

NO : TA / TL / 2006 / 0096

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| PERPUSTAKAAN FISIP 011 |                  |
| HARIAN/DEMI            |                  |
| TGL. TERIMA :          | 13 Juli 2006     |
| NO. JUDUL :            | 00 2036          |
| NO. INV. :             | 512 006 20 36001 |
| NO. INTUK :            |                  |

TUGAS AKHIR

**EFEKTIFITAS *UP FLOW ROUGHING FILTER (IN SERIES)* DALAM  
MENURUNKAN KADAR KEKERUHAN DAN *TOTAL SUSPENDED SOLID*  
PADA AIR PERMUKAAN SELOKAN MATARAM YOGYAKARTA**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Untuk Memenuhi  
Persyaratan Guna Memperoleh Derajat Sarjana S-rata-1  
Teknik Lingkungan**



Disusun Oleh :

**Nama : NILAM PUSPITA MAYA SARI**

**No. Mahasiswa : 01 513 077**

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

**2006**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**EFEKTIFITAS *UP FLOW ROUGHING FILTER (IN SERIES)* DALAM  
MENURUNKAN KADAR KEKERUHAN DAN *TOTAL SUSPENDED  
SOLID* PADA AIR PERMUKAAN SELOKAN MATARAM  
YOGYAKARTA**

**TUGAS AKHIR**

**Nama** : Nilam Puspita Maya Sari  
**NIM** : 01 513 077  
**Jurusan** : Teknik Lingkungan


**Pembimbing I :**

**Ir. H. Kasam, MT**

  
\_\_\_\_\_  
**Tanggal :** 8-7-06

**Pembimbing II :**

**Hudori, ST**

  
\_\_\_\_\_  
**Tanggal :** 8/7'06

## ABSTRAK

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. Pada penelitian ini, sampel air baku yang digunakan adalah sampel air yang diambil dari air Selokan Mataram, Jogjakarta. Tingginya kadar kekeruhan pada air Selokan Mataram melatarbelakangi digunakannya air tersebut sebagai sampel air yang perlu dilakukan pengolahan untuk memperbaiki kualitasnya terutama kadar kekeruhan dan TSS. Sebagai salah satu alternatif pengolahan yang sederhana yang dapat diterapkan adalah pengolahan dengan *roughing filter* bermedia gravel.

Penelitian ini menggunakan reaktor *Up Flow Roughing Filter In Series* dengan variasi ukuran gravel dan kecepatan aliran. Variasi pertama menggunakan gravel dengan ukuran (19; 15,8; 11,1)mm dan variasi kedua (11,1; 6,3; 2,3) mm. Variasi kecepatan untuk keduanya adalah 0,3 m/jam, 0,6 m/jam dan 0,9 m/jam. Luas permukaan reaktor  $A = 0,3m^2$ , tinggi  $h = 1m$ . Analisa laboratorium, metode Nephelometric digunakan untuk menguji Kekeruhan dengan menggunakan Turbidimeter, sedangkan untuk analisa TSS menggunakan metode gravimetric.

Dari hasil penelitian, untuk ukuran gravel (19; 15,8; 11,1)mm efisiensi kekeruhan sebesar 79,22-92,61% dan TSS 38,67-54,67%. Untuk ukuran gravel (11,1; 6,3; 2,3)mm efisiensi kekeruhan sebesar 62,03-93,92% dan TSS 53,63-92,74%. Variasi ukuran gravel untuk penurunan kekeruhan dan TSS paling baik dicapai oleh ukuran gravel (19; 15,8; 11,1)mm. Variasi kecepatan aliran yang paling baik untuk penurunan kekeruhan adalah 0,3m/jam dan untuk TSS 0,9m/jam.

Kata kunci : Air permukaan, *Roughing Filter*, Kekeruhan dan TSS.

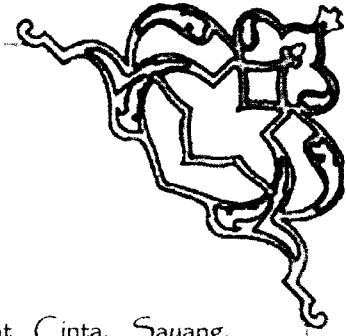
## ABSTRACT

Some of standard waters for pure water supply were taken from surface water sources, like from rivers, lakes, pools, etc. River's water as one of standard water sources is quantitatively larger than other standard waters. In this study, the standard water sample used is the water that taken from Selokan Mataram, Yogyakarta. The high turbidity level of Selokan Mataram water was being a reason to use that water as a sample. Later it processed in order to repair the quality of water especially the turbidity level and *TSS*. One alternative of simple water processing that can applied is the process using *roughing filter* with gravel media.

This study using the reactor of *Up Flow Roughing Filter In Series* with the gravel size variation and flowing speed. First variation the gravel on size (19; 15,8; 11,1)mm and second variation (11,1; 6,3; 2,3)mm. The speed variation for both gravel are 0,3 m/hour, 0,6 m/hour and 0,9 m/hour. The wide of reactor surface  $A = 0,3 \text{ m}^2$ , high of  $h = 1 \text{ m}$ . Laboratory analysis, Nephelometric method was taken to test the turbidity level using Turbidimeter, besides for *TSS* analysis using the gravimetric method.

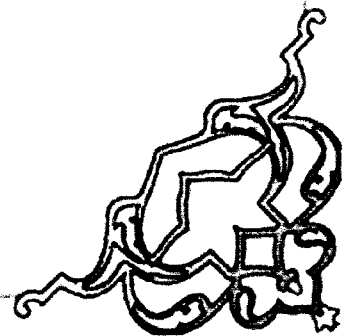
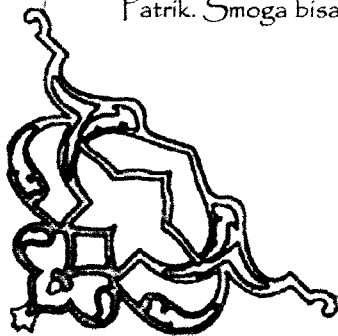
From the study results, for gravel size of (19; 15,8; 11,1) mm the turbidity efficiency is 79,22 – 92,61% and *TSS* 38,67 – 54,67 %. For the gravel size of (11,1; 6,3; 2,3) mm, the turbidity efficiency is 62,03 – 93,92 % and *TSS* 53,63 – 92,74 %. The best gravel size variation for the decrease of turbidity and *TSS* were reached by gravel size of (19; 15,8; 11,1) mm. The best flowing speed variation for the decrease of turbidity is 0,3 m/hour and for *TSS* 0,9 m/hour.

Keywords : Surface water, *Roughing filter*, Turbidity and *TSS*.



## Special Thanks' to :

- Penjaga Hatiku "Aris Widyatmoko", Makasih buat Cinta, Sayang, Perhatian, Dukungan, Nasehat dan semua yg udah sayang berikan buat aku. Terima Kasih udah memberi warna-warni hidup dlm setiap langkahku, mengisi hari-hariku dgn suka dan duka, mengajari aku gmn menghargai hidup dan membuat aku mjd orang yg lbh tegar. Terima Kasih ya.. Smoga kita bisa..??? I LOVE U...
- My Little Girl, Cha-Cha jgn cengeng lagi ya udah gede lho..
- Temen Baekku Yulie, tiada kata yg lbh baik Terima Kasih buat semua, suka dan duka akan sll mjd kenangan. Smoga semua ini ga' berakhir sampai disini. Makasih juga buat Mas Jam ya..
- Abang-abangku : Awan, Dedet, Makasih byk ya boss.. buat semuanya n Good luck buat kalian B'2.. Thanks for All ya..
- Yoen, Wien, makasih ya.. ttp semangat n jgn mikirin hantu kasur trs he..he..he..
- Anak-anak kos C152a : Mba' Vita, Mas Pamungkas, Sari Kecil, Obor. Makasih buat tumpangannya dan semua bantuan yg udah kalian berikan buat aku. Sorry ya klo ku ada salah.
- Keluarga besarku, Mbah Wiroku sayang, Le' Wan, Om Marno, Abangku Joko, Budhe Win, Pa'dhe No, Dimas, Ester, Ivan, Nisa. Terima kasih ya..
- Keluarga besar Bp. Suparno dan Ibu Sri Wiji Lastuti, Mba' Adri, Mas Piyus, Mba' Rini, Mas Bowo, Mas In, De' Fabi, Asti, Fredo, Adit, Nada, Patrik. Smoga bisa selamanya mjd bagian dr hidupku.



## Kata Mutiara

Bagi Allah-lah kerajaan langit dan bumi, Allah Maha Kuasa akan segala sesuatu.

(Ali Imran : 189)

Dan kepunyaan Allah-lah timur dan barat, maka kemanapun kamu menghadap di situlah wajah Allah. Sesungguhnya Allah Maha Luas rahmat-Nya lagi Maha Mengetahui.

(Al Baqarah : 115)

Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, silih bergantinya malam dan siang, bahtera yang berlayar di laut membawa apa yang berguna bagi manusia, dan apa yang Allah turunkan dari langit berupa air, lalu dengan air itu dia hidupkan bumi sesudah matinya dan dia sebarkan di bumi itu segala jenis hewan, dan pengisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi, sungguh terdapat tanda-tanda keesaan dan kebesaran Allah bagi kaum yang memikirkan.

(Al Baqarah : 164)

## KATA PENGANTAR

*Assalamua'laikum Wr.Wb*

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan berkah, rahmat, karunia dan rihdoNya, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Efektifitas *Up Flow Roughing Filter (In Series)* Dalam Menurunkan Kadar Kekeruhan Dan *Total Suspended Solid (TSS)* Pada Air Permukaan Selokan Mataram Yogyakarta”**.

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

Saya menyadari sepenuhnya bahwa tanpa adanya komitmen, sumbangan pemikiran serta bantuan dari pihak-pihak lain, maka skripsi ini tidak mungkin terwujud dan terselesaikan. Dengan segala ketulusan hati, pada kesempatan ini saya mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Luqman Hakim, ST, MSi, selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-UII.
2. Bapak Ir. H. Kasam, MT, selaku dosen pembimbing I terima kasih atas semua bantuan, bimbingan, saran, kritik dan waktu yang telah diluangkan untuk membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini..
3. Bapak Hudori, ST, selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan banyak waktu dan pikirannya untuk memberikan bimbingan serta petunjuk kepada saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

|               |   |    |
|---------------|---|----|
| <b>BAB II</b> | <b>TINJAUAN PUSTAKA</b>                     | 5  |
| 2.1.          | Karakteristik Air Baku                      | 5  |
| 2.2.          | Air Permukaan                               | 9  |
| 2.3.          | Air Sungai Sebagai Sumber Air Bersih        | 10 |
| 2.3.1.        | Kuantitas                                   | 10 |
| 2.3.2.        | Kualitas                                    | 11 |
| 2.4.          | Air Minum                                   | 12 |
| 2.5.          | Kekeruhan dan TSS Di dalam Air Permukaan    | 12 |
| 2.5.1.        | Kekeruhan                                   | 12 |
| 2.5.2.        | Total Suspended Solid (TSS)                 | 16 |
| 2.6.          | Dasar Teori Filtrasi                        | 18 |
| 2.6.1.        | Filtrasi                                    | 18 |
| 2.6.2.        | Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Filtrasi    | 19 |
| 2.6.3.        | Pembersihan Filter                          | 21 |
| 2.6.4.        | Pemeliharaan Filter                         | 23 |
| 2.6.5.        | Mekanisme Transport                         | 24 |
| 2.7.          | <i>Roughing Filter (RF)</i>                 | 26 |
| 2.7.1.        | Variabel Desain <i>Roughing Filter</i>      | 29 |
| 2.7.2.        | Jenis-jenis Material <i>Roughing Filter</i> | 29 |
| 2.7.3.        | <i>Up Flow Roughing Filter In Series</i>    | 31 |
| 2.8.          | Hipotesa                                    | 33 |



|                |   |    |
|----------------|---|----|
| <b>BAB III</b> | <b>METODE PENELITIAN</b> .....                          | 34 |
|                | 3.1. Jenis Penelitian .....                             | 34 |
|                | 3.2. Obyek Penelitian.....                              | 34 |
|                | 3.3. Lokasi Penelitian.....                             | 34 |
|                | 3.4. Variabel Penelitian.....                           | 34 |
|                | 3.5. Tahap Pelaksanaan Percobaan .....                  | 36 |
|                | 3.5.1. Penyediaan Media.....                            | 36 |
|                | 3.5.2. alat Penelitian.....                             | 37 |
|                | 3.6. Pelaksanaan Penelitian.....                        | 39 |
|                | 3.6.1. Persiapan Media.....                             | 39 |
|                | 3.6.2. Persiapan Alat.....                              | 39 |
|                | 3.7. Pengukuran Kekeruhan dan <i>TSS</i> .....          | 40 |
|                | 3.7.1. Pengukuran Kekeruhan.....                        | 40 |
|                | 3.7.2. Pengukuran <i>TSS</i> .....                      | 41 |
|                | 3.8. Analisa Data.....                                  | 41 |
|                | 3.9. Diagram Alir Penelitian .....                      | 43 |
| <br>           |   |    |
| <b>BAB IV</b>  | <b>HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b> .....            | 44 |
|                | 4.1. Hasil Penelitian .....                             | 44 |
|                | 4.2. Analisa Data .....                                 | 44 |
|                | 4.2.1. Hasil konsentrasi <i>TSS</i> dan Kekeruhan ..... | 44 |
|                | 4.3. Pembahasan.....                                    | 54 |
|                | 4.3.1. Total Suspended Solid ( <i>TSS</i> ).....        | 54 |
|                | 4.3.2. Kekeruhan.....                                   | 56 |

|                       |                             |       |
|-----------------------|-----------------------------|-------|
| <b>BAB V</b>          | <b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> | 58    |
|                       | 5.1. Kesimpulan             | 58    |
|                       | 5.2. Saran                  | 58    |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> |                             | xvii  |
| <b>LAMPIRAN</b>       |                             | xviii |

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Spektrum Ukuran Partikel

Tabel 2.2 Jenis Partikel Koloid dan Tersuspensi.

Tabel.2.3. Ukuran Pecahan Kerikil Untuk Roughing Filter

Tabel 2.4 Pengurangan Kekeruhan dengan Material Berbeda

Tabel 3.1. Variasi Gravel dan Kecepatan Aliran

Tabel 4.1 Pengujian Anova Variasi Ukuran Gravel Terhadap Efisiensi  
Removal Kekeruhan

Tabel 4.2 Pengujian Anova Variasi Ukuran Gravel Terhadap Efisiensi  
Removal TSS

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1. Mekanisme Filtrasi
- Gambar 2.2. Layout Prefilter
- Gambar 2.3 *Upflow Roughing Filter* Tampak Atas
- Gambar 3.1 Variasi Media Kerikil
- Gambar 3.2 Reaktor *Roughing Filter*
- Gambar 3.3 Inlet Atas
- Gambar 3.4 Turbidimeter
- Gambar 3.5. Diagram Alir Penelitian
- Gambar 4.1 Efisiensi Kekeruhan Pada Variasi Pertama
- Gambar 4.2 Efisiensi TSS Pada Variasi Pertama
- Gambar 4.3 Efisiensi Kekeruhan Pada Variasi Kedua
- Gambar 4.4 Efisiensi TSS Pada Variasi Kedua
- Gambar 4.5 Efisiensi Kekeruhan Pada Variasi Ketiga
- Gambar 4.6 Efisiensi TSS Pada Variasi Ketiga
- Gambar 4.7 Efisiensi Kekeruhan Pada Variasi Keempat
- Gambar 4.8 Efisiensi TSS Pada Variasi Keempat
- Gambar 4.9 Efisiensi Kekeruhan Pada Variasi Kelima
- Gambar 4.10 Efisiensi TSS Pada Variasi Kelima

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **I.1. Latar Belakang**

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.

