

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian bertempat di Laboratorium Teknik Lingkungan dan Laboratorium Rekayasa Jalan Raya, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

3.2 Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah air tanah (sumur) Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia yang terletak di samping Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia dengan indikasi terdapatnya kandungan Fe total total dan Mn tinggi, kemudian akan dilakukan penurunan kadar Fe total dan Mn melalui proses filtrasi dengan media zeolit.

3.3 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian skala laboratorium dan bersifat eksperimen yang ditunjang dengan pengamatan lapangan, yaitu proses yang berlangsung selama penelitian dilakukan.

3.4 Metode Pengumpulan Data

1. Data Primer, yaitu data yang diperoleh langsung dari pengamatan di lapangan dan data laboratorium tentang kandungan Fe total dan Mn.
2. Data Sekunder, yaitu pengumpulan data dari studi pustaka sebagai penunjang yang berkaitan dengan permasalahan, baik yang diperoleh dari penelitian sebelumnya maupun dari instansi terkait.

3.5 Variabel Penelitian

1. Variabel bebas (*Independent variable*)
 - a. Variasi ketebalan media zeolit (20 cm, 40 cm, 60 cm, 80 cm).
 - b. Diameter butiran zeolit : 20 – 50 mesh.
 - c. Variasi waktu pengaliran (0 menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit).
2. Variabel terikat (*Dependent variable*)

Parameter yang diteliti adalah kandungan Besi total (Fe total) dan Mangan (Mn).

3.6 Alat dan Bahan Penelitian

3.6.1 Alat penelitian

Alat penelitian yang digunakan adalah :

- a. Pembuatan reaktor
 - Corong air
 - Ember
 - Gergaji

- Palu
 - Bor
- b. Analisa besi total
- Spektrofotometer dengan panjang gelombang 510 nm
 - Kuvet dengan ketebalan tembus cahaya 1 cm atau lebih
 - Tabung Nessler 50ml dan 100 ml
 - Labu ukur 50, 100 dan 1000 ml
 - Labu Erlenmeyer 250 ml
- c. Analisa mangan:
- Spektrofotometer dengan panjang gelombang 525 nm
 - Kuvet dengan ketebalan tembus cahaya 1 cm atau lebih
 - Tabung Nessler 100 ml
 - Labu ukur 100 ml
 - Labu Erlenmeyer 250 ml

3.6.2 Bahan Penelitian

- a. Pembuatan Reaktor
- Sampel air (air sumur kampus Terpadu UII)
 - Zeolit alam
 - Pipa PVC dengan diameter 3 inch
 - Pipa PVC 2,5 inch
 - Kran 4 buah
 - Valve 4 buah
 - Lem paralon

- Tutup paralon (dop)
 - Ember plastik besar
 - Kawat
 - Jerigen plastik
 - Kayu balok
 - Kayu papan
 - Rangka besi
- b. Analisa besi total
- Asam klorida pekat
 - Larutan hidroksilamin hidroklorida
 - Larutan penyangga ammonium asetat
 - Larutan fenantrolin
 - Larutan standar besi sediaan
 - Larutan standar besi siapan ($1 \text{ ml} = 0,01 \text{ mg} = 10 \mu\text{g Fe}$)
- c. Analisa Mn
- Larutan pereaksi khusus
 - Kristal ammoniumpersulfat $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ atau kalium persulfat $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$
 - Larutan baku mangan sediaan
 - Larutan baku mangan siapan

3.7 Pelaksanaan Penelitian

3.7.1 Tahap persiapan

1. Persiapan alat dan bahan

Alat-alat dan bahan-bahan yang diperlukan dipersiapkan terlebih dahulu sebelum penelitian dilaksanakan, karena sangat menentukan kelancaran jalannya penelitian.

2. Pembuatan reaktor

Reaktor dibuat menggunakan pipa PVC dengan diameter 3 inch sebanyak 4 jenis dengan beda ketinggian media filter zeolit masing-masing 20 cm, 40 cm, 60 cm dan 80 cm dan menggunakan arah aliran ke atas (*up flow*).

