

# **ANALISIS KINERJA AERASI, BAK PENGENDAP, DAN BIOSAND FILTER SEBAGAI PEREDUKSI COD, NITRAT, FOSFAT DAN ZAT PADAT PADA BLACK WATER ARTIFICIAL**

**MAHASISWA : RIZKI YULISTIANTO**  
**NRP : 3309100030**  
**PEMBIMBING : Prof. Dr. Ir. NIEKE**  
**KARNANINGROEM, MSc**  
**NIP : 195501281985032001**

## **ABSTRAK**

Tujuan dari penelitian ini adalah memperoleh efisiensi penyisihan serta variasi ketebalan dan diameter media pasir yang paling optimal dalam menyisihkan COD, zat padat, nitrat dan fosfat dari air limbah dengan menggunakan aerasi, bak pengendap, dan *biosand filter*. Dimensi bak pengendap yang digunakan yaitu, 77cm x 20cm x 20cm (panjang x lebar x tinggi). Media yang digunakan pada reaktor *biosand filter* adalah pasir dengan variasi ketebalan 5cm dan 10cm, serta diameter 0,59mm dan 1,19mm. Pengaliran air limbah diatur menggunakan *valve* dengan debit 30l/jam atau 8,3ml/detik.

Hasil dari analisis yang dilakukan didapatkan penyisihan rata – rata dari aerasi terhadap parameter COD 19,35%, zat padat 4,29%, nitrat 5,84%, fosfat 4,56%. bak pengendap terhadap parameter COD 27,07%, zat padat 60,62%, nitrat 8,67%, fosfat 7,48%. Selanjutnya untuk *biosand filter* 1, 2, dan 3 dalam penyisihan COD 51,90%; 59,30%; dan 39,69%, zat padat 81,94%; 90,89%; dan 79,22%, nitrat 22,72%; 28,02%; dan 20,19%, fosfat 20,49%; 22,82%; dan 16,87%. Variasi optimal pada penelitian ini adalah reaktor *biosand filter* 2, dengan ketebalan media 10 cm dan diameter 0,59mm.

***Kata Kunci : Biosand Filter, COD, fosfat, limbah domestik, nitrat, zat padat***

# **AERATION, SEDIMENTATION, AND BIOSAND FILTRATION'S PERFORMANCE ANALYSIS IN BLACK WATER'S COD, NITRATE, POSPHATE, AND TOTAL SUSPENDED SOLID REMOVAL**

**STUDENT** : RIZKI YULISTIANTO  
**ID No.** : 3309100030  
**DEPARTMENT** : ENVIRONMENTAL  
ENGINEERING  
**ADVISOR** : Prof. Dr. Ir. NIEKE  
KARNANINGROEM, MSc

## **Abstract**

The purpose of this research is obtaining removal efficiencies and optimal variation of diameter and thickness of the sand used in biosand filter to remove cod, nitrate, phosphate, and total suspended solid contained within the water sample using an aeration and sedimentation as a pre-treatment. The dimension of the sedimentation used in this research is 77cm x 20cm x 20cm (length x width x height). Variations are 5cm and 10cm in thickness, 1,19mm and 0,59mm in diameter. Water flow was set to 30l/hr or 8,3ml/sec using plastic valve.

According to recent analysis, we obtain an average removal of cod, nitrate, phosphate, and total suspended solid sequentially in aeration was 19,35%, 4,29%, 5,84%, 4,56%. In sedimentation was 27,07%, 60,62%, 8,67%, 7,48%. In biosand filter 1, 2, 3 was 51,90%; 59,30%; 39,69% for cod. 81,94%; 90,89%;79,22% for total suspended solid. 22,72%; 28,02%;20,19% for nitrate. 20,49%; 22,82%; 16,87% for phosphate with biosand filter 2 became the most optimum variation in overall parameters removal as we saw above.

***Keywords: Biosand Filter, COD, phosphate, domestic wastewater, nitrate, total suspended solid***

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Air Limbah Domestik**

##### **2.1.1 Karakteristik Air Limbah Domestik**

Air limbah adalah cairan buangan dari rumah tangga, industri maupun tempat-tempat umum lain yang mengandung bahan – bahan yang dapat membahayakan kehidupan manusia maupun makhluk hidup lain serta mengganggu kelestarian lingkungan (Metcalf & Eddy, 1993). Selanjutnya, Air limbah domestik menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik disebutkan pada Pasal 1 ayat 1, bahwa air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (*restaurant*), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama.

Air limbah domestik terbagi menjadi 2 kelompok, yaitu air limbah yang terdiri dari air buangan tubuh manusia yaitu tinja dan *urine (black water)* dan air limbah yang berasal dari buangan dapur dan kamar mandi (*gray water*), yang sebagian besar merupakan bahan organik (Veenstra, 1995).

Komposisi limbah cair perkotaan mengandung lebih dari 99,9% cairan dan 0,1% padatan. Padatan dalam limbah cair ini terdiri dari padatan organik dan non-organik. Zat organik terdiri dari protein (65%), karbohidrat (25%) dan lemak (10%). Sedangkan , padatan non-organik terdiri dari *grit*, garam-garam dan logam berat, zat ini merupakan bahan pencemar utama bagi lingkungan (Sugiharto, 1987).

Karakteristik limbah cair domestik dijelaskan sebagai berikut:

##### a. Karakteristik fisik limbah cair

Karakteristik awal limbah cair yang sangat mudah terlihat dengan mata telanjang adalah karakteristik fisik limbah cair. Penentuan derajat pencemaran air limbah juga sangat mudah terlihat dari karakteristik fisiknya. Salah satu hal yang mempengaruhi karakteristik fisik ini adalah aktivitas penguraian

bahan-bahan organik pada air buangan oleh mikroorganisme. Penguraian ini akan menyebabkan kekeruhan. Selain itu, kekeruhan juga dapat terjadi akibat lumpur, tanah liat, zat koloid dan benda-benda terapung yang tidak segera mengendap.

Penguraian bahan-bahan organik juga menimbulkan terbentuknya warna. Selain itu, penguraian bahan-bahan organik yang tidak sempurna dan menyebabkannya menjadi busuk dapat menimbulkan bau. Beberapa karakteristik fisik yang penting dalam limbah cair, antara lain warna, bau adanya endapan atau zat tersuspensi dari lumpur limbah dan temperatur. (Siregar, 2005).

b. Karakteristik Biologis limbah cair

Karakteristik biologis limbah cair biasanya dipengaruhi oleh kandungan mikroorganisme dalam limbah cair tersebut. Karakteristik biologis terdiri dari mikroorganisme yang terdapat di dalam air limbah, seperti bakteri, virus, jamur, ganggang, protozoa (Siregar, 2005). Karakteristik biologis ini penting, terutama dalam hubungannya dengan air minum serta untuk keperluan kolam renang.

Mikroorganisme yang berperan dalam proses penguraian bahan-bahan organik di dalam limbah cair domestik, antara lain bakteri, jamur, protozoa dan algae. Bakteri adalah mikroorganisme bersel satu yang menggunakan bahan organik dan anorganik sebagai makanannya. Bakteri yang memerlukan oksigen untuk mengoksidasi bahan organik disebut bakteri aerob, sedangkan yang tidak memerlukan oksigen disebut bakteri anaerob. (Sugiarto, 1987).

c. Karakteristik kimia limbah cair

Karakteristik limbah cair dipengaruhi oleh kandungan bahan kimia dalam limbah cair. Kandungan bahan kimia ini pada umumnya dapat merugikan lingkungan melalui berbagai cara, antara lain bahan organik, protein, karbohidrat, lemak dan minyak, fenol, bahan anorganik, klorida, sulfur, zat beracun, logam berat (Ni, Zn, Mg, Cd, Pb, Cu, Fe, Hg), metana, nitrogen, fosfor dan gas ( $O_2$ ) (Siregar, 2005).

### 2.1.2. Kualitas Air Limbah Domestik

Kualitas suatu air limbah akan dapat terindikasi dari kualitas parameter kunci, dimana konsentrasi parameter kunci tidak melebihi dari standard baku mutu yang ada sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, maka parameter kunci untuk air limbah domestik adalah BOD, COD, TSS, Nitrat dan Phosphat.

Menurut Hammer (1986), kualitas air limbah dari masing – masing kegiatan dapat bervariasi, namun rata- rata kualitas air limbah domestik adalah sebagai berikut:

- MLSS = 240 mg/L                      - Total N = 35 mg/L
- MLVSS = 180 mg/L   - Total P = 10 mg/L
- BOD = 200mg/L

Sedangkan air limbah domestik jenis *gray water* yang dibuang tanpa diolah, menurut Veenstra (1995), mempunyai karakteristik sebagai berikut :

- BOD<sub>5</sub><sup>20</sup> = 110 – 400 mg/L
- COD = 150 – 600 mg/L
- TSS = 350 – 750 mg/L
- Tidak mengandung bahan berbahaya seperti logam berat dan bahan kimia toksik.

Konsentrasi rata – rata untuk parameter tersebut menurut Sundstrom & Klei *dalam* Sugiharto (1987) adalah sebagai berikut

- :
- BOD<sub>5</sub><sup>20</sup> = 250 mg/L
  - COD = 500 mg/L
  - TSS = 500 mg/L

Dari hasil penelitian di perumahan ITS – Sukolilo-Surabaya oleh Tangahu & Warmadewanthi (2001), bahwa rata – rata karakteristik limbah rumah tangga adalah sebagai berikut :

- pH = 6,92

- BOD5 = 195 mg/L
- COD = 290 mg/L
- TSS = 480 mg/L
- Suhu = 29°C

Menurut Effendi (2003) bahwa air limbah domestik dapat diklasifikasikan tingkat pencemarannya berdasarkan kualitas parameter air limbah, yaitu :

Tabel 2.1. *Klasifikasi tingkat pencemaran air limbah domestik*

Parameter	Tingkat Pencemaran		
	Berat	Sedang	Ringan
	1.000	500	200
	12	8	4
1. Padatan Total (mg/l)	300	200	100
2. Padatan Terendapkan (ml/l)	800	600	400
3. BOD (mg/l)	85	50	25
4. COD (mg/l)	30	30	15
5. N Total (mg/l)	175	100	15
6. Amonia-N (mg/l)	200	100	50
7. Klorida (mg/l)	40	20	0
8. Alkalinitas (mg/l CaCO <sub>3</sub> )			
9. Minyak dan Lemak			

Sumber : Effendi, 2003.

## 2.2 Parameter Pencemar

### 2.2.1 COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Jumlah oksigen (mg/L O<sub>2</sub>) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam satu liter sampel air adalah pengertian dari COD, dimana oksidator yang digunakan adalah K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>.

Angka COD merupakan ukuran pencemaran air oleh zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses kimiawi dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air. Sebagian besar zat organik melalui tes COD ini dioksidasi oleh  $K_2Cr_2O_7$  dalam keadaan asam yang mendidih optimum. Perak sulfat ( $Ag_2SO_4$ ) ditambahkan sebagai katalisator untuk mempercepat reaksi, Sedangkan merkuri sulfat ditambahkan untuk menghilangkan gangguan klorida yang pada umumnya ada di dalam air limbah. Untuk memastikan bahwa hampir semua zat organik habis teroksidasi maka zat pengoksidasi  $K_2Cr_2O_7$  masih harus tersisa sesudah direfluks.  $K_2Cr_2O_7$  yang tersisa menentukan berapa besar oksigen yang telah terpakai. Sisa  $K_2Cr_2O_7$  tersebut ditentukan melalui titrasi dengan Ferro Ammonium Sulfat (FAS). Indikator ferroin digunakan untuk menentukan titik akhir titrasi yaitu disaat warna hijau biru larutan berubah menjadi coklat merah. Sisa  $K_2Cr_2O_7$  dalam larutan blanko adalah  $K_2Cr_2O_7$  awal, karena diharapkan blanko tidak mengandung zat organik yang dioksidasi oleh  $K_2Cr_2O_7$  (Alaerts dan Santika, 1984).

### **2.2.2 Nitrat dan Fosfat**

Nitrat merupakan bentuk nitrogen yang berperan sebagai nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Nitrat sangat mudah larut dalam air dan memiliki sifat yang relatif stabil. Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi yang sempurna diperairan. Pada dasarnya, Nitrat merupakan sumber utama Nitrogen diperairan, akan tetapi tumbuhan lebih menyukai Amonia untuk digunakan dalam proses pertumbuhan. Kadar Nitrat di perairan yang tidak tercemar biasanya lebih tinggi dari pada kadar amonium. Kadar Nitrat lebih dari 5 mg/ltr. menggambarkan keadaan suatu perairan yang telah tercemar akibat aktivitas manusia dan tinja hewan. Kadar Nitrogen yang lebih dari 0,2 mg/l menggambarkan terjadinya eutrofikasi perairan

Sumber fosfat yang dalam tanah sebagai fosfat mineral yaitu batu kapur fosfat, sisa-sisa tanaman dan bahan organik lainnya. Perubahan fosfor organik menjadi fosfor anorganik

dilakukan oleh mikroorganisme. Selain itu, penyerapan fosfor juga dilakukan oleh liat dan silikat (Isnaini, 2006). Fosfat anorganik maupun organik terdapat dalam tanah. Bentuk anorganiknya adalah senyawa Ca, Fe, Al, dan F. Fosfor organik mengandung senyawa yang berasal dari tanaman dan mikroorganisme dan tersusun dari asam nukleat, fosfolipid, dan fitin (Rao, 1994).

### 2.3. *Black dan Grey Water*

*Black water* adalah air limbah dari buangan kakus (tinja) yang dibuang ke dalam tangki septik, sedangkan *grey water* adalah air limbah rumah tangga non kakus, yaitu buangan yang berasal dari kamar mandi, dapur (mengandung sisa makanan), dan tempat cuci.

Dan setiap manusia rata-rata dapat mengeluarkan 125-250 gram limbah hitam (tinja dan air kencing) per hari, sehingga ribuan ton limbah hitam diproduksi setiap harinya. Di luar jumlahnya, limbah hitam mengandung empat komponen berbahaya: mikroba (seperti bakteri *Salmonella typhi* penyebab demam tifus dan bakteri *kolera, hepatitis A*, dan virus penyebab *pholio*), materi organik berupa sisa dan ampas makanan yang tidak tercerna dalam bentuk karbohidrat, enzim, lemak, mikroba dan sel-sel mati, telur cacing prevalensi anak cacangan dan nutrien yang umumnya merupakan senyawa nitrogen (N) dan fosfor (P) yang dibawa oleh sisa protein dan sel-sel mati. Zat organik *black* dan *grey water* akan mengalami proses dekomposisi yang memerlukan oksigen terlarut, sehingga dapat menurunkan kandungan oksigen terlarut dalam air limbah, ditandai oleh warna air limbah kehitaman, berbusa, dan berbau busuk.



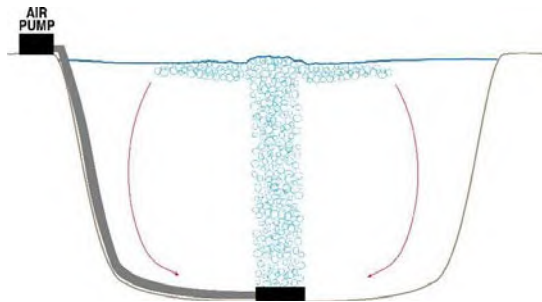
Tabel 2.2. Karakteristik Limbah Blackwater

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji
1	COD	mg/l	3.000
2	BOD	mg/l	1.218
3	TSS	mg/l	1.800
4	pH	-	7.13
5	Suhu	°C	27,03
6	DO	mg/l	0,51

Sumber: Ragil, 2012

## 2.4 Aerasi Terdifusi

Aerasi merupakan salah satu proses dari transfer gas yang lebih dikhususkan pada transfer oksigen dari fase gas ke fase cair. Fungsi utama aerasi dalam pengolahan air adalah melarutkan oksigen ke dalam air untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air dan melepaskan kandungan gas-gas yang terlarut dalam air, serta membantu pengadukan air.



Gambar 2.1 Aerasi Terdifusi

Aerasi dipergunakan pula untuk menghilangkan kandungan gas – gas terlarut, oksidasi kandungan besi dan mangan dalam air, mereduksi kandungan ammonia dalam air melalui proses nitrifikasi dan untuk meningkatkan kandungan

oksigen terlarut agar air terasa lebih segar. Penyisihan rasa dan bau. Aerasi mempunyai keterbatasan dalam hal penyisihan rasa dan bau. Sebagian besar rasa dan bau disebabkan oleh bahan yang sangat larut dalam air, sehingga aerasi kurang efisien dalam menyisihkan rasa dan bau ini dibandingkan dengan metoda pengolahan lain, misalnya oksidasi kimiawi atau adsorpsi.

Penyisihan besi dan mangan. Penyisihan besi dan mangan dapat dilakukan dengan proses oksidasi. Aplikasi aerasi dalam proses ini dapat memberikan cukup banyak oksigen untuk berlangsungnya reaksi. Proses ini biasanya digunakan pada air tanah yang kebanyakan mempunyai kandungan oksigen terlarut yang rendah. Oleh karena itu, aerasi dalam aplikasi ini akan menghasilkan endapan dan meningkatkan konsentrasi oksigen terlarut. Mangan sering kali tidak dapat teroksidasi pada pH normal. Peningkatan pH sampai 8,5 dapat memperbesar oksidasi mangan, khususnya jika digunakan menara aerator.

Faktor-faktor yang mempengaruhi perpindahan oksigen adalah (1) suhu, (2) kejenuhan oksigen, (3) karakteristik air, dan (4) derajat turbulensi.

## **2.5 Bak Pengendap**

Bangunan bak pengendap digunakan untuk memisahkan partikel diskrit seperti pasir, lempung, dan padatan lainnya dari fase liquid dengan menggunakan gaya gravitasi. Partikel diskrit adalah partikel yang selama proses pengendapannya tidak berubah bentuk, ukuran dan beratnya.

Efisiensi pengendapan tergantung pada karakteristik aliran, sehingga perlu diketahui karakteristik aliran pada unit tersebut. Karakteristik aliran dapat diperkirakan dengan bilangan reynold dan bilangan froude (Kawamura, 2000).