Kegiatan alam maupun manusia dapat mempengaruhi tingkat kekeruhan yang terjadi pada air sungai yang disebabkan oleh partikel-partikel koloid. 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.

Pada penelitian ini, sampel air baku yang digunakan adalah sampel air yang 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.

Selokan Mataram ini berupa sungai kecil yang dibuat oleh Sri Sultan Hamengku Buwana IX pada jaman pendudukan Jepang. Air dari Selokan Mataram diambil dari Sungai Progo dan mengalir sepanjang kira-kira 60 Km

menunju sungai Opak. Wilayah yang dilewati Selokan Mataram dengan sendirinya bisa mengambil air untuk keperluan pertanian. Aliran sungai Progo yang mengalir di selokan dipakai untuk mengairi sawah. Banyak wilayah yang dilewati selokan sehingga hamparan sawah di kawasan yang dilewati selokan Mataram kelihatan subur. Inilah fungsi ekonomis dan kultural Selokan Mataram, sebagai irigasi yang menghidupi lahan pertanian di Jogakarta, khususnya di wilayah Kabupaten Sleman.

Melihat Selokan Mataram sekarang dengan yang dulu, tentu banyak yang berbeda, setidaknya dari segi kebersihan wilayah sekitar. Namun dari segi limbah, boleh jadi Selokan Mataram sekarang lebih kotor karena sekarang disekitar selokan telah padat pemukiman yang bisa membuang berbagai macam limbah ke selokan baik limbah domestik maupun limbah industri. 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.

Sebagai salah satu alternatif pengolahan yang sederhana yang dapat diterapkan untuk menurunkan konsentrasi pencemar dengan parameter *TSS* dan kekeruhan adalah dengan *roughing filter* bermedia gravel.

## **I.2. Rumusan Masalah**

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

- a. Seberapa besar kemampuan *upflow roughing filter in series* dalam menurunkan kekeruhan dan *TSS* dalam air?
- b. Bagaimana pengaruh dari variasi ukuran gravel terhadap penurunan kadar kekeruhan dan *TSS*?
- c. Bagaimana pengaruh dari variasi kecepatan aliran terhadap penurunan kadar kekeruhan dan *TSS*?

## **1.3. Batasan Masalah**

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

- a. *Upflow roughing filter* menggunakan media gravel dengan variasi ukuran dan kecepatan aliran yang berbeda.
- b. Sumber air yang digunakan adalah air permukaan yang mengandung kekeruhan dan *TSS* yang tinggi yang diambil dari Selokan Mataram, Yogyakarta.
- c. Paramater yang diukur adalah kekeruhan dan *TSS*.

#### 1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

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

#### 1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

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



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Karakteristik Air Baku**

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

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

1. Karakteristik fisik
2. Karakteristik kimiawi
3. Karakteristik biologis

Dalam hal air bersih, sudah merupakan praktek umum bahwa dalam menetapkan kualitas dan karakteristik dikaitkan dengan suatu baku mutu air tertentu (standar kualitas air). Untuk memperoleh gambaran yang nyata tentang karakteristik air baku, seringkali diperlukan pengukuran sifat-sifat air atau biasa disebut parameter kualitas air, yang beraneka ragam. Formulasi-formulasi yang dikemukakan dalam angka-angka standar tentu saja memerlukan penilaian yang kritis dalam menetapkan sifat-sifat dari tiap parameter kualitas air. Parameter tersebut terbagi dalam :

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

Untuk dapat memahami akibat yang dapat terjadi apabila air minum tidak memenuhi standar, berikut pembahasan karakteristik beserta parameter kualitas air bersih berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990 :

1. Karakteristik Fisik

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

- |         |   |
|---------|---|
| a. Bau  | d. Jumlah zat padat terlarut ( <i>TDS</i> ) |
| b. Rasa | e. Kekeruhan                                |
| c. Suhu | f. Warna                                    |

## 2. Karakteristik Kimiawi

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

### A. Kimia Anorganik

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

### B. Kimia Organik

- |  |                      |
|--|----------------------|
| a. <i>Aldrin dan dieldrin</i>              | e. 2,4-D             |
| b. <i>Benzo (a) pyrene (B (a) P)</i>       | f. Detergen          |
| c. <i>Dichloro-diphenyl-trichloroetane</i> | g. Zat organik       |
| d. <i>Chlordane</i>                        | h. <i>Chloroform</i> |

## 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.

## 2.2. Air Permukaan

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

Air hujan yang jatuh ke bumi dan menjadi air permukaan memiliki kadar-kadar bahan terlarut atau unsur hara yang sangat sedikit. Air hujan biasanya bersifat asam, dengan nilai pH 4,2. Hal ini disebabkan air hujan melarutkan gas-gas yang terdapat di atmosfer, misalnya gas karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), *sulphur (S)* dan nitrogen oksida ( $\text{NO}_2$ ) yang dapat membentuk asam lemah (Novotny dan Olem, 1994). Setelah jatuh kepermukaan 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 di badan air akan bertambah banyak. Dari rantai perputaran air tersebut, dapat dibedakan atas tiga sumber yaitu :

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

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

Kuantitas air sungai dipengaruhi oleh :

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

## 2.4. A

### 2.3.2. Kualitas

Air permukaan adalah air yang ada di permukaan tanah, baik dan fi keberadaannya bersifat sementara dan mengalir ataupun stabil. Air permukaan merup bila langsung digunakan untuk kebutuhan sehari-hari perlu diperhatikan mempe apakah air tersebut sudah tercemar atau belum.

Indikator atau tanda bahwa air permukaan sudah tercemar adalah sebaga adanya perubahan atau tanda yang dapat diamati melalui :

- Adanya perubahan warna, bau dan rasa dalam air.
- Adanya perubahan suhu air dan perubahan pH
- Timbulnya endapan, koloidal dan bahan terlarut.
- Adanya mikroorganisme.
- Meningkatnya radioaktifitas dalam air

Agar air permukaan dapat digunakan sebagai sumber air bersih maka air sam perlu dilakukan pengolahan untuk perbaikan kualitas fisika air, dapat terkand 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.

## 2.5. Ke

### 2.5.1. K

f

banyakn

dalam ai

Dari urutan kation tersebut, terlihat partikel yang mengandung  $\text{Na}^+$  dan  $\text{K}^+$  sangat stabil dan sukar mengendap karena hanya sedikit yang mengalami gaya adsorpsi, sedangkan partikel yang mengandung  $\text{Al}^{3+}$  dan  $\text{Fe}^{3+}$  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<br>FeOH<br>CaCO <sub>3</sub><br>SiO <sub>2</sub> |                         |
| 4  | Bakteri        |   | $10^{-6} - 10^{-5.5}$   |
| 5  | Alga           |   | $10^{-6} - 10^{-4.5}$   |
| 6  | Virus          |   | $10^{-7.5} - 10^{-8.5}$ |

Sumber : Fardiaz, 1992

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

Tabel 2.2 Jenis Partikel Koloid dan Tersuspensi.

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

Sumber: Fardiaz, 1992

### 2.5.2. Total Suspended Solid (TSS)

*Total Suspended Solid (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).

Menurut Alaerts dan santika (1987), bahwa *Total Suspended Solid (TSS)* adalah zat-zat padat yang berada dalam suspensi, dapat dibedakan menurut ukurannya sebagai partikel tersuspensi koloid (partikel koloid) dan partikel tersuspensi biasa (partikel tersuspensi).

Menurut Tjokrokusumo (1995), lumpur adalah kadar solid yang rendah antara 0,25-6%. Dengan kadar solid yang rendah ini, maka sifat fisis lumpur sama dengan sifat cairannya yaitu mudah mengalir dan berat jenis mendekati satu (1).



Zat padat yang ada di dalam lumpur sebagai air mudah terurai secara biologis (*biodegradable*) yang disebut volatile solid dan sebagian bersifat tetap (*fixet solid*). Dengan adanya sebagian yang volatil tadi, maka lumpur mudah dan cepat membusuk yang menimbulkan bau yang tidak enak. Oleh karena itu lumpur tidak dapat dibuang begitu saja sebab akan mengganggu lingkungan. Dengan kata lain, sebelum dibuang ke tempat pembuangan akhir lumpur haruslah diolah lebih dahulu sehingga aman bagi lingkungan.

Sugiarto (1987) mengemukakan bahwa *suspended solid* adalah jumlah lumpur yang mengendap dengan sendirinya pada kondisi yang tenang selama satu jam secara gaya beratnya sendiri. Zat-zat yang mengendap adalah zat padat yang akan mengendap pada kondisi tanpa bergerak atau diam kurang lebih selama satu jam sebagai akibat dari gaya beratnya sendiri. Besarnya endapan diukur dengan alat pengukur yang dinyatakan dalam satuan miligram setiap liter air limbah. Hal ini sangat penting untuk mengetahui kecepatan pengendapan dan jumlah endapan yang ada dalam satuan badan air.

Zat padat tersuspensi dapat bersifat organis dan inorganis. Zat padat tersuspensi dapat diklasifikasikan sekali lagi menjadi antara lain zat padat terapung yang selalu bersifat organis dan zat padat terendap yang dapat bersifat organis dan inorganis. Zat padat terendap adalah zat padat dalam suspensi yang dalam keadaan tenang dapat mengendap setelah waktu tertentu karena pengaruh gaya beratnya (Alaerts, 1984).

Padatan yang tersuspensi dalam air umumnya terdiri dari *fitoplankton*, *zooplankton*, kotoran manusia, kotoran hewan, lumpur, sisa tanaman dan hewan, dan limbah industri. Padatan tersuspensi total suatu contoh air ialah jumlah bobot bahan yang tersuspensi dalam suatu volume tertentu. Biasanya dalam miligram per liter atau bagian per juta (bpj). Pengukuran langsung padatan tersuspensi total sering makan waktu. Ilmuwan sering mengukur kekeruhan (*turbiditas*) yang dapat memperkirakan padatan tersuspensi total dalam suatu contoh air. *Turbiditas* diukur dengan alat *turbidimeter* yang mengukur kemampuan cahaya untuk melewati contoh air itu. Partikel yang tersuspensi itu akan menghamburkan cahaya yang datang, sehingga menurunkan intensitas cahaya yang ditransmisikan.

Jumlah padatan tersuspensi dalam air dapat diukur dengan *Turbidimeter*. Seperti halnya padatan terendap, padatan tersuspensi akan mengurangi penetrasi sinar matahari ke dalam air sehingga akan mempengaruhi regenerasi oksigen serta fotosintesis (Kristanto, 2002).

## **2.6. Dasar Teori filtrasi**

### **2.6.1. Filtrasi**

Filtrasi atau penyaringan adalah proses dimana air dibersihkan dengan cara pengaliran melalui bahan yang berpori guna memisahkan sebanyak mungkin solida tersuspensi yang paling halus. Tujuannya adalah untuk mendapatkan air yang aman dalam pengolahan air minum atau air buangan.

Filtrasi dihasilkan karena adanya tahanan dari butiran media terhadap partikel pada saat terjadinya kontak pada permukaan media berbutir dari saringan. Sifat-sifat fisis dan kimiawi dari partikel dalam suspensi maupun permukaan media dan kondisi hidrolis dari aliran sangat menentukan efisiensi dari pada filter.

Didalam proses filtrasi yang terpenting adalah:

a. Penahanan partikel secara mekanis

Merupakan proses pemisahan partikel-partikel dalam air yang dilakukan oleh media penyaring, karena ukuran partikelnya lebih besar dibandingkan dengan porous dari media penyaring.

b. Pengendapan

Partikel yang berukuran halus akan dipisahkan dengan cara pengendapan dan akan melekat pada permukaan penyaring.

c. Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses penggumpalan substansi terlarut yang ada dalam larutan, oleh permukaan zat atau benda penyerap dimana terjadi ikatan kimia fisika antara substansi dengan penyerapnya.

### **2.6.2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Filtrasi**

a. Besar kecilnya flok

Flok yang terlalu besar akan menyumbat filter, sedangkan flok yang terlalu kecil akan lolos dari filter.

b. Ketebalan filter

Semakin tebal lapisan filter, maka luas permukaan penahan partikel-partikel semakin besar dan jarak yang ditempuh oleh air semakin lama atau panjang.

c. Kecepatan filtrasi

Kecepatan filtrasi akan mempengaruhi lama operasi filter, agar lama operasi saringan dapat diperpanjang diperlukan tekanan pada permukaan lapisan media filter dengan menambah ketinggian air diatas lapisan media filter.

d. Temperatur

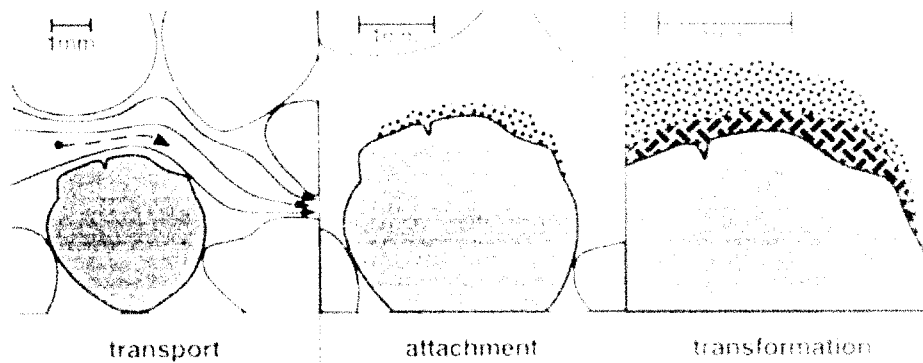
Efisiensi penyaringan juga dipengaruhi oleh temperatur, karena akan mempengaruhi aktifitas bakteri serta metabolisme mikroorganisme lainnya.

e. Waktu kontak

Waktu kontak merupakan hal yang penting dalam penyaringan. Makin tebal media saring, maka waktu kontak antara larutan kontaminan dengan media filter makin panjang.

Penjelasan berikut mengarahkan pada penyediaan informasi tentang beberapa mekanisme filtrasi dan menerangkan prosesnya secara detail. Penyisihan padatan oleh *roughing filter* adalah suatu proses yang agak kompleks yang meliputi sedimentasi, biologi dan adsorpsi seperti halnya aktivitas biokimia.

Pada dasarnya, digambarkan dalam gambar 2.1, 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 2.1. Mekanisme Filtrasi

### 2.6.3. Pembersihan Filter

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

### 2.6.5. Mekanisme Transport

*Screening* yaitu penyaringan untuk meremoval partikel yang lebih besar dari pori-pori alas saringan. Ukuran pori-pori yang paling kecil untuk ukuran kerikil kasar adalah 16mm.

*Sedimentation* yaitu memisahkan endapan padatan dengan gravitasi. Kecepatan pengendapan dipengaruhi oleh rapat massa, ukuran dan bentuk partikel, seperti halnya viskositas dan kondisi hidrolis air.

*Interception* yaitu menguraikan proses partikel meremoval melalui pengurangan yang berangsur-angsur dari ukuran pori-pori yang disebabkan oleh material yang terakumulasi atau terkumpul.

Aktivitas biologi akan dikembangkan dalam filter ketika partikel dari unsur organik tersimpan dalam material filter. Bakteri dan mikroorganisme lain akan membentuk suatu lapisan yang licin dan lengket disekitar kerikil atau dinding yang akan membentuk suatu rantai besar dari material organik yang mengapung dalam pori-pori material filter.

