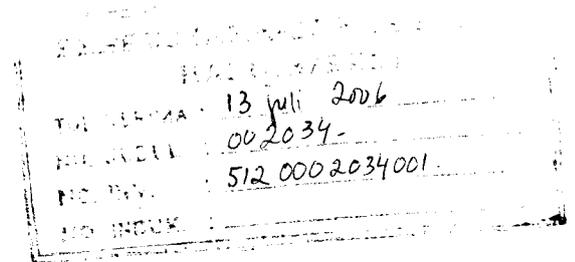


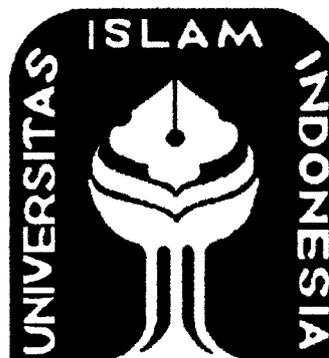
NO : TA/TL/2006/0095



TUGAS AKHIR

**EFEKTIVITAS *DOWNFLOW ROUGHING FILTER (IN SERIES)* DALAM
MENURUNKAN KADAR KEKERUHAN DAN *TOTAL SUSPENDED
SOLID (TSS)* PADA AIR PERMUKAAN SELOKAN MATARAM
YOGYAKARTA**

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia Untuk Memenuhi
Persyaratan Guna Memperoleh Derajat Sarjana Strata-1
Teknik Lingkungan



Disusun oleh :

Nama : YULIYATI

NIM : 01 513 050

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

2006

ABSTRAK

Selokan Mataram sekarang mengalami banyak perubahan, setidaknya dari segi kebersihan wilayah sekitar, karena sekarang disekitar selokan telah padat pemukiman, yang bisa membuang berbagai macam limbah ke selokan. Lahan pertanian yang memanfaatkan aliran Selokan Mataram untuk irigasi tidak lagi seluas pada masa lalu. Hadirnya material berupa koloid menyebabkan air menjadi tampak keruh yang secara estetika kurang menarik dan mungkin bisa berbahaya bagi kesehatan.

Penelitian ini menggunakan *downflow roughing filter in series* dengan variasi ukuran media kerikil dan variasi kecepatan aliran. Untuk variasi gravel, ukuran yang digunakan adalah 19; 15,8; 11,1 mm dan 11,1; 6,3; 2,3 mm. Untuk kecepatan aliran, variasi yang digunakan adalah 0,3 m/jam, 0,6 m/jam, dan 0,9 m/jam. Luas permukaan reaktor (A) = 0,3 m², tinggi (h) = 1 m. Untuk analisa laboratorium, metode *Nephelometric* digunakan untuk menguji kekeruhan dengan menggunakan turbidimeter. Sedangkan analisa laboratorium untuk TSS menggunakan metode Gravimetri.

Dari hasil penelitian, diperoleh efisiensi untuk kekeruhan sebesar 79,33-91,30% dan untuk TSS sebesar 72,58-88,70%. Untuk kekeruhan gravel yang efektif yaitu 11,1; 6,3; 2,3 mm sedangkan untuk TSS yaitu gravel 19; 15,8; 11,1 mm. Untuk kecepatan aliran yang efektif adalah 0,9 m/jam untuk kekeruhan dan TSS. Kecepatan aliran dalam pengolahan air baku akan mempengaruhi masa operasi.

Kata kunci : air permukaan, roughing filter, kerikil, kekeruhan, dan TSS

ABSTRACT

Selokan Mataram has been experiencing many changes now, at least in term of the environment cleanness, since the Selokan Mataram surrounding has become crowded residences for many people who throw away various waste to Selokan Mataram. The agricultural field that utilize Selokan Mataram for irrigation now is not many as it were. The appearances of such materials as colloid making the water become impure, and it might be danger for the human health.

This research was using the *down flow roughing filter in series* with size variation of the gravel media and the flow speed variation. In the gravel size, the variation applied were 19mm, 15.8mm, 11.1mm and 11.1mm, 6.3mm 2.3 mm. In the flow speed, the variations used were 0.3m/h, 0.6m/h and 0.9m/h. The total reactor surface (A) size was 0.3m^2 , and the height (h) was 1m. In the laboratorial analysis, the *Nephelometric* was used to test the turbidity with turbid meters. While the laboratorium analysis for the TSS was using Gravimetric method.

From the result of the research, it was obtained the efficiency for the turbidity by 79.33-91.30% and for the TSS by 72.58-88.70%. While for the effective gravel dirtiness were 11.1mm, 6.3mm, 2.3mm and for the TSS was gravel by 19mm, 15.8mm, 11.1mm. The effective flow speed was 0.9m/h for turbidity and TSS. The flow speed in the standard water treatment will affect the operation mass.

Keywords: surface water, roughing filter, gravel, turbidity and TSS.

HALAMAN PERSEMBAHAN

- Kupersembahkan karya ini kepada :
- Allah SWT, atas segala-galanya yang telah Engkau berikan
- Bapak dan Ibu, dengan segala do'a, kasih sayang dan pengorbanan yang senantiasa tercurah tanpa pamrih
- Mas Jammy yang selalu mendengarkan keluh kesahku dan selalu memberikan dorongan dan semangat yang luar biasa
- Mbak Uni & Mas Larno yang diam-diam menghanyutkan, terimakasih dukungannya
- Adekku, Judeth jangan mengeluh terus, berjuanglah untuk menjadi yang terbaik
- Adekku Wawan yang selalu memberikan keceriaan dan ocehan yang menyenangkan.
- Sodaraku: Wahid, Huda, Ipulz, AndiR, Ipunk, Fery Gonjalez, The Mim. "Ayo kejar Impian dan citamu!"
- Nilam jangan telat terus ya, jangan selalu bikin "tanda tanya" dan Yuyun ma Wiwin makasih bantuin nyuci krikil dan untuk persahabatannya j jangan sampai usang dimakan waktu..
- Wisnu dan Mais makasih atas kerjasamanya selama ini
- Bang Dedet makasih yang dah bantuan nge-Lab dan makasih dengan pengalaman pribadinya he..he..
- Den Mas Ryan, jangan tidur terus, keinginan tidak akan tercapai kalau hanya dalam mimpi.
- Almamaterku

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia, dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Efektifitas *Roughing Filter* Dalam Menurunkan Kadar Kekeruhan dan *Total Suspended Solid (TSS)* pada Air Permukaan Dengan Arah Aliran *Downflow (in series)*).

Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan guna memperoleh derajat sarjana strata-I Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Dalam penelitian dan penyusunan Tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa banyak sekali bantuan dan masukan dari banyak pihak sehingga penyusunan tugas akhir ini dapat terselesaikan. Untuk itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Luqman Hakim, ST, MSi selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan yang telah memberi pengarahan dan bimbingan.
2. Bapak Eko Siswoyo, ST selaku Sekretaris Jurusan dan Koordinator Tugas Akhir terimakasih atas bimbingannya.
3. Bapak Ir. H. Kasam, MT selaku Dosen Pembimbing I atas semua saran dan bimbingannya.
4. Bapak Hudori, ST selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan idenya kepada penulis dan atas semua pengarahan dan bimbingannya.

5. Bapak Tasyono dan Mas Iwan selaku pengurus lab terima kasih atas bantuannya.
6. Bapak, Ibu, Kakak, Adik dan seluruh keluarga dirumah yang selalu mendoakan.
7. Buat temen: Agung, Bayu, Anung, Adi, Dian, Medya, Puput, Novi, Indras, Warih, Kinoi, anak BaseCamp yang tidak bisa disebutkan, makasih
8. Semua pihak yang turut berjasa dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak bisa penulis sebutkan.

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

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, Juli 2006

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	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.	Roughing Filter	13
2.5.1.	Konstruksi dari Roughing Filter (RF)	15
2.5.2.	Dasar Teori Filtrasi	16
2.5.3.	Mekanisme Penyaringan	17
2.5.4.	FAktor-Faktor yang Mempengaruhi Efisiensi Penyaringan	18
2.5.5.	Besaran-Besaran Proses Filtrasi	20
2.5.6.	Mekanisme Transport.....	22
2.5.7.	Bagian Penting dari Roughing Filter	23
2.5.8.	Variabel Desain	24
2.5.9.	Jenis-Jenis Material Roughing Filter	25
2.5.10.	Pemeliharaan Filter	27
2.6.	Parameter-Parameter Penelitian	28
2.6.1.	Kekeruhan	28
2.6.2.	Total Suspended Solid (TSS)	32
2.7.	Downflow Roughing Filter	34
2.8.	Hipotesa	36
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	37
3.1.	Lokasi Penelitian	37
3.2.	Objek Penelitian	37

4.2.1.2. Pengaruh Variasi Kecepatan Aliran Terhadap Efisiensi removal Kekeruhan.....	51
4.2.2. Hasil Pengujian TSS	53
4.2.2.1. Pengaruh Variasi Ukuran Gravel Pertama dan Gravel Kedua Terhadap Efisiensi Removal TSS	53
4.2.2.2. Pengaruh Variasi Kecepatan Aliran Terhadap Efisiensi Removal TSS.....	55
4.3. Uji Statistik Anova Satu Jalur	56
4.3.1. Uji Anova Satu Jalur Konsentrasi Kekeruhan	56
4.3.1.1. Pengaruh Variasi Ukuran Gravel Pertama dan Kedua Terhadap Efisiensi Kekeruhan	57
4.3.1.2. Pengaruh Variasi Kecepatan Aliran Terhadap Efisiensi Kekeruhan	57
4.3.2. Uji Anova Satu Jalur Konsentrasi TSS.....	58
4.3.2.1. Pengaruh Variasi Ukuran Gravel Terhadap Efisiensi TSS	58
4.3.2.2. Pengaruh Variasi Kecepatan Aliran Terhadap Efisiensi TSS	59
4.4. Pembahasan	60
4.4.1. Kekeruhan	62
4.4.2. Total Suspended Solid (TSS)	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Ukuran pecahan kerikil dalam roughing filter	25
Tabel 2.2	Pengurangan kekeruhan dengan material saringan beebeda	26
Tabel 2.3	Spektrum Ukuran Partikel	31
Tabel 2.3	Jenis partikel koloid dan tersuspensi	32
Tabel 3.1	Variasi gravel dan kecepatan aliran	38
Tabel 4.1	Pengujian anova variasi ukuran gravel terhadap kekeruhan	57
Tabel 4.2	Pengujian anova variasi kecepatan aliran terhadap kekeruhan	57
Tabel 4.3	Perbandingan antara gravel pertama dan kedua dengan kecepatan aliran yang berbeda	58
Tabel 4.4	Pengujian Anova variasii ukuran gravel terhadap TSS	58
Tabel 4.5	Pengujian anova variasi kecepatan aliran terhadap TSS	59
Tabel 4.6	Perbandingan antara gravel pertama dan kedua dengan kecepatan aliran yang berbeda	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Layout dari <i>Roughing filter</i>	16
Gambar 2.2	<i>Solid Separation Mechanisms in Roughing filters</i>	17
Gambar 2.3	Bagian penting dari <i>roughing filter</i>	23
Gambar 2.4	<i>Downflow roughing filter</i>	36
Gambar 3.1	Media kerikil	39
Gambar 3.2	Reaktor <i>downflow roughing filter</i>	40
Gambar 3.3	Reservoar ke reaktor	40
Gambar 3.4	Diagram alir kekeruhan	41
Gambar 3.5	Turbidimeter	46
Gambar 4.1	Konsentrasi kekeruhan untuk variasi pertama (19;15,8; 11,1 mm dan gravel 11,1; 6,3; 2,3 mm dengan kecepatan aliran 0,3 m/jam).....	50
Gambar 4.2	Konsentrasi kekeruhan untuk variasi kedua (19;15,8; 11,1 mm dan gravel 11,1; 6,3; 2,3 mm dengan kecepatan aliran 0,6 m/jam).....	50
Gambar 4.3	Konsentrasi kekeruhan untuk variasi kedua (19;15,8; 11,1 mm dan gravel 11,1; 6,3; 2,3 mm dengan kecepatan aliran 0,9 m/jam).....	51
Gambar 4.4	Konsentrasi kekeruhan untuk variasi keempat (19; 15,8; 11,1 mm dengan kecepatan aliran 0,3; 0,6; 0,9 m/jam).....	52

Gambar 4.5	Konsentrasi kekeruhan untuk variasi keempat (11,1; 6,3; 2,3 mm dengan kecepatan aliran 0,3; 0,6; 0,9 m/jam).....	52
Gambar 4.6	Konsentrasi TSS untuk variasi pertama (19; 15,8; 11,1 mm dan gravel 11,1; 6,3; 2,3 mm dengan kecepatan aliran 0,3 m/jam).....	53
Gambar 4.7	Konsentrasi TSS untuk variasi pertama (19; 15,8; 11,1 mm dan gravel 11,1; 6,3; 2,3 mm dengan kecepatan aliran 0,6 m/jam).....	54
Gambar 4.8	Konsentrasi TSS untuk variasi pertama (19; 15,8; 11,1 mm dan gravel 11,1; 6,3; 2,3 mm dengan kecepatan aliran 0,9 m/jam).....	54
Gambar 4.9	Konsentrasi TSS untuk variasi keempat (19; 15,8; 11,1 mm dengan kecepatan aliran 0,3; 0,6; 0,9 m/jam)	55
Gambar 4.10	Konsentrasi TSS untuk variasi keempat (19; 15,8; 11,1 mm dengan kecepatan aliran 0,3; 0,6; 0,9 m/jam)	56

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

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

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

Pada penelitian ini, sampel air baku yang digunakan adalah sampel air yang diambil dari air Selokan Mataram, Jogjakarta. Dimana fungsi ekonomis dan kultural selokan Mataram sebagai irigasi yang menghidupi lahan pertanian di

pada suatu media proses dengan kecepatan tertentu yang dipengaruhi oleh diameter gravel yang berbeda sehingga dapat menyaring kekeruhan.

