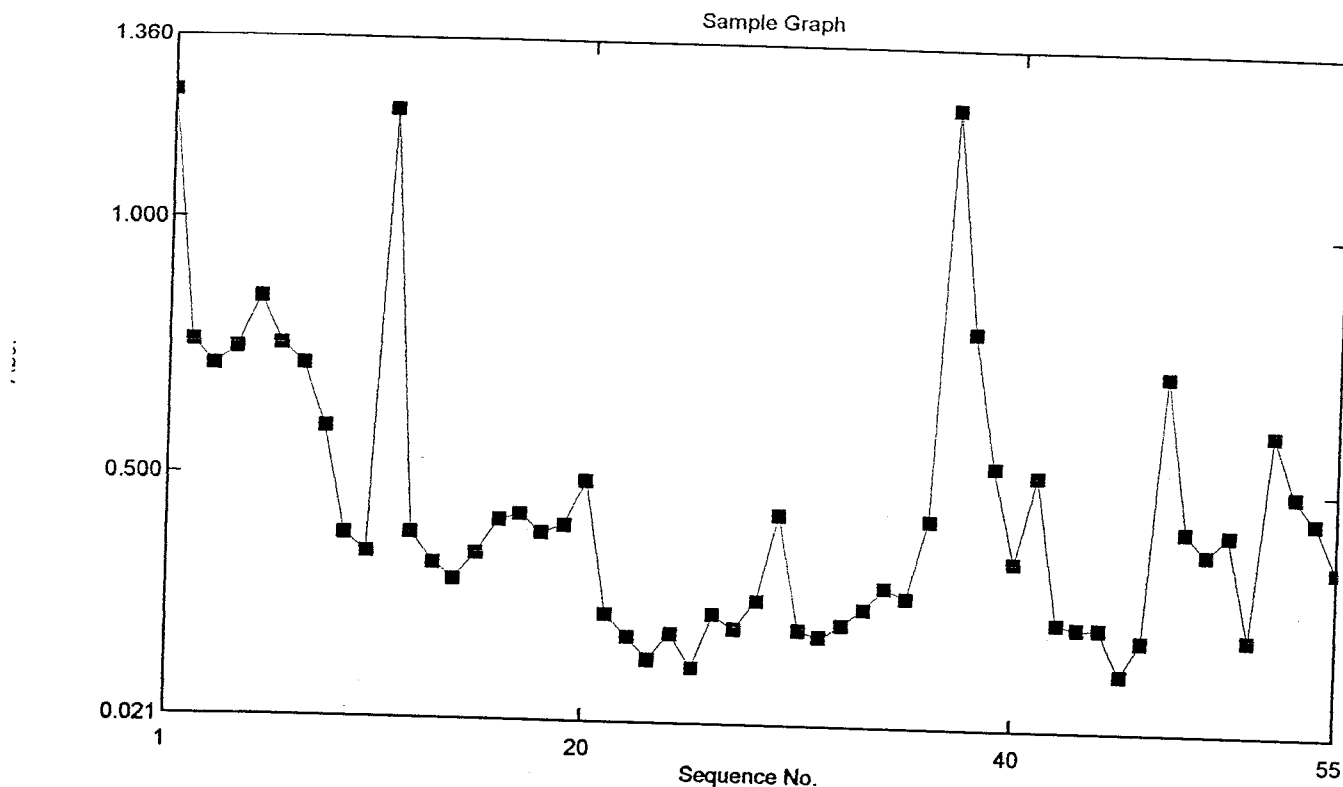
Sample Table

| | Sample ID | Type | Ex | Conc | WL390 | Comments |
|----|-----------------|---------|----|----------|-------|----------|
| 1 | inlet 1(0,9) II | Unknown | | 7562.560 | 1.248 | |
| 2 | outlet 1 | Unknown | | 4626.477 | 0.760 | |
| 3 | outlet 2 | Unknown | | 4342.482 | 0.713 | |
| 4 | outlet 3 | Unknown | | 4548.690 | 0.747 | |
| 5 | inlet 2 | Unknown | | 5148.969 | 0.847 | |
| 6 | outlet 4 | Unknown | | 4611.066 | 0.757 | |
| 7 | outlet 5 | Unknown | | 4354.957 | 0.715 | |
| 8 | outlet 6 | Unknown | | 3619.652 | 0.593 | |
| 9 | outlet 7 | Unknown | | 2364.057 | 0.384 | |
| 10 | outlet 8 | Unknown | | 2159.316 | 0.350 | |
| 11 | inlet 1(0,9)II | Unknown | | 7368.093 | 1.216 | |
| 12 | out 1 | Unknown | | 2394.144 | 0.389 | |
| 13 | out 2 | Unknown | | 2047.039 | 0.331 | |
| 14 | out 3 | Unknown | | 1849.637 | 0.298 | |
| 5 | out 4 | Unknown | | 2160.784 | 0.350 | |
| 6 | out 5 | Unknown | | 2553.387 | 0.415 | |
| 7 | Out 6 | Unknown | | 2630.440 | 0.428 | |
| 8 | out 7 | Unknown | | 2408.087 | 0.391 | |

