

TA/TL/2007/0229

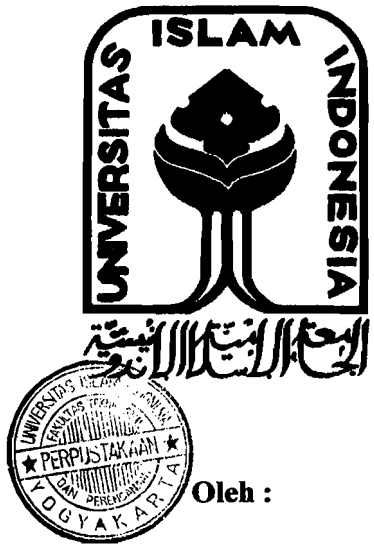
PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIAN/SELI	
TGL. TERIMA :	12-12-2007
NO. JUDUL :	2777
NO. INV. :	5120002777001
NO. INDUK :	008777

TUGAS AKHIR

**PENURUNAN KONSENTRASI TOTAL DISSOLVED SOLID (TDS) DAN
TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) PADA AIR SELOKAN MATARAM
YOGYAKARTA DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI
BIOSAND FILTER-ACTIVATED CARBON**

K
G28-4
Set
P
I

**Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia untuk memenuhi sebagian
persyaratan memperoleh derajat Sarjana Teknik Lingkungan**



80, 87 p - hal : 28

Oleh :

Nama : Widyaprastha Setiahadhi
No. Mahasiswa : 03 513 004
Program Studi : Teknik Lingkungan

*telah lulus - Air Kim
Kader TDS & TSS*

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2007**

*Metode Biosand
filter-Activated Carbon
pilih*

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PENURUNAN KONSENTRASI *TOTAL DISSOLVED SOLID* (TDS) DAN *TOTAL SUSPENDED SOLID* (TSS) PADA AIR SELOKAN MATARAM YOGYAKARTA DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI *BIOSAND FILTER-ACTIVATED CARBON*

Nama : Widyaprastha Setiahadhi

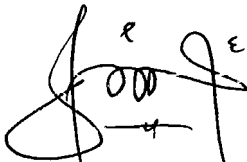
No. Mahasiswa : 03 513 004

Program Studi : Teknik Lingkungan

Telah diperiksa & disetujui oleh:

الإسلام
الجامعة الإسلامية
الاندونيسية

Dosen pembimbing I



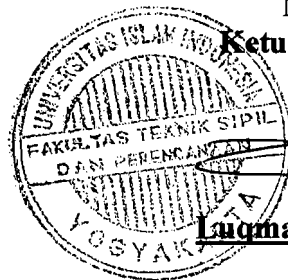
Eko Siswoyo, ST

Dosen Pembimbing II



Any Juliani, ST, MSc

Mengetahui,
Ketua Program Studi



Luqman Hakim, ST, Msi



SEGALA PUJI dan sujud syukur-ku ucapkan kepada Allah SWT pencipta alam semesta ini yang telah memberikan aku iman dan islam pada agamaku. Tanpa Mu aku bukan apa-apa dan bukan siapa-siapa didalam kehidupan ini. Ya Allah ya rabbi tetaplah selalu menjadi penuntun dan penerang dalam setiap langkahku, Agar aku selalu berada dalam jalanmu yang lurus didunia dan diakhirat....Amin

Dengan cinta dan sepenuh hati kupersembahkan karya ini kepada
Ayah-IBU TERCINTA.....serta kakak & Adik ku Tercinta
Yang Selalu Mencintaiiku dan Mendampingiku.....yang selalu memberikanku
semangat untuk terus berjuang menggapai cita-cita...
Kalian adalah Harta yang paling Berharga dalam Hidupku

SAHABAT-SAHABAT TERBAIK

tanpa kalian semua hidupku belumlah berwarna...KUGAPKAN TERIMA KASIH KEPADA TUHAN YANG TELAH MENYIPIKAN KITA UNTUK bisa saling MENGENAL dan MENjadi sahabat se-
PERJUANGAN

uNtUK sEseOrang yang slalu
memberikan aq semangat dALAM
hidup ini,EnGkAu MerupAKan aNugrah
terindah dALAM HiDup koE ini. . .

**PENURUNAN KONSENTRASI TOTAL DISSOLVED SOLID (TDS) DAN
TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) PADA AIR SELOKAN MATARAM
YOGYAKARTA DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI
BIOSAND FILTER-ACTIVATED CARBON**

Eko Siswoyo, Any Juliani, Widyaprastha Setiahad

ABSTRAK

Air permukaan merupakan salah satu sumber air utama yang digunakan masyarakat untuk memenuhi berbagai kebutuhan air bersih. Jumlah penduduk yang terus meningkat setiap tahun menyebabkan pencemaran air permukaan yang disebabkan oleh buangan limbah rumah tangga. Pencemaran yang terjadi ini sebagai akibat dari pola kehidupan manusia, oleh karena itu diperlukan pengolahan air yang tepat guna untuk mengolah air yang tercemar untuk dapat digunakan sebagai salah satu alternatif sumber air bersih.

Biosand Filter-Activated Carbon dirancang dan dibuat secara khusus untuk mendapatkan air bersih. Penggunaannya bersifat sementara atau penggunaan pada rumah tangga. Pada Biosand Filter-Activated Carbon ada beberapa mekanisme yang berperan dalam pengolahan air, yaitu : mechanical straining, sedimentasi, adsorpsi, biokimia, dan aktifitas bakteri (biological process)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi penurunan konsentrasi Total Dissolved Solid (TDS) dan Total Suspended Solid (TSS) pada air selokan Mataram Yogyakarta. Serta dapat mengetahui variasi media yang paling efektif dengan menggunakan teknologi Biosand Filter-Activated Carbon. Pengambilan sampel dilakukan pada 1 titik inlet dan 4 titik outlet setiap 2 hari sekali selama 30 hari.

Pada penelitian ini ada beberapa media yang digunakan, antara lain : Pasir halus (0,25mm), Pasir kasar (0,85mm), Kerikil (6,3mm), dan Karbon aktif. Langkah pertama adalah pembentukan lapisan biofilm pada permukaan paling atas unit Biosand Filter. Proses ini dibawah kondisi aerob sehingga dibutuhkan tambahan suplai oksigen menggunakan bubble aerator. Selama proses pembentukan lapisan biofilm, parameter pH dan suhu selalu diamati untuk mendapatkan kondisi yang sesuai bagi bakteri untuk tumbuh.

Berdasarkan hasil analisa laboratorium, efisiensi removal pada variasi media Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(60) sebesar 85 % - 71 % untuk TDS dan 93 % - 74 % untuk TSS, Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(30) sebesar 78 % - 63 % untuk TDS dan 75 % - 62 % untuk TSS, Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(60) sebesar 81 % - 69 % untuk TDS dan 82 % - 69 % untuk TSS, Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(30) sebesar 72 % - 60 % untuk TDS dan 66 % - 54 % untuk TSS. Penurunan konsentrasi TDS dan TSS terjadi sebagai akibat dari adanya proses filtrasi pada Biosand Filter dan adsorpsi pada Activated Carbon.

Kata Kunci: *Air permukaan, Biosand Filter-Activated Carbon, Total Dissolved Solid (TDS) dan Total Suspended Solid (TSS)*

**DECREASING OF TOTAL DISSOLVED SOLID (TDS) AND
TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) CONCENTRATION IN
SELOKAN MATARAM WATER YOGYAKARTA USING
BIOSAND FILTER-ACTIVATED CARBON TECHNOLOGY**

Eko Siswoyo, Any Juliani, Widyaprastha Setiahad

ABSTRAC

Surface water is one of the water source which used by society to fulfill their clean water required. Every year resident is increase and causing surface water contamination which is caused by household waste. The contamination is result from human life pattern, so that proper treatment is needed to treat contamination water into alternative water source.

Biosand filter-Activated Carbon designed and made peculiarly to get clean water. Its use is tentative only at household scale. At biosand filter-activated carbon there are mechanism that happened. Those mechanisms are are mechanical straining, sedimentation, adsorbs, biochemical and biological process.

The aims of this research are to know efficiency of Total Dissolved Solid (TDS) and Total Suspended Solid (TSS) degradation of Selokan Mataram water, Yogyakarta. Other aim is to know the most effective media variation using Biosand Filter-Activated Carbon technology. Sampling was taken at 1 inlet point and 4 outlet point once in 2 days during 30 days.

At this research there are some media that is used, fine sand (0,25 mm), coarse sand (0,85 mm) and gravel (6,3 mm) and activated carbon. First step is seed biofilm layer at the surface of Biosand Filter unit. This process is under aerob condition, therefore supply oxygen addition is needed. This addition is using bubble aerator. During biofilm layer seeding, ph and temperature is controlled to get appropriate condition for bacteria.

Based on laboratory analysis, removal efficiency at media variation of Biosand Filter (45:15:10)-Activated Carbon(60) equal to 85 - 71 % for TDS and 93 - 74 % for the TSS, Biosand Filter (45:15:10)-Activated Carbon(30) equal to 78 - 63 % for TDS and 75 - 62 % for the TSS, Biosand Filter (55:10:5)-Activated Carbon(60) equal to 81 - 69 % for TDS and 82 - 69 % for TSS, Biosand Filter (55:10:5)-Activated Carbon(30) equal to 72 - 60 % for TDS and 66 - 54 % for the TSS. Degradation of TSS and TDS concentration is happened because filtration process at Biosand Filter and adsorption at Activated Carbon.

Key words : *Biosand Filter-Activated Carbon, Surface water, Total Dissolved Solid (TDS) and Total Suspended Solid (TSS)*

KATA PENGANTAR

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, Tuhan yang Maha Tunggal, Pencipta Alam semesta berserta isinya dan tempat berlindung bagi Umat-nya. Shalawat serta salam saya limpahkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW.

Alhamdulillah atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir dengan judul **“PENURUNAN KONSENTRASI *TOTAL DISSOLVED SOLID (TDS)* DAN *TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS)* PADA AIR SELOKAN MATARAM YOGYAKARTA DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI *BIOSAND FILTER-ACTIVATED CARBON*”**.

Penyusunan tugas akhir ini dapat terselesaikan berkat dorongan dan motivasi, bantuan, bimbingan dan arahan, serta adanya kerja sama dari berbagai pihak. Untuk itu perkenankanlah penulis mengucapkan banyak terima kasih dan penghargaan yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Bapak Luqman Hakim, ST, MSi, selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Eko Siswoyo, ST, selaku dosen pembimbing I atas arahan dan bimbingannya selama pengerjaan Tugas Akhir ini dan Koordinator Tugas Akhir.
3. Bapak Any Juliani, ST, MSc, selaku dosen pembimbing II atas koreksi dan arahnya mulai dari pengerjaan proposal sampai pada pelaksanaan penelitian yang saya lakukan.
4. Bapak Ir. H. Kasam, MT selaku dosen pengganti pembimbing II atas koreksi dan arahnya selama penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Andik Yulianto, ST, selaku Dosen Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia atas masukan yang pernah diberikan dalam pengerjaan tugas akhir ini.

6. Pak Tasyono dan mas Iwan, atas bantuan dan bimbingannya selama saya berada di Laboratorium Kualitas Air & Rancang Bangun.
7. Mas Agus, yang banyak membantu dalam pengurusan kepentingan surat dan yang lainnya.
8. Keluarga tercinta : Ayah dan Ibu tercinta, terima kasih atas semua yang telah kalian berikan padaku. Serta untuk kakak dan adikku yang selalu memberikan aku semangat untuk mengerjakan tugas akhirku.
9. Sahabat-sahabat seperjuangan *Biosand Filter-Activated Carbon* : Phita dan Idha loMBoque.
10. Sahabat Sejatiku: Andra Yonata, terima kasih kamu ada disaat aku butuh bantuan. Semua saran-saran yang kamu beri benar2 yang terbaik.
11. Semua teman-teman Enviro 03 dan KKN Unit 3 Pascagempa (maaf ya gak bisa disebutin satu per satu).

Akhir kata semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca yang berkaitan dengan keilmuan maupun dapat menjadi studi literatur bagi penelitian yang berhubungan.

وَالسَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Yogyakarta, 4 November 2007

Widyaprastha Setiahadhi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pemanfaatan Sumber Daya Air	7
2.2 Sistem Penyediaan Air Bersih dan Air Minum	8
2.3 Sumber Air Baku Utama	10
2.3.1 Air Hujan	10

2.3.2	Air Permukaan	10
2.3.3	Air Tanah	11
2.3.4	Mata Air	12
2.4	Kualitas Air Minum	12
2.5	Zat Padat	13
2.6	Total Jumlah Padatan Terlarut (TDS)	14
2.7	Total Jumlah Padatan Tersuspensi (TSS)	15
2.8	Efek TDS dan TSS pada Air Permukaan	15
2.9	Pengolahan Aerob	16
2.10	Peran Aerasi, Filter, dan Adsorpsi Pada Pengolahan Air	18
2.10.1	Aerasi	18
2.10.2	Filter	19
2.10.3	Adsorpsi	22
2.11	Biosand Filter	23
2.11.1	Mekanisme Kimia-Fisika	26
2.11.2	Mekanisme Biologi / Lapisan <i>Biofilm</i>	27
2.11.3	Kebutuhan Oksigen	29
2.11.4	Pematangan Lapisan Biofilm	29
2.11.5	Pembersihan Biosand Filtrasi	30
2.11.6	Keuntungan dan Kerugian Biosand Filter	30
2.12	Karbon Aktif	31

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Penelitian Secara Umum	41
-----	------------------------	----

3.2	Lokasi Penelitian	42
3.3	Objek Penelitian	42
3.4	Jenis Penelitian	42
3.5	Kerangka Penelitian	42
3.6	Parameter Penelitian dan Metode Uji	44
3.7	Variabel Penelitian	44
3.7.1	Variabel Bebas (<i>Independent Variable</i>)	44
3.7.2	Variabel Terikat (<i>Dependent Variable</i>)	45
3.8	Bahan dan alat penelitian	45
3.8.1	Ketersediaan media pasir halus, pasir kasar, kerikil, dan karbon aktif	45
3.8.2	Reaktor dan Alat Pelengkap Penelitian	46
3.9	Pelaksanaan Penelitian	48
3.9.1	Persiapan Media	48
3.9.2	Persiapan Alat	48
3.9.3	Pengambilan Sampel Awal	50
3.9.4	Prosedur Penelitian	50
3.9.5	Proses Sampling	50
3.9.6	Pengukuran Total Disolved Solid (TDS) dan Total Suspended Solid (TSS)	51
3.10	Analisa Data	53

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1	Parameter <i>Total Disolved Solid</i> (TDS)	57
-----	---	----

4.1.1	Pengukuran Konsentrasi TDS	57
4.2	Parameter <i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	63
4.2.1	Pengukuran <i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	63
4.3	Pembahasan <i>Total Dissolved Solid</i> (TDS) dan <i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	69
4.4	Perbandingan Antar Variasi Ketinggian Berdasarkan Data Uji Laboratorium	73
4.5	Uji Statistik	74
4.5.1.1	Hasil Uji Anova Pada Parameter TDS	75
4.5.1.2	Post Hoc Tests Untuk Parameter TDS	76
4.5.1.3	Homogeneous Subsets Untuk Parameter TDS	79
4.5.2.1	Hasil Uji Anova Pada Parameter TSS	80
4.5.2.2	Post Hoc Tests Untuk Parameter TSS	81
4.5.2.3	Homogeneous Subsets Untuk Parameter TSS	84

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1.	Kesimpulan	86
5.2	Saran	86

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

No	Keterangan	Halaman
Tabel 1.1.	Ketinggian Media <i>Biosand Filter</i>	5
Tabel 1.2.	Ketinggian Media <i>Activated Carbon</i>	5
Tabel 2.1	Syarat-syarat Kualitas Air pada <i>Slow Sand Filter</i>	25
Tabel 2.2	Efisiensi Pengolahan Dengan Menggunakan SSF (<i>Slow Sand Filter</i>)	25
Tabel 2.3	Syarat Mutu Arang Aktif	32
Tabel 2.4	Penggunaan Karbon Aktif	36
Tabel 3.1	Parameter Penelitian dan Metode Uji	44
Tabel 3.2	Ketinggian Media <i>Biosand Filter</i>	44
Tabel 3.3	Ketinggian Media <i>Activated Carbon</i> (Karbon Aktif)	45
Tabel 4.1	Data Pengujian konsentrasi TDS dan Efisiensi <i>Biosand Filter</i> (45:15:10)- <i>Activated Carbon</i> (60)	57
Tabel 4.2	Data Pengujian konsentrasi TDS dan Efisiensi <i>Biosand Filter</i> (45:15:10)- <i>Activated Carbon</i> (30)	58
Tabel 4.3	Data Pengujian konsentrasi TDS dan Efisiensi <i>Biosand Filter</i> (55:10:5)- <i>Activated Carbon</i> (60)	58
Tabel 4.4	Data Pengujian konsentrasi TDS dan Efisiensi <i>Biosand Filter</i> (55:10:5)- <i>Activated Carbon</i> (30)	59
Tabel 4.5	Data Pengujian konsentrasi TSS dan Efisiensi <i>Biosand Filter</i> (45:15:10)- <i>Activated Carbon</i> (60)	64
Tabel 4.6	Data Pengujian konsentrasi TSS dan Efisiensi <i>Biosand Filter</i> (45:15:10)- <i>Activated Carbon</i> (30)	64

Tabel 4.7 Data Pengujian konsentrasi TSS dan Efisiensi <i>Biosand Filter</i> (55:10:5)- <i>Activated Carbon</i> (60)	65
Tabel 4.8 Data Pengujian konsentrasi TSS dan Efisiensi <i>Biosand Filter</i> (55:10:5)- <i>Activated Carbon</i> (30)	65
Tabel 4.9 Descriptives untuk parameter TDS	75
Tabel 4.10 Test of Homogeneity of Variances Untuk Parameter TDS	75
Tabel 4.11 ANOVA Untuk Parameter TDS	75
Tabel 4.12 Homogeneous Subsets Untuk Parameter TDS	79
Tabel 4.13 Descriptives Untuk Parameter TSS	80
Tabel 4.14 Test of Homogeneity of Variances Untuk Parameter TSS	80
Tabel 4.15 ANOVA Untuk Parameter TSS	80
Tabel 4.16 Homogeneous Subsets Untuk Parameter TSS	84

DAFTAR GAMBAR

No	Keterangan	Halaman
Gambar 2.1	Biosand Filter	24
Gambar 3.1.	Diagram Alir Penelitian	43
Gambar 3.2.	Media Kerikil,Pasir Kasar, Pasir Halus, dan Karbon Aktif	46
Gambar 3.3.	Reaktor <i>Biosand Filter</i>	46
Gambar 3.4.	Reaktor <i>Activated Carbon</i>	47
Gambar 3.5.	Kondisi <i>Biosand Filter-Activated Carbon</i> di Laboratorium	49
Gambar 3.6	Diffuser Plate	49
Gambar 3.7	Titik Inlet	51
Gambar 3.8	Titik Outlet	51
Gambar 3.9	Desikator	52
Gambar 3.10	Water Bath & Cawan Porselin	52
Gambar 3.11	Timbangan Analitik	52
Gambar 3.12	Oven	52
Gambar 3.13	Desikator	53
Gambar 3.14	Kertas Saring,Corong,Erlemeyer	53
Gambar 3.15	Timbangan Analitik	53
Gambar 3.16	Oven	53
Gambar 4.1	Konsentrasi TDS untuk <i>Biosand Filter(45:15:10) -Activated Carbon(60)</i>	59
Gambar 4.2	Konsentrasi TDS untuk <i>Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(30)</i>	60
Gambar 4.3	Konsentrasi TDS untuk <i>Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(60)</i>	60
Gambar 4.4	Konsentrasi TDS untuk <i>Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(30)</i>	60

Gambar 4.5	Removal TDS untuk <i>Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(60)</i>	61
Gambar 4.6	Removal TDS untuk <i>Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(30)</i>	62
Gambar 4.7	Removal TDS untuk <i>Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(60)</i>	62
Gambar 4.8	Removal TDS untuk <i>Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(30)</i>	62
Gambar 4.9	Konsentrasi TSS untuk <i>Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(60)</i>	66
Gambar 4.10	Konsentrasi TSS untuk <i>Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(30)</i>	66
Gambar 4.11	Konsentrasi TSS untuk <i>Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(60)</i>	66
Gambar 4.12	Konsentrasi TSS untuk <i>Biosand Filter(55:10:5)- Activated Carbon (30)</i>	67
Gambar 4.13	Removal TSS untuk <i>Biosand Filter (45:15:10)- Activated Carbon (60)</i>	68
Gambar 4.14	Removal TSS untuk <i>Biosand Filter (45:15:10)- Activated Carbon (30)</i>	68
Gambar 4.15	Removal TSS untuk <i>Biosand Filter (55:10:5)- Activated Carbon (60)</i>	68
Gambar 4.16	Removal TSS untuk <i>Biosand Filter (55:10:5)- Activated Carbon (30)</i>	69
Gambar 4.17	Perbandingan Removal untuk <i>Total Dissolved Solid (TDS)</i>	73
Gambar 4.18	Perbandingan Removal untuk <i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	74

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan salah satu hal terpenting yang dibutuhkan oleh tubuh manusia, rata-rata 60% berat tubuh manusia terdiri dari air. Oleh karena itu kualitas air yang diminum harus diperhatikan, karena jika tidak memenuhi syarat-syarat kesehatan maka dapat menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan tubuh manusia. Pertumbuhan penduduk yang pesat menimbulkan tantangan yang coba diatasi dengan pembangunan dan industriasi. Namun hal tersebut disamping mempercepat persediaan segala pemenuhan kebutuhan hidup manusia, juga memberikan dampak yang negatif terhadap manusia sebagai akibat dari terjadinya pencemaran lingkungan.

Kualitas air berubah karena kapasitas air untuk membersihkan dirinya sendiri telah terlampaui. Hal tersebut disebabkan dengan bertambahnya intensitas aktivitas penduduk yang tidak hanya meningkatkan kebutuhan akan air bersih, tetapi juga meningkatkan air buangan yang dihasilkan. Ada beberapa zat-zat kimia yang sifatnya tidak terurai dalam air dengan cepat sehingga menyebabkan bahan-bahan kimia tersebut makin lama akan terakumulasi dalam badan air sehingga menyebabkan air tersebut menjadi tercemar.

Air yang tercemar dapat menimbulkan masalah kesehatan yang bersifat akut ataupun kronik. Akut artinya dalam hitungan jam atau hari dan bahkan mungkin langsung pada saat kita mengonsumsi air yang tercemar oleh mikroorganisme seperti bakteri atau virus, akan menyebabkan seseorang menjadi sakit perut. Sedangkan kronik berarti dampak yang akan terasa beberapa bulan atau beberapa tahun setelah kita mengonsumsi air yang tercemar. Dampak kronik kebanyakan disebabkan oleh bahan-bahan kimia yang dapat mengakibatkan penyakit-penyakit termasuk kanker, gangguan ginjal, dan hati atau kesulitan mendapatkan keturunan.

Air permukaan dan air tanah merupakan sumber air utama yang digunakan masyarakat untuk memenuhi berbagai kebutuhan. Sampai saat ini, air permukaan sebagian besar digunakan untuk memenuhi kebutuhan pertanian, industri, pembangkit tenaga listrik dan keperluan domestik lainnya. Sumber daya air merupakan sumber daya alam yang terbarui namun demikian ketersediaannya tidak selalu sesuai dengan waktu, ruang, jumlah dan mutu yang dibutuhkan. Pertambahan jumlah penduduk dan pertumbuhan ekonomi

telah meningkatkan kebutuhan air baik jumlahnya maupun kualitasnya. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut perlu mengoptimalkan kedua sumber tersebut.

Penggunaan air tanah biasanya dilakukan apabila air permukaan tidak lagi dapat memenuhi kebutuhan untuk berbagai keperluan baik jumlah maupun mutunya. Peran air tanah sebagai sumber daya yang melengkapi air permukaan untuk pasokan air yang cenderung meningkat dapat dipahami karena beberapa keuntungan, yakni kualitas air umumnya baik, biaya investasi relatif rendah, dan pemanfaatannya dapat dilakukan di tempat yang membutuhkannya (*insitu*). Namun pengambilan air tanah yang berlebihan dapat menimbulkan dampak negatif terhadap sumber daya itu sendiri maupun lingkungan sekitarnya seperti intrusi air laut, pencemaran akuifer, dan amblesan tanah (*land subsidence*).

Agar pemanfaatan dan ketersediaan air dapat berkelanjutan, berbagai upaya yang perlu dilakukan adalah memanfaatkan dan melestarikan air permukaan dan air tanah secara terpadu. Untuk itu diperlukan adanya pedoman dalam pemanfaatan dan pelestarian air permukaan dan air tanah secara terpadu sebagai pendukung bagi dinas dan instansi lain terkait. Sebagian besar air baku untuk penyediaan air bersih diambil sumber air permukaan seperti sungai, danau, kolam dan sebagainya.

Selokan Mataram dibangun pada masa kepemimpinan Sri Sultan Hamengku Buono IX pada zaman pendudukan Jepang. Selokan Mataram dibuat dengan menghubungkan antara Sungai Progo dan Sungai Opak yang memiliki panjang sekitar 60 km. Wilayah-wilayah yang dilewati Selokan Mataram dengan sendirinya bisa memenuhi kebutuhan air untuk keperluan pertanian. Aliran air Sungai Progo yang mengalir di selokan Mataram dipakai untuk mengairi persawahan. Banyak wilayah yang dilewati selokan Mataram, sehingga hamparan sawah di kawasan yang dilewati oleh selokan Mataram akan menjadi lebih subur, inilah fungsi ekonomis dan kultural selokan Mataram.

Pada saat ini selokan Mataram sangat berbeda kondisinya dengan selokan Mataram yang dulu. Dari segi kualitas air, pada saat ini air yang mengalir di selokan Mataram sudah banyak tercemar oleh limbah-limbah rumah tangga disekitarnya. Dengan semakin padatnya pemukiman-pemukiman yang didirikan disekitar selokan Mataram akan semakin mempengaruhi kualitas air permukaan tersebut. Oleh karena itu dalam hal pemanfaatan selokan Mataram sebagai salah satu sumber alternatif yang dapat digunakan untuk menyediakan kebutuhan air bersih dalam skala rumah tangga, memerlukan pengolahan air

secara sederhana dan tepat guna terlebih dahulu. Salah satu alternatif teknologi yang dapat digunakan adalah *Biosand Filter-Activated Carbon*

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

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

Pada penyediaan air bersih yang digunakan untuk dikonsumsi maka air tersebut harus secara nyata dapat memenuhi kebutuhan orang, yaitu dapat langsung diminum (*potable*) serta harus berasa enak dan menarik secara fisik

Adanya partikel-partikel koloid dapat berpengaruh pada kekeruhan yang terjadi pada air permukaan, Hal tersebut disebabkan oleh kegiatan alam maupun kegiatan dari manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Kandungan zat-zat kimia yang terkandung dalam air permukaan sangat tergantung pada daerah yang dilaluinya. Pada umumnya air permukaan memiliki tingkat kekeruhan yang cukup tinggi, Hal tersebut ditandai dengan tingginya konsentrasi *Suspended Solids dan Dissolved Solid*. Dengan adanya material berbentuk koloid dan suspensi dapat menyebabkan air menjadi tampak berwarna keruh dimana hal tersebut secara estetika kurang menarik dan mungkin bisa berbahaya bagi kesehatan serta akan sangat mengganggu bagi kelangsungan makhluk hidup yang terdapat di dalam air tersebut.

Biosand filter merupakan salah satu pengembangan dari *Slow Sand Water Filter*. *Biosand filter* dirancang dan dibuat secara khusus untuk penggunaan yang bersifat sementara atau penggunaan rumah tangga. Selama proses penyaringan, air yang diolah akan dilewatkan pada media filter dengan kecepatan aliran yang rendah. *Biosand filter* dikembangkan dalam memenuhi kebutuhan air bersih dan sehat pada negara-negara berkembang. Penggunaan teknologi *Biosand filter* banyak sekali dikembangkan pada negara-negara seperti : Nepal, Guatemala, Honduras, Nikaragua, Mozambique, Kenya, Kamboja, Vietnam, dll. Pada beberapa contoh manfaat penerapan dari teknologi ini adalah mampu mencapai 99,99% untuk menghilangkan bakteri virus tipus, mampu menurunkan hingga 83% - 99,6% bakteri E.coli, mampu menurunkan kandungan besi dan arsen dengan rata-rata

efisiensi penurunan 93% (dinegara Nepal), dan mampu menurunkan kekeruhan dan jumlah padatan dalam air hingga 75% (www.BioSandFilter.org) Keuntungan teknologi ini selain murah, membutuhkan sedikit pemeliharaan dan beroperasi secara grafitasi.