1.2. Rumusan Masalah

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

- a. Seberapa besar laju kemampuan *downFlow roughing Filter* dalam menurunkan Kekeruhan dan *TSS* dalam air?
- b. Bagaimana pengaruh dari variasi ukuran gravel dan 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. *DownFlow 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 terlalu tinggi pada air permukaan di Selokan Mataram, Jogjakarta.
- c. Paramater yang diukur adalah kekeruhan dan *TSS*.
- d. Perbandingan kompartemen dalam *down flow roughing filter* 1 : 1 : 1

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Untuk mengetahui besarnya kemampuan *DownFlow Roughing Filter* dalam menurunkan kadar kekeruhan dan *TSS* pada air permukaan di selokan Mataram, Yogyakarta.
- 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 *Downflow Roughing Filter* dalam menurunkan kadar Kekeruhan dan *TSS* pada air permukaan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Karakteristik Air Baku

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

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

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

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

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

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

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

1. Karakteristik Fisis

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

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

Sebetulnya kedua macam parameter ini hanya berupa indikator bagi berbagai mikroba yang dapat berupa parasit (protozoa, metazoa, tungau), bakteri patogen dan virus.

- JPT Coli/100 cc air

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

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

4. Parameter Radioaktivitas

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

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

2.3. 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 mahluk lain. (Ersin Seyhan, 1977).

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

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

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

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

pemukiman yang padat akan mengalami pencemaran akibat buangan rumah tangga yang dapat mengakibatkan perubahan warna, peningkatan kekeruhan, rasa, bau dan lain-lain.(Razif. 1985)

2.4. Air Minum

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

Air dapat dikonsumsi sebagai air minum apabila air tersebut bebas dari mikroorganisme yang bersifat patogen dan telah memenuhi syarat-syarat kesehatan. Untuk masyarakat awam persediaan air minum, mereka mengambil dari sumber air sebelum dikonsumsi air tersebut harus direbus dahulu. Merebus air sampai mendidih bertujuan untuk membunuh kuman-kuman yang mungkin terkandung dalam air tersebut. Sedangkan air minum yang tersedia di pasaran luas berupa air mineral yang berasal dari sumber air pegunungan dan telah mengalami proses destilasi atau penyulingan di industri dalam skala besar. Penyulingan ini juga bermaksud untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung baik berupa mikroorganisme maupun berupa logam berat (Tjokrokusumo, 1995).

2.5. *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.

Roughing filter 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 μm dan 0,4-0,002 μm 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 pathogen. 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 *roughing filter* sekitar 1-3 mg/l.

Roughing filter digunakan sebagai langkah pertama pre-treatment memisahkan padatan yang halus yang lolos oleh tangki sedimentasi sebelumnya. 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 tertimbun lumpur. Karena pertimbangan teknis, filter kasar yang digunakan tidak menggunakan filter pasir lambat jika air baku dari suatu area tangkapanj 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 bakteriologi.

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 pasir lambat. Air baku yang masuk dalam slow sand filter harus memiliki tingkat kekeruhan yang rendah. Untuk itu pretreatment air permukaan dengan loading yang tinggi pada material padatan biasanya dibutuhkan. Variasi dari roughing filter ini antara lain *Upflow*, *Downflow*, serta

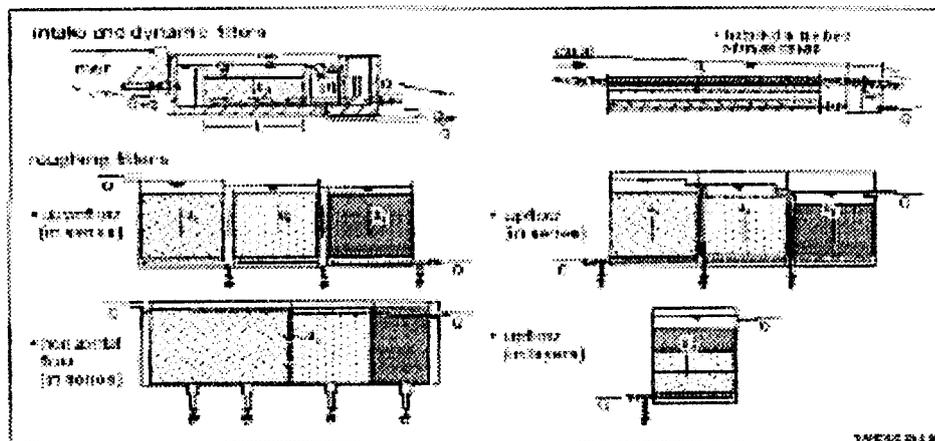
Horizontalflow. Perbedaan ukuran pecahan kerikil dari *Roughing Filter* yang ditempatkan dalam kompartemen yang terpisah dan dioperasikan secara seri, atau perbedaan ukuran kerikil ditempatkan berturut-turut dalam kompartemen yang sama.

2.5.1. Konstruksi dari *Roughing Filter* (RF)

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

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

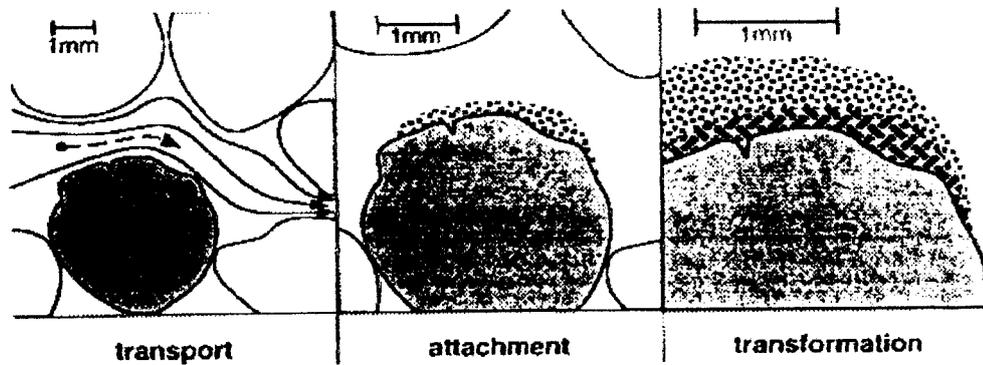
Secara umum perbedaan layout pre-filter digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.1 Lay out dari *Roughing Filter* (Martin W, 1996)

2.5.2. Dasar Teori Filtrasi

Filtrasi atau penyaringan adalah proses dimana air dibersihkan dengan cara pengaliran melalui bahan yang berpori guna memisahkan sebanyak mungkin solid tersuspensi yang paling halus. Tujuannya 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 dalam aliran sangat menentukan efisiensi dari pada filter. Apabila deposit terus berlanjut hingga diantara butir secara berangsur-angsur akan menjadi lebih kecil, dengan demikian akan menyebabkan makin besarnya tahanan dari filter yang selanjutnya filter perlu dibersihkan (Chatib, 1992).



Gambar 2.2 *Solid Separation Mechanisms in Roughing filters* (Martin W, 1996)

Karakteristik filtrasi dinyatakan dalam kecepatan hasil filtrat, yaitu filter pasir lambat dan filter pasir lambat. Masing-masing dipilih berdasarkan pertimbangan teknik dan ekonomi dengan sasaran utamanya menghasilkan filtrat yang murah dengan kualitas yang tetap tinggi.

2.5.3. Mekanisme Penyaringan

Mekanisme penyaringan meliputi lima kegiatan antara lain :

a. Pengendapan

Pada proses ini terjadi pemisahan partikel-partikel yang lebih besar karena mengendap, yang membedakan jika dalam bak pengendap terbentuk di dasar bak sedangkan dalam penyaringan terjadi pada seluruh permukaan media saring.

b. Penahanan secara mekanis

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

2.5.5. Besaran-Besaran Proses Filtrasi

Tiga besaran yang paling penting yang perlu diperhatikan dalam penggunaan proses filtrasi untuk pemisahan residu zat padat tersuspensi yaitu: sifat-sifat dari bahan partikula yang terdapat dalam influent yang akan disaring, ukuran dari bahan atau bahan media filter yang digunakan dan laju alir filtrasi.

1. Karakteristik *influen*

Karakteristik *influent* yang paling penting adalah konsentrasi zat padat tersuspensi, ukuran dan distribusi partikel, serta kekuatan flok yang akan disaring. Umumnya konsentrasi zat padat tersuspensi dalam *effluent* dari unit pengolahan lumpur aktif dan *trickling filter* bervariasi antara 6 sampai 30 mg/liter. Karena pada umumnya konsentrasi tersebut digunakan sebagai parameter acuan, maka kekeruhan (turbiditas) sering digunakan sebagai alat praktis untuk memantau suatu proses filtrasi. Dalam batas-batas tertentu, telah ditunjukkan bahwa konsentrasi zat padat tersuspensi dalam air limbah yang telah diolah dapat dikorelasikan terhadap kekeruhan.

Kekuatan flok bervariasi tidak hanya proses tetapi cara operasi juga memegang peranan penting. Sebagai contoh : flok dari proses biologi yang telah mengalami perlakuan presipitasi kimia akan lemah dari flok biologi yang belum mengalami perlakuan presipitasi kimia, kekuatan flok akan mempengaruhi efisiensi pemisahan.

2. Karakteristik media filter

Karakteristik media filter ditentukan oleh butiran-butiran media filter yang digunakan dan hal ini akan berpengaruh terhadap operasi proses filtrasi.

menarik lolos flok keluar melalui unggun media filter. Untuk flok biologis laju alir 80 sampai 320 liter/m²/menit cukup memadai, tidak akan menghancurkan flok karena flok biologis cukup besar. (Metcalf & Eddy, 1979)

2.5.6. 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 16 mm.

Sedimentasi yaitu memisahkan endapan padatan dengan gravitasi. Kecepatan pengendapan dipengaruhi oleh rapat massa, ukuran dan bentuk partikel, seperti halnya viskositas dan kondisi hidrolik 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.

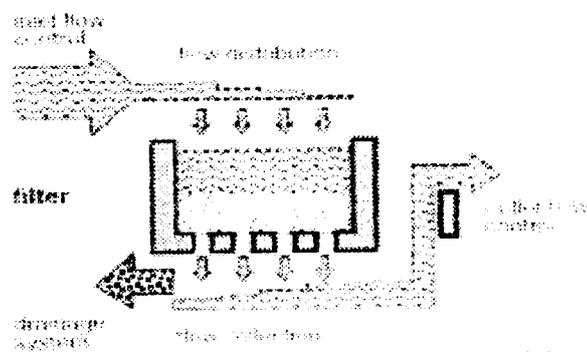
Oksidasi biokimia dimulai untuk mengubah bahan organik kedalam kumpulan lebih kecil dan akhirnya masuk ke dalam air, karbon dioksida dan garam inorganik. Juga bagian dari bahan yang dihancurkan adalah bahan untuk reaksi kimia dan biokimia. Kekeruhan dan warna juga mempengaruhi perubahan ketika sisa-sisa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

2.5.7. Bagian Penting dari Roughing Filter

Bagian penting dari filter adalah bagian yang terdiri dari material filter.

Sebuah filter terdiri dari 6 elemen, seperti yang terlihat pada gambar, yaitu:

1. Kontrol aliran inlet.
2. Distribusi Air Baku.
3. Filter.
4. Pengumpulan Air yang telah diolah.
5. Sistem Drainase



Gambar 2.3. Bagian Penting dari Roughing filter

1. Kontrol aliran inlet

Inflow ke sebuah filter harus dikurangi pada pemberian debit dan dipertahankan. Sangat penting untuk mempertahankan kondisi aliran agar konstan untuk mencapai operasi filter yang efisien.

2. Distribusi Air Baku

Pendistribusian Air Baku di filter harus homogen untuk mencapai kondisi aliran yang seragam pada filter, karena itu aliran dari pipa satu saluran harus sama rata didistribusikan ke seluruh permukaan filter.

2. Ukuran rata-rata dgi (mm) dari setiap media filter, biasanya berkisar antara 20-4 min. Fraksi media filter dapat dilihat pada tabel 3.2, direkomendasikan seragam.

Table 2.1 Ukuran pecahan kerikil dalam *Roughing Filter*

Material Filter karakteristik	Ukuran material filter (mm)		
	Pecahan 1	Pecahan 2	Pecahan 3
Filter kasar	24-16	12-18	8-12
Filter normal	12-18	8-12	4-8
Filter halus	8-12	4-8	2-4

Sumber : Martin, 1996

3. Panjang li (m) dari setiap media filter yang spesifik

Setiap panjang li dari material filter tergantung pada tipe filter. Hal ini boleh berubah besarnya kedalaman dari upflow roughing filter dibatasi dengan bangunan, umumnya antara 80 dan 120 cm, Panjang horizontal flow roughing filter dalam hal ini tidak dibatasi, tetapi panjang normalnya 5 dan 7 m.

4. Angka n1 dari fraksi filter

Angka n1 dari fraksi filter bergantung juga pada tipe filter. Permukaan filter boleh hanya 1 fraksi saja dimana RF biasanya terdiri dari 3 fraksi gravel.

5. Tinggi H (m) dan lebar W (m) area saringan A (m²) : kedalaman = 1 – 2 m.

Lebar filter = 4 – 5 m, dan untuk *vertikal flow filter* = 25 – 30 m² atau untuk *horizontal roughing filter* 4 – 6 m².

2.5.9. Jenis-Jenis Material *Roughing Filter*

Material saringan digunakan untuk meningkatkan proses sedimentasi yang berlangsung di dalam *roughing filter* dan perembesan yang tinggi untuk partikel atau unsur padat yang akan dipisahkan. Uji filtrasi mengungkapkan bahwa bukan

kekasaran maupun struktur atau bentuk dari material saringan mempunyai suatu pengaruh besar pada efisiensi saringan material berikut bisa digunakan untuk media saringan :

1. Kerikil dari dasar sungai atau dari tanah
2. Pecahan batu atau batu dari suatu penggalian
3. batu bata tanah liat yang dibakar
4. Material plastik sebagai modul atau chip (yang digunakan untuk meneteskan saringan) digunakan jika material ditempat itu tersedia
5. Arang yang dibakar, walaupun ada resiko desintegrasi manakala membersihkan material saringan, hanya perlu dipertimbangkan dalam kasus khusus (yaitu untuk pemindahan perihal organik yang yang dihancurkan)
6. serabut kelapa, meskipun dengan resiko airmenjadi berasa selama operasi saringan panjang haruslah hati-hati.

