

### BAB III

## METODE PENELITIAN

### 3.1 Penelitian Secara Umum

Penelitian dengan menggunakan reaktor *fluidized bed*, dengan media *styrofoam* didalamnya, dilakukan untuk mengamati perubahan konsentrasi COD dan TSS pada air limbah setelah melewati reaktor dengan aliran keatas (*up plow*). Sebelum penelitian berjalan, dilakukan penentuan dan pemilihan media serta pendesainan alat. Media yang digunakan adalah *styrofoam* dengan diameter yang sama. Media akan mengalami pertumbuhan lapisan *biofilm*. Penelitian dilakukan saat *start up* yaitu saat awal reaktor dialiri limbah dan tahap awal pertumbuhan bakteri.

Pengujian sampel dilakukan dalam jangka waktu 21 hari serta mengamati suhu dan pH. Aliran reaktor berjalan secara kontinyu, dengan mengalirkan limbah yang berasal dari septic tank. Tekanan diatur agar dapat mengalirkan limbah secara *up plow*. Sampel air limbah diambil pada inlet dan outlet untuk diuji konsentrasi COD dan TSS. Hasil penelitian ini akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik. Penelitian ini termasuk ke dalam penelitian eksperimen yang dilaksanakan dalam skala laboratorium .

### 3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan sampel bertempat di kampus Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Air Limbah diambil pada bagian *septic tank* yang terletak disebelah timur kampus FTSP.

Proses berjalannya reaktor/pengolahan limbah dengan reaktor dilakukan di laboratorium Rancang Bangun Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

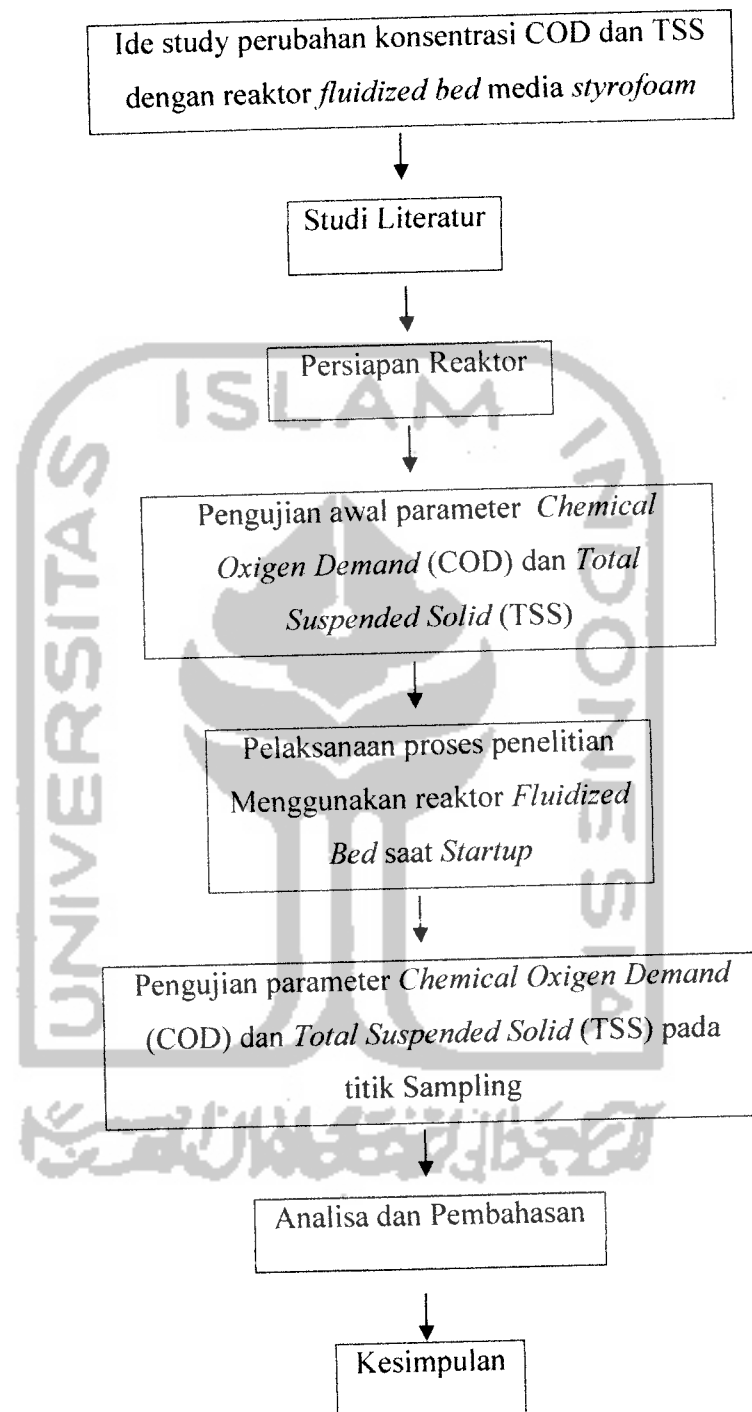
Analisa sampel untuk parameter COD dan TSS dilakukan di laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