Penggunaan *Activated Carbon* (karbon aktif) pada saat ini telah banyak sekali dikembangkan dalam mengolah pengolahan air dengan menggunakan karbon aktif biasanya digunakan sebagai proses kelanjutan setelah pengolahan fisik atau biologis terlebih dahulu. Pada proses ini karbon aktif digunakan untuk mengurangi kadar dari bahan-bahan organik terlarut yang ada dalam air. Disamping itu dengan adanya kontak karbon aktif dengan air maka benda-benda partikel juga dapat ikut dihilangkan. air. Dengan adanya proses adsorpsi tersebut maka zat-zat substansi terlarut yang ada di air dapat terserap pada permukaan media karbon aktif sehingga diharapkan air yang keluar dari proses tersebut telah memiliki kualitas yang baik. Kemudahan dalam menggunakan serta biaya yang relatif murah dalam perawatannya menjadikan karbon aktif sebagai salah satu alternatif teknologi yang digunakan dalam mengolah air.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

- a. Seberapa besar efisiensi yang diperoleh dengan menggunakan teknologi *Biosand Filter-Activated Carbon* dalam menurunkan konsentrasi *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS) di dalam air Selokan Mataram, Yogyakarta.
- b. Apakah terjadi perbedaan hasil effluent dari proses *Biosand Filter-Activated Carbon* apabila dilakukan variasi ketebalan media dan diameter butiran media berbeda.
- c. Pada variasi unit pengolahan mana yang lebih efektif dalam menurunkan konsentrasi *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS), Variasi unit tersebut sebagai berikut :
 - *Biosand Filter* (45:15:10) - *Activated Carbon* (60)
 - *Biosand Filter* (45:15:10) - *Activated Carbon* (30)
 - *Biosand Filter* (55:10:5) - *Activated Carbon* (60)
 - *Biosand Filter* (55:10:5) - *Activated Carbon* (30)

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan, maka untuk memudahkan dalam pelaksanaan penelitian ini digunakan batasan masalah sebagai berikut :

- a. Metode filtrasi digunakan dengan menggunakan reaktor *Biosand Filter* dengan komposisi dari reaktor adalah pasir kasar, pasir halus, dan kerikil kemudian dilanjutkan dengan tambahan reaktor *Activated Carbon*.
- b. Metode Adsorpsi digunakan dengan menggunakan reaktor *Activated Carbon*
- c. Sumber air yang digunakan berasal dari air Selokan Mataram Yogyakarta, dimana air permukaan tersebut memiliki konsentrasi *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS).
- d. Reaktor *Biosand Filter-Activated Carbon* menggunakan variasi ketebalan media dengan kecepatan aliran tertentu.
- e. Parameter yang diukur adalah *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS).
- f. Desain reaktor *Biosand Filter-Activated Carbon* yang digunakan yaitu :

Tabel 1.1 Ketinggian Media Biosand Filter

	Pasir Halus (cm)	Pasir Kasar (cm)	Kerikil(cm)	Total (cm)
<i>Biosand Filter 1</i>	45	15	10	70
<i>Biosand Filter 2</i>	55	10	5	70

Tabel 1.2 Ketinggian Media *Activated Carbon*

	<i>Activated carbon 1</i> (cm)	<i>Activated carbon 2</i> (cm)
<i>Biosand Filter 1</i> (45:15:10)	60	30
<i>Biosand Filter 2</i> (55:10:5)	60	30

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilaksanakannya penelitian ini adalah :

- a. Untuk mengetahui besarnya efisiensi kemampuan *Biosand Filter-Activated Carbon* dalam menurunkan konsentrasi *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS) pada air Selokan Mataram, Yogyakarta.

- b. Untuk mencari variasi media yang paling efektif, sehingga mendapatkan penurunan konsentrasi *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS) yang paling optimal.

1.5 Manfaat Penelitian

Penggunaan reaktor "*Biosand Filter-Activated Carbon*" dalam pengolahan air Selokan Mataram diharapkan akan memberikan manfaat sebagai berikut :

- a. Mendapatkan suatu alternatif teknologi yang murah, sederhana, dan mudah pengoperasiannya untuk menurunkan konsentrasi kadar *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS) pada air Selokan Mataram, Yogyakarta
- b. Memberikan data informasi tentang kemampuan reaktor *Biosand Filter-Activated Carbon* dalam menurunkan konsentrasi *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS) pada air Selokan Mataram, Yogyakarta.
- c. Sebagai bahan kajian dan referensi kepada penelitian berikutnya untuk dapat mengembangkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini dan mencoba berbagai variasi percobaan sehingga nantinya akan memperoleh data yang lebih lengkap tentang kemampuan teknologi *Biosand Filter-Activated Carbon* dalam menurunkan konsentrasi *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS) pada air Selokan Mataram, Yogyakarta.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pemanfaatan Sumber Daya Air

Air merupakan kebutuhan utama dalam kehidupan sehari-hari. Semua makhluk hidup memerlukan air untuk keberlangsungan hidupnya. Air dapat juga digunakan sebagai pelarut, pembersih, dan keperluan lainnya seperti rumah tangga, industri ataupun usaha-usaha lainnya.

Saat ini masalah penyediaan air bersih menjadi perhatian khusus bagi Negara maju dan Negara berkembang. Salah satu masalah pokok yang harus dihadapi adalah kurang tersedianya sumber air yang bersih untuk memenuhi kebutuhan hidup dan belum meratanya pelayanan penyaluran air bersih terutama pada daerah pedesaan serta sumber air bersih yang belum dapat dimanfaatkan secara maksimal. Bahkan pada beberapa tempat sumber air bersih yang telah dimanfaatkan oleh PDAM telah tercemari oleh limbah industri dan limbah domestik, sehingga beban pengolahan dan pengelolaan airnya menjadi semakin meningkat.

Siklus hidrologi juga menjadi dasar diperlukannya integrasi antara pengelolaan air permukaan dan air tanah. Setetes air yang ditahan pada permukaan daerah tangkapan air dapat muncul sebagai air permukaan atau air tanah dalam perjalanannya menuju bagian hilir dari suatu daerah tangkapan air. Sebagian besar dari penduduk Indonesia bergantung dari air tanah untuk memenuhi kebutuhan air bersihnya. Meluasnya penggunaan bahan kimia untuk pertanian dan pencemaran dari air permukaan oleh limbah industri dan domestik telah menjadi ancaman terhadap kualitas air tanah dan memaksa para pengelola untuk mewaspadai hubungan antara air permukaan dan air tanah. Pencemaran air tanah sering kali dapat menimbulkan dampak yang tidak terpulihkan (irreversible) mengingat tingkat teknologi yang ada saat ini dan besarnya biaya untuk pemulihannya

Pengelola sumber daya air berkewajiban untuk mengembangkan kuantitas air yang memadai dengan kualitas yang memenuhi persyaratan. Penurunan kualitas air akan mengurangi potensi penggunaannya pada bagian hilir. Untuk itu, institusi-institusi pengelola sumber daya air harus mampu mengintegrasikan aspek-aspek kuantitas dan kualitas dengan cara mengurangi limbah padat maupun cair dari sumbernya seminimal mungkin dan menerapkan sistem tarif bagi pembuang limbah sedemikian sehingga

mendorong pembuang limbah untuk mengolah limbahnya terlebih dulu sebelum membuangnya ke badan air.

Dalam dunia kesehatan khususnya kesehatan lingkungan, perhatian air dikaitkan sebagai faktor perpindahan/penularan penyebab penyakit (agent). Air membawa penyebab penyakit dari kotoran (feces) penderita, kemudian sampai ke tubuh orang lain melalui makanan dan minuman. Air juga berperan untuk membawa penyakit non mikrobial seperti adanya bahan-bahan toxic yang terkandung didalamnya. Penyakit-penyakit infeksi yang biasanya ditularkan melalui air adalah typhus abdominalis, cholera, dysentri baciller, dan lainnya. Peracunan logam juga sering terjadi melalui media air seperti yang terjadi pada kasus minamata di Jepang, dimana penduduk sekitar keracunan dengan logam berat Hg (raksa).

Pengadaan air bersih untuk kepentingan rumah tangga seperti untuk air minum, air mandi, dan sebagainya harus memenuhi persyaratan yang sudah ditentukan peraturan Internasional (WHO dan APHA) ataupun peraturan nasional dan setempat. Dalam hal ini kualitas air bersih di Indonesia harus memenuhi persyaratan yang tertuang di dalam Peraturan Menteri Kesehatan RI No.173/Men.Kes/Per/VIII/77 dimana setiap komponen yang diperkenankan berada di dalamnya harus sesuai.

Semua orang berharap bahwa seharusnya air diperlakukan sebagai bahan yang sangat bernilai, dimanfaatkan secara bijak, dan dijaga terhadap cemaran. Namun kenyataannya air selalu dihamburkan, dicemari, dan disia-siakan. Hampir setengah penduduk dunia di negara-negara berkembang, menderita berbagai penyakit yang diakibatkan oleh kekurangan air, atau oleh air yang tercemar. Sumber-sumber air semakin dicemari oleh limbah industri yang tidak diolah atau tercemar karena penggunaannya yang melebihi kapasitasnya untuk dapat diperbaharui.

2.2 Sistem Penyediaan Air Bersih dan Air Minum

Merupakan suatu tantangan dikemudian hari untuk dapat memelihara sumber daya air agar dapat menekan kerusakannya serta berusaha menjaga sepenuhnya agar daya guna dari sumber daya air dapat digunakan semaksimal mungkin. Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan selanjutnya akan menjadi air minum dengan dimasaknya terlebih dahulu. Sebagai batasannya, air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air minum, dimana persyaratan yang dimaksud adalah dari segi kualitas air yang meliputi kualitas fisik, biologis, dan radiologis

sehingga apabila dikonsumsi oleh manusia tidak akan menimbulkan efek samping bagi kesehatan tubuh.

Air bersih merupakan salah satu kebutuhan manusia untuk memenuhi standar kehidupan manusia secara sehat. Ketersediaan air yang terjangkau dan berkelanjutan menjadi bagian terpenting bagi setiap individu baik yang tinggal di perkotaan maupun di pedesaan. Oleh karena itu, ketersediaan air dapat menurunkan water borne disease sekaligus dapat meningkatkan perekonomian masyarakat. Penyediaan air bersih di Indonesia masih menghadapi berbagai kendala yang kompleks, mulai dari kelembagaan, teknologi, anggaran, pencemaran, maupun sikap dari masyarakat. Pengelolaan air bersih ini berpacu dengan pertumbuhan penduduk yang meningkat pesat serta perkembangan wilayah dan industri yang cepat.

Air minum adalah air yang kualitasnya memenuhi syarat-syarat kesehatan (menurut departemen kesehatan, syarat-syarat air minum adalah tidak berasa, tidak berbau, tidak berwarna, dan tidak mengandung logam berat) sehingga air tersebut dapat dikonsumsi oleh manusia. Alasan kesehatan dan teknis mendasari penentuan standar kualitas air minum adalah adanya efek-efek samping bagi kesehatan dari setiap parameter jika melebihi dosis yang telah ditetapkan.

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

Pengertian standar kualitas air minum adalah batas operasional dari kriteria kualitas air dengan memasukkan pertimbangan non teknis, misalnya : kondisi sosial-ekonomi, target atau tingkat kualitas produksi, tingkat kesehatan yang ada, dan teknologi yang tersedia. Sedangkan kriteria kualitas air merupakan putusan ilmiah yang mengeksperikan hubungan dosis dan respon efek pada kesehatan yang dapat ditimbulkannya. Adanya beberapa persyaratan utama yang harus dipenuhi dalam sistem penyediaan air bersih, antara lain yaitu :

- a. Persyaratan kualitatif
- b. Persyaratan kuantitatif
- c. Persyaratan kontinuitas

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.

2.3 Sumber Utama Air Baku

Dalam memilih sumber air baku yang bersih, maka haruslah diperhatikan persyaratan utamanya yang meliputi kualitas, kuantitas, kontinuitasnya, serta biaya yang murah selama proses pengambilan hingga pada proses pengolahannya. Beberapa sumber air baku yang dapat digunakan sebagai sumber air baku, yaitu :

2.3.1 Air Hujan

Air hujan disebut juga dengan air angkasa. Beberapa sifat kualitas air hujan adalah sebagai berikut :

- a. Bersifat lunak karena tidak mengandung larutan garam dan zat-zat mineral.
- b. Air hujan pada umumnya bersifat air bersih
- c. Dapat bersifat korosif karena mengandung zat-zat yang terdapat diudara seperti NH_3 , CO_2 agresif, ataupun SO_2 . Adanya konsentrasi SO_2 yang tinggi diudara dimana bercampur dengan air hujan dapat menyebabkan terjadinya hujan asam (acid rain)

Dalam hal kualitasnya, air hujan tergantung pada besar dan kecilnya curah hujan, sehingga air hujan tidak mencukupi persediaan umum karena jumlahnya berfluktuasi. begitu pula bila dilihat dari segi kontinuitasnya, air hujan tidak dapat diambil secara terus menerus, karena sangat tergantung pada musim. Pada musim kemarau dapat terjadi kemungkinan air akan menurun karena tidak adanya penambahan air hujan.

2.3.2 Air Permukaan

Air permukaan yang biasanya dimanfaatkan sebagai sumber atau bahan baku air bersih adalah :

- a. Air waduk (berasal dari air hujan)
- b. Air sungai (berasal dari air hujan dan mata air)
- c. Air danau (berasal dari air hujan, air sungai, atau mata air)

Air permukaan adalah air yang berada di sungai, danau, waduk, rawa dan badan air lain, yang tidak mengalami *ilfiltrasi* kebawah tanah. Areal tanah yang mengalirkan air kesuatu badan air disebut *watershed* atau *drainage basins*. Air yang mengalir dari daratan menuju suatu badan air disebut limpasan permukaan (*surface run off*), dan air yang mengalir di sungai menuju laut disebut aliran air sungai (*river run off*).

Air hujan yang jatuh ke bumi dan menjadi air permukaan memiliki kadar-kadar bahan terlarut atau unsur hara yang sangat sedikit. Air hujan biasanya bersifat asam, dengan nilai pH 4,2. Hal ini disebabkan air hujan melarutkan gas-gas yang terdapat di atmosfer, misalnya gas Karbondioksida (CO₂), Sulphur (S) dan Nitrogen Oksida (NO₂) yang dapat membentuk asam lema. Setelah jatuh kepermukaan bumi, air hujan mengalami kontak dengan tanah dan melarutkan bahan-bahan yang terkandung di dalam tanah.

Pada umumnya air permukaan telah terkontaminasi dengan berbagai zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan manusia, sehingga memerlukan pengolahan terlebih dahulu sebelum digunakan untuk dikonsumsi oleh masyarakat. Kontaminan atau zat pencemar ini berasal dari buangan domestik, buangan industri, dan limbah pertanian. Kontinuitas dan kualitas dari air permukaan dapat dianggap tidak menimbulkan masalah yang besar untuk penyediaan air bersih dengan memakai bahan baku air permukaan, dimana dalam proses pengolahannya sesuai dengan teknologi yang ada.

2.3.3 Air Tanah

Air tanah banyak mengandung garam dan mineral yang terlarut pada waktu air melalui lapisan-lapisan tanah. Air tanah sebagian besar terbebas dari polutan, hal tersebut dikarenakan air berada dibawah permukaan tanah. Tetapi hal tersebut tidak menutup kemungkinan bahwa air tanah dapat tercemar oleh zat-zat mengganggu kesehatan seperti adanya kandungan Fe, Mn, kesadahan yang terbawa oleh aliran permukaan tanah. Air tanah dibagi menjadi dua, yaitu : air tanah dangkal dan air tanah dalam. Air tanah dangkal memiliki kualitas yang lebih rendah jika dibandingkan dengan kualitas air tanah dalam. Hal ini disebabkan air tanah dangkal lebih mudah mendapat kontaminasi dari luar dan fungsi tanah sebagai penyaring lebih sedikit.

Dari segi kualitas, apabila air tanah dipakai sebagai sumber air dapat memenuhi persyaratan, tetapi jika di lihat dari segi kontinuitas, maka dapat menjadi masalah karena

pengambilan air tanah secara terus menerus maka akan menyebabkan penurunan muka air tanah. Karena air dalam merupakan rantai yang panjang (menurut siklus hidrologi) maka apabila terjadi penurunan muka air tanah kekosongan tersebut akan di isi oleh air laut dan peristiwa ini disebut *intrusi* air laut.

Sebagian besar dari air yang meresap ke dalam tanah akan berada dalam lapisan tanah yang berdekatan dengan permukaan bumi, dan ia mungkin akan menyerap masuk ke dalam aliran anak sungai melalui celah di tebing sungai. Terdapat juga air yang akan menyerap masuk jauh ke dalam kerak muka bumi dan mengisi akuifer bawah tanah. Air dapat mengalir melalui suatu jarak yang sangat jauh atau berada sebagai simpanan air bawah tanah dalam waktu yang lama sebelum kembali semula ke permukaan bumi atau sumber-sumber air yang lain seperti sungai dan lautan.

2.3.4 Mata Air

Dari segi kualitas, mata air adalah sangat baik bila dipakai sebagai air baku, karena berasal dari dalam tanah yang muncul ke permukaan tanah sebagai akibat dari adanya tekanan, sehingga belum terkontaminasi oleh zat-zat pencemar. Mata air didapati apabila sebuah akuifer telah dipenuhi oleh air sehingga terjadinya tekanan dri dalam tanah sehingga mengakibatkan air didalam tanah melimpah keluar ke permukaan bumi. Biasanya lokasi mata air merupakan daerah yang terbuka sehingga lebih mudah terkontaminasi oleh lingkungan sekitarnya. Sebagai contoh banyaknya ditemukan bakteri E-coli pada mata air. Dilihat dari segi kuantitasnya, jumlah, dan kapasitas mata air sangat terbatas sehingga hanya mampu memenuhi kebutuhan penduduk dalam jumlah tertentu.

2.4. Kualitas Air Minum

Penyediaan air bersih selain peningkatan mutu kuantitasnya, hal penting yang perlu diperhatikan yaitu kualitasnya supaya memenuhi standar baku mutu 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 untuk menghindari 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. Parameter fisis
2. Parameter kimiawi
3. Parameter biologis
4. Parameter radiologis

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

2.5 Zat Padat

Pada air didapatkan dua kelompok zat, yaitu zat terlarut (seperti garam dan molekul organis) dan zat padat tersuspensi dan koloidal (seperti tanah liat, kwarts). Hal pokok yang membedakan antara kedua kelompok zat ini adalah ukuran/diameter partikel-partikel tersebut. Perbedaan antara kedua kelompok zat yang ada dalam air alam cukup jelas dalam praktek, namun terkadang batasan itu tidak dapat dipastikan secara definitif. Dalam kenyataan suatu molekul organis polimer tetap bersifat zat yang terlarut, walaupun panjangnya lebih dari 10 μm sedangkan beberapa jenis zat padat koloid mempunyai sifat dapat bereaksi seperti sifat zat-zat yang terlarut.

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

keruh karena sebenarnya air di antara partikel-partikel tersuspensi tidak keruh dan sinar tidak menyimpang.

Analisa zat padat dalam air sangat penting dalam penentuan komponen-komponen air secara lengkap, juga untuk perencanaan dan pengawasan proses-proses pengolahan dalam bidang air minum maupun air buangan. Dalam analisa zat padat, pengertian Zat Padat Total adalah semua zat-zat yang tersisa sebagai residu dalam suatu bejana bila sampel air dalam bejana tersebut dikeringkan pada suhu tertentu. Zat Padat Total terdiri dari Zat Padat Terlarut dan Zat Padat Tersuspensi yang dapat bersifat organis dan non organis.

Zat padat tersuspensi sendiri dapat diklasifikasikan sekali lagi menjadi 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. Penentuan zat padat terendap ini dapat melalui volumenya, disebut analisa volum lumpur (*sludge volume*), dan dapat melalui beratnya disebut analisa lumpur kasar atau umumnya disebut Zat Padat Terendap (*settleable solid*).

2.6 Total Jumlah Padatan Terlarut (TDS)

Padatan terlarut total (*Total Dissolved Solid*) adalah bahan-bahan terlarut (diameter $<10^{-6}$ mm) dan koloid (diameter 10^{-6} - 10^{-3} mm) yang berupa senyawa-senyawa kimia dan bahan-bahan lain, yang tidak tersaring pada kertas saring berdiameter 0,45 μm . *Total Dissolved Solid* biasanya disebabkan oleh bahan organik yang berupa ion-ion yang biasanya ditemukan di perairan. *Total Dissolved Solid* (TDS) ini menggunakan satuan mg/L dengan nilai-nilai air bersih yang pada dasarnya berkisar dari 1-1000 mg/L. *Total Dissolved Solid* (TDS) biasanya disebabkan oleh bahan-bahan anorganik yang berupa ion-ion yang biasanya ditemukan pada Adapun contoh ion-ion terlarut seperti sodium, klorida, magnesium dan sulfat memberi kontribusi pada *Total Dissolved Solid* (TDS). Konsentrasi yang tinggi dari *Total Dissolved Solid* (TDS) membatasi kesesuaian air sebagai sumber air minum dan suplay irigasi.

Selain itu, konsentrasi *Total Dissolved Solid* (TDS) yang tinggi dalam air dapat mempengaruhi kejernihan, warna dan rasa. *Total Dissolved Solid* (TDS) biasanya terdiri bahan anorganik yang berupa ion-ion yang ditemukan pada perairan. Bila *Total Dissolved Solid* (TDS) bertambah maka kesadahan akan naik pula. Selanjutnya efek *Total Dissolved*

Solid (TDS) ataupun kesadahan terhadap kesehatan tergantung pada zat penyebab masalah tersebut.

2.7 Total Jumlah Padatan Tersuspensi (TSS)

Total Suspended Solid (TSS) merupakan zat-zat padat yang berada pada dalam suspensi, dapat dibedakan menurut ukurannya sebagai partikel tersuspensi koloid (partikel koloid) dan partikel tersuspensi biasa (partikel tersuspensi). (Sumestri, S. dan Alaerts, G., 1984). Total Suspended Solid (TSS) yaitu jumlah berat dalam mg/l kering lumpur yang ada didalam air limbah setelah mengalami proses penyaringan dengan membrane berukuran 0,45 μm . Adanya padatan – padatan ini menyebabkan kekeruhan air, padatan ini tidak terlarut dan tidak dapat mengendap secara langsung. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel – partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari pada sedimen, seperti bahan – bahan organik tertentu, tanah liat, dan kikisan tanah yang disebabkan terjadinya erosi tanah.

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

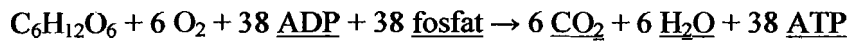
2.8 Efek TDS dan TSS Pada Air Permukaan

Material tersuspensi mempunyai efek yang kurang baik terhadap kualitas air karena dapat menyebabkan kekeruhan sehingga mengurangi cahaya matahari yang masuk kedalam air. Hal tersebut dapat mengurangi manfaat dari air dan organisme yang butuh cahaya untuk proses hidupnya akan menjadi mati. Kurangnya cahaya dalam air juga akan mengganggu proses fotosintesis pada tanaman, sehingga kandungan oksigen terlarut dalam air akan menjadi berkurang. Kandungan oksigen terlarut yang rendah dapat menyebabkan kematian pada ikan dan setiap kematian dari organisme akan menyebabkan terganggunya ekosistem akuatik. Kandungan material suspensi yang tinggi dapat meningkatkan suhu didalam air permukaan, hal tersebut disebabkan karena partikel tersuspensi dapat menyerap panas dari sinar matahari. Pada air yang mengandung partikel tersuspensi sangat banyak dan mengendap, maka dapat menyebabkan pembentukan lumpur yang dapat mengganggu aliran pada saluran, pendangkalan cepat terjadi, sehingga diperlukan pengerukan lebih sering yang dapat berdampak pada kebutuhan biaya operasional yang besar dalam proses perawatannya.

2.9 Pengolahan Aerob

Proses pengolahan secara aerob diartikan sebagai pengolahan dengan keadaan ada oksigen baik secara alamaiah ataupun secara buatan, sehingga oksigen tersebut dapat membantu mikroorganisme akan menguraikan air buangan.

Dengan penyediaan udara yang cukup dan keadaan lingkungan yang seimbang maka air buangan yang mengandung bahan organik akan diuraikan oleh mikroorganisme aerob menjadi CO_2 , H_2O dan sel-sel baru dalam keadaan ada oksigen.



Penguraian dilakukan oleh sejumlah bakteri. Proses metabolisme oleh bakteri dipengaruhi oleh faktor sumber nutrisi dan oksigen. Kedua faktor ini saling berkaitan didalam membantu pertumbuhan bakteri. Selama sumber nutrisi cukup dan oksigen tidak berkurang maka bakteri akan berkembang dengan baik dan akan menghasilkan energi yang cukup untuk menguraikan senyawa organik.

Pada sistem aerobik diperlukan aerator sebagai penyuplai udara/oksigen kedalam limbah cair. Jika bakteri hanya berasal dari limbah maka yang tumbuh bermacam-macam jenis bakteri dari mulai yang bersifat patogen maupun probiotik. Dalam kondisi semacam ini maka proses hanya dapat berlangsung secara aerobik karena diperlukan hembusan oksigen untuk melipatgandakan jumlah bakteri yang ada. Sulfur, pospat dan nitrogen dalam limbah cair merupakan nutrisi bagi bakteri/mikrob, ketiga bahan ini hanya dimakan secukupnya oleh bakteri. Proses aerobik hanya akan efektif diterapkan jika kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) inlet maksimal 2000 ppm (part per million) sedangkan pada COD yang tinggi (diatas 2000 ppm) maka proses yang paling efektif dengan anacrobik.

Proses pengolahan air limbah secara biologis aerobik adalah dengan memanfaatkan aktifitas mikroba aerob, untuk menguraikan zat organik yang terdapat dalam air limbah, menjadi zat inorganik yang stabil dan tidak memberikan dampak pencemaran terhadap lingkungan. Mikroba aerob ini sebenarnya sudah terdapat di alam dalam jumlah yang tidak terbatas dan selalu dapat diperoleh dengan sangat mudah. Dalam kapasitas yang terbatas alam sendiri sudah mampu menetralsir zat organik yang ada dalam air limbah. Sementara itu kemampuan air dalam menyerap oksigen di udara sangat terbatas, walaupun keberadaan oksigen di udara tidak terbatas. Pemenuhan oksigen dapat dibantu dengan peralatan mekanis (aerator), aliran udara bertekanan atau pertumbuhan mikrobia itu sendiri (algae).

Mikroba yang berperan dalam proses biologis aerobik antara lain :

- Bakteri
- Fungi
- Protozoa dan Rotifera
- Algae

Menurut sumber karbon dan sumber tenaga yang dibutuhkan untuk melakukan metabolisme ada empat jenis mikroorganisme, yaitu ;

1. *Heterotrophs*, yaitu mikroorganisme yang melakukan metabolisme dengan memanfaatkan bahan koloid dan organik karbon yang berupa suspensi, dan selanjutnya merubahnya menjadi gas dan lumpur yang akan mengendap didasar bangunan pengolahan air. Hal tersebut terjadi karena berat jenis lumpur lebih berat dari pada berat jenis air limbah itu sendiri. Pada umumnya lumpur yang ada akan diproses pada bak pengendap dan filtrasi. Jenis mikroorganisme ini dibagi menjadi 2 macam, yaitu;
 - a. *Chemoheterotrophic* : mikroorganisme ini banyak mengandung energi dari reaksi oksidasi dan reduksi bahan organik.
 - b. *Photoheterotropic* : mikroorganisme ini mendapatkan energy dari sinar.
2. *Autotrophs*, yaitu mikroorganisme yang melakukan metabolisme dengan memanfaatkan CO₂ dan merubahnya menjadi lumpur. Berdasarkan sumber energinya maka mikroorganisme ini dibagi menjadi 2 macam, yaitu :
 - a. *Chemoautotrophic* : mikroorganisme ini mendapatkan energi dari reaksi oksidasi dan reduksi bahan organik.
 - b. *Photoautotrophic* : mikroorganisme ini mendapatkan energi dari sinar.

Dalam menentukan mikroorganisme yang akan digunakan akan sangat tergantung dengan karakteristik air limbah yang akan diolahnya. Proses aerobik merupakan pengolahan biologis yang terjadi karena adanya zat asam. Pada umumnya ada 2 macam, yaitu :

1. *Suspended Growth* (tumbuh dalam suspensi) : mikroorganisme yang melakukan proses aerobik tersebut selalu dipertahankan keadaanyanya berupa suspensi, didalam cairan air limbah.
2. *Attached Growth* (lekat dan tumbuh) : mikroorganisme yang melakukan proses aerobik melekat pada suatu permukaan. Permukaan yang digunakan antara lain: batuan, keramik, plastik, pasir, dan media lainnya.