Berikut ini tabel performen saringan dengan material saringan berbeda

Tabel 2.2 Pengurangan kekeruhan dengan material saringan berbeda

Proyek	Kerikil	Material saringan alternatif
BNHP/Su dan Batu bakar	87% (20 – 30, 15 – 20 dan 5 – 10 mm)	77% (bata 30 – 50, 15 – 20, 5 – 10) mm
Sabut palem* Plumbon Indonesia	39% (16 – 25) mm	67% (sabut/serat)
Bahan plastik Universitas Newcastle	92% (pecahan batu bata, 30-50, kerikil 14-18 dan 5 – 9) mm	945 (lingkar Φ 38 mm pipa Φ 30 m lebar tutup 5 mm

*Hanya diisi pada kompartemen pertama sumber : (Martin, 1996)

2.5.10. Pemeliharaan Filter

Insiden utama seringkali merupakan hasil dari sebab-sebab minor. Pernyataan tersebut juga menerapkan pemeliharaan filter kasar (RF). Pemeliharaan filter tidak benar-benar dibutuhkan karena prefilter tidak termasuk Beberapa bagian mekanis tersendiri dari katup. Sekalipun diminta, pemeliharaan seharusnya ditujukan pada pemeliharaan rencana pada kondisi yang baik dari awal. Bantuan eksternal (dari luar) untuk kerja pemeliharaan biasanya dihindari bila kerja lanjutan dilaksanakan dengan baik oleh pekerja lokal :

- Pemeliharaan periodik dari tanaman pengolahan (pemotongan rumput, penghapusan pohon, dan semak - semak besar yang dapat mengganggu struktur oleh akar - akarnya dibuang atau dihilangkan).
- Proteksi tanah terhadap erosi (khususnya struktur intake air permukaan, saluran drainase air limbah dan run off permukaan).
- Memperbaiki keretakan dinding dari struktur dan penggantian plaster shipped
- Pemakaian agen anti karat pada bagian logam (bendungan v - Notch, penyangga pipa).
- Pemeriksaan katup - katup dan sistem drainase, dan kadang-kadang melumasi bagian yang bergerak.
- Membersihkan material filter
- Mengambil busa material terapung dari bagian atas filter. mencuci material kasar (pada distribusi dan kotak inlet)

- Mengontrol dan mengganti bagian yang tak sempurna (alat - alat dan peralatan uji).

Pemeliharaan lebih baik dari awal pengolahan, menjamin pemakaian instalasi jangka panjang dan memakan biaya rendah.

2.6. Parameter -Parameter Penelitian

Parameter-parameter yang diteliti dalam penelitian ini antara lain

2.6.1. Kekeruhan

kekeruhan di dalam air disebabkan oleh adanya zat padat yang tersuspensi seperti lempung, zat organik, plankton dan zat-zat halus lainnya (koloid) yang berukuran antara 1 sampai 100 milimikron.

Istilah keruh (turbid) digunakan untuk air yang mengandung bahan yang melayang (suspended matter), dimana bahan ini mengganggu jalannya sinar yang melalui air tersebut. Bahan yang melayang di dalam air berukuran mulai koloid sampai yang relatif besar seperti pasir. Selain itu bahan yang melayang ini dapat berupa zat organik atau zat anorganik. Zat organik berasal dari lapukan hewan dan tumbuhan, sedangkan zat anorganik berasal dari pelapukan batuan dan unsur logam di dalam tanah. Air yang keruh merupakan indikasi bahwa air tersebut tercemar dan mengandung mikroorganisme yang berbahaya bagi kesehatan manusia.

Kekeruhan dalam air dapat disebabkan juga oleh lumpur kasar (tersuspensi diskrit), lumpur halus (clay), pasir (tersuspensi diskrit), mikroorganisme (tersuspensi halus) patogen dan non patogen, presipitat dan partikel yang bersifat

koloid, baik berupa zat organik (mudah terurai) maupun anorganik (tidak mudah terurai). Kekeruhan yang disebabkan oleh bahan-bahan koloid dapat dihilangkan dengan pembubuhan koagulan, yang dapat membuat partikel-partikel koloid menjadi lebih besar, sehingga dapat diendapkan secara gravitasi.

Untuk kekeruhan yang disebabkan oleh pasir dan partikel-partikel diskrit dapat dikurangi dengan cara pengendapan. Koagulasi-flokulasi tidak akan ekonomis apabila kekeruhan terlalu besar, begitu pula klorinasi tidak akan efektif apabila kekeruhan tinggi karena merupakan habitat dari bakteri patogen (G. Alaerts dan Sri Sumestri, 1994).

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

Kekeruhan menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat dalam air. Kekeruhan disebabkan oleh adanya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut (misalnya lumpur dan pasir halus), maupun bahan anorganik dan organik yang berupa planton dan mikroorganisme lain. (APHA, 1976; Davis dan Cornwell, 1991).

Padatan tersuspensi berkorelasi positif dengan kekeruhan. Semakin tinggi nilai padatan tersuspensi, nilai kekeruhan juga semakin tinggi. Akan tetapi, tingginya padatan terlarut tidak selalu diikuti dengan tingginya kekeruhan. Misalnya air laut memiliki nilai padatan terlarut tinggi, tetapi tidak berarti memiliki kekeruhan yang tinggi (Hefni Efendi, 2003).

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

Kekeruhan merupakan sifat optis suatu larutan, yaitu hamburan dan absorpsi cahaya yang melaluinya tidak dapat dihubungkan secara langsung antara kekeruhan dengan kadar semua jenis zat suspensi, karena tergantung juga dengan ukuran dan bentuk butir .

Kekeruhan sebenarnya tidak mempunyai efek langsung terhadap kesehatan tetapi tidak disukai masyarakat karena masalah estetika kurang baik. Persyaratan mutu dari kekeruhan air bersih yang diperbolehkan menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No.416/Menkes/Per/IX/1990 adalah 25 NTU.

Kekeruhan menunjukkan sifat optis air, yang mengakibatkan pembiasan cahaya kedalam air. Kekeruhan membatasi masuknya cahaya ke dalam air.. Semakin keruh air, semakin tinggi daya hantar listriknya dan semakin banyak pula padatannya (Kristanto, 2002).

Tabel 2.4 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: Dasar-dasar pemeriksaan biologi, 1991

2.6.2. Total Suspended Solid (TSS)

TSS (Total Suspended Solid) 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).

Kekeruhan air disebabkan oleh zat padat yang tersuspensi, baik yang bersifat anorganik maupun yang organik. Zat anorganik, biasanya berasal dari lapukan batuan dan logam, sedangkan yang organik dapat berasal dari lapukan tanaman atau hewan. Zat organik dapat menjadi makanan bakteri, sehingga mendukung perkembangbiakannya (Slamet, 2002).

Zat Padat Tersuspensi dapat bersifat organis dan inorganik. 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 inorganik. 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 (Sastrawijaya, 1991)

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).

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 (fixed solid). Dengan adanya bagian yang volatile tadi maka lumpur mudah dan cepat membusuk dan menimbulkan bau

yang diatur secara berurutan. Air yang dialirkan melalui tiga kompartemen saringan yaitu: kasar, medium, dan halus. Perbedaan ukuran gravel biasanya antara 20 dan 4 mm. contohnya : 12 – 18 mm; 8 – 12 mm; 4 – 8 mm.

Vertikal flow Roughing filter beroperasi secara baik sebagai *downflow* atau *upflow*. Oleh karenanya selalu ditempatkan di bagian atas saringan atau di alas saringan. *vertikal flow Roughing filter* harus selalu terendam air. Volume air biasanya 10 cm 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 *outlet filter*. *Roughing filter vertikal flow* biasanya dioperasikan pada kecepatan 0,3–1 m/jam. *Roughing filter* adalah sensitif terhadap fluktuasi hidrolis. Terutama jika terisi dengan sebagian besar padatan. Panjang filter ini yang tidak terbatas dan tata ruang yang sederhana adalah keuntungan utama *downflow Roughing Filter*.

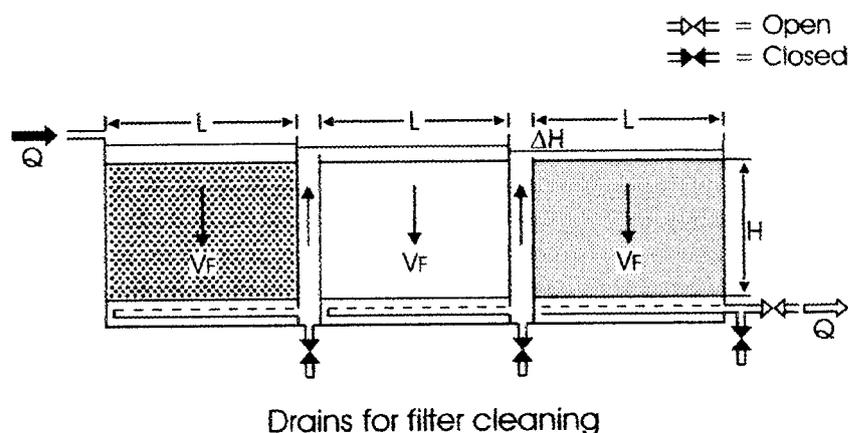
Arah sedimentasi dan arus merupakan perbedaan yang utama yang mungkin bertentangan atau mendukung penyelesaian pada gravel. Secara teoritis *downflow roughing filter* mempunyai suatu pencapaian yang lebih baik dibanding *upflow* terutama dalam hal penyaringan partikel padat. Pola penambahan untuk menahan padatan adalah merupakan perbedaan yang *lain* antara *downflow* dan *upflow*. Pada *downflow* padatan yang tersaring di *inlet*, sedangkan *upflow* menyaring pada bagian medium saringan yang diletakkan pada hampir di bagian alas saringan. Padatan yang terkumpul pada bagian *roughing filter* harus di cuci

dengan air dari puncak saringan yang melalui saringan pembersih yang memisahkan alas saringan.

Air yang mengalir dengan arah *down-flow* dari *inlet* kompartemen, masuk melalui rangkaian seri dengan perbedaan ukuran material filter yang dipisahkan oleh *dinding* yang dilubangi, kemudian keluar melalui outlet filter. Seperti yang digambarkan pada gambar 2

Roughing filter in series

Downflow roughing filter



Gambar 2.4 *Down Roughing Filter*

2.8. Hipotesa

- Bahwa penggunaan *DownFlow Roughing Filter* bermedia gravel dapat menurunkan kadar kekeruhan dan *TSS*.
- Ada perbedaan secara signifikan dari hasil proses *Downflow Roughing Filter* dengan variasi ukuran gravel dan kecepatan aliran.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan sampel air permukaan yaitu di selokan Mataram, Yogyakarta dan sebagai tempat analisa sampel TSS yaitu di Laboratorium Teknik Lingkungan, UII, Yogyakarta dan untuk kekeruhan di Laboratorium Biomanajemen, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

3.2. Objek Penelitian

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

3.3. 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 *Downflow Roughing Filter*.

3.4. Variabel Penelitian

1. Variabel bebas (Independent Variable)

Media gravel yang digunakan yaitu :

- a. Gravel I dengan ukuran : 19; 15,8; 11,1 mm

b. Gravel II dengan ukuran : 11,1; 6,3; 2,3 mm

Kecepatan aliran yang digunakan :

- a. Kecepatan I : 0,3 m/jam
- b. Kecepatan II : 0,6 m/jam
- c. Kecepatan III : 0,9 m/jam

Tabel 3.1 Variasi Gravel dan Kecepatan Aliran

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

2. Variabel terikat (Dependent Variable)

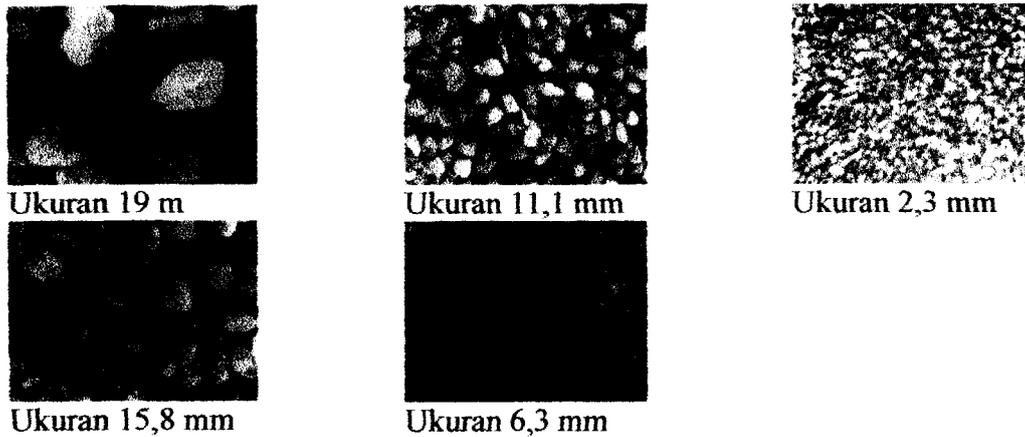
Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kekeruhan dan *TSS*

3.5. Tahap Pelaksanaan Percobaan

3.5.1. Penyediaan Media Kerikil Kasar, Kerikil Sedang, Kerikil Halus

Pada penelitian ini media yang digunakan adalah kerikil. Sebelum media dimasukkan ke dalam filter, perlu dilakukan pengayakan pada media agar diameter butiran sama. Pengayakan dilakukan dengan menggunakan pengayak dengan menyusun mest yang lebih besar di bagian atas. Adapun mest yang digunakan adalah mest $\frac{3}{4}$ inchi dengan ukuran 19 mm, mest $\frac{5}{8}$ inchi dengan

ukuran 15,8 mm, mest 7/16 dengan ukuran 11,1 mm, mest $\frac{1}{4}$ dengan ukuran 6,3 mm, dan # 8 dengan ukuran 2,3 mm.