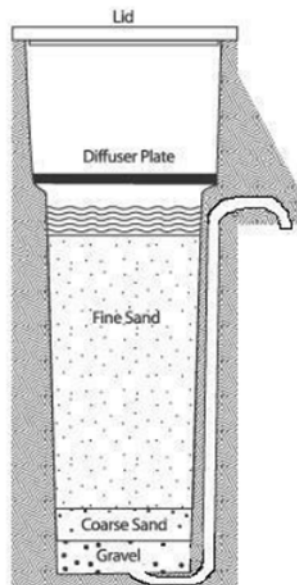
Berdasarkan karakteristik aliran dan fungsinya, BP I dibagi dalam empat zona, yaitu:

1. Zona inlet, yaitu untuk memperluas aliran transisi dari influen ke aliran steady uniform di zona pengendapan agar proses pengendapan di zona pengendapan tidak terganggu.

2. Zona pengendapan, yaitu untuk mengendapkan partikel diskrit yang ada di dalam air buangan.
3. Zona lumpur, yaitu untuk menampung partikel-partikel solid yang berhasil diendapkan.
4. Zona outlet, yaitu untuk mengalirkan air limbah yang telah terendapkan padatnya ke pelimpah, untuk selanjutnya dialirkan ke unit – unit pengolahan berikutnya.

## 2.6 Biosand Filter

*Biosand filter* merupakan teknologi yang diadaptasi dari proses *slow sand filter*. Ide ini berawal saat Prof. Dr. Manz David melakukan penerapan dalam berbagai ukuran dan variasi, desain yang banyak dijumpai tidak sesuai bila digunakan untuk mengolah air sumur skala rumah tangga. sehingga dilakukan suatu pengembangan teknologi yang sesuai untuk skala rumah tangga (David, 2004).



## Gambar 2.2 Unit Biosand Filter

*Biosand filter* adalah alat penyaring dimana air yang diolah dilewatkan pada media proses dengan kecepatan rendah. Kecepatan penyaringan dipengaruhi oleh diameter butiran pasir. Pada media tersebut juga telah dilakukan penanaman bakteri sehingga terjadi proses biologis didalamnya. Desain dari *biosand filter* dapat dilihat pada Gambar 2.1 (David, 2004). *Biosand filter* menurunkan 95% hingga 99% kontaminan organik termasuk bakteri, virus, protozoa, cacing, dan partikel. Bakteri dan zat padat yang terapung mulai meningkat dalam kepadatan yang tinggi di lapisan media paling atas. *Biosand filter* didesain memiliki ketinggian air setinggi 5 cm dari permukaan media paling atas. Ketinggian 5 cm menjadi ketinggian optimum dari perpindahan patogen. Jika tingkatan air terlalu dangkal, lapisan *biofilm* dapat lebih mudah terganggu karena rusak oleh kecepatan datangnya air.

### 2.6.1 Mekanisme Filtrasi

Pada proses filtrasi terdapat beberapa proses penting, yaitu (Huisman, 1997):

- a) Mechanical Straining  
Merupakan proses penyaringan partikel tersuspensi yang terlalu besar untuk lolos dari lubang antara butiran media, terjadi pada permukaan filtrasi. *Clogging* pada filter akan mengurangi ukuran pori sehingga perlu dipilih butiran yang lebih kasar.
- b) Sedimentasi  
Merupakan proses pengendapan partikel tersuspensi yang lebih halus ukurannya daripada lubang pori pada permukaan butiran.
- c) Adsorpsi  
Adalah proses penghilangan partikel koloidal yang berasal dari bahan organik maupun non organik yang tidak terendapkan. Adsorpsi disebabkan oleh gaya tarik – menarik antar molekul apabila zat tersebut berhubungan.
- d) Aktivitas kimia

Hal ini terjadi karena bereaksi beberapa senyawa kimia dengan oksigen maupun dengan bikarbonat.

- e) **Aktivitas biologi**  
Merupakan aktivitas mikroorganisme yang hidup didalam filter karena secara alamiah mikroorganisme tersebut hidup dalam air baku dan bila melalui filter dapat berkembang biak di dalamnya. Mikroorganisme ini dapat berkembang biak dengan sumber nutrien yang berasal dari bahan organik dan anorganik yang terdapat dalam air baku.

### **2.6.2 Faktor yang mempengaruhi proses filtrasi**

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses filtrasi, yaitu (Primadani, 2011):

- a) **Bentuk butiran**  
Bentuk butiran sangat mempengaruhi besar kecilnya lubang pori dan luas permukaan yang terbentuk. Air yang mengalami kontak dengan luas permukaan media filter sangat menentukan proses operasional dan peristiwa hidrolika dari filter tersebut.
- b) **Ketebalan Media**  
Ketebalan media akan mempengaruhi lamanya pengaliran dan dan besarnya daya saring. Media yang terlalu tebal mempunyai daya saring yang cukup tinggi, tetapi akan membutuhkan waktu detensi yang cukup lama. Sebaliknya, media yang terlalu tipis memerlukan waktu detensi yang singkat namun daya saringnya tidak begitu tinggi.
- c) **Diameter butiran dan distribusi ukuran dari media batu**  
Keadaan media batu yang terlalu kasar atau halus akan menimbulkan variasi dalam ukuran rongga antar butir. Ukuran pori menentukan besarnya tingkat porositas dan kemampuan menyaring partikel halus yang terdapat dalam air baku. Lubang pori yang terlalu besar dapat meningkatkan rate filtrasi namun menyebabkan lolosnya partikel halus yang akan disaring. Sebaliknya, lubang

pori yang terlalu halus akan meningkatkan kemampuan filtrasi namun menyebabkan clogging yang terlalu cepat.

d) Debit filtrasi

Debit filtrasi yang terlalu besar menyebabkan tidak berfungsinya filter secara efisien, Sehingga proses filtrasi tidak dapat terjadi dengan sempurna akibat aliran air yang terlalu cepat melewati rongga diantara butiran media. Hal ini menyebabkan berkurangnya waktu kontak antara permukaan butiran media penyaring dengan air baku. Kecepatan aliran yang terlalu tinggi menyebabkan partikel halus mudah lolos. Selain itu, clogging juga terjadi dengan cepat akibat gerakan-gerakan butiran media yang menyebabkan tertutupnya lubang pori.

e) Konsentrasi kekeruhan

Konsentrasi kekeruhan sangat mempengaruhi efisiensi dari filtrasi. Konsentrasi kekeruhan air baku yang sangat tinggi akan menyebabkan tersumbatnya lubang pori dari media, sehingga dalam melakukan filtrasi sering dibatasi seberapa besar konsentrasi kekeruhan dari air baku yang boleh masuk. Jika konsentrasi kekeruhan terlalu tinggi harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu.

f) Tinggi muka air dan sisa tekanan

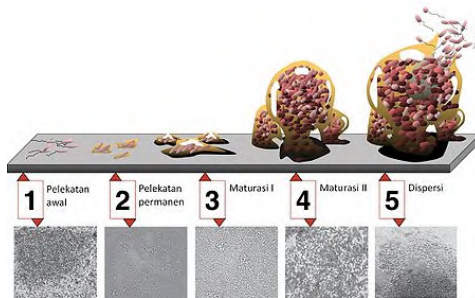
Keadaan tinggi muka air diatas media berpengaruh terhadap besarnya debit atau laju filtrasi. Tersedianya muka air yang cukup tinggi diatas media akan meningkatkan daya tekan air masuk ke dalam pori. Dengan muka air yang tinggi, akan meningkatkan laju filtrasi. Muka air diatas media akan naik bila lubang pori tersumbat (*clogging*) terjadi saat filter dalam keadaan kotor. Untuk melewati lubang pori, dibutuhkan aliran yang memiliki tekanan cukup. Besarnya tekanan air yang ada diatas media berbeda dengan dasarnya, perbedaan inilah yang dinamakan headloss atau kehilangan tekanan.

### 2.6.3 Pembentukan *biofilm*

Biofilm didefinisikan sebagai material organik terdiri dari mikroorganisme terlekat pada matriks polimer (materi polimer ekstraseluler) yang dibuat oleh mikroorganisme itu sendiri, dengan ketebalan lapisan biofilm berkisar antara 100  $\mu\text{m}$ -10 mm yang secara fisik dan mikrobiologis sangat kompleks (Grady & Lim, 1999). Terbentuknya biofilm adalah karena mikroorganisme cenderung menciptakan lingkungan mikro. Komposisi biofilm terdiri dari sel-sel mikroorganisme, produk ekstraseluler, detritus, polisakarida, dan air dengan kandungan sampai 97%. Adapun bahan-bahan pembentuk lapisan biofilm yang lain adalah protein, lipid, dan lektin, dan struktur dari suatu biofilm bentuknya tergantung dari lingkungan. Lapisan biofilm yang sudah matang atau terbentuk sempurna akan tersusun dalam tiga lapisan kelompok bakteri : lapisan paling luar adalah sebagian besar berupa jamur, lapisan tengah adalah jamur dan algae, dan lapisan paling dalam adalah bakteri, jamur dan algae (Slamet dan Masduqi, 2000)

Proses degradasi bahan organik secara aerobik pada biofilm tidak jauh berbeda dengan mikroorganisme tersuspensi. Degradasi substrat terjadi akibat konsumsi substrat dan nutrisi oleh mikroorganisme pada biofilm, dengan menggunakan oksigen sebagai elektron akseptor apabila proses berjalan secara aerobik. Oleh karena melalui lapisan biofilm, maka konsentrasi substrat terbesar berada pada permukaan biofilm.

Pertumbuhan biofilm sangat tergantung pada jenis mikroorganisme yang tumbuh pada permukaan media, dan jenis media yang digunakan. Dan secara umum ada 5 fase di dalam daur hidup biofilm (Gambar 2.3.). Fase tersebut adalah pelekatan awal pada media, pelekatan permanen, maturasi1, maturasi2, dan fase dispersi.



Gambar 2.3 Daur Hidup Biofilm

Pembentukan biofilm meliputi 5 tahapan, yaitu:

1. **Pelekatan awal:** mikroba melekat pada permukaan suatu benda dan dapat diperantarai oleh fli (rambut halus sel)
2. **Pelekatan permanen:** mikroba melekat dengan bantuan eksopolisakarida (EPS).
3. **Maturasi I:** proses pematangan biofilm tahap awal.
4. **Maturasi II:** proses pematangan biofilm tahap akhir, mikroba siap untuk menyebar.
5. **Dispersi:** Sebagian bakteri akan menyebar dan berkolonisasi di tempat lain.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi proses *biologis* pada *biosandfilter* antara lain:

- Temperatur  
Temperatur bukan hanya dapat mempengaruhi aktifitas metabolisme populasi mikroorganisme, akan tetapi juga akan mempengaruhi beberapa faktor seperti kecepatan transfer gas, dan karakteristik pengendapan lumpur. Temperatur optimum untuk mikroorganisme dalam proses aerob dan tidak berbeda dengan proses anaerob.
- Oksigen Terlarut  
Konsentrasi oksigen terlarut dapat memberikan pengaruh pada laju pertumbuhan bakteri aerobik dalam pengolahan secara biologis. Kehadiran oksigen terlarut dalam jumlah



yang cukup sangat diperlukan untuk proses oksidasi dan sintesa sel. Oksigen dalam proses oksidasi ditujukan sebagai sumber elektron akseptor. Oksigen juga sangat diperlukan oleh bakteri nitrifikasi untuk oksidasi nitrogen organik dan ammonia.

- pH

Nilai pH merupakan faktor kunci bagi pertumbuhan mikroorganisme. Beberapa bakteri dapat hidup pada pH diatas 9,5 dan di bawah 4,0. Secara umum pH optimum bagi pertumbuhan mikroorganisme adalah sekitar 6,5-7,5.

- Beban Hidrolik

Beban hidrolik (*hydraulic loading*) digunakan untuk menjelaskan debit atau kapasitas pengolahan per satuan volume atau persatuan luas permukaan (*filter bed*). Sehingga dalam istilah ini dikenal dengan beban hidrolik permukaan (*surface hydraulic loading*) dan beban hidrolik volume (*volume hydraulic loading*).

- Beban Organik.

Laju pengurangan zat organik dalam sistem pengolahan limbah secara biologis dikategorikan berdasar pada konsentrasi BOD yang ada didalam air limbah.

*“ Halaman ini sengaja dikosongkan “*

## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

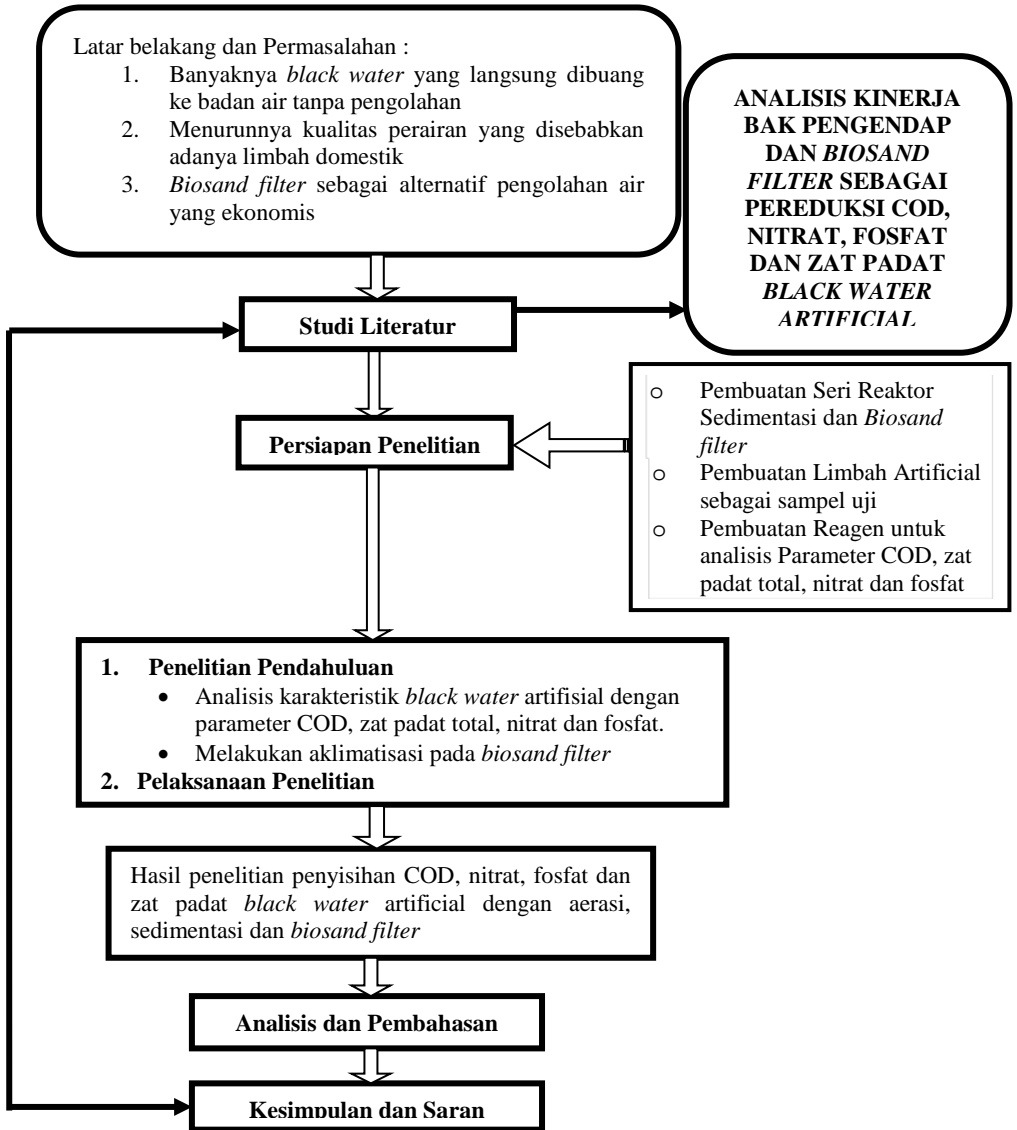
#### **3.1 Umum**

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk mengetahui kinerja reaktor skala laboratorium bak pengendap dan *biosand filter* yang dilengkapi dengan aerasi terdifusi dalam mereduksi zat organik (COD), zat padat, nitrat dan fosfat dari sampel air baku berupa limbah buatan yang karakteristiknya telah disesuaikan dengan *black water* asli.

Untuk mencapai tujuan tersebut diperlukan kerangka penelitian yang digunakan untuk merumuskan ide studi, melakukan peninjauan pada pustaka yang ada, melakukan analisa laboratorium, perhitungan dan penarikan kesimpulan.

#### **3.2 Diagram Alir Penelitian**

Diagram alir penelitian dibuat untuk mendapatkan langkah-langkah yang sistematis dalam melakukan penelitian. Berikut ini adalah diagram alir penelitian:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan kerangka penelitian yang ditampilkan pada Gambar 3.1 maka langkah – langkah penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut.

### **3.3 Tahap – tahap penelitian**

#### **3.3.1 Ide Studi**

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang telah dijelaskan pada bab 1, maka ada beberapa hal yang mendasari ide studi penelitian ini, antara lain :

1. Banyaknya *black water* yang langsung dibuang ke badan air tanpa pengolahan
2. Menurunnya kualitas perairan yang disebabkan adanya limbah domestik
3. *Biosand filter* sebagai alternatif pengolahan air yang ekonomis

Oleh sebab itu, dengan adanya latar belakang permasalahan diatas dihasilkan sebuah ide studi yang mendasari penelitian ini.