Kedua macam proses ini akan menghasilkan beberapa manfaat, antara lain :

- a. Penurunan karbon (kadar BOD, TOC, dan COD menjadi berkurang)
- b. Nitrifikasi (Perubahan amoniak menjadi nitrit dan dilanjutkan menjadi nitrat)
- c. De-nitrifikasi (Perubahan nitrat menjadi gas nitrogen dan produk gas lainnya)
- d. Penurunan nutrisi biologis (Nitrogen dan Phospor)
- e. Stabilisasi (Menjadi lebih stabil dan tidak bau)

2.10 Peran Aerasi, Filter, dan Adsorpsi Pada Pengolahan Air

2.10.1 Aerasi

Adalah fenomena fisik dimana terjadi pertukaran molekul-molekul gas di udara dengan cairan pada gas-liquid interface. Pertukaran tersebut menyebabkan konsentrasi molekul gas di dalam cairan mencapai titik jenuh. Karena pertukaran gas hanya terjadi pada permukaan (interface), maka proses tersebut harus dilakukan dengan kontak sebanyak-banyaknya antara ke dua permukaan tersebut. Atau dengan kata lain aerasi adalah proses pengolahan air dengan mengontakkannya dengan udara. Sasaran yang utama adalah memaksimalkan luas dari permukaan air ke udara. Dengan maksud perpindahan efisien terbesar dari satu medium ke medium yang lain. Hal ini sangat penting agar dalam proses ini cukup berlangsung percampuran antara air dengan udara. Aerasi bertujuan untuk:

- a. Penambahan jumlah oksigen
- b. Penurunan jumlah karbon dioksida (CO_2)
- c. Menghilangkan hidrogen sulfida (H_2S), metan (CH_4) dan berbagai senyawa organik yang bersifat volatile (menguap) yang berkaitan untuk rasa dan bau.

Pengambilan zat pencemar yang terkandung di dalam air merupakan tujuan pengolahan air. Penambahan oksigen adalah salah satu usaha dari pengambilan zat pencemar tersebut, sehingga konsentrasi zat pencemar akan berkurang atau bahkan dapat dihilangkan sama sekali. Zat yang diambil dapat berupa gas, cairan, ion, koloid atau bahan tercampur. Hal-hal yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan unit aerasi adalah :

1. Kecepatan gas transfer berbanding langsung dengan luas kontak per unit volume. Peralatan aerasi yang ideal akan memaksimumkan luas kontak. Misal untuk aerator cascade, terjunan yang lebih tinggi akan meningkatkan luas kontak. Untuk spray aerator, nozzle yang menghasilkan butiran yang lebih kecil memberikan luas kontak yang lebih besar.

2. Kecepatan transfer gas juga berbanding langsung dengan waktu kontak, sehingga unit aerator harus memperbesar waktu kontak.
3. Kecepatan transfer gas terhadap perbedaan antara konsentrasi jenuh dan konsentrasi awal dari gas ($C_s - C_o$). Konsentrasi jenuh tergantung pada faktor-faktor yang telah disebutkan diatas.

2.10.2 Filter

Ada berbagai macam cara untuk menjernihkan air. Namun, yang paling banyak dikenal adalah teknik penyaringan, pengendapan, dan penyerapan. Bahan yang dipakai untuk ketiga teknik tersebut juga bcraneka ragam. Pasir, ijuk, arang batok, kerikil, tawas, bubuk kapur, kaporit, dan bahkan batu bisa dimanfaatkan secara efektif untuk menjernihkan air kotor. Biasanya bahan-bahan itu dipakai secara bersamaan. Sangat sedikit sekali orang bisa memperoleh air jernih dengan hanya memakai satu media penyaring.

Penyaringan merupakan proses pemisahan antara padatan/koloid dalam cairan. Proses penyaringan bisa menggunakan proses awal (*primary treatment*) atau penyaringan dari proses sebelumnya, misalnya penyaringan dari hasil koagulasi. Bahan padatan pada umumnya dapat dilihat langsung terapung seperti potongan kayu atau potongan sayuran. Apabila air yang akan diolah mengandung butiran halus atau bahan-bahan larut maka sebelum proses penyaringan sebaiknya dilakukan proses koagulasi atau netralisasi yang menghasilkan endapan. Dengan demikian maka bahan-bahan tersebut akan dapat dipisahkan dari air melalui filtrasi.

Proses penyaringan merupakan proses pengurangan lumpur tercampur dan partikel koloid dari air dengan melewati pada media yang porous. Tingkat kedalaman penyaringan menentukan derajat kebersihan air yang disaringnya. Akan tetapi penyaringan ini banyak dijumpai sebagai pengolahan lanjutan setelah mengalami proses biologis atau proses fisik kimia. Penyaringan akan memisahkan zat padat dan zat kimia yang dikandung air kotor.

Untuk merancang sistem penyaringan perlu adanya penelitian terlebih dahulu terhadap beberapa faktor berikut :

- a. Jenis limbah padatan (terapung atau tenggelam)
- b. Ukuran padatan
- c. Perbandingan ukuran kotoran padatan besar dan kecil
- d. Debit air yang akan diolah

Sistem pengaliran air dalam filtrasi terdiri dari beberapa macam, antara lain : aliran horizontal (*horizontal filtration*), aliran gravitasi (*gravitation filtration*), aliran dari atas ke bawah (*up flow filtration*), dan aliran ganda (*biflow filtration*). Penentuan jenis aliran yang akan digunakan sangat tergantung pada sifat dari limbah padat yang akan difiltrasi.

Filter merupakan alat penyaringan bahan tersuspensi yang melalui media berpori. Alat ini merupakan salah satu alat yang terpenting dalam mencapai klarifikasi terakhir. Kecuali tawas, bubuk kapur, dan kaporit, seluruh media penyaring tersebut bersifat mengendapkan dan menyerap bahan pencemar yang ada di dalam air. Pasir, kerikil, dan ijuk merupakan media pengendap dan arang batok merupakan penyerap. Dibandingkan kerikil dan ijuk, pasir dan arang batok memiliki fungsi lebih besar.

Apabila filter yang dioperasikan untuk memisahkan material-material tersuspensi maka porositas bed secara berkesinambungan akan berubah menjadi terkumpulnya partikel-partikel dalam rongga media pasir. Peristiwa seperti ini biasanya disebut dengan nama clogging (pemampatan), hal ini sangat mengganggu proses dari filtrasi sehingga akan sangat berdampak pada kualitas dari filter tersebut.

Pasir adalah media filter yang paling umum dipakai dalam proses penjernihan air, karena pasir dinilai ekonomis, tetapi tidak semua pasir dapat dipakai sebagai media filter. Artinya diperlukan pemilihan jenis pasir, sehingga diperoleh pasir yang sesuai dengan syarat-syarat media pasir. Dalam memilih jenis pasir sebagai media filter hal-hal yang diperhatikan adalah :

- Senyawa kimia pada pasir
- Karakteristik fisik pasir
- Persyaratan kualitas pasir yang disyaratkan
- Jenis pasir dan ketersediaannya

Pada pengembangannya terdapat dua macam jenis penyaringan, antara lain yaitu :

A. Saringan pasir lambat

Terdiri dari lapisan gravel dengan tebal 0,3 meter dan pasir setebal 0,6-1,2 meter dengan diameter pasir sekitar 0,2-0,35 milimeter. Dari penyaringan ini akan dihasilkan kecepatan pengaliran sebanyak 0,034-0,10 liter/m³/detik.

B. Saringan pasir cepat

Saringan cepat dapat menghasilkan air bersih sejumlah 1,3 - 2,7 liter/m³/detik. Diameter pasir yang dipakai 0,4 mm - 0,8 mm dengan ketebalan 0,4 m - 0,7 m.

Faktor yang mempengaruhi efisiensi penyaringan ada 4 (empat) faktor dan menentukan hasil penyaringan dalam bentuk kualitas effluent serta masa operasi saringan yaitu :

- a. Kualitas air baku, semakin baik kualitas air baku yang diolah maka akan baik pula hasil penyaringan yang diperoleh.
- b. Suhu, Suhu yang baik yaitu antara 20-30 °C, temperatur akan mempengaruhi kecepatan reaksi-reaksi kimia.
- c. Kecepatan Penyaringan, Pemisahan bahan-bahan tersuspensi dengan penyaringan tidak dipengaruhi oleh kecepatan penyaringan. Berbagai hasil penelitian menyatakan bahwa kecepatan penyaringan tidak mempengaruhi terhadap kualitas effluen. Kecepatan penyaringan lebih banyak terhadap masa operasi saringan.
- d. Diameter butiran, secara umum kualitas effluent yang dihasilkan akan lebih baik bila lapisan saringan pasir terdiri dari butiran-butiran halus. Jika diameter butiran yang di gunakan kecil maka yang terbentuk juga kecil. Hal ini akan meningkatkan efisiensi penyaringan.

Proses mekanisme filtrasi adalah kombinasi dari beberapa fenomena yang berbeda, yang paling penting adalah :

1. *Mechanical Straining*, yaitu proses penyaringan partikel *suspended matter* yang terlalu besar untuk bisa lolos melalui lubang antara butiran pasir, yang berlangsung diseluruh permukaan saringan pasir dan sama sekali tidak bergantung pada kecepatan penyaringan.
2. Sedimentasi, akan mengendapkan partikel *suspended matter* yang lebih halus ukurannya dari lubang pori pada permukaan butiran. Proses pengendapan terjadi pada seluruh permukaan pasir.
3. Adsorption adalah proses yang paling penting dalam proses filtrasi. Proses adsorpsi dalam saringan pasir lambat terjadi akibat tumbukan antara partikel-partikel tersuspensi dengan butiran pasir saringan dan dengan bahan pelapis seperti gelatin yang pekat yang terbentuk pada butiran pasir oleh endapan bakteri dan partikel koloid. Proses ini yang lebih penting terjadi sebagai hasil daya tarik menarik elektrostatis, yaitu antara partikel-partikel yang mempunyai muatan listrik yang berlawanan.

4. Aktivitas Kimia, beberapa reaksi kimia akan terjadi dengan adanya oksigen maupun bikarbonat.
5. Aktivitas biologis yang disebabkan oleh mikroorganisme yang hidup dalam filter.

2.10.3 Adsorpsi

Adsorpsi secara umum adalah proses pengumpulan substansi terlarut yang ada dalam larutan oleh permukaan zat atau benda penyerap dimana terjadi suatu ikatan kimia fisik antara substansi dengan zat penyerap. Karena keduanya sering muncul bersamaan dalam suatu proses maka ada yang menyebut sorpsi, baik adsorpsi sebagai sorpsi yang terjadi pada karbon aktif maupun padatan lainnya. Namun unit operasinya dikenal sebagai adsorpsi.

Adapun adsorpsi dapat dikelompokkan menjadi dua:

- a. Adsorpsi fisik yaitu terutama terjadi adanya gaya van der Waals dan berlangsung bolak-balik. Ketika gaya tarik-menarik molekul antara zat terlarut dengan adsorben lebih besar dari gaya tarik-menarik zat terlarut dengan pelarut, maka zat terlarut akan teradsorpsi di atas permukaan adsorben.
- b. Adsorpsi kimia yaitu reaksi kimia yang terjadi antara zat padat dengan adsorbat larut dan reaksi ini tidak berlangsung bolak-balik.

Proses adsorpsi dapat digambarkan sebagai proses dimana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat adsorben akibat kimia dan fisika (Reynolds, 1982). Pada proses adsorpsi terhadap air limbah mempunyai empat tahapan antara lain:

1. Transfer molekul-molekul adsorbat menuju lapisan film yang mengelilingi adsorben.
2. Difusi adsorbat melalui lapisan film (film diffusion process).
3. Difusi adsorbat melalui kapiler atau pori-pori dalam adsorben (pore diffusion).
4. Adsorpsi adsorbat pada dinding kapiler atau permukaan adsorben (proses adsorpsi sebenarnya), (Reynolds, 1982).

Bahan penyerap merupakan suatu padatan yang mempunyai sifat mengikat molekul pada permukaannya dan sifat ini menonjol pada padatan yang berpori-pori. Semakin halus atau kecil ukuran partikel adsorben, semakin luas permukaannya dan daya serap semakin besar. Beberapa sifat yang harus dipenuhi oleh zat penyerap yaitu:

1. Mempunyai luas permukaan yang besar.
2. Berpori-pori
3. Aktif dan murni
4. Tidak bereaksi dengan zat yang akan diserap.

Adapun faktor yang mempengaruhi kapasitas adsorpsi yaitu:

1. Luas permukaan adsorben.

Semakin luas permukaan adsorben, semakin banyak adsorbat yang dapat diserap, sehingga proses adsorpsi dapat semakin efektif. Semakin kecil ukuran diameter partikel maka semakin luas permukaan adsorben.

2. Ukuran partikel

Makin kecil ukuran partikel yang digunakan maka semakin besar kecepatan adsorpsinya. Ukuran diameter dalam bentuk butir adalah lebih dari 0.1 mm, sedangkan ukuran diameter dalam bentuk serbuk adalah 200 mesh (Tchobanoglous, 1991).

3. Waktu kontak

Waktu kontak merupakan suatu hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi. Waktu kontak yang lebih lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik. Konsentrasi zat-zat organik akan turun apabila waktu kontakannya cukup dan waktu kontak berkisar 10 – 15 menit (Reynolds, 1982).

4. Distribusi ukuran pori

Distribusi pori akan mempengaruhi distribusi ukuran molekul adsorbat yang masuk kedalam partikel adsorben.

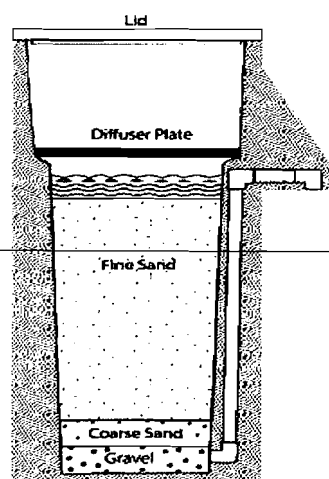
2.11 Biosand Filter

Biosand Filter merupakan salah satu pengembangan teknologi dengan prinsip *slow sand filters*. Dalam proses penggunaannya air yang akan di olah pada *Biosand Filter* akan mengalami proses penyaringan atau penjernihan air dengan melewati media pasir yang sebelumnya telah ditumbuhkan bakteri. Pada *Biosand Filter* aliran air dibuat dengan kecepatan rendah sehingga diharapkan tidak merusak lapisan biofilm yang ada pada biosand filter ini. Pada penggunaan *Biosand Filter* tidak melalui unit-unit pengolahan air seperti koagulasi, flokulasi, sedimentasi, karena pada filter ini proses koagulasi, flokulasi, sedimentasi terjadi pada filter dengan bantuan mikroorganisme yang terbentuk pada

permukaan pasir. *Biosand filter* pada saat ini banyak sekali dikembangkan dan digunakan pada negara-negara berkembang.

Salah satu media yang digunakan pada *Biosand Filter* adalah pasir. Beberapa hal yang memiliki pengaruh penting dalam proses filter, antara lain yaitu ukuran butiran pasir dan kedalaman pasir. Kedua-duanya mempunyai efek penting dalam ilmu bakteri dan kualitas air secara fisik. Kebanyakan literatur merekomendasikan bahwa ukuran pasir yang efektif yang digunakan untuk saringan pasir lambat yang dioperasikan harus di sekitar 0.15- 0.35 mm dan keseragaman koefisien harus di sekitar 1.5- 3.mm.

Biosand Filter dikembangkan pada sekitar tahun 1990 oleh Dr David Manz yang berasal dari University of Calgary. Pada penguannya biasanya terbuat dari bahan beton yang didalamnya tersusun atas; kerikil, pasir kasar, dan pasir halus. Pada penggunaannya biasanya air dilewatkan pada diffuser plate yang berfungsi untuk mencegah gangguan pada permukaan pasir. Tinggi permukaan air dari permukaan pasir adalah sekitar 5 cm, hal tersebut digunakan sebagai ketinggian optimum dari perpindahan patogen. Jika tingkatan air terlalu dangkal, lapisan biofilm dapat lebih mudah terganggu karena rusak oleh kecepatan datangnya air. Disisi lain, jika tingkatan air terlalu dalam, jumlahnya tidak cukup pada difusi O_2 pada biofilm. Mengakibatkan kematian dari mikroorganisme pada lapisan biofilm. Sebagai tambahan sebesar 5 cm untuk melindungi lapisan air, kontak pendifusi diatas lapisan butir-butir pasir memberikan tujuan yang penting untuk mengurangi kecepatan dari datangnya air yang dapat merusak lapisan paling atas dari pasir.



Gambar 2.1 *Biosand Filter*

Pada tingkat ketahanan mikroorganisme di dalam zone biologi, pasir harus dijaga agar tetap basah. Ini harus selalu dipastikan bahwa saringan itu tidak dalam keadaan kering. Proses memusnahkan patogen dalam kontaminasi mikroba melalui air belum

dipahami secara baik. Dipercayai sekarang ini bahwa patogen dalam *Biosand Filter* dapat dimusnahkan secara primer dengan 3 mekanisme yaitu: kimia, fisika, dan biologi (Yung, 2003).

Biosand Filter yang merupakan pengembangan dari *Slow Sand Filter*, hanya saja pada *Biosand Filter*, lapisan atas media filter dilakukan penumbuhan bakteri. Syarat-syarat kualitas air yang akan diolah dengan menggunakan *Slow Sand Filter* (kualitas air BSF sama seperti SSF).

Tabel 2.1 Syarat-syarat Kualitas Air pada *Slow Sand Filter*

Parameter Kualitas Air	Kualitas Air Mengacu pada Refrensi 1991		
	Spencer, et al.	Cleasby	Di Bernardo
Kekeruhan (NTU) ⁽¹⁾	5-10	5	10
Alga (units/ml)	200 ⁽²⁾	5 µg/l ⁽³⁾	250
True colour (PCU)	15-25		5
Dissolved okygen (mg/l)	> 6		
Phospat (PO ₄) (mg/l)	30		
Ammonia (mg/l)	3		
Total iron (mg/l)	1	0,3	20
Mangan (mg/l)		0,05	0,2
Fecal coliform (CFU/100 ml)			200

Sumber : Jo Smet dan Christine van Wijk, 2002

Tabel 2.2 Effisiensi Pengolahan dengan Menggunakan SSF (*Slow Sand Filter*)

Parameter Kualitas Air	Removal	Keterangan
Bakteri	90-99,9 %	
Virus	99-99,9 %	20 °C : 5 log pada 0,2 m/j dan 3 log pada 0,4 m/j 6 °C : 3 log pada 0,2 m/j dan 1 log pada 0,4 m/j
<i>Giardia cycts</i>	99-99,99 %	Effisiensi sangat tigggi, bahkan sesaat setelah filter dibersihkan
<i>Cryptosporidium</i>	> 99,9 %	
<i>Cercaria</i>	100 %	
Kekeruhan	< 1 NTU	Tingkat kekeruhan dan distribusi partikel mempengaruhi kapasitas pengolahan
Pestisida	0-100 %	
DOC ¹	5-40 %	
UV-absorbance (254 nm)	5-35 %	
Warna (<i>true colour</i>)	25-40 %	
UV-absorbance (400 nm)	15-80 %	
TOC ² , COD ³	< 15-25 %	
AOC	14-40 %	
BDOC	46-75 %	
Besi dan Mangan	30-90 %	

Sumber : Jo Smet dan Christine van Wijk, 2002

¹ DOC = *dissolved organic carbon*

² TOC = *total organic carbon*

³ COD = *chemical organic demand*

2.11.1 Mekanisme Kimia-Fisika

Terjadinya proses kimia-fisika sangat dipengaruhi oleh adanya proses filtrasi, Proses penyaringan pada permukaan media dan adanya daya tarik menarik antar partikel merupakan proses paling penting dalam pemusnahan pathogen. Sebagai contoh pasir dengan diameter 0.1 mm akan menyaring partikel – partikel keluar yang berukuran 5 μm atau lebih besar. Dengan kekuatan yang lebih besar banyak partikel – partikel dapat dipindahkan dari permukaan air termasuk Cysts / kista (1 – 20 μm) dan bakteri (0.1 sampai 10 μm) sampai virus lebih kecil dari 1 μm .

Daya tarik menarik antar partikel berhubungan dengan proses partikel luar yang di absorpsi dalam medium penyaring seperti pasir. Proses itu secara sama dengan berbagai interaksi kimia diantara sel mikrobia dan media yang berongga termasuk hidrofobitas (seperti porositas) dan pengisian permukaan. Proses fisik dan kimia diantaranya:

- a. Proses penyaringan adalah proses pemurnian air dari partikel-partikel zat tersuspensi yang terlalu besar dengan jumlah pemisahan melalui celah-celah diantara butiran pasir (pori) yang berlangsung diantara permukaan pasir.
- b. Proses Sedimentasi adalah proses pengendapan yang terjadi tidak berbeda seperti pada bak pengendap biasa, tetapi pada bak pengendap biasa endapan akan berbentuk hanya pada dasar bak, sedangkan pada filtrasi endapan dapat terbentuk pada seluruh permukaan butiran.
- c. Proses Adsorpsi atau penyerapan dapat terjadi akibat tumbukan antara partikel-partikel tersuspensi dengan butiran pasir saringan, merupakan hasil daya tarik menarik antara partikel-partikel yang bermuatan listrik berlawanan. Media pasir yang bersih mempunyai muatan listrik negatif dengan demikian mampu mengadsorpsi partikel-partikel positif.
- d. Aktivitas kimia, beberapa reaksi kimia akan terjadi dengan adanya oksigen maupun bikarbonat.

2.11.2 Mekanisme Biologi / Lapisan *Biofilm*

Di alam, biofilm terdiri dari lapisan gel yang terbentuk dari multispecies mikroorganisme dan matrik yang tersusun secara tidak beraturan serta bahan-bahan organik yang terperangkap didalamnya yang melekat kuat (*irreversibel*) pada suatu permukaan padat. Pelekatan ke suatu material terjadi dengan menggunakan matrik ekstrasellular yang terutama terdiri dari polisakarida. Sel kemudian membelah diri dalam matrik ini untuk menghasilkan gel anak. Sel anak dapat terlepas dari biofilm, kemudian akan mengkoloni permukaan dan dapat membentuk biofilm baru jika kondisi makanan mencukupi. Dalam kondisi yang diperlakukan di laboratorium biofilm dapat terbentuk dari satu jenis mikroorganisme

Biofilm berkembang pada permukaan yang terbilas dalam lingkungan berair, baik permukaan biotik (tanaman air, binatang), maupun abiotik (batu, logam, dan tembok). Biofilm terbentuk sangat cepat dalam sistem yang mengalir dimana suplai makanan yang teratur cukup tersedia. Polimer ekstrasellular yang dihasilkan dalam perkembangan biofilm, menyebabkan terlihatnya lapisan berlendir pada permukaan.

Kata *Schmutzdecke* atau lapisan *biofilm* berasal dari bahasa Jerman yaitu berarti 'Lapisan kotor'. Lapisan film yang lengket ini, yang mana berwarna merah kecoklatan, terdiri dari bahan organik yang terdekomposisi, besi, mangan dan silika dan oleh karena itu bertindak sebagai suatu saringan yang baik yang berperan untuk meremoal partikel - partikel koloid dalam air baku. *Schmutzdecke* juga merupakan suatu zone dasar untuk aktivitas biologi, yang dapat mendegradasi beberapa bahan organik yang dapat larut pada air baku, yang mana bermanfaat untuk mengurangi rasa, bau dan warna.

Biofilm adalah suatu istilah yang digunakan untuk menggambarkan suatu lingkungan kehidupan yang khusus dari sekelompok mikroorganisme, yang melekat ke suatu permukaan padat dalam lingkungan perairan. *Biofilm* yang terdiri dari organisme predator seperti amoeba, protozoa, invertebrata, dan sedikit alga yang berkembang biak setiap harinya, sebagian besar bakteri akan mati dalam lingkungan karena meningkatnya kompetisi bakteri dalam *biofilm* tersebut sehingga kandungan bakteri *Eschericia Coli* dan *Fecal coli* menurun segera saat di dalam *Biosand Filter*.

Biofilm terbentuk karena adanya interaksi antara bakteri dan permukaan yang ditempel. Interaksi ini terjadi dengan adanya faktor-faktor yang meliputi kelembaban permukaan, makanan yang tersedia, pembentukan matrik *ekstraseluller* (exopolimer) yang terdiri dari *polisakarida*, faktor-faktor fisikokimia seperti interaksi muatan permukaan dan

bakteri, ikatan ion, ikatan Van Der Waals, pH dan tegangan permukaan serta pengkondisian permukaan. Dengan kata lain terbentuknya *biofilm* adalah karena adanya daya tarik antara kedua permukaan (*psikokimia*) dan adanya alat yang menjembatani pelekatan (*matrik eksopolisakarida*).

Biosand Filter menghilangkan bakteri patogen pada saat zat – zat padat melawati pasir dalam filter, zat – zat ini akan bertubrukan dan menyerap ke dalam partikel – partikel pasir. Bakteri dan zat padat yang terapung mulai meningkat dalam kepadatan yang tertinggi di lapisan pasir paling atas, menuju *biofilm* (Yung, 2003). Banyak jenis mikroorganisme predator (seperti amoeba dan protozoa tingkat rendah dan sedikit invertebrata) dimana keberadaan mereka begitu berlimpah-limpah bagian atas permukaan yang hidup dengan sel lainnya.

Biofilm melibatkan serangkaian mekanisme biologis dimana tidak mudah untuk menunjukkan mekanisme yang tepat dan yang mendukung penghilangan *E.coli* tersebut, saat sistem beroperasi dalam berbagai mekanisme. Mekanisme biologis diantaranya:

- a. Predasi/predator, dimana mikrobiologi dalam *biofilm* mengkonsumsi bakteri dan patogen- patogen lain yang ditemukan dalam air (misalnya penyapuan bakteri oleh protozoa).
- b. Kematian alami/inaktivasi, sebagian besar organisme akan mati dalam lingkungan yang relative berbahaya karena meningkatnya kompetisi. Sebagai contoh: ditemukan bahwa jumlah *E.coli* menurun segera saat di dalam air.
- c. Pengolahan ini menuntut aliran yang terus-menerus untuk memberikan pemasukan oksigen yang konstan ke *biofilm*.
- d. Saat air mengalir melalui *biosand filter*, mayoritas penghilang patogen terjadi di bagian paling atas lapisan filter, dimana lapisan *biofilm* ada.

2.11.3 Kebutuhan Oksigen

Pada tingkat ketahanan mikroorganisme di dalam zone biologi, mikroorganisme tersebut memerlukan persediaan oksigen. Oksigen digunakan pada proses metabolisme dari komponen – komponen pada proses pendegradasian, pelumpuhan dan konsumsi dari bakteri pathogen. Jika oksigen tersebut berkurang hingga mencapai angka nol selama proses penyaringan pembusukan secara anaerobik terjadi, dengan produksi H₂S, amoniak, rasa, mangan dan besi terlarut, yang membuat pengolahan terhadap air tersebut tidak sesuai digunakan untuk mencuci pakaian dan untuk keperluan lainnya. Dengan begitu rata-rata

oksigen yang ada didalam air yang disaring harus tidak kurang dari 3 mg/l dan diharapkan untuk dihindarkan seluruh keseluruhan area permukaan saringan berada pada kondisi anaerobik.

2.11.4 Pematangan Lapisan *Biofilm*

Biosand Filter membutuhkan periode satu hingga tiga minggu untuk membentuk lapisan *biofilm*. Periode ini memungkinkan pertumbuhan yang cukup dari lapisan biologis dalam lapisan pasir.

Pengembangan suatu *biofilm* dan menemukan bahwa pada suhu 21 °C yaitu sekitar 16 hari untuk lapisan *biofilm* untuk menumbuhkan sekitar 85-90%. Mereka mencatat bahwa pada suatu air baku yang lebih secara biologi produktif akan berarti bahwa lapisan *biofilm* itu akan berkembang dengan cepat dan bahwa saringan akan beroperasi secara lebih efisien.

Sedangkan periode pematangan terjadi pada saat *Biosand Filter* terpasang pertama kali, atau ketika lapisan *biofilm* rusak (selama pembersihan penyaringan), waktu yang dibutuhkan oleh *biofilm* untuk tumbuh menjadi matang. Periode pematangan dapat diperpendek beberapa hari dan bisa juga lama sampai beberapa minggu, tergantung dari temperature air dan mekanisme kimia. Sebagai contoh: konsentrasi tinggi dari senyawa organik dalam pengaruh air dapat memacu pematangan *biofilm*. Selama periode pemasakan, penyaringan tidak mampu merubah keefektifan bakteri kerana hanya mekanisme kimia fisika yang bekerja memindahkan bakteri (Ngai & Sophie, 2003).

2.11.5 Pembersihan *Biosand Filtrasi*

Pasir didalam *Biosand Filter* membutuhkan pembersihan secara periodik. Umumnya karena lapisan *biofilm* dalam *biosand filtration* terus terakumulasi dan tumbuh hingga tekanan akan aliran hilang karena lapisan *biofilm* menjadi berlebihan. Lapisan *biofilm* dalam *Biosand Filter* dan filtrasi pasir lambat biasanya di bersihkan setiap 1 hingga 3 bulan tergantung pada level kekeruhan. Tetapi, selama kekeruhan begitu tinggi dimana pasir membutuhkan pembersihan setiap 2 minggu atau bahkan sesering mungkin. Selain kekeruhan, jumlah pembersihan tergantung pada distribusi partikel, kualitas air yang masuk dan temperatur air.