3. Penentuan porositas zeolit

Penentuan porositas zeolit dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut;

- a. Gelas ukur dengan volume 1 liter diisi dengan zeolit hingga volumenya 1 liter.
- b. Air ditambahkan ke dalam gelas ukur yang berisi zeolit hingga permukaan air menunjukkan 1 liter. Pada waktu penambahan volume air yang ditambahkan diukur volumenya.
- c. Perhitungan porositas dengan rumus :

$$\varepsilon = \frac{\text{Volume Air}}{\text{Volume Pasir} + \text{Volume Air}} \dots\dots\dots(4)$$

4. Penentuan berat jenis zeolit

Penentuan berat jenis zeolit adalah sebagai berikut :

- a. Zeolit ditimbang sebanyak 500 gram.
- b. Zeolit tersebut kemudian dimasukkan ke dalam piknometer.

- c. Tambahkan air ke dalam piknometer berisi zeolit sampai tanda batas (digojok perlahan sampai gelembung udaranya naik kepermukaan air, lakukan hingga gelembung udaranya hilang).
- d. Timbang piknometer berisi zeolit dan air tersebut.
- e. Piknometer berisi air ditimbang beratnya (tanpa zeolit)
- f. Zeolit kemudian di oven selama 24 jam pada suhu 150 °C
- g. Setelah itu, zeolit dikeluarkan dari oven dan ditimbang beratnya.

Perhitungan Berat Jenis dari zeolit yang akan digunakan sebagai media saringan pasir aktif menggunakan rumus :

$$B_j = \frac{B_k}{B + 500 - B_t} \dots\dots\dots (5)$$

dimana :

B_k = berat zeolit kering mutlak, gram

B = berat piknometer berisi air, gram

B_t = berat piknometer berisi zeolit dan air, gram

Hasil perhitungan berat jenis zeolit dapat dilihat pada lampiran.

5. Pengukuran kecepatan filtrasi

Pengukuran kecepatan filtrasi dilakukan dengan cara mengalirkan sejumlah air ke dalam tabung filtrasi secara kontinyu dan outletnya diukur dengan cara ditampung dalam gelas ukur dan dicatat waktunya. Tinggi air di reservoir dipertahankan tetap dengan cara pengaturan debit masuk dan pelimpahan pada saluran pelimpah (*over flow*). Besarnya debit penyaringan diperoleh dengan pembagian volume air hasil penyaringan dibagi dengan lamanya waktu

penyaringan. Besarnya kecepatan filtrasi diperoleh dari debit penyaringan dibagi dengan luas permukaan media filter.

8. Pengambilan sampel air untuk mengetahui efisiensi pengolahan

Pengambilan sampel air untuk mengetahui efisiensi pengolahan dilakukan dalam 2 tahap pengambilan :

- a. Sebelum pengolahan : Air dari sumur gali yang mempunyai kadar Fe dan Mn sebelum melewati media zeolit.
- b. Setelah pengolahan : Air yang dihasilkan setelah melalui media zeolit berdasarkan variasi ketebalan media dan variasi lama waktu pengaliran .

Tiap sampel air sebelum dan sesudah pengolahan diambil \pm 500 ml.

9. Variasi percobaan

Untuk melihat efisiensi penurunan besi total dan mangan dilakukan variasi pada ketebalan media zeolit yaitu 20 cm, 40 cm, 60 cm dan 80 cm, sedangkan untuk variasi waktu pengaliran yaitu 0 menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit. Dalam variasi waktu pengaliran 0 menit berarti air baku pertama yang diambil langsung setelah keluar dari filter.

3.7.2 Tahap Pelaksanaan Percobaan

3.7.2.1 Pengoperasian instalasi

1. Pengambilan sampel awal

Sampel air baku diambil dari sumur gali Kampus Terpadu UII yang diduga mengandung besi dan mangan yang tinggi dan akan digunakan sebagai air baku untuk pengolahan.

2. Air baku dari bak penampung dialirkan ke dalam tabung filtrasi secara gravitasi dengan kecepatan konstan, $v = 1.8 \times 10^{-3}$ m/detik)³
3. Pengaliran air baku dilakukan secara kontinyu dari bawah ke atas (*up flow*) dan dibiarkan mengalir sampai operasi penyaringan berjalan stabil.
4. Air dari hasil filtrasi tersebut ditampung dalam botol sampel mengikuti waktu yang telah direncanakan dan diberi larutan HNO₃ pekat untuk menjaga agar kandungan besi dalam air stabil (pH rendah), selanjutnya diambil untuk dianalisa di laboratorium.
5. Effluent hasil penyaringan tersebut diambil, kemudian diukur untuk kadar Fe total dan Mn. Pengambilan dilakukan tiap 30 menit sekali hingga 150 menit dan selanjutnya dianalisa dengan metode 3 kali perulangan (*triplo*).