#### **3.3.2 Studi Literatur**

Studi literatur dilakukan selama proses penelitian berlangsung, yakni dari tahap awal perencanaan hingga pada analisis dan pembahasan yang nantinya diperoleh suatu kesimpulan. Hal ini dilakukan untuk memperoleh dasar teori yang kuat dan akurat yang berasal dari teks book, laporan tugas akhir terdahulu, tesis, dan jurnal ilmiah

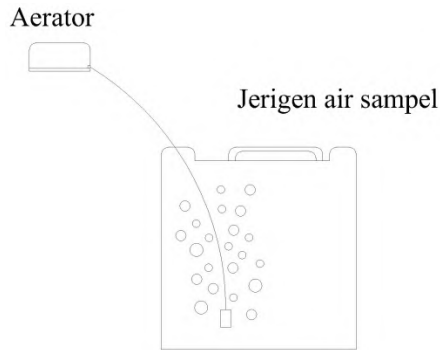
#### **3.3.3 Persiapan Penelitian**

##### **3.3.3.1 Pembuatan Air Sampel**

Sampel air limbah yang digunakan menggunakan air limbah artifisial (buatan). Hal ini disebabkan karena adanya kesulitan dalam pengambilan limbah *black water* langsung dari tangki septik. Air limbah buatan disesuaikan dengan karakteristik air limbah *black water* yang sebenarnya, dengan perbandingan komposisi COD:N:P = 100:5:1.

### 3.3.3.2 Aerasi Terdifusi

Air limbah buatan yang telah disiapkan diaerasi menggunakan *diffused aerator* terlebih dahulu selama  $\pm 30$  menit. Hal ini dilakukan untuk menambah kadar oksigen terlarut di dalam air limbah, sehingga mikroorganisme dalam air limbah dapat tumbuh dengan baik dan membantu pengadukan air limbah agar tercampur secara merata.

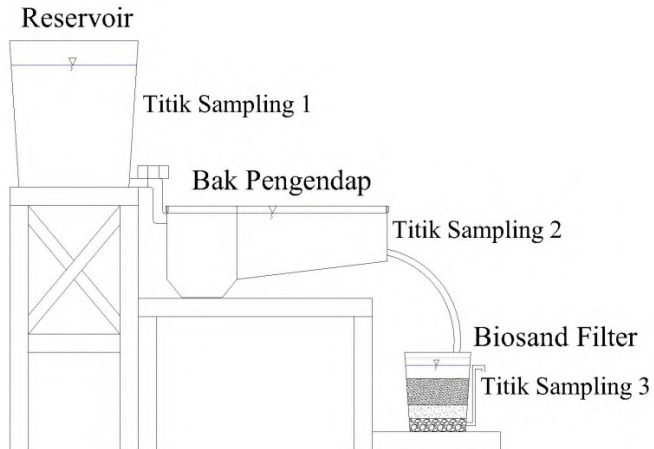


Gambar 3.2 Aerasi Terdifusi

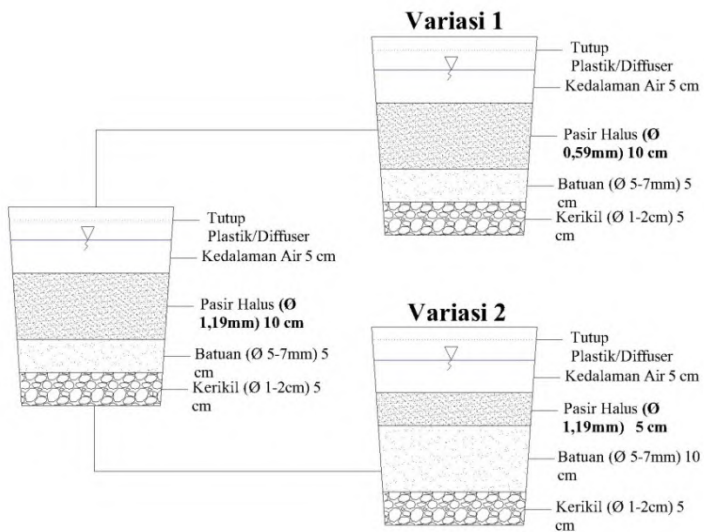
### 3.3.3.3 Bak Pengendap (Sedimentasi)

Air limbah *black water* memiliki kandungan organik dan TSS yang sangat tinggi. Penelitian yang dilakukan Widyarningsih (2011) mengenai pengolahan limbah kantin dengan menggunakan *biosand filter*, kualitas air limbah yang diolah adalah BOD sebesar 185,45 mg/l, COD sebesar 956,8 mg/l, TSS 250 mg/l, dan total fosfat sebesar 3,9 mg/l. Jika air limbah *black water* tersebut langsung diolah dengan *biosand filter*, maka terjadi kemungkinan *clogging* lebih cepat. Maka dari itu diperlukan *pre-treatment* berupa bak pengendap untuk mereduksi kandungan zat padat dan organik yang terdapat pada air limbah sebelum masuk ke reaktor *biosand filter*.

Susunan reaktor dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3.3 Rangkaian Reaktor Lengkap



Gambar 3.4 Variasi Reaktor *Biosand Filter*

#### **3.3.3.4 Analisis Blanko**

Analisis blanko dilakukan selama 10 hari tanpa melalui proses aklimatisasi dengan parameter COD, zat padat, nitrat, dan fosfat.

#### **3.3.3.5 Proses Aklimatisasi**

Aklimatisasi adalah tahap mengkondisikan mikroorganisme agar dapat hidup dan melakukan adaptasi. Untuk mengetahui apakah telah terbentuk lapisan *biofilm* pada reaktor maka dilakukan pengujian awal COD. Jika terjadi penurunan konsentrasi COD minimal sebesar 50% maka lapisan *biofilm* sudah terbentuk dan reaktor siap untuk digunakan (Suligundi, 2013). Proses *seeding* dilakukan dengan cara merendam media yang sudah terisi pada *biosand filter* dengan sampel air limbah dan ketinggian air pada lapisan *biofilm* dijaga setinggi 5 cm dari permukaan media pasir halus. Proses aklimatisasi untuk pembentukan *biofilm* pada media pada penelitian ini dilakukan sekitar 5 hari setelah melakukan analisis blanko.

#### **3.3.4 Penelitian Pendahuluan**

Penelitian pendahuluan ini dilakukan sebagai pengujian awal dari air sampel yang akan digunakan yaitu air limbah *black water* buatan sehingga didapatkan kondisi yang sesuai dengan karakteristik dari air tersebut. Parameter yang diukur antara lain COD, Zat padat, nitrat, dan fosfat.

#### **3.3.5 Pelaksanaan penelitian dan analisis karakteristik effluent**

Setelah alat *biosand filter* sudah siap digunakan maka selanjutnya dilakukan running pada alat tersebut dengan menggunakan air limbah artifisial sebagai sampel. Running dilakukan dengan cara menuangkan 30 L air sampel yang telah diaerasi untuk menambah kadar oksigen terlarut ke dalam *reservoir*, selanjutnya dialirkan menuju bak pengendap dan reaktor *biosand filter* dengan pengaturan debit sesuai dengan perhitungan perencanaan menggunakan *valve* / kran. Running dilakukan satu hari sekali selama kurang lebih 10 hari. Kemudian



dari hasil running tersebut dilakukan analisa karakteristik air effluent yang dihasilkan, lalu membandingkan dengan hasil analisa yang telah didapatkan pada awal penelitian terhadap sampel buatan sehingga dapat diketahui bagaimana kinerja reaktor yang digunakan dari prosentase penyisihannya.

### **3.3.6 Analisis dan Pembahasan**

Dari data yang didapatkan, dilakukan Analisis dan pembahasan mengenai proses penelititan yang telah dilakukan untuk mencapai tujuan yang diinginkan dalam penelitian yaitu mengetahui kinerja reaktor bak pengendap dan *biosand filter* dalam mereduksi parameter pencemar dari sampel yang sebelumnya telah disebutkan dan sekaligus digunakan sebagai upaya untuk menghasilkan suatu kesimpulan dan saran.

### **3.3.7 Kesimpulan dan saran**

Kesimpulan dibuat berdasarkan dari hasil analisis dan pembahasan, sedangkan saran diutarakan untuk pengembangan penelitian serta sebagai dasar dari penelitian berikutnya. Selain itu, kesimpulan dan saran disusun sesuai dengan tujuan penelitian yang diinginkan.

*“ Halaman ini sengaja dikosongkan “*

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dijelaskan mengenai hasil pengamatan dari penelitian yang dilakukan untuk mengetahui persen penyisihan terhadap tiap karakteristik limbah pada setiap reaktor yang telah dipersiapkan. Data akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik serta beberapa penjelasan mengenai proses pada saat analisa dilakukan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada sub bab dibawah ini

### 4.1 Analisis Konsentrasi COD

*Chemical oxygen demand* (COD) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat – zat organik yang ada dalam 1 liter sampel air, dimana pengoksidasi kalium dikromat ( $K_2Cr_2O_7$ ) digunakan sebagai sumber oksigen.

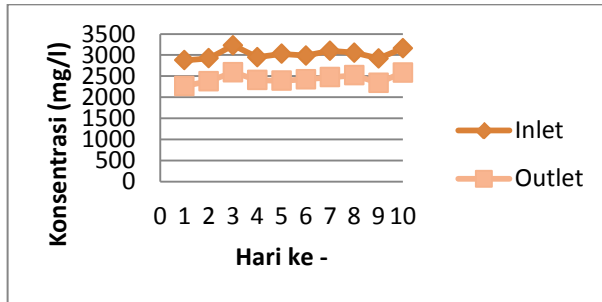
Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat – zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses kimiawi dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air.

Tabel 4.1 Nilai Konsentrasi COD Setelah Aerasi

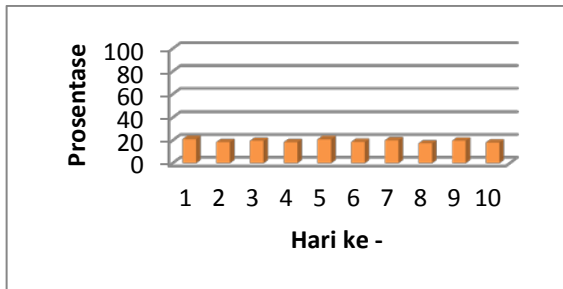
Hari ke-	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Removal (%)
1	2875	2265	21.22
2	2922	2380	18.55
3	3230	2592	19.75
4	2950	2405	18.47
5	3028	2390	21.07
6	2986	2426	18.75
7	3100	2475	20.16
8	3054	2520	17.49
9	2920	2341	19.83
10	3160	2584	18.23
<b>Rata - rata</b>	<b>3022.5</b>		<b>19.35</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014

Berdasarkan hasil analisis konsentrasi COD *inlet* sebelum dan setelah diaerasi pada Tabel 4.1, maka dapat digambarkan grafik persentase penyisihannya pada Gambar 4.2 berikut.



Gambar 4.1 Grafik Konsentrasi COD Aerasi



Gambar 4.2 Grafik Persentase Penyisihan COD Aerasi

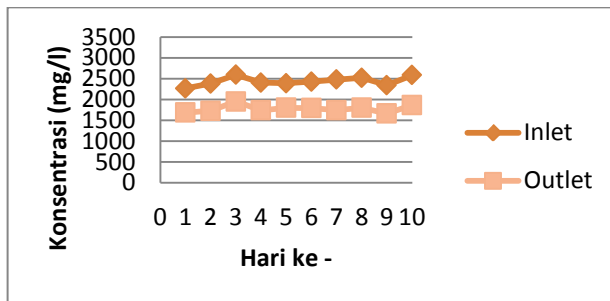
Berdasarkan Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa rentang efisiensi penyisihan COD pada Aerasi mulai analisis hari ke-1 hingga hari ke-10 berkisar antara 17,49% - 21,22%, Berikutnya akan ditampilkan data analisa COD pada bak pengendap.

Tabel 4.2 Nilai Konsentrasi COD pada *Bak Pengendap*

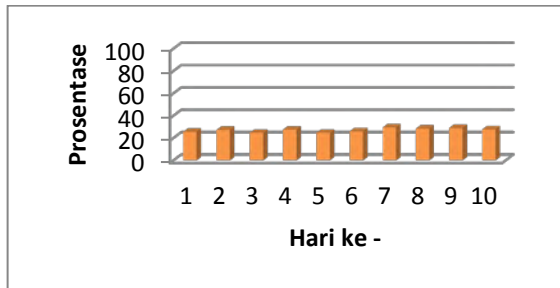
Hari ke-	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Removal (%)
1	2265	1685	25.61
2	2380	1730	27.31
3	2592	1952	24.69
4	2405	1740	27.65
5	2390	1801	24.64
6	2426	1795	26.01
7	2475	1744	29.54
8	2520	1802	28.49
9	2341	1662	29.00
10	2584	1866	27.79
<b>Rata - rata</b>	<b>2437.8</b>		<b>27.07</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014

Berdasarkan hasil analisis konsentrasi COD di *inlet* dan *outlet* bak pengendap pada Tabel 4.2, maka dapat digambarkan grafik persentase penyisihannya pada gambar 4.4 berikut.



Gambar 4.3 Grafik Konsentrasi COD Bak Pengendap



Gambar 4.4 Grafik Persentase Penyisihan COD Bak Pengendap

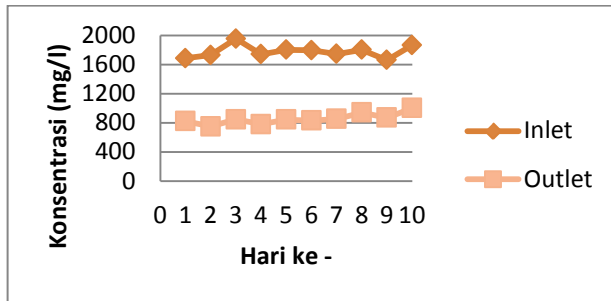
Berdasarkan gambar 4.4 dapat dilihat bahwa rentang efisiensi penyisihan COD pada bak pengendap dengan effluent dari aerasi sebagai influennya berkisar antara 24,64% - 29,54%, Berikutnya akan ditampilkan data analisa COD pada *Biosand Filter* 1, dimana unit ini menjadi variabel kontrol pada penelitian kali ini.

Tabel 4.3 Nilai Konsentrasi COD pada *Biosand Filter* 1

Hari ke-	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Removal (%)
1	1685	824	51.10
2	1730	750	56.65
3	1952	847	56.61
4	1740	782	55.06
5	1801	844	53.14
6	1795	832	53.65
7	1744	853	51.09
8	1802	941	47.78
9	1662	871	47.59
10	1866	1002	46.30
<b>Rata - rata</b>			<b>51.90</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014

Berdasarkan hasil analisis konsentrasi COD di *inlet* dan *outlet biosand filter 1* pada Tabel 4.3, maka dapat digambarkan grafik persentase penyisihannya pada Gambar 4.6 berikut.



Gambar 4.5 Grafik Konsentrasi COD Biosand Filter 1



Gambar 4.6 Grafik Persentase Penyisihan COD *Biosand Filter 1*

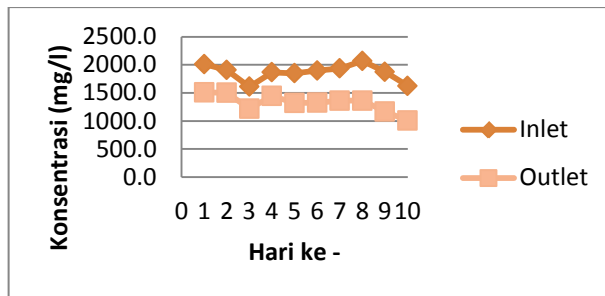
Berdasarkan Gambar 4.6 dapat dilihat bahwa rentang efisiensi penyisihan COD pada *biosand filter 1* dengan effluent bak pengendap sebagai influennya berkisar antara 46,30% - 56,65%. Rentang efisiensi tersebut mengalami peningkatan bila dibandingkan pengambilan data awal yang dimulai 15 hari sebelumnya dengan jumlah hari yang sama, dimana pengambilan data tersebut dijadikan sebagai blanko. Berikut ini adalah data yang diperoleh pada analisis blanko.

Tabel 4.4 Nilai Konsentrasi COD *Biosand Filter 1* pada analisis blanko

Hari ke-	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Removal (%)
1	2017	1513	24.99
2	1907	1501	21.29
3	1611	1218	24.39
4	1869	1447	22.58
5	1849	1322	28.50
6	1686	1177	30.19
7	1772	1246	29.68
8	1784	1176	34.08
9	1878	1168	37.81
10	1622	1004	38.10
<b>Rata - rata</b>			<b>29.16</b>

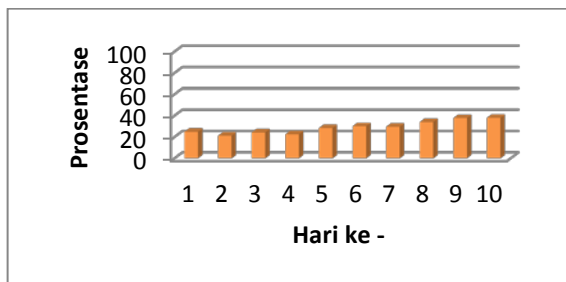
Sumber : Hasil Analisis, 2014

Berdasarkan hasil analisis blanko konsentrasi COD di *inlet* dan *outlet biosand filter 1* pada Tabel 4.4, maka dapat digambarkan grafik persentase penyisihannya pada Gambar 4.8 berikut



Gambar 4.7 Grafik Konsentrasi COD Biosand Filter 1 (blanko)





Gambar 4.8 Grafik Prosentase Penyisihan COD *Biosand Filter 1* (blanko)

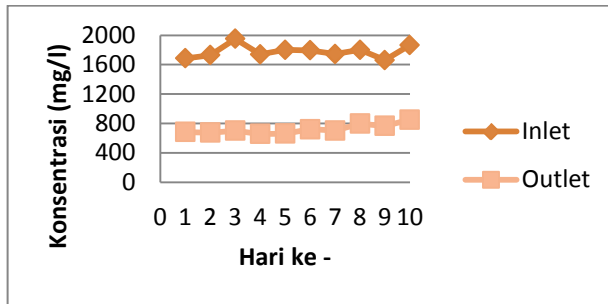
Berikutnya akan ditampilkan data analisa COD pada *Biosand Filter 2*, dimana unit ini menjadi variabel 1 pada penelitian kali ini.