### 3.3 Obyek Penelitian

Sebagai Obyek penelitian adalah konsentrasi COD dan TSS, serta juga mengamati suhu dan pH pada limbah domestik yang berupa limbah dari *septic tank*. Limbah domestic pada *septic tank* ini digunakan karena konsentrasi bahan organik dan mikroorganisme yang masih tinggi dan masih diatas standar baku mutu. Limbah diambil setiap 2 hari sekali sampai selama 21 hari. Digunakan media *styrofoam* sebagai media tempat pertumbuhan lapisan *biofilm* yang diamati pada saat *start up*.

### 3.4 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian menunjukkan rangkaian proses penelitian, mulai dari menemukan ide penelitian sampai pada analisa, pembahasan dan kesimpulan. Adapun kerangka penelitian untuk tugas akhir ini dapat dilihat pada diagram alir penelitian yaitu pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### 3.5 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

1. Variabel bebas ( *Independent Variable* )
  - Konsentrasi debit yang digunakan
  - Waktu detensi
2. Variabel Terikat ( *Dependent Variable* )

Parameter yang diteliti adalah *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) pada air limbah *septictank* yang berasal dari kampus Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

### 3.6 Tahapan Penelitian

Tahapan pelaksanaan dalam penelitian dimulai dari persiapan alat dan bahan, proses penumbuhan bakteri, pelaksanaan penelitian dan proses pemeriksaan sampling.

#### 3.6.1 Persiapan Alat

Pada penelitian ini digunakan reaktor *fluidized bed* terbuat dari plastik. Dibuat dalam skala laboratorium. Waktu detensi ditentukan sebesar 18 jam. Tekanan diusahakan agar dapat menghasilkan aliran secara *uplow*. Didalamnya terdapat media *styrofoam* yang dibatasi dengan 2 sekat. Media *styrofoam* berdiameter 0,5 cm

- Td = 18 jam
- Diameter pipa (d) = 1 inci = 2,54 cm = 0,0254 m
- c = 120

➤ **Perhitungan**

$$\begin{aligned} \text{Volume (V)} &= \pi (r)^2 \cdot t + 1/3 \pi (r)^2 \cdot t \\ &= (\pi (0,125)^2 \cdot 0,9) + (1/3 \pi (0,125)^2 \cdot 0,1) \\ &= 0,046 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Debit (Q)} &= V / Td \\ &= 0,046 \text{ m}^3 / 18 \text{ jam} \\ &= 2,56 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{jam} = 2,56 \text{ l/jam} \\ &= 61,3 \text{ l/hari} \end{aligned}$$

$v_1 = v_2 = 0$  karena fluida dalam keadaan diam

$$v_1^2 / 2g + P_1 / \rho g + z_1 = v_2^2 / 2g + P_2 / \rho g + z_2 + H_{loss}$$

$$\begin{aligned} H_{loss} &= \frac{Q^{1,85} \cdot L}{(0,2785 \cdot c \cdot d^{2,63})^{1,85}} \\ &= \frac{(7,11 \cdot 10^{-7})^{1,85} \cdot 2,45}{(0,2785 \cdot 120 \cdot 0,0254^{2,63})^{1,85}} \\ &= 1,78 \cdot 10^{-5} \end{aligned}$$

$$z_1 = 220 \text{ cm} = 2,3 \text{ m}$$

$$P_1 = 1.10^5 \text{ N/m}^2$$

$$z_2 = 125 \text{ cm} = 1,25 \text{ m}$$

$$P_2 = P_1 + \rho gh$$

$$= 1.10^5 + 9,81 \cdot 1000 \cdot 1,25$$

$$= 1,1 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

Pada perhitungan ini digunakan konsep “Hukum Bernoulli“ untuk mengalirkan limbah dari reservoir ke reaktor fluidized bed dengan sistem aliran upflow. Persamaan Bernoulli menyatakan bahwa jumlah energi sepanjang pipa titik ke satu (reservoir) dengan titik ke dua (reaktor fluidized bed) adalah sama (antara titik satu dan titik dua tidak ada percabangan). Tekanan/energi akan berkurang karena adanya gesekan antara zat cair dan dinding pipa yang disebut sebagai kehilangan tekanan. Adapun persamaan bernoulli sebagai berikut:

$$E_1 = E_2 + H_{loss}$$

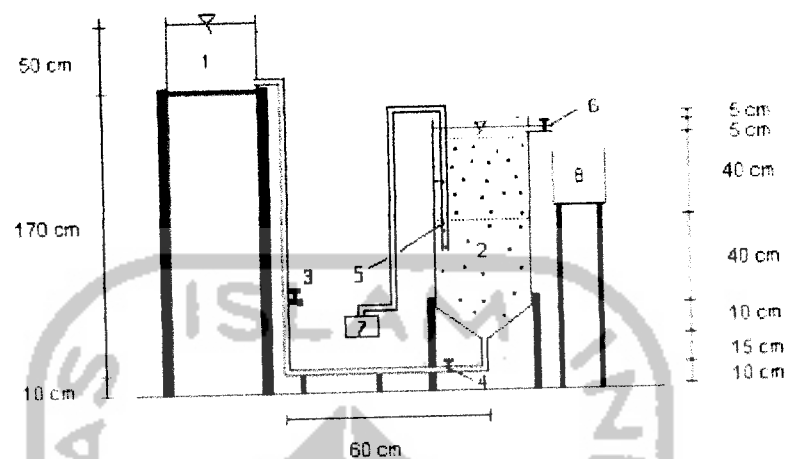
$$v_1^2 / 2g + P_1 / \rho g + z_1 = v_2^2 / 2g + P_2 / \rho g + z_2 + H_{loss}$$

$$0 + 1.10^5 / 9810 + 2,3 = 0 + 1,1 \cdot 10^5 / 9810 + 1,25 + 1,78 \cdot 10^{-5}$$

$$12,5 = 12,5$$

Sehingga air dapat mengalir karena memiliki energi yang sama

Gambar desain reaktor dari hasil perhitungan dan perencanaan dapat dilihat pada gambar 3.3



Gambar 3.3 Reaktor *Fluidized Bed* bermedia *styrofoam*

Keterangan:

- |                          |                     |
|--------------------------|---------------------|
| 1. Reservoir             | 5. Plat Distribusi  |
| 2. Fluidized Bed Reactor | 6. Titik Sampling 2 |
| 3. Titik Sampling 1      | 7. Pompa udara      |
| 4. Gate Valve            | 8. Bak Penampung    |

Setelah dibuat desain dan perhitungan terhadap energi yang digunakan, maka dibuat suatu rangkaian alat. Sebagai berikut:

1. Sebuah prototype yang berbentuk tabung dari bahan plastic yang tidak bisa dilihat secara langsung dari luar. Pada bagian dinding reactor terdapat bagian transparansi untuk melihat ke dalam reactor. Reaktor dibiarkan terbuka karna proses yang digunakan yaitu secara aerobik, dimana pada bagian dalam reactor diberi suplay oksigen. Ukuran reactor yaitu diameter 25 cm dan tinggi

100cm. Bagian bawah reactor terdapat kran pengatur debit. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.4 dibawah ini.