Sample Table Report

07/03/2006 01:06:38 PM

File Name: D:\Hasil analisis Spektrolwisnu keruhhh.pho



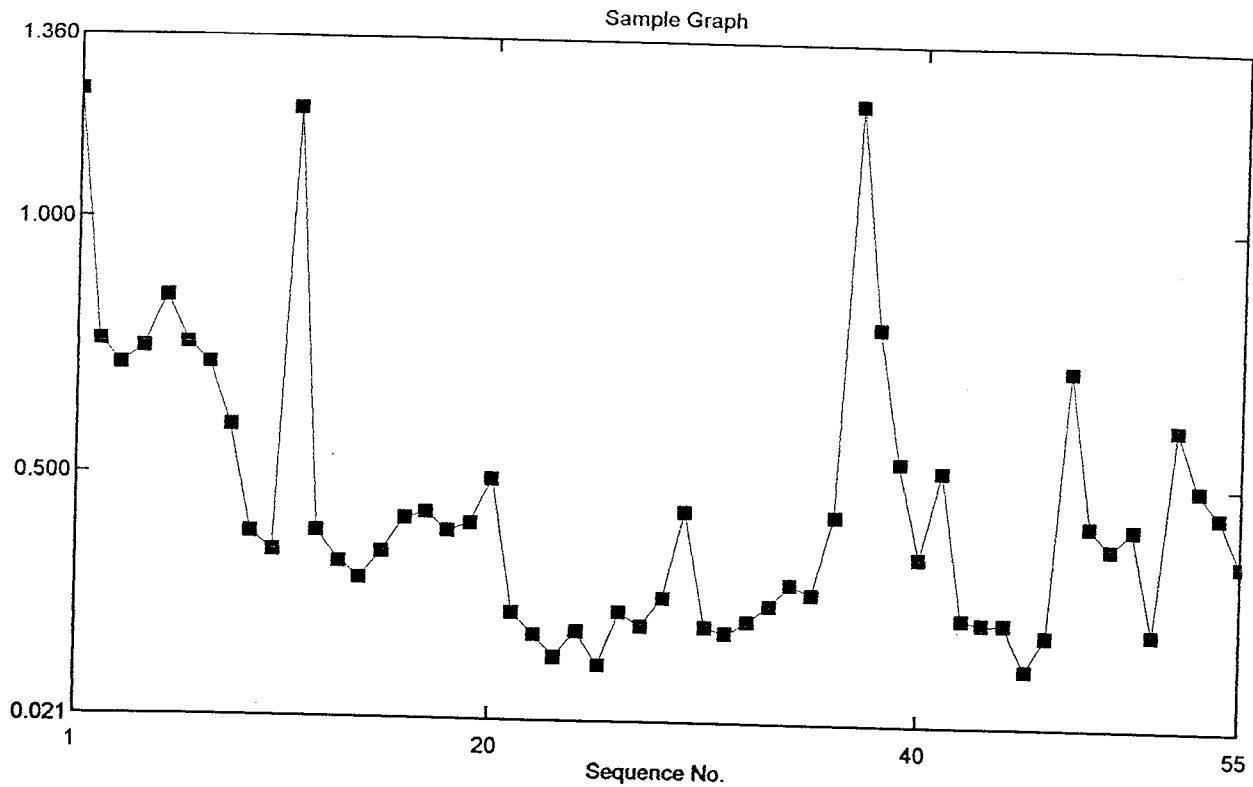
Sample Table

| | Sample ID | Type | Ex | Conc | WL390 | Comments |
|---|---------------|---------|----|----------|-------|----------|
| 9 | out 8 | Unknown | | 2518.162 | 0.409 | |
| 0 | inlet (0,6)II | Unknown | | 3041.388 | 0.496 | |
| 1 | vt 1 | Unknown | | 1464.372 | 0.234 | |
| 2 | vt 2 | Unknown | | 1214.134 | 0.192 | |
| 3 | vt 3 | Unknown | | 949.218 | 0.148 | |
| 4 | vt 4 | Unknown | | 1260.365 | 0.200 | |
| 5 | vt 5 | Unknown | | 853.820 | 0.132 | |
| 6 | vt 6 | Unknown | | 1481.250 | 0.237 | |
| 7 | vt 7 | Unknown | | 1322.742 | 0.210 | |
| 8 | vt 8 | Unknown | | 1653.702 | 0.266 | |
| 9 | inlet (0,6)I | Unknown | | 2682.542 | 0.437 | |
| 0 | aw 1 | Unknown | | 1329.346 | 0.212 | |
| | aw 2 | Unknown | | 1242.753 | 0.197 | |
| | aw 3 | Unknown | | 1401.996 | 0.224 | |
| | aw 4 | Unknown | | 1593.528 | 0.255 | |
| | aw 5 | Unknown | | 1845.234 | 0.297 | |
| | aw 6 | Unknown | | 1727.086 | 0.278 | |
| | aw 7 | Unknown | | 2657.592 | 0.432 | |

Sample Table Report

07/03/2006 01:06:38 PM

File Name: D:\Hasil analisis Spektrolwisnu keruhhh.pho



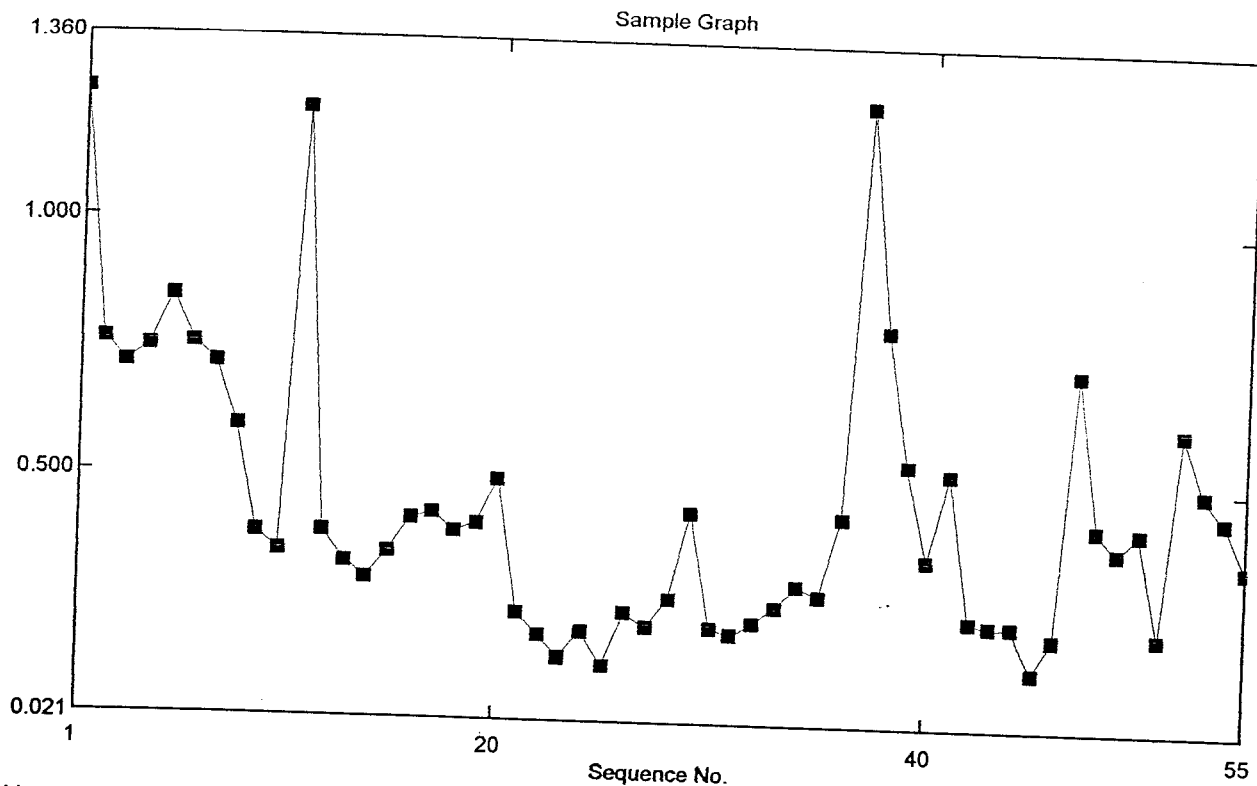
Sample Table

| Sample ID | Type | Ex | Conc | WL390 | Comments |
|----------------|---------|----|----------|-------|----------|
| INLET 1 (0,3) | Unknown | | 7528.803 | 1.243 | |
| ar 1 | Unknown | | 4894.327 | 0.805 | |
| ar 2 | Unknown | | 3282.087 | 0.536 | |
| ar 3 | Unknown | | 2176.194 | 0.352 | |
| in 2 (0,3) 7/1 | Unknown | | 3207.236 | 0.524 | |
| ar 4 | Unknown | | 1473.912 | 0.236 | |
| ar 5 | Unknown | | 1406.399 | 0.224 | |
| ar 6 | Unknown | | 1412.270 | 0.225 | |
| ar 7 | Unknown | | 876.569 | 0.136 | |
| ar 8 | Unknown | | 1281.647 | 0.204 | |
| in (0,3) II | Unknown | | 4420.269 | 0.726 | |
| Ai 1 | Unknown | | 2574.668 | 0.419 | |
| Ai 2 | Unknown | | 2310.487 | 0.375 | |
| Ai 3 | Unknown | | 2551.919 | 0.415 | |
| Ai 4 | Unknown | | 1318.339 | 0.210 | |
| Ai 5 | Unknown | | 3751.009 | 0.614 | |
| Ai 6 | Unknown | | 3021.575 | 0.493 | |
| Ai 7 | Unknown | | 2723.637 | 0.443 | |

imple Table Report

07/03/2006 01:06:38 PM

Name: D:\Hasil analisis Spektrolwisnu keruhhh.pho



Table

| Sample ID | Type | Ex | Conc | WL390 | Comments |
|-----------|---------|----|----------|-------|----------|
| Ai 8 | Unknown | | 2156.381 | 0.349 | |
| | | | | | |