Oksidasi biokimia dimulai untuk mengubah bahan organik kedalam kumpulan lebih kecil dan akhirnya masuk ke dalam air, karbon dioksida dan garam inorganik. Juga bagian dari bahan yang dihancurkan adalah bahan untuk reaksi kimia dan biokimia. Kekeruhan dan warna juga mempengaruhi perubahan ketika sisa-sisa besi dan mangan diendapkan dan diremoval.

f. Umur saringan

Saringan yang baru dipakai akan memberikan hasil yang lebih bagus dari pada saringan yang telah dipakai berkali-kali.

g. Suhu air

➤ 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 .

➤ Pengaruh suhu terhadap pengaruh aktifitas biologi

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

➤ Pengaruh suhu terhadap reaksi kimia

Bila suhu tinggi maka reaksi kimia akan semakin cepat dan sebaliknya

## **2.7. *Roughing Filter (RF)***

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

Saringan kerikil kasar terutama meningkatkan kualitas air secara fisik. Sebagaimana saringan kerikil kasar meremoval padatan solid dan mengurangi kekeruhan. Bagaimanapun perbaikan bakteri dalam air dapat juga di harapkan sebagaimana bakteri dan virus juga termasuk padatan yang berkisar dalam ukuran antara sekitar 10-20  $\mu\text{m}$  dan 0,4-0,002  $\mu\text{m}$  secara berturut-turut.

Organisme ini mendapat gaya elektrostatis dari zat padat yang terkandung dalam air permukaan tersebut. Sehingga dengan adanya kepindahan zat padat juga berarti adanya suatu pengurangan patogen. Efisiensi dari filtrasi kasar dari pengurangan jasad renik adalah sama besar menyaring padatan yang terkandung. Konsentrasi yang terkandung dalam inlet 10-100 mg/l dapat dikurangi oleh filter kasar sekitar 1-3 mg/l. peningkatan mutu air yang mengandung bakteri bisa berjumlah sekitar 60-99% dari jasad renik.

Filter kasar digunakan sebagai *pretreatment* awal sebelum ke saringan pasir lambat. Filter pasir lambat tidak diperlukan jika bakteri yang ada dalam air tidak ada atau kecil, terutama dalam air permukaan yang mengalirkan suatu area tangkapan yang tidak berpenduduk atau penjagaan kesehatan yang dikendalikan untuk mencegah pencemaran air yang diakibatkan oleh limbah manusia.

Bagaimanapun peningkatan fisik air mungkin diperlukan dengan berkala atau permanen dalam air permukaan. Sejumlah padatan yang berlebihan dalam air menyebabkan reservoir dan pipa tetimbun lumpur. Karena pertimbangan teknis, filter kasar yang digunakan tidak menggunakan filter pasir lambat jika air baku dari suatu area tangkapan terlindungi dengan baik dan diperbolehkan jika bakteri yang terkandung yaitu kurang dari 20-50 E. coli/100 ml.



Karena pertimbangan operasional, sedikitnya dua unit saringan kasar biasanya diperlukan dalam penanganan suatu pabrik. Karena secara manual pembersihan dan pemeliharaan memerlukan banyak waktu, sehingga unit filter kasar yang lain harus beroperasi pada beban hidrolis lebih tinggi. Unit prefilter tunggal mungkin sesuai untuk persediaan air rencana kecil yang diperlukan dalam waktu tertentu.

*Roughing filter* merupakan suatu proses penyaringan atau penjernihan air dimana air yang akan diolah dilewatkan pada suatu media proses dengan kecepatan tertentu yang dipengaruhi oleh diameter gravel yang berbeda sehingga dapat menyaring bakteri.

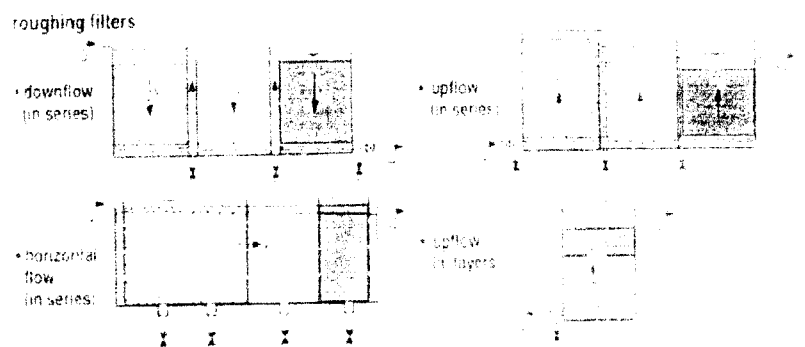
Disamping itu secara utama *roughing filter* memisahkan padatan yang halus yang lolos oleh tangki sedimentasi sebelumnya. Secara umum *roughing filter* diletakkan pada rencana pengolahan dan akhir proses *pre-treatment* dengan menggunakan saringan lambat. Variasi dari *roughing filter* ini antara lain *upflow*, *downflow* serta *horizontalflow*. Perbedaan ukuran pecahan kerikil dari *roughing filter* yang ditempatkan dalam kompartemen yang terpisah dan dioperasikan secara seri atau perbedaan ukuran kerikil ditempatkan berturut-turut dalam kompartemen yang sama.

Filter dapat diklasifikasikan menurut ukuran material filter, rata-rata filter masuk dalam kategori berikut : *rock filter*, *roughing filter*, *rapid sand filter* dan *slowsand filter*. *Roughing filter* menggunakan sebagian besar kerikil sebagai filter medium, dioperasikan tanpa bahan kimia dan tidak memerlukan peralatan mekanik canggih untuk pemeliharaan dan operasi.

Meskipun demikian, desain dan penerapan *roughing filter* dapat diklasifikasikan menurut :

- a. Lokasi dengan persediaan air
- b. Rencana tujuan aplikasi
- c. Arah aliran
- d. Desain filter
- e. Teknik pembersihan filter

Secara umum perbedaan layout pre-filter digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.2. Layout prefilter

### 2.7.1. Variabel desain dari *roughing filter*

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

- a. Kecepatan filtrasi  $V_f$  (m/jam) berkisar antara 0.3-1 m/jam.
- b. Ukuran rata-rata  $d_{50}$  (mm) dari tiap media filter antara 20-4 mm, berikut merupakan ukuran gravel untuk *roughing filter*.

Tabel.2.3. *Gravel Fraction Sizes for Roughing Filters*

| <i>Filter Material</i> | <i>Size of Filter Material dg (mm)</i> |                     |                     |
|------------------------|--|---------------------|---------------------|
| <i>Characteristics</i> | <i>1st Fraction</i>                    | <i>2nd Fraction</i> | <i>3rd Fraction</i> |
| <i>Coarse Filter</i>   | 24-16                                  | 12-18               | 8-12                |
| <i>Normal Filter</i>   | 12-18                                  | 8-12                | 4-8                 |
| <i>Fine Filter</i>     | 8-12                                   | 4-8                 | 2-4                 |

- c. Angka n1 dari fraksi filter, tergantung pada tipe filter, permukaan filter hanya boleh 1 fraksi saja dimana *roughing filter* biasanya terdiri dari 3 fraksi gravel.
- d. Tinggi h (m), lebar b (m), panjang l (m) : tinggi = 60-100 cm, lebar = 200-400 cm, panjang 1-1.5 m

### 2.7.2. Jenis-Jenis Material *Roughing Filter*

Material saringan perlu mempunyai spesifikasi 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 dapat digunakan sebagai material saringan:

- a. kerikil dari dasar sungai atau dari tanah
- b. pecahan batu atau batu dari suatu penggalian
- c. batubata dari tanah liat yang dibakar

- d. material plastik sebagai modul atau *chip* (yang digunakan untuk meneteskan saringan) digunakan jika material ditempat itu tersedia.
- e. Arang yang dibakar, walaupun ada resiko disintegrasi pada saat pembersihan material saringan, hanya perlu dipertimbangkan dalam kasus khusus (untuk pemindahan perihal organik yang dihancurkan).
- f. Serabut kelapa, meskipun beresiko air menjadi berasa selama operasi saringan yang panjang, maka haruslah hati-hati.

Berikut ini tabel *performance* saringan dengan material saringan yang berbeda :

Tabel 2.4 Pengurangan Kekeruhan Dengan Material Berbeda

| Proyek                                 | Kerikil   | Material saringan alternatif                                |
|--|---|---|
| BNHP/Sudan<br>Batu Bakar               | 87% (20-30, 15-20 dan 5-10) mm                          | 77% (bata 30-50, 15-20, 5-10) mm                            |
| Sabut Palem *<br>Plumbon Indonesia     | 39% (16-25) mm  | 67% (sabut/serat)   |
| Bahan Plastik<br>Universitas Newcastle | 92% (pecahan batubata, 30-50, kerikil 14-18 dan 5-9) mm | 94% (lingkar $\Phi$ 38mm pipa $\Phi$ 30 mm lebar katup 5 mm |

\* hanya diisi pada kompartemen pertama, sumber (Martin, 1996)

### 2.7.3. *Up Flow Roughing Filter In Series*

*Roughing filter vertical flow* beroperasi secara baik sebagai *upflow* atau *downflow*. *Roughing filter vertical flow* harus selalu terendam air.

Oleh karenanya selalu ditempatkan di bagian atas saringan atau di atas saringan. Volume air biasanya 10cm diatas kerikil. Lapisan atas harus ditutup oleh suatu lapisan dari batu kasar 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. *Roughing filter* biasanya dioperasikan pada kecepatan 0.3-1m/jam. Filter ini sensitif terhadap fluktuasi hidrolis, terutama jika terisi dengan sebagian besar padatan.

Keuntungan utama dari *upflow roughing filter* adalah tata ruang yang sederhana dan panjang filter yang tidak terbatas. *Roughing filter* pada umumnya tidak menciptakan permasalahan pada struktur dan panjangnya yang tidak terbatas. Air yang mengalir dengan aliran ke atas dari inlet kompartemen, masuk melalui rangkaian seri dengan perbedaan ukuran material filter yang dipisahkan oleh dinding yang dilubangi kemudian keluar melalui outlet filter.

Ukuran material filter berada pada range antara 20 dan 4mm, misalnya 12-18mm, 8-12mm dan 4-8mm. Pada umumnya dipisahkan dalam tiga kompartemen saringan dengan ukuran gravel yang berbeda yaitu kasar, medium dan pecahan bagus.

Arah sedimentasi dan arus merupakan perbedaan utama yang mungkin bertentangan atau mendukung penyelesaian pada gravel. Pola penambahan untuk menahan padatan adalah merupakan perbedaan yang lain antara *upflow* dan *downflow*. Pada *upflow* menyaring pada bagian medium saringan yang diletakkan pada bagian atas saringan, sedangkan pada *downflow* padatan tersaring di inlet.

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian laboratorium (*Labour Experiment*), yang dilakukan dengan percobaan dalam batasan waktu tertentu terhadap kandungan kekeruhan dan *TSS* dari sumber air baku air permukaan dengan menggunakan *upflow roughing filter*.

#### 3.2. Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah kandungan kekeruhan dan *TSS* dari sumber air baku air permukaan.

#### 3.3. Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan sampel air permukaan yaitu di selokan Mataram, Yogyakarta dan sebagai tempat analisa sampel kekeruhan yaitu di laboratorium Teknik Lingkungan, UII, Yogyakarta. Sedangkan pengujian Kekeruhan di laboratorium Biomenejemen, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.

#### 3.4. Variabel Penelitian

1. Variabel bebas (*Independent Variable*)

- Media gravel yang digunakan yaitu:

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

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

- Kecepatan aliran :

Kecepatan I : 0.3 m/jam

Kecepatan II : 0.6 m/jam

Kecepatan III : 0.9 m/jam

Tabel 3.1. Variasi gravel dan kecepatan aliran

| Variasi | Gravel (mm)                                   | Kecepatan (m/jam)                |
|---------|---|----------------------------------|
| Pertama | I = (19; 15,8; 11,1)<br>II = (11,1; 6,3; 2,3) | I = 0,3                          |
| Kedua   | I = (19; 15,8; 11,1)<br>II = (11,1; 6,3; 2,3) | II = 0,6                         |
| Ketiga  | I = (19; 15,8; 11,1)<br>II = (11,1; 6,3; 2,3) | III = 0,9                        |
| Keempat | I = (19; 15,8; 11,1)                          | I = 0,3<br>II = 0,6<br>III = 0,9 |
| Kelima  | I = (11,1; 6,3; 2,3)                          | I = 0,3<br>II = 0,6<br>III = 0,9 |

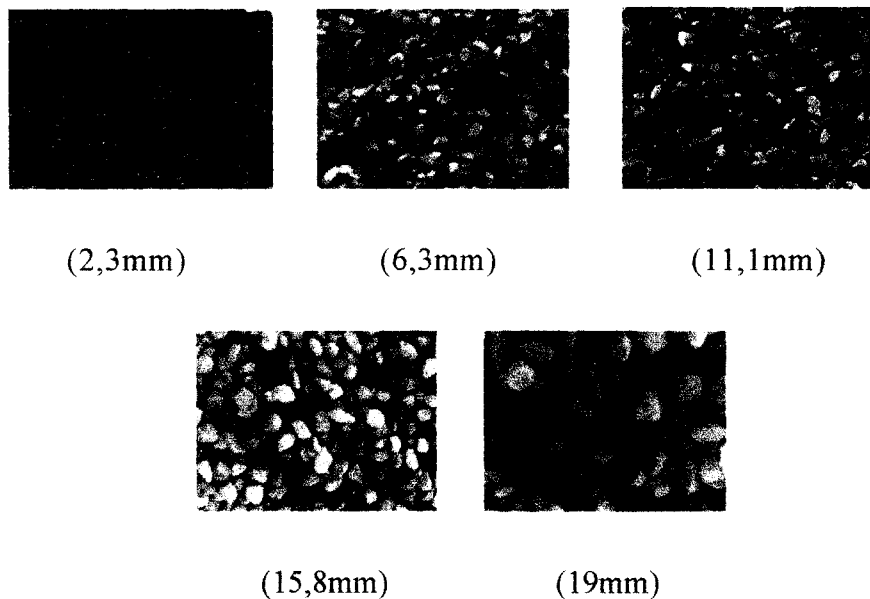
## 2. Variabel terikat ( *Dependent Variable* )

Variable terikat dalam penelitian ini berupa parameter kekeruhan dan *TSS*.

### 3.5. Tahap pelaksanaan percobaan

#### 3.5.1. Penyediaan Media

Pada penelitian ini, media yang digunakan adalah kerikil. Sebelum media dimasukkan ke dalam filter, perlu dilakukan pengayakan pada media agar diameter butiran sam. Pengayakan dilakukan dengan menggunakan pengayak mest sesuai dengan susunannya. Adapun ukuran mest yang digunakan adalah 3/4 inchi untuk ukuran kerikil 19mm, 5/8 inchi untuk kerikil 15,8mm, 7/16 inchi untuk kerikil 11,1mm, 1/4 inchi untuk kerikil 6,3mm dan #8 untuk kerikil dengan ukuran 2,3mm.