Pembersihan filter untuk *Biosand Filter* jauh lebih sederhana di banding filter yang lain, yaitu *Biosand Filter r* tidak perlu dikeringkan. Saat tingkat filtrasi menurun

drastis, waktu refensi hidrolis akan meningkat, yang menunjukkan bahwa *Biosand Filter* perlu dibersihkan. Karena jika ada kekeruhan yang banyak sehingga terjadi kemacetan pada *Biosand Filter*. Pembersihan kondisi turbiditas normal hanya dengan cara memecah lapisan *biofilm* dengan cara mengaduk secara perlahan- lahan air di atas lapisan *biofilm*. Oleh sebab itu kedalaman air 5 cm cukup penting untuk efisiensi *Biosand Filter* yang mana alasan utamanya adalah untuk mencegah pasir dari kekeringan di lapisan atas. Selain itu juga nantinya air tersebut akan diambil untuk dibuang sebanyak kurang lebih 2 cm saat pembersihan.

2.11.6 Keuntungan dan kerugian *Biosand Filter*

Adapun keuntungan dan kerugian reaktor *Biosand Filter* antara lain:

Keuntungan *Biosand Filtration*:

a. Efektif

Biosand Filter merupakan instansi pengolahan yang dapat berdiri sendiri dan sekaligus dapat memperbaiki kualitas secara fisik, kimia, biologis, bahkan dapat menghilangkan sama sekali bakteri pathogen tetapi dengan ketentuan operasi dan pemeliharaan filter dilakukan secara benar dan baik.

b. Murah

Karena pada dasarnya saringan pasir lambat tidak memerlukan energi dan bahan kimia serta pembuatan alat tidak memerlukan biaya besar, maka biaya konstruksinya akan lebih murah dari biaya konstruksi saringan pasir cepat.

c. Sederhana

Karena operasi dan pemeliharaanya murah, tidak memerlukan tenaga kusus yang terdidik dan terampil khusus berkaitan dengan pembersihan, *Biosand Filter* sehingga cara ini cocok untuk digunakan di daerah pedesaan, khususnya di negara- negara yang sedang berkembang.

Kerugian *Biosand Filter* :

a. Sangat sensitif dengan variasi pH air baku.

b. Waktu pengendapan air baku cukup lama sehingga proses filtrasi juga berlangsung lama apabila kapasitas besar.

c. Karena pencucian umumnya dilakukan secara manual sehingga akan membutuhkan tenaga manusia.

- d. Ketidak mampuan *Biosand Filter* untuk menangani turbiditas tinggi selama musim hujan, dimana jumlah hujan dan aliran air berlebih akan meningkatkan turbiditas.

2.12 Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Ketika pemanasan sedang berlangsung, diusahakan agar tidak terjadi kebocoran udara didalam ruangan pemanasan sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi. Daya serap karbon aktif ditentukan oleh luas permukaan partikel dan kemampuan ini dapat menjadi lebih tinggi jika karbon aktif tersebut telah dilakukan aktivasi dengan faktor bahan-bahan kimia ataupun dengan pemanasan pada temperatur tinggi. Dengan demikian, arang akan mengalami perubahan sifat-sifat fisika dan kimia.

Pada abad XV, diketahui bahwa karbon aktif dapat dihasilkan melalui komposisi kayu dan dapat digunakan sebagai adsorben warna dari larutan. Aplikasi komersial, baru dikembangkan pada tahun 1974 yaitu pada industri gula sebagai pembersih, dan menjadi sangat terkenal karena kemampuannya menyerap uap gas beracun yang digunakan pada Perang Dunia I.

Karbon aktif merupakan senyawa karbon, yang dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau dari arang yang diperlakukan dengan cara khusus untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas. Luas permukaan karbon aktif berkisar antara 300-3500 m²/gram dan ini berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan karbon aktif mempunyai sifat sebagai adsorben. Karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan.

Karbon aktif berwarna hitam, tidak berbau, tidak berasa, dan mempunyai daya serap yang jauh lebih besar dibandingkan dengan karbon yang belum menjalani proses aktivasi, serta mempunyai permukaan yang luas, yaitu antara 300-2000 m²/gram. Luas permukaan yang luas disebabkan karbon mempunyai permukaan dalam (*internal surface*) yang berongga, sehingga mempunyai kemampuan menyerap gas dan uap atau zat yang berada didalam suatu larutan. Sifat dari karbon aktif yang dihasilkan tergantung dari bahan yang digunakan, misalnya, tempurung kelapa menghasilkan arang yang lunak dan cocok untuk menjernihkan air.

Karbon aktif dibagi atas 2 tipe, yaitu karbon aktif sebagai pemucat dan sebagai penyerap uap. karbon aktif sebagai pemucat, biasanya berbentuk powder yang sangat halus, diameter pori mencapai 1000A^0 , digunakan dalam fase cair, berfungsi untuk memindahkan zat-zat pengganggu yang menyebabkan warna dan bau yang tidak diharapkan, membebaskan pelarut dari zat-zat pengganggu dan kegunaan lain yaitu pada industri kimia dan industri baru. Diperoleh dari serbuk-serbuk gergaji, ampas pembuatan kertas atau dari bahan baku yang mempunyai densitas kecil dan mempunyai struktur yang lemah. Karbon aktif sebagai penyerap uap, biasanya berbentuk granular atau pellet yang sangat keras diameter pori berkisar antara $10\text{-}200\text{A}^0$, tipe pori lebih halus, digunakan dalam fase gas, berfungsi untuk memperoleh kembali pelarut, katalis, pemisahan dan pemurnian gas. Diperoleh dari tempurung kelapa, tulang, batu bata atau bahan baku yang mempunyai bahan baku yang mempunyai struktur keras.

Menurut Standard Industri Indonesia (SII No. 0258-79) persyaratan arang aktif adalah sebagai berikut :

Tabel 2.3 Syarat mutu arang aktif

Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1. Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C	%	Maksimum 15
2. Air	%	Maksimum 10
3. Abu	%	Maksimum 2,5
4. Bagian yang tidak mengarang	%	Tidak ternyata
5. Daya serap terhadap larutan I_2	%	Maksimum 20

Sumber : www.warintek.net

Karbon aktif menurut bentuknya dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu bubuk dan granular. Karbon bentuk bubuk digunakan untuk adsorpsi dalam larutan. Misalnya untuk menghilangkan warna (decolorisasi), sedangkan karbon bentuk granular digunakan untuk adsorpsi gas dan uap, dikenal pula sebagai karbon pengadsorpsi gas. Karbon bentuk granular kadang-kadang juga digunakan didalam media larutan khususnya untuk deklorinasi air dan untuk penghilang warna dalam larutan serta pemisahan komponen komponen dalam suatu sistem yang mengalir.

Sifat karbon aktif yang paling penting adalah daya serap. Dalam hal ini, ada beberapa faktor yang mempengaruhi daya serap adsorpsi, yaitu :

- Sifat Adsorben

Karbon aktif yang merupakan adsorben adalah suatu padatan berpori, yang sebagian besar terdiri dari unsur karbon bebas dan masing-masing berikatan secara kovalen. Dengan demikian, permukaan arang aktif bersifat non polar. Selain komposisi dan polaritas, struktur pori juga merupakan faktor yang penting diperhatikan. Struktur pori berhubungan dengan luas permukaan, semakin kecil pori-pori karbon aktif, mengakibatkan luas permukaan semakin besar. Dengan demikian kecepatan adsorpsi bertambah. Untuk meningkatkan kecepatan adsorpsi, dianjurkan agar menggunakan karbon aktif yang telah dihaluskan. Jumlah atau dosis karbon aktif yang digunakan, juga diperhatikan.

- Sifat Serapan

Banyak senyawa yang dapat diadsorpsi oleh karbon aktif, tetapi kemampuannya untuk mengadsorpsi berbeda untuk masing-masing senyawa. Adsorpsi akan bertambah besar sesuai dengan bertambahnya ukuran molekul serapan dari struktur yang sama, seperti dalam deret homolog. Adsorpsi juga dipengaruhi oleh gugus fungsi, posisi gugus fungsi, ikatan rangkap, struktur rantai dari senyawa serapan.

- Temperatur

Dalam pemakaian karbon aktif dianjurkan untuk menyelidiki temperatur pada saat berlangsungnya proses. Karena tidak ada peraturan umum yang biasanya diberikan mengenai temperatur yang digunakan dalam adsorpsi. Faktor yang mempengaruhi temperatur proses adsorpsi adalah viskositas dan stabilitas thermal senyawa serapan. Jika pemanasan tidak mempengaruhi sifat-sifat senyawa serapan, seperti terjadi perubahan warna atau dekomposisi, maka perlakuan dilakukan pada titik didihnya. Untuk senyawa volatil, adsorpsi dilakukan pada temperatur kamar atau bila memungkinkan pada temperature yang lebih kecil.

- pH (Derajat Keasaman)

Untuk asam-asam organik adsorpsi akan meningkat bila pH diturunkan, yaitu dengan penambahan asam-asam mineral. Hal ini disebabkan karena kemampuan asam mineral untuk mengurangi ionisasi asam organik tersebut. Sebaliknya bila pH asam organik dinaikkan yaitu dengan menambahkan alkali, adsorpsi akan berkurang sebagai akibat terbentuknya garam.

- Waktu Kontak

Bila karbon aktif ditambahkan dalam suatu cairan, dibutuhkan waktu untuk mencapai kesetimbangan. Waktu yang dibutuhkan berbanding terbalik dengan jumlah yang digunakan. Waktu yang dibutuhkan ditentukan oleh dosis karbon aktif, pengadukan juga mempengaruhi waktu kontak. Pengadukan dimaksudkan untuk memberi kesempatan pada partikel karbon aktif untuk bersinggungan dengan senyawa serapan. Untuk larutan yang mempunyai viskositas tinggi, dibutuhkan waktu singgung yang lebih lama.

Struktur pori adalah faktor utama dalam proses adsorpsi. Distribusi ukuran pori menentukan distribusi molekul yang masuk dalam partikel karbon untuk diadsorp. Molekul yang berukuran besar dapat menutup jalan masuk ke dalam micropore sehingga membuat area permukaan yang tersedia untuk mengadsorp menjadi sia-sia. Karena bentuk molekul yang tidak beraturan dan pergerakan molekul yang konstan, pada umumnya molekul yang lebih dapat menembus kapiler yang ukurannya lebih kecil juga. Penggunaan bubuk karbon aktif mempunyai kelebihan sebagai berikut :

1. Sangat ekonomis karena ukuran butir yang kecil dan luas permukaan kontak persatuan berat sangat besar.
2. Kontak menjadi sangat baik dengan mengadakan pengadukan cepat dan merata.
3. Tidak memerlukan tambahan alat lagi karena karbon akan mengendap bersama Lumpur yang terbentuk.
4. Kemungkinan tumbuhnya mikroorganisme sangat kecil.

Sifat adsorpsi karbon aktif tidak hanya ditentukan oleh struktur porinya, tetapi ditentukan juga oleh komposisi kimianya. Misalnya ketidakteraturan struktur mikrokristal elementer, karena adanya lapisan karbon yang terbakar tidak sempurna (terbakar sebagian), akan mengubah susunan awal elektron dalam rangka karbon. Akibatnya akan terjadi elektron tak berpasangan, keadaan ini akan mempengaruhi sifat adsorpsi karbon aktif, terutama senyawa polar atau yang dapat terpolarisasi. Jenis ketidakteraturan yang lain adalah adanya hetero atom didalam struktur karbon.

Sifat daya serap karbon aktif terbagi atas dua jenis, yaitu daya serap fisika dan daya serap kimia. Keduanya dapat terjadi atau tidaknya perubahan kimia yang terjadi antara zat yang mengadsorpsi (adsorben). Beberapa teori yang menerangkan tentang gejala

daya serap yang sebenarnya, belum cukup untuk mengemukakan tentang terjadinya daya serap pada karbon aktif.

Pembuatan karbon aktif telah banyak diteliti, dan dalam pustaka telah didapat data yang cukup banyak. Diantaranya dituliskan bahwa karbonisasi untuk memperoleh karbon yang baik untuk diaktivasi harus dilakukan pada temperatur dibawah 600°C . Disamping itu ditemukan pula bahwa aktivasi arang dengan uap air sangat baik pada temperatur $900-1000^{\circ}\text{C}$, dan penambahan garam KCNS akan mempertinggi daya adsorpsi karbon aktif yang diperoleh. Secara umum dalam pembuatan karbon aktif terdapat dua tingkatan proses yaitu :

1. Proses pengarangan (karbonisasi)

Proses ini merupakan proses pembentukan arang dari bahan baku. Secara umum, karbonisasi sempurna adalah pemanasan bahan baku tanpa adanya udara, sampai temperatur yang cukup tinggi untuk mengeringkan dan menguapkan senyawa dalam karbon. Hasil yang diperoleh biasanya kurang aktif dan hanya mempunyai luas permukaan beberapa meter persegi pergram. Selama proses karbonisasi dengan adanya dekomposisi pirolitik bahan baku, sebagian elemen-elemen bukan karbon, yaitu hidrogen dan oksigen dikeluarkan dalam bentuk gas dan atom-atom yang terbebaskan dari karbon elementer membentuk kristal yang tidak teratur, yang disebut sebagai kristal grafit elementer. Struktur kristalnya tidak teratur dan celah-celah kristal ditempati oleh zat dekomposisi tar. Senyawa ini menutupi pori-pori karbon, sehingga hasil proses karbonisasi hanya mempunyai kemampuan adsorpsi yang kecil. Oleh karena itu karbon aktif dapat juga dibuat dengan cara lain, yaitu dengan mengkarbonisasi bahan baku yang telah dicampur dengan garam dehidrasi atau zat yang dapat mencegah terbentuknya tar, misalnya ZnCl , MgCl , dan CaCl . Perbandingan garam dengan bahan baku adalah penting untuk menaikkan sifat-sifat tertentu dari karbon.

2. Proses aktivasi

Secara umum, aktivasi adalah mengubah karbon dengan daya serap rendah menjadi karbon yang mempunyai daya serap tinggi. Untuk menaikkan luas permukaan dan memperoleh karbon yang berpori, karbon diaktivasi, misalnya dengan menggunakan uap panas, gas karbondioksida dengan temperatur antara $700-1100^{\circ}\text{C}$, atau penambahan bahan-bahan mineral sebagai aktivator.

Selain itu aktivasi juga berfungsi untuk mengusir tar yang melekat pada permukaan dan pori-pori karbon. Aktivasi menaikkan luas permukaan dalam (internal area), menghasilkan volume yang besar, berasal dari kapiler-kepiler yang sangat kecil, dan mengubah permukaan dalam dari struktur pori.

Pembuatan karbon aktif akan melalui beberapa tahapan sebagai berikut: penghilangan air (dehidrasi), pemecahan bahan-bahan organik menjadi karbon. Karbon aktif dapat digunakan sebagai bahan pemucat, penyerap gas, penyerap logam, menghilangkan polutan mikro misalnya zat organik, detergen, bau, senyawa phenol dan lain sebagainya. Pada saringan arang aktif ini terjadi proses adsorpsi, yaitu proses penyerapan zat-zat yang akan dihilangkan oleh permukaan arang aktif. Apabila seluruh permukaan arang aktif sudah jenuh, atau sudah tidak mampu lagi menyerap maka kualitas air yang disaring sudah tidak baik lagi, sehingga arang aktif harus diganti dengan arang aktif yang baru.

Tabel 2.4 Penggunaan karbon aktif

Untuk Zat Cair	
1. Industri obat dan makanan	Menyaring dan menghilangkan warna, bau, rasa yang tidak enak pada makanan
2. Minuman ringan, minuman keras	Menghilangkan warna, bau pada arak/ minuman keras dan minuman ringan
3. Kimia perminyakan	Penyulingan bahan mentah, zat perantara
4. Pembersih air	Menyaring/menghilangkan bau, warna, zat pencemar dalam air, sebagai pelindung dan penukaran resin dalam alat/penyulingan air
5. Pembersih air buangan	Mengatur dan membersihkan air buangan dan pencemar, warna, bau, logam berat.
6. Penambakan udang dan benur	Pemurnian, menghilangkan bau, dan warna
7. Pelarut yang digunakan kembali	Penarikan kembali berbagai pelarut, sisa metanol, etil acetat dan lain-lain

Sumber: www.warintek.net

Karbon aktif digunakan pertama kali pada pengolahan air dan air limbah untuk mengurangi material organik, rasa, bau dan warna. Karbon aktif juga sering digunakan

untuk mengurangi kontaminan organik, partikel kimia organik sintetis (SOCs), tapi karbon aktif juga efektif untuk mengurangi kontaminan inorganik seperti radon-222, merkuri, dan logam beracun lainnya. Proses karbon aktif merupakan salah satu proses penyaringan air limbah terutama setelah mengalami proses biologi atau proses fisika kimia.

Karbon aktif adalah karbon yang diproses sedemikian rupa sehingga pori-porinya terbuka, dan dengan demikian akan mempunyai daya serap yang tinggi. Karbon aktif merupakan karbon yang akan membentuk amorf, yang sebagian besar terdiri dari karbon bebas serta memiliki permukaan dalam (*internal surface*), sehingga mempunyai daya serap yang lebih baik. Keaktifan menyerap dari karbon aktif ini tergantung dari jumlah senyawa karbonnya yang berkisar antara 85% sampai 95% karbon bebas.

Karbon aktif berwarna hitam, tidak berbau, tidak berasa, dan mempunyai daya serap yang jauh lebih besar dibandingkan dengan karbon yang belum menjalani proses aktivasi, serta mempunyai permukaan yang luas, yaitu antara 300 sampai 2000 m²/gram. Luas permukaan yang luas disebabkan karbon mempunyai permukaan dalam (*internal surface*) yang berongga, sehingga mempunyai kemampuan menyerap gas dan uap atau zat yang berada didalam suatu larutan.

Ada beberapa karakteristik yang penting di dalam pengolahan air limbah diantaranya luas permukaan, kerapatan partikel, densitas unggun (*bulk density*), ukuran efektif, volume pori, analisa ayakan, kadar abu, angka iodium, kadar air dan distribusi ukuran pori.

Ukuran partikel dan luas permukaan merupakan hal yang penting dalam karbon aktif. Ukuran partikel karbon aktif mempengaruhi kecepatan adsorpsi, tetapi tidak mempengaruhi kapasitas adsorpsi yang berhubungan dengan luas permukaan karbon. Jadi kecepatan adsorpsi yang menggunakan karbon aktif serbuk (*powder*) lebih besar daripada karbon aktif butiran (*granular*). Luas permukaan total mempengaruhi kapasitas adsorpsi total sehingga meningkatkan efektifitas karbon aktif dalam penyisihan senyawa organik dalam air buangan.

Struktur pori adalah faktor utama dalam proses adsorpsi. Distribusi ukuran pori menentukan molekul yang masuk dalam partikel karbon untuk diadsorb.

Ada dua macam pori dalam partikel karbon aktif yaitu *mikropore* dengan diameter 10-1000 Å dan *makropore* dengan diameter >1000 Å

Setelah aktivasi karbon, karbon aktif bisa diklasifikasikan menjadi dua jenis yang mempunyai ukuran partikel yang berbeda dengan kapasitas adsorpsi yang berbeda pula,

yakni *Powder* Jika ukuran karbon aktif lebih kecil dari 200 mesh dan *granular* jika diameter karbon aktif berukuran lebih besar dari 0,1 mm. (Metcalf dan Eddy, 1991).

a. Pengolahan dengan karbon aktif *powder* (serbuk).

Karbon aktif ini berbentuk serbuk. Luas permukaannya lebih besar dibandingkan dengan karbon aktif butiran, sehingga kecepatan adsorpsinya juga menjadi lebih besar. Karbon aktif serbuk dapat digunakan secara langsung pada proses fisik dan kimia. Setelah beberapa lama terjadi kontak maka karbon akan mengendap pada dasar bak pengolahan.

Penggunaan karbon aktif disini dilakukan dengan cara menaburkan bubuk ini ke dalam saluran yang berasal dari pengolahan biologis. Pengontakkan ini biasanya diletakkan pada bak tertentu, setelah bubuk tercampur maka gaya beratnya akan mengendap dengan membawa partikel terlarut dan partikel tercampur. Agar menjadikan bahan ini lebih ekonomis, maka karbon aktif dapat dipergunakan kembali setelah dipakai dengan cara melakukan oksidasi dengan tekanan tinggi. Pada proses regenerasi ini biasanya karbon aktif akan hancur sebanyak 5-10%. Karbon aktif jenis ini yang paling sulit untuk regenerasi. Salah satu kerugian menggunakan karbon aktif berbentuk bubuk adalah kemungkinan terjadinya penyumbatan lebih besar karena karbon aktif bercampur dengan bubuk.

b. Karbon aktif berbentuk Granular (butiran).

Karbon aktif berbentuk granular ditetapkan dalam ukuran mesh. Kecepatan adsorpsinya lebih kecil dibandingkan dengan karbon aktif berbentuk serbuk karena luas permukaan totalnya lebih sedikit dibandingkan karbon aktif berbentuk serbuk, dimana luas permukaan total akan mempengaruhi kapasitas adsorpsi. Karbon aktif berbentuk granular dipakai untuk memisahkan kontaminan dalam air buangan seperti fenol, insektisida, trinitrotolune (TNT), deterjen, warna dan logam berat lainnya.

Adsorpsi dengan menggunakan karbon aktif butiran (granular) dapat menggunakan system *batch*, *column* atau *fluideized bed*. System kontak yang umum digunakan adalah *fixed bed* atau *contercurrent moving bed* (reynold, 1982).

Adapun kelebihan dari pemakaian karbon aktif *granular*.

1. Pengoperasian mudah karena air mengalir dalam media karbon.

2. Proses berjalan cepat karena ukuran butiran karbonnya lebih besar.
3. Karbon aktif tidak bercampur dengan Lumpur sehingga dapat diregenerasi.

Kerugiannya :

1. Perlu tambahan unit pengolahan lagi yaitu filter.
2. Luas permukaan kontak persatuan berat lebih kecil karena ukuran butiran karbon besar.

Sifat adsorpsi karbon aktif tidak hanya ditentukan oleh struktur porinya, tetapi ditentukan juga oleh komposisi kimianya. Misalnya ketidak teraturan struktur mikrokristal elementer, karena adanya lapisan karbon yang terbakar tidak sempurna (terbakar sebagian), akan mengubah susunan awal elektron dalam rangka karbon. Akibatnya akan terjadi elektron tak berpasangan, keadaan ini akan mempengaruhi sifat adsorpsi karbon aktif, terutama senyawa polar atau yang dapat terpolarisasi. Jenis ketidakteraturan yang lain adalah adanya hetero atom didalam struktur karbon.

Karbon aktif mengandung elemen-elemen yang terikat secara kimia, seperti oksigen dan hidrogen. Elemen-elemen ini dapat berasal dari bahan baku yang tertinggal akibat tidak sempurnanya proses karbonisasi, atau pula dapat terikat secara kimia pada proses aktivasi. Demikian pula adanya kandungan abu yang bukan bagian organik dari produk. Untuk tiap-tiap jenis karbon aktif kandungan abu dan komposisinya ada bermacam-macam. Adsorpsi elektrolit dan non elektrolit dari larutan dari karbon aktif, juga dipengaruhi oleh adanya sejumlah kecil abu. Adanya oksigen dan hidrogen mempunyai pengaruh besar pada sifat-sifat karbon aktif. Elemen-elemen ini berkombinasi dengan atom-atom karbon membentuk gugus-gugus fungsional tertentu. Gugus yang biasanya terdapat pada permukaan atom adalah : (1) gugus karboksilat, (2) gugus hidroksi fenol, (3) gugus kuinon tipe karbonil (4) normal lakton, (5) lakton tipe fluoresein, (6) asam karboksilat anhidrit dan peroksida siklis.

Proses adsorpsi terjadi pada bagian permukaan antara padatan-padatan, padatan-cairan, cairan-cairan, atau cairan-gas. Adsorpsi dengan bahan padat seperti karbon, tergantung pada luasan permukaannya.

Sifat daya serap karbon aktif terbagi atas dua jenis, yaitu daya serap fisika dan daya serap kimia. Beberapa teori yang menerangkan tentang gejala daya serap yang sebenarnya, belum cukup untuk mengemukakan tentang terjadinya daya serap pada karbon aktif.

Karbon aktif dapat menyerap senyawa organik maupun anorganik, tetapi mekanisme penyerapan senyawa tersebut belum semua diketahui dengan jelas. Mekanisme penyerapan yang telah diketahui antara lain penyerapan golongan fenol dan aldehid aromati. Senyawa fenol-aldehid terserap oleh karbon karena adanya peristiwa donor-akseptor elektron. Gugus karbonil pada permukaan karbon bertindak sebagai donor elektron. Karena ada peristiwa tersebut, maka inti benzena akan berikatan dengan gugus karbonil pada permukaan berikut :

- a. Dengan adanya pori-pori mikro antar partikuler yang sangat banyak jumlahnya pada karbon aktif, akan menimbulkan gejala kapiler yang menyebabkan adanya daya serap. Selain itu distribusi ukuran pori merupakan faktor penting dalam menentukan kemampuan adsorpsi karbon aktif. Misalnya, ukuran 20 \AA^0 dapat digunakan untuk menghilangkan campuran rasa dan bau, hanya lebih efektif untuk pembersihan gas, sedangkan untuk ukuran $20-100 \text{ \AA}^0$ efektif untuk menyerap warna.
- b. Pada kondisi yang bervariasi ternyata hanya sebagian permukaan yang mempunyai daya serap. Hal ini dapat terjadi karena permukaan karbon dianggap heterogen, sehingga hanya beberapa jenis zat yang dapat diserap oleh bagian permukaan yang lebih aktif, yang disebut pusat aktif.

Sedangkan faktor-faktor yang mempengaruhi adsorpsi adalah sebagai berikut :

- a. Karakteristik fisika dan kimia adsorben, antara lain : luas permukaan ukuran pori, komposisi kimia
 - b. Karakteristik fisis dan kimia adsorbat, antara lain : ukuran molekul, polaritas molekul komposisi kimia.
-
- c. Konsentrasi adsorbat dalam fase cair.
 - d. Sistem waktu adsorpsi.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Penelitian Secara Umum

Hal yang perlu diperhatikan dalam melaksanakan penelitian ini adalah ketersediaan media dan alat, serta karakteristik air baku yang akan digunakan. Pada awal pelaksanaannya, semua media berupa : pasir halus, pasir kasar, kerikil, dan karbon aktif serta reaktor filter yang digunakan sebagai alat harus dalam keadaan siap sesuai dengan kriteria yang telah direncanakan. Langkah selanjutnya yang dilakukan adalah mengamati pertumbuhan dari lapisan *biofilm* yang dengan sengaja ditumbuhkan pada permukaan media pasir. Pada pelaksanaan penumbuhan bakteri dibantu dengan menggunakan lumpur yang berasal dari Kolam Aerasi IPAL Sewon, Bantul. Penggunaan lumpur ini bertujuan untuk membantu mempercepat proses penumbuhan bakteri karena lumpur yang terdapat pada kolam ini mengandung bakteri, dimana bakteri ini membantu proses pengolahan air buangan agar kualitasnya menjadi lebih baik sesuai dengan standar baku mutu. Setelah beberapa waktu tertentu dilakukan pengamatan pertumbuhan lapisan *biofilm* dan dilanjutkan dengan pengukuran uji sampel untuk parameter *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS) setelah melalui *Biosand Filter-Activated Carbon*.

Penelitian ini dilaksanakan selama kurang lebih selama 4 bulan. Waktu yang diperlukan lebih lama dari rencana sebelumnya, hal ini dikarenakan terjadinya permasalahan bocor pada reaktor yang berulang-ulang, sehingga memerlukan perbaikan. Adapun tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan antara lain ; tahap awal penelitian ini adalah menyaring seluruh media berupa pasir halus, pasir kasar, dan kerikil. Hal ini dilakukan dengan tujuan agar semua media mendapatkan variasi diameter yang sama ukurannya sedangkan untuk media karbon aktif tidak dilakukan penyaringan. Tahap kedua penelitian ini adalah melakukan pengujian sampel awal apakah reaktor sudah dapat bekerja dengan baik (memiliki nilai efisiensi yang tinggi), sehingga dapat dilanjutkan untuk pengujian sampel selanjutnya. Kemudian tahap terakhir menguji sampel air baku untuk mengetahui konsentrasi *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS). Hasil dari penelitian ini akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.