Tabel 4.5 Nilai Konsentrasi COD pada *Biosand Filter 2*

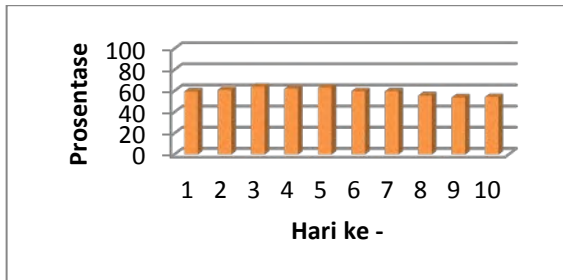
hari ke-	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Removal (%)
1	1685	684	59.41
2	1730	675	60.98
3	1952	703	63.99
4	1740	659	62.13
5	1801	662	63.24
6	1795	722	59.78
7	1744	704	59.63
8	1802	798	55.72
9	1662	767	53.85
10	1866	853	54.29
<b>Rata - rata</b>			<b>59.30</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014

Berdasarkan hasil analisis konsentrasi COD di *inlet* dan *outlet biosand filter 2* pada tabel 4.5, maka dapat digambarkan grafik persentase penyisihannya pada gambar 4.10 berikut.



Gambar 4.9 Grafik Konsentrasi COD Biosand Filter 2



Gambar 4.10 Grafik Prosentase Penyisihan COD Biosand Filter 2

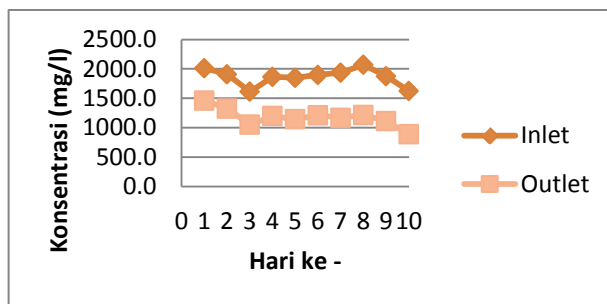
Berdasarkan Gambar 4.10 dapat dilihat bahwa rentang efisiensi penyisihan COD pada biosand filter 2 dengan effluent bak pengendap sebagai influennya berkisar antara 53,85% - 63,99%. Rentang efisiensi tersebut mengalami peningkatan bila dibandingkan pengambilan data awal yang dimulai 15 hari sebelumnya dengan jumlah hari yang sama, dimana pengambilan data tersebut dijadikan sebagai blanko. Berikut ini adalah data yang diperoleh pada analisis blanko

Tabel 4.6 Nilai Konsentrasi COD Biosand Filter 2 pada analisis blanko

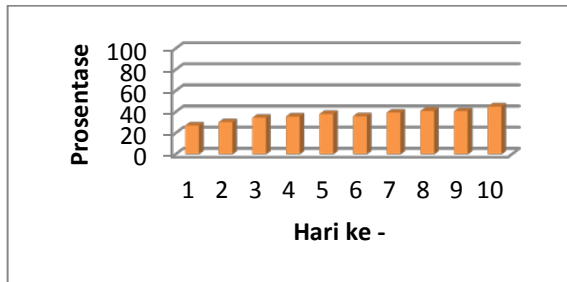
hari ke-	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Removal (%)
1	2017	1466	27.32
2	1907	1325	30.52
3	1611	1052	34.70
4	1869	1200	35.79
5	1849	1143	38.18
6	1686	1077	36.12
7	1772	1070	39.62
8	1784	1051	41.09
9	1878	1112	40.79
10	1622	887	45.31
<b>Rata - rata</b>			<b>36.94</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014

Berdasarkan hasil analisis blanko konsentrasi COD di *inlet* dan *outlet biosand filter 2* pada Tabel 4.6, maka dapat digambarkan grafik persentase penyisihannya pada Gambar 4.12 berikut



Gambar 4.11 Grafik Konsentrasi COD Biosand Filter 2 (blanko)



Gambar 4.12 Grafik Prosentase Penyisihan COD *Biosand Filter 2* (blanko)

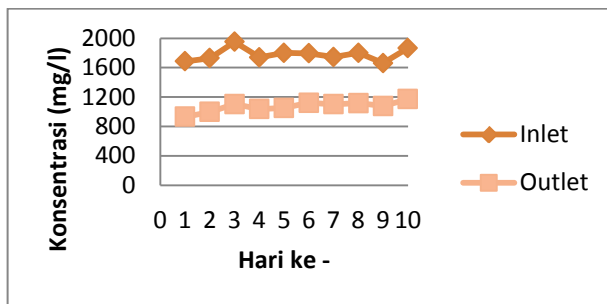
Berikutnya akan ditampilkan data analisa COD pada *Biosand Filter 3*, dimana unit ini menjadi variabel 2 pada penelitian kali ini

Tabel 4.7 Nilai Konsentrasi COD pada *Biosand Filter 3*

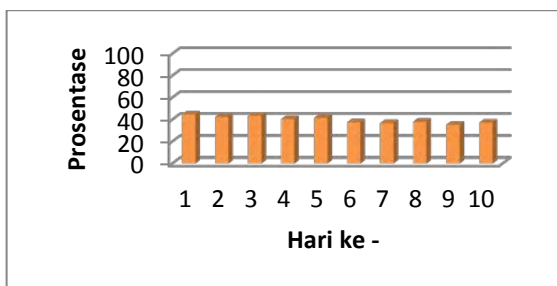
hari ke-	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Removal (%)
1	1685	932	44.69
2	1730	998	42.31
3	1952	1104	43.44
4	1740	1038	40.34
5	1801	1053	41.53
6	1795	1123	37.44
7	1744	1103	36.75
8	1802	1118	37.96
9	1662	1078	35.14
10	1866	1171	37.25
<b>Rata - rata</b>			<b>39.69</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014

Berdasarkan hasil analisis konsentrasi COD di *inlet* dan *outlet biosand filter 3* pada tabel 4.7, maka dapat digambarkan grafik persentase penyisihannya pada gambar 4.14 berikut.



Gambar 4.13 Grafik Konsentrasi COD Biosand Filter 3



Gambar 4.14 Grafik Prosentase Penyisihan COD *Biosand Filter 3*

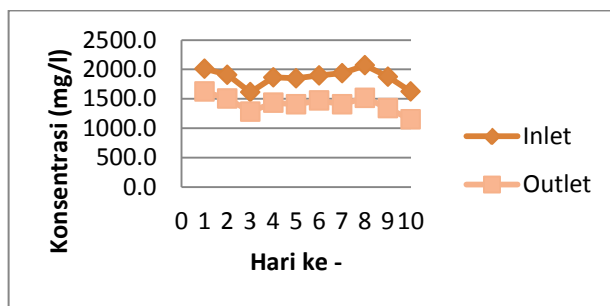
Berdasarkan Gambar 4.14 dapat dilihat bahwa rentang efisiensi penyisihan COD pada *biosand filter 3* dengan effluent bak pengendap sebagai influennya berkisar antara 35,14% - 44,69%. Rentang efisiensi tersebut mengalami peningkatan bila dibandingkan pengambilan data awal yang dimulai 15 hari sebelumnya dengan jumlah hari yang sama, dimana pengambilan data tersebut dijadikan sebagai blanko. Berikut ini adalah data yang diperoleh pada analisis blanko.

Tabel 4.8 Nilai Konsentrasi COD *Biosand Filter 3* pada analisis blanko

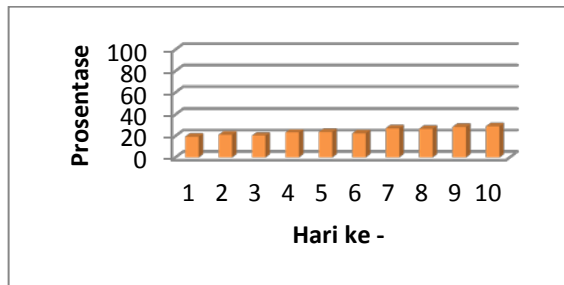
hari ke-	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Removal (%)
1	2017	1626	19.39
2	1907	1503	21.19
3	1611	1282	20.42
4	1869	1434	23.27
5	1849	1409	23.80
6	1686	1307	22.48
7	1772	1290	27.20
8	1784	1309	26.63
9	1878	1343	28.49
10	1622	1150	29.10
<b>Rata - rata</b>			<b>24.20</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014

Berdasarkan hasil analisis blanko konsentrasi COD di *inlet* dan *outlet biosand filter 3* pada Tabel 4.8, maka dapat digambarkan grafik persentase penyisihannya pada Gambar 4.16 berikut

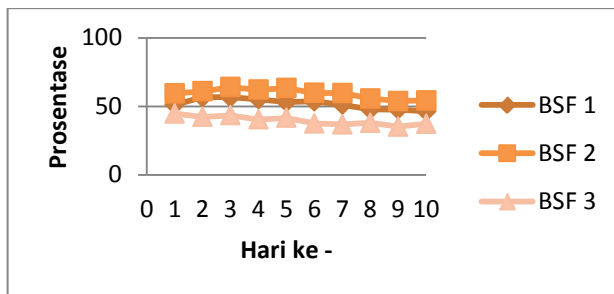


Gambar 4.15 Grafik Konsentrasi COD Biosand Filter 3 (blanko)



Gambar 4.16 Grafik Prosentase Penyisihan COD *Biosand Filter 3* (blanko)

Berikutnya akan ditampilkan grafik perbandingan data analisis COD antara ketiga *Biosand Filter*.



Gambar 4.17 Grafik Perbandingan Persentase Penyisihan COD ketiga *Biosand Filter*

Perbandingan nilai konsentrasi COD pada ketiga *biosand filter* menunjukkan bahwa ada perbedaan efisiensi penyisihan terhadap air limbah di tiap – tiap variabelnya, Berdasarkan data dan gambar yang telah ditampilkan, *biosand filter 2* memiliki rata – rata efisiensi penyisihan terbesar dibandingkan dua reaktor *biosand filter* yang lain, yaitu 59,30%. Lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.9 Perbandingan Persentase Penyisihan ketiga *Biosand Filter*

Hari ke-	Biosand Filter 1	Biosand Filter 2	Biosand Filter 3
1	51.10	59.41	44.69
2	56.65	60.98	42.31
3	56.61	63.99	43.44
4	55.06	62.13	40.34
5	53.14	63.24	41.53
6	53.65	59.78	37.44
7	51.09	59.63	36.75
8	47.78	55.72	37.96
9	47.59	53.85	35.14
10	46.30	54.29	37.25
<b>Rata-rata</b>	<b>51.90</b>	<b>59.30</b>	<b>39.69</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014

#### 4.2 Analisis Konsentrasi Zat Padat

Dalam air ditemui dua kelompok zat, yaitu zat terlarut seperti garam dan molekul organik serta zat padat tersuspensi dan koloidal seperti tanah liat dan kwartz.

Analisa zat padat dalam air sangat penting bagi penentuan komponen – komponen air secara lengkap, juga untuk merencanakan serta pengawasan proses- proses pengolahan dalam bidang air minum maupun dalam bidang air buangan.

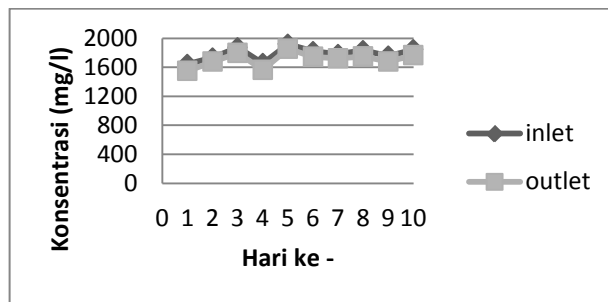
Berdasarkan hasil analisis konsentrasi Zat Padat di inlet dan outlet aerasi pada Tabel 4.10, maka dapat digambarkan grafik prosentase penyisihannya pada Gambar 4.19 berikut.



Tabel 4.10 Nilai Konsentrasi Zat Padat Aerasi

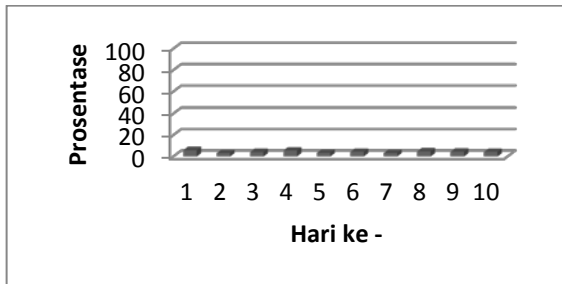
Hari ke-	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Removal (%)
1	1644	1547	5.90
2	1732	1677	3.18
3	1873	1796	4.11
4	1655	1564	5.50
5	1920	1855	3.39
6	1820	1744	4.18
7	1781	1722	3.31
8	1833	1747	4.69
9	1756	1679	4.38
10	1844	1765	4.28
<b>Rata - rata</b>	<b>1785.8</b>		<b>4.29</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014



Gambar 4.18 Grafik Konsentrasi Zat Padat Aerasi

Berdasarkan Gambar 4.19 dapat dilihat bahwa rentang efisiensi penyisihan zat padat pada bak pengendap berkisar antara 3,18% - 5,9%. Berikutnya akan ditampilkan data analisis zat padat pada bak pengendap.



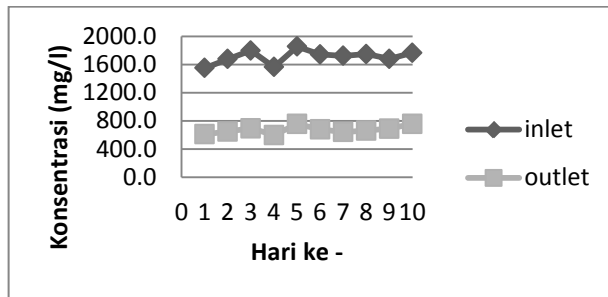
Gambar 4.19 Grafik Prosentase Penyisihan Zat Padat Aerasi

Tabel 4.11 Nilai Konsentrasi Zat Padat pada Bak Pengendap

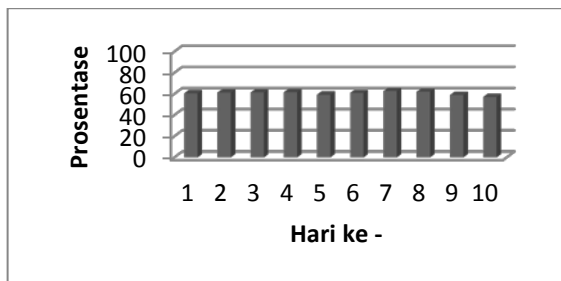
Hari ke-	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Removal (%)
1	1547	609	60.63
2	1677	649	61.30
3	1796	693	61.41
4	1564	599	61.70
5	1855	755	59.30
6	1744	680	61.01
7	1722	642	62.72
8	1747	662	62.11
9	1679	690	58.90
10	1765	757	57.11
<b>Rata - rata</b>	<b>1709.6</b>		<b>60.62</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014

Berdasarkan hasil analisis konsentrasi zat padat di inlet dan outlet bak pengendap pada Tabel 4.11, maka dapat digambarkan grafik prosentase penyisihannya pada Gambar 4.21 berikut.



Gambar 4.20 Grafik Konsentrasi Zat Padat Bak Pengendap



Gambar 4.21 Grafik Prosentase Penyisihan Zat Padat Bak Pengendap

Berdasarkan Gambar 4.21 dapat dilihat bahwa rentang efisiensi removal zat padat pada bak pengendap dengan effluent bak pengendap sebagai influennya berkisar antara 57,11% - 62,72%. Berikutnya akan ditampilkan data analisa zat padat pada *biosand filter* 1, dimana unit ini menjadi variabel kontrol pada penelitian kali ini.

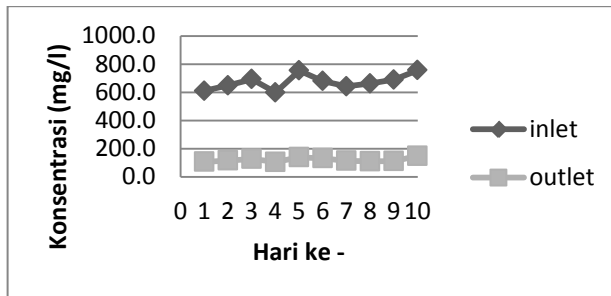
Tabel 4.12 Nilai Konsentrasi Zat Padat pada *Biosand Filter* 1

Hari ke-	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Removal (%)
1	609	108	82.27
2	649	116	82.13
3	693	128	81.53
4	599	107	82.14

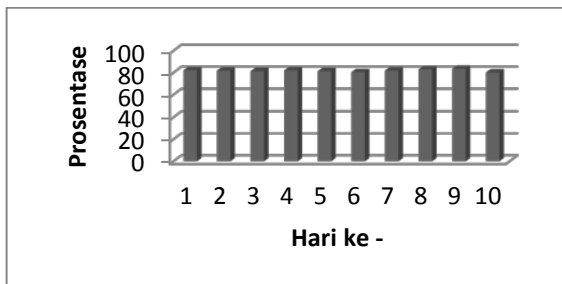
Hari ke-	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Removal (%)
5	755	140	81.46
6	680	132	80.59
7	642	115	82.09
8	662	111	83.23
9	690	113	83.62
10	757	149	80.32
<b>Rata - rata</b>			<b>81.94</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014

Berdasarkan hasil analisis konsentrasi zat padat di inlet dan outlet *biosand filter* 1 pada Tabel 4.12, maka dapat digambarkan grafik prosentase penyisihannya pada Gambar 4.23 berikut.



Gambar 4.22 Grafik Konsentrasi Zat Padat *Biosand Filter* 1



Gambar 4.23 Grafik Prosentase Penyisihan Zat Padat *Biosand Filter 1*

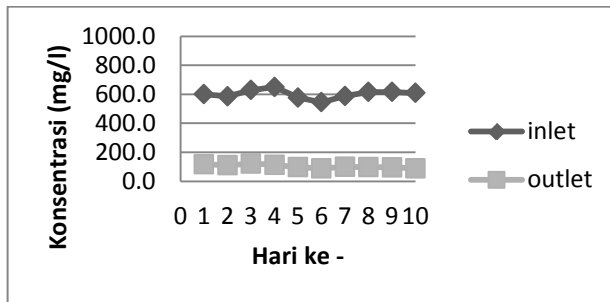
Berdasarkan Gambar 4.23 dapat dilihat bahwa rentang efisiensi removal zat padat pada *biosand filter 2* dengan effluent bak pengendap sebagai influennya berkisar antara 80,32% - 83,62%. Berikutnya akan ditampilkan data yang diperoleh pada analisis blanko.