Perhitungan efisiensi tretment terhadap kekeruhan pada gravel 19; 15.8;11.1 dengan kecepatan 0,3 m/jam

| nama sampel | kekeruhan Mg/SiO2 | efisiensi penurunan(%) |
|-------------|-------------------|------------------------|
| in (0,3) II | 4420.26 | 0 |
| Ai 1 | 2574.668 | 41.75 |
| Ai 2 | 2310.487 | 47.73 |
| Ai 3 | 2551.919 | 42.27 |
| Ai 4 | 1318.339 | 70.18 |
| Ai 5 | 3751.009 | 15.14 |
| Ai 6 | 3021.575 | 31.64 |
| Ai 7 | 2723.637 | 38.38 |
| Ai 8 | 2156.381 | 51.22 |

Perhitungan efisiensi tretment terhadap kekeruhan pada gravel 19; 15.8;11.1 dengan kecepatan 0,6 m/jam

| nama sampel | kekeruhan Mg/SiO2 | efisiensi penurunan(%) |
|----------------|-------------------|------------------------|
| inlet (0,6) II | 3041.388 | 0 |
| vt 1 | 1464.372 | 51.85 |
| vt 2 | 1214.134 | 60.08 |
| vt 3 | 949.218 | 68.79 |
| vt 4 | 1260.365 | 58.56 |
| vt 5 | 853.82 | 71.93 |
| vt 6 | 1481.25 | 51.30 |
| vt 7 | 1322.742 | 56.51 |
| vt 8 | 1653.702 | 45.63 |

Perhitungan efisiensi tretment terhadap kekeruhan pada gravel 19; 15.8;11.1 dengan kecepatan 0,9 m/jam

| nama sampel | kekeruhan Mg/SiO2 | efisiensi penurunan(%) |
|-----------------|-------------------|------------------------|
| inlet 1(0,9) II | 7368.093 | 0 |
| out 1 | 2394.144 | 67.51 |
| out 2 | 2047.039 | 72.22 |
| out 3 | 1849.637 | 74.90 |
| out 4 | 2160.784 | 70.67 |
| out 5 | 2553.387 | 65.35 |
| out 6 | 2630.44 | 64.30 |
| out 7 | 2408.087 | 67.32 |
| out 8 | 2518.162 | 65.82 |

Perhitungan efisiensi tretment terhadap kekeruhan pada gravel (11.1; 6.3; 2.3) mm dengan kecepatan 0,3 m/jam

| nama sampel | kekeruhan Mg/SiO ₂ | efisiensi penurunan(%) |
|--------------------|-------------------------------|------------------------|
| inlet 1 (0,3) 7/16 | 7,529 | 0 |
| ar 1 | 4,894 | 34.99 |
| ar 2 | 3282.087 | 56.41 |
| ar 3 | 2176.194 | 71.10 |
| inlet 2 (0,3) 7/16 | 3207.236 | 0.00 |
| ar 4 | 1473.912 | 54.04 |
| ar 5 | 1406.399 | 56.15 |
| ar 6 | 1412.27 | 55.97 |
| ar 7 | 876.569 | 72.67 |
| ar 8 | 1281.647 | 60.04 |

Perhitungan efisiensi tretment terhadap kekeruhan pada gravel (11.1; 6.3; 2.3) mm dengan kecepatan 0,6 m/jam

| nama sampel | kekeruhan Mg/ SiO ₂ | efisiensi penurunan (%) |
|------------------|--------------------------------|-------------------------|
| inlet (0,6) 7/16 | 2682.542 | 0 |
| aw 1 | 1329.346 | 50.44 |
| aw 2 | 1242.753 | 53.67 |
| aw 3 | 1401.996 | 47.74 |
| aw 4 | 1593.528 | 40.60 |
| aw 5 | 1845.234 | 31.21 |
| aw 6 | 1727.086 | 35.62 |
| aw 7 | 2657.592 | 0.93 |

Perhitungan efisiensi tretment terhadap kekeruhan pada gravel (11.1; 6.3; 2.3) mm dengan kecepatan 0,9 m/jam

| nama sampel | kekeruhan Mg/ SiO ₂ | efisiensi penurunan (%) |
|--------------------|--------------------------------|-------------------------|
| inlet 1 (0,9) 7/16 | 7562.56 | 0 |
| outlet 1 | 4626.477 | 38.82 |
| outlet 2 | 4342.482 | 42.58 |
| outlet 3 | 4548.69 | 39.85 |
| inlet 2 (0,9) 7/16 | 5148.969 | 0 |
| outlet 4 | 4611.066 | 10.45 |
| outlet 5 | 4354.957 | 15.42 |
| outlet 6 | 3619.652 | 29.70 |
| outlet 7 | 2364.057 | 54.09 |
| outlet 8 | 2159.316 | 58.06 |

Hasil perhitungan TSS gravel 19; 15.8; 11.1mm

Kecepatan Aliran 0.3 m/jam

| kertas(no) | berat kertas kosong | berat kertas isi | selisih | kandungan TSS(mg/lt) | % efisiensi |
|------------|---------------------|------------------|---------|----------------------|-------------|
| 1 | 1.1379 | 1.1705 | 0.0326 | 652 | 0.00 |
| 2 | 1.0941 | 1.099 | 0.0049 | 98 | 84.97 |
| 3 | 1.087 | 1.0915 | 0.0045 | 90 | 86.20 |
| 4 | 1.095 | 1.0997 | 0.0047 | 94 | 85.58 |
| 5 | 1.1197 | 1.1229 | 0.0032 | 64 | 90.18 |
| 6 | 1.1173 | 1.1368 | 0.0195 | 390 | 40.18 |
| 7 | 1.1026 | 1.1188 | 0.0162 | 324 | 50.31 |
| 8 | 1.1006 | 1.1152 | 0.0146 | 292 | 55.21 |
| 9 | 1.1332 | 1.1369 | 0.0037 | 74 | 88.65 |

Kecepatan aliran 0.6 m/jam

| kertas(no) | berat kertas kosong | berat kertas isi | selisih | kandungan TSS(mg/lt) | % efisiensi |
|------------|---------------------|------------------|---------|----------------------|-------------|
| 10 | 1.0975 | 1.1125 | 0.015 | 300 | 0 |
| 11 | 1.1187 | 1.1204 | 0.0017 | 34 | 88.67 |
| 12 | 1.1125 | 1.1139 | 0.0014 | 28 | 90.67 |
| 13 | 1.0999 | 1.1011 | 0.0012 | 24 | 92.00 |
| 14 | 1.0948 | 1.0951 | 0.0003 | 6 | 98.00 |
| 15 | 1.1358 | 1.1363 | 0.0005 | 10 | 96.67 |
| 16 | 1.1192 | 1.1211 | 0.0019 | 38 | 87.33 |
| 17 | 1.1389 | 1.1396 | 0.0007 | 14 | 95.33 |
| 18 | 1.1266 | 1.1312 | 0.0046 | 92 | 69.33 |

Kecepatan aliran 0.9 m/jam

| kertas(no) | berat kertas kosong | berat kertas isi | selisih | kandungan TSS(mg/lt) | % efisiensi |
|------------|---------------------|------------------|---------|----------------------|-------------|
| 19 | 1.0765 | 1.1563 | 0.0798 | 1596 | 0 |
| 20 | 1.1392 | 1.1409 | 0.0017 | 34 | 97.87 |
| 21 | 1.0842 | 1.0863 | 0.0021 | 42 | 97.37 |
| 22 | 1.0623 | 1.0681 | 0.0058 | 116 | 92.73 |
| 23 | 1.0785 | 1.0804 | 0.0019 | 38 | 97.62 |
| 24 | 1.1263 | 1.1369 | 0.0106 | 212 | 86.72 |
| 25 | 1.0859 | 1.0874 | 0.0015 | 30 | 98.12 |
| 26 | 1.148 | 1.1532 | 0.0052 | 104 | 93.48 |
| 27 | 1.1388 | 1.1496 | 0.0108 | 216 | 86.47 |