3.7.2.2 Pemeriksaan parameter

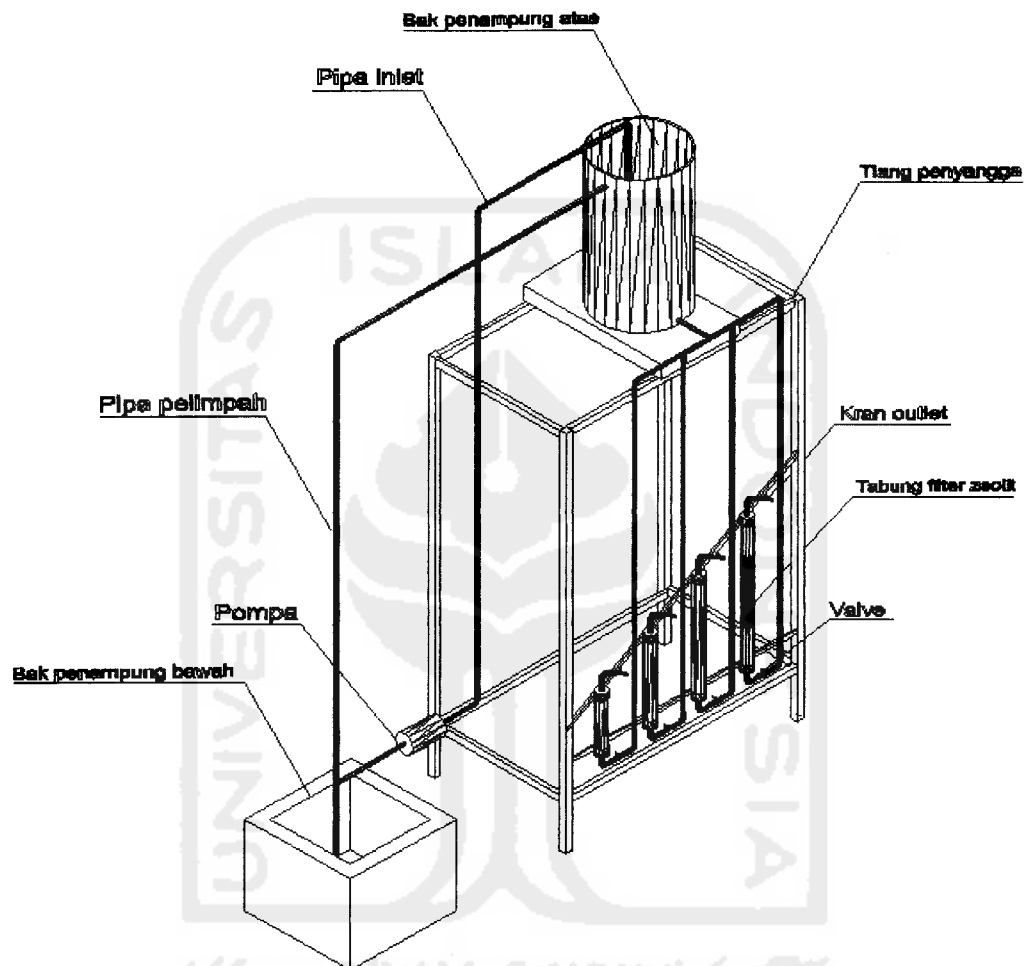
- a. Pemeriksaan kadar Fe total (SNI 19-1127-1989 ; AWWA 3500-Fe D)
 - Kocok contoh air sampai merata, masukkan 50 ml contoh yang mengandung tidak lebih 0,1 mg Fe ke dalam labu Erlenmeyer 250 ml.
 - Tambah 2 ml HCl pekat dan 1 ml larutan hidroksilamin hidroklorida.
 - Panaskan dan didihkan sampai semua besi laru, volume larutan menjadi 15–20 ml. Jika contoh mengandung unsur-unsur pengganggu, maka dilakukan pemanasan sampai kering dan diabukan. Kemudian larutkan kembali dengan 2 ml HCl pekat dan 5 ml air suling.
 - Dinginkan ke dalam labu ukur 50 atau 100 ml.