Tabel 4.13 Nilai Konsentrasi Zat Padat pada *Biosand Filter 1* (Blanko)

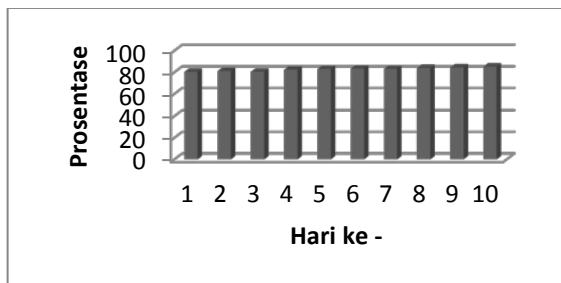
Hari ke-	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Removal (%)
1	600	118	80.33
2	586	110	81.23
3	629	122	80.60
4	650	114	82.46
5	577	97	83.19
6	545	90	83.49
7	588	99	83.16
8	615	98	84.07
9	616	95	84.58
10	609	89	85.39
<b>Rata - rata</b>	<b>82.85</b>		

Sumber : Hasil Analisis, 2014

Berdasarkan hasil analisis blanko konsentrasi zat padat di *inlet* dan *outlet biosand filter 1* pada Tabel 4.13, maka dapat digambarkan grafik persentase penyisihannya pada Gambar 4.25 berikut.



Gambar 4.24 Grafik Konsentrasi Zat Padat *Biosand Filter 1* (blanko)



Gambar 4.25 Grafik Prosentase Removal Zat Padat *Biosand Filter 1* (blanko)

Berikutnya akan ditampilkan data analisa zat padat pada *Biosand Filter 2*, dimana unit ini menjadi variabel 1 pada penelitian kali ini.

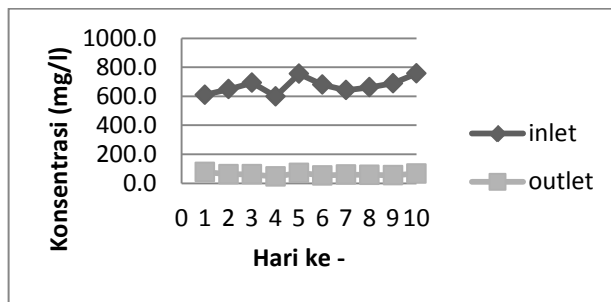
Tabel 4.14 Nilai Konsentrasi Zat Padat *Biosand Filter 2*

Hari ke-	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Removal (%)
1	609	77	87.36
2	649	63	90.29
3	693	61	91.20
4	599	46	92.32
5	755	72	90.46
6	680	54	92.06

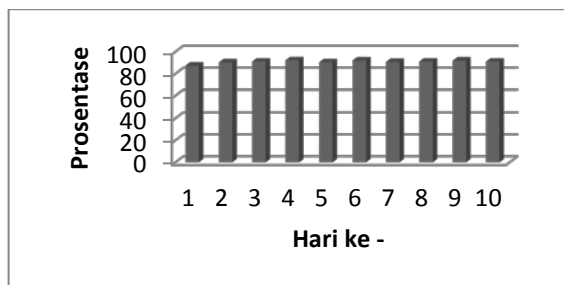
Hari ke-	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Removal (%)
7	642	59	90.81
8	662	58	91.24
9	690	55	92.03
10	757	67	91.15
<b>Rata - rata</b>			<b>90.89</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014

Berdasarkan hasil analisis konsentrasi zat padat di inlet dan outlet *biosand filter 2* pada Tabel 4.14, maka dapat digambarkan grafik prosentase penyisihannya pada Gambar 4.27 berikut.



Gambar 4.26 Grafik Konsentrasi Zat Padat Biosand Filter 2



Gambar 4.27 Grafik Prosentase Penyisihan Zat Padat Biosand Filter 2

Berdasarkan Gambar 4.27 dapat dilihat bahwa rentang efisiensi penyisihan zat padat pada *biosand filter* 2 dengan effluen bak pengendap sebagai influennya berkisar antara 87,36% - 92,32%. Berikutnya akan ditampilkan data yang diperoleh pada analisis blanko.

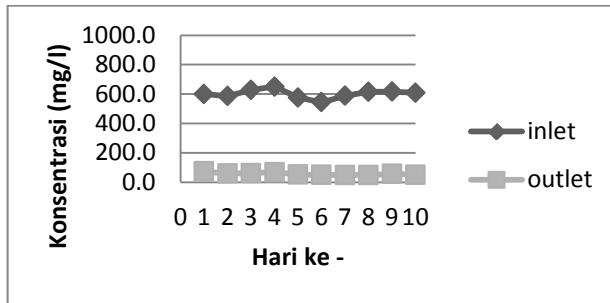
Tabel 4.15 Nilai Konsentrasi Zat Padat pada *Biosand Filter* 2 (Blanko)

Hari ke-	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Removal (%)
1	600	75	87.50
2	586	60	89.76
3	629	62	90.14
4	650	69	89.38
5	577	52	90.99
6	545	50	90.83
7	588	49	91.67
8	615	50	91.87
9	616	57	90.75
10	609	52	91.46
<b>Rata - rata</b>			<b>90.43</b>

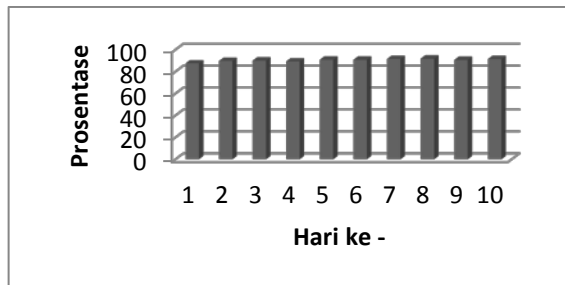
Sumber : Hasil Analisis, 2014

Berdasarkan hasil analisis blanko konsentrasi zat padat di *inlet* dan *outlet biosand filter* 2 pada Tabel 4.15, maka dapat digambarkan grafik persentase penyisihannya pada Gambar 4.29 berikut.





Gambar 4.28 Grafik Konsentrasi Zat Padat *Biosand Filter 2* (blanko)



Gambar 4.29 Grafik Presentase Removal Zat Padat *Biosand Filter 2* (blanko)

Berikutnya akan ditampilkan data analisa zat padat pada *Biosand Filter 3*, dimana unit ini menjadi variabel 2 pada penelitian kali ini.

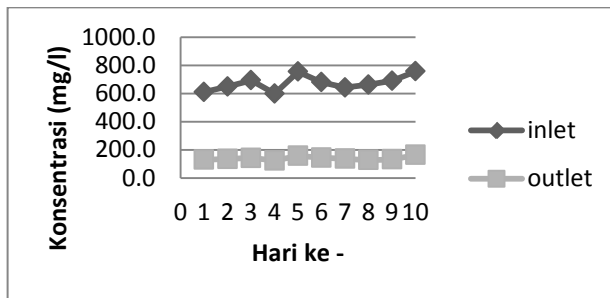
Tabel 4.16 Nilai Konsentrasi Zat Padat *Biosand Filter 3*

Hari ke-	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Removal (%)
1	609	130	78.65
2	649	137	78.89
3	693	143	79.37
4	599	125	79.13
5	755	157	79.21
6	680	146	78.53

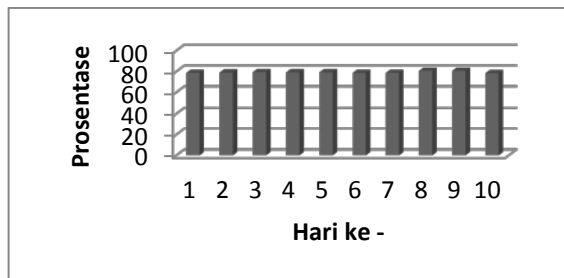
Hari ke-	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Removal (%)
7	642	137	78.66
8	662	128	80.66
9	690	133	80.72
10	757	164	78.34
<b>Rata-rata</b>			<b>79.22</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014

Berdasarkan hasil analisis konsentrasi zat padat di inlet dan outlet *biosand filter* 3 pada Tabel 4.16, maka dapat digambarkan grafik prosentase penyisihannya pada Gambar 4.31 berikut.



Gambar 4.30 Grafik Konsentrasi Zat Padat Biosand Filter 3



Gambar 4.31 Grafik Prosentase Penyisihan Zat Padat Biosand Filter 3

Berdasarkan Gambar 4.31 dapat dilihat bahwa rentang efisiensi penyisihan zat padat pada *biosand filter* 2 dengan effluent bak pengendap sebagai influennya berkisar antara 78,34% - 80,72%. Berikutnya akan ditampilkan data yang diperoleh pada analisis blanko

Tabel 4.17 Nilai Konsentrasi Zat Padat pada *Biosand Filter* 3 (Blanko)

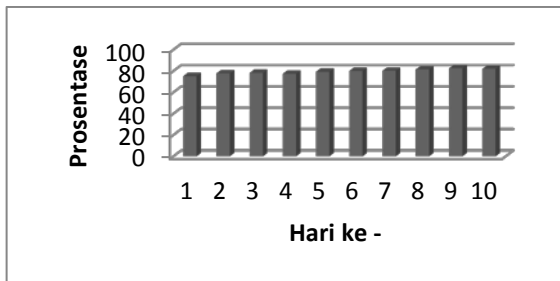
Hari ke-	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Removal (%)
1	600	149	75.17
2	586	130	77.82
3	629	136	78.38
4	650	146	77.54
5	577	119	79.38
6	545	108	80.18
7	588	116	80.27
8	615	114	81.46
9	616	107	82.63
10	609	110	81.94
<b>Rata - rata</b>			<b>79.48</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014

Berdasarkan hasil analisis blanko konsentrasi zat padat di *inlet* dan *outlet biosand filter* 3 pada Tabel 4.17, maka dapat digambarkan grafik persentase penyisihannya pada Gambar 4.33 berikut.

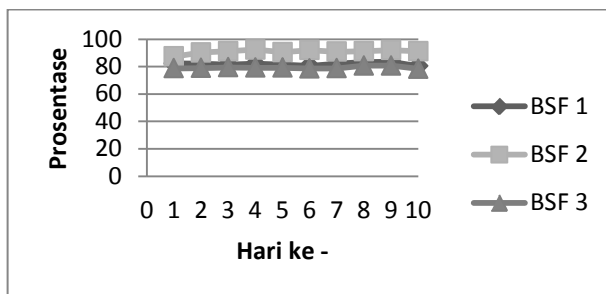


Gambar 4.32 Grafik Konsentrasi Zat Padat *Biosand Filter 3* (blanko)



Gambar 4.33 Grafik Prosentase Removal Zat Padat *Biosand Filter 3* (blanko)

Berikutnya akan ditampilkan grafik perbandingan data analisis zat padat antara ketiga *Biosand Filter*.



Gambar 4.34 Grafik Perbandingan Prosentase Penyisihan Zat Padat ketiga *Biosand Filter*

Perbandingan nilai konsentrasi zat padat pada ketiga *biosand filter* menunjukkan bahwa ada perbedaan efisiensi penyisihan terhadap air limbah di tiap – tiap variabelnya, Berdasarkan data dan gambar yang telah ditampilkan, *biosand filter 2* memiliki rata – rata efisiensi penyisihan terbesar dibandingkan dua reaktor *biosand filter* yang lain, yaitu 90,89%. Lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.18 Perbandingan Persentase Penyisihan ketiga *Biosand Filter*

Hari ke-	Biosand Filter 1	Biosand Filter 2	Biosand Filter 3
1	82.27	87.36	78.65
2	82.13	90.29	78.89
3	81.53	91.20	79.37
4	82.14	92.32	79.13
5	81.46	90.46	79.21
6	80.59	92.06	78.53
7	82.09	90.81	78.66
8	83.23	91.24	80.66
9	83.62	92.03	80.72
10	80.32	91.15	78.34
<b>Rata-rata</b>	<b>81.94</b>	<b>90.89</b>	<b>79.22</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014

### 4.3 Analisis Konsentrasi Fosfat

Fosfat terdapat dalam air alam atau air limbah sebagai senyawa ortofosfat, polifosfat dan fosfat organik, Fosfat organik adalah P yang terikat dengan senyawa – senyawa organik sehingga tidak berada dalam larutan secara terlepas.

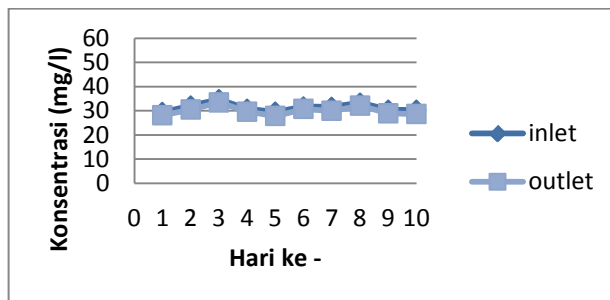
Setiap senyawa fosfat tersebut terdapat dalam bentuk terlarut, tersuspensi atau terikat di dalam sel organisme dalam air, Dalam air limbah senyawa fosfat dapat berasal dari limbah industri, pertanian, serta domestik seperti yang terdapat dalam sisa makanan, tinja, dan deterjen.

Tabel 4.19 Nilai Konsentrasi Fosfat Aerasi

Hari ke-	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Removal (%)
1	29.4	28.1	4.42
2	32.1	30.4	5.30
3	34.7	33.5	3.59
4	30.8	29.6	3.86
5	29.5	27.8	5.66
6	31.7	30.7	3.10
7	31.6	29.9	5.31
8	33.3	32.0	3.82
9	30.4	28.9	4.92
10	30.3	28.6	5.63
<b>Rata - rata</b>	<b>31.4</b>		<b>4.56</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014

Berdasarkan hasil analisis konsentrasi fosfat di sebelum dan sesudah aerasi pada Tabel 4.19, maka dapat digambarkan grafik prosentase penyisihannya pada Gambar 4.35 berikut.



Gambar 4.34 Grafik Konsentrasi Fosfat Aerasi



Gambar 4.35 Grafik Prosentase Penyisihan Fosfat Aerasi

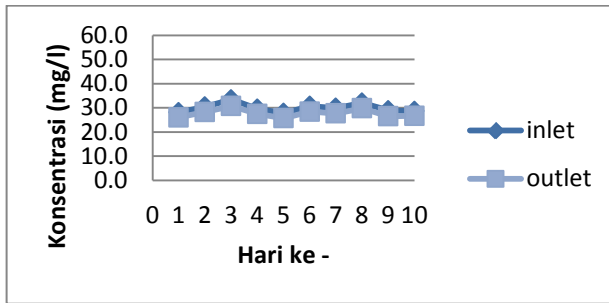
Berdasarkan Gambar 4.35 dapat dilihat bahwa rentang efisiensi penyisihan fosfat pada aerasi berkisar antara 3,10% - 5,66%. Berikutnya akan ditampilkan data analisis zat padat pada bak pengendap.

Tabel 4.20 Nilai Konsentrasi Fosfat Bak Pengendap

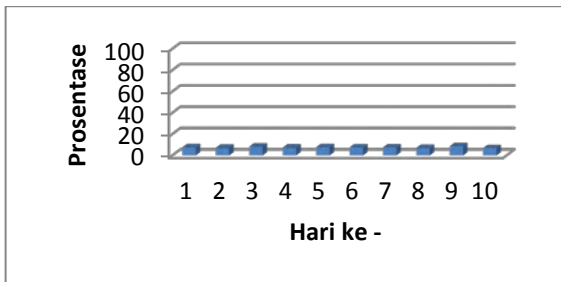
Hari ke-	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Removal (%)
1	28.1	26.0	7.54
2	30.4	28.3	7.04
3	33.5	30.7	8.16
4	29.6	27.5	7.22
5	27.8	25.7	7.60
6	30.7	28.4	7.53
7	29.9	27.7	7.42
8	32.0	29.8	6.99
9	28.9	26.4	8.50
10	28.6	26.7	6.78
Rata - rata	30.0		<b>7.48</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014

Berdasarkan hasil analisis konsentrasi fosfat di inlet dan outlet bak pengendap pada tabel 4.20, maka dapat digambarkan grafik prosentase penyisihannya pada Gambar 4.37 berikut.



Gambar 4.36 Grafik Konsentrasi Fosfat Bak Pengendap



Gambar 4.37 Grafik Prosentase Penyisihan Fosfat Bak Pengendap

Berdasarkan gambar 4.37 dapat dilihat bahwa rentang efisiensi penyisihan fosfat pada bak pengendap berkisar antara 6,78% - 8,50%. Berikutnya akan ditampilkan data analisa zat padat pada *Biosand Filter 1*, dimana unit ini menjadi variabel kontrol pada penelitian kali ini.

Tabel 4.21 Nilai Konsentrasi Fosfat *Biosand Filter 1*

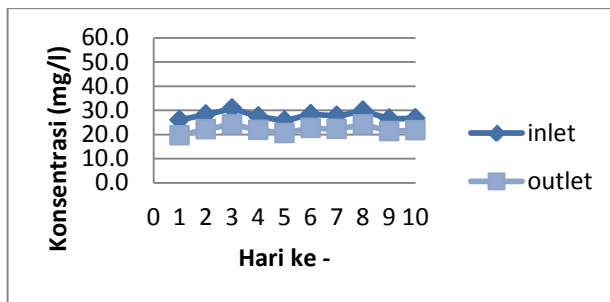
hari ke-	inlet (mg/l)	outlet (mg/l)	removal (%)
1	26.0	19.6	24.75
2	28.3	22.2	21.51
3	30.7	24.2	21.37
4	27.5	21.9	20.42
5	25.7	20.6	20.05
6	28.4	22.7	20.23



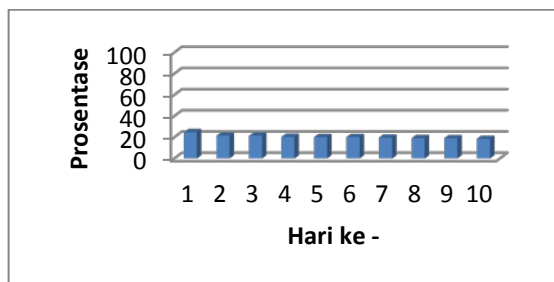
hari ke-	inlet (mg/l)	outlet (mg/l)	removal (%)
7	27.7	22.2	19.78
8	29.8	24.1	19.19
9	26.4	21.4	19.12
10	26.7	21.7	18.50
Rata - rata			<b>20.49</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014

Berdasarkan hasil analisis konsentrasi fosfat di inlet dan outlet *biosand filter* 1 pada Tabel 4.21, maka dapat digambarkan grafik prosentase penyisihannya pada Gambar 4.39 berikut.



