

# **PENGOLAHAN LOGAM BESI (FE) PADA AIR TANAH SECARA ADSORPSI MENGGUNAKAN ZEOLIT DAN KARBON AKTIF**

## **Laporan Penelitian**

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai gelar  
sarjana di bidang ilmu Teknik Kimia

Oleh:

**Anastasia**

(2017620066)

Pembimbing:

**Herry Santoso, S.T., M.T.M., Ph.D.**

**Putri Ramadhany, S.T., M.Sc., PDEng.**



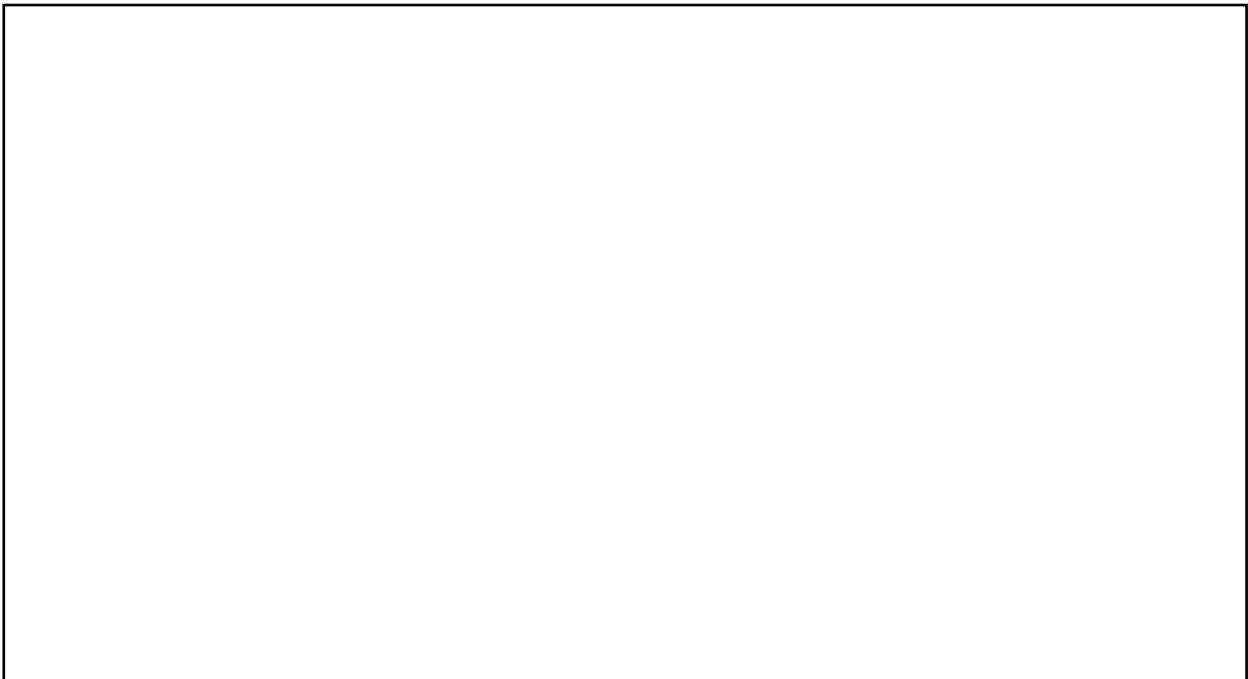
**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

**2021**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**JUDUL : PENGOLAHAN LOGAM BESI (FE) PADA AIR TANAH SECARA ADSORPSI MENGGUNAKAN ZEOLIT DAN KARBON AKTIF**

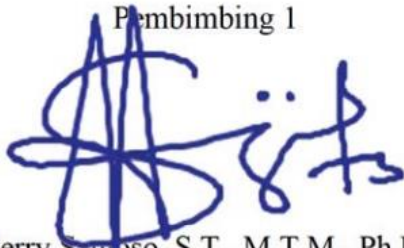
**CATATAN :**



Telah diperiksa dan disetujui,

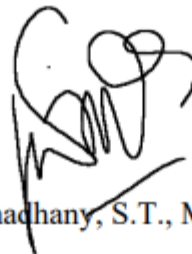
Bandung, 4 Agustus 2021

Pembimbing 1



Herry Samoso, S.T., M.T.M., Ph.D.

Pembimbing 2



Putri Ramadhany, S.T., M.Sc., PEng.