³ *Rapid Filtration Part 1, Delft University Of Technology.*

- Tambah 10 ml larutan penyangga ammonium asetat dan 2 ml larutan fenantrolin.
 - Tambahkan air suling sampai tanda batas, kocok sampai bercampur rata.
 - Baca setelah 10 – 15 menit dan bandingkan terhadap standar dengan tabung Nessler atau lakukan pengukuran dengan alat spektrofotometer pada panjang gelombang 510 nm.
- b. Pemeriksaan kadar Mn (SNI 19-1133-1989 : AWWA 3500-Mn D)
- Kocok contoh air sampai merata, masukkan 100 ml contoh yang mengandung tidak lebih 0,005 – 1,5 mg Mn ke dalam labu Erlenmeyer 250 ml.
 - Tambahkan 5 ml pereaksi khusus.
 - Panaskan dan didihkan selama \pm 5 menit.
 - Pindahkan dari pemanas dan tambahkan masing-masing 1 gram amonium persulfat.
 - Didihkan kembali sampai 5 menit. Warna ungu kemerahan yang terjadi menunjukkan adanya unsur mangan.
 - Pindahkan secara kuantitatif ke dalam labu ukur 100 ml dan encerkan sampai tanda batas.
 - Kocok sampai merata dan tentukan kadar mangan dengan membacanya pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 525 nm.

3.7.3 Gambaran Reaktor Filter Zeolit

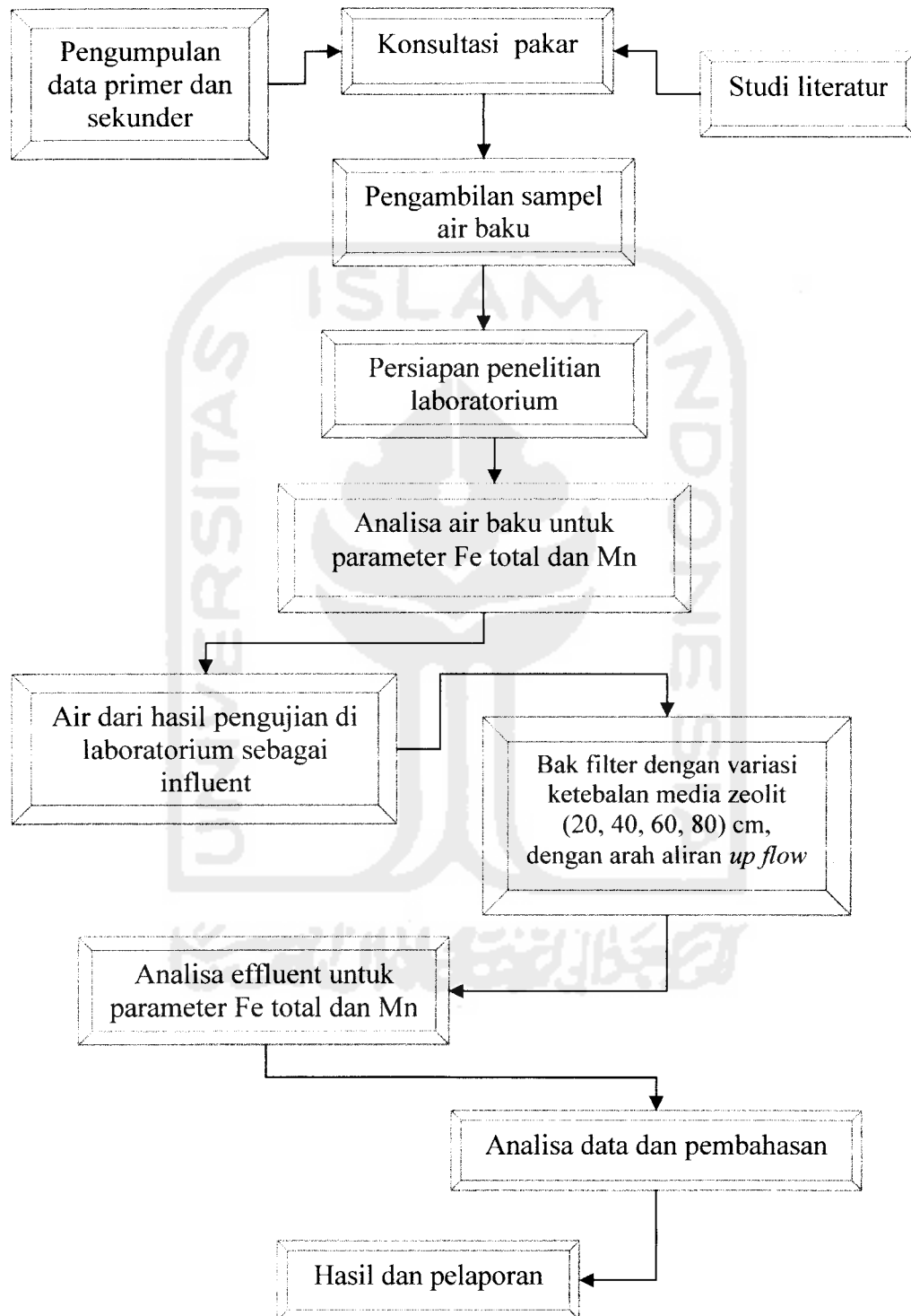
Gambar reaktor filter zeolit pada penelitian ini adalah seperti terlihat pada Gambar 3.1 berikut ini :