Gambar 3.1 Variasi Media kerikil



### 3.5.2 Alat Penelitian

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

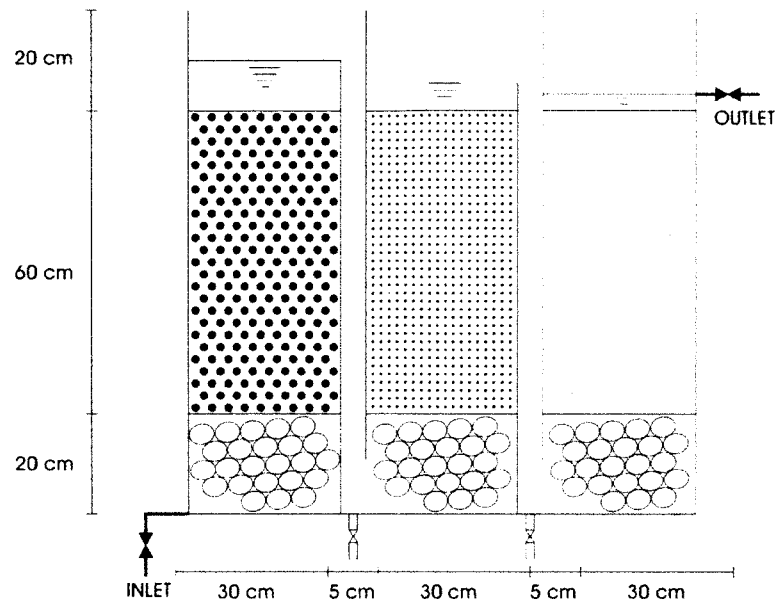
Rangkaian alat yang digunakan untuk penelitian adalah sebagai berikut:

|                           |         |
|---------------------------|---------|
| Panjang total             | = 1 m   |
| Panjang untuk kompartemen | = 0.9 m |
| Lebar                     | = 0.3 m |
| Tinggi                    | = 1 m   |

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

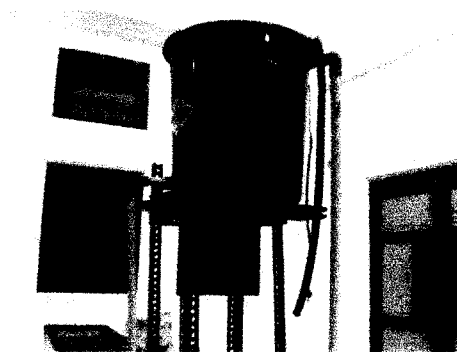
|                                |          |
|--------------------------------|----------|
| Untuk kerikil kasar            | = 0.3 m  |
| Untuk kerikil medium           | = 0.3 m  |
| Untuk kerikil halus            | = 0.3 m  |
| Jarak antar box                | = 0.05 m |
| Jarak alas dengan batas filter | = 0.20 m |

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 3.2 Reaktor *Roughing Filter*

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



Gambar 3.3 Inlet atas

### **3.6 Pelaksanan Penelitian**

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

#### **3.6.1 Persiapan Media**

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

#### **3.6.2 Persiapan Alat**

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

Filter dijalankan secara terus-menerus, karena sampel air langsung diambil setelah air masuk dalam *roughing filter*, pengambilan sampel disesuaikan dengan waktu detensi. Untuk kecepatan 0,3 m/jam waktu detensinya 3,5 jam, kecepatan 0,6m/jam waktu detensinya 2 jam dan kecepatan 0,9 m/jam waktu detensinya 1 jam. Adapun perhitungan waktu detensi dapat dilihat pada halaman lampiran.

### 3.7.2 Pengukuran TSS

Pengujian TSS dengan menggunakan metode *gravimetri*. Pertama yang harus dilakukan adalah menyiapkan kertas siap saring dengan ukuran diameter 10  $\mu\text{m}$  dilipat dan dibasahi dengan aquadest. Kemudian panaskan dalam oven selama 1 jam pada suhu 100-110 $^{\circ}\text{c}$ . Setelah dipanaskan 1 jam kemudian masukkan ke dalam desikator selama 10 menit dan ditimbang, Penimbangan dilakukan 3 kali untuk mendapatkan berat yang konstan. Kertas siap saring ini kemudian digunakan untuk pengukuran TSS yaitu masukkan air sampel sebanyak 50 ml kedalam kertas saring tersebut, setelah itu lakukan hal yang sama seperti pada pembuatan kertas siap saring.

### 3.8 Analisa Data

Setelah melakukan pengujian di laboratorium, kemudian didapat data-data. Untuk mendapatkan nilai efisiensi digunakan rumus berikut ini :

$$\text{Rumus Efisiensi} \quad E = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100\%$$

Dimana :

E = Efisiensi


$C_1$  = Kadar Kekeruhan atau TSS sebelum *treatment*

$C_2$  = Kadar Kekeruhan atau TSS sesudah *treatment*

**0. Diagra**

## Metod

Data kualitas air diolah dengan menggunakan analisis ragam (ANOVA) dengan tingkat signifikansi  $\alpha = 0,05$  menggunakan software SPSS 11, yang diawali dengan Between-Subject factors dengan tujuan untuk melihat jumlah data antara 2 faktor. Kemudian dilanjutkan dengan Test of Between-Subject Effect. Untuk Test of Between-Subject Effects digunakan hipotesis :

- 
1.  $H_0$  = Tidak ada pengaruh ukuran gravel / kecepatan aliran terhadap penurunan konsentrasi Kekeruhan dan TSS.
  2.  $H_1$  = Ada pengaruh ukuran gravel / kecepatan aliran terhadap penurunan konsentrasi Kekeruhan dan TSS.

Dengan dasar pengambilan keputusan :

- $\alpha \geq$  maka  $H_0$  diterima
- $\alpha \leq$  maka  $H_0$  ditolak

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1. Hasil Penelitian**

Penelitian dengan menggunakan *upflow roughing filter* ini dilakukan dengan menggunakan air permukaan yang berasal dari selokan Mataram, Yogyakarta. Menggunakan media gravel dengan ukuran 19;15,8; 11,1 mm untuk variasi pertama dan 11,1; 6,3; 2,3 mm untuk variasi kedua, dengan kecepatan aliran 0,9 m/jam waktu pengambilan sampel 1 jam, kecepatan 0,6 m/jam waktu pengambilan sampel 2 jam dan untuk kecepatan 0,3 m/jam waktu pengambilan sampel 3,5 jam.

#### **4.2. Analisa Data**

Data-data dari hasil penelitian *TSS* dan kekeruhan dianalisa dengan menggunakan uji statistik anova satu jalur yang bertujuan untuk mengetahui apakah terjadi perbedaan yang signifikan atau tidak terhadap konsentrasi di inlet dengan konsentrasi di outlet.

##### **4.2.1. Hasil Konsentrasi *Total Suspended Solid (TSS)* dan Kekeruhan**

Pada pengujian anova satu jalur untuk parameter *TSS* dan kekeruhan dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.1 Pengujian Anova Variasi Ukuran Gravel Terhadap Efisiensi

## Removal Kekeruhan

| Gravel             | Kecepatan aliran<br>(m/jam) | F hitung | F tabel | Kesimpulan |
|--------------------|-----------------------------|----------|---------|------------|
| (19;15.8; 11.1)mm  | 0.3                         | 3644.54  | 4.41    | signifikan |
|                    | 0.6                         | 701.463  | 4.41    | signifikan |
|                    | 0.9                         | 1957.86  | 4.41    | signifikan |
| (11.1; 6.3; 2.3)mm | 0.3                         | 661.873  | 4.41    | signifikan |
|                    | 0.6                         | 447.231  | 4.41    | signifikan |
|                    | 0.9                         | 58.527   | 4.41    | signifikan |

Sumber : Data Primer

Dari tabel diatas menunjukkan bahwa efisiensi dari penurunan kadar kekeruhan yang paling baik dicapai oleh variasi gravel pertama dengan ukuran 19;15,8; 11,1 mm dan kecepatan aliran 0,3m/jam dengan nilai F hitung adalah 3644,54. Sedangkan hasil pengujian TSS dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini :

Tabel 4.2 Pengujian Anova Variasi Ukuran Gravel Terhadap Efisiensi

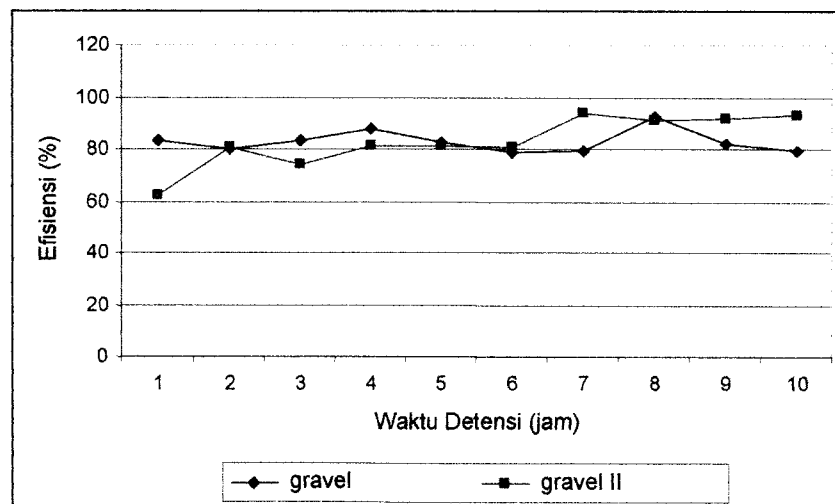
## Removal TSS

| Gravel             | Kecepatan aliran<br>(m/jam) | F hitung | F tabel | Kesimpulan |
|--------------------|-----------------------------|----------|---------|------------|
| (19;15.8; 11.1)mm  | 0.3                         | 224.031  | 4.41    | signifikan |
|                    | 0.6                         | 311.001  | 4.41    | signifikan |
|                    | 0.9                         | 825.934  | 4.41    | signifikan |
| (11.1; 6.3; 2.3)mm | 0.3                         | 314.408  | 4.41    | signifikan |
|                    | 0.6                         | 120.671  | 4.41    | signifikan |
|                    | 0.9                         | 368.509  | 4.41    | signifikan |

Sumber : Data Primer

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa efisiensi penurunan kadar TSS yang paling baik dicapai oleh variasi gravel pertama dengan ukuran 19;15,8; 11,1 mm dan kecepatan aliran 0,9 m/jam dengan nilai F hitung adalah 825,934.

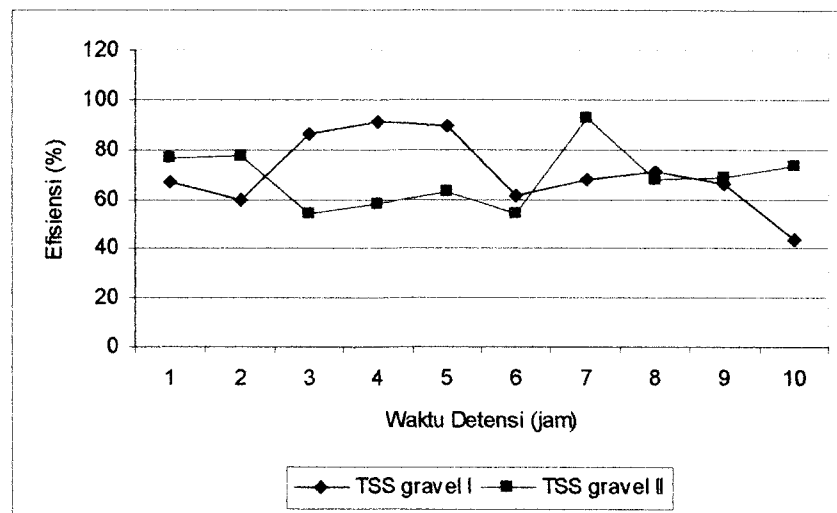
Dibawah ini dapat dilihat grafik dari masing-masing percobaan untuk variasi ukuran gravel dan kecepatan aliran. Pada percobaan pertama menggunakan gravel variasi pertama (19;15,8; 11,1 mm) dan variasi kedua (11,1; 6,3; 2,3 mm) dengan kecepatan ailran 0,3m/jam. Hasilnya dapat dilihat pada lampiran tabel 4.1 untuk kekeruhan. Sedangkan untuk TSS hasil yang diperoleh dapat dilihat pada lampiran tabel 4.2. Efisiensi penurunannya dapat dilihat pada gambar 4.1 dan 4.2.



Gambar 4.1 Efisiensi Kekeruhan Pada Variasi Pertama

Efisiensi kekeruhan pada kecepatan 0,3 m/jam variasi gravel pertama (19;15,8; 11,1 mm) diperoleh tingkat efisiensi yaitu 79,22-92,61% dan gravel kedua (11,1; 6,3; 2,3 mm) yaitu 62,03-93,92%. Sedangkan gambar efisiensi TSS dapat dilihat dibawah ini :

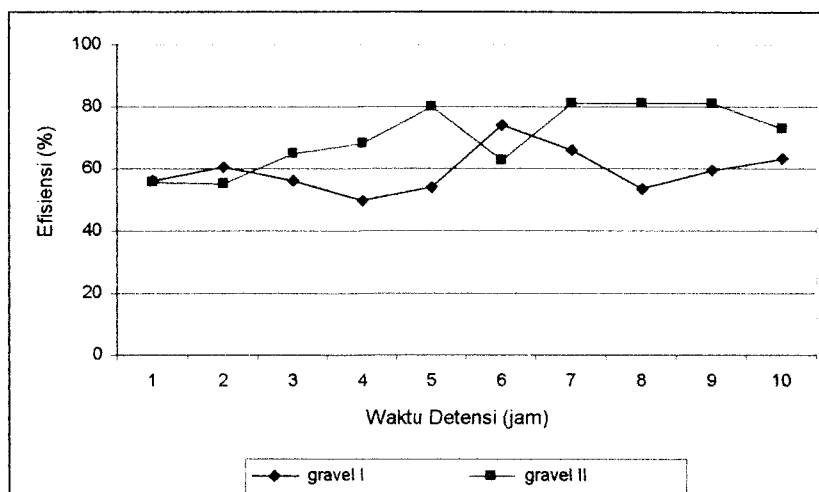




Gambar 4.2 Efisiensi TSS Pada Variasi Pertama

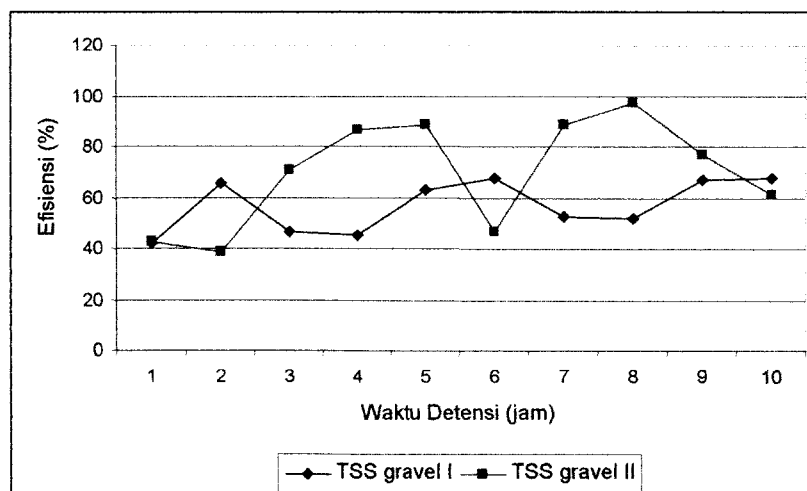
Tingkat efisiensi *TSS* pada variasi ini, untuk gravel pertama (19;15,8; 11,1 mm) adalah 43,79-90,85% dan gravel kedua (11,1; 6,3; 2,3 mm) 53,63-92,74%.