Gambar 4.38 Grafik Konsentrasi Fosfat *Biosand Filter* 1



Gambar 4.39 Grafik Prosentase Penyisihan Fosfat *Biosand Filter*

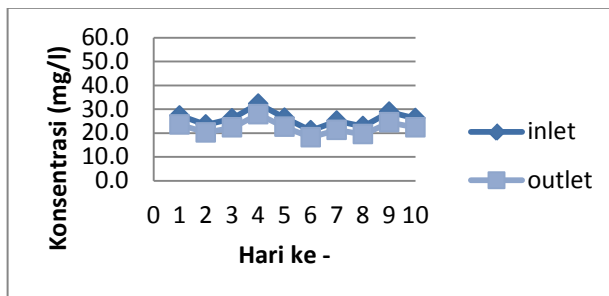
Berdasarkan gambar 4.39 dapat dilihat bahwa rentang efisiensi penyisihan fosfat pada *biosand filter* 1 dengan effluent bak pengendap sebagai influennya berkisar antara 18,50% - 24,75%. Berikutnya akan ditampilkan data yang diperoleh pada analisis blanko.

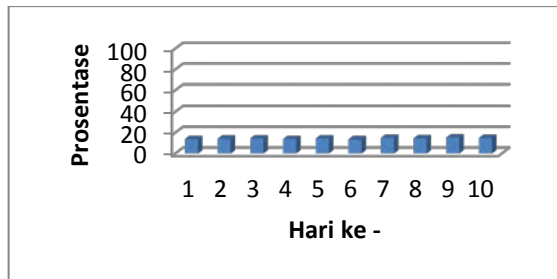
Tabel 4.22 Nilai Konsentrasi Fosfat pada *Biosand Filter* 1 (Blanko)

hari ke-	inlet (mg/l)	outlet (mg/l)	removal (%)
1	27.3	23.5	13.79
2	23.5	20.2	14.00
3	26.1	22.3	14.41
4	32.3	27.8	13.85
5	26.3	22.5	14.51
6	21.0	18.2	13.39
7	25.1	21.3	15.00
8	22.8	19.4	14.81
9	28.8	24.4	15.33
10	26.2	22.3	14.76
Rata - rata			<b>14.38</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014

Berdasarkan hasil analisis blanko konsentrasi fosfat di *inlet* dan *outlet biosand filter* 1 pada Tabel 4.22, maka dapat digambarkan grafik persentase penyisihannya pada Gambar 4.41 berikut.



Gambar 4.40 Grafik Konsentrasi Fosfat *Biosand Filter* 1 (blanko)Gambar 4.41 Grafik Prosentase Penyisihan Fosfat *Biosand Filter* 1 (blanko)

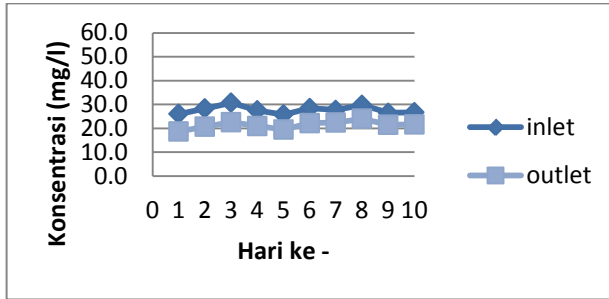
Berikutnya akan ditampilkan data analisa fosfat *Biosand Filter* 2, dimana unit ini menjadi variabel 1 pada penelitian kali ini.

Tabel 4.23 Nilai Konsentrasi Fosfat *Biosand Filter* 2

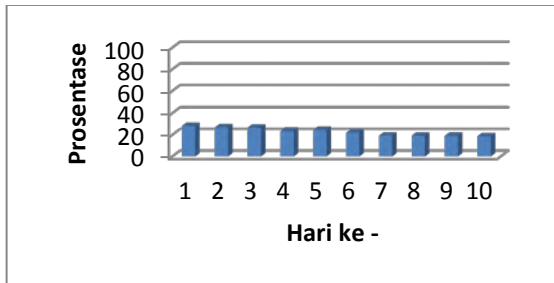
hari ke-	inlet (mg/l)	outlet (mg/l)	removal (%)
1	26.0	18.7	28.30
2	28.3	20.7	26.80
3	30.7	22.5	26.62
4	27.5	21.0	23.71
5	25.7	19.4	24.50
6	28.4	22.2	21.98
7	27.7	22.4	19.17
8	29.8	24.0	19.37
9	26.4	21.4	19.01
10	26.7	21.7	18.75
Rata - rata			<b>22.82</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014

Berdasarkan hasil analisis konsentrasi fosfat di inlet dan outlet *biosand filter* 2 pada tabel 4.23, maka dapat digambarkan grafik prosentase penyisihannya pada gambar 4.43 berikut.



Gambar 4.42 Grafik Konsentrasi Fosfat *Biosand Filter 2*



Gambar 4.43 Grafik Prosentase Penyisihan Fosfat *Biosand Filter 2*

Berdasarkan gambar 4.43 dapat dilihat bahwa rentang efisiensi penyisihan fosfat pada *biosand filter 2* dengan effluent bak pengendap sebagai influennya berkisar antara 18,75% - 28,30%. Berikutnya akan ditampilkan data yang diperoleh pada analisis blanko.

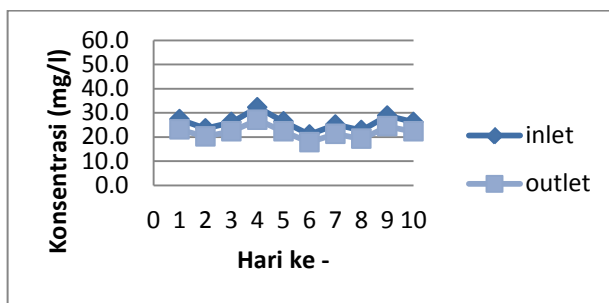
Tabel 4.24 Nilai Konsentrasi Fosfat pada *Biosand Filter 2* (Blanko)

hari ke-	inlet (mg/l)	outlet (mg/l)	removal (%)
1	27.3	23.0	15.62
2	23.5	20.2	14.00
3	26.1	22.3	14.41
4	32.3	27.0	16.33

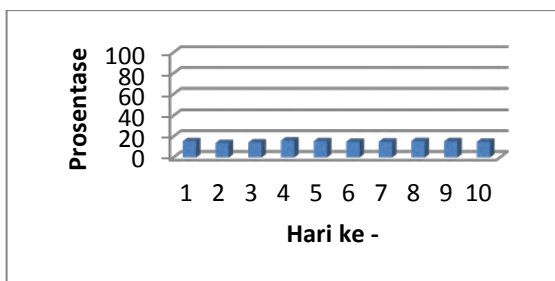
5	26.3	22.2	15.65
6	21.0	17.8	15.29
7	25.1	21.2	15.40
8	22.8	19.2	15.69
9	28.8	24.4	15.33
10	26.2	22.3	14.76
Rata - rata			<b>15.25</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014

Berdasarkan hasil analisis blanko konsentrasi fosfat di *inlet* dan *outlet biosand filter 2* pada Tabel 4.24, maka dapat digambarkan grafik persentase penyisihannya pada Gambar 4.45 berikut.



Gambar 4.44 Grafik Konsentrasi Fosfat *Biosand Filter 2* (blanko)



Gambar 4.45 Grafik Presentase Penyisihan Fosfat *Biosand Filter 2* (blanko)

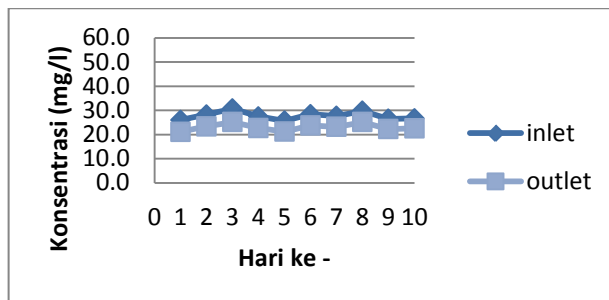
Berikutnya akan ditampilkan data analisa fosfat *Biosand Filter 3*, dimana unit ini menjadi variabel 2 pada penelitian kali ini.

Tabel 4.25 Nilai Konsentrasi Fosfat *Biosand Filter 3*

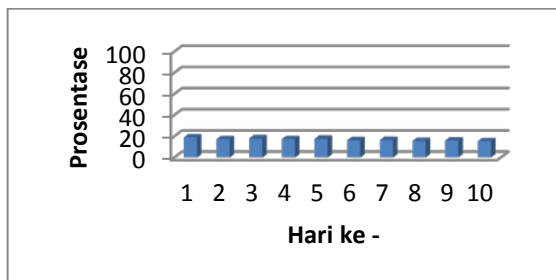
hari ke-	inlet (mg/l)	outlet (mg/l)	removal (%)
1	26.0	21.1	18.93
2	28.3	23.4	17.33
3	30.7	25.2	18.02
4	27.5	22.7	17.33
5	25.7	21.2	17.56
6	28.4	23.8	16.23
7	27.7	23.1	16.44
8	29.8	25.2	15.57
9	26.4	22.2	15.99
10	26.7	22.6	15.26
Rata - rata			<b>16.87</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014

Berdasarkan hasil analisis konsentrasi fosfat di inlet dan outlet *biosand filter 3* pada tabel 4.25, maka dapat digambarkan grafik prosentase penyisihannya pada gambar 4.47 berikut.



Gambar 4.46 Grafik Prosentase Penyisihan Fosfat *Biosand Filter 3*



Gambar 4.47 Grafik Prosentase Penyisihan Fosfat *Biosand Filter 3*

Berdasarkan gambar 4.47 dapat dilihat bahwa rentang efisiensi penyisihan fosfat pada *biosand filter 3* dengan effluent bak pengendap sebagai influennya berkisar antara 15,26% - 18,93%. Berikutnya akan ditampilkan data yang diperoleh pada analisis blanko.

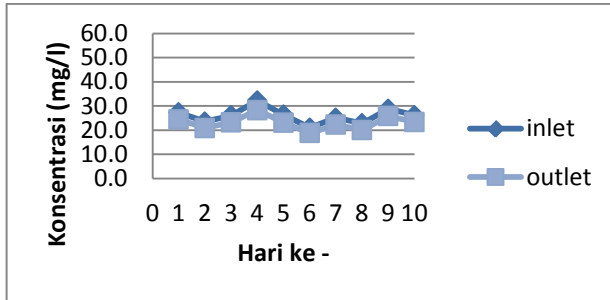
Tabel 4.26 Nilai Konsentrasi Fosfat pada *Biosand Filter 3* (Blanko)

hari ke-	inlet (mg/l)	outlet (mg/l)	removal (%)
1	27.3	24.4	10.5
2	23.5	20.9	11.0
3	26.1	23.3	10.6
4	32.3	28.2	12.6
5	26.3	23.1	12.2
6	21.0	18.8	10.5
7	25.1	22.2	11.4
8	22.8	20.1	11.7
9	28.8	25.8	10.5
10	26.2	23.4	10.6
Rata - rata	<b>11.16</b>		

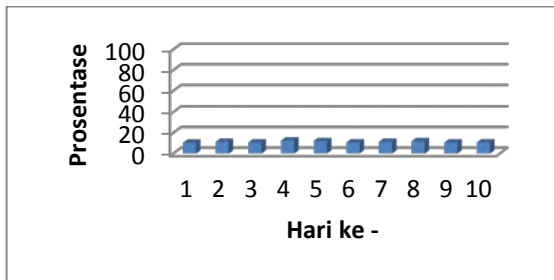
Sumber : Hasil Analisis, 2014

Berdasarkan hasil analisis blanko konsentrasi fosfat di *inlet* dan *outlet biosand filter 3* pada Tabel 4.26, maka dapat

digambarkan grafik persentase penyisihannya pada Gambar 4.49 berikut.

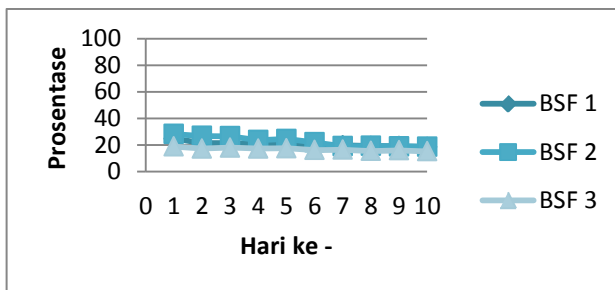


Gambar 4.48 Grafik Konsentrasi Fosfat *Biosand Filter 3* (blanko)



Gambar 4.49 Grafik Prosentase Penyisihan Fosfat *Biosand Filter 3* (blanko)

Berikutnya akan ditampilkan grafik perbandingan data analisis fosfat antara ketiga *Biosand Filter*.





Gambar 4.50 Grafik Perbandingan Prosentase Penyisihan Fosfat ketiga *Biosand Filter*

Perbandingan nilai konsentrasi fosfat pada ketiga *biosand filter* menunjukkan bahwa ada perbedaan efisiensi penyisihan terhadap air limbah di tiap – tiap variabelnya, Berdasarkan data dan gambar yang telah ditampilkan, *biosand filter 2* memiliki rata – rata efisiensi penyisihan terbesar dibandingkan dua reaktor *biosand filter* yang lain, yaitu 22,82%. Lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.27 Perbandingan Persentase Penyisihan ketiga *Biosand Filter*

Hari ke-	Biosand Filter 1	Biosand Filter 2	Biosand Filter 3
1	24.75	28.30	18.93
2	21.51	26.80	17.33
3	21.37	26.62	18.02
4	20.42	23.71	17.33
5	20.05	24.50	17.56
6	20.23	21.98	16.23
7	19.78	19.17	16.44
8	19.19	19.37	15.57
9	19.12	19.01	15.99
10	18.50	18.75	15.26
Rata-rata	<b>20.49</b>	<b>22.82</b>	<b>16.87</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014

#### 4.4 Analisis Konsentrasi Nitrat

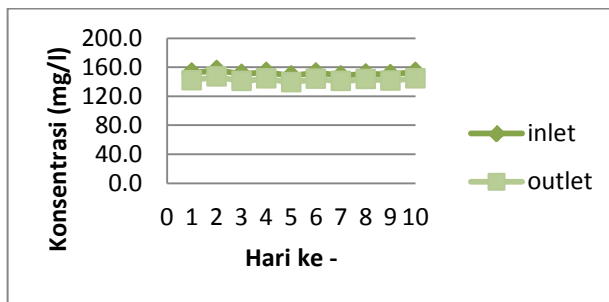
Nitrat merupakan bentuk nitrogen yang berperan sebagai nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan alga, Nitrat sangat mudah larut dalam air dan memiliki sifat yang relatif stabil, Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi yang sempurna diperairan, Nitrat berasal dari ammonium yang masuk ke dalam badan sungai terutama melalui limbah domestik.

Tabel 4.28 Nilai Konsentrasi Nitrat Aerasi

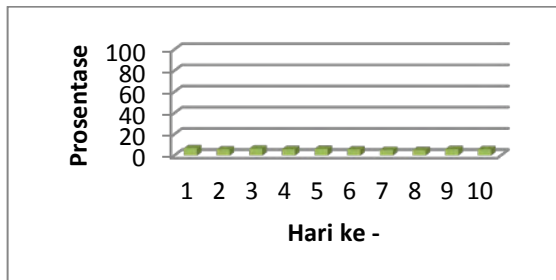
Hari ke-	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Removal (%)
1	152.3	142.0	6.80
2	155.7	147.0	5.60
3	150.6	140.9	6.48
4	153.2	144.2	5.88
5	148.2	138.9	6.25
6	152.4	143.9	5.59
7	148.5	140.9	5.14
8	150.9	143.4	4.98
9	150.2	141.4	5.89
10	153.4	144.4	5.85
Rata - rata	151.5		<b>5.85</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014

Berdasarkan hasil analisis konsentrasi nitrat di inlet dan outlet aerasi pada tabel 4.28, maka dapat digambarkan grafik prosentase penyisihannya pada gambar 4.52 berikut.



Gambar 4.51 Grafik Konsentrasi Nitrat Aerasi



Gambar 4.52 Grafik Prosentase Penyisihan Nitrat Aerasi

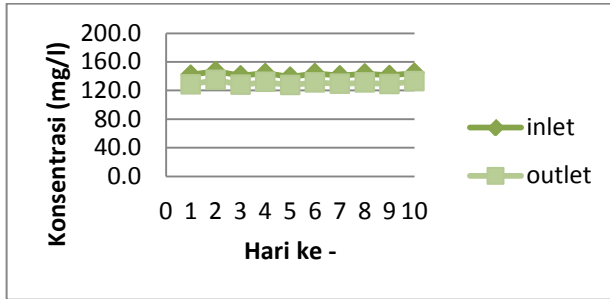
Berdasarkan gambar 4.52 dapat dilihat bahwa rentang efisiensi penyisihan Nitrat pada bak pengendap berkisar antara 4,98% - 6,80%. Berikutnya akan ditampilkan data analisis nitrat pada bak pengendap.