Hasil perhitungan TSS pada gravel 11.1; 6.3; 2.3 mm
kecepatan aliran 0.3 m/ jam

| kertas(no) | berat kertas kosong | berat kertas isi | selisih | kandungan TSS(mg/lt) | % efisiensi |
|------------|---------------------|------------------|---------|----------------------|-------------|
| 28in | 1.176 | 1.2005 | 0.0245 | 490 | 0 |
| 29 | 1.0955 | 1.0975 | 0.002 | 40 | 91.8367347 |
| 30 | 1.1607 | 1.164 | 0.0033 | 66 | 86.5306122 |
| 31 | 1.1649 | 1.169 | 0.0041 | 82 | 83.2653061 |
| 32in | 1.1094 | 1.1265 | 0.0171 | 342 | 0 |
| 33 | 1.1979 | 1.2015 | 0.0036 | 72 | 78.9473684 |
| 34 | 1.116 | 1.1201 | 0.0041 | 82 | 76.0233918 |
| 35 | 1.178 | 1.1797 | 0.0017 | 34 | 90.0584795 |
| 36 | 1.1204 | 1.1235 | 0.0031 | 62 | 81.871345 |

Kecepatan aliran 0.6 m/ jam

| kertas(no) | berat kertas kosong | berat kertas isi | selisih | kandungan TSS(mg/lt) | % efisiensi |
|------------|---------------------|------------------|---------|----------------------|-------------|
| 37 in | 1.174 | 1.1852 | 0.0112 | 224 | |
| 38 | 1.1258 | 1.1279 | 0.0021 | 42 | 81.25 |
| 39 | 1.1245 | 1.1272 | 0.0027 | 54 | 75.8928571 |
| 40 | 1.1389 | 1.1408 | 0.0019 | 38 | 83.0357143 |
| 41 | 1.1129 | 1.1143 | 0.0014 | 28 | 87.5 |
| 42in | 1.1203 | 1.1323 | 0.012 | 240 | 0 |
| 43 | 1.1087 | 1.1116 | 0.0029 | 58 | 75.8333333 |
| 44 | 1.1481 | 1.1523 | 0.0042 | 84 | 65 |
| 45 | 1.1103 | 1.1121 | 0.0018 | 36 | 85 |

Kecepatan aliran 0.9 m/jam

| kertas(no) | berat kertas kosong | berat kertas isi | selisih | kandungan TSS(mg/lt) | % efisiensi |
|------------|---------------------|------------------|---------|----------------------|-------------|
| 46in | 1.1552 | 1.1705 | 0.0153 | 306 | 0 |
| 47 | 1.1402 | 1.1422 | 0.002 | 40 | 86.9281046 |
| 48 | 1.138 | 1.1392 | 0.0012 | 24 | 92.1568627 |
| 49 | 1.1549 | 1.1578 | 0.0029 | 58 | 81.0457516 |
| 50 | 1.1678 | 1.1698 | 0.002 | 40 | 86.9281046 |
| 51 | 1.1198 | 1.1209 | 0.0011 | 22 | 92.8104575 |
| 52in | 1.1646 | 1.1759 | 0.0113 | 226 | 0 |
| 53 | 1.1635 | 1.1656 | 0.0021 | 42 | 81.4159292 |
| 54 | 1.1351 | 1.1379 | 0.0028 | 56 | 75.2212389 |
| 55 | 1.1746 | 1.1795 | 0.0049 | 98 | 56.6371681 |

Perhitungan Rata-Rata Efisiensi Penurunan TSS

perhitungan rata rata efisiensi penurunan untuk tss
kecepatan aliran 0.3

| gravel 1 | efisiensi | gravel 2 | efisiensi |
|-----------|-----------|----------|-----------|
| | 84.97 | | 91.84 |
| | 86.2 | | 86.53 |
| | 85.58 | | 83.27 |
| | 90.18 | | 78.95 |
| | 40.18 | | 76.02 |
| | 50.31 | | 90.06 |
| | 55.21 | | 81.87 |
| | 88.65 | | |
| rata rata | 72.66 | | 84.07714 |

perhitungan rata rata efisiensi penurunan untuk tss
kecepatan aliran 0.6

| gravel 1 | efisiensi | gravel 2 | efisiensi |
|-----------|-----------|----------|-----------|
| | 88.67 | | 81.25 |
| | 90.67 | | 75.89 |
| | 92 | | 83.04 |
| | 98 | | 87.5 |
| | 96.67 | | 75.83 |
| | 87.33 | | 65 |
| | 95.33 | | 85 |
| | 69.33 | | |
| rata rata | 89.75 | | 79.07286 |

perhitungan rata rata efisiensi penurunan untuk tss
kecepatan aliran 0.9

| gravel 1 | efisiensi | gravel 2 | efisiensi |
|-----------|-----------|----------|-----------|
| | 97.87 | | 86.93 |
| | 97.37 | | 92.16 |
| | 92.73 | | 81.05 |
| | 97.62 | | 86.93 |
| | 86.72 | | 92.81 |
| | 98.12 | | 81.42 |
| | 93.48 | | 75.22 |
| | 86.47 | | 56.64 |
| rata rata | 93.7975 | | 85.21714 |

Perhitungan Rata-Rata Efisiensi Penurunan Kekeruhan

perhitungan rata rata efisiensi penurunan untuk
kekeruhan kecepatan aliran 0.3

| gravel 1 | efisiensi | gravel 2 | efisiensi |
|-----------|-----------|----------|-----------|
| | 41.75 | | 34.99 |
| | 47.73 | | 56.41 |
| | 42.27 | | 71.1 |
| | 70.18 | | 54.04 |
| | 15.14 | | 56.15 |
| | 31.64 | | 55.97 |
| | 38.38 | | 72.67 |
| | 51.22 | | 60.04 |
| rata rata | 42.28875 | | 57.33286 |

perhitungan rata rata efisiensi penurunan untuk
kekeruhan kecepatan aliran 0.6

| gravel 1 | efisiensi | gravel 2 | efisiensi |
|-----------|-----------|----------|-----------|
| | 51.85 | | 50.44 |
| | 60.08 | | 53.67 |
| | 68.79 | | 47.74 |
| | 58.56 | | 40.6 |
| | 71.93 | | 31.21 |
| | 51.3 | | 35.62 |
| | 56.51 | | 0.93 |
| | 45.63 | | |
| rata rata | 58.08125 | | 37.17286 |

perhitungan rata rata efisiensi penurunan untuk
kekeruhan kecepatan aliran 0.9

| gravel 1 | efisiensi | gravel 2 | efisiensi |
|-----------|-----------|----------|-----------|
| | 67.51 | | 38.82 |
| | 72.22 | | 42.58 |
| | 74.9 | | 39.85 |
| | 70.67 | | 10.45 |
| | 65.35 | | 15.42 |
| | 64.3 | | 29.7 |
| | 67.32 | | 54.09 |
| | 65.82 | | 58.06 |
| rata rata | 68.51125 | | 41.28143 |

LAMPIRAN 3

HASIL PENGUJIAN ANOVA SATU JALUR

Pengujian Anova Satu Jalur Pada Parameter Kekerusan

kekerusan 0,3 m/jam (19; 15,8; 11,1)mm

Langkah 1

Ha : ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa kadar kekerusan inlet dan outlet

Ho : tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa kadar kekerusan inlet dan outlet