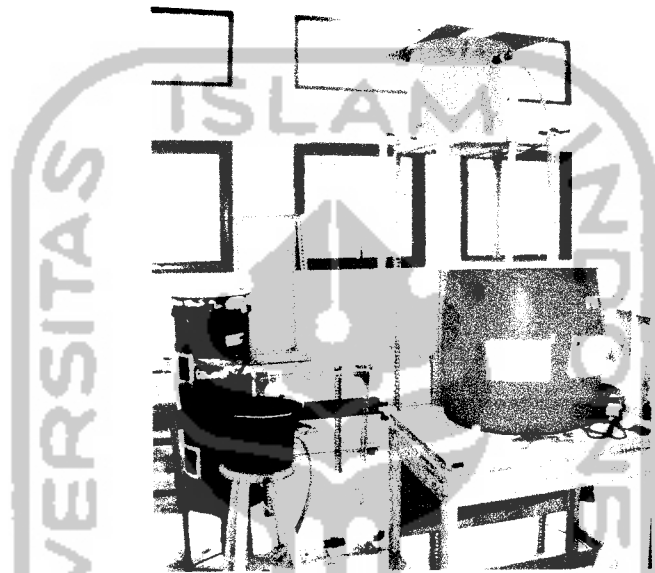


Gambar 3.4 Reaktor *Fluidized Bed*

2. Satu buah drum plastik tempat menampung air limbah dari *septic tank* dengan volume 250 liter. Limbah dalam drum ini dipompakan ke reservoir apabila air di reservoir telah berkurang.
3. Satu buah drum plastik sebagai reservoir dengan volume 150 liter. Terdapat pipa penyaluran air menuju reaktor. Diantara reaktor dan reservoir terdapat kran inlet.
4. Dua buah selang yang berfungsi untuk mengalirkan udara kedalam reaktor.
5. Satu buah ember tempat menampung air limbah yang telah melewati reaktor *fluidized bed*.



Rangkaian keseluruhan reaktor, reservoir dan bak penampungan dapat dilihat pada Gambar 3.5



Gambar 3.5 Rangkaian Reaktor *Fluidized Bed*

### 3.6.2 Proses *Starter Bakteri*

Sebelum dilakukan proses pengolahan air limbah domestik yang menumbuhkan bakteri, terlebih dahulu dilakukan starter bakteri untuk memberikan tambahan awal atau nutrisi bagi bakteri dari luar, sehingga memacu proses pembentukan lapisan *biofilm* pada media pertumbuhan yaitu *Styrofoam*. Proses ini dilakukan dengan cara terlebih dahulu kedalam air limbah diberikan EM<sub>4</sub> kemudian dimasukkan lumpur sebanyak  $\pm 200$  ml, setelah itu ditambahkan beberapa larutan yaitu :

### 1. Larutan A

- $\text{K}_2\text{HPO}_4$  = 0.32 gr/l
- $\text{KH}_2\text{PO}_4$  = 0.16 gr/l
- $\text{NH}_4\text{Cl}$  = 0.12 gr/l

### 2. Larutan B

- $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  = 69 gr/l
- $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  = 2.3 gr/l
- $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  = 2.3 gr/l
- $\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  = 2.3 gr/l
- $\text{CaCl}_2$  = 9.2 gr/l
- 3. Larutan Glukosa = 0.216 gr/l

Setelah semua larutan dimasukkan kedalam reaktor maka air limbah dibiarkan selama 1 hari, baru kemudian air limbah dialirkan secara kontinyu. Penambahan nutrisi ini hanya diberikan sekali saja selama proses berlangsung.

### 3.6.3 Pelaksanaan Penelitian

Setelah semua alat dan bahan telah disiapkan, dan telah terpasang serta tidak lagi terdapat kebocoran maka selanjutnya dapat melaksanakan penelitian.

- Limbah yang berasal dari *septic tank* diambil dengan pompa dan dimasukkan ke dalam jerigen.
- Air limbah domestik yang berasal dari *septic tank*, dimasukkan ke dalam bak penampung. Biasanya setiap 2 hari persediaan limbah habis dan diambil tambahan limbah baru dari *septic tank*.
- Memompa limbah dari bak penampung ke reservoir yang ketinggiannya diatur sesuai dengan tekanan yang diharapkan. Tekanan pada reservoir akan menyebabkan aliran *up flow* pada reaktor.
- Memeriksa kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) sample awal yang terkandung dalam air limbah yang akan dialirkan.
- Mengalirkan air limbah kedalam reaktor yaitu dengan debit sebesar 2,55 l/jam dan waktu detensi (td) 18 jam.
- Mengambil sampel limbah untuk diperiksa kadar dari parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS), serta mengukur suhu dan pH yaitu pada inlet dan outlet reaktor.

#### 3.6.4 Proses *Sampling*

- Proses ini dilakukan dari hari pertama setelah *starter* bakteri sampai 21 hari yang merupakan keadaan *start up*.
- Sebelumnya dilakukan pemeriksaan awal untuk parameter COD dan TSS.

- Selama 21 hari setiap 2 hari sekali dilakukan sampling dan pemeriksaan parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD), serta *Total Suspended Solid* (TSS), dan setiap hari dilakukan pengukuran suhu dan pH.
- Sample diambil pada 2 titik, yaitu pada inlet (kran setelah reservoir) dan outlet (kran bagian atas reaktor).