Gambar 3.1 Media kerikil

3.5.2. Alat Penelitian

Alat yang digunakan untuk penelitian antara lain :

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

Rangkaian alat yang digunakan untuk penelitian adalah sebagai berikut :

Panjang total	= 1 m
Lebar	= 0,3 m
Tinggi	= 1 m

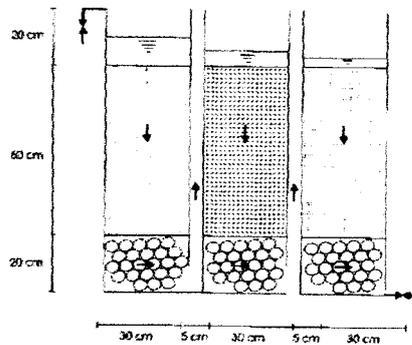
Karena downflow roughing filter mempunyai perbandingan 1 : 1 : 1 dari tiap boxnya maka ukuran panjang tiap box adalah sebagai berikut :

Kerikil kasar	: 0,30 m
Kerikil medium	: 0,30 m
Kerikil halus	: 0,30 m

Jarak antar box : 0,05 m

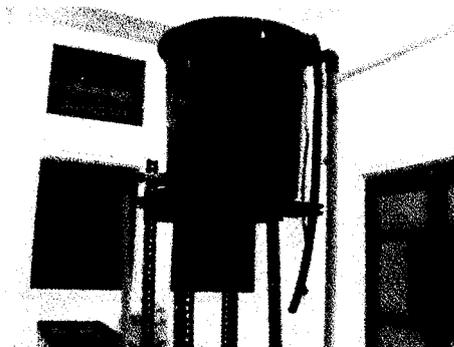
Jarak alas dengan batas filter : 0,20 m

Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3.2 Reaktor *downflow roughing filter*

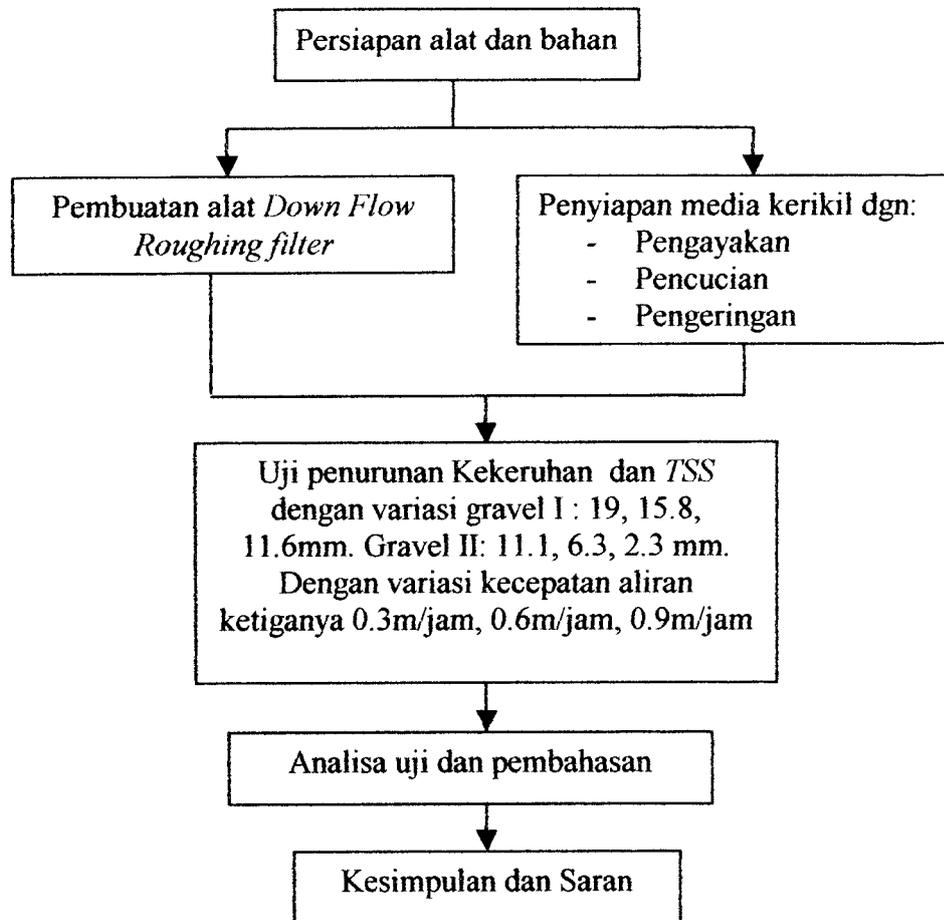
2. Drum plastik tempat untuk menampung air baku yang mengalirkan air ke reaktor. Agar pengaliran air baku kesaringan dapat berjalan dengan konstan maka alat ini dilengkapi dengan kran putar.



Gambar 3.3 Reservoir ke reaktor

3.6. Kerangka Penelitian

Adapun kerangka penelitian untuk tugas akhir ini dapat dilihat pada diagram penelitian yaitu pada gambar 3.1.



Gambar 3.4. Diagram Alir Penelitian

3.6.1. Persiapan Media

Setelah melalui tahap pengayakan, seluruh media tersebut dicuci. Pencucian dilakukan agar 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 1 meter, lebar 0,3 meter dan tinggi 1 meter. Setelah reaktor dalam keadaan siap dan tidak ada kebocoran maka seluruh media dimasukkan ke reaktor dengan variasi gravel dan pengaturan kecepatan aliran pada kran yang divariasikan.

Seluruh media dirancang dengan variasi sebagai berikut :

1. Gravel pertama ukuran 19; 15,8; 11,1 mm dengan variasi kecepatan aliran 0,3 m/jam; 0,6 m/jam; 0,9 m/jam
2. Gravel kedua ukuran 11,1; 6,3; 2,3 mm dengan variasi kecepatan aliran 0,3 m/jam; 0,6 m/jam; 0,9 m/jam

Filter di jalankan secara kontinu, artinya terus menerus karena sampel air langsung diambil setelah air masuk dalam roughing filter. Pengambilan sampel disesuaikan dengan waktu detensi. Untuk kecepatan aliran 0,3 m/jam waktu detensi 1 jam, untuk kecepatan aliran 0,6 m/jam waktu detensi 2 jam, untuk kecepatan aliran 0,9 m/jam waktu detensi 3,5 jam. Berikut ini adalah perhitungan waktu detensi :

Desain Perencanaan *Roughing Filter* yaitu :

$$\text{Lebar (l)} = 0.30 \text{ m}$$

$$\text{Panjang (p)} = 1.00 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi (h)} = 1.00 \text{ m}$$

- Kecepatan (V) = 0.30 m/jam

$$A = p \times l$$

$$= 1.00 \times 0.30$$

$$= 0.30 \text{ m}^2$$

$$Q = V \times A$$

$$= 0.3 \text{ m/jam} \times 0.30 \text{ m}^2$$

$$= 0.09 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Volume} = p \times l \times t$$

$$= 1.00 \times 0.30 \times 1.00$$

$$= 0.30 \text{ m}^3$$

$$td = \text{volume} / Q$$

$$= 0.30 / 0.09$$

$$= 3.5 \text{ jam}$$

- Kecepatan (v) = 0,6 m/jam

$$\begin{aligned}
 A &= p \times l \\
 &= 1.00 \times 0.30 \\
 &= 0.30 \text{ m}^2 \\
 Q &= V \times A \\
 &= 0.6 \text{ m/jam} \times 0.30 \text{ m}^2 \\
 &= 0.18 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Volume} &= p \times l \times t \\
 &= 1.00 \times 0.30 \times 1.00 \\
 &= 0.30 \text{ m}^3 \\
 \text{td} &= \text{volume} / Q \\
 &= 0.30 / 0.18 \\
 &= 1,66 \text{ jam} \approx 2 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

- Kecepatan (v) = 0,9 m/jam

$$\begin{aligned}
 A &= p \times l \\
 &= 1.00 \times 0.30 \\
 &= 0.30 \text{ m}^2 \\
 Q &= V \times A \\
 &= 0.9 \text{ m/jam} \times 0.30 \text{ m}^2 \\
 &= 0.27 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Volume} &= p \times l \times t \\
 &= 1.00 \times 0.30 \times 1.00 \\
 &= 0.30 \text{ m}^3 \\
 \text{td} &= \text{volume} / Q \\
 &= 0.30 / 0.27 \\
 &= 1,11 \text{ jam} \approx 1 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

3.7.Perhitungan Headloss

Desian perencanaan :

Panjang 1 meter

Diameter = ½ inchi = 0,0127 m

K = 0,98 karena sudut 90 °

1. Headloss dengan kecepatan 0,3 m/jam

$$\begin{aligned}
 Q &= v \times A \\
 &= 0,3 \times (0,3 \times 0,9) \\
 &= 0,081 \text{ m}^3/\text{jam} = 2,25 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{dt}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{HL} &= \frac{(2,25 \times 10^{-5})^{1,85} \times 1}{(0,2785 \times 120 \times 0,0127^{2,63})^{1,85}} \\ &= 0,0064279 \text{ m} \end{aligned}$$

Ada 2 belokan pipa :

$$\begin{aligned} \text{HL} &= 2 k \cdot \frac{v^2}{2g} \\ &= 2 \times 0,98 \times \frac{0,3^2}{2 \times 9,81} \\ &= 0,008991 \text{ m} \end{aligned}$$

2. Headloss dengan kecepatan 0,6 m/jam

$$\begin{aligned} Q &= v \times A \\ &= 0,6 \times (0,3 \times 0,9) \\ &= 0,162 \text{ m}^3/\text{jam} = 4,5 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{HL} &= \frac{(4,5 \times 10^{-5})^{1,85} \times 1}{(0,2785 \times 120 \times 0,0127^{2,63})^{1,85}} \\ &= 0,0231726 \text{ m} \end{aligned}$$

Ada 2 belokan pipa :

$$\begin{aligned} \text{HL} &= 2 k \cdot \frac{v^2}{2g} \\ &= 2 \times 0,98 \times \frac{0,6^2}{2 \times 9,81} \\ &= 0,035963 \text{ m} \end{aligned}$$

3. Headloss dengan kecepatan 0,9 m/jam

$$Q = v \times A$$

$$= 0,9 \times (0,3 \times 0,9)$$

$$= 0,243 \text{ m}^3/\text{jam} = 6,75 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$\text{HL} = \frac{(6,75 \times 10^{-5})^{1,85} \times 1}{(0,2785 \times 120 \times 0,0127^{2,63})^{1,85}}$$

$$= 0,0490618 \text{ m}$$

Ada 2 belokan pipa :

$$\text{HL} = 2 k \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$= 2 \times 0,98 \times \frac{0,9^2}{2 \times 9,81}$$

$$= 0,080917 \text{ m}$$

Jadi panjang total *roughing filter* 1.00m, lebar 0.30m, tinggi 1.00m, karena *Downflow roughing filter* mempunyai perbandingan 1 : 1 : 1 dari tiap boxnya maka ukuran panjang tiap box adalah sebagai berikut :

kerikil kasar : 0.30 m

kerikil medium : 0.30 m

kerikil halus : 0.30 m

Jarak antar box : 0.05 m

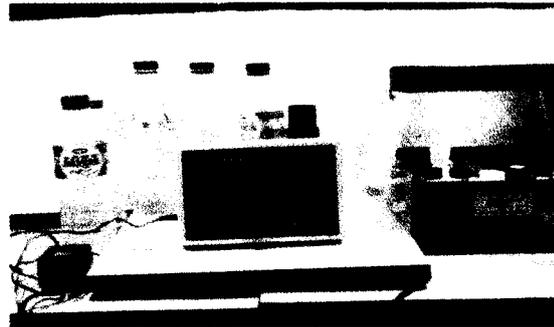
Jarak alas dengan batas filter : 0.20 m

3.8. Parameter Penelitian dan Metode Uji

3.8.1. Pengukuran Kekeruhan

Pada pengujian kekeruhan ini, metode yang digunakan untuk analisis laboratorium adalah metode Nephelometric dengan menggunakan alat yang

disebut Turbidimeter. Kekeruhan diukur setiap jam untuk air awal (influent) dan effluent dari filter dan 10 kali untuk setiap sampel.



Gambar 3.5. Turbidimeter

Berikut ini merupakan tahap-tahap yang dilakukan dalam menguji kekeruhan menggunakan turbidimeter :

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

3.8.2. Pengukuran TSS

Pengujian TSS dengan menggunakan metode gravimetri yang pertamadilakukan adalah menyiapkan kertas saring sebelum digunakan untuk pengukuran TSS. Kertas saring dengan diameter ukuran 10 μm dilipat dan dibasahi dengan aquades kemudian panaskan di oven dengan suhu 100 –100 oC

selama 1 jam. Kemudian masukkan ke desikator selama 10 menit dan di timbang. Kemudian semua tahap ini diulang sampai 3 kali untuk mendapatkan berat konstan. Kertas saring ini kemudian digunakan untuk pengukuran TSS yaitu masukkan air sampel sebanyak 50 ml ke dalam kertas saring tersebut, setelah itu lakukan hal sama seperti pada pembuatan kertas saring.

3.9. Analisis Data

Effluent dari hasil pengolahan oleh alat dianalisa di laboratorium untuk mengetahui efisiensi penurunan kadar kekeruhan dan TSS, dengan metode :

3.9.1. Perhitungan Efisiensi

Dari hasil percobaan akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Untuk mengetahui efisiensi penurunan kadar kekeruhan dan TSS pada air baku. Dalam penelitian ini digunakan formula sebagai berikut :

Perhitungan efisiensi :

$$E = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

E = Efisiensi

C₁ = Kadar Kekeruhan atau TSS sebelum *treatment*

C₂ = Kadar Kekeruhan atau TSS sesudah *treatment*

3.9.2. Pengujian Anova

Data kualitas air diolah dengan menggunakan analisis ragam (ANOVA) dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$ menggunakan software SPSS 11 yang

diawali dengan dengan Between-Subjects factors dengan tujuan untuk melihat jumlah data antara dua faktor. Kemudian dilanjutkan dengan test of Between-Subjects Effects. Untuk test of Between-Subjects Effects digunakan hipotesis :

1. H_0 = Tidak ada pengaruh ukuran gravel atau kecepatan aliran terhadap penurunan konsentrasi kekeruhan dan TSS.
2. H_1 = Ada pengaruh ukuran gravel atau kecepatan aliran terhadap penurunan konsentrasi kekeruhan dan TSS.

Dengan dasar pengambilan keputusan :

- $\alpha \geq 0,05$ maka H_0 diterima
- $\alpha \leq 0,05$ maka H_0 ditolak

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Setelah melakukan penyaringan dengan menggunakan *roughing filter* dengan ukuran gravel pertama yaitu 19; 15,8; 11,1 mm dan gravel kedua yaitu 11,1; 6,3; 2,3 mm dan dengan variasi kecepatan aliran yaitu 0,3 m/jam; 0,6 m/jam; 0,9 m/jam. Selama waktu pengoperasian sampel yang diambil sebanyak 10 sampel yang disesuaikan dengan waktu detensi. Sampel untuk selanjutnya diujikan. Pengujian sampel untuk *TSS* dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Sedangkan untuk pengujian sampel kekeruhan dilakukan di Laboratorium Biomanajemen Universitas Atmajaya Yogyakarta.