Langkah 3

| | | | | | | Hasil kekerusan | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|------------------------|----------|----------|-------------|-------------|----------------|-------------|
| | | | | | | no | A1 | A2 | (A1)^2 | (A2)^2 | | |
| | | | | | | 1 | 4420.26 | 2573.67 | 19538698.47 | 6623766.974 | | |
| | | | | | | 2 | 4420.26 | 2310.49 | 19538698.47 | 5338350.177 | | |
| | | | | | | 3 | 4420.26 | 2551.92 | 19538698.47 | 6512290.583 | | |
| | | | | | | 4 | 4420.26 | 1318.34 | 19538698.47 | 1738017.719 | | |
| | | | | | | 5 | 4420.26 | 3751.01 | 19538698.47 | 14070068.52 | | |
| | | | | | | 6 | 4420.26 | 3021.58 | 19538698.47 | 9129915.481 | | |
| | | | | | | 7 | 4420.26 | 2723.64 | 19538698.47 | 7418198.508 | | |
| | | | | | | 8 | 4420.26 | 2156.38 | 19538698.47 | 4649979.017 | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | Statistik | | | | | total T | |
| | | | | | | n | 8 | 8 | | | | 16 |
| | | | | | | $\sum X$ | 35362.08 | 20407.02 | 156309587.7 | 55480586.98 | | 55769.1 |
| | | | | | | $(\sum X)^2/n_{A1}$ | 1.25E+08 | 41644626 | 2.44327E+15 | 3.0781E+14 | | 166692296.3 |

langkah 2

Ha : A1 ≠ A2 = A3

Ho : A1 = A2 = A3

Langkah 4

mencari jumlah kuadrat antar group (JKA)

-27694701

Langkah 5

mencari derajat kebebasan antar group (dkA)

Dka = A - 1

2 - 1 = 1

Langkah 6

mencari kuadrat rerata antar group (Kra)

-27694701

Langkah 7

mencari jumlah kuadrat dalam antar group (JKD)

45097878.4

Langkah 8

mencari derajat kebebasan dalam antar group (DKD)

$$DKD = N - A$$

$$16 - 2 = 14$$

Langkah 9

mencari kuadrat rerata dalam antar group (KRD)

$$KRD = JKD/DKD$$

$$3221277.03$$

Langkah 10

mencari nilai F hitung

$$F \text{ hitung} = KRA/KRD$$

$$-8.5974291$$

Langkah 11

menentukan kaidah pengujian

Jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$, maka tolak H_0 artinya signifikan

Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$, maka terima H_0 artinya tidak signifikan

Langkah 12

mencari F tabel

$$F_{tabel} = F(1 - \alpha)(dkA, dkD)$$

$$F_{tabel} = F(1 - 0,05)(1, 14)$$

$$F_{tabel} = F(0,95)(1, 14)$$

$$F_{tabel} = 4.60$$

Langkah 13

membandingkan F hitung dengan F tabel

$$F_{hitung} \leq F_{tabel}$$

$$-8.5974291 \leq 4.60$$

Langkah 14

menyimpulkan

Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$, maka terima H_0 artinya tidak signifikan

kekeruhan 0,6 m/jam (19; 15,8; 11,1)mm

Langkah 1

Ha : ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa kadar kekeruhan inlet dan outlet

Ho : tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa kadar kekeruhan inlet dan outlet

Langkah 3

| Hasil kekeruhan | | | | |
|-----------------|---------|---------|-------------|-------------|
| no | A1 | A2 | (A1)^2 | (A2)^2 |
| 1 | 3,041.4 | 1,464 | 9250040.967 | 2144385.354 |
| 2 | 3,041.4 | 1,214 | 9250040.967 | 1474121.37 |
| 3 | 3,041.4 | 949 | 9250040.967 | 901014.8115 |
| 4 | 3,041.4 | 1,260 | 9250040.967 | 1588519.933 |
| 5 | 3,041.4 | 853.82 | 9250040.967 | 729008.5924 |
| 6 | 3,041.4 | 1481.25 | 9250040.967 | 2194101.563 |
| 7 | 3,041.4 | 1,323 | 9250040.967 | 1749646.399 |
| 8 | 3,041.4 | 1,654 | 9250040.967 | 2734730.305 |

langkah 2

Ha : A1 ≠ A2 = A3

Ho : A1 = A2 = A3

| Statistik | | | | | total T |
|---------------------|----------|----------|-------------|-------------|------------|
| n | 8 | 8 | | | 16 |
| $\sum X$ | 24331.1 | 10199.6 | 74000327.73 | 13515528.33 | 34530.7 |
| $(\sum X)^2/n_{A1}$ | 59200262 | 10403190 | 5.47605E+14 | 1.8267E+13 | 69603452.3 |

Langkah 4

mencari jumlah kuadrat antar group (JKA)

$$-4919655.5$$

Langkah 5

mencari derajat kebebasan antar group (dkA)

$$Dka = A - 1$$

$$2 - 1 = 1$$

Langkah 6

mencari kuadrat rerata antar group (Kra)

$$-4919655.5$$

Langkah 7

mencari jumlah kuadrat dalam antar group (JKD)

$$17912403.7$$

Langkah 8

mencari derajat kebebasan dalam antar group (DKD)

$$DKD = N - A$$

$$16 - 2 = 14$$

Langkah 9

mencari kuadrat rerata dalam antar group (KRD)

$$KRD = JKD/DKD$$

$$1279457.41$$

Langkah 10

mencari nilai F hitung

$$F \text{ hitung} = KRA/KRD$$

$$-3.8451108$$

Langkah 11

menentukan kaidah pengujian

Jika Fhitung \geq F tabel, maka tolak Ho artinya signifikan

Jika Fhitung \leq F tabel, maka terima Ho artinya tidak signifikan

Langkah 12

mencari F tabel

$$F \text{ tabel} = F (1 - \alpha) (dkA, dkD)$$

$$F \text{ tabel} = F (1 - 0,05) (1, 14)$$

$$F \text{ tabel} = F (0,95) (1, 14)$$

$$F \text{ tabel} = 4.60$$

Langkah 13

membandingkan F hitung dengan F tabel

$$F_{hitung} \leq F_{tabel}$$

$$3.8451108 \leq 4.60$$

Langkah 14

menyimpulkan

Jika Fhitung \leq F tabel, maka terima Ho artinya tidak signifikan

Langkah 8

mencari derajat kebebasan dalam antar group (DKD)

$$DKD = N - A$$

$$16 - 2 = 14$$

Langkah 9

mencari kuadrat rerata dalam antar group (KRD)

$$KRD = JKD/DKD$$

$$6857138.29$$

Langkah 10

mencari nilai F hitung

$$F \text{ hitung} = KRA/KRD$$

$$0.94048284$$

Langkah 11

menentukan kaidah pengujian

Jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$, maka tolak H_0 artinya signifikan

Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$, maka terima H_0 artinya tidak signifikan

Langkah 12

mencari F tabel

$$F_{tabel} = F(1 - \alpha)(dkA, dkD)$$

$$F_{tabel} = F(1 - 0,05)(1, 14)$$

$$F_{tabel} = F(0,95)(1, 14)$$

$$F_{tabel} = 4,60$$

Langkah 13

membandingkan F hitung dengan F tabel

$$F_{hitung} \leq F_{tabel}$$

$$0.94048284 \leq 4.60$$

Langkah 14

menyimpulkan

Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$, maka terima H_0 artinya tidak signifikan

Langkah 8

mencari derajat kebebasan dalam antar group (DKD)

$$DKD = N - A$$

$$16 - 2 = 14$$

Langkah 9

mencari kuadrat rerata dalam antar group (KRD)

$$KRD = JKD/DKD$$

$$6578215.38$$

Langkah 10

mencari nilai F hitung

$$F \text{ hitung} = KRA/KRD$$

$$-2.2186919$$

Langkah 11

menentukan kaidah pengujian

Jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$, maka tolak H_0 artinya signifikan

Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$, maka terima H_0 artinya tidak signifikan

Langkah 12

mencari F tabel

$$F_{tabel} = F(1 - \alpha)(dkA, dkD)$$

$$F_{tabel} = F(1 - 0,05)(1, 14)$$

$$F_{tabel} = F(0,95)(1, 14)$$

$$F_{tabel} = 4.60$$

Langkah 13

membandingkan F hitung dengan F tabel

$$F_{hitung} \leq F_{tabel}$$

$$2.2186919 \leq 4.60$$

Langkah 14

menyimpulkan

Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$, maka terima H_0 artinya tidak signifikan

Langkah 8

mencari derajat kebebasan dalam antar group (DKD)

$$DKD = N - A$$

$$14 - 2 = 12$$

Langkah 9

mencari kuadrat rerata dalam antar group (KRD)

$$KRD = JKD/DKD$$

$$1871709.42$$

Langkah 10

mencari nilai F hitung

$$F \text{ hitung} = KRA/KRD$$

$$-9.4012003$$

Langkah 11

menentukan kaidah pengujian

Jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$, maka tolak H_0 artinya signifikan

Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$, maka terima H_0 artinya tidak signifikan

Langkah 12

mencari F tabel

$$F_{tabel} = F(1 - \alpha)(dkA, dkD)$$

$$F_{tabel} = F(1 - 0,05)(1, 12)$$

$$F_{tabel} = F(0,95)(1, 12)$$

$$F_{tabel} = 4.75$$

Langkah 13

membandingkan F hitung dengan F tabel

$$F_{hitung} \leq F_{tabel}$$

$$-9.4012003 \leq 4.75$$

Langkah 14

menyimpulkan

Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$, maka terima H_0 artinya tidak signifikan

Langkah 8

mencari derajat kebebasan dalam antar group (DKD)

$$DKD = N - A$$

$$16 - 2 = 14$$

Langkah 9

mencari kuadrat rerata dalam antar group (KRD)

$$KRD = JKD/DKD$$

$$7164202.66$$

Langkah 10

mencari nilai F hitung

$$F \text{ hitung} = KRA/KRD$$

$$-8.6928211$$

Langkah 11

menentukan kaidah pengujian

Jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$, maka tolak H_0 artinya signifikan

Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$, maka terima H_0 artinya tidak signifikan

Langkah 12

mencari F tabel

$$F_{tabel} = F(1 - \alpha)(dkA, dkD)$$

$$F_{tabel} = F(1 - 0,05)(1, 14)$$

$$F_{tabel} = F(0,95)(1, 14)$$

$$F_{tabel} = 4,60$$

Langkah 13

membandingkan F hitung dengan F tabel

$$F_{hitung} \leq F_{tabel}$$

$$-8.6928211 \leq 4.60$$

Langkah 14

menyimpulkan

Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$, maka terima H_0 artinya tidak signifikan

Pengujian Anova Satu Jalur Pada Parameter TSS

TSS 0,3 m/jam (19; 15,8; 11,1)mm

Langkah 1

Ha : ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa kadar TSS inlet dan outlet

Ho : tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa kadar TSS inlet dan outlet

Langkah 3

langkah 2

Ha : $A1 \neq A2 = A3$

Ho : $A1 = A2 = A3$

| | | | | | | Hasil TSS | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|---------------------|---------|----------|-------------|-------------|----------------|-------------|
| | | | | | | no | A1 | A2 | (A1)^2 | (A2)^2 | | |
| | | | | | | 1 | 652 | 98 | 425104 | 9604 | | |
| | | | | | | 2 | 652 | 90 | 425104 | 8100 | | |
| | | | | | | 3 | 652 | 94 | 425104 | 8836 | | |
| | | | | | | 4 | 652 | 64 | 425104 | 4096 | | |
| | | | | | | 5 | 652 | 390 | 425104 | 152100 | | |
| | | | | | | 6 | 652 | 324 | 425104 | 104976 | | |
| | | | | | | 7 | 652 | 292 | 425104 | 85264 | | |
| | | | | | | 8 | 652 | 74 | 425104 | 5476 | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | Statistik | | | | | total T | |
| | | | | | | n | 8 | 8 | | | | 16 |
| | | | | | | $\sum X$ | 5216 | 1426 | 3400832 | 378452 | | 6642.000 |
| | | | | | | $(\sum X)^2/n_{A1}$ | 2720666 | 203347.6 | 1.15657E+12 | 14322591630 | | 2924013.200 |

Langkah 4

mencari jumlah kuadrat antar group (JKA)

166752.95

Langkah 5

mencari derajat kebebasan antar group (dka)

Dka = A - 1

2 - 1 = 1

Langkah 6

mencari kuadrat rerata antar group (Kra)

166752.95

Langkah 7

mencari jumlah kuadrat dalam antar group (JKD)

855270.8

Langkah 8

mencari derajat kebebasan dalam antar group (DKD)

$$DKD = N - A$$

$$16 - 2 = 14$$

Langkah 9

mencari kuadrat rerata dalam antar group (KRD)

$$KRD = JKD/DKD$$

$$61090.7714$$

Langkah 10

mencari nilai F hitung

$$F \text{ hitung} = KRA/KRD$$

$$2.72959313$$

Langkah 11

menentukan kaidah pengujian

Jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$, maka tolak H_0 artinya signifikan

Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$, maka terima H_0 artinya tidak signifikan

Langkah 12

mencari F tabel

$$F_{tabel} = F(1 - \alpha)(dkA, dkD)$$

$$F_{tabel} = F(1 - 0,05)(1, 14)$$

$$F_{tabel} = F(0,95)(1, 14)$$

$$F_{tabel} = 4.60$$

Langkah 13

membandingkan F hitung dengan F tabel

$$F_{hitung} \leq F_{tabel}$$

$$2.72959313 \leq 4.60$$

Langkah 14

menyimpulkan

Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$, maka terima H_0 artinya tidak signifikan

Langkah 9

mencari kuadrat rerata dalam antar group (KRD)

$$KRD = JKD/DKD$$

$$10764.6$$

Langkah 10

mencari nilai F hitung

$$F \text{ hitung} = KRA/KRD$$

$$13.420782$$

Langkah 11

menentukan kaidah pengujian

Jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$, maka tolak H_0 artinya signifikan

Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$, maka terima H_0 artinya tidak signifikan

Langkah 12

mencari F tabel

$$F_{tabel} = F (1 - \alpha) (dkA, dkD)$$

$$F_{tabel} = F (1 - 0,05) (1, 14)$$

$$F_{tabel} = F (0,95) (1, 14)$$

$$F_{tabel} = 4.60$$

Langkah 13

membandingkan F hitung dengan F tabel

$$F_{hitung} \geq F_{tabel}$$

$$13.420782 \geq 4.60$$

Langkah 14

menyimpulkan

Jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$, maka tolak H_0 artinya signifikan

Langkah 9

mencari kuadrat rerata dalam antar group (KRD)

$$\text{KRD} = \text{JKD}/\text{DKD}$$

$$295282.514$$

Langkah 10

mencari nilai F hitung

$$\text{F hitung} = \text{KRA}/\text{KRD}$$

$$16.5021922$$

Langkah 11

menentukan kaidah pengujian

Jika $F_{\text{hitung}} \geq F_{\text{tabel}}$, maka tolak H_0 artinya signifikan

Jika $F_{\text{hitung}} \leq F_{\text{tabel}}$, maka terima H_0 artinya tidak signifikan