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

**SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Anastasia

NPM : 2017620066

Dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul:

**Pengolahan Logam Besi (Fe) Pada Air Tanah Secara Adsorpsi Menggunakan Zeolit dan Karbon Aktif**

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bandung, 4 Agustus 2021



Anastasia

(2017620066)

## ABSTRAK

Seiring meningkatnya pertumbuhan penduduk di Kota Bandung, maka semakin meningkat pula kebutuhan akan air bersih. Sumber air bersih Kota Bandung umumnya dipasok oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirtawening. Namun, cakupan pelayanan air bersih tersebut masih sangat rendah sehingga masyarakat umumnya membuat sumur gali atau sumur bor untuk memenuhi kebutuhan air bersih mereka. Permasalahan yang timbul yakni kualitas air tanah yang digunakan tersebut memiliki kandungan Fe yang tinggi dan tidak memenuhi persyaratan yang ditetapkan pemerintah yaitu sebesar 1 ppm untuk Fe. Oleh karena itu, pengolahan air tanah dengan metode adsorpsi merupakan alternatif yang dapat digunakan karena mudah, murah dan efektif dalam mengurangi kadar Fe pada air tanah.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh konsentrasi larutan Fe, jenis adsorben, dan tinggi unggun terhadap kapasitas adsorpsi. Mempelajari pengaruh tinggi unggun terhadap waktu *break point* dan *Length of Unused Bed* (LUB), serta melakukan *scale up* menggunakan data skala laboratorium sebagai basis dalam perancangan dimensi kolom adsorpsi untuk keperluan rumah tangga. Percobaan skala laboratorium diawali dengan percobaan adsorpsi secara *batch* untuk menentukan kadar umpan Fe yang digunakan pada percobaan kontinyu. Pada percobaan adsorpsi secara *batch*, dilakukan variasi jenis adsorben dan konsentrasi larutan Fe. Sedangkan pada adsorpsi secara kontinyu, dilakukan variasi jenis adsorben dan tinggi unggun. Jenis adsorben yang digunakan yaitu adsorben karbon aktif berbahan baku batu bara dengan merk dagang *Jacobi Aquasorb* dan zeolite dari Brataco. Konsentrasi larutan Fe yang digunakan yaitu 3, 4, dan 5 ppm. Variasi ketinggian unggun yang digunakan yaitu 10, 15, 20 cm dan laju alir yang digunakan konstan yaitu 50 mL/menit. Pada penelitian ini, kadar logam Fe di analisa dengan metode Spektrofotometri UV-Vis, kapasitas adsorpsi pada kolom kontinyu dilakukan dengan kurva *breakthrough* dan data kesetimbangan serta parameter kinetik ditentukan dengan analisa isotherm. Perancangan kolom adsorpsi untuk skala rumah tangga disesuaikan dengan skenario *service time* adsorben dan jumlah air yang digunakan dalam satu rumah.

Dari hasil percobaan skala laboratorium, diperoleh kecenderungan data semakin tinggi konsentrasi adsorbat (larutan Fe) maka kapasitas adsorpsi semakin tinggi. Adsorben zeolite menghasilkan kapasitas adsorpsi lebih tinggi dibandingkan karbon aktif. Semakin tinggi unggun maka semakin besar kapasitas adsorpsi, semakin lama waktu *break point*, namun tidak berpengaruh pada LUB. Variasi tinggi unggun 10 cm dengan jenis adsorben zeolite menghasilkan nilai LUB paling rendah yaitu 9,185 cm dan digunakan untuk *scale up* kolom adsorpsi skala rumah tangga. Berdasarkan perhitungan *scale up*, didapatkan hasil yaitu semakin banyak jumlah air yang digunakan dan semakin lama *service time*, maka tinggi unggun dan dimensi kolom adsorpsi yang dibutuhkan semakin besar.

**Kata kunci:** adsorpsi, Fe, karbon aktif, zeolite, air tanah

## ABSTRACT

Along with the increasing population growth in the city of Bandung, the need for clean water also increases. The main source of clean water in Bandung is generally supplied Tirtawening Regional Drinking Water Company (PDAM). However, the coverage of clean water services is still very low, so people commonly build or drill wells to fill their water needs. The problem that arises is that the quality of the groundwater has a high Fe content and does not meet the quality standard given by the government, which is 1 ppm for Fe. Therefore, adsorption method is an alternative that can be used for groundwater treatment because it is easy, cheap, and effective in removing Fe content in groundwater.

