

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Penelitian Secara Umum

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

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

3.2 Lokasi Penelitian

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

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

3.3. Objek Penelitian

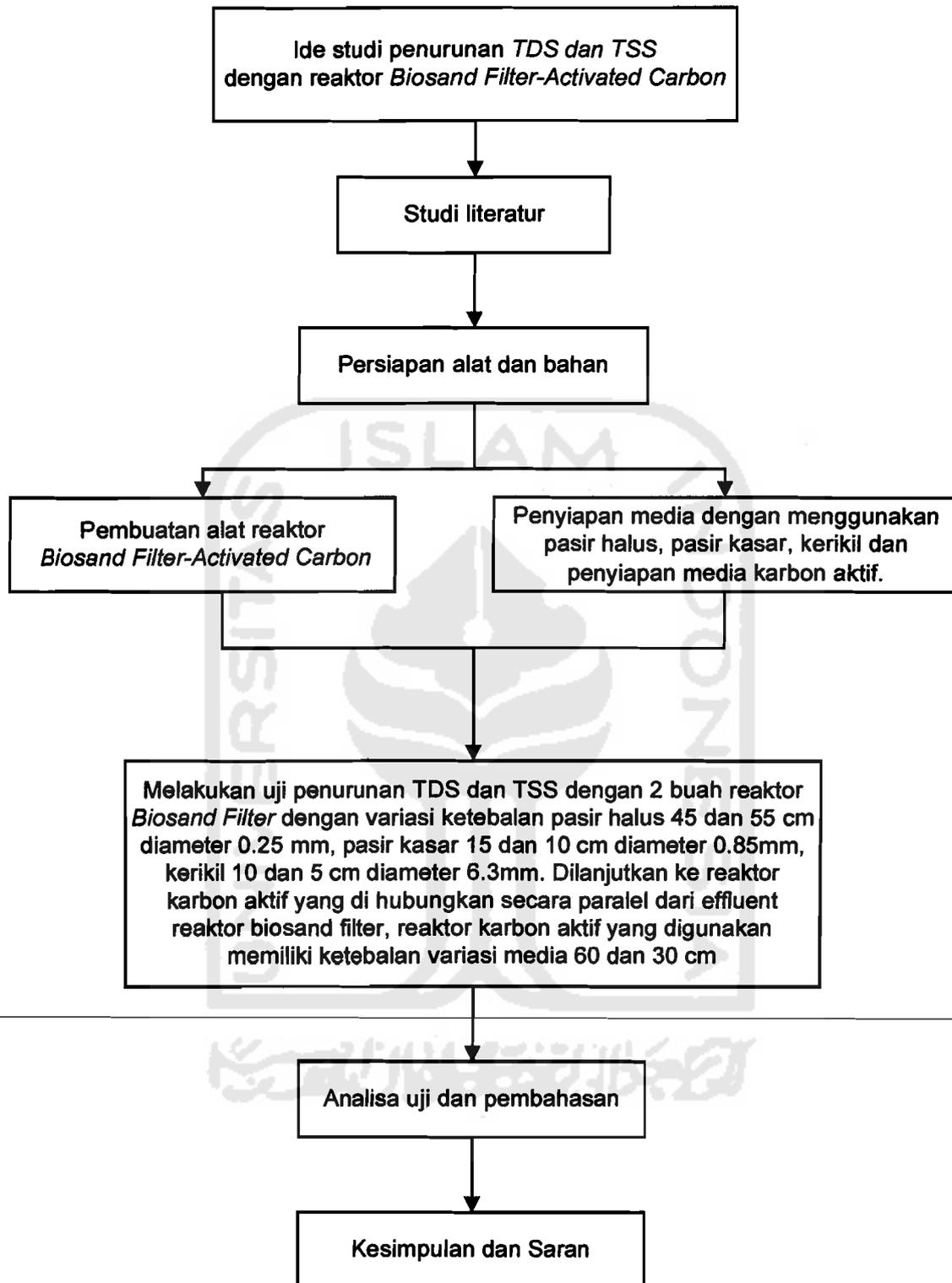
Sebagai objek penelitian ini adalah konsentrasi *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS) dari sumber air baku yaitu air Selokan Mataram, Yogyakarta.

3.4 Jenis Penelitian

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

3.5 Kerangka Penelitian

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



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.6 Parameter Penelitian dan Metode uji

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

Tabel 3.1 Parameter Penelitian dan Metode Uji

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

3.7 Variabel Penelitian

Variabel penelitian ini terdiri atas dua, yaitu:

3.7.1 Variabel Bebas (*Independent Variable*)

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

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

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

Tabel 3.2 Ketinggian Media *Biosand Filter*

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

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

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

3.7.2 Variabel Terikat (*Dependent Variable*)

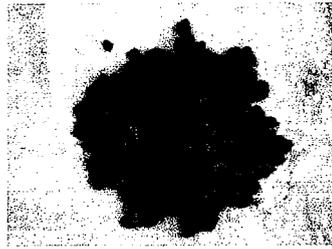
Parameter yang diteliti adalah *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS) pada air Selokan Mataram, Yogyakarta.