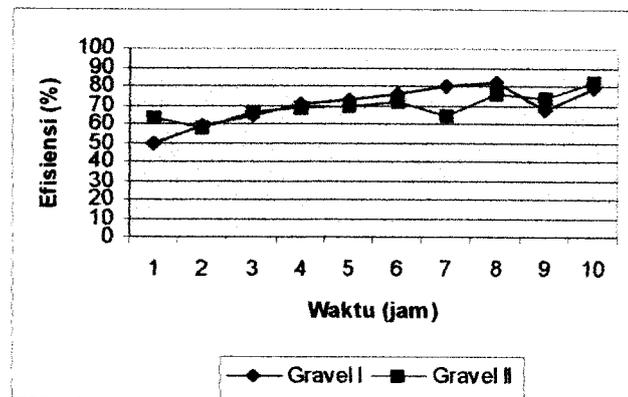
4.2. Analisa Data

4.2.1. Hasil Pengujian Kekeruhan

Dalam penelitian yang dilakukan terhadap pengolahan air permukaan Selokan Mataram dengan menggunakan *downflow roughing filter in series*, variasi yang digunakan adalah ukuran gravel dan kecepatan aliran.

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

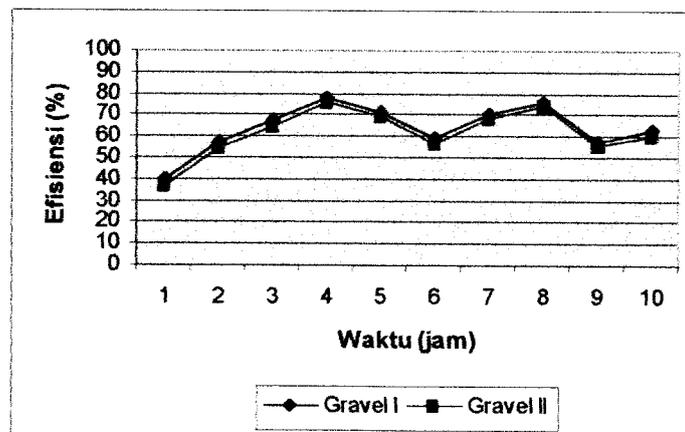
Untuk variasi pertama menggunakan ukuran gravel pertama dan kedua dengan kecepatan aliran 0,3 m/jam hasil yang diperoleh dapat dilihat pada lampiran tabel 4.1 dan dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut ini :



Gambar 4.1 Konsentrasi kekeruhan variasi pertama

Tingkat efisiensi kekeruhan pada kecepatan 0,3 m/jam variasi pertama, untuk gravel 19; 15,8; 11,1 mm 49,18-82,224 % dan untuk gravel 11,1; 6,3; 2,3 mm 58,14-82,13 %

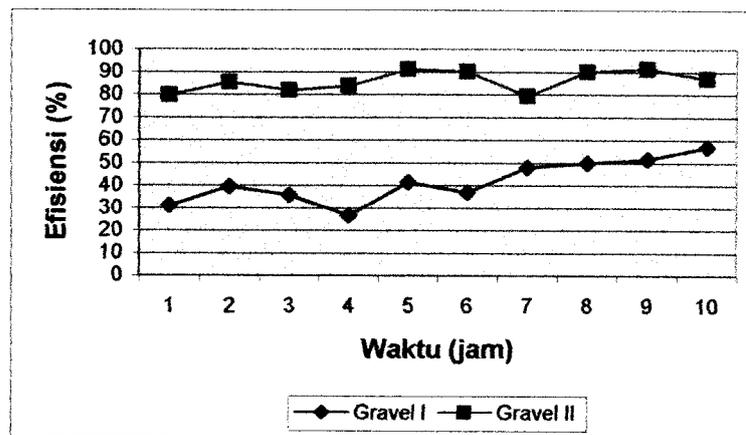
Untuk variasi kedua hasil yang diperoleh setelah air melewati *roughing filter* dapat dilihat pada lampiran tabel 4.2 dan pada gambar4.2 dibawah ini.



Gambar 4.2 Konsentrasi kekeruhan variasi kedua

Konsentrasi kekeruhan pada kecepatan aliran 0,6 m/jam, untuk gravel 19; 15,8; 11,1 mm diperoleh tingkat efisiensi sebesar 39,92-77,36 % dan gravel 11,1; 6,3; 2,3 mm diperoleh tingkat efisiensi sebesar 36,63-75,86 %.

Untuk variasi ketiga hasil yang diperoleh setelah air melewati roughing filter dapat dilihat pada lampiran tabel 4.3 dan pada grafik 4.3 dibawah ini.

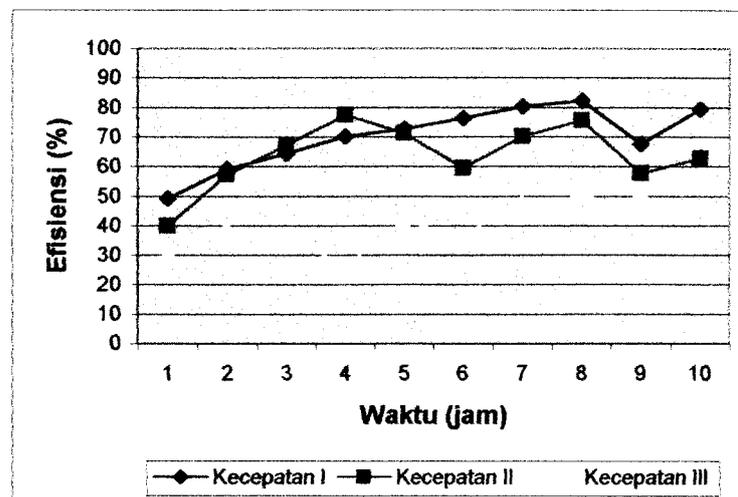


Gambar 4.3 Konsentrasi kekeruhan untuk variasi ketiga

Konsentrasi kekeruhan pada kecepatan aliran 0,9 m/jam, untuk gravel 19; 15,8; 11,1 mm diperoleh tingkat efisiensi sebesar 26,65-56,84 % dan gravel 11,1; 6,3; 2,3 mm diperoleh tingkat efisiensi sebesar 79,33-91,30 %.

4.2.1.2. Pengaruh Variasi Kecepatan Aliran Terhadap Efisiensi Removal Kekeruhan

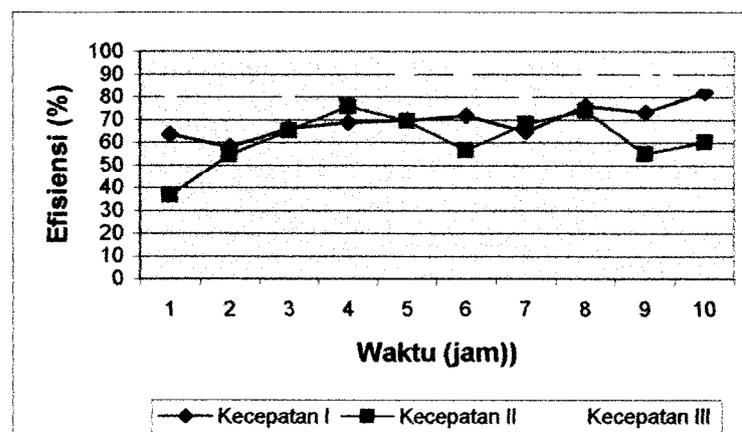
Untuk variasi berikut dengan gravel 19; 15,8; 11,1 mm dengan kecepatan aliran 0,9 m/jam; 0,6 m/jam; 0,3 m/jam. Hasil penurunan kadar kekeruhan dapat dilihat pada lampiran tabel 4.4 dan dapat dilihat pada gambar 4.4 berikut :



Gambar 4.4 Konsentrasi kekeruhan untuk variasi keempat

Untuk kekeruhan pada variasi keempat, diperoleh hasil untuk kecepatan aliran 0,3 m/jam diperoleh tingkat efisiensi sebesar 49,18-82,224 %, untuk kecepatan aliran 0,6 m/jam diperoleh efisiensi sebesar 39,92-77,36 %, untuk kecepatan aliran 0,9 m/jam diperoleh efisiensi sebesar 26,65-56,84 %.

Untuk variasi kelima hasil yang diperoleh setelah air melewati *roughing filter* dapat dilihat pada lampiran tabel 4.5 dan dapat dilihat pada gambar 4.5 dibawah ini.



Gambar 4.5 Konsentrasi kekeruhan untuk variasi kelima

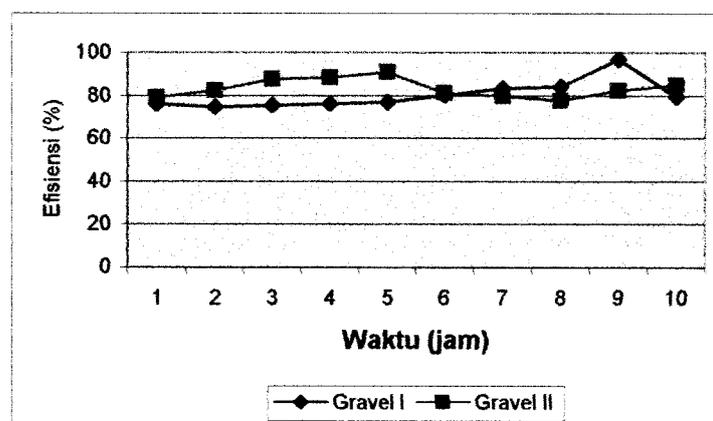
Untuk kekeruhan pada variasi kelima, diperoleh hasil untuk kecepatan aliran 0,3 m/jam diperoleh tingkat efisiensi sebesar 58,14-82,13 %, untuk kecepatan aliran 0,6 m/jam diperoleh efisiensi sebesar 36,63-75,86 %, untuk kecepatan aliran 0,9 m/jam diperoleh efisiensi sebesar 79,33-91,30 %.

4.2.2. Hasil Pengujian TSS

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

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

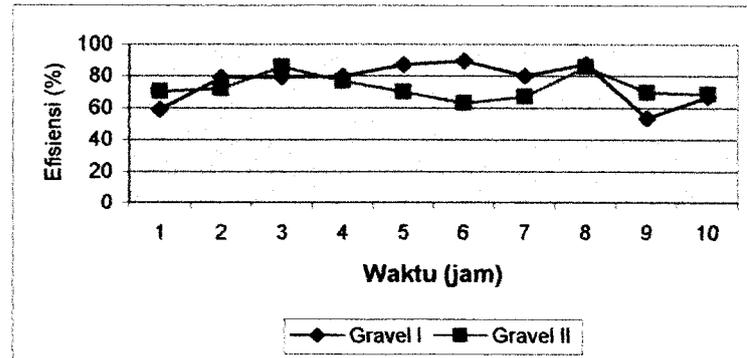
Untuk variasi berikut menggunakan gravel pertama dan kedua dengan kecepatan aliran 0,3 m/jam. Hasil yang diperoleh dari pengukuran konsentrasi TSS dapat dilihat pada lampiran tabel 4.6 dan dapat dilihat pada gambar 4.6 berikut :



Gambar 4.6 Konsentrasi TSS untuk variasi pertama

Tingkat efisiensi TSS pada kecepatan 0,3 m/jam variasi pertama, untuk gravel 19; 15,8; 11,1 mm 69,84 %-84,12 % dan untuk gravel 11,1; 6,3; 2,3 mm 77,78 %-81,05 %

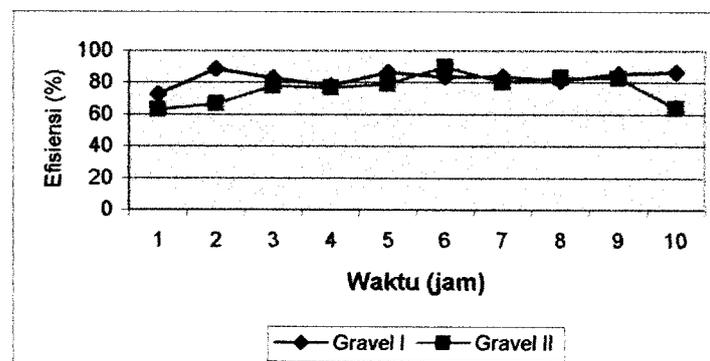
Untuk variasi kedua hasil yang diperoleh setelah air melewati roughing filter dapat dilihat pada lampiran tabel 4.7 dan pada grafik 4.7 dibawah ini.



Gambar 4.7 Konsentrasi TSS untuk variasi kedua

Konsentrasi TSS pada kecepatan aliran 0,6 m/jam, untuk gravel 19; 15,8; 11,1 mm diperoleh tingkat efisiensi sebesar 53,62-89,51 % dan gravel 11,1; 6,3; 2,3 mm diperoleh tingkat efisiensi sebesar 62,9 –86,01 %.

Untuk variasi ketiga hasil yang diperoleh setelah air melewati roughing filter dapat dilihat pada lampiran tabel 4.8 dan pada grafik 4.8 dibawah ini.

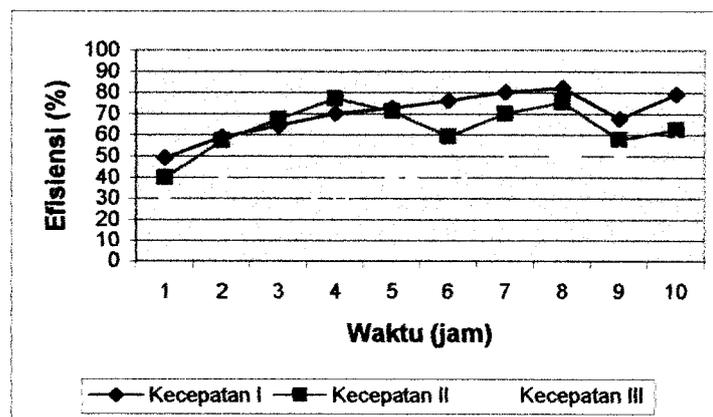


Gambar 4.8 Konsentrasi TSS untuk variasi ketiga

Konsentrasi TSS pada kecepatan aliran 0,9 m/jam, untuk gravel 19; 15,8; 11,1 mm diperoleh tingkat efisiensi sebesar 72,58-88,70 % dan gravel 11,1; 6,3; 2,3 mm diperoleh tingkat efisiensi sebesar 63,07-89,8 %.