3.2 Lokasi Penelitian

Adapun lokasi-lokasi yang digunakan sebagai tempat penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Lokasi pengambilan sampel air bertempat di selokan Mataram pada daerah sekitar Magister Manajemen S-2 UGM.
- b. Analisa ayakan ukuran media untuk pasir halus, pasir kasar, dan kerikil dilakukan di Laboratorium Jalan Raya, Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- c. Proses running alat dilakukan di Laboratorium Rancang Bangun, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- d. Analisa sampel untuk *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS) dilakukan di Laboratorium Kualitas Air, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

3.3. Objek Penelitian

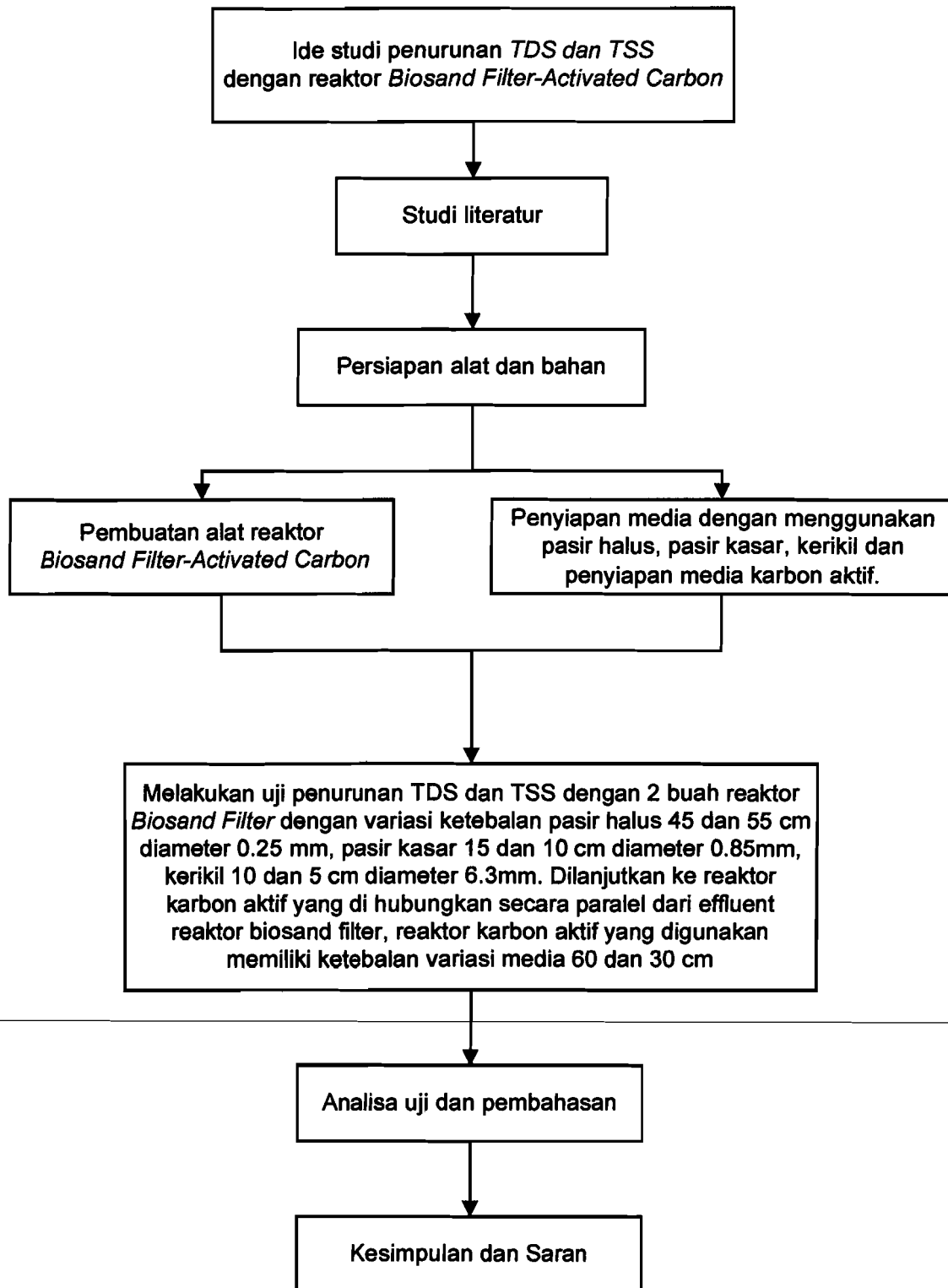
Sebagai objek penelitian ini adalah konsentrasi *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS) dari sumber air baku yaitu air Selokan Mataram, Yogyakarta.

3.4 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian Laboratorium (*Labour Experiment*), dengan maksud untuk mengetahui penurunan konsentrasi *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS) dari sumber air baku yaitu air Selokan Mataram Yogyakarta dengan menggunakan teknologi *Biosand Filter-Activated Carbon*.

3.5 Kerangka Penelitian

Agar memudahkan dalam proses pelaksanaan penelitian tugas akhir ini dibuatlah kerangka diagram alir penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 3.1, sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.6 Parameter Penelitian dan Metode uji

Dalam penelitian ini parameter yang akan diperiksa yaitu TDS dan TSS. Pada tabel 3.1 dapat dilihat parameter penelitian dan metode uji setiap parameter.

Tabel 3.1 Parameter Penelitian dan Metode Uji

Nomor	Parameter	Metode Uji
1	TDS	SNI 06-0989.27-2005 Metode Gravimetri
2	TSS	SNI 06-6989.3-2004 Metode Gravimetri

3.7 Variabel Penelitian

Variabel penelitian ini terdiri atas dua, yaitu:

3.7.1 Variabel Bebas (*Independent Variable*)

Dalam melakukan penelitian ini, media yang digunakan merupakan variabel bebas yang terdiri dari :

- Tinggi/ketebalan media pasir yang digunakan yaitu:
 - Pasir halus dengan ketinggian : 45 & 55 cm
 - Pasir kasar dengan ketinggian : 15 & 10 cm
 - Kerikil dengan ketinggian : 10 & 5 cm
- Tinggi/ketebalan karbon aktif yang digunakan yaitu:
 - Karbon aktif pada reaktor *Biosand Filter* (45:15:10) : 60 & 30 cm
 - Karbon aktif pada reaktor *Biosand Filter* (55:10:5) : 60 & 30 cm
- Diameter media:
 - Pasir Halus : 0.25 mm
 - Pasir Kasar : 0.85 mm
 - Kerikil : 6.3 mm

Untuk lebih jelas bisa dilihat pada Tabel 3.2 dan 3.3 berikut ini:

Tabel 3.2 Ketinggian Media *Biosand Filter*

	Pasir Halus (cm)	Pasir Kasar (cm)	Kerikil(cm)	Total (cm)
<i>Biosand Filter 1</i>	45	15	10	70
<i>Biosand Filter 2</i>	55	10	5	70

Tabel 3.3 Ketinggian Media *Activated Carbon* (Karbon Aktif)

	<i>Activated Carbon 1</i> (cm)	<i>Activated Carbon 2</i> (cm)
<i>Biosand Filter 1</i> (45:15:10)	60	30
<i>Biosand Filter 2</i> (55:10:5)	60	30

3.7.2 Variabel Terikat (*Dependent Variable*)

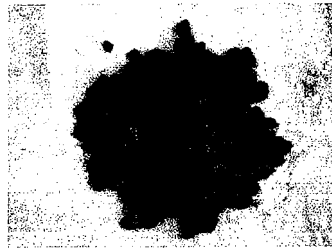
Parameter yang diteliti adalah *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS) pada air Selokan Mataram, Yogyakarta.

3.8 Bahan dan Alat Penelitian

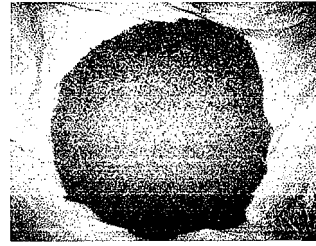
3.8.1 Ketersediaan Media Pasir Halus, Pasir Kasar, Kerikil, dan Karbon Aktif

Pada awal persiapan penelitian ini, ketersediaan dari jumlah dan kriteria media sesuai yang dengan perencanaan sangatlah penting. Media-media yang akan digunakan adalah berupa pasir halus, pasir kasar, kerikil, dan karbon aktif. Media seperti pasir dan kerikil sebelum ditempatkan pada reaktor filter, terlebih dahulu dilakukan pengayakan media. Hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan diameter butiran media yang seragam. Pengayakan dilakukan secara manual dan alat yang digunakan adalah mest $\frac{1}{4}$ inci dengan ukuran 6.3 mm (untuk mendapatkan ukuran kerikil yang sama) kemudian mest 20 dengan ukuran 0.85 mm (untuk mendapatkan ukuran pasir kasar yang sama) dan mest 60 dengan ukuran 0.25 mm (untuk mendapatkan ukuran pasir halus yang sama). Setelah mendapatkan ukuran media sesuai yang direncanakan maka selanjutnya dilakukan pencucian media, hal tersebut bertujuan agar media yang digunakan dalam keadaan bersih dari kotoran. Selanjutnya, pada tahap pengeringan media dilakukan dengan menggunakan oven, penggunaan oven tersebut bertujuan untuk tetap menjaga kondisi dari media agar tetap bersih. Sedangkan untuk media karbon aktif hanya dilakukan pencucian media yang bertujuan untuk mendapatkan karbon aktif dalam kondisi bersih dan siap pakai. Berikut ini merupakan gambar dari media-media yang digunakan.

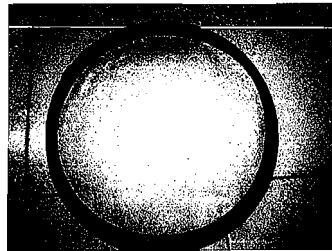




Kerikil Ø 6,3 mm



Pasir kasar Ø 0,85 mm



Pasir halus Ø 0,25 mm



Karbon Aktif

Gambar 3.2 Media kerikil, pasir kasar, pasir halus, dan karbon Aktif

3.8.2 Reaktor dan Alat Pelengkap Penelitian

Rangkaian reaktor dan alat yang digunakan untuk penelitian adalah sebagai berikut:

1. Reaktor berbentuk *rectangular* yang terbuat dari bahan kaca dan berfungsi sebagai reaktor *Biosand Filter*, penggunaan bahan kaca bertujuan agar proses filtrasi yang terjadi dapat terlihat serta dapat mengamati proses terjadinya pertumbuhan bakteri pada filter tersebut. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :



Gambar 3.3 Reaktor *Biosand Filter*

Reaktor *Biosand Filter* yang digunakan berjumlah 2 unit. Reaktor ini merupakan salah satu komponen terpenting dalam proses penelitian ini.

Perencanaan desain :

- Panjang : 30 cm
 - Lebar : 30 cm
 - Tinggi reaktor : 100 cm
 - Tinggi media total = 70 cm
 - Tinggi air diatas media = 5 cm
 - Tinggi muka air ke penahan air (*Diffuser Plate*) = 5 cm
 - freeboart (fb) = 20 cm
 - Panjang *Diffuser Plate* = 30 cm
 - Lebar *Diffuser Plate* = 30 cm
2. Reaktor berbentuk *rectangular* yang terbuat dari bahan kaca dan berfungsi sebagai reaktor *Activated Carbon* (karbon aktif), penggunaan bahan kaca bertujuan agar proses adsorpsi yang terjadi dapat diamati. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :



Gambar 3.4 Reaktor *Activated Carbon*

Reaktor *Activated Carbon* (karbon aktif) yang digunakan sebanyak 4 unit, Dimana pada effluent dari *Biosand Filter* akan dilanjutkan ke reaktor karbon

aktif ini, penggunaan reaktor ini bertujuan untuk lebih meningkatkan nilai kualitas air yang diolah agar menjadi lebih baik lagi

Perencanaan desain:

- Panjang : 15 cm
 - Lebar : 15 cm
 - Tinggi reaktor : 70 cm
3. Satu buah ember plastik berkapasitas 50 liter digunakan sebagai reservoir untuk tempat menampung air baku dari selokan Mataram. Agar pengaliran air baku ke saringan dapat berjalan dengan konstan maka pada alat ini dilengkapi dengan kran putar.
 4. Empat buah drum plastik tempat menampung air baku, masing-masing berkapasitas 250 liter (3buah) dan 50 liter (1buah).
 5. Sebuah Aerator yang digunakan sebagai alat untuk meng-supply kebutuhan oksigen bagi bakteri yang akan ditumbuhkan.

3.9 Pelaksanan Penelitian

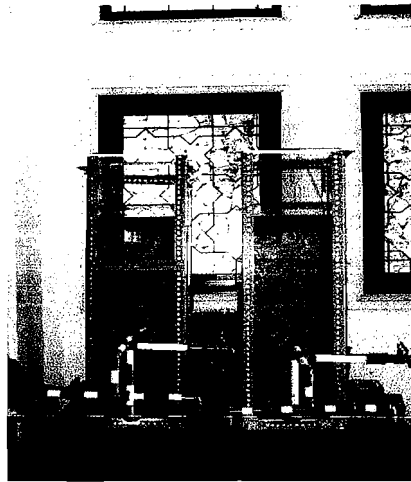
Pelaksanaan penelitian ini meliputi persiapan media, persiapan alat, pengambilan sampel awal, prosedur penelitian, proses sampling, dan tahap pengukuran parameter uji, yang diuraikan seperti dibawah ini.

3.9.1 Persiapan Media

Pada saat jumlah kebutuhan seluruh media yang akan digunakan telah siap, maka dilakukan pengayakan sesuai dengan kriteria desain yang telah direncanakan. Setelah selesai melakukannya, maka hal yang selanjutnya dilakukan adalah mencuci seluruh media sehingga diharapkan seluruh media yang akan digunakan pada nantinya dalam kondisi yang bersih. Setelah melakukan pencucian media maka dilanjutkan dengan mengeringkan media dengan menggunakan oven pada temperatur 105 ° C, hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan media yang kering dan terhindar dari debu-debu agar media yang digunakan dalam kondisi steril.

3.9.2 Persiapan Alat

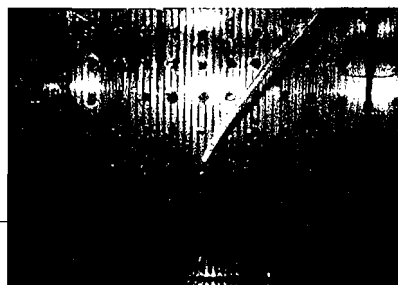
Setelah reaktor *Biosand Filter-Activated Carbon* dalam keadaan siap, tidak mengalami kebocoran maka seluruh media dimasukkan ke reaktor dengan variasi ketinggian yang diinginkan.



Gambar 3.5 Kondisi *Biosand Filter-Activated Carbon* di Laboratorium

Seluruh media dirancang dengan ketinggian total 70 cm untuk reaktor *Biosand Filter* dan untuk reaktor karbon aktif dengan ketinggian 60 cm dan 30 cm.

Untuk ketinggian total media pada *Biosand Filter* ini adalah 75 cm, dimana 70 cm merupakan tinggi total media, kemudian 5 cm di atas media pasir adalah tinggi air di atas permukaan pasir. Air tersebut berfungsi untuk mencegah lapisan lumpur kering karena pada lapisan ini tempat tumbuhnya *biofilm* pada permukaan pasir. Agar *biofilm* yang akan terbentuk tidak terganggu, maka di atas permukaan air dipasang *Diffuser Plate*.



Gambar 3.6 *Diffuser Plate*

Aliran air pada *Biosand Filter* dijalankan secara *continyu*, dengan tujuan untuk menumbuhkan lapisan *biofilm*. Karena lapisan *biofilm* sangat sulit terbentuk maka untuk membantu proses penumbuhan bakteri digunakan lumpur IPAL sewon Bantul yang berasal dari kolam aerasi dimana pada lumpur yang terdapat dikolam aerasi tersebut mengandung bakteri yang dapat membantu proses penumbuhan bakteri pada media pasir yang digunakan. Untuk penggunaan reaktor karbon aktif dapat langsung digunakan sebab

karbon aktif sudah dalam keadaan siap dipakai (sudah aktif). Air yang berasal dari effluent *Biosand Filter* langsung dialirkan pada media karbon aktif sehingga akan terjadi proses adsorpsi, dan diharapkan dapat meningkatkan nilai efisiensi dari reaktor yang digunakan dalam mengolah air baku selokan Mataram.

3.9.3 Pengambilan Sampel Awal

Sumber air baku yang digunakan adalah air selokan Mataram yang terletak disekitar daerah Magister Manajemen UGM. Sebelum melakukan penelitian, hal terpenting yang perlu diketahui adalah mengetahui kualitas air permukaan guna mendapatkan data primer yang akan dipakai sebagai acuan dalam penelitian selanjutnya.

Setelah melakukan pengukuran terhadap nilai TDS dan TSS maka didapatkan bahwa pada sampel air didapatkan data untuk kandungan TDS sebesar 1051 mg/l sebesar dan TSS sebesar 657 mg/l. Dengan data yang ada ini dapat disimpulkan bahwa pada air selokan mataram kadar TDS melebihi nilai ambang batas akan tetapi tidak tinggi dan untuk kadar TSS telah melebihi nilai ambang batas yang ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001, tentang Pengolahan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air yang menyebutkan kandungan maksimal kadar TDS sebesar 1000 mg/l dan TSS sebesar 50 mg/l untuk sampel air golongan I.

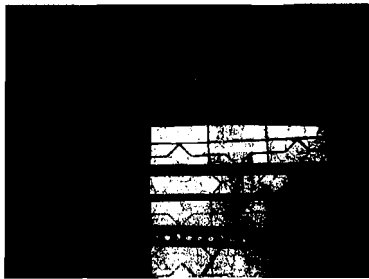
3.9.4 Prosedur Penelitian

- Air baku yang berasal dari selokan Mataram, dimasukkan ke dalam bak penampung.
- Memompa air baku dari bak penampung ke reservoir yang ketinggiannya diatur sesuai dengan tekanan yang diharapkan.
- Mengalirkan secara kontinyu air baku kedalam reaktor *Biosand Filter-Activated Carbon*
- Mengambil sampel air untuk diperiksa kadar dari parameter *Total Dissolved Solid (TDS)* dan *Total Suspended Solid (TSS)* yaitu pada inlet dan outlet reaktor

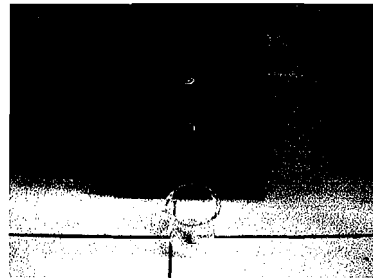
3.9.5 Proses Sampling

- Proses pengaliran air selokan mataram dilakukan setiap hari selama penelitian dilakukan.
- Sebelumnya dilakukan pemeriksaan awal untuk parameter *Total Dissolved Solid (TDS)* dan *Total Suspended Solid (TSS)*.

- Setiap 2 hari sekali dilakukan sampling dan pemeriksaan parameter *Total Disolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS) serta setiap hari dilakukan pengukuran suhu dan pH.
- Sample diambil pada 5 titik, yaitu 1 titik pada inlet (pada tempat reservoir) dan 4 titik pada outlet (pada reaktor *Biosand Filter-Activated Carbon*). Titik sampling yang diambil yaitu pada inlet dan outlet yang dapat dilihat pada Gambar 3.7 dan 3.8 berikut ini:



Gambar 3.7 Titik Inlet



Gambar 3.8 Titik Outlet

3.9.6 Pengukuran *Total Disolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS)

Dilakukan pemeriksaan parameter di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan FTSP UII. Untuk parameter TDS Metode Uji yang digunakan yaitu metode Gravimetri menggunakan SNI 06.6989.27.2005 dan untuk TSS metode Gravimetri menggunakan SNI 06-6989.3-2004

1. Pemeriksaan *Total Disolved Solid* (TDS)

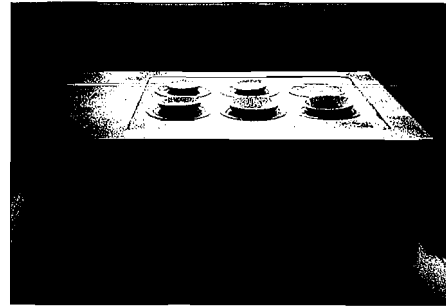
Metode Uji yang digunakan yaitu metode Gravimetri menggunakan SNI 06.6989.27.2005. bentuk dari analisis ini bergantung pada berat solid yang diperoleh dari sampel dengan cara penguapan (evaporasi) dan pengendapan (presipitasi). Karena dalam pengukuran ini sangat memerlukan ketelitian dalam pengukuran berat yang relative kecil maka memerlukan alat timbangan dengan ketepatan hingga 0.0001 gram, demikian pula untuk waterbath yang akan digunakan untuk menguapkan sampel air harus memiliki suhu konstan dalam pengaturannya sehingga dapat menguapkan sampel air dengan baik.

Total Disolved Solid adalah suatu sampel yang diketahui sampelnya dimasukkan kedalam cawan dan dikeringkan dengan menggunakan waterbath sehingga diharapkan yang tersisa hanya padatan terlarutnya saja. Setelah itu dilakukan penimbangan dengan

ketelitian 0,0001 gram. selisih dari berat cawan isi dan berat cawan kosong adalah jumlah padatan terlarut. Berikut ini merupakan alat-alat yang digunakan selama pengujian *Total Dissolved Solid* Gambar 3.9 hingga 3.12



Gambar 3.9 Desikator



Gambar 3.10 Water Bath & Cawan Porselin



Gambar 3.11 Timbangan Analitik



Gambar 3.12 Oven

2. Pemeriksaan *Total Suspended Solid* (TSS)

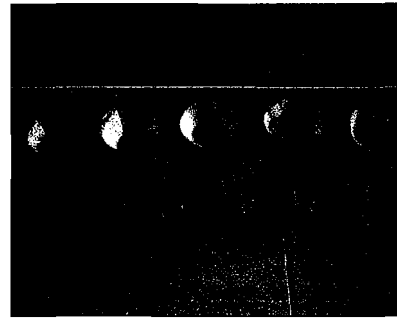
Metode Uji yang digunakan yaitu metode Gravimetri menggunakan SNI 06-6989.3-2004. Bentuk dari analisis ini bergantung pada berat solid yang diperoleh dari sampel dengan cara penyaringan (filtrasi). Sama seperti pengukuran TDS, untuk mengukur padatan yang tertahan pada kertas saring akan memerlukan ketelitian dalam pengukuran berat yang relative kecil maka memerlukan alat timbangan dengan ketepatan hingga 0.0001 gram, demikian pula untuk oven pengering harus memiliki suhu yang konstan dalam pengaturannya sehingga dapat memisahkan kelembaban dari sampel.

Total Suspended Solid adalah suatu sampel yang diketahui sampelnya disaring dengan menggunakan kertas saing berukuran 0,45 μm Setelah itu dilakukan penimbangan dengan

ketelitian 0,0001 gram. selisih dari berat kertas saring isi dan kertas saring kosong adalah jumlah padatan tersuspensi. Berikut ini merupakan alat-alat yang digunakan selama pengujian *Total Suspended Solid*, Gambar 3.13 hingga 3.16



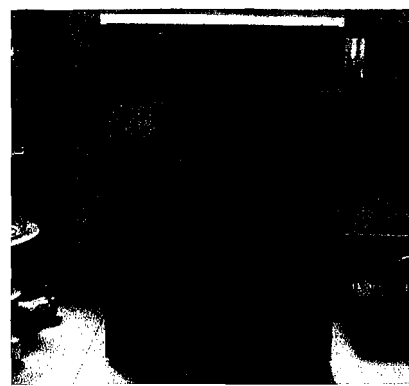
Gambar 3.13 Desikator



Gambar 3.14 Kertas Saring, Corong, Erlenmeyer



Gambar 3.15 Timbangan Analitik



Gambar 3.16 Oven

3.10 Analisa Data

Setelah melakukan pengujian di laboratorium, kemudian akan didapat data – data penelitian. Data hasil penelitian akan dibuat dalam bentuk tabel dan grafik. Untuk mengetahui konsentrasi dan efisiensi penurunan *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS) pada air baku dalam penelitian ini digunakan rumus sebagai berikut :

1. TDS (*Total Dissolved Solid*)

Mengacu pada SNI 06.6989.27.2005

- Perhitungan

$$\text{TDS mg/L} = \frac{(B - A_1) \times 10^6}{\text{ml contoh uji}}$$

dimana :

A_1 = berat tetap (g) cawan kosong setelah pemanasan 180°C

B = berat tetap (g) cawan berisi padatan terlarut total setelah pemanasan 180°C .

2. TSS (*Total Suspended Solid*)

Mengacu pada SNI 06-6989.3-2004

- Perhitungan

$$\text{TSS mg/L} = \frac{(A - B) \times 1000}{c}$$

dimana :

A = Berat filter dan residu (sesudah pemanasan 105°C) (mg)

B = Berat filter kering (sesudah pemanasan 105°C) (mg)

c = Volume sampel (ml)

Untuk mengetahui efisiensi removal konsentrasi *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS) pada air Selokan Mataram. Dalam penelitian ini digunakan formula sebagai berikut :

$$E = \frac{C_0 - C_1}{C_1} \times 100\%$$

Dimana :

E = Efisiensi

C_0 = Konsentrasi awal

C_1 = Konsentrasi akhir

Setelah itu, data yang telah diperoleh akan diolah dengan uji statistik untuk mengetahui pengaruh variasi media pada efisiensi penurunan konsentrasi *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS). Apabila data tergolong analisis lebih dari dua variabel atau lebih dari dua rata-rata maka digunakan *analysis of Variance* (ANOVA). Dalam uji hipotesis ini diperlukan anggapan bahwa data berdistribusi normal. Dari data penelitian yang didapat, dimana terdapat dua rata-rata sampel dan $n > 30$ maka digunakan *analysis of Variance* (ANOVA).

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian dengan menggunakan reaktor *Biosand Filter-Activated Carbon* ini untuk menurunkan atau mengurangi konsentrasi *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS) dari air Selokan Mataram, Yogyakarta. Pada tahap awal penelitian dimulai dengan melakukan proses penumbuhan bakteri (*seeding*), Proses penumbuhan bakteri yang dilakukan menggunakan air selokan Mataram berlangsung selama \pm 5 minggu, proses yang dilakukan adalah merendam media pasir halus dengan air selokan Mataram dengan ketinggian air 5 cm dari permukaan media pasir halus. Proses *seeding* yang dilakukan bertujuan untuk membentuk suatu lapisan, yaitu lapisan *biofilm* (*biological zone*) yang akan terbentuk pada media filter paling atas (pasir halus). Lapisan *biofilm* merupakan cairan atau lapisan liat yang dihasilkan oleh mikroorganisme yang hidup di dalam air. Karena proses penumbuhan bakteri yang dilakukan sangat lama maka untuk membantu mempercepat penumbuhan bakteri maka ditambahkan dengan menggunakan lumpur aktif dari IPAL Sewon \pm 1 liter yang memiliki kadar organik yang tinggi, penambahan tersebut bertujuan untuk menyediakan populasi mikroba aktif dalam jumlah yang besar sehingga dapat membantu mempercepat pembentukan lapisan *biofilm* dan lumpur yang berasal dari kolam aerasi ini mengandung bakteri yang digunakan untuk mengolah limbah dengan proses biologis. Untuk menjaga keberadaan lapisan *biofilm* diatas media pasir halus, maka ketinggian air diatas media tersebut setinggi 5 cm harus dipantau secara rutin sampai terbentuknya lapisan *biofilm*. Apabila ketinggian air kurang dari 5 cm akan mengakibatkan lapisan *biofilm* yang berada diatas permukaan pasir halus akan menjadi rusak. Sedangkan jika ketinggian air melebihi 5 cm maka jumlah oksigen bebas yang terdapat pada air tidak cukup untuk proses metabolisme bakteri pada lapisan *biofilm* sehingga mikroorganisme pada *biofilm* tersebut akan mati (Tommy & Sophie, 2003). Sehingga, untuk menjaga ketinggian air setinggi 5 cm, air dialirkan secara kontinyu dengan debit air yang telah diatur.

Pada proses penumbuhan bakteri ini menggunakan bakteri *aerob* sehingga diperlukan *supply* oksigen yang cukup, untuk menambah *supply* oksigen tersebut maka dibantu dengan menggunakan *bubble aerator* Dalam proses ini banyak factor yang harus diperhatikan seperti suhu, pH dan nutrisi agar nantinya mikroorganisme dapat

menghasilkan lapisan *biofilm* secara optimal. Untuk temperatur harus dijaga sesuai dengan suhu ruangan antara 25 °C sampai 28 °C karena mikroorganisme dapat tumbuh dengan baik pada suhu tersebut (suhu *mesotherem*).

Lapisan *biofilm* yang terbentuk dapat dilihat secara visual (fisik) dari adanya perubahan warna dari kuning menjadi kecoklatan (coklat muda) serta adanya lendir pada permukaan pasir halus. Dan untuk memastikan apakah alat telah *steady* dilakukan uji efisiensi unit *Biosand Filter-Activated Carbon* dengan menguji parameter *Total Disolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS) pada titik *inlet* dan *outlet* di laboratorium Kualitas Air, Teknik Lingkungan, UII. Jika efisiensi unit pengolahan sudah melebihi 50 % berarti telah terbentuk lapisan *biofilm* dan alat telah *steady* sehingga siap untuk digunakan.