3.8 Bahan dan Alat Penelitian

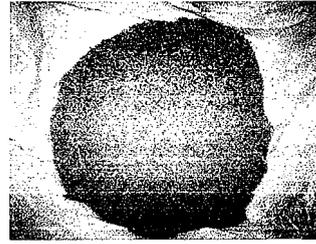
3.8.1 Ketersediaan Media Pasir Halus, Pasir Kasar, Kerikil, dan Karbon Aktif

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

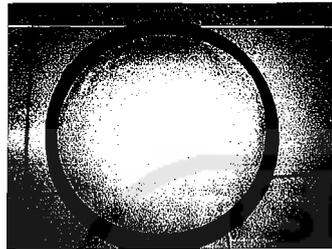




Kerikil Ø 6,3 mm



Pasir kasar Ø 0,85 mm



Pasir halus Ø 0,25 mm



Karbon Aktif

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

3.8.2 Reaktor dan Alat Pelengkap Penelitian

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

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



Gambar 3.3 Reaktor *Biosand Filter*

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

Perencanaan desain :

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



Gambar 3.4 Reaktor *Activated Carbon*

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

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

Perencanaan desain:

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

3.9 Pelaksanan Penelitian

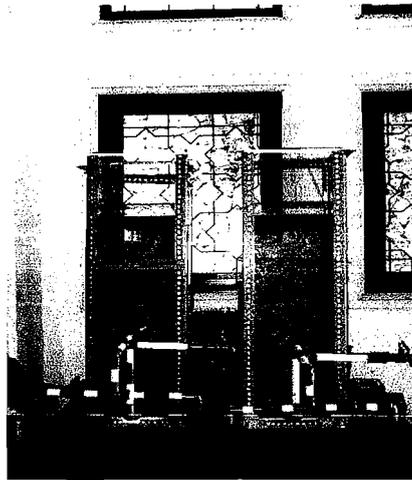
Pelaksanaan penelitian ini meliputi persiapan media, persiapan alat, pengambilan sampel awal, prosedur penelitian, proses sampling, dan tahap pengukuran parameter uji, yang diuraikan seperti dibawah ini.

3.9.1 Persiapan Media

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

3.9.2 Persiapan Alat

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



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

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

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



Gambar 3.6 *Diffuser Plate*

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

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

3.9.3 Pengambilan Sampel Awal

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

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

3.9.4 Prosedur Penelitian

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

3.9.5 Proses Sampling

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

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



Gambar 3.7 Titik Inlet



Gambar 3.8 Titik Outlet

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

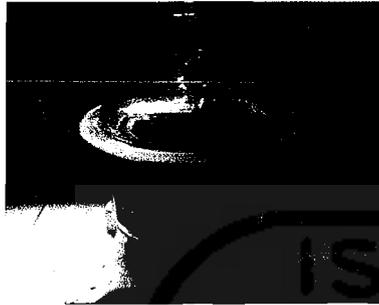
Dilakukan pemeriksaan parameter di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan FTSP UII. Untuk parameter TDS Metode Uji yang digunakan yaitu metode Gravimetri menggunakan SNI 06.6989.27.2005 dan untuk TSS metode Gravimetri menggunakan SNI 06-6989.3-2004

1. Pemeriksaan *Total Disolved Solid* (TDS)

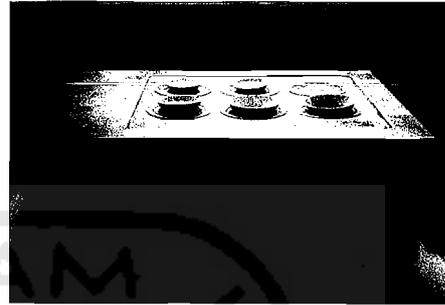
Metode Uji yang digunakan yaitu metode Gravimetri menggunakan SNI 06.6989.27.2005. bentuk dari analisis ini bergantung pada berat solid yang diperoleh dari sampel dengan cara penguapan (evaporasi) dan pengendapan (presipitasi). Karena dalam pengukuran ini sangat memerlukan ketelitian dalam pengukuran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

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

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



Gambar 3.9 Desikator



Gambar 3.10 Water Bath & Cawan Porselin



Gambar 3.11 Timbangan Analitik



Gambar 3.12 Oven

2. Pemeriksaan *Total Suspended Solid* (TSS)

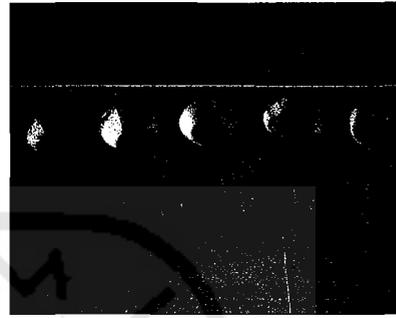
Metode Uji yang digunakan yaitu metode Gravimetri menggunakan SNI 06-6989.3-2004. Bentuk dari analisis ini bergantung pada berat solid yang diperoleh dari sampel dengan cara penyaringan (filtrasi). Sama seperti pengukuran TDS, untuk mengukur padatan yang tertahan pada kertas saring akan memerlukan ketelitian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

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

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



Gambar 3.13 Desikator



Gambar 3.14 Kertas Saring, Corong, Erlenmeyer



Gambar 3.15 Timbangan Analitik



Gambar 3.16 Oven

3.10 Analisa Data

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

:

1. TDS (*Total Dissolved Solid*)

Mengacu pada SNI 06.6989.27.2005

- Perhitungan

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

dimana :

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

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

2. TSS (*Total Suspended Solid*)

Mengacu pada SNI 06-6989.3-2004

- Perhitungan

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

dimana :

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

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

c = Volume sampel (ml)

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

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

Dimana :

E = Efisiensi

C_0 = Konsentrasi awal

C_1 = Konsentrasi akhir

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