4.2.2.2. Pengaruh Variasi Kecepatan Aliran Terhadap Efisiensi Removal TSS

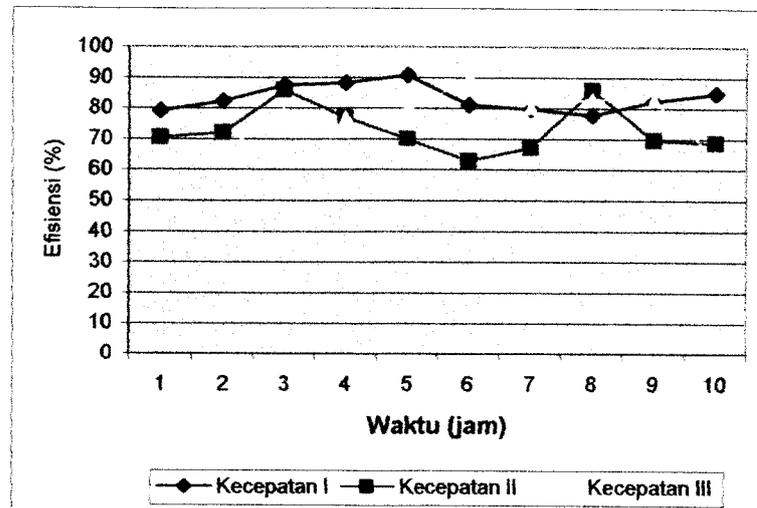
Pada variasi berikut menggunakan ukuran gravel pertama dengan kecepatan 0,3 m/jam; 0,6 m/jam; 0,9 m/jam. Hasil yang diperoleh dari pengukuran TSS dapat dilihat pada lampiran tabel 4.9 dan dapat dilihat pada gambar 4.9 berikut :



Gambar 4.9 Konsentrasi TSS untuk variasi keempat

Untuk TSS pada variasi keempat, diperoleh hasil untuk kecepatan aliran 0,3 m/jam diperoleh tingkat efisiensi sebesar 69,84-84,12 %, untuk kecepatan aliran 0,6 m/jam diperoleh efisiensi sebesar 53,62-89,51 %, untuk kecepatan aliran 0,9 m/jam diperoleh efisiensi sebesar 72,58-88,70 %.

Untuk variasi kelima hasil yang diperoleh setelah air melewati roughing filter dapat dilihat pada lampiran tabel 4.10 dan pada gambar 4.10 dibawah ini.



Gambar 4.10 Konsentrasi TSS untuk variasi kelima

Untuk TSS pada variasi kelima, diperoleh hasil untuk kecepatan aliran 0,3 m/jam diperoleh tingkat efisiensi sebesar 77,78-90,8 %, untuk kecepatan aliran 0,6 m/jam diperoleh efisiensi sebesar 62,9-86,01 %, untuk kecepatan aliran 0,9 m/jam diperoleh efisiensi sebesar 63,07-89,8 %.

4.3. Uji Statistik Anova Satu Jalur

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

4.3.1. Uji Anova Satu Jalur Konsentrasi Kekeruhan

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

4.3.1.1. Pengaruh Variasi Ukuran Gravel Pertama dan Kedua Terhadap Efisiensi Kekeruhan

Pengaruh variasi ukuran gravel terhadap efisiensi kekeruhan dapat dilihat pada tabel 4.1 sedangkan untuk perhitungan dapat dilihat pada lampiran

Tabel 4.1 Pengujian anova variasi ukuran gravel terhadap kekeruhan

Gravel (mm)	Kecepatan aliran (m/jam)	F hitung	F tabel	Kesimpulan
19; 15,8; 11,1	0,3	417,304406	4,41	Signifikan
	0,6	1031,29233	4,41	Signifikan
	0,9	343,071372	4,41	Signifikan
11,1; 6,3; 2,3	0,3	280,458544	4,41	Signifikan
	0,6	196,332399	4,41	Signifikan
	0,9	3461,43278	4,41	Signifikan

Dari data diatas maka pengaruh ukuran gravel terhadap kekeruhan signifikan hal ini dapat dikatan signifikan dikarenakan F hitung lebih besar dibandingkan dengan F tabel.

4.3.1.2. Pengaruh Variasi Kecepatan Aliran Terhadap Efisiensi Kekeruhan

Pengaruh variasi kecepatan terhadap efisiensi kekeruhan dapat dilihat pada tabel 4.2 sedangkan untuk perhitungan dapat dilihat pada lampiran

Tabel 4.2 Pengujian anova variasi ukuran gravel terhadap kekeruhan

Kecepatan aliran (m/jam)	Gravel (mm)	F hitung	F tabel	Kesimpulan
0,3	19; 15,8; 11,1	417,304406	4,41	Signifikan
	11,1; 6,3; 2,3	1031,2933	4,41	Signifikan
0,6	19; 15,8; 11,1	343,071372	4,41	Signifikan
	11,1; 6,3; 2,3	280,458544	4,41	Signifikan
0,9	19; 15,8; 11,1	196,332399	4,41	Signifikan
	11,1; 6,3; 2,3	3461,43278	4,41	Signifikan

Dari data diatas maka pengaruh ukuran gravel terhadap kekeruhan signifikan hal ini dapat dikatakan signifikan dikarenakan F hitung lebih besar dibandingkan dengan F tabel.

Dari data-data diatas maka dapat ditarik kesimpulan bahwa untuk kekeruhan gravel yang baik dicapai oleh gravel pertama yaitu 11,1; 6,3; 2,3 mm dengan kecepatan 0,9 m/jam dikarenakan lebih banyak meremoval kekeruhan. Hal ini dilihat pada tabel 4.13 berikut :

Tabel 4.3 Perbandingan antara gravel pertama dan kedua dengan kecepatan aliran yang berbeda

Gravel (mm)	Kecepatan (m/jam)		
	0,3	0,6	0,9
19; 15,8; 11,1	417,304406	343,071372	196,332399
11,1; 6,3; 2,3	1031,29233	280,458544	3461,43278

4.3.2. Uji Anova Satu Jalur Konsentrasi TSS

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

4.3.2.1. Pengaruh Variasi Ukuran Gravel Terhadap Efisiensi TSS

Pengaruh variasi ukuran gravel terhadap efisiensi TSS dapat dilihat pada tabel 4.4 sedangkan untuk perhitungan dapat dilihat pada lampiran

Tabel 4.4 Pengujian anova variasi ukuran gravel terhadap TSS

Gravel (mm)	Kecepatan aliran (m/jam)	F hitung	F tabel	Kesimpulan
19; 15,8; 11,1	0,3	3316,0077	4,41	Signifikan
	0,6	382,269917	4,41	Signifikan
	0,9	3478,36066	4,41	Signifikan
11,1; 6,3; 2,3	0,3	5,65776307	4,41	Signifikan
	0,6	893,475159	4,41	Signifikan
	0,9	733,5489	4,41	Signifikan

4.4. Pembahasan

Dari penelitian yang dilakukan dengan menggunakan air sampel yang diambil dari selokan Mataram, Yogyakarta dapat diketahui variasi penggunaan gravel dan kecepatan aliran yang paling baik untuk pengolahan pretreatment sebelum air masuk kesaringan pasir lambat. Dengan melihat grafik 4.1 sampai 4.10 terlihat bahwa konsentrasi TSS dan kekeruhan dalam air permukaan akan semakin mengalami penurunan setelah melewati *roughing filter* dengan semakin bertambahnya waktu pengoperasian. Hal ini disebabkan partikel yang terkandung dalam air permukaan tersaring terutama partikel yang berukuran lebih besar dari pori kerikil, sedangkan partikel yang berukuran sama atau mendekati pori akan mengendap atau menempel disela-sela pori kerikil. Dengan adanya benturan antar partikel air permukaan dengan kerikil juga akan mengendapkan partikel-partikel yang akhirnya tertahan pada permukaan kerikil.

Menurut Metcalf & Eddy (1991) proses filtrasi pada saringan kerikil terdiri beberapa mekanisme yaitu proses *screening* (penyaringan), *sedimentation* (pengendapan), *impaction* (benturan), *interception* (penahanan), *adhesion* (pelekatan), *chemical and physical adsorption*, *floculation*, dan *biological growth*.

Melekatnya partikel yang lebih halus pada permukaan butiran kerikil dapat juga disebabkan oleh adanya ikatan fisik dan kimia antar partikel-partikel air permukaan dan adanya gerak brown yaitu gerak patah-patah (zig-zag) dengan arah yg tidak menentu terhadap partikel koloid, akan menyebabkan terjadinya tumbukan antar partikel menyebabkan diameter partikel bertambah besar sehingga partikel dapat ditahan oleh celah-celah antar butiran kerikil. Gerak brown terjadi

akibat adanya tumbukan yg tidak seimbang antar partikel koloid dengan molekul pendepresinya. Gerak ini akan semakin cepat apabila partikel koloid makin kecil. Gerak ini sebagai bukti teori kinetik molekul.

Penurunan kemampuan gravel juga disebabkan terjadinya pengikisan material pada permukaan media kerikil karena partikel dan flokulan belum terikat secara kuat pada permukaan media penyaring, sehingga kikisan tersebut jatuh dan terdorong kelapisan kerikil yang lebih dalam karena adanya kecepatan aliran. Ketika lapisan kerikil terseumbat, kecepatan pengikisan permukaan memaksa peningkatan kekeruhan dan TSS sehingga tidak ada material tambahan yang disisihkan, sehingga beberapa material dapat lolos melewati lapisan kerikil yang menyebabkan penampilan kekeruhan dan TSS pada pengeluaran. Seperti yang diungkapkan dalam salah satu mekanisme penyisihan partikel dalam media granular terdapat proses *adhesion* (pelekatan) pada saat terjadi penumpukan partikel-partikel tersuspensi pada media kerikil, maka tidak ada lagi proses penyaringan hal ini terjadi karena adanya penyumbatan sehingga air pada pengeluaran akan mendadak keruh sehingga diperlukan pencucian media.

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

4.4.1. Kekeruhan

Pada analisa data, rata-rata dari pengambilan sampel untuk kekeruhan menunjukkan adanya penurunan konsentrasi kekeruhan pada masing-masing sampel dengan kecepatan aliran yang sama dalam satu variasi gravel yang sama.

Pada variasi pertama didapat hasil penurunan kekeruhan. Efisiensi kekeruhan yang dihasilkan untuk gravel I yaitu 19; 15,8; 11,1 mm 49,18-82,224 % dan untuk gravel 11,1; 6,3; 2,3 mm 58,14-82,13 %. Dari variasi yang dilakukan terjadi perubahan yang signifikan hal ini dapat dilihat pada grafik 4.1. Proses turun dan naiknya kandungan kekeruhan terjadi dalam percobaan ini. Perubahan ini disebabkan terjadinya penurunan kemampuan saringan kerikil dalam menyaring partikel-partikel halus yang terkandung dalam air permukaan. Seperti halnya yang dikemukakan oleh (Brault&monod, 1991) bahwa penurunan kemampuan gravel untuk menyaring disebabkan adanya proses penghalang secara bertahap dari celah media filter. Kemudian dari data yang diperoleh, diujikan dalam uji statistik anova satu jalur untuk memperoleh perbedaan yang signifikan antara konsentrasi inlet dengan konsentrasi outlet, sehingga diperoleh data bahwa terjadi perbedaan yang signifikan dalam pengolahan ini. Bila dibandingkan perolehan efisiensi gravel pertama dengan kedua, hasil yg baik pada gravel kedua. Hal ini dimungkinkan karena ukuran gravel lebih kecil, sehingga kerapatan antar celah media kerikil sempit, partikel yang terkandung dalam air mudah tertahan pada gravel, karena diameter gravel mempengaruhi efektifitas penyaringan (Huisman, 1975).

Pada variasi kedua dan ketiga didapat hasil penurunan kekeruhan. Efisiensi kekeruhan yang dihasilkan oleh variasi kedua gravel I yaitu 39,92-77,36 % dan gravel II yaitu 11,1; 6,3; 2,3 mm diperoleh tingkat efisiensi sebesar 36,63-75,86 %. Efisiensi kekeruhan yang dihasilkan oleh variasi ketiga gravel II yaitu 19; 15,8; 11,1 mm diperoleh tingkat efisiensi sebesar 39,92-77,36 % dan gravel II yaitu 11,1; 6,3; 2,3 mm diperoleh tingkat efisiensi sebesar 36,63-75,86 %.

Dari variasi gravel ketiganya dapat diketahui bahwa penurunan kekeruhan yang baik dicapai oleh gravel kedua yaitu 11,1; 6,3; 2,3 mm. Terjadi perubahan yang signifikan hal ini dapat dilihat dari gambar 4.1 hingga 4.3 yang juga ditunjukkan pada uji anova sebesar 3461,43278 perbedaan ini disebabkan karena butiran kerikil lebih kecil sehingga ukuran pori antar media juga kecil sehingga partikel-partikel tersuspensi akan tertahan di lapisan saringan. Terjadinya penurunan kualitas efisiensi secara drastis baik untuk kekeruhan maupun *TSS* disebabkan terjadinya penurunan kemampuan saringan kerikil dalam menyaring partikel-partikel kasar dan halus dalam air permukaan. Seperti yang dinyatakan oleh (Brault & Monod, 1991) bahwa penurunan kemampuan pasir untuk menyaring disebabkan adanya proses penghalangan secara bertahap dari celah media filter.

Untuk variasi keempat yaitu gravel (19; 15,8; 11,1 mm) dengan perbedaan kecepatan aliran 0,3 m/jam diperoleh tingkat efisiensi sebesar 49,18-82,224 %, untuk kecepatan aliran 0,6 m/jam diperoleh efisiensi sebesar 39,92-77,36 %, untuk kecepatan aliran 0,9 m/jam diperoleh efisiensi sebesar 26,65-56,84 %.

Untuk variasi kelima diperoleh hasil untuk kecepatan aliran 0,3 m/jam diperoleh tingkat efisiensi sebesar 58,14-82,13 %, untuk kecepatan aliran 0,6 m/jam diperoleh efisiensi sebesar 36,63-75,86 %, untuk kecepatan aliran 0,9 m/jam diperoleh efisiensi sebesar 79,33-91,30 %.

Dari variasi keempat dan kelima tersebut kecepatan aliran yang paling baik dicapai oleh kecepatan aliran 0,9 m/jam dari hasil uji anova sebesar 3461,43278 pada tabel 4.13. Kecepatan aliran dalam pengolahan air baku akan mempengaruhi masa operasi filtrasi Hal ini dinyatakan oleh (Kawamura, 1975). Seperti yang diungkapkan oleh (Martin W, 1996) bahwa kekeruhan lebih dari 150 NTU jika dialirkan dengan semakin besarnya kecepatan akan mendapatkan efisiensi yang semakin besar pula. Sedangkan kekeruhan sedang (kurang dari 150 NTU akan mendapatkan efisiensi yang baik jika dialirkan dengan kecepatan yang rendah. Hal ini berlaku juga untuk TSS karena kekeruhan disebabkan juga oleh partikel-partikel tersuspensi.

4.4.2. Total Suspended Solid (TSS)

Pada analisa data, rata-rata dari pengambilan sampel menunjukkan adanya penurunan konsentrasi TSS pada masing-masing sampel bila dibandingkan dengan konsentrasi pada inlet.