Untuk variasi kedua dengan gravel pertama (19;15,8; 11,1 mm) dan gravel kedua (11,1; 6,3; 2,3 mm) kecepatan 0,6 m/jam dari hasil yang diperoleh setelah air melewati *roughing filter* dapat dilihat pada lampiran tabel 4.3 untuk kekeruhan, sedangkan untuk *TSS* hasil yang diperoleh dapat dilihat pada lampiran tabel 4.2. Efisiensi penurunannya dapat dilihat pada gambar 4.3 dan 4.4 dibawah ini :



Gambar 4.3 Efisiensi Kekeruhan Pada Variasi Kedua

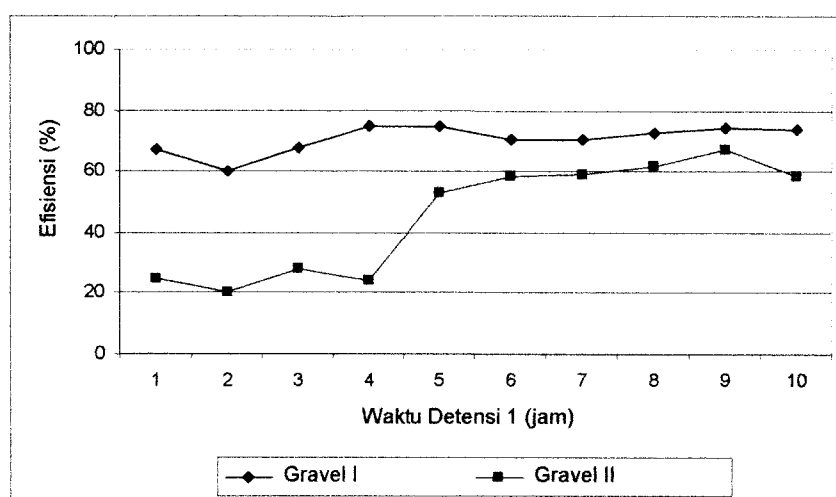
Tingkat kekeruhan pada kecepatan 0,6 m/jam variasi gravel pertama (19;15,8; 11,1 mm) diperoleh tingkat efisiensi yaitu 49,69-74,24% dan gravel kedua (11,1; 6,3; 2,3 mm) 55,38-81,28%. Sedangkan gambar efisiensi *TSS* dapat dilihat dibawah ini :



Gambar 4.4 Efisiensi TSS Pada Variasi Kedua

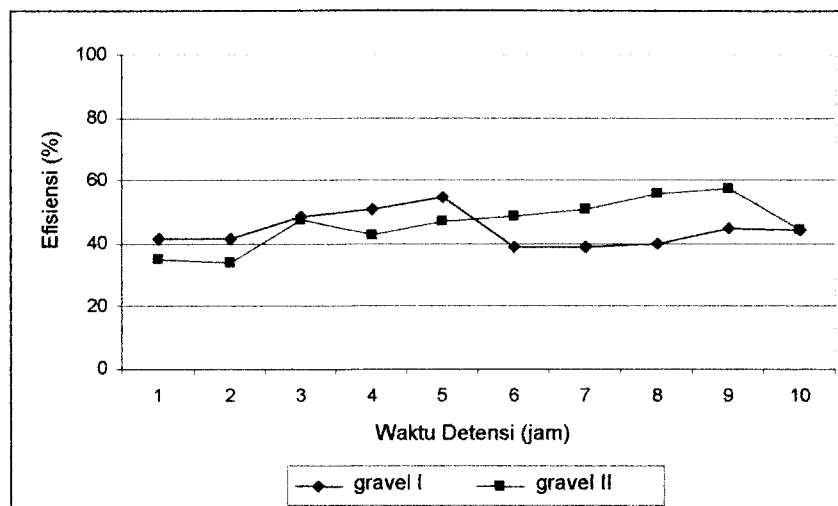
Tingkat efisiensi *TSS* pada variasi ini, untuk gravel pertama (19;15,8; 11,1) mm, 42,25-67,78 % dan gravel kedua (11,1; 6,3; 2,3 mm) 38,70-97,18%.

Untuk variasi ketiga dengan menggunakan gravel pertama (19;15,8; 11,1 mm) dan gravel kedua (11,1; 6,3; 2,3 mm) kecepatan 0,9 m/jam, dari hasil yang diperoleh dapat dilihat pada lampiran tabel 4.5 untuk kekeruhan dan untuk *TSS* dapat dilihat pada lampiran tabel 4.6. Efisiensi penurunannya dapat dilihat pada gambar 4.5 dan 4.6 dibawah ini :



Gambar 4.5 Efisiensi Kekeruhan Pada Variasi Ketiga

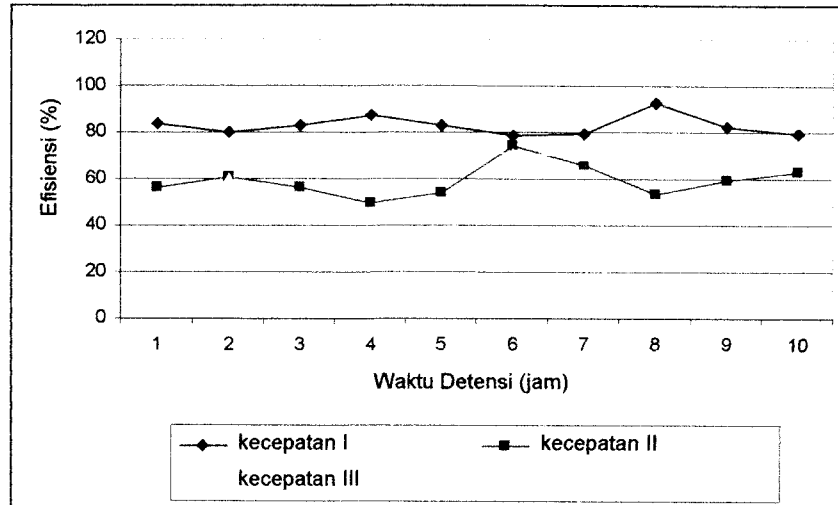
Tingkat kekeruhan pada kecepatan 0,9m/jam variasi gravel pertama (19;15,8; 11,1 mm) diperoleh tingkat efisiensi yaitu 60,34-70,74% dan gravel kedua (11,1; 6,3; 2,3 mm) 20,24-67,26%. Sedangkan gambar efisiensi *TSS* dapat dilihat dibawah ini :



Gambar 4.6 Efisiensi TSS Pada Variasi Ketiga

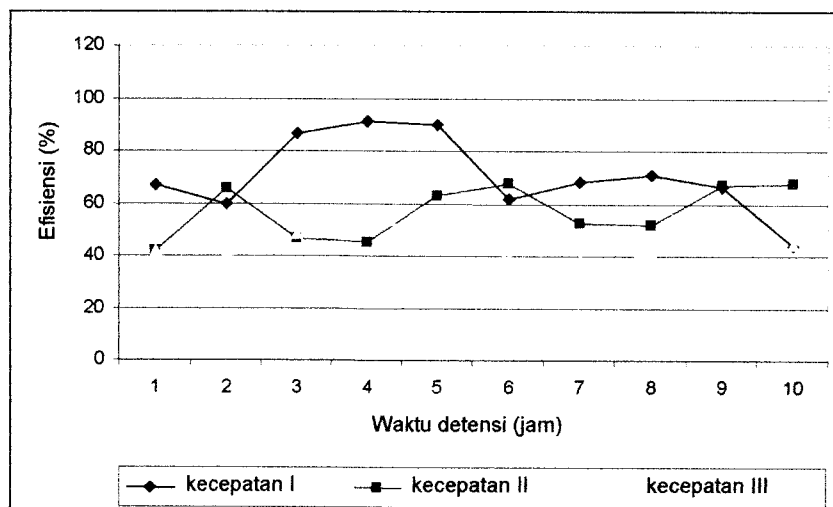
Tingkat efisiensi *TSS* pada variasi ini, untuk gravel pertama (19;15,8; 11,1 mm) 38,67-54,67% dan gravel kedua (11,1; 6,3; 2,3 mm) 34,19-57,14%.

Untuk variasi ketiga dengan menggunakan gravel pertama (19;15,8; 11,1 mm) dan gravel kedua (11,1; 6,3; 2,3 mm) kecepatan 0,9 m/jam, dari hasil yang diperoleh dapat dilihat pada lampiran tabel 4.7 untuk kekeruhan dan untuk *TSS* dapat dilihat pada lampiran tabel 4.8. Efisiensi penurunannya dapat dilihat pada gambar 4.7 dan 4.8 dibawah ini :



Gambar 4.7 Efisiensi Kekeruhan Pada Variasi Keempat

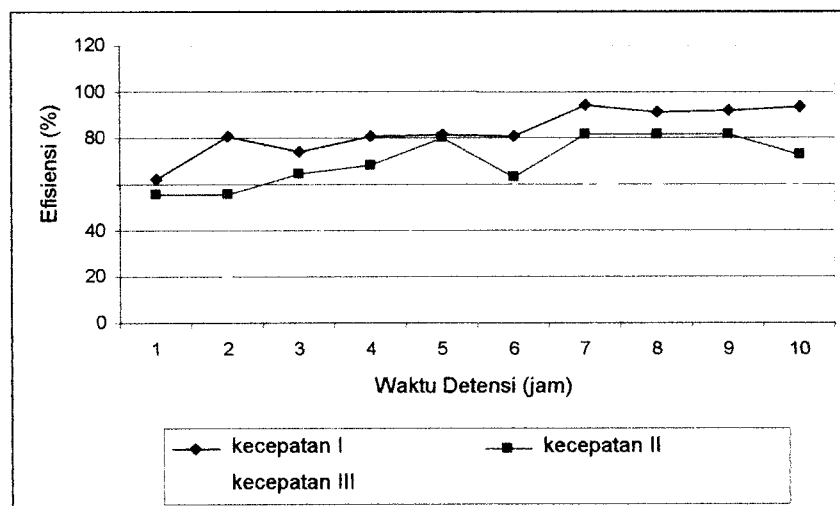
Untuk kekeruhan pada variasi gravel pertama (19;15,8; 11,1 mm) kecepatan pertama 0,3 m/jam diperoleh tingkat efisiensi 79,22-92-61% dan kecepatan kedua 0,6 m/jam 49,69-74,24% dan kecepatan ketiga 0,9 m/jam 60,34-74,70%. Sedangkan gambar efisiensi TSS dapat dilihat dibawah ini :



Gambar 4.8 Efisiensi TSS Pada Variasi Keempat

Tingkat efisiensi *TSS* pada variasi ini, untuk gravel pertama dengan kecepatan pertama 0,3 m/jam 43,79-90,85%, kecepatan kedua 0,6 m/jam 42,25-67,78% dan kecepatan 0,9 m/jam 38,67-54,67%.

Untuk variasi kelima dengan menggunakan gravel gravel kedua (11,1; 6,3; 2,3 mm) kecepatan pertama 0,3 m/jam, kedua 0,6 m/jam, ketiga 0,9 m/jam, dari hasil uji yang dilakukan dapat dilihat pada lampiran tabel 4.9 untuk kekeruhan dan untuk *TSS* dapat dilihat pada lampiran tabel 4.10. Efisiensi penurunannya dapat dilihat pada gambar 4.9 dan 4.10 dibawah ini :



Gambar 4.9 Efisiensi Kekeruhan Pada Variasi Kelima

Untuk kekeruhan pada variasi gravel kedua (11,1; 6,3; 2,3 mm) kecepatan pertama 0,3 m/jam diperoleh tingkat efisiensi yaitu 62,03-93,92% dan kecepatan kedua 0,6 m/jam 55,38-81,28% dan kecepatan ketiga 0,9 m/jam 20,24-67,26%. Sedangkan gambar efisiensi *TSS* dapat dilihat dibawah ini :

Dalam *upflow roughing filter inseries* terjadi mekanisme fisik yaitu proses *screening* (penyaringan) dimana proses ini akan meremoval partikel-partikel yang lebih besar dari pori atau celah media filter (Anonim,2005c), sehingga akan terjadi penurunan konsentrasi *TSS*. Ketika air permukaan yang mengandung *TSS* ini melewati media gravel maka *TSS* akan tertahan pada pori atau celah-celah gravel.

Pengaliran yang tidak kontinu menyebabkan adanya pengendapan sehingga terjadi penurunan pada konsentrasi *TSS* pada pengambilan selanjutnya. Dengan dialirkannya kembali air melalui inlet maka akan mengubah kembali konsentrasi dari air tersebut karena bercampur dengan endapan sebelumnya, sehingga sampel akan mengalami kenaikan konsentrasi *TSS* kembali.

Dari hasil pengujian penurunan kadar *TSS* didapatkan nilai *F* hitung pada variasi gravel pertama (19;15.8; 11.1)mm untuk kecepatan aliran 0,3 m/jam adalah 224.031, kecepatan aliran 0,6 m/jam 311.001 dan untuk kecepatan aliran 0,9 m/jam adalah 825.934. Sedangkan untuk variasi gravel kedua (11.1; 6.3; 2.3)mm untuk kecepatan aliran 0,3 m/jam adalah 314.408, kecepatan aliran 0,6 m/jam adalah 120.671, dan untuk kecepatan aliran 0,9 m/jam adalah 368.509

Dari data diatas dapat dilihat bahwa penurunan kadar *TSS* paling baik dicapai pada gravel ukuran (19;15.8; 11.1)mm dan kecepatan aliran 0,9 m/jam dengan nilai *F* hitung adalah 825.934. Hal ini disebabkan karena *upflow roughing filter* hal ini dipengaruhi oleh ukuran gravel yang besar mempunyai luas penampang yang lebih besar sehingga dengan aliran air dari bawah maka gravel tersebut dapat menahan partikel lebih banyak.

Da  
capai p  
engan ni  
ter hal i  
ang lebih  
enahan p

Hal ini seperti yang diungkapkan oleh (Martin W, 1996) bahwa kekeruhan lebih dari 150 NTU jika dialirkan dengan kecepatan yang semakin besar akan mendapatkan efisiensi yang semakin besar pula. Sedangkan kekeruhan sedang (kurang dari 150 NTU) akan mendapatkan efisiensi yang semakin rendah. Hal ini berlaku juga untuk TSS karena kekeruhan disebabkan juga oleh partikel-partikel tersuspensi..

#### 4.3.2 Kekeruhan

Pada analisa data, rata-rata dari pengambilan sampel untuk kekeruhan menunjukkan adanya penurunan konsentrasi kekeruhan pada masing masing sampel dengan kecepatan yang sama dalam satu variasi gravel yang sama. Dimana efisiensi penurunan konsentrasi kekeruhan ini tidak jauh berbeda dengan efisiensi penurunan konsentrasi TSS. Karena semakin tinggi nilai padatan tersuspensi atau TSS maka menyebabkan nilai kekeruhan juga akan semakin tinggi. Akan tetapi tingginya padatan terlarut tidak selalu diikuti dengan tingginya kekeruhan. Semakin keruh air, maka semakin tinggi daya hantar listriknya dan semakin banyak pula padatannya (Kristanto, 2002).

Dari hasil pengujian penurunan kadar kekeruhan didapatkan nilai F hitung pada variasi gravel pertama (19; 15.8; 11.1)mm untuk kecepatan aliran 0,3 m/jam adalah 3644.54, kecepatan aliran 0,6 m/jam 701.463 dan untuk kecepatan aliran 0,9 m/jam adalah 1957.86. Sedangkan untuk variasi gravel kedua (11.1; 6.3; 2.3)mm untuk kecepatan aliran 0,3 m/jam adalah 661.873, kecepatan aliran 0,6 m/jam adalah 447.231, dan untuk kecepatan aliran 0,9 m/jam adalah 58.527.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Dari analisa data dengan menggunakan uji statistik annova dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Reaktor *upflow roughing filter* dengan variasi pertama yaitu ukuran gravel (19; 15,8; 11,1)mm mampu menurunkan kadar kekeruhan sebesar 79,22-92,61% dan TSS 38,67-54,67%. Sedangkan variasi kedua dengan ukuran gravel (11,1; 6,3; 2,3)mm mampu menurunkan kadar kekeruhan sebesar 62,03-93,92% dan TSS 53,63-92,74%.
2. Variasi ukuran gravel untuk penurunan kekeruhan dan TSS paling baik dicapai oleh variasi pertama yaitu 19; 15,8; 11,1 mm
3. Variasi kecepatan aliran yang paling baik untuk penurunan kekeruhan adalah 0,3 m/jam dan untuk TSS adalah 0,9 m/jam.