Penelitian ini dikhususkan untuk mengetahui efektifitas penurunan konsentrasi parameter uji pada reaktor *Biosand Filter-Activated Carbon* yang dilakukan selama 29 hari. Pada saat running alat dilakukan pengukuran sampel selama 2 hari sekali pada 1 titik inlet dan 4 titik outlet. Tahap penelitian terhadap pengujian konsentrasi *Total Disolved Solid* (TDS) mengacu pada SNI 06-0989.27-2005 metode gravimetri dan konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) mengacu pada SNI 06-6989.3-2004 metode gravimetri.

Setelah melakukan pengukuran terhadap sampel awal konsentrasi TDS dan TSS didapatkan bahwa pada sampel air untuk kandungan TDS sebesar 1051 mg/l sebesar dan TSS sebesar 657 mg/l. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001, tentang Pengolahan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air yang menyebutkan kandungan maksimal kadar TDS sebesar 1000 mg/l dan TSS sebesar 50 mg/l untuk sampel air golongan I. Maka dengan data yang ada ini dapat disimpulkan bahwa pada air selokan mataram konsentrasi TDS melebihi nilai ambang batas akan tetapi tidak tinggi dan untuk konsentrasi TSS telah melebihi nilai ambang batas yang ditetapkan. Sehingga dengan demikian diperlukan pengolahan air terlebih dahulu dengan tujuan air tersebut dapat memenuhi stardart yang telah ditentukan untuk dikonsumsi sebagai air minum. Agar dalam penggunaanya tidak akan berdampak buruk bagi kesehatan manusia.

Untuk mengetahui efisiensi dari *Biosand Filter-Activated Carbon* dengan parameter penelitian *Total Disolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS) maka perlu dilakukan pemeriksaan konsentrasi *inlet* (sebelum dilakukan pengolahan dengan menggunakan reaktor *Biosand Filter-Activated Carbon* kemudian dibandingkan dengan hasil pemeriksaan pada konsentrasi *outlet* setelah mengalami proses pengolahan di reaktor *Biosand Filter-Activated Carbon*.

4.1 Parameter *Total Dissolved Solid* (TDS)

4.1.1 Pengukuran Konsentrasi TDS

Dalam penelitian ini, pengukuran *Total Dissolved Solid* (TDS) dilakukan setiap 2 hari sekali. Dari hari ke 1 sampai hari ke 29. Titik Sampling yang diukur yaitu inlet dan 4 outlet reaktor *Biosand Filter-Activated Carbon*. Pada pengambilan uji sampel terjadi perbedaan, untuk reaktor *Biosand Filter(45:15:10)- Activated Carbon(60)* dan *Biosand Filter(45:15:10)- Activated Carbon(30)* dilakukan sebanyak 15 sampel. Sedangkan untuk reaktor *Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(60)* dan *Biosand Filter(55:10:5)- Activated Carbon(30)* dilakukan sebanyak 13 sampel, hal tersebut disebabkan karena reaktor yang digunakan mengalami kerusakan (bocor) sehingga penelitian tidak dapat dilanjutkan. Pada Tabel 4.1 hingga Tabel 4.4 menunjukkan perolehan data dan efisiensi dari hasil pengujian konsentrasi TDS selama penelitian.

Tabel 4.1 Data Pengujian konsentrasi TDS dan Efisiensi *Biosand Filter* (45:15:10) – *Activated Carbon* (60)

Hari ke-	Inlet(mg/l)	Outlet(mg/l)	Efisiensi (%)
1	1088	164	85
3	983	165	83
5	965	123	87
7	1011	177	82
9	1163	196	83
11	1133	213	81
13	1031	216	79
15	1012	245	76
17	921	224	76
19	1005	233	77
21	1035	264	74
23	1015	277	73
25	953	271	72
27	933	261	72
29	917	269	71

Tabel 4.2 Data Pengujian konsentrasi TDS dan Efisiensi *Biosand Filter* (45:15:10) – *Activated Carbon* (30)

Hari ke-	Inlet(mg/l)	Outlet(mg/l)	Efisiensi (%)
1	1088	238	78
3	983	220	78
5	965	200	79
7	1011	244	76
9	1163	303	74
11	1133	279	75
13	1031	292	72
15	1012	305	70
17	921	267	71
19	1005	299	70
21	1035	336	68
23	1015	332	67
25	953	331	65
27	933	343	63
29	917	339	63

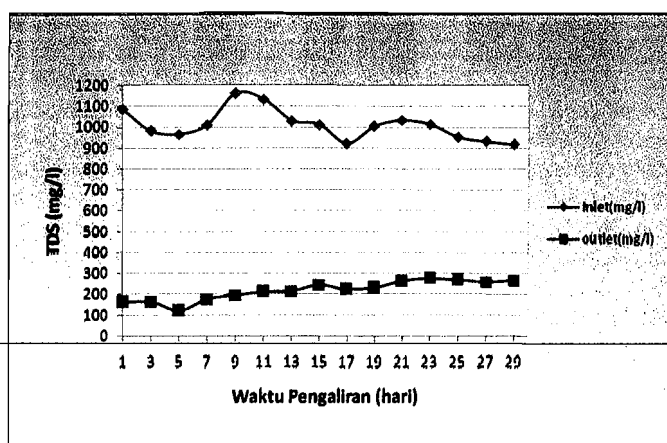
Tabel 4.3 Data Pengujian konsentrasi TDS dan Efisiensi *Biosand Filter* (55:10:5) – *Activated Carbon* (60)

Hari ke-	Inlet(mg/l)	Outlet(mg/l)	Efisiensi (%)
1	1088	203	81
3	983	171	83
5	965	183	81
7	1011	165	84
9	1163	233	80
11	1133	246	78
13	1031	259	75
15	1012	235	77
17	921	239	74
19	1005	284	72
21	1035	275	73
23	1015	301	70
25	953	300	69

Tabel 4.4 Data Pengujian konsentrasi TDS dan Efisiensi *Biosand Filter* (55:10:5) – *Activated Carbon* (30)

Hari ke-	Inlet(mg/l)	Outlet(mg/l)	Efisiensi (%)
1	1088	307	72
3	983	288	71
5	965	249	74
7	1011	275	73
9	1163	340	71
11	1133	343	70
13	1031	308	70
15	1012	312	69
17	921	303	67
19	1005	355	65
21	1035	397	62
23	1015	385	62
25	953	380	60

Hasil perolehan data dari pengujian sampel untuk konsentrasi TDS dapat juga dilihat dalam bentuk grafik pada Gambar 4.1 sampai Gambar 4.4



Gambar 4.1 Konsentrasi TDS untuk *Biosand Filter* (45:15:10) – *Activated Carbon* (60)

Tabel 4.5 Data Pengujian konsentrasi TSS dan Efisiensi *Biosand Filter* (45:15:10) – *Activated Carbon* (60)

Hari ke-	Inlet(mg/l)	Outlet(mg/l)	Efisiensi (%)
1	697	49	93
3	657	70	89
5	616	63	90
7	691	107	84
9	677	132	81
11	601	120	80
13	625	137	78
15	648	148	77
17	651	148	77
19	637	166	74
21	561	141	75
23	635	158	75
25	574	152	74
27	542	137	75
29	513	135	74

Tabel 4.6 Data Pengujian konsentrasi TSS dan Efisiensi *Biosand Filter* (45:15:10) – *Activated Carbon* (30)

Hari ke-	Inlet(mg/l)	Outlet(mg/l)	Efisiensi (%)
1	697	175	75
3	657	195	70
5	616	163	73
7	691	197	72
9	677	201	70
11	601	187	69
13	625	200	68
15	648	213	67
17	651	213	67
19	637	226	65
21	561	202	64
23	635	231	64
25	574	210	63
27	542	198	63
29	513	193	62

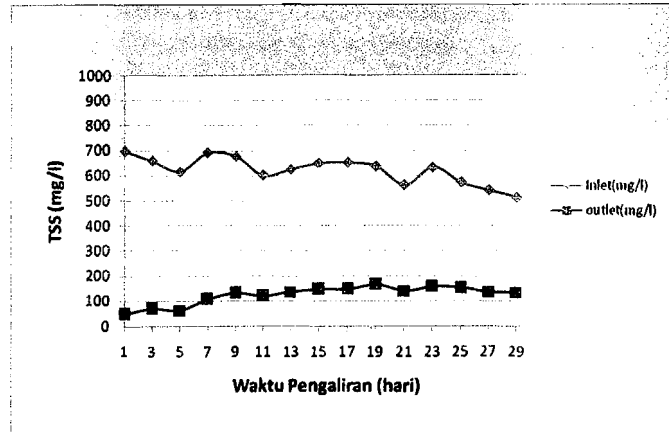
Tabel 4.7 Data Pengujian konsentrasi TSS dan Efisiensi *Biosand Filter (55:10:5) – Activated Carbon (60)*

Hari ke-	Inlet(mg/l)	Outlet(mg/l)	Efisiensi (%)
1	697	123	82
3	657	141	78
5	616	140	77
7	691	139	80
9	677	147	78
11	601	141	76
13	625	178	72
15	648	176	73
17	651	172	74
19	637	180	72
21	561	161	71
23	635	195	69
25	574	163	72

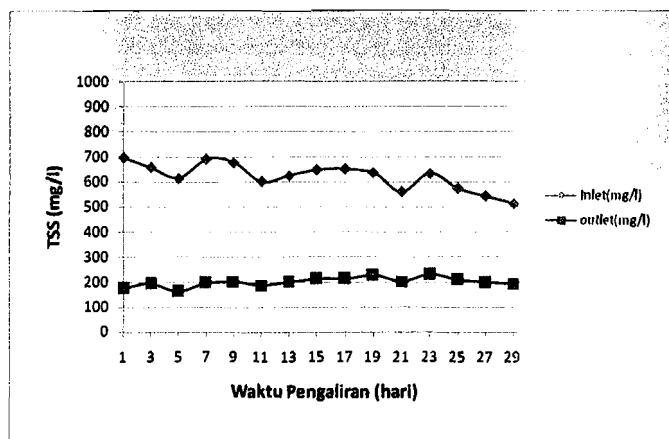
Tabel 4.8 Data Pengujian konsentrasi TSS dan Efisiensi *Biosand Filter (55:10:5) – Activated Carbon (30)*

Hari ke-	Inlet(mg/l)	Outlet(mg/l)	Efisiensi (%)
1	697	235	66
3	657	233	65
5	616	223	64
7	691	241	65
9	677	245	64
11	601	233	61
13	625	258	59
15	648	265	59
17	651	275	58
19	637	259	59
21	561	234	58
23	635	293	54
25	574	258	55

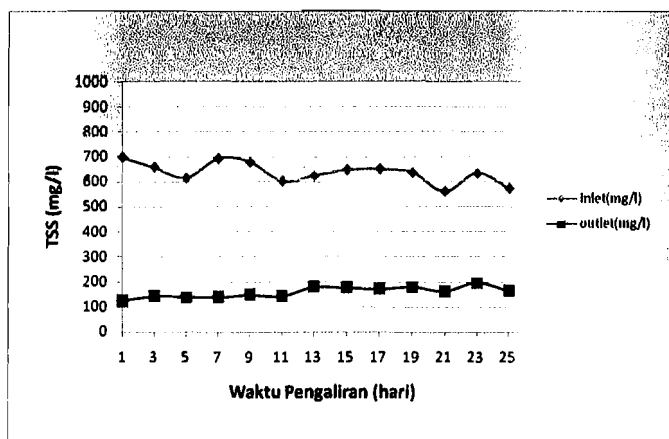
Hasil perolehan data dari pengujian sampel untuk konsentrasi TSS dapat juga dilihat dalam bentuk pada Gambar 4.9 sampai Gambar 4. 12



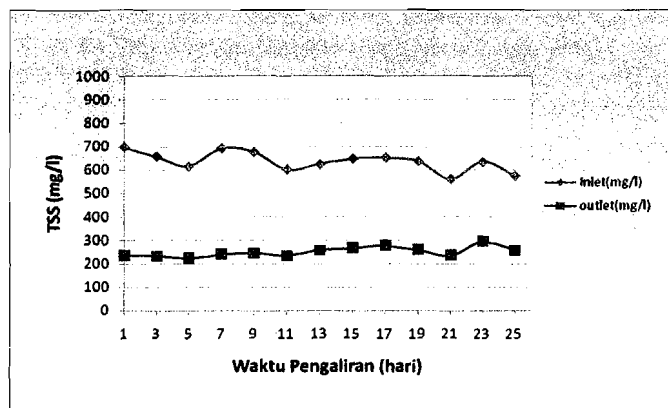
Gambar 4.9 Konsentrasi TSS untuk *Biosand Filter* (45:15:10) – *Activated Carbon* (60)



Gambar 4.10 Konsentrasi TSS untuk *Biosand Filter* (45:15:10) – *Activated Carbon* (30)



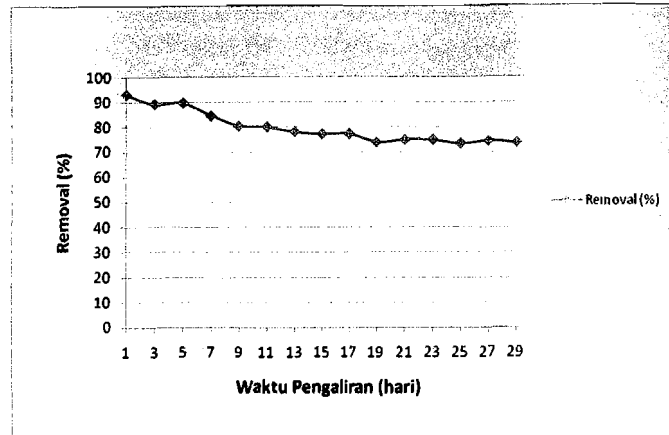
Gambar 4.11 Konsentrasi TSS untuk *Biosand Filter* (55:10:5) – *Activated Carbon* (60)



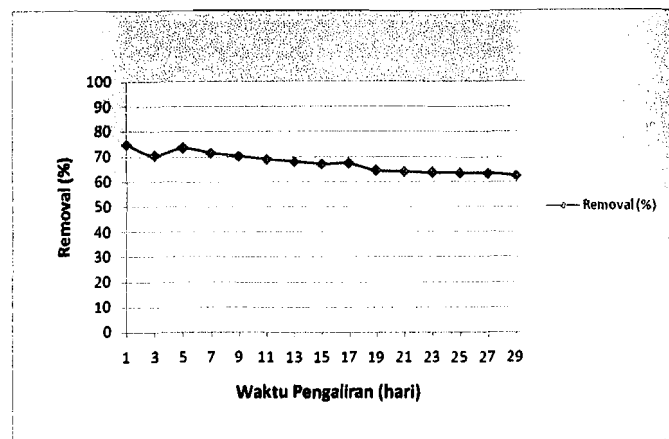
Gambar 4.12 Konsentrasi TSS untuk *Biosand Filter* (55:10:5) – *Activated Carbon* (30)

Dari data hasil penelitian diatas, tergambar dalam grafik bahwa unit *Biosand Filter-Activated Carbon* mampu menurunkan konsentrasi TSS. Konsentrasi TSS yang terukur pada inlet dan pada keempat unit *Biosand Filter-Activated Carbon* mengalami fluktuasi. Hal tersebut disebabkan oleh kondisi air pada bak penampungan (reservoir) yang berbeda setiap harinya karena pengambilan air Selokan Mataram dilakukan secara berkala 3-4 hari sekali mengingat dengan keterbatasan daya tampung dari bak penampung. Pada saat ini Selokan Mataram dimanfaatkan penduduk sekitar sebagai tempat pembuangan limbah sehingga konsentrasi parameter didalamnya dipengaruhi oleh banyaknya jumlah limbah rumah tangga yang dibuang di Selokan Mataram. Dengan demikian konsentrasi TSS pada *inlet* berbeda setiap harinya karena konsentrasi TSS sangat mudah terpengaruh oleh jumlah padatan yang ada pada lingkungan disekitarnya.

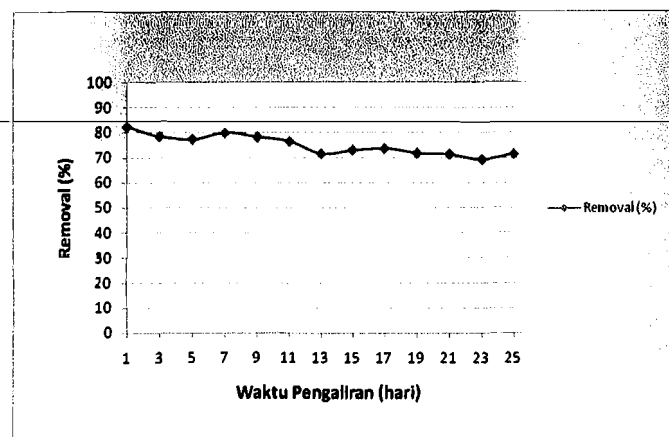
Effisiensi *Biosand Filter* dalam menurunkan konsentrasi TSS hanya berkisar antara 70-95 % bahkan kurang. Meskipun demikian beberapa studi mengemukakan efisiensi sedangkan studi lainnya menunjukkan bahwa *Biosand Filter* mampu menurunkan bahan-bahan organik sebesar 60-95% (www.cawst.org). Dalam penelitian ini efisiensi yang mampu dicapai oleh kedua unit biosand filter berkisar antara 55-93 %. Grafik efisiensi kedua unit *Biosand Filter-Activated Carbon* selama penelitian dapat dilihat selengkapnya pada gambar 4.13 hingga gambar 4.15 dibawah ini.



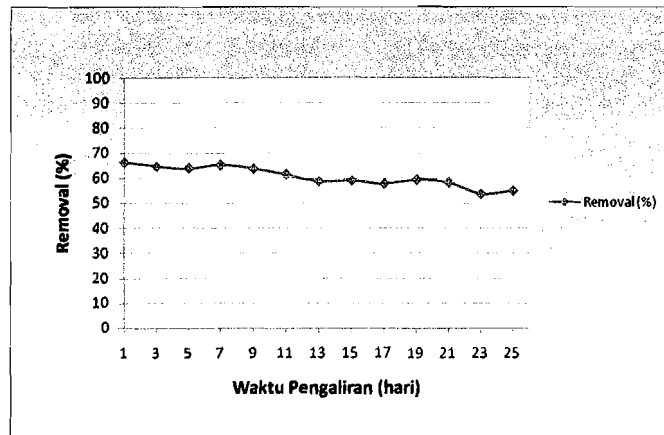
Gambar 4.13 Removal TSS untuk *Biosand Filter* (45:15:10) – *Activated Carbon* (60)



Gambar 4.14 Removal TSS untuk *Biosand Filter* (45:15:10) – *Activated Carbon* (30)



Gambar 4.15 Removal TSS untuk *Biosand Filter* (55:10:5) – *Activated Carbon* (60)



Gambar 4.16 Removal TSS untuk *Biosand Filter* (55:10:5) – *Activated Carbon* (30)

Berdasarkan grafik diatas nilai efisiensi yang dicapai oleh unit *Biosand Filter-Activated Carbon* tidak terlalu mengalami perbedaan. Pada *Biosand Filter*(45:15:10)-*Activated Carbon*(60) efisiensi yang dicapai antara 74-93 % , pada *Biosand Filter*(45:15:10)-*Activated Carbon*(30) efisiensi yang dicapai antara 62-75 %, pada *Biosand Filter*(55:10:5)-*Activated Carbon*(60) efisiensi yang dicapai antara 72-82 %, sedangkan pada *Biosand Filter*(55:10:5)-*Activated Carbon*(30) efisiensi yang dicapai antara 66-55 %.

Seperti halnya pada nilai konsentrasi TSS, efisiensi (removal penurunan) konsentrasi TSS yang terjadi pada unit *Biosand Filter-Activated Carbon* juga mengalami kondisi yang fluktuatif. Meskipun demikian ada beberapa titik sampel yang mengalami penurunan. Sedangkan pada unit *Biosand Filter*(55:10:5)-*Activated Carbon*(30) dan *Biosand Filter*(55:10:5)-*Activated Carbon*(60) pengambilan sampel hanya sampai sampel ke-13 karena kerusakan yang terjadi pada unit tersebut yang menyebabkan unit *Biosand Filter*(55:10:5)-*Activated Carbon*(30) dan *Biosand Filter*(55:10:5)-*Activated Carbon*(60) tidak dapat beroperasi.

4.3 Pembahasan *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS)

Terdapatnya *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS) dalam jumlah yang berlebihan di dalam air merupakan salah satu hal yang menyebabkan terjadinya kekeruhan pada air. Pada umumnya partikel tersuspensi memiliki ukuran lebih besar dari pada 1 mikron dan untuk partikel koloid mempunyai ukuran antara 1 milimikron hingga 1 mikron . Kekeruhan yang disebabkan oleh bahan-bahan tersuspensi yang berlebih

jumlahnya dapat dihilangkan dengan cara pengendapan sedangkan kekeruhan yang disebabkan oleh bahan-bahan koloid tidak mungkin dilakukan dengan pengendapan karena bentuk ini biasanya lebih stabil dalam air dan tidak mudah mengendap. Pada umumnya untuk menghilangkan partikel koloid dilakukan dengan proses penyaringan dengan saringan pasir lambat (bila bebannya tidak terlalu tinggi) atau dengan proses flokulasi-koagulasi yang diikuti dengan proses pengendapan dan penyaringan dengan pasir cepat.

Bahan tersuspensi mempunyai efek yang kurang baik terhadap kualitas air karena dapat menyebabkan kekeruhan sehingga mengurangi cahaya matahari yang masuk kedalam air. Hal tersebut dapat mengurangi manfaat dari air dan organisme yang butuh cahaya untuk proses hidupnya akan menjadi mati. Kurangnya cahaya dalam air juga akan mengganggu proses fotosintesis pada tanaman, sehingga kandungan oksigen terlarut dalam air akan menjadi berkurang. Kandungan oksigen terlarut yang rendah dapat menyebabkan kematian pada ikan dan setiap kematian dari organisme akan menyebabkan terganggunya ekosistem akuatik. Kandungan material suspensi yang tinggi dapat meningkatkan suhu didalam air permukaan, hal tersebut disebabkan karena partikel tersuspensi dapat menyerap panas dari sinar matahari. Pada air yang mengandung partikel tersuspensi sangat banyak dan mengendap, maka dapat menyebabkan pembentukan lumpur yang dapat mengganggu aliran pada saluran, pendangkalan cepat terjadi, sehingga diperlukan pengerukan lebih sering yang dapat berdampak pada kebutuhan biaya operasional yang besar dalam proses perawatannya.

Tingginya konsentrasi *Total Dissolved Solid (TDS)* dan *Total Suspended Solid (TSS)* pada air selokan Mataram, Yogyakarta disebabkan dari pencemaran akibat dari kegiatan-kegiatan manusia disekitar selokan Mataram. Hal ini dapat terjadi karena masyarakat yang tinggal disekitar selokan pada umumnya membuang sisa-sisa limbah dari rumah tangga langsung ke badan air selokan Mataram tanpa melakukan pengolahan terlebih dahulu. Hal tersebut telah berdampak pada kualitas air selokan mataram menjadi tidak baik untuk dikonsumsi, sehingga untuk dapat menggunakannya sebagai salah satu sumber alternatif air baku memerlukan pengolahan terlebih dahulu sebelum digunakan. *Biosand Filter-Activated Carbon* merupakan proses penyaringan atau penjernihan air dimana air yang akan diolah dilewatkan pada media pasir dengan kecepatan rendah karena dipengaruhi diameter butiran pasir yang lebih kecil serta lapisan *biofilm* yang berada di permukaan pasir dan dilanjutkan dengan adanya proses adsorpsi yang terjadi pada karbon aktif sehingga diharapkan dengan adanya proses adsorpsi yang terjadi pada karbon aktif

dapat menurunkan konsentrasi *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS) yang tinggi.

Pada bab sebelumnya (tinjauan pustaka) telah dijelaskan bahwa dalam *Biosand Filter* terdapat mekanisme yang berperan dalam menurunkan konsentrasi parameter di dalam air. Mekanisme tersebut antara lain (Huisman, 2004):

1. *Mechanical Straining*
2. Sedimentasi
3. Adsorpsi
4. Biokimia
5. Aktivitas bakteri (*biological process*)

Hasil pengukuran rata-rata konsentrasi menunjukkan bahwa reaktor *Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(60)* memiliki rata-rata efisiensi yang sangat efektif dibandingkan dengan reaktor yang lainnya. Reaktor *Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon (60)* memiliki rata-rata efisiensi sebesar 78% dalam menurunkan kadar TDS dan 80% dalam menurunkan kadar TSS pada air yang diolahnya. Untuk konsentrasi rata-rata pada outlet reaktor *Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(60)* untuk TDS adalah 220 mg/L dan TSS adalah 124 mg/L, selanjutnya konsentrasi rata-rata pada outlet reaktor *Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(30)* untuk TDS adalah 288 mg/L dan TSS adalah 200 mg/L, kemudian konsentrasi rata-rata pada outlet reaktor *Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(60)* untuk TDS adalah 238 mg/L dan TSS adalah 158 mg/L, dan konsentrasi rata-rata pada outlet reaktor *Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(30)* untuk TDS adalah 326 mg/L dan TSS adalah 250 mg/L. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001 , tentang Pengolahan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air yang menyebutkan kandungan maksimal kadar TDS sebesar 1000 mg/l dan TSS sebesar 50 mg/L untuk sampel air golongan I. Maka dapat disimpulkan untuk parameter TDS batas maksimum yang diperbolehkan tidak boleh lebih dari 1000 mg/l dan parameter TSS tidak boleh lebih dari 50 mg/L. Sehingga dengan mengacu pada Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001 maka untuk konsentrasi TDS dalam air selokan Mataram yang diolah dengan reaktor *Biosand Filter-Activated Carbon* sudah memenuhi standar baku mutu sedangkan untuk TSS masih melebihi, sehingga memerlukan bantuan pengolahan seperti dilakukan pengendapan terlebih dahulu sehingga dapat membantu menurunkan kadar TSS. Dari ke empat variasi media yang digunakan, dapat dilihat bahwa

reaktor *Biosand Filter*(45:15:10)-*Activated Carbon*(60) merupakan desain reaktor yang paling efektif untuk menurunkan kandungan TDS dan TSS dalam air.

Variasi media yang digunakan pada unit *Biosand Filter-Activated Carbon* tidak terlalu berpengaruh dalam penurunan konsentrasi TDS dan TSS. Dapat dilihat efisiensi rata-rata yang diperlihatkan pada unit *Biosand Filter-Activated Carbon*. Hal tersebut menunjukkan bahwa dengan perbedaan ketinggian variasi media yang digunakan dalam *Biosand Filter-Activated Carbon* tidak terlalu berpengaruh dalam penurunan TDS dan TSS. Perbedaan media berpengaruh pada mekanisme straining dan sedimentasi karena pada mekanisme tersebut terjadi proses filtrasi dan pengendapan

Mekanisme penurunan *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS) pada *Biosand Filter-Activated Carbon* mengalami proses *filtrasi dan adsorpsi*, yang mana dengan menggunakan butiran pasir yang halus (sesuai dengan ukuran diameter efektif media pasir) maka bahan-bahan dalam bentuk suspensi akan tersangkut/terpisah dilapisan saringan, sedangkan untuk partikel koloid dapat berkurang karena pada *Biosand Filter-Activated Carbon* menggunakan prinsip *slow sand filter* sehingga dengan adanya aliran yang lambat dapat membantu menyaring partikel yang berukuran koloid. Dengan menggunakan tiga jenis ukuran media pasir, diharapkan dapat memaksimalkan proses filtrasi yang terjadi pada *Biosand Filter*. Padatan-padatan yang dipisahkan tersebut akan berakumulasi pada bagian teratas dari lapisan pasir sehingga mengakibatkan hambatan air kebawah dalam jangka waktu yang lebih singkat dan mengakibatkan penurunan konsentrasi padatan menjadi tidak maksimal lagi.

Pada karbon aktif terjadi proses *Adsorpsi*, Karbon aktif memiliki ruang pori sangat banyak dengan ukuran tertentu. Pori-pori ini dapat menangkap partikel-partikel sangat halus (molekul) dan menjebaknya disana. Seperti halnya *Biosand Filter* dengan berjalannya waktu, maka pori-pori ini pada akhirnya akan jenuh dengan partikel-partikel sangat halus sehingga tidak akan berfungsi lagi. Sampai tahap tertentu beberapa jenis arang aktif dapat di reaktivasi kembali, meskipun demikian tidak jarang yang disarankan untuk sekali pakai. Reaktivasi karbon aktif sangat tergantung dari metode aktivasi sebelumnya.