Langkah 12

mencari F tabel

$$F_{\text{tabel}} = F(1 - \alpha)(dkA, dkD)$$

$$F_{\text{tabel}} = F(1 - 0,05)(1, 14)$$

$$F_{\text{tabel}} = F(0,95)(1, 14)$$

$$F_{\text{tabel}} = 4,60$$

Langkah 13

membandingkan F hitung dengan F tabel

$$F_{\text{hitung}} \geq F_{\text{tabel}}$$

$$16.5021922 \geq 4.60$$

Langkah 14

menyimpulkan

Jika $F_{\text{hitung}} \geq F_{\text{tabel}}$, maka tolak H_0 artinya signifikan

TSS 0,3 m/jam (11,1; 6,3; 2,3)mm

Langkah 1

Ha : ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa kadar TSS inlet dan outlet

Ho : tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa kadar TSS inlet dan outlet

Langkah 3

| no | Hasil TSS | | | |
|----|-----------|----|--------|--------|
| | A1 | A2 | (A1)^2 | (A2)^2 |
| 1 | 490 | 40 | 240100 | 1600 |
| 2 | 490 | 66 | 240100 | 4356 |
| 3 | 490 | 82 | 240100 | 6724 |
| 4 | 342 | 72 | 116964 | 5184 |
| 5 | 342 | 82 | 116964 | 6724 |
| 6 | 342 | 34 | 116964 | 1156 |
| 7 | 342 | 62 | 116964 | 3844 |

langkah 2

Ha : $A1 \neq A2 = A3$

Ho : $A1 = A2 = A3$

| Statistik | | | | | total T |
|---------------------|----------|---------|-------------|------------|------------|
| n | 7 | 7 | | | 14 |
| $\sum X$ | 2838 | 438 | 1188156 | 29588 | 3276.000 |
| $(\sum X)^2/n_{A1}$ | 805424.4 | 19184.4 | 1.41171E+11 | 87544974.4 | 824608.800 |

Langkah 4

mencari jumlah kuadrat antar group (JKA)

58024.8

Langkah 5

mencari derajat kebebasan antar group (dka)

$Dka = A - 1$

$2 - 1 = 1$

Langkah 6

mencari kuadrat rerata antar group (Kra)

58024.8

Langkah 7

mencari jumlah kuadrat dalam antar group (JKD)

393135.2

Langkah 8

mencari derajat kebebasan dalam antar group (DKD)

$DKD = N - A$

$14 - 2 = 12$

Langkah 9

mencari kuadrat rerata dalam antar group (KRD)

$$KRD = JKD/DKD$$

$$32761.2667$$

Langkah 10

mencari nilai F hitung

$$F \text{ hitung} = KRA/KRD$$

$$1.77114031$$

Langkah 11

menentukan kaidah pengujian

Jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$, maka tolak H_0 artinya signifikan

Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$, maka terima H_0 artinya tidak signifikan

Langkah 12

mencari F tabel

$$F_{tabel} = F(1 - \alpha)(dkA, dkD)$$

$$F_{tabel} = F(1 - 0,05)(1, 12)$$

$$F_{tabel} = F(0,95)(1, 12)$$

$$F_{tabel} = 4.75$$

Langkah 13

membandingkan F hitung dengan F tabel

$$F_{hitung} \leq F_{tabel}$$

$$1.77114031 \leq 4.75$$

Langkah 14

menyimpulkan

Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$, maka terima H_0 artinya tidak signifikan

TSS 0,6 m/jam (11,1; 6,3; 2,3)mm

Langkah 1

Ha : ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa kadar TSS inlet dan outlet

Ho : tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa kadar TSS inlet dan outlet

Langkah 3

| no | Hasil TSS | | | |
|----|-----------|----|--------|--------|
| | A1 | A2 | (A1)^2 | (A2)^2 |
| 1 | 224 | 42 | 50176 | 1764 |
| 2 | 224 | 54 | 50176 | 2916 |
| 3 | 224 | 38 | 50176 | 1444 |
| 4 | 224 | 28 | 50176 | 784 |
| 5 | 240 | 58 | 57600 | 3364 |
| 6 | 240 | 84 | 57600 | 7056 |
| 7 | 240 | 36 | 57600 | 1296 |

langkah 2

Ha : $A1 \neq A2 = A3$

Ho : $A1 = A2 = A3$

| Statistik | | | | | total T |
|---------------------|----------|-------|-------------|------------|------------|
| n | 7 | 7 | | | 14 |
| $\sum X$ | 1616 | 340 | 373504 | 18624 | 1956.000 |
| $(\sum X)^2/n_{A1}$ | 261145.6 | 11560 | 13950523802 | 34685337.6 | 272705.600 |

Langkah 4

mencari jumlah kuadrat antar group (JKA)

$$-575.54286$$

Langkah 5

mencari derajat kebebasan antar group (dka)

$$Dka = A - 1$$

$$2 - 1 = 1$$

Langkah 6

mencari kuadrat rerata antar group (Kra)

$$-575.54286$$

Langkah 7

mencari jumlah kuadrat dalam antar group (JKD)

$$119422.4$$

mencari derajat kebebasan dalam antar group (DKD)

$$DKD = N - A$$

$$14 - 2 = 12$$

Langkah 9

mencari kuadrat rerata dalam antar group (KRD)

$$KRD = JKD/DKD$$

$$9951.86667$$

Langkah 10

mencari nilai F hitung

$$F \text{ hitung} = KRA/KRD$$

$$-0.0578327$$

Langkah 11

menentukan kaidah pengujian

Jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$, maka tolak H_0 artinya signifikan

Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$, maka terima H_0 artinya tidak signifikan

Langkah 12

mencari F tabel

$$F_{tabel} = F(1 - \alpha)(dkA, dkD)$$

$$F_{tabel} = F(1 - 0,05)(1, 12)$$

$$F_{tabel} = F(0,95)(1, 12)$$

$$F_{tabel} = 4.75$$

Langkah 13

membandingkan F hitung dengan F tabel

$$F_{hitung} \leq F_{tabel}$$

$$0.0578327 \leq 4.75$$

Langkah 14

menyimpulkan

Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$, maka terima H_0 artinya tidak signifikan

TSS 0,9 m/jam (11,1; 6,3; 2,3)mm

Langkah 1

Ha : ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa kadar TSS inlet dan outlet

Ho : tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa kadar TSS inlet dan outlet

Langkah 3

| | | Hasil TSS | | | | |
|---------------------|----------|-----------|-------------|------------|----------------|--|
| no | A1 | A2 | (A1)^2 | (A2)^2 | | |
| 1 | 306 | 40 | 93636 | 1600 | | |
| 2 | 306 | 24 | 93636 | 576 | | |
| 3 | 306 | 58 | 93636 | 3364 | | |
| 4 | 306 | 40 | 93636 | 1600 | | |
| 5 | 306 | 22 | 93636 | 484 | | |
| 6 | 226 | 42 | 51076 | 1764 | | |
| 7 | 226 | 56 | 51076 | 3136 | | |
| 8 | 226 | 98 | 51076 | 9604 | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Statistik | | | | | total T | |
| n | 8 | 8 | | | 16 | |
| $\sum X$ | 2208 | 380 | 621408 | 22128 | 2588.000 | |
| $(\sum X)^2/n_{A1}$ | 487526.4 | 14440 | 38614790246 | 48964838.4 | 501966.400 | |

langkah 2

Ha : A1 ≠ A2 = A3

Ho : A1 = A2 = A3

Langkah 4

mencari jumlah kuadrat antar group (JKA)

$$83357.4$$

Langkah 5

mencari derajat kebebasan antar group (dka)

$$Dka = A - 1$$

$$2 - 1 = 1$$

Langkah 6

mencari kuadrat rerata antar group (Kra)

$$83357.4$$

Langkah 7

mencari jumlah kuadrat dalam antar group (JKD)

$$141569.6$$

Langkah 8

mencari derajat kebebasan dalam antar group (DKD)

$$DKD = N - A$$

$$16 - 2 = 14$$

Langkah 9

mencari kuadrat rerata dalam antar group (KRD)

$$KRD = JKD/DKD$$

$$10112.1143$$

Langkah 10

mencari nilai F hitung

$$F \text{ hitung} = KRA/KRD$$

$$8.2433206$$

Langkah 11

menentukan kaidah pengujian

Jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$, maka tolak H_0 artinya signifikan

Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$, maka terima H_0 artinya tidak signifikan

Langkah 12

mencari F tabel

$$F_{tabel} = F(1 - \alpha)(dkA, dkD)$$

$$F_{tabel} = F(1 - 0,05)(1, 14)$$

$$F_{tabel} = F(0,95)(1, 14)$$

$$F_{tabel} = 4,60$$

Langkah 13

membandingkan F hitung dengan F tabel

$$F_{hitung} \geq F_{tabel}$$

$$8.2433206 \geq 4.60$$

Langkah 14

menyimpulkan

Jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$, maka tolak H_0 artinya signifikan

LAMPIRAN 4

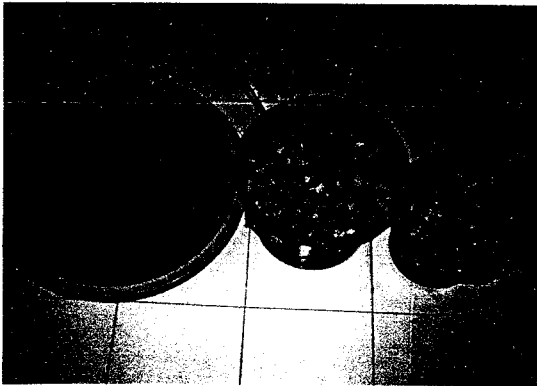
DOKUMENTASI



Gambar.1. Pembuatan reaktor



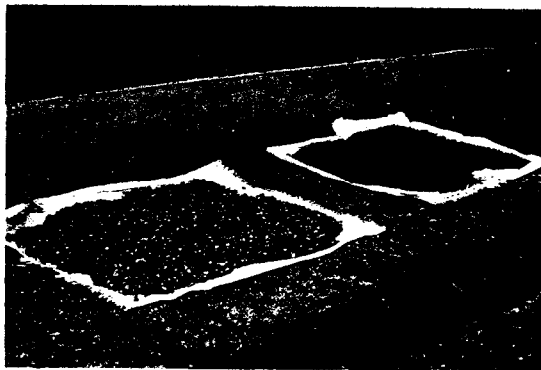
Gambar.2. Pencarian media kerikil



Gambar.3. Pengayakan Media Kerikil



Gambar.4. Pencucian Media Kerikil



Gambar.5. Pengeringan Media Kerikil



Gambar.6. Pengambilan Sampel Air

LAMPIRAN 5

PERATURAN PEMERINTAH RI NO. 80 TAHUN

2001

**PERATURAN PEMERINTAH RI NO.82 TAHUN 2001
TENTANG PENGELOLAAN KUALITAS AIR DAN PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR**

KRITERIA MUTU AIR BERDASARKAN KELAS

| PARAMETER | SATUAN | KELAS | | | | KETERANGAN |
|---------------------------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|
| | | I | II | III | IV | |
| FISIKA | | | | | | |
| Temperatur | °C | Deviasi 3 | Deviasi 3 | Deviasi 3 | Deviasi 3 | Deviasi temperatur dari keadaan alamiahnya |
| Residu Terlarut | mg/L | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | |
| Residu Tersuspensi | mg/L | 50 | 50 | 400 | 400 | Bagi pengolahan air minum secara konvensional, residu tersuspensi ≤ 5000mg/L |
| KIMIA ORGANIK | | | | | | |
| PH | | 6 - 9 | 6 - 9 | 6 - 9 | 6 - 9 | Apabila secara alamiah di luar rentang tersebut, maka ditentukan berdasarkan kondisi alamiah |
| BOD | mg/L | 2 | 3 | 6 | 12 | |
| COD | mg/L | 10 | 25 | 50 | 100 | |
| DO | mg/L | 6 | 4 | 3 | 0 | |
| Total Fosfat sebagai P | mg/L | 0.2 | 0.2 | 1 | 5 | Angka batas minimum |
| NO ₃ sebagai N | mg/L | 10 | 10 | 20 | 20 | |
| NH ₃ -N | mg/L | 0.5 | (-) | (-) | (-) | Bagi perikanan, kandungan ammonia bebas untuk ikan yang peka ≤ 0.02 mg/L sebagai NH ₃ |
| Arsen | mg/L | 0.05 | 1 | 1 | 1 | |

| | | | | | | | |
|-----------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|--|--|
| Kobalt | mg/L | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | | |
| Barium | mg/L | 1 | (-) | (-) | (-) | | |
| Boron | mg/L | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| Selenium | mg/L | 0.01 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | | |
| Kadmium | mg/L | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | | |
| Khrom (VI) | mg/L | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 1 | | |
| Tembaga | mg/L | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | | Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Cu ≤ 1 mg/L |
| Besi | mg/L | 0.3 | (-) | (-) | (-) | | Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Fe ≤ 5 mg/L |
| Timbal | mg/L | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 1 | | Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Pb ≤ 0.1 mg/L |
| Mangan | mg/L | 0.1 | (-) | (-) | (-) | | |
| Air Raksa | mg/L | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 0.005 | | |
| Seng | mg/L | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 2 | | Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Zn ≤ 0.5 mg/L |
| Khlorida | mg/L | 600 | (-) | (-) | (-) | | |
| Sianida | mg/L | 0.02 | 0.02 | 0.02 | (-) | | |
| Flourida | mg/L | 0.5 | 1.5 | 1.5 | (-) | | |
| Nitrit sebagai N | mg/L | 0.06 | 0.06 | 0.06 | (-) | | Bagi pengolahan air minum secara konvensional, NO ₂ -N ≤ 1 mg/L |
| Sulfat | mg/L | 400 | (-) | (-) | (-) | | |
| Khlorin bebas | mg/L | 0.03 | 0.03 | 0.03 | (-) | | Bagi ABAM tidak dipersyaratkan |
| Belerang sebagai H ₂ S | mg/L | 0.002 | 0.002 | 0.002 | (-) | | Bagi pengolahan air minum |

| | | | | | | | | | secara konvensional, S sebagai H ₂ S ≤ 0.1 mg/L |
|-----------------------------|-----------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| MIKROBIOLOGI | | | | | | | | | |
| Fecal Coliform | Jml/100mL | 100 | 1000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | Bagi pengolahan air minum secara konvensional, fecal Coliform ≤ 2000 jml/100mL dan Total Coliform ≤ 10000 jml/100mL |
| Total Coliform | Jml/100mL | 1000 | 5000 | 10000 | 10000 | 10000 | 10000 | 10000 | |
| RADIOAKTIVITAS | | | | | | | | | |
| Gross - A | Bq/L | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | |
| Gross - B | Bq/L | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| KIMIA ORGANIK | | | | | | | | | |
| Minyak & Lemak | ug/L | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | (-) | |
| Detergen sebagai MBAS | ug/L | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | (-) | |
| Senyawa Fenol sebagai Fenol | ug/L | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| BHC | ug/L | 210 | 210 | 210 | 210 | 210 | 210 | (-) | |
| Aldrin/Dieldrin | ug/L | 17 | (-) | (-) | (-) | (-) | (-) | (-) | |
| Chlordane | ug/L | 3 | (-) | (-) | (-) | (-) | (-) | (-) | |
| DDT | ug/L | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |

Sumber: Lampiran PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air