#### 5.2. Saran

Dari hasil penelitian penulis memberikan saran sebagai berikut :

1. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan pengaliran air dilakukan secara kontinyu agar didapatkan hasil yang lebih baik.
2. Adanya penelitian lebih lanjut dengan menggunakan *roughing filter* dengan media saringan yang berbeda.
3. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal sebaiknya *roughing filter* dilengkapi dengan saringan pasir lambat sebagai pengolahan selanjutnya.

## Daftar Pustaka

Alaerts G, dan S.S Santika, 1984, *Metode Penelitian Air*, Usaha Nasional, Surabaya, Indonesia.

Anonim, 1991, *Dasar-Dasar Pemeriksaan Biologi*, Fakultas Kedokteran, UGM, Yogyakarta

Broult&Monod, 1991, *Water Treatment, HandBook*, Sixth Edition, Volume I, Degremont, France

Chatib B, 1992, *Diktat Pengolahan Air Minum*, ITB, Bandung

Effendi Hefni, 2003, *Telaah Kualitas Air*, Kanisius, Yogyakarta

Fardiaz, Srikandi, 1992, *Polusi Udara dan air*, Kanisius, yogyakarta

Huisman, 1975, *Slow Sand Filtration*, Lecture Note Delf University of Technology, Netherlands

Kristanto, P, 2002, *Ekologi Industri*, LPPM, Universitas Kristen PETRA, Surabaya

Metcalf%Eddy, 1991, *Waste Water Engineering Treatment Disposal and Reuse*,  
Mc Graw-Hill, Newyork

Razif, M, 1985, *Pengolahan Air Minum*, Diktat TP-FTSP-ITS, Surabaya

T.H.Y Tebbutt, 1960, *Prinsip-Prinsip Pengendalian Kualitas Air*, Departement of  
Civil Engineering, University of Birmingham.

Tjokrokusumo, 1995, *Pengantar Konsep Teknologi Bersih Khusus Pengelolaan  
dan Pengolahan Air*, STTL, Yogyakarta

Wegelin, Martin, 1996, *Surface Water Treatment by Roughing Filters : A Design,  
Construction and Operation Manual*. Sandec, Duebendorf.

Winarno, F G, 1996, *Air Untuk Industri Pangan*, PT. Gramedia, Jakarta

**Perhitungan Waktu Detensi :**

$$\text{Kecepatan (V)} = 0,3 \text{ m/jam}$$

$$\begin{aligned}\text{Debit air (Q)} &= (P \times L \times V) \\ &= (1 \times 0,3 \times 0,3) \\ &= 0,09 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= (P \times L \times T) \\ &= (1 \times 0,3 \times 1) \\ &= 0,3\text{m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Td} &= V / Q \\ &= 0,3\text{m}^3 / 0,09 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 3,5\text{jam}\end{aligned}$$

$$\text{Kecepatan (V)} = 0,6 \text{ m/jam}$$

$$\begin{aligned}\text{Debit air (Q)} &= (P \times L \times V) \\ &= (1 \times 0,3 \times 0,6) \\ &= 0,18 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= (P \times L \times T) \\ &= (1 \times 0,3 \times 1) \\ &= 0,3\text{m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Td} &= V / Q \\ &= 0,3\text{m}^3 / 0,18 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 1,67\text{jam} \\ &= 2\text{jam}\end{aligned}$$

## **Lampiran 2**

### **Hasil Pengukuran Kekeruhan dan TSS untuk Tiap Variasi**

Tabel 4.1 Hasil pengukuran kekeruhan variasi pertama dengan ukuran gravel 19; 15,8; 11,1 mm dan 11,1; 6,3; 2,3 mm dengan kecepatan aliran 0,3 m/jam.

| No | Gravel<br>(mm) | Inlet<br>(NTU) | Outlet<br>(NTU) | Efisiensi<br>(%) |
|----|----------------|----------------|-----------------|------------------|
| 1  | 19; 15,8; 11,1 | 333            | 54,9            | 83.51            |
| 2  |                | 333            | 67,3            | 79.79            |
| 3  |                | 333            | 55,6            | 83.30            |
| 4  |                | 333            | 41,4            | 87.57            |
| 5  |                | 333            | 57,5            | 82.73            |
| 6  |                | 333            | 70,6            | 78.80            |
| 7  |                | 333            | 69,2            | 79.22            |
| 8  |                | 333            | 24,6            | 92.61            |
| 9  |                | 333            | 59,4            | 82.16            |
| 10 |                | 333            | 68,7            | 79.37            |
|    |                |                |                 |                  |
| 11 | 11,1; 6,3; 2,3 | 189,1          | 71,8            | 62.03            |
| 12 |                | 189,1          | 36,2            | 80.86            |
| 13 |                | 189,1          | 48,8            | 74.19            |
| 14 |                | 189,1          | 35,9            | 81.02            |
| 15 |                | 189,1          | 34,8            | 81.60            |
| 16 |                | 189,1          | 36,1            | 80.91            |
| 17 |                | 189,1          | 10,6            | 93.92            |
| 18 |                | 189,1          | 15,1            | 91.34            |
| 19 |                | 189,1          | 14,2            | 91.86            |
| 20 |                | 189,1          | 12,2            | 93.00            |

Tabel 4.2 Hasil pengukuran TSS variasi pertama dengan ukuran gravel

19; 15,8;11,1 mm dan 11,1; 6,3; 2,3 mm dengan kecepatan aliran 0,3 m/jam

| No | Gravel<br>(mm) | Inlet<br>(NTU) | Outlet<br>(NTU) | Efisiensi<br>(%) |
|----|----------------|----------------|-----------------|------------------|
| 1  | 19; 15,8; 11,1 | 0.306          | 0.102           | 66.67            |
| 2  |                | 0.306          | 0.124           | 59.48            |
| 3  |                | 0.306          | 0.042           | 86.27            |
| 4  |                | 0.306          | 0.028           | 90.85            |
| 5  |                | 0.306          | 0.032           | 89.54            |
| 6  |                | 0.306          | 0.118           | 61.44            |
| 7  |                | 0.306          | 0.098           | 67.97            |
| 8  |                | 0.306          | 0.090           | 70.59            |
| 9  |                | 0.306          | 0.104           | 66.01            |
| 10 |                | 0.306          | 0.172           | 43.79            |
|    |                |                |                 |                  |
| 11 | 11,1; 6,3; 2,3 | 0.496          | 0.118           | 76.20            |
| 12 |                | 0.496          | 0.112           | 77.42            |
| 13 |                | 0.496          | 0.228           | 54.03            |
| 14 |                | 0.496          | 0.210           | 57.66            |
| 15 |                | 0.496          | 0.186           | 62.50            |
| 16 |                | 0.496          | 0.230           | 53.63            |
| 17 |                | 0.496          | 0.036           | 92.74            |
| 18 |                | 0.496          | 0.162           | 67.34            |
| 19 |                | 0.496          | 0.158           | 68.13            |
| 20 |                | 0.496          | 0.132           | 73.39            |

Tabel 4.3 Hasil pengukuran kekeruhan variasi kedua dengan ukuran gravel 19; 15,8; 11,1 mm dan 11,1; 6,3; 2,3 mm dengan kecepatan aliran 0,6m/jam..

| No | Gravel<br>(mm) | Inlet<br>(NTU) | Outlet<br>(NTU) | Efisiensi<br>(%) |
|----|----------------|----------------|-----------------|------------------|
| 1  | 19; 15,8; 11,1 | 289.6          | 126.1           | 56.46            |
| 2  |                | 289.6          | 114.6           | 60.64            |
| 3  |                | 289.6          | 126.2           | 56.42            |
| 4  |                | 289.6          | 145.7           | 49.69            |
| 5  |                | 289.6          | 132.6           | 54.21            |
| 6  |                | 289.6          | 74.60           | 74.24            |
| 7  |                | 289.6          | 98.70           | 65.92            |
| 8  |                | 289.6          | 134.8           | 53.45            |
| 9  |                | 289.6          | 117.6           | 59.39            |
| 10 |                | 289.6          | 106.8           | 63.12            |
|    |                |                |                 |                  |
| 11 | 11,1; 6,3; 2,3 | 308.8          | 136.6           | 55.76            |
| 12 |                | 308.8          | 137.8           | 55.38            |
| 13 |                | 308.8          | 109.2           | 64.64            |
| 14 |                | 308.8          | 99.20           | 67.86            |
| 15 |                | 308.8          | 61.90           | 79.95            |
| 16 |                | 308.8          | 114.4           | 62.95            |
| 17 |                | 308.8          | 57.80           | 81.28            |
| 18 |                | 308.8          | 56.40           | 81.24            |
| 19 |                | 308.8          | 58.00           | 81.22            |
| 20 |                | 308.8          | 83.60           | 72.93            |



Tabel 4.4 Hasil pengukuran TSS variasi kedua dengan ukuran gravel

19; 15,8; 11,1 mm dan 11,1; 6,3; 2,3 mm dengan kecepatan aliran 0,6 m/jam

| No | Gravel<br>(mm) | Inlet<br>(NTU) | Outlet<br>(NTU) | Efisiensi<br>(%) |
|----|----------------|----------------|-----------------|------------------|
| 1  | 19; 15,8; 11,1 | 0.658          | 0.380           | 42.25            |
| 2  |                | 0.658          | 0.228           | 65.35            |
| 3  |                | 0.658          | 0.350           | 46.81            |
| 4  |                | 0.658          | 0.360           | 45.29            |
| 5  |                | 0.658          | 0.242           | 63.22            |
| 6  |                | 0.658          | 0.214           | 67.48            |
| 7  |                | 0.658          | 0.314           | 52.28            |
| 8  |                | 0.658          | 0.316           | 51.98            |
| 9  |                | 0.658          | 0.218           | 66.87            |
| 10 |                | 0.658          | 0.212           | 67.78            |
|    |                |                |                 |                  |
| 11 | 11,1; 6,3; 2,3 | 0.496          | 0.286           | 42.34            |
| 12 |                | 0.496          | 0.304           | 38.70            |
| 13 |                | 0.496          | 0.146           | 70.56            |
| 14 |                | 0.496          | 0.066           | 86.69            |
| 15 |                | 0.496          | 0.058           | 88.31            |
| 16 |                | 0.496          | 0.266           | 46.37            |
| 17 |                | 0.496          | 0.058           | 88.31            |
| 18 |                | 0.496          | 0.096           | 97.18            |
| 19 |                | 0.496          | 0.114           | 77.02            |
| 20 |                | 0.496          | 0.192           | 61.29            |

Tabel 4.6 Hasil pengukuran TSS variasi ketiga dengan ukuran gravel

19; 15,8; 11,1 mm dan 11,1; 6,3; 2,3 mm dengan kecepatan aliran 0,9 m/jam

| No | Gravel<br>(mm) | Inlet<br>(NTU) | Outlet<br>(NTU) | Efisiensi<br>(%) |
|----|----------------|----------------|-----------------|------------------|
| 1  | 19; 15,8; 11,1 | 0.450          | 0.262           | 41.78            |
| 2  |                | 0.450          | 0.264           | 41.33            |
| 3  |                | 0.450          | 0.232           | 48.44            |
| 4  |                | 0.450          | 0.222           | 50.67            |
| 5  |                | 0.450          | 0.204           | 54.67            |
| 6  |                | 0.450          | 0.274           | 38.89            |
| 7  |                | 0.450          | 0.246           | 38.67            |
| 8  |                | 0.450          | 0.270           | 40.00            |
| 9  |                | 0.450          | 0.248           | 44.89            |
| 10 |                | 0.450          | 0.250           | 44.44            |
|    |                |                |                 |                  |
| 11 | 11,1; 6,3; 2,3 | 0.252          | 0.164           | 34.92            |
| 12 |                | 0.252          | 0.166           | 34.19            |
| 13 |                | 0.252          | 0.132           | 47.62            |
| 14 |                | 0.252          | 0.144           | 42.86            |
| 15 |                | 0.252          | 0.134           | 46.82            |
| 16 |                | 0.252          | 0.130           | 48.41            |
| 17 |                | 0.252          | 0.124           | 50.79            |
| 18 |                | 0.252          | 0.112           | 55.56            |
| 19 |                | 0.252          | 0.108           | 57.14            |
| 20 |                | 0.252          | 0.140           | 44.44            |

Tabel 4.7 Hasil pengukuran kekeruhan variasi keempat dengan ukuran gravel

19; 15,8; 11,1 mm dengan kecepatan aliran 0,3; 0,6; 0,9 m/jam

| V<br>(m/jam) | Gravel<br>(mm) | Inlet<br>(NTU) | Outlet<br>(NTU) | Efisiensi<br>(%) |
|--------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|
| 0,3          | 19; 15,8; 11,1 | 333            | 54,9            | 83.51            |
|              |                | 333            | 67,3            | 79.79            |
|              |                | 333            | 55,6            | 83.30            |
|              |                | 333            | 41,4            | 87.57            |
|              |                | 333            | 57,5            | 82.73            |
|              |                | 333            | 70,6            | 78.80            |
|              |                | 333            | 69,2            | 79.22            |
|              |                | 333            | 24,6            | 92.61            |
|              |                | 333            | 59,4            | 82.16            |
|              |                | 333            | 68,7            | 79.37            |
| 0,6          | 19; 15,8; 11,1 | 289.6          | 126.1           | 56.46            |
|              |                | 289.6          | 114.6           | 60.64            |
|              |                | 289.6          | 126.2           | 56.42            |
|              |                | 289.6          | 145.7           | 49.69            |
|              |                | 289.6          | 132.6           | 54.21            |
|              |                | 289.6          | 74.60           | 74.24            |
|              |                | 289.6          | 98.70           | 65.92            |
|              |                | 289.6          | 134.8           | 53.45            |
|              |                | 289.6          | 117.6           | 59.39            |
|              |                | 289.6          | 106.8           | 63.12            |
| 0,9          | 19; 15,8; 11,1 | 396.4          | 145.7           | 67.24            |
|              |                | 396.4          | 156.8           | 60.34            |
|              |                | 396.4          | 127.7           | 67.79            |
|              |                | 396.4          | 100.4           | 74.67            |
|              |                | 396.4          | 100.3           | 74.70            |
|              |                | 396.4          | 116.2           | 70.69            |
|              |                | 396.4          | 117.6           | 70.33            |
|              |                | 396.4          | 107.5           | 72.88            |
|              |                | 396.4          | 101.1           | 74.50            |
|              |                | 396.4          | 104.6           | 73.61            |
|              |                | 396.4          | 145.7           | 67.24            |

Tabel 4.8 Hasil pengukuran TSS variasi keempat dengan ukuran gravel

19; 15,8; 11,1 mm dengan kecepatan aliran 0,3; 0,6; 0,9 m/jam

| V<br>(m/jam) | Gravel<br>(mm) | Inlet<br>(NTU) | Outlet<br>(NTU) | Efisiensi<br>(%) |
|--------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|
| 0,3          | 19; 15,8; 11,1 | 0.306          | 0.102           | 66.67            |
|              |                | 0.306          | 0.124           | 59.48            |
|              |                | 0.306          | 0.042           | 86.27            |
|              |                | 0.306          | 0.028           | 90.85            |
|              |                | 0.306          | 0.032           | 89.54            |
|              |                | 0.306          | 0.118           | 61.44            |
|              |                | 0.306          | 0.098           | 67.97            |
|              |                | 0.306          | 0.090           | 70.59            |
|              |                | 0.306          | 0.104           | 66.01            |
|              |                | 0.306          | 0.172           | 43.79            |
| 0,6          | 19; 15,8; 11,1 | 0.658          | 0.380           | 42.25            |
|              |                | 0.658          | 0.228           | 65.35            |
|              |                | 0.658          | 0.350           | 46.81            |
|              |                | 0.658          | 0.360           | 45.29            |
|              |                | 0.658          | 0.242           | 63.22            |
|              |                | 0.658          | 0.214           | 67.48            |
|              |                | 0.658          | 0.314           | 52.28            |
|              |                | 0.658          | 0.316           | 51.98            |
|              |                | 0.658          | 0.218           | 66.87            |
|              |                | 0.658          | 0.212           | 67.78            |
| 0,9          | 19; 15,8; 11,1 | 0.450          | 0.262           | 41.78            |
|              |                | 0.450          | 0.264           | 41.33            |
|              |                | 0.450          | 0.232           | 48.44            |
|              |                | 0.450          | 0.222           | 50.67            |
|              |                | 0.450          | 0.204           | 54.67            |
|              |                | 0.450          | 0.274           | 38.89            |
|              |                | 0.450          | 0.246           | 38.67            |
|              |                | 0.450          | 0.270           | 40.00            |
|              |                | 0.450          | 0.248           | 44.89            |
|              |                | 0.450          | 0.250           | 44.44            |
|              |                | 0.450          | 0.262           | 41.78            |