Pada variasi pertama didapat efisiensi penurunan TSS dapat dilihat pada grafik 4.1, pada kecepatan 0,3 m/jam, untuk gravel I yaitu 19; 15,8; 11,1 mm 69,84 %-84,12 % dan untuk gravel II yaitu 11,1; 6,3; 2,3 mm 77,78 %-81,05 %.

Terjadi penurunan TSS tetapi penurunan yang terjadi masih signifikan sehingga filter masih bisa beroperasi.

Pada variasi kedua didapat efisiensi penurunan TSS dapat dilihat pada gambar 4.2 pada kecepatan aliran 0,6 m/jam, untuk gravel I yaitu 19; 15,8; 11,1 mm diperoleh tingkat efisiensi sebesar 53,62-89,51 % dan gravel II yaitu 11,1; 6,3; 2,3 mm diperoleh tingkat efisiensi sebesar 62,9 - 86,01 %. Untuk gravel pertama setelah melewati waktu operasi 8 jam terjadi penurunan kualitas efisiensi secara drastis sedang untuk gravel kedua terjadi pada waktu operasi setelah 6 jam beroperasi. Perubahan ini disebabkan terjadinya penurunan kemampuan saringan kerikil dalam menyaring partikel-partikel kasar dan halus dalam air permukaan. Seperti yang dinyatakan oleh (Brault & Monod, 1991) bahwa penurunan kemampuan pasir untuk menyaring disebabkan adanya proses penghalangan secara bertahap dari celah media filter.

Untuk variasi ketiga tidak mengalami penurunan secara drastis dari pengambilan pertama sampai terakhir dengan melihat grafik 4.3. Pada kecepatan aliran 0,9 m/jam, untuk gravel 19; 15,8; 11,1 mm diperoleh tingkat efisiensi sebesar 72,58-88,70 % dan gravel 11,1; 6,3; 2,3 mm diperoleh tingkat efisiensi sebesar 63,07-89,8 %.

Dari variasi yang dilakukan pencapaian hasil yang baik dicapai oleh gravel yang pertama dengan ukuran 19; 15,8; 11,1 mm sebesar 72,58 – 88,70 % hal ini ditunjukkan juga pada uji anova sebesar 3461,43278. Hal ini karena dimungkinkan dengan adanya luas penampang yang lebih besar sehingga partikel-partikel tersebut menempel lebih banyak. Seperti yang diungkapkan dalam salah satu

mekanisme penyisihan partikel dalam media granular terdapat proses *adhesion* (pelekatan) pada saat terjadi penumpukan partikel-partikel tersuspensi pada media kerikil, maka tidak ada lagi proses penyaringan hal ini terjadi karena adanya penyumbatan sehingga air pada pengeluaran akan mendadak keruh sehingga diperlukan pencucian media.

Untuk variasi keempat yaitu kecepatan aliran 0,3 m/jam diperoleh tingkat efisiensi sebesar 69,84-84,12 %, untuk kecepatan aliran 0,6 m/jam diperoleh efisiensi sebesar 53,62-89,51 %, untuk kecepatan aliran 0,9 m/jam diperoleh efisiensi sebesar 72,58-88,70 %.

Untuk variasi kelima diperoleh hasil untuk kecepatan aliran 0,3 m/jam diperoleh tingkat efisiensi sebesar 77,78-90,8 %, untuk kecepatan aliran 0,6 m/jam diperoleh efisiensi sebesar 62,9-86,01 %, untuk kecepatan aliran 0,9 m/jam diperoleh efisiensi sebesar 63,07-89,8 %.

Dari variasi yang dilakukan pencapaian hasil yang baik dicapai oleh kecepatan aliran 0,9 m/jam, ini ditunjukkan pula pada uji anova sebesar 3461,43278. Hal ini seperti yang diungkapkan oleh (Martin W, 1996) bahwa kekeruhan lebih dari 150 NTU jika dialirkan dengan semakin besarnya kecepatan akan mendapatkan efisiensi yang semakin besar pula. Sedangkan kekeruhan sedang (kurang dari 150 NTU) akan mendapatkan efisiensi yang baik jika dialirkan dengan kecepatan yang rendah. Hal ini berlaku juga untuk *TSS* karena kekeruhan disebabkan juga oleh partikel-partikel tersuspensi. Hal ini disebabkan sulitnya menentukan kecepatan aliran jika diaplikasikan pada pengolahan yang sebenarnya, karena air permukaan selalu berubah fluktuasinya.

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 1*, Degremont, France
- Chatib B, 1992, *Diktat Pengolahan Air Minum*, ITB, Bandung.
- Effendi, Hefni, 2003 *Telaah Kualitas Air*, Kanicius, Yogyakarta
- Fardiaz, Srikandi, 1992., *Polusi Udara dan Air*, Kanicius, Yogyakarta.
- Huisman, 1975, *Slow Sand Filtration*, Lecture Note Delf Unicersity of Technology, Netherlands
- Kristanto, P. 2002., *Ekologi Industri*, LPPM Universitas Kristen PETRA. Surabaya
- Metcalf & Eddy, 1991, *Waste Water Engineering Treatment Disposal and Reuse*, Mc Grwa-Hill, NewYork
- Razif, M., 1985., *Pengolahan Air Minum*, Diktat TP-FTSP-ITS, Surabaya
- Susumu, Kawamura, *Integrated Design of Water Treatment Facilities*, John Wiley & Sons, Inc, NY
- T.H.Y Tebbut., 1982, *Prinsip-Prinsip Pengendalian Kualitas Air*, Departement Of CivilEngineering, University of Birmingham
- Tjokrokusumo, 1995, *Pengantar Konsep Teknologi Bersih Khusus Pengelolaan dan Pengolahan Air*, STTL, Yogyakarta
- Wegelin, Martin, 1996, *Surface Water Treatment by Roughing Filter*, SANDEC, Duebendorf
- Winarno, FG, 1996. *Air Untuk Industri Pangan*, PT Gramedia, Jakarta

100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000

LAMPIRAN TABEL

Tabel 4.1 Hasil pengukuran kekeruhan variasi pertama dengan gravel pertama dan kedua dengan kecepatan aliran 0,3 m/jam

No	Gravel (mm)	Inlet (NTU)	Outlet (NTU)	Efisiensi (%)
1	19; 15,8; 11,1	189,1	96,1	49,18
2		189,1	77,2	59,17
3		189,1	67,2	64,46
4		189,1	56,4	70,174
5		189,1	51,5	72,76
6		189,1	41,4	76,26
7		189,1	34,3	80,33
8		189,1	31,0	82,224
9		189,1	56,3	67,72
10		189,1	36,1	79,30
11	11,1; 6,3; 2,3	333	121,2	63,60
12		333	139,4	58,14
13		333	113,1	66,03
14		333	104,1	68,74
15		333	101,2	69,61
16		333	93,9	71,80
17		333	117,8	64,62
18		333	80,2	75,9
19		333	89,1	73,24
20		333	59,5	82,13

Tabel 4.2 Hasil pengukuran kekeruhan variasi pertama dengan gravel pertama dan kedua dengan kecepatan aliran 0,6 m/jam

No	Gravel (mm)	Inlet (NTU)	Outlet (NTU)	Efisiensi (%)
1	19; 15,8; 11,1	308,5	183,5	39,92,
2		308,5	131,8	57,32
3		308,5	100,8	67,35
4		308,5	69,9	77,36
5		308,5	88,8	71,24
6		308,5	125,2	59,46
7		308,5	92,2	70,14
8		308,5	75,3	75,61
9		308,5	130,5	57,74
10		308,5	115,1	62,73
11	11,1; 6,3; 2,3	289,6	183,5	36,63
12		289,6	131,8	54,49
13		289,6	100,8	65,19
14		289,6	69,9	75,86
15		289,6	88,8	69,33
16		289,6	125,2	56,76
17		289,6	92,2	68,16
18		289,6	75,3	73,99
19		289,6	130,5	55,11
20		289,6	115,1	60,25

Tabel 4.4 Efisiensi penurunan kadar kekeruhan pada masing-masing kecepatan aliran

No	Gravel (mm)	Efisiensi Kecepatan aliran		
		0,3 m/jam	0,6 m/jam	0,9 m/jam
1	19; 115,8; 11,1	49,18	39,92	31,15
2		59,17	57,32	39,56
3		64,46	67,35	35,75
4		70,174	77,36	26,65
5		72,76	71,24	41,51
6		76,26	59,46	39,97
7		80,33	70,14	47,9
8		82,224	75,61	50,0
9		67,72	57,74	51,45
10		79,30	62,73	56,84

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

No	Gravel (mm)	Efisiensi Kecepatan aliran		
		0,3 m/jam	0,6 m/jam	0,9 m/jam
1	11,1; 6,3; 2,3	63,60	36,63	79,80
2		58,14	54,49	85,43
3		66,03	65,19	81,9
4		68,74	75,86	83,85
5		69,61	69,33	91,14
6		71,80	56,76	90,01
7		64,62	68,16	79,33
8		75,9	73,99	90,01
9		73,24	55,11	91,30
10		82,13	60,25	87,07

Tabel 4.6 Hasil pengukuran TSS variasi pertama dengan gravel pertama dan kedua dengan kecepatan aliran 0,3 m/jam

No	Gravel (mm)	Inlet (mg/ml)	Outlet (mg/ml)	Efisiensi (%)
1	19; 15,8; 11,1	0,252	0,06	76,19
2		0,252	0,064	74,60
3		0,252	0,062	75,39
4		0,252	0,06	76,19
5		0,252	0,058	76,98
6		0,252	0,05	80,16
7		0,252	0,042	83,33
8		0,252	0,04	84,12
9		0,252	0,076	69,84
10		0,252	0,052	79,36
11	11,1; 6,3; 2,3	0,306	0,064	79,08
12		0,306	0,54	82,35
13		0,306	0,38	87,58
14		0,306	0,36	88,23
15		0,306	0,028	90,8
16		0,306	0,058	81,05
17		0,306	0,062	79,7
18		0,306	0,068	77,78
19		0,306	0,054	82,35
20		0,306	0,046	84,96

Tabel 4.7 Hasil pengukuran TSS variasi pertama dengan gravel pertama dan kedua dengan kecepatan aliran 0,6 m/jam

No	Gravel (mm)	Inlet (mg/ml)	Outlet (mg/ml)	Efisiensi (%)
1	19; 15,8; 11,1	0,496	0,204	58,87
2		0,496	0,104	79,03
3		0,496	0,102	79,43
4		0,496	0,1	79,8
5		0,496	0,064	87,09
6		0,496	0,052	89,51
7		0,496	0,098	80,24
8		0,496	0,062	87,5
9		0,496	0,23	53,62
10		0,496	0,164	66,93
11	11,1; 6,3; 2,3	0,658	0,194	70,52
12		0,658	0,184	72,04
13		0,658	0,092	86,01
14		0,658	0,152	76,89
15		0,658	0,198	69,90
16		0,658	0,244	62,9
17		0,658	0,216	67,17
18		0,658	0,092	86,02
19		0,658	0,2	69,60
20		0,658	0,206	68,69

Tabel 4.8 Hasil pengukuran TSS variasi pertama dengan gravel pertama dan kedua dengan kecepatan aliran 0,9 m/jam

No	Gravel (mm)	Inlet (mg/ml)	Outlet (mg/ml)	Efisiensi (%)
1	19; 15,8; 11,1	0,496	0,13	72,58
2		0,496	0,056	88,70
3		0,496	0,086	82,66
4		0,496	0,108	78,22
5		0,496	0,066	86,69
6		0,496	0,082	83,47
7		0,496	0,08	83,87
8		0,496	0,094	81,05
9		0,496	0,072	85,48
10		0,496	0,066	86,69
11	11,1; 6,3; 2,3	0,65	0,24	63,07
12		0,65	0,216	66,77
13		0,65	0,144	77,85
14		0,65	0,154	76,9
15		0,65	0,136	79,08
16		0,65	0,066	89,8
17		0,65	0,128	80,30
18		0,65	0,11	83,07
19		0,65	0,112	82,77
20		0,65	0,234	64

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	0,496	0,13	0,246016	0,0169
2	0,496	0,056	0,246016	0,003136
3	0,496	0,086	0,246016	0,007396
4	0,496	0,108	0,246016	0,011664
5	0,496	0,066	0,246016	0,004356
6	0,496	0,082	0,246016	0,006724
7	0,496	0,08	0,246016	0,0064
8	0,496	0,094	0,246016	0,008836
9	0,496	0,072	0,246016	0,005184
10	0,496	0,066	0,246016	0,004356

langkah 2

Ha : $A1 \neq A2 = A3$

Ho : $A1 = A2 = A3$

	Statistik				total T
n	10	10			20
$\sum X$	4,96	0,84	2,46016	0,074952	5,800
$(\sum X)^2/n_{A1}$	2,46016	0,07056	0,605238723	0,00056178	2,531

Langkah 4

mencari jumlah kuadrat antar group (JKA)
0,84872

Langkah 5

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

Langkah 6

mencari kuadrat rerata antar group (Kra)
0,84872

Langkah 7

mencari jumlah kuadrat dalam antar group (JKD)
0,004392

Langkah 8

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

Langkah 9

mencari kuadrat rerata dalam antar group (KRD)
 $KRD = JKD/DKD$
0,000244

Langkah 10

mencari nilai F hitung
 $F \text{ hitung} = KRA/KRD$
3478,36066

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
 $F_{hitung} \geq F_{tabel}$
 $3478,36066 \geq 4,41$

Langkah 14

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

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

Langkah 1

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

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

Langkah 3

langkah 2

Ha : $A1 \neq A2 = A3$

Ho : $A1 = A2 = A3$

		Hasil TSS				
no	A1	A2	(A1) ²	(A2) ²		
1	0,65	0,24	0,4225	0,0576		
2	0,65	0,216	0,4225	0,046656		
3	0,65	0,144	0,4225	0,020736		
4	0,65	0,154	0,4225	0,023716		
5	0,65	0,136	0,4225	0,018496		
6	0,65	0,066	0,4225	0,004356		
7	0,65	0,128	0,4225	0,016384		
8	0,65	0,11	0,4225	0,0121		
9	0,65	0,112	0,4225	0,012544		
10	0,65	0,234	0,4225	0,054756		
	Statistik				total T	
	n	10	10		20	
	$\sum X$	6,5	1,54	4,225	8,040	
	$(\sum X)^2/n_{A1}$	4,225	0,23716	1,7850625	0,007147281	