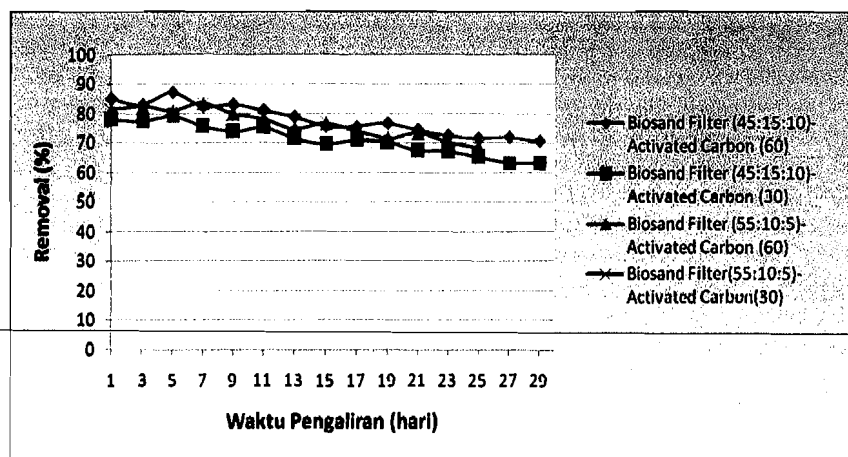
Apabila ruang antara butir penuh maka media penyaring akan jenuh dan tidak mampu meloloskan air baku lagi. Sehingga media penyaring tersebut perlu dilakukan pencucian. Kondisi ini menandakan meningkatnya kompetisi dan penumpukan padatan yang ada dipermukaan *Biosand Filter* tempat *biofilm* berada. Dengan bertambahnya waktu

pengoperasian maka akan semakin bertambah juga tinggi muka air yang berada di atas permukaan media pasir. Sehingga pada *Biosand Filter* terjadi *clogging* (penyumbatan). Penyumbatan pada celah-celah media pasir mengakibatkan terjadinya kenaikan kehilangan tekanan. Penyumbatan ini dapat menimbulkan terjadinya kondisi *anaerobic* pada lingkungan permukaan pasir, sehingga dapat menyebabkan bakteri - bakteri yang terdapat dalam *biofilm* reaktor *Biosand Filter-Activated Carbon* akan mati.

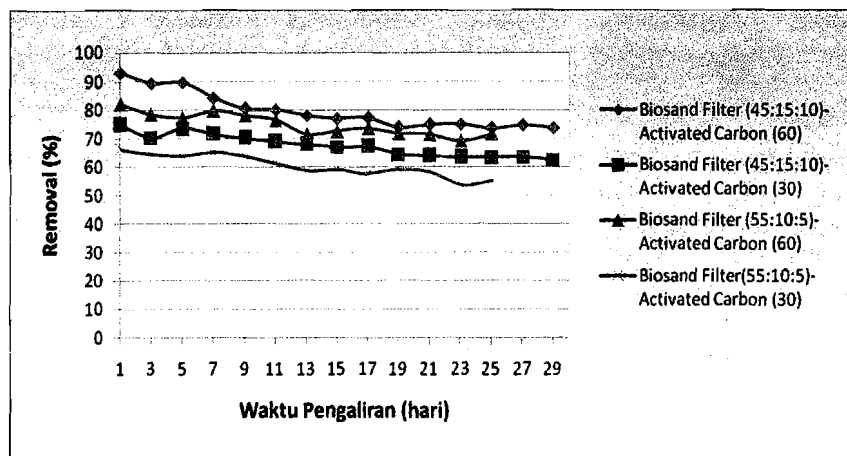
4.4 Perbandingan Antara Variasi Ketinggian Media Berdasarkan Data Uji Laboratorium

Berdasarkan hasil nilai removal pada setiap variasi media yang digunakan dapat di tarik kesimpulan bahwa pada penelitian ini variasi ketinggian media tersebut mampu menurunkan konsentrasi *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS).

Setelah mengetahui nilai removal dari masing – masing variasi media, maka untuk lebih jelas perbandingan antar ketinggian yang satu dengan yang lainnya dapat dilihat pada Gambar 4.17 sampai dengan Gambar 4.18 di bawah ini:



Gambar 4.17 Perbandingan Removal untuk *Total Dissolved Solid* (TDS)



Gambar 4.18 Perbandingan Removal untuk *Total Suspended Solid* (TSS)

Berdasarkan Gambar 4.17 dan Gambar 4.18 dapat dilihat perbandingan variasi ketinggian antara lain : *Biosand Filter*(45:15:10)-*Activated Carbon*(60), *Biosand Filter*(45:15:10)-*Activated Carbon*(30), *Biosand Filter*(55:10:5)-*Activated Carbon*(60), *Biosand Filter*(55:10:5)-*Activated Carbon*(30). Dari variasi tersebut tidak mengalami perbedaan nilai removal yang signifikan. Hal ini bisa saja terjadi karena penggunaan diameter butiran media yang sama dan variasi ketinggian yang digunakan tidak terlalu berbeda jauh. Sehingga untuk setiap ketinggian media cukup efektif dalam menurunkan konsentrasi *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS). Namun akan lebih efektif apabila variasi media menggunakan diameter butiran media berbeda dan ketinggian media yang digunakan memiliki ketebalan yang sangat jauh berbeda, sehingga akan lebih dapat melihat variasi media yang paling tepat dan efisien dalam menurunkan *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid*. Hal yang berperan besar dalam menurunkan konsentrasi *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS) adalah proses filtrasi dan adsorpsi yang terjadi pada *Biosand Filter-Activated Carbon*, karena dengan adanya proses ini maka partikel-partikel padatan yang terdapat dalam air akan tertahan pada media yang digunakan sehingga diharapkan akan menghasilkan kualitas air yang baik untuk di konsumsi.

4.5 Uji Statistik

Uji statistik dilakukan untuk mengetahui apakah terjadi perbedaan yang signifikan dalam penurunan konsentrasi *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS)

untuk setiap variasi unit pengolahan yang memiliki ketebalan media yang berbeda.. Uji statistik yang digunakan adalah dengan menggunakan *Anova*

4.5.1.1 Hasil Uji ANOVA Pada Parameter TDS

Tabel 4.9 Descriptives Untuk Parameter TDS

Descriptives									
TDS (mg/L)									
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
					Lower Bound	Upper Bound			
Inlet	15	1011.00	72.816	18.801	970.68	1051.32	917	1163	
Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (60)	15	219.87	46.857	12.098	193.92	246.82	123	277	
Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (30)	15	288.53	46.049	11.890	263.03	314.03	200	343	
Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (60)	13	238.00	46.463	12.887	209.92	266.08	165	301	
Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (30)	13	326.31	44.858	12.441	299.20	353.42	249	397	
Total	71	424.32	312.304	37.064	350.40	498.25	123	1163	

Tabel 4.10 Test of Homogeneity of Variances Untuk Parameter TDS

Test of Homogeneity of Variances

TDS (mg/L)			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.780	4	66	.542

Tabel 4.11 ANOVA Untuk Parameter TDS

ANOVA					
TDS (mg/L)					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6642669	4	1660667.328	593.390	.000
Within Groups	184708.2	66	2798.610		
Total	6827378	70			

Hipotesis :

H_0 : variasi setiap media sama (identik)

H_1 : variasi setiap media tidak sama (tidak identik)

Dalam pengujian kali ini digunakan tingkat signifikan 0,05 ($\alpha = 5\%$) atau dengan kata lain tingkat kepercayaan sebesar 0,95 (=95%).

Penarikan kesimpulan :

F hitung > F tabel \rightarrow tolak H_0

F hitung < F tabel \rightarrow terima H_0

Nilai statistik F tabel adalah $F_{(4,66;0,05)} = 2,51$ (dari tabel distribusi F)

Keputusan:

Terlihat dari tabel ANOVA bahwa nilai F hitung = 593,390. F hitung > F tabel, sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 DITOLAK, yang artinya perbedaan ketinggian media pada unit *Biosand Filter-Activated Carbon* berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi *Total Dissolved Solid* (TDS).

4.5.1.2 Post Hoc Tests Untuk Parameter TDS

Multiple Comparisons

Dependent Variable: TDS (mg/L)

	(I) Titik Sampling	(J) Titik Sampling	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
						Lower Bound	Upper Bound	
Tukey HSD	Inlet	Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (60)	791.133*	19.317	.000	736.96	845.31	
		Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (30)	722.467*	19.317	.000	668.29	776.64	
		Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (60)	773.000*	20.046	.000	716.78	829.22	
		Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (30)	684.692*	20.046	.000	628.47	740.91	
	Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (60)	Inlet	-791.133*	19.317	.000	-845.31	-736.96	
		Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (30)	-68.667*	19.317	.006	-122.84	-14.49	
		Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (60)	-18.133	20.046	.894	-74.36	38.09	
		Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (30)	-106.441*	20.046	.000	-162.66	-50.22	
	Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (30)	Inlet	-722.467*	19.317	.000	-776.64	-668.29	
		Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (60)	68.667*	19.317	.006	14.49	122.84	
		Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (60)	50.533	20.046	.098	-5.69	106.76	
		Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (30)	-37.774	20.046	.336	-94.00	18.45	
	Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (60)	Inlet	-773.000*	20.046	.000	-829.22	-716.78	
		Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (60)	18.133	20.046	.894	-38.09	74.36	
		Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (30)	-50.533	20.046	.098	-106.76	5.69	
		Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (30)	-88.308*	20.750	.001	-146.50	-30.11	
	Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (30)	Inlet	-684.692*	20.046	.000	-740.91	-628.47	
		Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (60)	106.441*	20.046	.000	50.22	162.66	
		Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (30)	37.774	20.046	.336	-18.45	94.00	
		Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (60)	88.308*	20.750	.001	30.11	146.50	
	Bonferroni	Inlet	Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (60)	791.133*	19.317	.000	735.03	847.24
			Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (30)	722.467*	19.317	.000	668.36	778.57
			Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (60)	773.000*	20.046	.000	714.78	831.22
			Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (30)	684.692*	20.046	.000	628.47	742.92
Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (60)		Inlet	-791.133*	19.317	.000	-847.24	-735.03	
		Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (30)	-88.667*	19.317	.007	-124.77	-12.56	
		Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (60)	-18.133	20.046	1.000	-76.36	40.09	
		Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (30)	-106.441*	20.046	.000	-164.66	-48.22	
Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (30)		Inlet	-722.467*	19.317	.000	-778.67	-668.36	
		Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (60)	68.667*	19.317	.007	12.56	124.77	
		Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (60)	50.533	20.046	.141	-7.69	108.76	
		Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (30)	-37.774	20.046	.639	-96.00	20.45	
Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (60)		Inlet	-773.000*	20.046	.000	-831.22	-714.78	
		Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (60)	18.133	20.046	1.000	-40.09	76.36	
		Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (30)	-50.533	20.046	.141	-108.76	7.69	
		Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (30)	-88.308*	20.750	.001	-148.57	-28.04	
Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (30)		Inlet	-684.692*	20.046	.000	-742.92	-626.47	
		Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (60)	106.441*	20.046	.000	48.22	164.66	
		Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (30)	37.774	20.046	.639	-20.45	96.00	
		Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (60)	88.308*	20.750	.001	28.04	148.57	

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Setelah diketahui bahwa ada perbedaan yang signifikan di antara ketujuh sampel, analisis *Bonferroni* dan *Turkey* dalam *post hoc test* perlu dilakukan.

Berdasarkan nilai Probabilitas :

Jika probabilitas $> 0,05$, maka H_0 diterima.

Jika probabilitas $< 0,05$, maka H_0 ditolak.

Keputusan:

Terlihat bahwa probabilitas adalah 0,000. Oleh karena probabilitas $< 0,05$ maka H_0 ditolak atau perbedaan konsentrasi TDS antara Inlet dengan unit *Biosand Filter-Activated Carbon* benar-benar nyata (signifikan). Hasil uji signifikansi dapat dilihat pada output dengan ada atau tidaknya tanda * pada kolom '*Mean Difference*'. Jika tanda * ada di angka *Mean Difference* atau perbedaan rata-rata, maka perbedaan tersebut nyata atau signifikan. Jika tidak ada tanda *, maka perbedaan tidak signifikan.

Dengan melihat ada tidaknya tanda * pada kolom *Mean Difference*, terlihat bahwa:

- Mean dari inlet berbeda secara nyata dengan *Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(60)*, *Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(30)*, *Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(60)*, *Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(30)*
- Mean dari *Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(60)* berbeda secara nyata dengan inlet, *Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(30)*, *Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(30)*
- Mean dari *Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(30)*, berbeda secara nyata dengan inlet, *Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(60)*, *Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(30)*
- Mean dari *Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(60)* berbeda secara nyata dengan inlet dan *Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(30)*
- Mean dari *Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(30)* berbeda secara nyata dengan inlet, *Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(60)*, *Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(60)*, *Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(30)*

4.5.1.3 Homogeneous Subsets Untuk Parameter TDS

Tabel 4.12 Homogeneous Subsets Untuk Parameter TDS

		TDS (mg/L)			
Titik Sampling	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
Tukey HSD ^{a,b} Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (80)	15	219.87			
Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (80)	13	238.00	238.00		
Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (30)	15		288.53	288.53	
Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (30)	13			326.31	
Inlet	15				1011.00
Sig.		.892	.094	.329	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 14.130.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Jika test *Tukey* dan *Bonferroni* untuk menguji sampel yang memiliki perbedaan yang signifikan, maka dalam *Homogeneous Subset* akan dicari grup atau subset mana yang mempunyai perbedaan rata-rata yang tidak berbeda secara signifikan.

- Pada subset 1, terlihat grup dengan sampel *Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(60)* dan *Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(60)*. Dengan kata lain dapat dikatakan *Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(60)* dan *Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(60)* tidak mempunyai perbedaan yang signifikan antara yang satu dengan yang lainnya.
- Pada subset 2, terlihat hanya grup dengan sampel *Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(60)* dan *Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(30)*. Dengan kata lain dapat dikatakan *Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(60)* dan *Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(30)* tidak mempunyai perbedaan yang signifikan antara yang satu dengan yang lainnya.
- Pada subset 3, terlihat hanya grup dengan sampel *Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(30)* dan *Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(30)*. Dengan kata lain dapat dikatakan *Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(30)* dan *Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(30)* tidak mempunyai perbedaan yang signifikan antara yang satu dengan yang lainnya.
- Pada subset 4, terlihat hanya grup dengan sampel dari inlet saja. Dengan kata lain dapat dikatakan inlet mempunyai perbedaan dengan yang lainnya.

Dari hasil uji statistik, kesemua unit *Biosand Filter-Activated Carbon* tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan satu dengan yang lain. Sehingga dapat dikatakan bahwa variasi media tidak terlalu berpengaruh dalam penurunan konsentrasi *Total Dissolved Solid* (TDS). Meskipun demikian unit *Biosand Filter-Activated Carbon* carbon menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan inlet. Sehingga dapat dikatakan bahwa teknologi ini cocok untuk digunakan dalam menurunkan konsentrasi *Total Dissolved Solid* (TDS)..

4.5.2 Hasil Uji Anova Pada Parameter TSS

Tabel 4.13 Descriptives Untuk Parameter TSS

Descriptives

TSS (mg/L)

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Inlet	15	621.87	54.338	14.030	591.58	651.76	513	697
Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (60)	15	124.20	36.090	9.318	104.21	144.19	49	166
Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (30)	15	288.53	46.049	11.890	263.03	314.03	200	343
Biosand Filter (55:10:5) Karbon Aktif (60)	13	158.15	21.244	5.892	145.32	170.99	123	195
Biosand Filter (55:10:5) Karbon Aktif (30)	13	250.15	20.004	5.548	238.07	262.24	223	293
Total	71	293.30	185.463	22.010	249.40	337.19	49	697

Tabel 4.14 Test of Homogeneity of Variances Untuk Parameter TSS

Test of Homogeneity of Variances

TSS (mg/L)

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4.163	4	66	.005

Tabel 4.15 ANOVA Untuk Parameter TSS

ANOVA

TSS (mg/L)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2308272	4	577067.984	382.868	.000
Within Groups	99476.851	66	1507.225		
Total	2407749	70			

Hipotesis :

H_0 : variasi setiap media sama (identik)

H_1 : variasi setiap media tidak sama (tidak identik)

Dalam pengujian kali ini digunakan tingkat signifikan 0,05 ($\alpha = 5\%$) atau dengan kata lain tingkat kepercayaan sebesar 0,95 (=95%).

Penarikan kesimpulan :

F hitung > F tabel \rightarrow tolak H_0

F hitung < F tabel \rightarrow terima H_0

Nilai statistik F tabel adalah $F_{(4,66;0,05)} = 2,51$ (dari tabel distribusi F)

Keputusan:

Terlihat dari tabel ANOVA bahwa nilai F hitung = 382,868 F hitung > F tabel, sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 DITOLAK, yang artinya perbedaan ketinggian media pada unit *Biosand Filter-Activated Carbon* berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS).

4.5.2.2 Post Hoc Tests Untuk TSS

Multiple Comparisons

Dependent Variable: TSS (mg/L)

	(I) Titik Sampling	(J) Titik Sampling	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	Inlet	Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (60)	497.467*	14.176	.000	457.71	537.23
		Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (30)	333.133*	14.176	.000	293.37	372.89
		Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (60)	463.513*	14.711	.000	422.25	504.77
		Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (30)	371.513*	14.711	.000	330.25	412.77
	Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (60)	Inlet	-497.467*	14.176	.000	-537.23	-457.71
		Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (30)	-164.333*	14.176	.000	-204.09	-124.57
		Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (60)	-33.954	14.711	.155	-75.21	7.31
		Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (30)	-125.954*	14.711	.000	-167.21	-84.89
	Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (30)	Inlet	-333.133*	14.176	.000	-372.69	-293.37
		Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (60)	164.333*	14.176	.000	124.57	204.09
		Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (60)	130.379*	14.711	.000	89.12	171.64
		Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (30)	38.379	14.711	.080	-2.66	79.64
	Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (60)	Inlet	-463.513*	14.711	.000	-504.77	-422.25
		Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (60)	33.954	14.711	.155	-7.31	75.21
		Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (30)	-130.379*	14.711	.000	-171.64	-89.12
		Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (30)	-92.000*	15.228	.000	-134.71	-49.29
	Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (30)	Inlet	-371.513*	14.711	.000	-412.77	-330.25
		Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (60)	125.954*	14.711	.000	84.69	167.21
		Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (30)	-38.379	14.711	.080	-79.64	2.88
		Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (60)	92.000*	15.228	.000	49.29	134.71
Bonferroni	Inlet	Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (60)	497.467*	14.176	.000	456.29	538.64
		Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (30)	333.133*	14.176	.000	291.96	374.31
		Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (60)	463.513*	14.711	.000	420.78	506.24
		Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (30)	371.513*	14.711	.000	328.78	414.24
	Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (60)	Inlet	-497.467*	14.176	.000	-536.64	-456.29
		Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (30)	-164.333*	14.176	.000	-205.51	-123.16
		Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (60)	-33.954	14.711	.241	-76.68	8.77
		Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (30)	-125.954*	14.711	.000	-188.68	-83.23
	Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (30)	Inlet	-333.133*	14.176	.000	-374.31	-291.96
		Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (60)	164.333*	14.176	.000	123.16	205.51
		Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (60)	130.379*	14.711	.000	87.65	173.11
		Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (30)	38.379	14.711	.112	-4.35	81.11
	Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (60)	Inlet	-463.513*	14.711	.000	-506.24	-420.78
		Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (60)	33.954	14.711	.241	-8.77	78.68
		Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (30)	-130.379*	14.711	.000	-173.11	-87.65
		Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (30)	-92.000*	15.228	.000	-138.23	-47.77
	Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (30)	Inlet	-371.513*	14.711	.000	-414.24	-328.78
		Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (60)	125.954*	14.711	.000	83.23	168.68
		Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (30)	-38.379	14.711	.112	-81.11	4.35
		Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (60)	92.000*	15.228	.000	47.77	136.23

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Setelah diketahui bahwa ada perbedaan yang signifikan di antara ketujuh sampel, analisis *Bonferroni* dan *Turkey* dalam *post hoc test* perlu dilakukan.

Berdasarkan nilai Probabilitas :

Jika probabilitas $> 0,05$, maka H_0 diterima.

Jika probabilitas $< 0,05$, maka H_0 ditolak.

Keputusan:

Terlihat bahwa probabilitas adalah 0,000. Oleh karena probabilitas $< 0,05$ maka H_0 ditolak atau perbedaan konsentrasi TDS antara Inlet dengan unit *Biosand Filter-Activated Carbon* benar-benar nyata (signifikan). Hasil uji signifikansi dapat dilihat pada output dengan ada atau tidaknya tanda * pada kolom '*Mean Difference*'. Jika tanda * ada di angka *Mean Difference* atau perbedaan rata-rata, maka perbedaan tersebut nyata atau signifikan. Jika tidak ada tanda *, maka perbedaan tidak signifikan.

Dengan melihat ada tidaknya tanda * pada kolom *Mean Difference*, terlihat bahwa:

- Mean dari inlet berbeda secara nyata dengan *Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(60)*, *Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(30)*, *Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(60)*, *Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(30)*
- Mean dari *Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(60)* berbeda secara nyata dengan inlet, *Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(30)*, *Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(30)*
- Mean dari *Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(30)*, berbeda secara nyata dengan inlet, *Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(60)*, *Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(60)*
- Mean dari *Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(60)* berbeda secara nyata dengan inlet, *Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(30)*, *Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(30)*
- Mean dari *Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(30)* berbeda secara nyata dengan inlet, *Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(60)*, *Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(60)*

4.5.2.2 Homogeneous Subsets Untuk Parameter TSS

Tabel 4.16 Homogeneous Subsets Untuk Parameter TSS

		TSS (mg/L)		
Titik Sampling	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
Tukey HSD ^{a,b} Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (60)	15	124.20		
Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (60)	13	158.15		
Biosand Filter (55:10:5) - Karbon Aktif (30)	13		250.15	
Biosand Filter (45:15:10) - Karbon Aktif (30)	15		288.53	
Inlet	15			621.67
Sig.		.150	.077	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 14.130.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Jika test *Tukey* dan *Bonferroni* untuk menguji sampel yang memiliki perbedaan yang signifikan, maka dalam *Homogeneous Subset* akan dicari grup atau subset mana yang mempunyai perbedaan rata-rata yang tidak berbeda secara signifikan.

- Pada subset 1, terlihat grup dengan sampel *Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(60)* dan *Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(60)*. Dengan kata lain dapat dikatakan *Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(60)* dan *Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(60)* tidak mempunyai perbedaan yang signifikan antara yang satu dengan yang lainnya.
- Pada subset 2, terlihat hanya grup dengan sampel *Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(30)* dan *Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(30)*. Dengan kata lain dapat dikatakan *Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(60)* dan *Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(30)* tidak mempunyai perbedaan yang signifikan antara yang satu dengan yang lainnya.
- Pada subset 3, terlihat hanya grup dengan sampel dari inlet saja. Dengan kata lain dapat dikatakan inlet mempunyai perbedaan dengan yang lainnya.

Dari hasil uji statistik, kesemua unit *Biosand Filter-Activated Carbon* tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan satu dengan yang lain. Sehingga dapat dikatakan bahwa variasi media tidak terlalu berpengaruh dalam penurunan konsentrasi *Total*

Suspended Solid (TSS). Meskipun demikian unit *Biosand Filter-Activated Carbon carbon* menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan inlet. Sehingga dapat dikatakan bahwa teknologi ini cocok untuk digunakan dalam menurunkan konsentrasi *Total Suspended Solid (TSS)*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat ditarik kesimpulan yang didasarkan pada tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisa laboratorium didapatkan bahwa *Biosand Filter-Activated Carbon* mampu menurunkan konsentrasi *Total Disolved Solid* (TDS) dengan efisiensi sebesar 85 – 60 %.
2. Berdasarkan hasil analisa laboratorium didapatkan bahwa *Biosand Filter-Activated Carbon* mampu menurunkan konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) dengan efisiensi sebesar 93 – 55 %.
3. Hasil analisa dari keempat variasi ketinggian media yang digunakan pada penelitian, yaitu : *Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(60)*, *Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(30)*, *Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(60)*, *Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon(30)* tidak terdapat perbedaan yang signifikan dari hasil outletnya. Hal ini disebabkan karena yang berperan dalam menurunkan konsentrasi *Total Disolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS) adalah proses filtrasi dan adsorpsi, dimana dengan menggunakan ukuran butiran media yang sama serta ketinggian media yang tidak terlalu jauh intervalnya menghasilkan effluent dari setiap reaktor tidak terlalu signifikan perbedaannya.
4. Penggunaan variasi media *Biosand Filter(45:15:10)-Activated Carbon(60)* merupakan reaktor yang paling efektif dalam menurunkan konsentrasi *Total Disolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS) apabila dibandingkan dengan menggunakan variasi media yang lainnya.

5.2 Saran

Berdasarkan pada hasil penelitian yang telah dilakukan dan kesimpulan di atas, maka saran yang dapat diberikan guna kesempurnaan penelitian tentang *Biosand Filter-Activated Carbon*, antara lain :

1. Diperlukan ketelitian dalam pengambilan sampel dimana hal tersebut dapat mempengaruhi hasil analisa.

2. Perlu adanya pengukuran dari setiap proses yang terjadi pada *Biosand Filter-Activated Carbon*, sehingga dapat mengetahui efektifitas dan efisiensi dari setiap prosesnya.
 3. Untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya melakukan percobaan variasi dengan diameter butiran yang berbeda dan variasi ketinggian media dengan interval yang cukup jauh berbeda. Hal tersebut untuk mendapatkan *Biosand Filter-Carbon Active* yang mampu menurunkan konsentrasi *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS) paling efektif.
 4. Untuk penelitian berikutnya, kondisi alat penelitian diteliti dengan cermat apakah siap untuk digunakan atau belum sehingga tidak terjadi kerusakan alat pada saat penelitian sedang berlangsung yang dapat mempengaruhi hasil analisa.
 5. Pada saat *seeding* (penumbuhan bakteri) sebaiknya menggunakan kultur murni untuk mencegah tumbuhnya organisme lain yang tidak diinginkan pada lapisan biofilm
 6. Disarankan pula pada penelitian selanjutnya, dilakukan penghitungan HI (*headloss*) sehingga diketahui kapan waktu pencucian media filter (*backwash*).
-

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts G., dan S.S Santika., 1984, *Metode Penelitian Air*, Usaha Nasional, Surabaya, Indonesia
- Al Layla, Anis and Mashamin Ahmad, E. Joe Meddebrok., 1978, *Water Supply Engineering Design.*, AM Arbor Science, Michigan
- Biosand Filter Jurnal. 2004. *Application: When We Use Which Filter.* www.biosand.org. (08/04/2007)
- Bush, K.L ., Gunsey, K.I.N dan Millius, L., 2004., *The Effect of Salinity and Temperature Variation on Biosand Filtration Performance.*, Global H₂O Sollutions.
- Eddy, and Metcalf. 2003. *Wastewater Engineering Treatment and Reuse.* McGraw-Hill. Singapore.
- Effendi,H. . 2003. *Telaah Kualitas Air* . Penerbit Kanisisus. Yogyakarta
- Hadi, F., 1980. *Ilmu Teknik Penyehatan 2.*, Departeman Pendidikan dan Kebudayaan Jakarta
- Hammer,M.J, 1977, *Water and Wastewater Technology Edisi ke – 3*, John Wiley & Sons.
- Kethleen Yung, March 2003, *Biosand Filtration Application In The Developing World*, University of Water Loo
- Ngai. T dan Sophie, 2003. *The Arsenic Biosand filter (ABF) Desain of An Appropriate Household Drinking Water Filter For Rural Nepal*, Nepal
- PP No. 82 Tahun 2001 tentang *Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.*

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

Reynolds, Tom D, 1982, *Unit Operations and Process in Environmental Engineering*, Texas A&M University, Brooks/Cole Engineering Division, Monterey, California, USA

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

Suriawiria U, 2005, *Air Dalam Kehidupan Dan Lingkungan Yang Sehat*, PT. Alumni, Bandung.

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

Sutrisno, dan Suciati., 1987, *Teknologi Penyediaan Air Bersih.*, Penerbit Rineka Cipta Karya, Jakarta

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

WWA., 1969, *Water Treatment Plant Design*, New York

Warintek. 2007. *Activated Carbon*. www.warintek.net. (08/04/2007)

Wikipedia. 2007. *Activated Carbon*. www.wikipedia.com. (08/04/2007)

Yung, Kathleen., 2003, *Biosand Filtration : Application in the Developing World.*, Civil Engineering, University of Waterloo.