Tabel 4.29 Nilai Konsentrasi Nitrat Bak Penganap

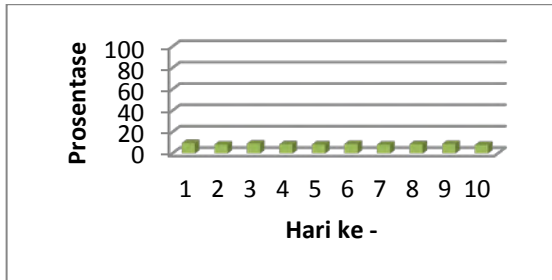
Hari ke-	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Removal (%)
1	142.0	128.2	9.70
2	147.0	134.8	8.28
3	140.9	127.9	9.18
4	144.2	132.0	8.50
5	138.9	127.4	8.34
6	143.9	131.1	8.89
7	140.9	129.2	8.26
8	143.4	130.9	8.70
9	141.4	128.8	8.90
10	144.4	133.1	7.87
Rata - rata	142.7		<b>8.66</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014

Berdasarkan hasil analisis konsentrasi nitrat di inlet dan outlet bak pengendap pada tabel 4.29, maka dapat digambarkan grafik prosentase penyisihannya pada gambar 4.54 berikut.



Gambar 4.53 Grafik Konsentrasi Nitrat Bak Pengendap



Gambar 4.54 Grafik Prosentase Penyisihan Nitrat Bak Pengendap

Berdasarkan gambar 4.54 dapat dilihat bahwa rentang efisiensi penyisihan nitrat pada bak pengendap berkisar antara 7,87% - 9,7%, Berikutnya akan ditampilkan data analisa nitrat pada *Biosand Filter 1*, dimana unit ini menjadi variabel kontrol pada penelitian kali ini.

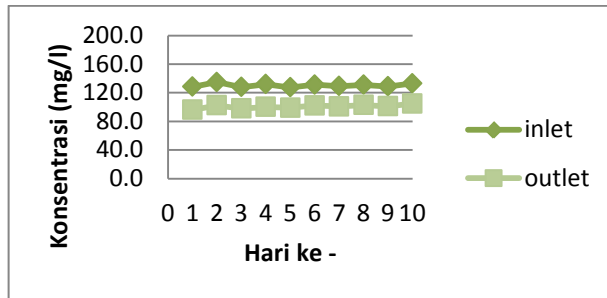
Tabel 4.30 Nilai Konsentrasi Nitrat *Biosand Filter 1*

hari ke-	inlet (mg/l)	outlet (mg/l)	removal (%)
1	128.2	96.1	25.01
2	134.8	102.3	24.09
3	127.9	97.8	23.54
4	132.0	100.1	24.12
5	127.4	99.1	22.19
6	131.1	102.2	22.06
7	129.2	100.8	22.01

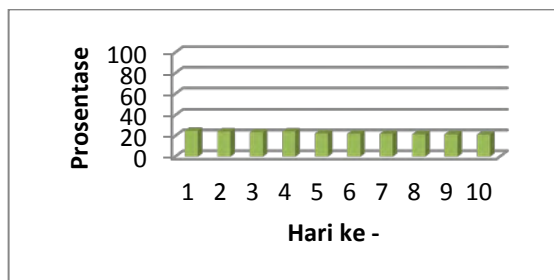
hari ke-	inlet (mg/l)	outlet (mg/l)	removal (%)
8	130.9	102.8	21.49
9	128.8	101.1	21.52
10	133.1	104.8	21.21
Rata - rata			<b>22.72</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014

Berdasarkan hasil analisis konsentrasi nitrat di inlet dan outlet *biosand filter* 1 pada tabel 4.30, maka dapat digambarkan grafik prosentase penyisihannya pada gambar 4.56 berikut.



Gambar 4.55 Grafik Konsentrasi Nitrat Biosand Filter 1



Gambar 4.56 Grafik Prosentase Penyisihan Nitrat Biosand Filter

Berdasarkan gambar 4.56 dapat dilihat bahwa rentang efisiensi penyisihan nitrat pada *biosand filter* 1 dengan effluent bak pengendap sebagai influennya berkisar antara 21,21% - 25,01%. Berikutnya akan ditampilkan data yang diperoleh pada analisis blanko.

Tabel 4.31 Nilai Konsentrasi Fosfat pada *Biosand Filter* 1 (Blanko)

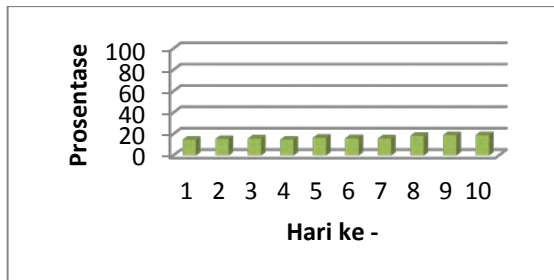
hari ke-	inlet (mg/l)	outlet (mg/l)	removal (%)
1	129.6	110.6	14.66
2	131.7	111.6	15.27
3	117.4	99.0	15.70
4	130.3	111.0	14.84
5	119.5	99.9	16.41
6	122.3	102.5	16.20
7	137.7	116.0	15.77
8	118.7	96.8	18.43
9	119.7	96.9	19.02
10	125.8	101.7	19.13
Rata - rata			<b>16.54</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014

Berdasarkan hasil analisis blanko konsentrasi fosfat di *inlet* dan *outlet biosand filter* 1 pada Tabel 4.31, maka dapat digambarkan grafik persentase penyisihannya pada Gambar 4.58 berikut.



Gambar 4.57 Grafik Konsentrasi Nitrat Biosand Filter 1 (Blanko)



Gambar 4.58 Grafik Prosentase Penyisihan Nitrat Biosand Filter 1 (Blanko)

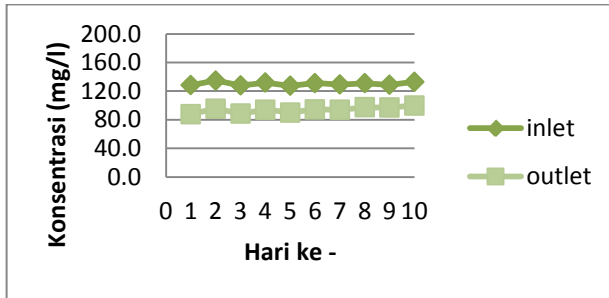
Berikutnya akan ditampilkan data analisa nitrat *Biosand Filter 2*, dimana unit ini menjadi variabel 1 pada penelitian kali ini.

Tabel 4.32 Nilai Konsentrasi Nitrat *Biosand Filter 2*

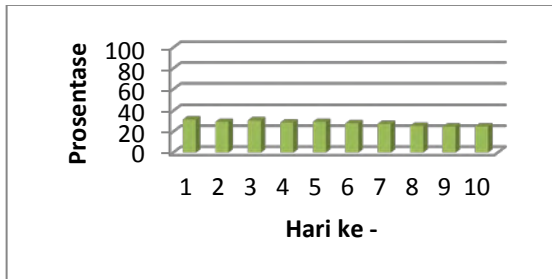
hari ke-	inlet (mg/l)	outlet (mg/l)	removal (%)
1	128.2	87.7	31.56
2	134.8	95.3	29.27
3	127.9	88.6	30.75
4	132.0	94.2	28.64
5	127.4	90.0	29.30
6	131.1	94.6	27.84
7	129.2	93.8	27.43
8	130.9	97.4	25.58
9	128.8	96.9	24.76
10	133.1	99.9	24.91
Rata - rata			<b>28.00</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014

Berdasarkan hasil analisis konsentrasi nitrat di inlet dan outlet *biosand filter 2* pada tabel 4.32, maka dapat digambarkan grafik prosentase penyisihannya pada gambar 4.60 berikut.



Gambar 4.59 Grafik Konsentrasi Nitrat Biosand Filter 2



Gambar 4.60 Grafik Prosentase Penyisihan Nitrat Biosand Filter 2

Berdasarkan gambar 4.60 dapat dilihat bahwa rentang efisiensi penyisihan nitrat pada *biosand filter 2* dengan effluent bak pengendap sebagai influennya berkisar antara 24,76% - 31,56%. Berikutnya akan ditampilkan data yang diperoleh pada analisis blanko.

Tabel 4.33 Nilai Konsentrasi Fosfat pada *Biosand Filter 2* (Blanko)

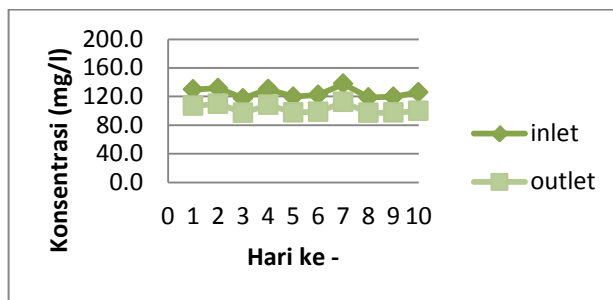
hari ke-	inlet (mg/l)	outlet (mg/l)	removal (%)
1	129.6	106.9	17.52
2	131.7	109.7	16.72
3	117.4	97.1	17.32
4	130.3	108.2	16.98



5	119.5	97.8	18.17
6	122.3	98.6	19.39
7	137.7	112.1	18.60
8	118.7	97.1	18.18
9	119.7	97.5	18.52
10	125.8	99.6	20.80
Rata - rata			<b>18.22</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014

Berdasarkan hasil analisis blanko konsentrasi fosfat di *inlet* dan *outlet biosand filter 2* pada Tabel 4.33, maka dapat digambarkan grafik persentase penyisihannya pada Gambar 4.62 berikut.



Gambar 4.61 Grafik Konsentrasi Nitrat *Biosand Filter 2* (Blanko)



Gambar 4.62 Grafik Presentase Penyisihan Nitrat *Biosand Filter 2* (Blanko)

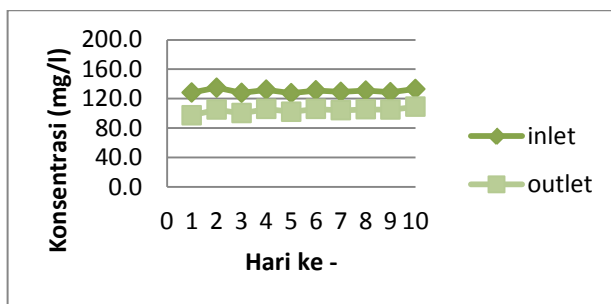
Berikutnya akan ditampilkan data analisa nitrat *Biosand Filter 3*, dimana unit ini menjadi variabel 2 pada penelitian kali ini.

Tabel 4.34 Nilai Konsentrasi Nitrat *Biosand Filter 3*

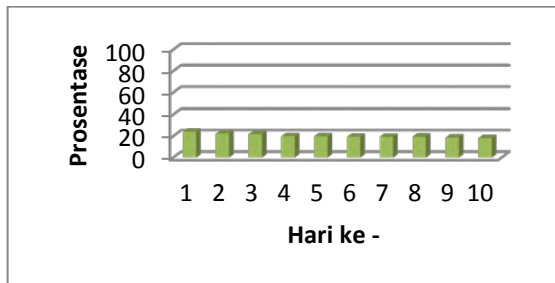
hari ke-	inlet (mg/l)	outlet (mg/l)	removal (%)
1	128.2	97.5	23.95
2	134.8	105.0	22.12
3	127.9	100.1	21.72
4	132.0	105.8	19.79
5	127.4	102.3	19.68
6	131.1	105.9	19.22
7	129.2	104.2	19.38
8	130.9	105.4	19.50
9	128.8	105.0	18.47
10	133.1	109.0	18.06
Rata - rata			<b>20.19</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014

Berdasarkan hasil analisis konsentrasi nitrat di inlet dan outlet *biosand filter 3* pada tabel 4.34, maka dapat digambarkan grafik prosentase penyisihannya pada gambar 4.64 berikut.



Gambar 4.63 Grafik Konsentrasi Nitrat *Biosand Filter 3*



Gambar 4.64 Grafik Prosentase Penyisihan Nitrat Biosand Filter 3

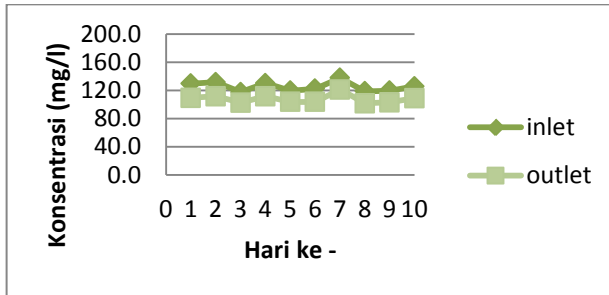
Berdasarkan gambar 4.64 dapat dilihat bahwa rentang efisiensi penyisihan nitrat pada *biosand filter* 3 dengan effluent bak pengendap sebagai influennya berkisar antara 18,06% - 23,95%. Berikutnya akan ditampilkan data yang diperoleh pada analisis blanko

Tabel 4.35 Nilai Konsentrasi Fosfat pada *Biosand Filter* 3 (Blanko)

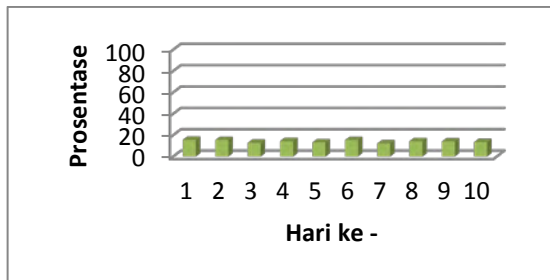
hari ke-	inlet (mg/l)	outlet (mg/l)	removal (%)
1	129.6	109.4	15.59
2	131.7	111.6	15.27
3	117.4	102.5	12.72
4	130.3	111.6	14.38
5	119.5	103.7	13.23
6	122.3	104.3	14.73
7	137.7	121.1	12.07
8	118.7	101.7	14.30
9	119.7	103.0	13.92
10	125.8	108.9	13.40
Rata - rata			<b>13.96</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014

Berdasarkan hasil analisis blanko konsentrasi fosfat di *inlet* dan *outlet biosand filter 3* pada Tabel 4.35, maka dapat digambarkan grafik persentase penyisihannya pada Gambar 4.66 berikut.

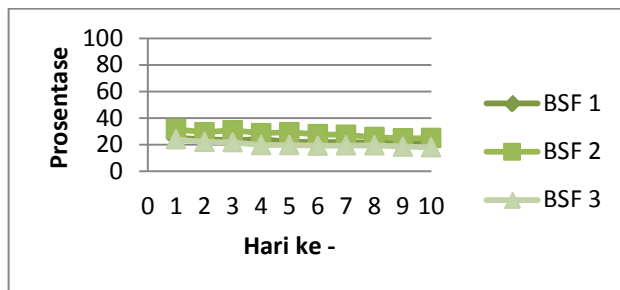


Gambar 4.65 Grafik Konsentrasi Nitrat *Biosand Filter 3* (Blanko)



Gambar 4.66 Grafik Prosentase Penyisihan Nitrat *Biosand Filter 3* (Blanko)

Berikutnya akan ditampilkan grafik perbandingan data analisis fosfat antara ketiga *Biosand Filter*.



Gambar 4.67 Grafik Perbandingan Prosentase Penyisihan Fosfat ketiga *Biosand Filter*

Perbandingan nilai konsentrasi nitrat pada ketiga *biosand filter* menunjukkan bahwa ada perbedaan efisiensi penyisihan terhadap air limbah di tiap – tiap variabelnya, Berdasarkan data dan gambar yang telah ditampilkan, *biosand filter 2* memiliki rata – rata efisiensi penyisihan terbesar dibandingkan dua reaktor *biosand filter* yang lain, yaitu 28%. Lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.36 Perbandingan Persentase Penyisihan ketiga *Biosand Filter*

Hari ke-	Biosand Filter 1	Biosand Filter 2	Biosand Filter 3
1	25.04	31.59	23.95
2	24.11	29.30	22.11
3	23.52	30.78	21.72
4	24.11	28.66	19.79
5	22.15	29.30	19.72
6	22.04	27.84	19.22
7	22.04	27.46	19.41
8	21.47	25.59	19.48
9	21.51	24.77	18.48
10	21.20	24.89	18.05
Rata-rata	<b>22.72</b>	<b>28.02</b>	<b>20.19</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014

#### 4.5 Analisis Efisiensi Gabungan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan terhadap keempat parameter dari aerasi, bak pengendap dan masing – masing reaktor biosand filter didapatkan efisiensi penyisihan gabungan dari rangkaian reaktor.