The purpose of this study was to determine the effect of concentration of Fe solution, adsorbent type, and bed height on adsorption capacity. Determine the effect of bed height on break point time, length of unused bed (LUB), and to scale up using laboratory scale data as the basis for designing the dimensions of the adsorption column for use on a household scale. The laboratory scale experiment begins with batch adsorption to determine the concentration of Fe feed use in continuous experiments. Variations that used in batch adsorption are types of adsorbent and concentration of Fe. Meanwhile in continuous adsorption experiment, various types of adsorbents and bed height were carried out. The adsorbent used is an activated carbon based on coal by the industrial name Jacobi Aquasorb and zeolite from Brataco. The concentration of the Fe solution used were 3, 4, and 5 ppm. The variety of bed height used were 10, 15, 20 cm and the flowrate was constant at 50 mL/min. In this study, the Fe metal levels was analyzed by UV-Vis Spectrophotometry method, adsorption capacity in the continuous column was done with a breakthrough curve and equilibrium data and kinetic parameters determined by the isotherm analysis. An adsorption column design for a household scale is adjusted to the scenario of adsorbent service time and the amount of water used in one house.

From the laboratory scale experiments, it was found that the data tended to be higher the concentration of Fe in the solution, the greater the adsorption capacity. Out of the two types of adsorbent used, the adsorption capacity of zeolite was greater than the adsorption using activated carbon. The more higher bed, the longer the break point, but it had no effect on the LUB. Variation in bed height of 10 cm resulted in lowest LUB, which is 9.185 cm and was used to scale up the adsorption column on a household scale. Based on the scale up calculation, the results obtained are that the greater the amount of water used and the longer the service time, the higher the bed and the more required adsorption column dimensions would be.

**Keywords:** adsorption, iron, activated carbon, zeolite, groundwater

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian yang berjudul “**Pengolahan Logam Besi (Fe) Pada Air Tanah Secara Adsorpsi Menggunakan Zeolit dan Karbon Aktif**”. Proposal penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana Teknik Kimia Universitas Katolik Parahyangan. Dengan kerendahan hati penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan proposal penelitian ini, yaitu:

1. Bapak Herry Santoso, S.T., M.T.M., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan saran yang berguna dalam penyusunan proposal penelitian ini.
2. Ibu Putri Ramadhany, S.T., M.Sc., PDEng. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan saran yang berguna dalam penyusunan proposal penelitian ini.
3. Keluarga penulis yang telah memberikan dukungan secara moral dan material kepada penulis.
4. Teman-teman penulis yang telah memberikan dukungan dan masukan kepada penulis.
5. Serta semua pihak lain yang telah ikut membantu dalam penyusunan proposal penelitian ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan maupun penyusunan laporan penelitian ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan, saran dan kritik yang membangun bagi penulis. Akhir kata, penulis mengucapkan terimakasih atas perhatian pembaca dan berharap agar proposal penelitian ini dapat berguna bagi pembaca.

Bandung, 4 Agustus 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR SIMBOL .....	xii
ABSTRAK .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tema Sentral Masalah .....	4
1.3 Identifikasi Masalah.....	4
1.4 Premis .....	4
1.5 Hipotesis .....	7
1.6 Tujuan Penelitian .....	7
1.7 Manfaat Penelitian .....	7
BAB II .....	8
TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Air Secara Umum .....	8
2.2 Penduduk dan Pasokan Air.....	8
2.3 Kualitas Mutu Air .....	9
2.4 Air Tanah .....	11
2.5 Pencemaran Air Tanah dengan Logam Besi.....	13
2.6 Metode Pengolahan Air Tanah .....	14
2.7 Adsorpsi .....	17