LAMPIRAN 1
PERATURAN PEMERINTAH RI NO.82 TAHUN 2001
TENTANG PENGELOLAAN KUALITAS AIR DAN
PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR

LAMPIRAN 1

PERATURAN PEMERINTAH RI NO.82 TAHUN 2001

TENTANG PENGELOLAAN KUALITAS AIR DAN PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR

KRITERIA MUTU AIR BERDASARKAN KELAS

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

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

Belerang sebagai H ₂ S	mg/L	0.002		0.002	0.002	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, S sebagai H ₂ S ≤ 0.1 mg/L
MIKROBIOLOGI							
Fecal Coliform	Jml/100mL	100		1000	2000	2000	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, fecal Coliform ≤ 2000 jml/100mL dan Total Coliform ≤ 10000 jml/100mL
Total Coliform	Jml/100mL	1000		5000	10000	10000	
RADIOAKTIVITAS							
Gross – A	Bq/L	0.1		0.1	0.1	0.1	
Gross – B	Bq/L	1		1	1	1	
KIMIA ORGANIK							
Minyak & Lemak	ug/L	1000		1000	1000	(-)	
Detergen sebagai MBAS	ug/L	200		200	200	(-)	
Senyawa Fenol sebagai Fenol	ug/L	1		1	1	1	
BHC	ug/L	210		210	210	(-)	
Aldrin/Dieldrin	ug/L	17		(-)	(-)	(-)	
Chlordane	ug/L	3		(-)	(-)	(-)	
DDT	ug/L	2		2	2	2	

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

LAMPIRAN 2

**TEKNIK SAMPLING DAN ANALISA TOTAL
DISOLVED SOLID DAN TOTAL SUSPENDED
SOLID DENGAN METODE GRAVIMETRI**

LAMPIRAN 2

Teknik Sampling Dan Analisa Total Dissolved Solid Dan Total Suspended Solid Dengan Metode Gravimetri

1. SAMPLING

Pengambilan sampel air untuk analisa Total Dissolved solid dan Total Suspended Solid dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- a. Siapkan botol dan tutupnya yang telah steril, lalu isi botol tersebut dengan sampel air kran sampai $\frac{3}{4}$ bagian volume bersih lalu ditutup dengan penutup botol.
- b. Bawa ke laboratorium untuk analisa Total Dissolved solid dan Total Suspended Solid.
- c. Sampel harus dikocok agar zat-zat yang terkandung didalamnya menjadi homogen
- d. Diberi label yang tertulis untuk inlet dan outlet.

2. ANALISA TOTAL DISSOLVED SOLID

SNI 06-6989.27-2005 mengenai Cara Uji Padatan Terlarut Total secara Gravimetri

1. Ruang Lingkup

Cara uji untuk menentukan kadar padatan terlarut total dalam air dan air limbah, termasuk padatan terlarut total yang menguap dan padatan terlarut total yang terikat. Dalam pengujiannya, penimbangan padatan terlarut total tidak boleh lebih dari 200 mg.

2. Istilah dan Definisi

2.1. Berat tetap

Berat penimbangan dengan perbedaan hasil lebih kecil dari 4% dibandingkan penimbangan sebelumnya.

2.2. Contoh uji

Air atau air limbah untuk keperluan pemeriksaan kualitas air

2.3. Padatan terlarut total

Semua bahan yang terdapat dalam contoh air yang lolos melalui membran yang berpori $2.0 \mu\text{m}$ atau lebih kecil dan dipanaskan 180°C selama tidak kurang dari 1 jam.

2.4. Padatan terlarut total yang menguap

Padatan total yang menghilang setelah pemanasan pada suhu 550°C selama tidak kurang dari 15 menit.

2.5. Padatan terlarut total yang terikat

Padatan total yang tersisa setelah pemanasan pada suhu 550°C tidak kurang dari 15 menit.

3. Cara Uji

3.1. Prinsip

Penguapan contoh yang sudah disaring dengan kertas saring berpori $2\ \mu\text{m}$ pada suhu 180°C kemudian ditimbang sampai berat tetap.

3.2. Bahan

- a. air suling dengan daya hantar listrik kurang dari $2\ \mu\text{S}/\text{cm}$;
- b. kertas saring bebas abu.

3.3. Peralatan

- a. neraca analitik;
- b. cawan terbuat dari porselen atau platina atau silika;
- c. desikator;
- d. oven;
- e. tanur;
- f. penjepit kertas saring;
- g. penjepit cawan;
- h. alat penyaring yang dilengkapi dengan pompa penghisap;
- i. penangas air; dan
- j. pipet.

3.4. Persiapan kertas saring

- a. Masukkan kertas saring ke dalam alat penyaring;
- b. Hubungkan alat saring dengan pompa penghisap dan bilas dengan air suling sebanyak 3 kali masing-masing 20 ml;
- c. Lanjutkan pengisapan untuk menghilangkan seluruh kotoran yang halus dalam kertas saring;

- d. Buang air hasil pembilasan;
- e. Kertas saring ini siap digunakan untuk pengujian padatan terlarut.

3.5. Persiapan cawan

- a. Panaskan cawan yang telah bersih pada suhu 180°C selama 1 jam di dalam oven;
- b. Pindahkan cawan dari oven dengan penjepit dan dinginkan dalam desikator;
- c. Setelah dingin segera timbang dengan neraca analitik;
- d. Ulangi langkah a sampai c sehingga diperoleh berat tetap (catat sebagai A_1 (g));
- e. Jika ingin menguji padatan terlarut total yang menguap, maka masukkan cawan ke dalam tanur pada suhu 550°C selama 60 menit;
- f. Keluarkan cawan dari tanur menggunakan penjepit dan biarkan pada suhu kamar;
- g. Dinginkan dalam desikator, segera timbang dengan neraca analitik (catat sebagai A_2 (g)).

3.6. Pengujian padatan terlarut total

- a. Kocok contoh uji sampai homogen;
- b. Pipet 50 ml sampai 100 ml contoh uji, masukkan ke dalam alat penyaring yang telah dilengkapi dengan alat pompa penghisap dan kertas saring;
- c. Operasikan alat penyaringnya;
- d. Setelah contoh tersaring semuanya bilas kertas saring dengan air suling sebanyak 10 ml dan dilakukan 3 kali pembilasan;
- e. Lanjutkan penghisapan selama kira-kira 3 menit setelah penyaringan sempurna;
- f. Pindahkan seluruh hasil saringan termasuk air bilasan ke dalam cawan yang telah mempunyai berat tetap;
- g. Uapkan hasil saringan yang ada dalam cawan sehingga kering pada penangas air;
- h. Masukkan cawan yang berisi padatan terlarut yang sudah kering ke dalam oven pada suhu $180^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ selama tidak kurang dari 1 jam;
- i. Pindahkan cawan dari oven dengan penjepit dan dinginkan dalam desikator;

- j. Setelah dingin segera timbang dengan neraca analitik;
- k. Ulangi langkah h sampai j sehingga diperoleh berat tetap (catat sebagai B (g)).

3.7. Pengujian padatan terlarut total yang menguap

- a. Lanjutkan langkah 3.6 k) dengan memansakan cawan yang berisi padatan terlarut yang sudah ditimbang di dalam tanur pada suhu 550⁰C selama 15 menit sampai 20 menit;
- b. Keluarkan cawan dari tanur menggunakan penjepit dan biarkan pada suhu kamar;
- c. Dinginkan dalam desikator dan segera timbang dengan neraca analitik;
- d. Ulangi langkah a) sampai c) sehingga diperoleh berat tetap (catat sebagai C gram).

3.8. Perhitungan

3.8.1. Kadar padatan terlarut total

$$\text{Kadar padatan terlarut total (mg/L)} = \frac{(B - A_1) \times 10^6}{\text{ml contoh uji}}$$

dimana :

B = berat tetap (g) cawan berisi padatan terlarut total setelah pemanasan 180⁰ C;

A₁ = berat tetap (g) cawan kosong setelah pemanasan 180⁰ C;

3.8.2. Kadar padatan terlarut total yang terikat

$$\text{Kadar padatan total yang terikat (mg/L)} = \frac{(C - A_2) \times 10^6}{\text{ml contoh uji}}$$

dimana :

C = berat tetap (g) cawan berisi padatan terlarut total setelah pembakaran 550⁰C;

A₂ = berat tetap (g) cawan kosong setelah pembakaran 550⁰C.

3.8.3. Kadar padatan total yang menguap

Kadar padatan total yang menguap (mg/l) = kadar padatan terlarut total (mg/l)
– kadar padatan terlarut total yang terikat (mg/l)

4. Jaminan Mutu dan Pengendalian Mutu

4.1. Jaminan mutu

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

4.2. Pengendalian mutu

- b. Lakukan analisa duplo untuk kontrol ketelitian analisis
- c. Perbedaan kadar yang diperoleh pada penetapan duplo harus kurang dari 5%. Apabila diperoleh kadar lebih dari 5% pengujian harus diulangi, apabila perbedaan kadarnya lebih kecil atau sama dengan 5% hasilnya dirata-ratakan.

5. Rekomendasi

Kontrol akurasi

Buat *control chart* untuk akurasi

3. ANALISA TOTAL SUSPENDED SOLID

SNI 06-6989.3-2004 mengenai Cara Uji Residu Tersuspensi secara Gravimetri

1. Prinsip Kerja

Pemeriksaan residu tersuspensi dilakukan dengan cara menimbang berat residu di dalam contoh yang tertahan pada kertas saring yang berpori 0.45 μm dan telah dikeringkan pada suhu 103-105⁰C hingga diperoleh berat tetap.

2. Gangguan

Gangguan yang terdapat dalam analisis ialah :

- a. Partikel yang besar, partikel yang mengapung, dan zat-zat menggumpal yang tidak dapat tercampur dalam air terlebih dahulu dipisahkan sebelum pengujian;
- b. Contoh yang mengandung kadar garam tinggi untuk menghilangkan gangguan ini diperlukan pembilasan yang sempurna dengan air suling setelah contoh disaring.

3. Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah :

- a. Cawan Goch atau alat penyaring lain yang dilengkapi penghisap atau penekan;
- b. Kertas saring yang berpori 0.45 μm misalnya Gelman tipe A/E atau Whatman tipe 934 AH atau Millipore tipe AP40 atau yang sejenis;
- c. Tempat khusus untuk menaruh kertas saring yang terbuat dari baja anti karat atau alumunium;
- d. Oven untuk pemanasan pada suhu 103-105⁰C;
- e. Desikator
- f. Neraca analitik dengan kapasitas 200 gram dengan ketelitian 0.1 mg;
- g. Penjepit

4. Cara Kerja

Tahapan cara kerja adalah sebagai berikut :

- Penimbangan kertas saring kosong dilakukan dengan urutan :
 - a. Taruh kertas saringan ke dalam alat penyaring;
 - b. Bilas kertas saring dengan air suling sebanyak 20ml dan operasikan alat penyaring;
 - c. Ulangi pembilasan hingga bersih dari partikel-partikel halus pada kertas saring;
 - d. Ambil kertas saring dan taruh di atas tempat khusus kertas saring;
 - e. Keringkan kertas saring tersebut di dalam oven pada temperatur 103 – 105 ⁰C selama 1 jam;
 - f. Dinginkan dalam desikator selama 10 menit;
 - g. Timbang dengan neraca analitik;
 - h. Ulangi langkah e sampai g hingga diperoleh berat tetap (kehilangan berat < 4 %) misalnya B mg;
 - i. Taruh kertas saring tersebut di dalam desikator.
- Penyaringan contoh dan penimbangan residu tersuspensi dilakukan dengan urutan sebagai berikut :
 - a. Siapkan kertas saring yang telah diketahui beratnya pada alat penyaring;

- b. Contoh dikocok hingga merata dan masukkan ke dalam alat penyaring; banyaknya contoh yang diambil disesuaikan dengan kadar residu tersuspensi sehingga berat residu tersuspensi antara 2,5 mg sampai 200 mg;
 - c. Saring contoh, kemudian residu tersuspensi dibilas dengan air suling sebanyak 10ml dan dilakukan 3 kali pembilasan;
 - d. Ambil kertas saring dan taruh di tempat khusus;
 - e. Keringkan di dalam alat pengering pada suhu 103 – 105 °C selama 1 jam;
 - f. Dinginkan di dalam desikator selama 10 menit;
 - g. Timbang dengan neraca analitik;
 - h. Ulangi langkah e, f dan g hingga diperoleh berat tetap (kehilangan < 4 %) misalnya A mg;
 - i. Hasil tersebut dapat dilanjutkan untuk penetapan residu tersuspensi terurai;
 - j. Air saringan yang diperoleh dapat digunakan untuk penetapan residu terlarut.
5. Perhitungan

Rumus yang digunakan dalam perhitungan ialah :

$$\text{Residu Tersuspensi (mg/L)} = \frac{(A - B) \times 1000}{c}$$

dimana :

- a = Berat filter dan residu sesudah pemanasan 105⁰ C (mg)
- b = Berat filter kering sesudah pemanasan 105⁰ C (mg)
- c = Volume sampel (ml)

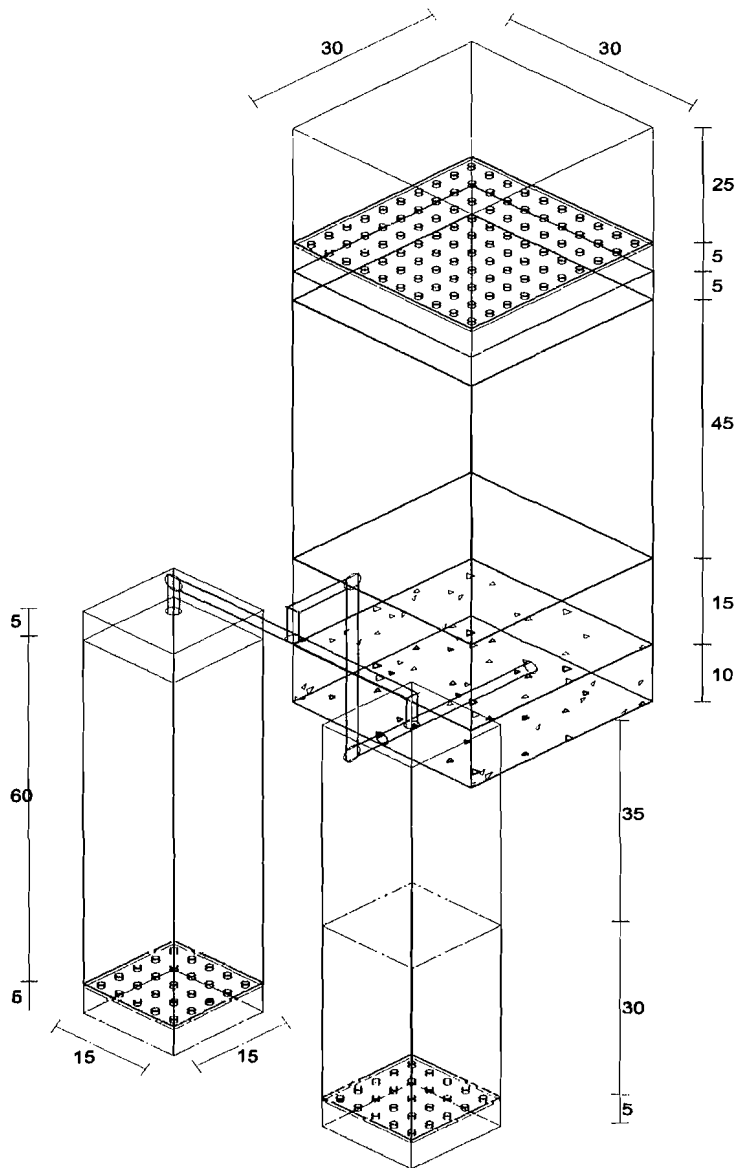
BIOSAND FILTER-ACTIVATED CARBON

GAMBAR REAKTOR

LAMPIRAN 3

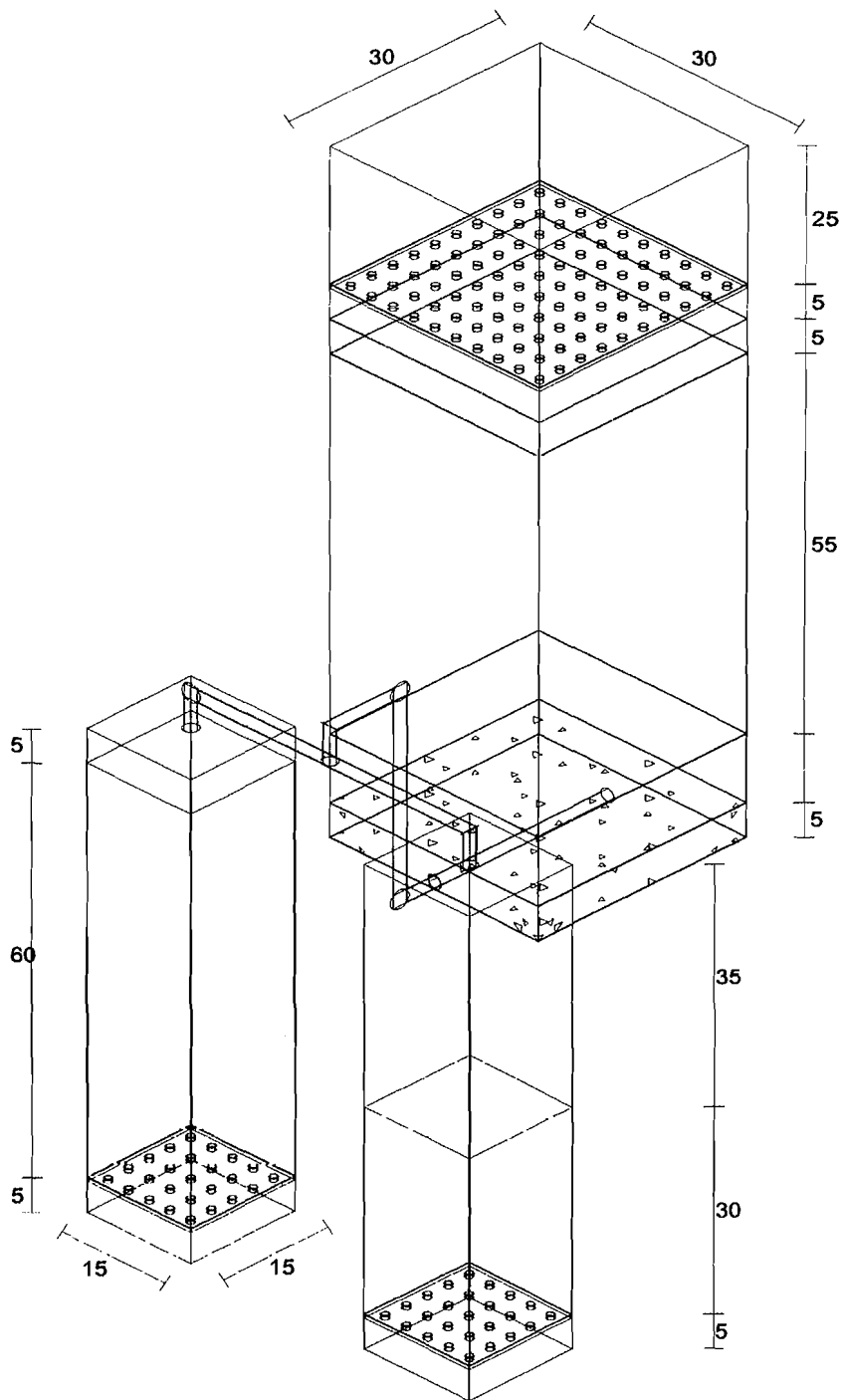
LAMPIRAN 3

Gambar Reaktor Biosand Filter-Activated Carbon



Gambar Reaktor 1, terdiri dari:

- 1. BIOSAND FILTER(45:15:10)-ACTIVATED CARBON(60)***
- 2. BIOSAND FILTER(45:15:10)-ACTIVATED CARBON(30)***



Gambar Reaktor 2, terdiri dari:

- 1. BIOSAND FILTER(55:10:5)-ACTIVATED CARBON(60)**
- 2. BIOSAND FILTER(55:10:5)-ACTIVATED CARBON(30)**

LAMPIRAN 4

HASIL PENGOLAHAN AIR SELOKAN MATARAM,
YOGYAKARTA DENGAN MENGGUNAKAN
BIOSAND FILTER-ACTIVATED CARBON

LAMPIRAN 4

Hasil Pengolahan Air Selokan Mataram, Yogyakarta Dengan Menggunakan *Biosand Filter-Activated Carbon*



INLET

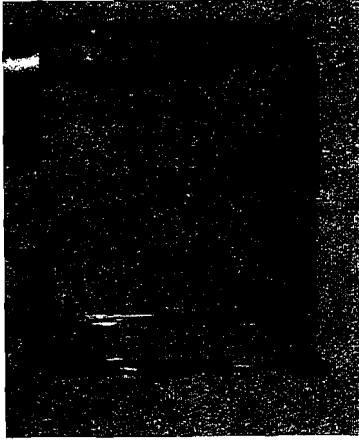


BIOSAND FILTER(45:15:10)-ACTIVATED CARBON(60)

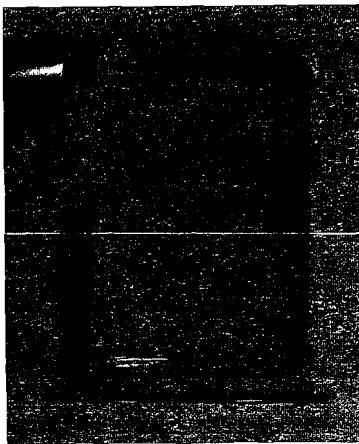


BIOSAND FILTER(45:15:10)-ACTIVATED CARBON(30)

BIOSAND FILTER(55:10:5)-ACTIVATED CARBON(30)



BIOSAND FILTER(55:10:5)-ACTIVATED CARBON(60)



PARAMETER TOTAL DISSOLVED SOLID (TDS)

HASIL ANALISA LABORATORIUM UNTUK

LAMPIRAN 5

LAMPIRAN 5 :

Hasil Analisa Laboratorium Untuk Parameter Total Disolved Solid (TDS)

No : /XII/07L.K.L TSP UII
Hal : 1 dari 1

SERTIFIKAT HASIL UJI KUALITAS AIR
Tugas Akhir

Nama Mahasiswa : WIDYAPRASTHA SETIAHADI
Jenis Contoh Uji : Treatment Air Sungai Selokan Mataram
Asal Contoh Uji : Selokan Mataram Jalan Kaliurang
Pengambil Contoh Uji : WIDYAPRASTHA SETIAHADI
Tanggal Pengambilan Contoh : 1 Agustus
Tanggal Pengujian Contoh : 1 Agustus - 1 September
Parameter yang diuji : Total Disolved Solid (TDS)
Kode Contoh Uji : 2007.05.11.TDS
Kode Lab. : 03LKL FTSP

Sampel Ke -	Satuan	Hasil pengujian					Metode Uji
		Inlet BSF 1	Outlet BSF 1	Outlet BSF 2	Outlet BSF 3	Outlet BSF 4	
1	mg/L	1088	164	238	203	307	SNI 06 - 6989.3 - 2004
2	mg/L	983	165	220	171	288	SNI 06 - 6989.3 - 2004
3	mg/L	965	123	200	183	249	SNI 06 - 6989.3 - 2004
4	mg/L	1011	177	244	165	275	SNI 06 - 6989.3 - 2004
5	mg/L	1163	196	303	233	340	SNI 06 - 6989.3 - 2004
6	mg/L	1133	213	279	246	343	SNI 06 - 6989.3 - 2004
7	mg/L	1031	216	292	259	308	SNI 06 - 6989.3 - 2004
8	mg/L	1012	245	305	235	312	SNI 06 - 6989.3 - 2004
9	mg/L	921	224	267	239	303	SNI 06 - 6989.3 - 2004
10	mg/L	1005	233	299	284	355	SNI 06 - 6989.3 - 2004
11	mg/L	1035	264	336	275	397	SNI 06 - 6989.3 - 2004
12	mg/L	1015	277	332	301	385	SNI 06 - 6989.3 - 2004
13	mg/L	953	271	331	300	380	SNI 06 - 6989.3 - 2004
14	mg/L	933	261	343	-	-	SNI 06 - 6989.3 - 2004
15	mg/L	917	269	339	-	-	SNI 06 - 6989.3 - 2004

Keterangan sampel uji:
BSF 1 : Biosand filter 45 : 15 : 10 -Karbon aktif 60
BSF 2 : Biosand filter 45 : 15 : 10 -Karbon aktif 30
BSF 3 : Biosand filter 55 : 10 : 5 -Karbon aktif 60
BSF 4 : Biosand filter 55 : 10 : 5 -Karbon aktif 30

- Catatan : 1. Hasil uji ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji
2. Sertifikat Hasil Uji ini tidak boleh digandakan tanpa izin dari Kepala Laboratorium Kualitas Lingkungan FTSP UII.

Yogyakarta, 05 November 2007
Kepala Laboratorium



H. Kasam, MT

PARAMETER TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS)

HASIL ANALISA LABORATORIUM UNTUK

LAMPIRAN 6

LAMPIRAN 6 :

Hasil Analisa Laboratorium Untuk Parameter Total Suspended Solid (TSS)



Jl. Kaliurang km 14,4 Yogyakarta 55584, Phone 0274-895042, 895707, Fax 0274-895330

No : /XII/07LKL.TSP.UII
Hal : 1 dari 1

SERTIFIKAT HASIL UJI KUALITAS AIR
Tugas Akhir

Nama Mahasiswa : WIDYAPRASTHA SETIAHADI
Jenis Contoh Uji : Treatment Air Sungai Selokan Mataram
Asal Contoh Uji : Selokan Mataram Jalan Kaliurang
Pengambil Contoh Uji : WIDYAPRASTHA SETIAHADI
Tanggal Pengambilan Contoh : 1 Agustus
Tanggal Pengujian Contoh : 1 Agustus – 1 September
Parameter yang diuji : Total Suspended Solid (TSS)
Kode Contoh Uji : 2007.05.11.TDS
Kode Lab. : 03LKL FTSP

Sampel Ke -	Satuan	Hasil pengujian					Metode Uji
		Inlet BSF 1	Outlet BSF 1	Outlet BSF 2	Outlet BSF 3	Outlet BSF 4	
1	mg/L	697	49	175	123	235	SNI 06 - 6989.3 - 2004
2	mg/L	657	70	195	141	233	SNI 06 - 6989.3 - 2004
3	mg/L	616	63	163	140	223	SNI 06 - 6989.3 - 2004
4	mg/L	691	107	197	139	241	SNI 06 - 6989.3 - 2004
5	mg/L	677	132	201	147	245	SNI 06 - 6989.3 - 2004
6	mg/L	601	120	187	141	233	SNI 06 - 6989.3 - 2004
7	mg/L	625	137	200	178	258	SNI 06 - 6989.3 - 2004
8	mg/L	648	148	213	176	265	SNI 06 - 6989.3 - 2004
9	mg/L	651	148	213	172	275	SNI 06 - 6989.3 - 2004
10	mg/L	637	166	226	180	259	SNI 06 - 6989.3 - 2004
11	mg/L	561	141	202	161	234	SNI 06 - 6989.3 - 2004
12	mg/L	635	158	231	195	293	SNI 06 - 6989.3 - 2004
13	mg/L	574	152	210	163	258	SNI 06 - 6989.3 - 2004
14	mg/L	542	137	198	-	-	SNI 06 - 6989.3 - 2004
15	mg/L	513	135	193	-	-	SNI 06 - 6989.3 - 2004

Keterangan sampel uji :
BSF 1 : Biosand filter 45 : 15 : 10 –Karbon aktif 60
BSF 2 : Biosand filter 45 : 15 : 10 –Karbon aktif 30
BSF 3 : Biosand filter 55 : 10 : 5 –Karbon aktif 60
BSF 4 : Biosand filter 55 : 10 : 5 –Karbon aktif 30

- Catatan : 1. Hasil uji ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji
2. Sertifikat Hasil Uji ini tidak boleh digandakan tanpa izin dari Kepala Laboratorium Kualitas Lingkungan FTSP UII.

Yogyakarta, 05 November 2007
Kepala Laboratorium



KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

LAMPIRAN 7

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	NAMA	NO MHS	PRODI
1	Widyaprastha Setiahad	03513004	Teknik Lingkungan
2			

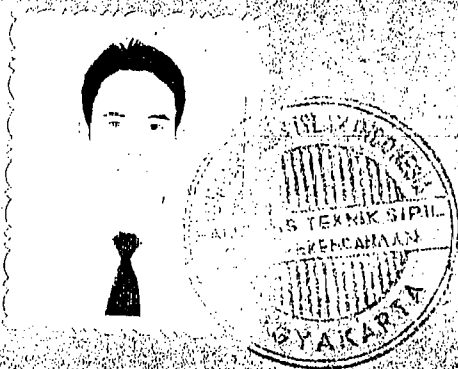
JUDUL TUGAS AKHIR : Penurunan TDS dan TSS pada Air Permukaan Selokan Mataram Yogyakarta dengan Menggunakan Teknologi Carbon Aktive - Biosand Filter

PERIODE : Genap
TAHUN AKADEMIK : 2006/2007

No	kegiatan	Bulan Ke ;					
		Apr	Mei	Juni	Juli	Agt	Sept
1	Pendaftaran						
2	Penentuan Dosen pembimbing						
3	Pembuatan Proposal						
4	Seminar proposal						
5	Konsultasi Penyusunan TA						
6	Sidang - sidang						
7	Pendadaran						

DOSEN PEMBIMBIG I : Eko Siswoyo, ST
DOSEN PEMBIMBING II : Any Juliani, ST, MSc
DOSEN PEMBIMBING III :

Yogyakarta, 16-Apr-07
Koordinator TA



(Eko Siswoyo, ST)

Catatan

Seminar
Sidang
Pendadaran