Gambar 3.1 Sketsa Bak Filtrasi

3.7.4 Diagram alir penelitian

Diagram alir penelitian penelitian ini adalah seperti terlihat pada Gambar 3.2 berikut ini :



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

3.8 Analisis Data

Effluent dari hasil pengolahan oleh alat dianalisa di laboratorium dan untuk mengetahui efisiensi penurunan kadar Fe total dan Mn, maka dihitung efisiensinya dengan membandingkan influent dan effluent dan dinyatakan dalam persen.

Perhitungan efisiensi :

$$E = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

Dimana :

E = Efisiensi

C_1 = Kadar Fe total atau Mn sebelum *treatment*

C_2 = Kadar Fe total atau Mn sesudah *treatment*

Hasil dari perhitungan rumus di atas merupakan persentase efisiensi penyaringan menggunakan media zeolit yang akan digunakan untuk menentukan sejauh mana kemampuan media zeolit tersebut dalam menurunkan kandungan Fe total dan Mn dalam air. Hasil perhitungan efisiensi tersebut kemudian dianalisis menggunakan Uji Anova Satu Jalur dengan rumus-rumus sebagai berikut :

✓ **Jumlah kuadrat antar group (JK_A)**

$$JK_A = \sum \frac{(\sum X_{Ai})^2}{n_{Ai}} - \frac{(\sum X_T)^2}{N}$$

✓ **Derajat kebebasan antar group (dk_A)**

$$dk_A = A - 1$$

- ✓ **Kuadrat Rerata Antar group (KR_A)**

$$KR_A = \frac{JK_A}{dk_A}$$

- ✓ **Jumlah Kuadrat Dalam antar group (JK_D)**

$$JK_D = \sum X_T^2 - \sum \frac{(\sum X_{Ai})^2}{n_{Ai}}$$

- ✓ **Derajat Kebebasan Dalam antar group (dk_D)**

$$dk_D = N - A$$

- ✓ **Kuadrat Rerata Dalam antar group (KR_D)**

$$KR_D = \frac{JK_D}{dk_D}$$

- ✓ **Nilai F_{hitung}**

$$F_{hitung} = \frac{KR_A}{KR_D}$$

- ✓ **F_{tabel}**

$$F_{tabel} = F_{(1-\alpha)(dk_A, dk_D)}$$

Kaidah Pengujian :

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

$F_{hitung} \leq F_{tabel}$, maka terima H_0 , artinya tidak signifikan

Dimana :

H_0 : tidak ada perbedaan yang signifikan antara tiap-tiap perlakuan ketebalan media dan lama pengaliran terhadap rata-rata pengujian Fe/Mn

H_1 : ada perbedaan yang signifikan antara tiap-tiap perlakuan ketebalan media dan lama pengaliran terhadap rata-rata pengujian Fe/Mn