Tabel 4.9 Hasil pengukuran kekeruhan variasi kelima dengan ukuran gravel

11,1; 6,3; 2,3 mm dengan kecepatan aliran 0,3; 0,6; 0,9 m/jam

| V<br>(m/jam) | Gravel<br>(mm) | Inlet<br>(NTU) | Outlet<br>(NTU) | Efisiensi<br>(%) |
|--------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|
| 0,3          | 11,1; 6,3; 2,3 | 189.1          | 71.8            | 62.03            |
|              |                | 189.1          | 36.2            | 80.86            |
|              |                | 189.1          | 48.8            | 74.19            |
|              |                | 189.1          | 35.9            | 81.02            |
|              |                | 189.1          | 34.8            | 81.60            |
|              |                | 189.1          | 36.1            | 80.91            |
|              |                | 189.1          | 10.6            | 93.92            |
|              |                | 189.1          | 15.1            | 91.34            |
|              |                | 189.1          | 14.2            | 91.86            |
|              |                | 189.1          | 12.2            | 93.00            |
| 0,6          | 11,1; 6,3; 2,3 | 308.8          | 136.6           | 55.76            |
|              |                | 308.8          | 137.8           | 55.38            |
|              |                | 308.8          | 109.2           | 64.64            |
|              |                | 308.8          | 99.20           | 67.86            |
|              |                | 308.8          | 61.90           | 79.95            |
|              |                | 308.8          | 114.4           | 62.95            |
|              |                | 308.8          | 57.80           | 81.28            |
|              |                | 308.8          | 56.40           | 81.24            |
|              |                | 308.8          | 58.00           | 81.22            |
|              |                | 308.8          | 83.60           | 72.93            |
| 0,9          | 11,1; 6,3; 2,3 | 174.4          | 131.6           | 24.54            |
|              |                | 174.4          | 139.1           | 20.24            |
|              |                | 174.4          | 126.2           | 27.64            |
|              |                | 174.4          | 132.7           | 23.91            |
|              |                | 174.4          | 81.6            | 53.21            |
|              |                | 174.4          | 72.9            | 58.20            |
|              |                | 174.4          | 71.4            | 59.06            |
|              |                | 174.4          | 66.6            | 61.81            |
|              |                | 174.4          | 57.1            | 67.26            |
|              |                | 174.4          | 72.5            | 58.43            |
|              |                | 174.4          | 131.6           | 24.54            |

Tabel 4.10 Hasil pengukuran TSS variasi kelima dengan ukuran gravel

11,1; 6,3; 2,3 mm dengan kecepatan aliran 0,3; 0,6; 0,9 m/jam

| V<br>(m/jam) | Gravel<br>(mm) | Inlet<br>(NTU) | Outlet<br>(NTU) | Efisiensi<br>(%) |
|--------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|
| 0,3          | 11,1; 6,3; 2,3 | 0.496          | 0.118           | 76.20            |
|              |                | 0.496          | 0.112           | 77.42            |
|              |                | 0.496          | 0.228           | 54.03            |
|              |                | 0.496          | 0.210           | 57.66            |
|              |                | 0.496          | 0.186           | 62.50            |
|              |                | 0.496          | 0.230           | 53.63            |
|              |                | 0.496          | 0.036           | 92.74            |
|              |                | 0.496          | 0.162           | 67.34            |
|              |                | 0.496          | 0.158           | 68.13            |
|              |                | 0.496          | 0.132           | 73.39            |
| 0,6          | 11,1; 6,3; 2,3 | 0.496          | 0.286           | 42.34            |
|              |                | 0.496          | 0.304           | 38.70            |
|              |                | 0.496          | 0.146           | 70.56            |
|              |                | 0.496          | 0.066           | 86.69            |
|              |                | 0.496          | 0.058           | 88.31            |
|              |                | 0.496          | 0.266           | 46.37            |
|              |                | 0.496          | 0.058           | 88.31            |
|              |                | 0.496          | 0.096           | 97.18            |
|              |                | 0.496          | 0.114           | 77.02            |
|              |                | 0.496          | 0.192           | 61.29            |
| 0,9          | 11,1; 6,3; 2,3 | 0.252          | 0.164           | 34.92            |
|              |                | 0.252          | 0.166           | 34.19            |
|              |                | 0.252          | 0.132           | 47.62            |
|              |                | 0.252          | 0.144           | 42.86            |
|              |                | 0.252          | 0.134           | 46.82            |
|              |                | 0.252          | 0.130           | 48.41            |
|              |                | 0.252          | 0.124           | 50.79            |
|              |                | 0.252          | 0.112           | 55.56            |
|              |                | 0.252          | 0.108           | 57.14            |
|              |                | 0.252          | 0.140           | 44.44            |
|              |                | 0.252          | 0.164           | 34.92            |

**Lampiran 3**

**Hasil Pengukuran Kekeruhan**  
**dan TSS dengan Uji Statistik**  
**Anova Satu Jalur**

kekeruhan 0,3 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**

**langkah 2**

Ha :  $A1 \neq A2 = A3$

Ho :  $A1 = A2 = A3$

| hasil kekeruhan     |         |           |             |             |                |
|---------------------|---------|-----------|-------------|-------------|----------------|
| no                  | A1      | A2        | (A1)^2      | (A2)^2      |                |
| 1                   | 333     | 54.9      | 110889      | 3014.01     |                |
| 2                   | 333     | 67.3      | 110889      | 4529.29     |                |
| 3                   | 333     | 55.6      | 110889      | 3091.36     |                |
| 4                   | 333     | 41.4      | 110889      | 1713.96     |                |
| 5                   | 333     | 57.5      | 110889      | 3306.25     |                |
| 6                   | 333     | 70.6      | 110889      | 4984.36     |                |
| 7                   | 333     | 69.2      | 110889      | 4788.64     |                |
| 8                   | 333     | 24.6      | 110889      | 605.16      |                |
| 9                   | 333     | 59.4      | 110889      | 3528.36     |                |
| 10                  | 333     | 68.7      | 110889      | 4719.69     |                |
| <b>Statistik</b>    |         |           |             |             | <b>total T</b> |
| n                   | 10      | 10        |             |             | 20             |
| $\sum X$            | 3330    | 569.2     | 1108890     | 34281.08    | 3899.200       |
| $(\sum X)^2/n_{A1}$ | 1108890 | 32398.864 | 1.22964E+11 | 117519244.6 | 1141288.864    |



**Langkah 4**

mencari jumlah kuadrat antar group (JKA)  
381100.8

**Langkah 5**

mencari derajat kebebasan antar group (dkA)  
 $Dka = A - 1$   
 $2 - 1 = 1$

**Langkah 6**

mencari kuadrat rerata antar group (Kra)  
381100.8

**Langkah 7**

mencari jumlah kuadrat dalam antar group (JKD)  
1882.216

**Langkah 8**

mencari derajat kebebasan dalam antar group (DKD)  
 $DKD = N - A$   
 $20 - 2 = 18$

**Langkah 9**

mencari kuadrat rerata dalam antar group (KRD)  
 $KRD = JKD / DKD$   
104.5676

**Langkah 10**

mencari nilai F hitung  
 $F \text{ hitung} = KRA / KRD$   
3644.542

**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  
 $F_{tabel} = F ( 1 - \alpha ) ( dkA, dkD )$   
 $F_{tabel} = F ( 1 - 0,05 ) ( 1, 18 )$   
 $F_{tabel} = F ( 0,95 ) ( 1, 18 )$   
 $F_{tabel} = 4,41$

**Langkah 13**

membandingkan F hitung dengan F tabel  
 $F_{hitung} \geq F_{tabel}$   
 $3644,54185 \geq 4,41$

**Langkah 14**

menyimpulkan  
Jika  $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ , maka tolak  $H_0$  artinya 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               | 289.6 | 126.1 | 83868.16 | 15901.21 |
| 2               | 289.6 | 114.6 | 83868.16 | 13133.16 |
| 3               | 289.6 | 126.2 | 83868.16 | 15926.44 |
| 4               | 289.6 | 145.7 | 83868.16 | 21228.49 |
| 5               | 289.6 | 132.6 | 83868.16 | 17582.76 |
| 6               | 289.6 | 74.6  | 83868.16 | 5565.16  |
| 7               | 289.6 | 98.7  | 83868.16 | 9741.69  |
| 8               | 289.6 | 134.8 | 83868.16 | 18171.04 |
| 9               | 289.6 | 117.6 | 83868.16 | 13829.76 |
| 10              | 289.6 | 106.8 | 83868.16 | 11406.24 |

**langkah 2**

Ha : A1 ≠ A2 = A3

Ho : A1 = A2 = A3

| Statistik                          |        |        |             |            | total T    |
|------------------------------------|--------|--------|-------------|------------|------------|
| n                                  | 10     | 10     |             |            | 20         |
| ΣX                                 | 2896   | 1177.7 | 838681.6    | 142485.95  | 4073.700   |
| (ΣX) <sup>2</sup> /n <sub>A1</sub> | 838682 | 138698 | 70338682618 | 2030224595 | 977379.329 |

kekeruhan 0,9 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               | 396.4 | 145.7 | 157132.96 | 21228.49 |
| 2               | 396.4 | 156.8 | 157132.96 | 24586.24 |
| 3               | 396.4 | 127.7 | 157132.96 | 16307.29 |
| 4               | 396.4 | 100.4 | 157132.96 | 10080.16 |
| 5               | 396.4 | 100.3 | 157132.96 | 10060.09 |
| 6               | 396.4 | 116.2 | 157132.96 | 13502.44 |
| 7               | 396.4 | 117.6 | 157132.96 | 13829.76 |
| 8               | 396.4 | 107.5 | 157132.96 | 11556.25 |
| 9               | 396.4 | 101.1 | 157132.96 | 10221.21 |
| 10              | 396.4 | 104.6 | 157132.96 | 10941.16 |

**langkah 2**

Ha :  $A1 \neq A2 = A3$

Ho :  $A1 = A2 = A3$

| Statistik           |         |        |             |            | total T     |
|---------------------|---------|--------|-------------|------------|-------------|
| n                   | 10      | 10     |             |            | 20          |
| $\sum X$            | 3964    | 1177.9 | 1571329.6   | 142313.09  | 5141.900    |
| $(\sum X)^2/n_{A1}$ | 1571330 | 138745 | 2.46908E+11 | 2025301559 | 1710074.441 |

**Langkah 4**

mencari jumlah kuadrat antar group (JKA)  
388117.7

**Langkah 5**

mencari derajat kebebasan antar group (dkA)  
 $Dka = A - 1$   
 $2 - 1 = 1$

**Langkah 6**

mencari kuadrat rerata antar group (Kra)  
388117.7

**Langkah 7**

mencari jumlah kuadrat dalam antar group (JKD)  
3568.249

**Langkah 8**

mencari derajat kebebasan dalam antar group (DKD)  
 $DKD = N - A$   
 $20 - 2 = 18$

**Langkah 9**

mencari kuadrat rerata dalam antar group (KRD)  
 $KRD = JKD/DKD$   
198.2361

**Langkah 10**

mencari nilai F hitung  
F hitung =  $KRA/KRD$   
1957.856

**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  
 $F_{tabel} = F ( 1 - \alpha ) ( dkA, dkD )$   
 $F_{tabel} = F ( 1 - 0,05 ) ( 1, 18 )$   
 $F_{tabel} = F ( 0,95 ) ( 1, 18 )$   
 $F_{tabel} = 4,41$

**Langkah 13**

membandingkan F hitung dengan F tabel  
 $F_{hitung} \geq F_{tabel}$   
 $1957,85605 \geq 4,41$

**Langkah 14**

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

kekeruhan 0,3 m/jam (11,1;6,3;2,3)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               | 189.1 | 71.8 | 35758.81 | 5155.24 |
| 2               | 189.1 | 36.2 | 35758.81 | 1310.44 |
| 3               | 189.1 | 48.8 | 35758.81 | 2381.44 |
| 4               | 189.1 | 35.9 | 35758.81 | 1288.81 |
| 5               | 189.1 | 34.8 | 35758.81 | 1211.04 |
| 6               | 189.1 | 36.1 | 35758.81 | 1303.21 |
| 7               | 189.1 | 10.6 | 35758.81 | 112.36  |
| 8               | 189.1 | 15.1 | 35758.81 | 228.01  |
| 9               | 189.1 | 14.2 | 35758.81 | 201.64  |
| 10              | 189.1 | 12.2 | 35758.81 | 148.84  |

**langkah 2**

Ha :  $A1 \neq A2 = A3$

Ho :  $A1 = A2 = A3$

| Statistik           |        |         |             |          | total T    |
|---------------------|--------|---------|-------------|----------|------------|
| n                   | 10     | 10      |             |          | 20         |
| $\sum X$            | 1891   | 315.7   | 357588.1    | 13341.03 | 2206.700   |
| $(\sum X)^2/n_{A1}$ | 357588 | 9966.65 | 12786924926 | 17798308 | 367554.749 |

**Langkah 4**

mencari jumlah kuadrat antar group (JKA)  
124078.5

**Langkah 5**

mencari derajat kebebasan antar group (dkA)  
 $Dka = A - 1$   
 $2 - 1 = 1$

**Langkah 6**

mencari kuadrat rerata antar group (Kra)  
124078.5

**Langkah 7**

mencari jumlah kuadrat dalam antar group (JKD)  
3374.381

**Langkah 8**

mencari derajat kebebasan dalam antar group (DKD)  
 $DKD = N - A$   
 $20 - 2 = 18$

**Langkah 9**

mencari kuadrat rerata dalam antar group (KRD)  
 $KRD = JKD/DKD$   
187.4656

**Langkah 10**

mencari nilai F hitung  
 $F \text{ hitung} = KRA/KRD$   
661.8734

**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  
 $F_{tabel} = F ( 1 - \alpha ) ( dkA, dkD )$   
 $F_{tabel} = F ( 1 - 0,05 ) ( 1, 18 )$   
 $F_{tabel} = F ( 0,95 ) ( 1, 18 )$   
 $F_{tabel} = 4,41$

**Langkah 13**

membandingkan F hitung dengan F tabel  
 $F_{hitung} \geq F_{tabel}$   
 $661,873416 \geq 4,41$