2.7.1 Mekanisme Adsorpsi.....	17
2.7.2 Jenis Adsorpsi .....	18
2.7.3 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi .....	19
2.7.4 Adsorben .....	21
2.7.5 Metode Adsorpsi .....	23
2.7.6 Kesetimbangan Isoterm Adsorpsi .....	23
2.8 Kurva <i>Breakthrough</i> .....	25
2.10 <i>State of the Art</i> .....	27
<b>BAB III</b> .....	<b>33</b>
<b>METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>33</b>
3.1 Metode Penelitian .....	33
3.2 Bahan .....	33
3.3 Alat.....	33
3.4 Rangkaian Alat .....	34
3.5 Variabel Penelitian.....	35
3.6 Prosedur Percobaan.....	36
3.6.1 <i>Pre-treatment</i> .....	36
3.6.2 Pembuatan Larutan Induk Fe <sup>2+</sup> .....	37
3.6.3 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum .....	38
3.6.4 Pembuatan Kurva Standar .....	38
3.6.5 Proses Adsorpsi <i>Batch</i> .....	39
3.6.6 Proses Adsorpsi Kontinyu.....	40
3.7 Analisa Data.....	40
3.7.1 Analisa Logam Fe .....	40
3.7.2 Analisa Model Isotherm.....	41
3.7.3 Analisa Kapasitas Adsorpsi.....	42
3.7.4 Perancangan <i>Scale Up</i> Kolom Adsorpsi .....	43
3.8 Lokasi dan Jadwal Kerja Penelitian.....	44
<b>BAB IV</b> .....	<b>45</b>
<b>PEMBAHASAN</b> .....	<b>45</b>
4.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum dan Pembuatan Kurva Standar Logam Besi (Fe).....	45



4.2 Kinetika Adsorpsi <i>Batch</i> .....	46
4.2.1 Pengaruh Konsentrasi Logam Fe terhadap Kapasitas dan Keseimbangan Adsorpsi .....	47
4.2.1 Pengaruh Jenis Adsorben terhadap Kapasitas dan Keseimbangan Adsorpsi.....	51
4.3 Kinetika Adsorpsi Kolom Kontinyu .....	52
4.4 <i>Scale Up</i> Kolom Adsorpsi .....	55
BAB V .....	59
KESIMPULAN DAN SARAN .....	59
5.1 Kesimpulan .....	59
5.2 Saran .....	59
DAFTAR PUSTAKA.....	60
<i>MATERIAL SAFETY DATA SHEET</i> (MSDS).....	50
A.1 Karbon Aktif .....	50
A.2 Zeolit .....	50
A.3 <i>Ferrous Ammonium Sulfate Hexahydrate</i> ( $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) .....	63
A.4 Hidroksilamin Hidroklorid ( $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$ ) .....	64
A.5 1,10 Fenantrolin .....	65
A.6 Natrium Asetat ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ) .....	66
A.7 Asam Sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) .....	67
LAMPIRAN B.....	69
PROSEDUR ANALISIS .....	69
B.1 Penentuan <i>Length of Unused Bed</i> (LUB).....	69
B.2 Perhitungan <i>Scale Up</i> Kolom Adsorpsi .....	69
B.2.1 Perhitungan <i>Q Scale Up</i> .....	69
B.2.2 Perhitungan Dimensi Kolom .....	70
LAMPIRAN C.....	71
HASIL PENGAMATAN DAN HASIL ANTARA .....	71
C.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum .....	71
C.2 Pembuatan Kurva Standar .....	71
C.3 Adsorpsi <i>Batch</i> .....	63
C.3.1 Hasil Analisis Adsorpsi <i>Batch</i> Karbon Aktif .....	63
C.3.2 Hasil Analisis Adsorpsi <i>Batch</i> Zeolit .....	64

C.4 Adsorpsi Kontinyu .....	66
C.4.2 Hasil Analisa Adsorpsi Kontinyu Zeolit .....	70
C.5 <i>Scale Up</i> Kolom Adsorpsi.....	75
LAMPIRAN D .....	77
CONTOH PERHITUNGAN .....	77
D.1 Pembuatan Larutan Induk Logam Fe (II) .....	77
D.2 Pembuatan Kurva Standar.....	77
D.3 Adsorpsi <i>Batch</i> .....	78
D.3.1 Perhitungan Kapasitas Adsorpsi.....	78
D.3.2 Perhitungan Efisiensi Penyisihan .....	79
D.3.3 Perhitungan Isotherm Freundlich .....	79
D.3.4 Perhitungan Isotherm Langmuir.....	79
D.4 Adsorpsi Kontinyu .....	80
D.4.2 Perhitungan LUB.....	80
D.4.3 Perhitungan <i>Scale Up</i> Kolom Adsorpsi.....	81