Tabel 4.37 Efisiensi gabungan terhadap parameter COD

Hari ke-	Aerasi + BP + BSF 1	Aerasi + BP + BSF 2	Aerasi + BP + BSF 3
1	71.34	76.21	67.58
2	74.33	76.90	65.85
3	73.78	78.24	65.82
4	73.49	77.66	64.81
5	72.13	78.14	65.22
6	72.14	75.82	62.39
7	72.48	77.29	64.42
8	69.19	73.87	63.39
9	70.17	73.73	63.08
10	68.29	73.01	62.94
<b>Rata-rata</b>	<b>71.73</b>	<b>76.09</b>	<b>64.55</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014

Tabel 4.38 Efisiensi gabungan terhadap parameter zat padat

Hari ke-	Aerasi + BP + BSF 1	Aerasi + BP + BSF 2	Aerasi + BP + BSF 3
1	93.43	95.32	92.09
2	93.30	96.36	92.09
3	93.17	96.74	92.37
4	93.53	97.22	92.45
5	92.71	96.25	91.82
6	92.75	97.03	91.98

7	93.54	96.69	92.31
8	93.94	96.84	93.02
9	93.56	96.87	92.43
10	91.92	96.37	91.11
<b>Rata-rata</b>	<b>93.19</b>	<b>96.57</b>	<b>92.17</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014

Tabel 4.39 Efisiensi gabungan terhadap parameter nitrat

Hari ke-	Aerasi + BP + BSF 1	Aerasi + BP + BSF 2	Aerasi + BP + BSF 3
1	36.91	42.43	35.99
2	34.28	38.78	32.55
3	35.00	41.17	33.47
4	34.67	38.59	30.95
5	33.14	39.28	31.04
6	32.95	37.93	30.52
7	32.12	36.84	29.83
8	31.89	35.47	30.17
9	32.69	35.49	30.09
10	31.68	34.88	28.94
<b>Rata-rata</b>	<b>33.53</b>	<b>38.08</b>	<b>31.36</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014

Tabel 4.40 Efisiensi gabungan terhadap parameter fosfat

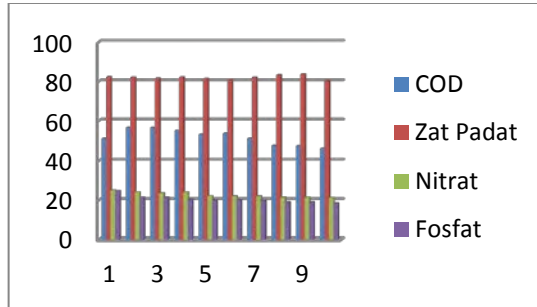
Hari ke-	Aerasi + BP + BSF 1	Aerasi + BP + BSF 2	Aerasi + BP + BSF 3
1	33.42	36.56	28.27
2	30.85	35.51	27.17
3	30.38	35.03	27.41
4	29.02	31.95	26.26
5	30.31	34.19	28.14

Hari ke-	Aerasi + BP + BSF 1	Aerasi + BP + BSF 2	Aerasi + BP + BSF 3
6	28.52	30.09	24.94
7	29.68	29.14	26.75
8	27.71	27.87	24.47
9	29.64	29.54	26.91
10	28.30	28.52	25.45
<b>Rata-rata</b>	<b>29.78</b>	<b>31.84</b>	<b>26.58</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2014

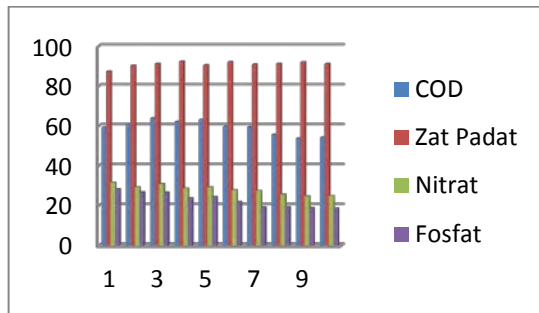
#### 4.6 Analisis penyisihan parameter pada biosand filter

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan terhadap biosand filter 1, biosand filter 2, dan biosand filter 3 didapatkan efisiensi penyisihan gabungan dari keempat parameter yang akan ditampilkan pada grafik dibawah ini.

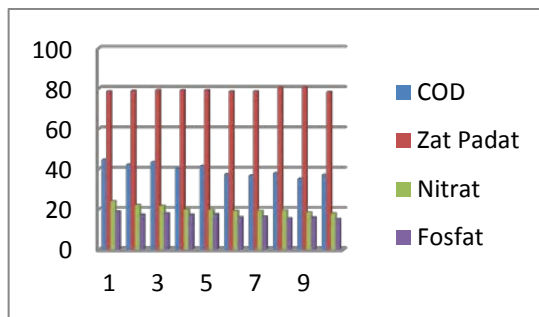


Gambar 4.37 Grafik Prosentase Penyisihan Keempat Parameter Pada Biosand Filter 1





Gambar 4.38 Grafik Prosentase Penyisihan Keempat Parameter Pada Biosand Filter 2



Gambar 4.39 Grafik Prosentase Penyisihan Keempat Parameter Pada Biosand Filter 3

#### 4.7 Pembahasan

Pada penelitian kali ini digunakan sampel limbah black water buatan yang karakteristiknya disesuaikan dengan limbah asli. Bahan yang dicampurkan untuk membentuk limbah artifisial ini antara lain gula, tanah,  $\text{KNO}_3$  sebagai nitrat buatan dan  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  sebagai fosfat buatan. Proses pembuatan sampel air limbah dilakukan setiap akan running pada reaktor. Dalam prosesnya dimungkinkan terjadi kesalahan yang diakibatkan oleh tidak tepatnya perhitungan, kesalahan dalam penggunaan peralatan, dan penimbangan yang tidak presisi sehingga dari hari ke hari didapatkan konsentrasi yang berubah – ubah di setiap parameter yang akan dianalisis.

Selain pada pembuatan sampel, kekurangan juga terjadi pada proses analisis laboratorium, dimana sebagian reagen dan bahan kimia yang digunakan selama analisis merupakan sisa dari penelitian lain yang menggunakan alat dan bahan untuk analisis parameter yang sama dengan parameter pada penelitian ini, sehingga dimungkinkan karena faktor kondisi penyimpanan dan waktu dapat mempengaruhi alat dan bahan tersebut, terutama pada reagen yang tidak dapat disimpan dalam waktu lama atau cepat kadaluarsa.

Pada beberapa hari setelah proses running dilakukan, mulai tampak gejala clogging pada salah satu biosand filter. Hal ini dapat disebabkan oleh mulai tersumbatnya pori – pori pada filter karena proses penyaringan secara fisik terhadap zat padat yang terkandung dalam air limbah, dimana parameter pencemar ini memiliki konsentrasi yang cukup tinggi, sehingga aliran air terhambat dan terjadi tumpahan pada biosand filter. Dalam hal ini diperlukan desain pre – treatment yang lebih baik utamanya untuk menyisihkan materi padatan sehingga tidak terlalu banyak masuk kedalam biosand filter. Pre-treatment yang digunakan dalam penelitian ini adalah aerasi menggunakan diffused aerator yang juga umum digunakan untuk akuarium ikan hias. Tujuan dari pre-treatment ini yaitu untuk menambah kadar oksigen terlarut dalam air limbah sehingga dapat membantu bakteri aerobik untuk tumbuh dengan optimal dan mampu menyisihkan kandungan pencemar didalam air limbah. Selain diffused aerator, bak pengendap juga digunakan sebagai pre-treatment dalam penelitian ini. Bak pengendap berfungsi untuk menyisihkan kandungan partikel diskrit yang mudah mengendap maupun partikel tersuspensi didalam air limbah, sehingga beban pencemar berupa zat padat dapat tereduksi sebelum masuk kedalam reaktor biosand filter.

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan tampak bahwa aerasi dapat mengurangi beban pencemar berupa COD rata – rata sebesar 19,35%, sedangkan untuk zat padat hanya sekitar 4,29% dimana artinya aerasi relatif tidak berpengaruh terhadap parameter ini yang hanya mampu direduksi dengan proses pengolahan secara fisik. Selain itu aerasi juga tidak terlalu

berpengaruh terhadap parameter nitrat dan fosfat dengan kisaran efisiensi penyisihannya 4%-5%. Pada bak pengendap dapat dilihat bahwa penyisihan terbesar terjadi pada parameter zat padat, dengan rata – rata yaitu 60,62%. Hal ini menunjukkan bahwa bak pengendap cukup efektif dalam melakukan proses penyisihan secara fisik, dimana ini merupakan proses yang umum dalam menyisihkan padatan – padatan.

Dalam penelitian ini juga dilakukan proses pengambilan data blanko selama 10 hari, dimana ini dilakukan 15 hari sebelum memulai pengambilan data analisis. Tujuan dari pengambilan data blanko yaitu untuk mengetahui bagaimana kinerja reaktor biosand filter dalam menyisihkan pencemar dalam air limbah pada saat kondisinya masih baru dan tidak terendam, sehingga dapat digunakan untuk membandingkan dengan hasil dari analisis yang dilakukan dengan reaktor biosand filter yang telah terendam dan ditumbuhi oleh mikroorganisme didalamnya.

*“ Halaman ini sengaja dikosongkan “*

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan.dari penelitian ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Efisiensi penyisihan limbah dengan karakteristik awal COD : 3022,5 mg/l, Zat Padat : 1785,8 mg/l, Nitrat : 151,5 mg/l, Fosfat : 31,4 mg/l pada biosand filter 1 masing – masing sebesar 51,9%, 81,94%, 22,72%, 20,49%. Biosand filter 2 masing – masing 59,3%, 90,89%, 28,02%, 22,82%. Biosand filter 3 masing – masing 39,69%, 79,22%, 20,19%, 16,87%.
2. Variasi ketebalan media yang paling optimal adalah biosand filter 2 dengan 10 cm dan diameter 0,59mm.

#### **5.2 Saran**

Dengan tujuan untuk mengembangkan kajian atau penelitian mengenai biosand filter dalam pengolahan air buangan lebih lanjut, beberapa saran yang dapat diutarakan adalah :

1. Melakukan penelitian dengan menggunakan variasi baik jenis, ukuran, maupun ketebalan media pasir yang berbeda.
2. Melakukan analisis lebih lanjut terhadap parameter coliform, sulfat, warna, kekeruhan dan pH.

## LAMPIRAN I PROSEDUR ANALISA COD

### 1. Alat dan bahan

- a. larutan  $K_2Cr_2O_7$
- b. Kristal Perak Sulfat ( $Ag_2SO_4$ ) dicampur dengan Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ )
- c. Larutan standard Ferro Amonium Sulfat 0.05 N
- d. Kristal Merkuri Sulfat ( $Hg_2SO_4$ )
- e. Larutan indikator Fenantrolin ferro Sulfat (Feroin)
- f. Buret 50 ml 1 buah
- g. Erlennmeyer COD 2 buah
- h. Alat refluks dan pemanasnya
- i. Pipet 10 ml. 5 ml
- j. Beker glass 50 ml 1 buah

### 2. Prosedur Percobaan

- a. Masukkan 0.4 gr kristal  $Hg_2SO_4$  ke dalam masing-masing erlenmeyer COD.
- b. Tuangkan 20 ml air sampel dan 20 ml air aquadest (sebagai blanko) ke dalam masing-masing erlenmeyer COD.
- c. Tambahkan 10 ml larutan Kalium Dikromat ( $K_2Cr_2O_7$ ) 0.1N
- d. Tambahkan 30 ml larutan campuran  $Ag_2SO_4$  dan  $H_2SO_4$ .
- e. Alirkan air pendingin pada kondensor dan pasang erlenmeyer COD.
- f. Nyalakan alat pemanas dan refluks larutan tersebut selama 2 jam.
- g. Biarkan erlenmeyer dingin dan tambahkan air aquadest melalui kondensor sampai volume 150 ml.
- h. Lepaskan erlenmeyer dari kondensor dan tunggu sampai dingin.
- i. Tambahkan 3-4 tetes indikator ferroin.
- j. Titrasi kedua larutan di erlenmeyer tersebut dengan Larutan Standart Ferro Amonium Sulfat 0.05 N hingga warna menjadi merah-coklat.

k. Hitung COD sampel dengan rumus:

$$COD(mg / lO_2) = \frac{(a - b) \times N \times 8000}{\text{volume sampel}} \times f \times P$$

Dimana:

a = Volume FAS titrasi blanko (ml)

b = Volume FAS titrasi sampel (ml)

N = Normalitas larutan FAS

f = faktor ( 20: titran blanko kedua)

P = pengenceran

## LAMPIRAN II PROSEDUR ANALISA BOD

### 1. Alat dan bahan

- a. Larutan Mangan Sulfat ( $MnSO_4$ ).
- b. Larutan Alkali-iodida-Azida atau Larutan Pereaksi Oksigen.
- c. Indikator Amilum 0.5 %.
- d. Larutan Natrium Tiosulfat 0.0125 N.
- e. Larutan Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) pekat.
- f. Botol winkler 1 buah.
- g. Buret 25 ml atau 50 ml.
- h. Pipet 10 ml. 5 ml.
- i. Gelas ukur 100ml 1 buah.
- j. Erlenmeyer 250 ml 1 buah.

### 2. Prosedur Percobaan

- a. Ambil sampel menggunakan botol winkler sampai botol penuh kemudian ditutup.
- b. Tambahkan 1 ml larutan mangan sulfat
- c. Tambahkan pereaksi oksigen
- d. Botol ditutup dengan hati-hati agar tidak ada gelembung udaranya lalu balik-balikkan beberapa kali.
- e. Biarkan gumpalan mengendap selama 5-10 menit
- f. Tambahkan 1 ml asam sulfat pekat. tutup dan balikbalikkan.
- g. Tuangkan 100 ml larutan ke dalam erlenmeyer 250 ml.
- h. Titrasi dengan larutan Natrium Tiosulfat 0.0125 N sampai warna menjadi coklat muda.
- i. Tambahkan 3-4 tetes indikator amilum dan titrasi dengan Natrium Tiosulfat hingga warna biru hilang.
- j. Hitung oksigen terlarut dan BOD dengan rumus berikut:

$$OT(mgO_2/l) = \frac{a \times n \times 8000}{100ml}$$



Dimana:

OT = Oksigen terlarut

a = Volume titrasi Natrium Tiosulfat

N = normalitas larutan Natrium Tiosulfat.

## **LAMPIRAN III**

### **PROSEDUR ANALISA TSS**

#### **1. Alat dan bahan**

- a. Cawan penguapan. diameter 90 mm. kapasitas 100 ml. terbuat dari porselin
- b. Oven untuk pemanasan 105oC
- c. Desikator
- d. Kertas Saring
- e. Timbangan analitis. kapasitas 200 gram. ketelitian 0.1 mg

#### **2. Prosedur Percobaan**

- a. Cawan penguap kosong yang telah dibersihkan. dipanaskan pada 105oC dalam oven selama 1 jam. Apabila akan dilanjutkan untuk analisa Zat padat Tersuspensi Organik. cawan dipanaskan pada 550oC selama 1 jam.
- b. Dinginkan selama 15 menit dalam desikator. kemudian ditimbang; cawan yang dikeluarkan dari furnace pada 550oC diturunkan dahulu panasnya dalam oven pada 105oC sebelum didinginkan dalam desikator.
- c. Sampel dikocok merata. kemudian dituangkan dalam cawan Volum sampel diatur sehingga berat residu adalah antara 25 sampai 250 mg.
- d. Masukkan cawan berisi sampel ke dalam oven. suhu oven diatur 98oC untuk mencegah percikan akibat dididihkan air dalam cawan. Namun bila volum sampel kecil dan dinding cawan cukup tinggi maka langkah ini tidak perlu.
- e. Teruskan pengeringan dalam oven dengan suhu 105oC selama 1 jam.
- f. Dinginkan cawan yang berisi residu zat padat tersebut dalam desikator. sebelum ditimbang.
- g. Ulangi langkah e dan f. sampai diperoleh berat yang konstan atau berat berkurang < 4% berat semula atau 0.5 mg.  
Biasanya pemanasan 1 sampai 2 jam sudah cukup. Awas!  
Garam yang telah mengendap sangat higroskopis. sehingga penimbangan harus dilakukan dengan cepat.
- h. Agar hasil analisa teliti. seharusnya dibuat duplikat.

Perhitungan:

$$\text{Zat Padat Total (mg/l)} = \frac{(a - b) \times 1000}{\text{Volume\_sampel}}$$

Dimana:

a = berat cawan dan residu sesudah pemanasan 105°C

b = berat cawan (kosong) sesudah pemanasan 105°C

## **LAMPIRAN IV**

### **PROSEDUR ANALISA NITRAT**

#### **1. Alat dan Bahan**

- a. Larutan Brucin Asetat
- b. Larutan Asam Sulfat Pekat
- c. Erlenmeyer 50ml 2 buah
- d. Spektrofotometer dan Kuvet
- e. Pipet 10 ml. 5 ml

#### **2. Prosedur Percobaan**

- a. Ambil 2 buah Erlenmeyer 50 ml. isi masing – masing dengan sampel air dan aquadest (sebagai blanko) sebanyak 2 ml
- b. Tambahkan 2 ml larutan Brucin Asetat
- c. Tambahkan 4 ml Larutan Asam Sulfat Pekat
- d. Aduk dan Biarkan selama 10 menit
- e. Baca pada spektrofotometer dengan panjang gelombang  $400\mu\text{m}$   
Absorbansi dan hasil pembacaan. dibaca pada hasil kalibrasi atau kurva kalibrasi

## **LAMPIRAN V**

### **PROSEDUR ANALISA PHOSPAT**

#### **1. Alat dan Bahan**

- a. Larutan Amonium Molybdate
- b. Larutan Klorid Timah ( $\text{SnCl}$ )
- c. Erlenmeyer 100 ml 2 buah
- d. Spektrofotometer dan Kuvet
- e. Pipet 25 ml. 10 ml. 5 ml

#### **2. Prosedur Percobaan**

- a. Ambil 2 buah Erlenmeyer 100 ml. isi masing – masing dengan sampel air dan aquadest (sebagai blanko) sebanyak 25 ml
- b. Tambahkan 1 ml larutan Amonium Molybdate
- c. Tambahkan 2-3 tetes larutan Klorid Timah
- d. Aduk dan biarkan selama 7 menit
- e. Baca pada spektrofotometer dengan panjang gelombang  $650\mu\text{m}$   
Absorbansi hasil pembacaan. dihitung dengan rumus hasil kalibrasi atau dibaca dengan kurva kalibrasi

## LAMPIRAN VI

### PEMBUATAN REAKTOR BIOSAND FILTER

Alat dan bahan:

1. Toples plastik 16 liter
2. Tutup plastik sebagai diffuser
3. Pipa PVC ½"
4. 3 buah *bend/knee/siku* ukuran 1 inch
5. 1 pasang *socket/faucet drat* beserta *ring* karet
6. Kerikil dengan ukuran 1-2 cm
7. Pasir halus diayak dengan ukuran 0.59 mm dan 1.19 mm.
8. Kerikil halus dengan ukuran 5-7 mm

Cara pembuatannya:

1. Pasang semua pipa dan *bend/knee* ke toples plastik
2. Ayak kerikil. cuci di dalam ember. kemudian masukkan dalam toples plastik.
3. Ayak pasir dengan ayakan 0.59 mm. cuci di dalam ember. kemudian masukkan dalam toples plastik.
4. Ayak pasir dengan ayakan 1.19 mm. cuci di dalam toples kaca. kemudian masukkan dalam toples plastik.

*diffuser* dibuat sedemikian rupa (dipasangkan ke tutup toples plastik) dan dibuat lubang ukuran di dasar ember.