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	0,496	0,204	0,246016	0,041616
2	0,496	0,104	0,246016	0,010816
3	0,496	0,102	0,246016	0,010404
4	0,496	0,1	0,246016	0,01
5	0,496	0,064	0,246016	0,004096
6	0,496	0,052	0,246016	0,002704
7	0,496	0,098	0,246016	0,009604
8	0,496	0,062	0,246016	0,003844
9	0,496	0,230	0,246016	0,0529
10	0,496	0,164	0,246016	0,026896

langkah 2

Ha : A1 ≠ A2 = A3

Ho : A1 = A2 = A3

Statistik					total T
n	10	10			20
$\sum X$	4,96	1,18	2,46016	0,17288	6,140
$(\sum X)^2/n_{A1}$	2,46016	0,13924	0,605238723	0,002988749	2,599

Langkah 4

mencari jumlah kuadrat antar group (JKA)
0,71442

Langkah 5

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

Langkah 6

mencari kuadrat rerata antar group (Kra)
0,71442

Langkah 7

mencari jumlah kuadrat dalam antar group (JKD)
0,03364

Langkah 8

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

Langkah 9

mencari kuadrat rerata dalam antar group (KRD)
 $KRD = JKD / DKD$
0,00186889

Langkah 10

mencari nilai F hitung
 $F \text{ hitung} = KRA / KRD$
382,269917

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
 $F_{hitung} \geq F_{tabel}$
 $382,269917, \geq 4,41$

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

langkah 2

Ha : $A1 \neq A2 = A3$

Ho : $A1 = A2 = A3$

		Hasil TSS				
no	A1	A2	(A1)^2	(A2)^2		
1	0,658	0,194	0,432964	0,037636		
2	0,658	0,184	0,432964	0,033856		
3	0,658	0,092	0,432964	0,008464		
4	0,658	0,152	0,432964	0,023104		
5	0,658	0,198	0,432964	0,039204		
6	0,658	0,244	0,432964	0,059536		
7	0,658	0,216	0,432964	0,046656		
8	0,658	0,092	0,432964	0,008464		
9	0,658	0,200	0,432964	0,04		
10	0,658	0,206	0,432964	0,042436		
	Statistik				total T	
n	10	10			20	
$\sum X$	6,58	1,778	4,32964	0,339356	8,358	
$(\sum X)^2/n_{A1}$	4,32964	0,316128	1,874578253	0,011516249	4,646	

Langkah 4

mencari jumlah kuadrat antar group (JKA)

$$1,1529602$$

Langkah 5

mencari derajat kebebasan antar group (dkA)

$$Dka = A - 1$$

$$2 - 1 = 1$$

Langkah 6

mencari kuadrat rerata antar group (Kra)

$$1,1529602$$

Langkah 7

mencari jumlah kuadrat dalam antar group (JKD)

$$0,0232276$$

Langkah 8

mencari derajat kebebasan dalam antar group (DKD)

$$DKD = N - A$$

$$20 - 2 = 18$$

Langkah 9

mencari kuadrat rerata dalam antar group (KRD)

$$KRD = JKD/DKD$$

$$0,00129042$$

Langkah 10

mencari nilai F hitung

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

$$893,475159$$

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

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

$$893,475159 \geq 4,41$$

Langkah 14

menyimpulkan

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

TSS 0,3 m/jam (15,8; 11,1; 6,3)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	0,252	0,06	0,063504	0,0036
2	0,252	0,064	0,063504	0,004096
3	0,252	0,062	0,063504	0,003844
4	0,252	0,06	0,063504	0,0036
5	0,252	0,058	0,063504	0,003364
6	0,252	0,05	0,063504	0,0025
7	0,252	0,042	0,063504	0,001764
8	0,252	0,04	0,063504	0,0016
9	0,252	0,076	0,063504	0,005776
10	0,252	0,052	0,063504	0,002704

langkah 2

Ha : $A1 \neq A2 = A3$

Ho : $A1 = A2 = A3$

Statistik					total T
n	10	10			20
$\sum X$	2,52	0,564	0,63504	0,032848	3,084
$(\sum X)^2/n_{A1}$	0,63504	0,03181	0,04032758	0,000107899	0,667

Langkah 4

mencari jumlah kuadrat antar group (JKA)

0,1912968

Langkah 5

mencari derajat kebebasan antar group (dkA)

$Dka = A - 1$

$2 - 1 = 1$

Langkah 6

mencari kuadrat rerata antar group (Kra)

0,1912968

Langkah 7

mencari jumlah kuadrat dalam antar group (JKD)

0,0010384

Langkah 8

mencari derajat kebebasan dalam antar group (DKD)

$DKD = N - A$

$20 - 2 = 18$

Langkah 9

mencari kuadrat rerata dalam antar group (KRD)

$KRD = JKD / DKD$

5,7689E-05

Langkah 10

mencari nilai F hitung

F hitung = KRA / KRD

3316,0077

Langkah 11

menentukan kaidah pengujian

Jika Fhitung \geq F tabel, maka tolak H_0 artinya signifikan

Jika Fhitung \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

Fhitung \geq F tabel

3316,0077 \geq 4,41

Langkah 14

menyimpulkan

Jika Fhitung \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

langkah 2

Ha : $A1 \neq A2 = A3$

Ho : $A1 = A2 = A3$

		Hasil TSS				
no	A1	A2	(A1) ²	(A2) ²		
1	0,306	0,064	0,093636	0,004096		
2	0,306	0,54	0,093636	0,2916		
3	0,306	0,38	0,093636	0,1444		
4	0,306	0,36	0,093636	0,1296		
5	0,306	0,028	0,093636	0,000784		
6	0,306	0,058	0,093636	0,003364		
7	0,306	0,062	0,093636	0,003844		
8	0,306	0,068	0,093636	0,004624		
9	0,306	0,054	0,093636	0,002916		
10	0,306	0,046	0,093636	0,002116		
	Statistik				total T	
n	10	10			20	
$\sum X$	3,06	1,66	0,93636	0,587344	4,720	
$(\sum X)^2/n_{A1}$	0,93636	0,27556	0,087677005	0,034497297	1,212	

Langkah 4

mencari jumlah kuadrat antar group (JKA)
0,098

Langkah 5

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

Langkah 6

mencari kuadrat rerata antar group (Kra)
0,098

Langkah 7

mencari jumlah kuadrat dalam antar group (JKD)
0,311784

Langkah 8

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

Langkah 9

mencari kuadrat rerata dalam antar group (KRD)
 $KRD = JKD/DKD$
0,01732133

Langkah 10

mencari nilai F hitung
 $F \text{ hitung} = KRA/KRD$
5,65776307

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
 $F_{hitung} \geq F_{tabel}$
 $5,65776307 \geq 4,41$

Langkah 14

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

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

hasil kekeruhan				
no	A1	A2	(A1)^2	(A2)^2
1	189,1	96,1	35758,81	9235,21
2	189,1	77,2	35758,81	5959,84
3	189,1	67,2	35758,81	4515,84
4	189,1	56,4	35758,81	3180,96
5	189,1	51,5	35758,81	2652,25
6	189,1	41,4	35758,81	1713,96
7	189,1	34,3	35758,81	1176,49
8	189,1	31	35758,81	961
9	189,1	56,300	35758,81	3169,69
10	189,1	36,100	35758,81	1303,21

langkah 2

Ha : $A1 \neq A2 = A3$

Ho : $A1 = A2 = A3$

Statistik						total T
n	10	10				20
$\sum X$	1891	547,5	357588,1	33868,45		2438,500
$(\sum X)^2/n_{A1}$	357588,1	29975,63	12786924926	114707190,5		387563,725

Langkah 4

mencari jumlah kuadrat antar group (JKA)
90249,6125

Langkah 5

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

Langkah 6

mencari kuadrat rerata antar group (Kra)
90249,6125

Langkah 7

mencari jumlah kuadrat dalam antar group (JKD)
3892,825

Langkah 8

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

Langkah 9

mencari kuadrat rerata dalam antar group (KRD)
 $KRD = JKD/DKD$
216,268056

Langkah 10

mencari nilai F hitung
 $F \text{ hitung} = KRA/KRD$
417,304406

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
 $F_{hitung} \geq F_{tabel}$
 $417,304406 \geq 4,41$

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	333	121,2	110889	14689,44
2	333	139,4	110889	19432,36
3	333	113,1	110889	12791,61
4	333	104,1	110889	10836,81
5	333	101,2	110889	10241,44
6	333	93,9	110889	8817,21
7	333	117,8	110889	13876,84
8	333	80,2	110889	6432,04
9	333	89,100	110889	7938,81
10	333	59,500	110889	3540,25

langkah 2

Ha : $A1 \neq A2 = A3$

Ho : $A1 = A2 = A3$

Statistik	total T				
n	10	10			20
$\sum X$	3330	1019,5	1108890	108596,81	4349,500
$(\sum X)^2/n_{A1}$	1108890	103938	1,22964E+11	1179326714	1212828,025

Langkah 4

mencari jumlah kuadrat antar group (JKA)
266920,513

Langkah 5

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

Langkah 6

mencari kuadrat rerata antar group (Kra)
266920,513

Langkah 7

mencari jumlah kuadrat dalam antar group (JKD)
4658,785

Langkah 8

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

Langkah 9

mencari kuadrat rerata dalam antar group (KRD)
 $KRD = JKD/DKD$
258,821389

Langkah 10

mencari nilai F hitung
 $F \text{ hitung} = KRA/KRD$
1031,29233

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
 $F_{hitung} \geq F_{tabel}$
 $1031,29233 \geq 4,41$

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	308,5	183,5	95172,25	33672,25
2	308,5	131,8	95172,25	17371,24
3	308,5	100,8	95172,25	10160,64
4	308,5	69,9	95172,25	4886,01
5	308,5	88,8	95172,25	7885,44
6	308,5	125,2	95172,25	15675,04
7	308,5	92,2	95172,25	8500,84
8	308,5	75,3	95172,25	5670,09
9	308,5	130,5	95172,25	17030,25
10	308,5	115,1	95172,25	13248,01

langkah 2

Ha : $A1 \neq A2 = A3$

Ho : $A1 = A2 = A3$

Statistik					total T
n	10	10			20
$\sum X$	3085	1113,1	951722,5	134099,81	4198,100
$(\sum X)^2/n_{A1}$	951722,5	123899,2	90577571701	1798275904	1075621,661

Langkah 4

mencari jumlah kuadrat antar group (JKA)
194419,481

Langkah 5

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

Langkah 6

mencari kuadrat rerata antar group (Kra)
194419,481

Langkah 7

mencari jumlah kuadrat dalam antar group (JKD)
10200,649

Langkah 8

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

Langkah 9

mencari kuadrat rerata dalam antar group (KRD)
 $KRD = JKD/DKD$
566,702722

Langkah 10

mencari nilai F hitung
 $F \text{ hitung} = KRA/KRD$
343,071372

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
 $F_{hitung} \geq F_{tabel}$
 $343,071372 \geq 4,41$

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

langkah 2

Ha : $A1 \neq A2 = A3$

Ho : $A1 = A2 = A3$

		hasil kekeruhan				
no	A1	A2	(A1)^2	(A2)^2		
1	289,6	183,5	83868,16	33672,25		
2	289,6	131,8	83868,16	17371,24		
3	289,6	100,8	83868,16	10160,64		
4	289,6	69,9	83868,16	4886,01		
5	289,6	88,8	83868,16	7885,44		
6	289,6	125,2	83868,16	15675,04		
7	289,6	92,2	83868,16	8500,84		
8	289,6	75,3	83868,16	5670,09		
9	289,6	130,500	83868,16	17030,25		
10	289,6	115,100	83868,16	13248,01		
	Statistik				total T	
	n	10	10		20	
	$\sum X$	2896	1113,1	838681,6	134099,81	4009,100
	$(\sum X)^2/n_{A1}$	838681,6	123899,2	70338682618	1798275904	962580,761

Langkah 4

mencari jumlah kuadrat antar group (JKA)
158936,621

Langkah 5

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

Langkah 6

mencari kuadrat rerata antar group (Kra)
158936,621

Langkah 7

mencari jumlah kuadrat dalam antar group (JKD)
10200,649

Langkah 8

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

Langkah 9

mencari kuadrat rerata dalam antar group (KRD)
 $KRD = JKD/DKD$
566,702722

Langkah 10

mencari nilai F hitung
 $F \text{ hitung} = KRA/KRD$
280,458544

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
 $F_{hitung} \geq F_{tabel}$
 $280,458544 \geq 4,41$

Langkah 14

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

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	189,1	130,2	35758,81	16952,04
2	189,1	114,3	35758,81	13064,49
3	189,1	121,5	35758,81	14762,25
4	189,1	138,7	35758,81	19237,69
5	189,1	110,6	35758,81	12232,36
6	189,1	113,5	35758,81	12882,25
7	189,1	98,5	35758,81	9702,25
8	189,1	94,5	35758,81	8930,25
9	189,1	91,800	35758,81	8427,24
10	189,1	81,600	35758,81	6658,56

langkah 2

Ha : A1 ≠ A2 = A3

Ho : A1 = A2 = A3

	Statistik				total T
n	10	10			20
$\sum X$	1891	1095,2	357588,1	122849,38	2986,200
$(\sum X)^2/n_{A1}$	357588,1	119946,3	12786924926	1509197017	477534,404

Langkah 4

mencari jumlah kuadrat antar group (JKA)

$$529393,261$$

Langkah 5

mencari derajat kebebasan antar group (dkA)

$$Dka = A - 1$$

$$2 - 1 = 1$$

Langkah 6

mencari kuadrat rerata antar group (Kra)

$$529393,261$$

Langkah 7

mencari jumlah kuadrat dalam antar group (JKD)

$$2752,929$$

Langkah 8

mencari derajat kebebasan dalam antar group (DKD)

$$DKD = N - A$$

$$20 - 2 = 18$$

Langkah 9

mencari kuadrat rerata dalam antar group (KRD)

$$KRD = JKD/DKD$$

$$152,9405$$

Langkah 10

mencari nilai F hitung

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

$$3461,43278$$

Langkah 11

menentukan kaidah pengujian

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

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

Langkah 12

mencari F tabel

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

$$F \text{ tabel} = F (1 - 0,05) (1, 18)$$

$$F \text{ tabel} = F (0,95) (1, 18)$$

$$F \text{ tabel} = 4,41$$

Langkah 13

membandingkan F hitung dengan F tabel

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

$$3461,43278 \geq 4,41$$

Langkah 14

menyimpulkan

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