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Kurva <i>Breakthrough</i> Ideal .....	25
<b>Gambar 3.1</b> Rangkaian Alat Proses Adsorpsi.....	34
<b>Gambar 3.2</b> Diagram Alir Blok Proses Pre-Treatment .....	37
<b>Gambar 3.3</b> Diagram Alir Blok Pembuatan Larutan Induk Fe <sup>2+</sup> .....	37
<b>Gambar 3.4</b> Diagram Alir Penentuan Panjang Gelombang Maksimum.....	38
<b>Gambar 3.5</b> Diagram Alir Pembuatan Kurva Standar .....	39
<b>Gambar 3.6</b> Diagram Alir Proses Adsorpsi Batch .....	39
<b>Gambar 3. 7</b> Diagram Alir Blok Proses Adsorpsi Kontinyu .....	40
<b>Gambar 3.8</b> Kurva Standar Kalibrasi.....	41
<b>Gambar 4. 1</b> Panjang Gelombang Maksimum Larutan Logam Fe (II).....	45
<b>Gambar 4. 2</b> Kurva Standar Larutan Logam Fe (II) .....	46
<b>Gambar 4. 3</b> Kurva Isoterm Freundlich Karbon Aktif.....	48
<b>Gambar 4. 4</b> Kurva Isoterm Langmuir Karbon Aktif .....	48
<b>Gambar 4. 5</b> Kurva Isoterm Freundlich Zeolit.....	49
<b>Gambar 4. 6</b> Kurva Isoterm <i>Langmuir</i> Zeolit .....	49
<b>Gambar 4. 7</b> Struktur Permukaan Pori Zeolit dan Karbon Aktif .....	51
<b>Gambar 4. 8</b> Perbandingan Kurva <i>Breakthrough</i> Zeolit.....	53
<b>Gambar 4. 9</b> Perbandingan Kurva <i>Breakthrough</i> Karbon Aktif .....	53
<b>Gambar 4. 10</b> Pengaruh Variasi Jumlah Air Rumah Tangga Terhadap Tinggi Unggun .....	57
<b>Gambar 4. 11</b> Pengaruh Variasi <i>Service Time</i> Terhadap Tinggi Unggun.....	58
<b>Gambar B. 1</b> Diagram Alir Perhitungan Dimensi Kolom Adsorpsi .....	70

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b> Tabel Premis .....	4
<b>Tabel 2.1</b> Jumlah Pelanggan Air Minum PDAM Tirtawening Kota Bandung.....	9
<b>Tabel 2.2</b> Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas .....	10
<b>Tabel 2.3</b> Kandungan Air Tanah di Berbagai Tempat di Bandung dan Sekitarnya .....	13
<b>Tabel 2.4</b> Perbandingan Adsorpsi Fisika dan Adsorpsi Kimia .....	19
<b>Tabel 3.1</b> Variasi Percobaan Adsorpsi.....	35
<b>Tabel 3.2</b> Variasi Perancangan Scale Up Kolom Adsorpsi .....	35
<b>Tabel 3.3</b> Matriks Percobaan Adsorpsi Batch.....	36
<b>Tabel 3.4</b> Matriks Percobaan Adsorpsi Kontinyu.....	36
<b>Tabel 3.5</b> Skenario Service Time dan Kebutuhan Air Rumah Tangga.....	43
<b>Tabel 3.6</b> Jadwal Kerja Penelitian .....	44
<b>Tabel 4.1</b> Parameter Isotherm Freundlich.....	49
<b>Tabel 4.2</b> Perbandingan Hasil Kapasitas Adsorpsi Batch.....	51
<b>Tabel 4.3</b> Perbandingan Hasil Kapasitas Adsorpsi Kontinyu.....	52
<b>Tabel 4.4</b> Data Hasil Percobaan Skala Laboratorium.....	55
<b>Tabel 4.5</b> Hasil Perancangan Scale Up Kolom Adsorpsi .....	56