Titik sampling yang diambil yaitu pada inlet dan outlet yang dapat dilihat pada Gambar 3.6 dan 3.7 berikut ini



Gambar 3.6 Inlet Reaktor  
*Fluidized Bed*



Gambar 3.7 Outlet Reaktor  
*Fluidized Bed*

### 3.6.5 Pemeriksaan Sampel

Effluent hasil pengolahan dianalisa di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan FTSP UII Yogyakarta menggunakan SNI 1991 - Standar 2 Metode Pengujian Kualitas Fisika air SK SNI M-03-1990-F untuk TSS dan metode Refluks Tertutup Secara Spektrofotometri SNI 06-6989.2-2004 untuk COD.

### 3.7 Analisa Data

Setelah dilakukan pemeriksaan parameter maka untuk mengetahui efisiensi penurunan kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) maka dihitung efisiensinya dengan membandingkan influent dan effluent dan dinyatakan dalam persen.

Perhitungan efisiensi :

$$E = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100\% \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana :

E = Efisiensi

C<sub>1</sub> = Kadar COD dan *E.Coli* sebelum *treatment*

C<sub>2</sub> = Kadar COD dan *E.Coli* sesudah *treatment*

Setelah itu, data yang telah diperoleh akan diolah dengan uji statistik. Apabila data tergolong analisis lebih dari dua variabel atau lebih dari dua rata-rata maka digunakan *analysis of Variance* (anova). Bila hanya terdapat dua rata-rata sampel maka digunakan dua jenis distribusi, yaitu distribusi-Z dan distribusi-t. Bila n > 30 dan α diketahui, maka digunakan distribusi-Z, dan bila tidak terpenuhi digunakan distribusi-t. 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 distribusi-t yaitu menggunakan Analisa Data Perbandingan Dua Variabel Bebas (Uji t / *t-test*).

Tujuan Uji t dua variabel bebas adalah untuk membandingkan (membedakan) apakah dua variabel tersebut sama atau berbeda, guna menguji signifikansi hasil penelitian keadaan variabel. Uji signifikansi dilihat dari dua rata-rata sampel. Rumus Uji t dua variabel sebagai berikut:

$$t_{\text{hitung}} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1}{n_1} + \frac{S_2}{n_2} - 2r \left( \frac{s_1}{\sqrt{n_1}} \right) + \left( \frac{s_2}{\sqrt{n_2}} \right)}} \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan:

- r = Nilai Korelasi  $X_1$  Dan  $X_2$
- n = Jumlah sampel
- $\bar{x}_1$  = Rata-rata Sampel ke-1
- $\bar{x}_2$  = Rata-rata Sampel ke-2
- $s_1$  = Standar Deviasi sampel ke-1
- $s_2$  = Standar Deviasi sampel ke-2
- $S_1$  = Varians sampel ke-1
- $S_2$  = Varians sampel ke-2

Langkah-langkah *t-test* Untuk Analisa Sampel

Langkah 1 : Membuat  $H_a$  dan  $H_o$  dalam bentuk kalimat

$H_a$  : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi sampel pada inlet dan outlet

Ho : Tidak Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi sampel pada inlet dan outlet

Langkah 2 : Membuat Ha dan Ho model statistik

$$Ha : \mu 1 \neq \mu 2 \quad Ho : \mu 1 = \mu 2$$

Langkah 3 : Mencari rata-rata ( $\bar{X}$ ); standar deviasi (s); varians (S) dan korelasi (r)

Langkah 4 : Mencari t hitung

$$t_{\text{hitung}} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1}{n_1} + \frac{S_2}{n_2} - 2r \left( \frac{s_1}{\sqrt{n_1}} \right) + \left( \frac{s_2}{\sqrt{n_2}} \right)}} \dots\dots\dots(3.3)$$

Langkah 5 : Menentukan kaidah pengujian

- Taraf signifikansinya ( $\alpha = 0.05$ )
- $dk = n_1 + n_2 - 2$  , Sehingga diperoleh t tabel
- Kriteria pengujian dua pihak

Jika :  $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \leq + t \text{ tabel}$ , maka Ho diterima dan Ha ditolak.

Jika tidak dalam wilayah penerimaan tersebut maka Ho ditolak dan Ha diterima.

Langkah 6 : Membandingkan t tabel dengan t hitung

Langkah 7 : Kesimpulan

Kesimpulan terakhir dari suatu uji hipotesis adalah apakah hipotesis diterima atau ditolak yang tergantung dari wilayah penerimaan.