**Langkah 14**

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

kekeruhan 0,6 m/jam (11,1; 6,3; 2,3)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               | 308.8 | 136.6 | 95357.44 | 18659.56 |
| 2               | 308.8 | 137.8 | 95357.44 | 18988.84 |
| 3               | 308.8 | 109.2 | 95357.44 | 11924.64 |
| 4               | 308.8 | 99.2  | 95357.44 | 9840.64  |
| 5               | 308.8 | 61.9  | 95357.44 | 3831.61  |
| 6               | 308.8 | 114.4 | 95357.44 | 13087.36 |
| 7               | 308.8 | 57.8  | 95357.44 | 3340.84  |
| 8               | 308.8 | 56.4  | 95357.44 | 3180.96  |
| 9               | 308.8 | 58    | 95357.44 | 3364     |
| 10              | 308.8 | 83.6  | 95357.44 | 6988.96  |

**langkah 2**

Ha : A1 ≠ A2 = A3

Ho : A1 = A2 = A3

| Statistik           |        |         |             |           | total T     |
|---------------------|--------|---------|-------------|-----------|-------------|
| n                   | 10     | 10      |             |           | 20          |
| $\sum X$            | 3088   | 914.9   | 953574.4    | 93207.41  | 4002.900    |
| $(\sum X)^2/n_{A1}$ | 953574 | 83704.2 | 90930413634 | 868762128 | 1037278.601 |

**Langkah 4**

mencari jumlah kuadrat antar group (JKA)  
31386.96

**Langkah 5**

mencari derajat kebebasan antar group (dka)  
 $Dka = A - 1$   
 $2 - 1 = 1$

**Langkah 6**

mencari kuadrat rerata antar group (Kra)  
31386.96

**Langkah 7**

mencari jumlah kuadrat dalam antar group (JKD)  
9652.961

**Langkah 8**

mencari derajat kebebasan dalam antar group (DKD)  
 $DKD = N - A$   
 $20 - 2 = 18$

**Langkah 9**

mencari kuadrat rerata dalam antar group (KRD)  
 $KRD = JKD/DKD$   
536.2756

**Langkah 10**

mencari nilai F hitung  
 $F \text{ hitung} = KRA/KRD$   
58.52767

**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  
 $F_{tabel} = F ( 1 - \alpha ) ( dkA, dkD )$   
 $F_{tabel} = F ( 1 - 0,05 ) ( 1, 18 )$   
 $F_{tabel} = F ( 0,95 ) ( 1, 18 )$   
 $F_{tabel} = 4,41$

**Langkah 13**

membandingkan F hitung dengan F tabel  
 $F_{hitung} \geq F_{tabel}$   
 $58,5276747 \geq 4,41$

**Langkah 14**

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



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

**Langkah 4**

ncari jum  
231125

**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 5**

ncari dera  
a = A - 1  
1 = 1

**Langkah 3**

| Hasil TSS |       |       |          |          |
|-----------|-------|-------|----------|----------|
| no        | A1    | A2    | (A1)^2   | (A2)^2   |
| 1         | 0.306 | 0.102 | 0.093636 | 0.010404 |
| 2         | 0.306 | 0.124 | 0.093636 | 0.015376 |
| 3         | 0.306 | 0.042 | 0.093636 | 0.001764 |
| 4         | 0.306 | 0.028 | 0.093636 | 0.000784 |
| 5         | 0.306 | 0.032 | 0.093636 | 0.001024 |
| 6         | 0.306 | 0.118 | 0.093636 | 0.013924 |
| 7         | 0.306 | 0.098 | 0.093636 | 0.009604 |
| 8         | 0.306 | 0.09  | 0.093636 | 0.0081   |
| 9         | 0.306 | 0.104 | 0.093636 | 0.010816 |
| 10        | 0.306 | 0.172 | 0.093636 | 0.029584 |

**Langkah 6**

ncari kuac  
231125

**langkah 2**

Ha : A1≠A2 = A3  
Ho : A1 = A2 = A3

**Langkah 7**

ncari jumlah  
0.01857

**Langkah 8**

ncari derajat  
D = N - A  
- 2 = 18

| Statistik                          |         |         |          |           | total T |
|------------------------------------|---------|---------|----------|-----------|---------|
| n                                  | 10      | 10      |          |           | 20      |
| ΣX                                 | 3.06    | 0.91    | 0.93636  | 0.10138   | 3.970   |
| (ΣX) <sup>2</sup> /n <sub>A1</sub> | 0.93636 | 0.08281 | 0.087677 | 0.0010278 | 1.019   |

**Langkah 9**

ncari kuadi  
D = JKD/D  
001032

**Langkah 10**

ncari nilai F  
itung = KR.  
24.0307

**Langkah 11**

entukan k  
a Fhitung ≥  
a Fhitung ≤

**Langkah 12**

ncari F tabe  
abel = F ( 1  
abel = F ( 1  
abel = F ( 0,  
abel = 4,41

**Langkah 13**

mbandingk  
itung ≥ F tab  
t, 030695 ≥ ,

**Langkah 14**

nyimpulkan  
a Fhitung ≥

TSS 0,6 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**

| Hasil TSS |       |       |          |          |
|-----------|-------|-------|----------|----------|
| no        | A1    | A2    | (A1)^2   | (A2)^2   |
| 1         | 0.658 | 0.38  | 0.432964 | 0.1444   |
| 2         | 0.658 | 0.228 | 0.432964 | 0.051984 |
| 3         | 0.658 | 0.35  | 0.432964 | 0.1225   |
| 4         | 0.658 | 0.36  | 0.432964 | 0.1296   |
| 5         | 0.658 | 0.242 | 0.432964 | 0.058564 |
| 6         | 0.658 | 0.214 | 0.432964 | 0.045796 |
| 7         | 0.658 | 0.314 | 0.432964 | 0.098596 |
| 8         | 0.658 | 0.316 | 0.432964 | 0.099856 |
| 9         | 0.658 | 0.218 | 0.432964 | 0.047524 |
| 10        | 0.658 | 0.212 | 0.432964 | 0.044944 |

**langkah 2**

Ha : A1 ≠ A2 = A3

Ho : A1 = A2 = A3

| Statistik           |         |         |            |           | total T |
|---------------------|---------|---------|------------|-----------|---------|
| n                   | 10      | 10      |            |           | 20      |
| $\sum X$            | 6.58    | 2.834   | 4.32964    | 0.843764  | 9.414   |
| $(\sum X)^2/n_{A1}$ | 4.32964 | 0.80316 | 1.87457825 | 0.0711938 | 5.133   |

**Langkah 4**

mencari jumlah kuadrat antar group (JKA)  
0.701626

**Langkah 5**

mencari derajat kebebasan antar group (dka)  
 $Dka = A - 1$   
 $2 - 1 = 1$

**Langkah 6**

mencari kuadrat rerata antar group (Kra)  
0.701626

**Langkah 7**

mencari jumlah kuadrat dalam antar group (JKD)  
0.040608

**Langkah 8**

mencari derajat kebebasan dalam antar group (DKD)  
 $DKD = N - A$   
 $20 - 2 = 18$

**Langkah 9**

mencari kuadrat rerata dalam antar group (KRD)  
 $KRD = JKD / DKD$   
0.002256

**Langkah 10**

mencari nilai F hitung  
 $F \text{ hitung} = KRA / KRD$   
311.0013

**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  
 $F_{tabel} = F ( 1 - \alpha ) ( dka, dkD )$   
 $F_{tabel} = F ( 1 - 0,05 ) ( 1, 18 )$   
 $F_{tabel} = F ( 0,95 ) ( 1, 18 )$   
 $F_{tabel} = 4,41$

**Langkah 13**

membandingkan F hitung dengan F tabel  
 $F_{hitung} \geq F_{tabel}$   
 $311,001281 \geq 4,41$

**Langkah 14**

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

TSS 0,9 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**

| Hasil TSS |                     |       |        |           |                |       |
|-----------|---------------------|-------|--------|-----------|----------------|-------|
| no        | A1                  | A2    | (A1)^2 | (A2)^2    |                |       |
| 1         | 0.45                | 0.262 | 0.2025 | 0.068644  |                |       |
| 2         | 0.45                | 0.264 | 0.2025 | 0.069696  |                |       |
| 3         | 0.45                | 0.232 | 0.2025 | 0.053824  |                |       |
| 4         | 0.45                | 0.222 | 0.2025 | 0.049284  |                |       |
| 5         | 0.45                | 0.204 | 0.2025 | 0.041616  |                |       |
| 6         | 0.45                | 0.274 | 0.2025 | 0.075076  |                |       |
| 7         | 0.45                | 0.246 | 0.2025 | 0.060516  |                |       |
| 8         | 0.45                | 0.27  | 0.2025 | 0.0729    |                |       |
| 9         | 0.45                | 0.248 | 0.2025 | 0.061504  |                |       |
| 10        | 0.45                | 0.250 | 0.2025 | 0.0625    |                |       |
|           |                     |       |        |           |                |       |
|           | <b>Statistik</b>    |       |        |           | <b>total T</b> |       |
|           | n                   | 10    | 10     |           | 20             |       |
|           | $\sum X$            | 4.5   | 2.472  | 2.025     | 0.61556        | 6.972 |
|           | $(\sum X)^2/n_{A1}$ | 2.025 | 0.6111 | 0.4100625 | 0.0378914      | 2.636 |

**langkah 2**

Ha : A1 ≠ A2 = A3

Ho : A1 = A2 = A3

**Langkah 4**

mencari jumlah kuadrat antar group (JKA)  
0.205639

**Langkah 5**

mencari derajat kebebasan antar group (dkA)  
 $Dka = A - 1$   
 $2 - 1 = 1$

**Langkah 6**

mencari kuadrat rerata antar group (Kra)  
0.205639

**Langkah 7**

mencari jumlah kuadrat dalam antar group (JKD)  
0.004482

**Langkah 8**

mencari derajat kebebasan dalam antar group (DKD)  
 $DKD = N - A$   
 $20 - 2 = 18$

**Langkah 9**

mencari kuadrat rerata dalam antar group (KRD)  
 $KRD = JKD/DKD$   
0.000249

**Langkah 10**

mencari nilai F hitung  
 $F \text{ hitung} = KRA/KRD$   
825.934

**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  
 $F_{tabel} = F(1 - \alpha)(dkA, dkD)$   
 $F_{tabel} = F(1 - 0,05)(1, 18)$   
 $F_{tabel} = F(0,95)(1, 18)$   
 $F_{tabel} = 4,41$

**Langkah 13**

membandingkan F hitung dengan F tabel  
 $F_{hitung} \geq F_{tabel}$   
 $825,933952 \geq 4,41$

**Langkah 14**

menyimpulkan  
Jika  $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ , 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**

| Hasil TSS |       |       |          |          |
|-----------|-------|-------|----------|----------|
| no        | A1    | A2    | (A1)^2   | (A2)^2   |
| 1         | 0.496 | 0.118 | 0.246016 | 0.013924 |
| 2         | 0.496 | 0.112 | 0.246016 | 0.012544 |
| 3         | 0.496 | 0.228 | 0.246016 | 0.051984 |
| 4         | 0.496 | 0.21  | 0.246016 | 0.0441   |
| 5         | 0.496 | 0.186 | 0.246016 | 0.034596 |
| 6         | 0.496 | 0.23  | 0.246016 | 0.0529   |
| 7         | 0.496 | 0.036 | 0.246016 | 0.001296 |
| 8         | 0.496 | 0.162 | 0.246016 | 0.026244 |
| 9         | 0.496 | 0.158 | 0.246016 | 0.024964 |
| 10        | 0.496 | 0.132 | 0.246016 | 0.017424 |

**langkah 2**

Ha :  $A1 \neq A2 = A3$

Ho :  $A1 = A2 = A3$

| Statistik           |         |         |            |           | total T |
|---------------------|---------|---------|------------|-----------|---------|
| n                   | 10      | 10      |            |           | 20      |
| $\sum X$            | 4.96    | 1.572   | 2.46016    | 0.279976  | 6.532   |
| $(\sum X)^2/n_{A1}$ | 2.46016 | 0.24712 | 0.60523872 | 0.0078387 | 2.707   |

**Langkah 4**

mencari jumlah kuadrat antar group (JKA)  
0.573927

**Langkah 5**

mencari derajat kebebasan antar group (dkA)  
 $Dka = A - 1$   
 $2 - 1 = 1$

**Langkah 6**

mencari kuadrat rerata antar group (Kra)  
0.573927

**Langkah 7**

mencari jumlah kuadrat dalam antar group (JKD)  
0.032858

**Langkah 8**

mencari derajat kebebasan dalam antar group (DKD)  
 $DKD = N - A$   
 $20 - 2 = 18$

**Langkah 9**

mencari kuadrat rerata dalam antar group (KRD)  
 $KRD = JKD/DKD$   
0.001825

**Langkah 10**

mencari nilai F hitung  
 $F \text{ hitung} = KRA/KRD$   
314.4079

**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  
 $F_{tabel} = F ( 1 - \alpha ) ( dkA, dkD )$   
 $F_{tabel} = F ( 1 - 0,05 ) ( 1, 18 )$   
 $F_{tabel} = F ( 0,95 ) ( 1, 18 )$   
 $F_{tabel} = 4,41$

**Langkah 13**

membandingkan F hitung dengan F tabel  
 $F_{hitung} \geq F_{tabel}$   
 $314,407918 \geq 4,41$

**Langkah 14**

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

| Hasil TSS |       |       |          |          |
|-----------|-------|-------|----------|----------|
| no        | A1    | A2    | (A1)^2   | (A2)^2   |
| 1         | 0.496 | 0.286 | 0.246016 | 0.081796 |
| 2         | 0.496 | 0.304 | 0.246016 | 0.092416 |
| 3         | 0.496 | 0.146 | 0.246016 | 0.021316 |
| 4         | 0.496 | 0.066 | 0.246016 | 0.004356 |
| 5         | 0.496 | 0.058 | 0.246016 | 0.003364 |
| 6         | 0.496 | 0.266 | 0.246016 | 0.070756 |
| 7         | 0.496 | 0.058 | 0.246016 | 0.003364 |
| 8         | 0.496 | 0.096 | 0.246016 | 0.009216 |
| 9         | 0.496 | 0.114 | 0.246016 | 0.012996 |
| 10        | 0.496 | 0.192 | 0.246016 | 0.036864 |

**langkah 2**

Ha :  $A1 \neq A2 = A3$

Ho :  $A1 = A2 = A3$

| Statistik           |         |         |            |           | total T |
|---------------------|---------|---------|------------|-----------|---------|
| n                   | 10      | 10      |            |           | 20      |
| $\sum X$            | 4.96    | 1.586   | 2.46016    | 0.336444  | 6.546   |
| $(\sum X)^2/n_{A1}$ | 2.46016 | 0.25154 | 0.60523872 | 0.0113195 | 2.712   |



- Langkah 4**  
mencari jumlah kuadrat antar group (JKA)  
0.569194
- Langkah 5**  
mencari derajat kebebasan antar group (dkA)  
Dka = A - 1  
2 - 1 = 1
- Langkah 6**  
mencari kuadrat rerata antar group (Kra)  
0.569194
- Langkah 7**  
mencari jumlah kuadrat dalam antar group (JKD)  
0.084904
- Langkah 8**  
mencari derajat kebebasan dalam antar group (DKD)  
DKD = N - A  
20 - 2 = 18
- Langkah 9**  
mencari kuadrat rerata dalam antar group (KRD)  
KRD = JKD/DKD  
0.004717
- Langkah 10**  
mencari nilai F hitung  
F hitung = KRA/KRD  
120.6709
- 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 tabel = F ( 1 -  $\alpha$  ) ( dkA, dkD )  
F tabel = F ( 1 - 0,05 ) ( 1, 18 )  
F tabel = F ( 0,95 ) ( 1, 18 )  
F tabel = 4,41
- Langkah 13**  
membandingkan F hitung dengan F tabel  
Fhitung  $\geq$  F tabel  
120,670877  $\geq$  4,41
- Langkah 14**  
menyimpulkan  
Jika Fhitung  $\geq$  F tabel, maka tolak Ho artinya signifikan