## DAFTAR SIMBOL

A	= Adsorbansi
A	= Luas kolom adsorpsi ( $\text{cm}^2$ )
Cad	= Konsentrasi adsorbat yang teradsorp ( $\text{mg/L}$ )
Ce	= Konsentrasi kesetimbangan adsorbat dalam larutan setelah adsorpsi ( $\text{mg/L}$ )
Co	= Konsentrasi larutan umpan (ppm)
Ct	= Konsentrasi larutan hasil adsorpsi per waktu (ppm)
D	= Diameter kolom adsorpsi (cm)
Gs	= Laju alir superfisial ( $\text{mL}/\text{cm}^2 \cdot \text{menit}$ )
K	= Konstanta kesetimbangan adsorpsi ( $\text{L}/\text{mg}$ )
Kf	= Konstanta adsorpsi <i>Freundlich</i>
L	= Panjang kolom adsorpsi (cm)
LUB	= <i>Length of Unused Bed</i> (cm)
m	= Massa adsorben (g)
M	= Molaritas (M)
Mr	= Massa molekul relatif ( $\text{g}/\text{mol}$ )
n	= konstanta empiris
Q	= Laju alir volumetrik ( $\text{L}/\text{menit}$ )
qe	= Jumlah Adsorbat teradsorpsi per bobot adsorben ( $\text{mg}/\text{g}$ )
qm	= Kapasitas adsorpsi maksimum dari adsorben ( $\text{mg}/\text{g}$ )
V	= Jumlah air rumah tangga yang digunakan ( $\text{L}/\text{hari}$ )
V	= Volume larutan (mL)
Xo	= Konsentrasi adsorbat awal dalam adsorben ( $\text{mg}/\text{g}$ )
X <sub>T</sub>	= Konsentrasi adsorbat dalam adsorben saat kesetimbangan ( $\text{mg}/\text{g}$ )
Yo	= Konsentrasi solut awal dalam larutan ( $\text{mg}/\text{L}$ )

- $Y_o^*$  = Konsentrasi solut dalam larutan saat kesetimbangan dengan  $X_o$  (mg/L)
- $Z$  = Tinggi kolom adsorpsi (cm)
- $Z_s$  = Tinggi unggun sudah jenuh (cm)
- $\theta_B$  = Waktu *break point* (menit)
- $\theta_s$  = Waktu saat *break point* dan *exhaust point* sama besar pada kurva *breakthrough* (menit)
- $\rho_s$  = Densitas adsorben ( $\text{g/cm}^3$ )

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Penduduk Kota Bandung cukup padat, yaitu sekitar 2,5 juta jiwa (Badan Pusat Statistik Kota Bandung, 2019) dengan penambahan jumlah penduduk 3-4% setiap tahunnya. Pertumbuhan penduduk yang pesat telah mendorong peningkatan kebutuhan akan air bersih. Air merupakan suatu sarana utama bagi manusia karena air merupakan salah satu media dari berbagai macam penularan penyakit (Febrina & Astrid, 2014). Air yang bersih adalah air yang jernih, tidak berwarna, tawar dan tidak berbau. Untuk itu, ketersediaan air bersih sangat diperlukan dalam mendukung berbagai macam kebutuhan dan aktivitas manusia sehari-hari.

Air untuk kebutuhan sehari-hari Kota Bandung dipasok oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirtawening. Dengan jumlah pelanggan PDAM per rumah tangga pada tiga tahun terakhir sekitar 177 ribu pelanggan (PDAM Tirtawening, 2020). Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak sampai 50% penduduk Kota Bandung menggunakan air PDAM sebagai sumber air baku mereka. Cakupan pelayanan air bersih di Bandung tersebut masih sangat rendah. PDAM Tirtawening hanya mampu memasok kebutuhan di kota saja. Akibatnya, sebagian besar masyarakat yang tidak terjangkau oleh pelayanan air bersih umumnya membuat sumur gali atau sumur bor untuk memenuhi kebutuhan air mereka.

Permasalahan yang sering dijumpai adalah kualitas air tanah yang digunakan masyarakat Kota Bandung tidak memenuhi baku mutu air bersih dan air minum berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Air tanah mengalami kontak dengan berbagai macam material yang terdapat di dalam bumi. Sehingga pada umumnya, air tanah mengandung kation dan anion terlarut dan beberapa senyawa anorganik. Ion-ion yang sering ditemui pada air tanah adalah besi (Ismawati dkk., 2018).

Keberadaan zat besi yang tinggi dalam sistem penyediaan air bersih menyebabkan masalah tersendiri. Besi adalah satu dari banyak unsur penting dalam air tanah. Menurut Rindy dkk., (2019), perairan yang mengandung besi sangat tidak diinginkan untuk keperluan rumah tangga karena dapat menyebabkan perubahan rasa, bau dan kekeruhan air serta dapat meninggalkan residu yang dapat merusak dan menyumbat pipa alat rumah tangga. Selain itu, air tanah yang mengandung besi juga dapat menyebabkan adanya bekas karat pada pakaian dan porselin.

Ada banyak metode yang digunakan untuk mengurangi kadar logam pada air tanah, salah satunya adalah dengan cara adsorpsi. Adsorpsi adalah proses penyerapan bahan-bahan tertentu dimana penyerapan tersebut membuat air menjadi jernih karena zat-zat didalamnya diikat oleh adsorben. Adsorpsi merupakan metode yang baik untuk digunakan pada skala rumah tangga karena mudah, murah dan memberikan hasil yang efektif jika dibandingkan dengan metode-metode lainnya. Adsorben yang digunakan yaitu adsorben zeolit dan karbon aktif. Karbon aktif sendiri dapat dibuat dari berbagai jenis material yang mengandung karbon seperti batu bara, tempurung kelapa, serbuk gergaji, dll. Namun karbon aktif yang dipilih untuk penelitian ini adalah karbon aktif yang berasal dari batu bara. Pemilihan batu bara sebagai bahan baku karbon aktif dikarenakan tingginya karbon yang terdapat pada batu bara sehingga diharapkan dapat menghasilkan karbon aktif dengan daya adsorpsi yang tinggi. Kedua jenis adsorben ini juga dipilih karena relatif mudah didapatkan dan harganya terjangkau (Kholid & Bambang, 2015).

Sistem pada adsorpsi dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu sistem *batch* dan sistem kontinyu. Adsorpsi secara *batch* dilakukan dengan menempatkan partikel adsorben dalam sebuah larutan adsorbat dan diaduk. Sedangkan sistem kontinyu dilakukan dengan mengalirkan adsorbat pada adsorben secara terus menerus pada suatu kolom adsorpsi. Sistem *batch* merupakan proses yang paling sering digunakan pada skala rumah tangga, sedangkan sistem kontinyu umumnya dilakukan pada skala industri dan masih jarang dilakukan pada skala rumah tangga.

Berdasarkan uraian tersebut, dilakukan penelitian adsorpsi terhadap kedua metode sebagai upaya penurunan kadar logam besi dengan membuat air tanah artifisial, dimana data



dari skala laboratorium akan digunakan untuk *scale up* kolom adsorpsi skala rumah tangga. Dengan menggunakan metode ini, diharapkan terjadi penurunan kandungan logam besi pada air tanah dan perancangan kolom adsorpsi dapat diterapkan untuk kebutuhan rumah tangga.

## **1.2 Tema Sentral Masalah**

Tema sentral masalah pada penelitian ini adalah tingginya kandungan Fe pada air tanah sebagai sumber air bersih sebagian besar masyarakat Kota Bandung melebihi standar baku mutu yang telah ditetapkan pemerintah. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan logam besi (Fe) pada air tanah dengan metode adsorpsi dan sekaligus melakukan perancangan kolom yang dapat digunakan untuk mengolah air tanah menjadi air bersih pada skala rumah tangga.

## **1.3 Identifikasi Masalah**

Adapun identifikasi masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi logam Fe terhadap kapasitas adsorpsi *batch*?
2. Bagaimana pengaruh jenis adsorben terhadap kapasitas adsorpsi *batch*?
3. Bagaimana pengaruh tinggi unggun terhadap kapasitas adsorpsi kontinyu, waktu *break point*, dan tinggi LUB pada adsorpsi?
4. Bagaimana pengaruh jumlah kebutuhan air terhadap tinggi unggun dan dimensi kolom adsorpsi pada skala rumah tangga?
5. Bagaimana pengaruh *service time* terhadap tinggi unggun dan dimensi kolom adsorpsi pada skala rumah tangga?

#### 1.4 Premis

Penelitian ini dilakukan berdasarkan beberapa penelitian proses adsorpsi logam yang telah dilakukan seperti yang disajikan pada **Tabel 1.1**.

**Tabel 1.1** Tabel Premis

No	Peneliti	Sumber Air	Jenis Adsorben	Logam yang di Adsorpsi	Variasi	Metode Analisis	Hasil Penelitian Terbaik
1.	(Rahim dkk., 2016)	Air lindi (Makassar)	Arang aktif dan zeolite	Fe dan Zn	Jenis adsorben (arang aktif dan zeolit), waktu tinggal (1, 2, 3, 4, 5, 6 jam), <i>batch</i>	Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)	Jenis adsorben arang aktif, waktu tinggal 6 jam (80,73%)
2.	(Yoesoef dkk., 2018)	Air tanah (Surabaya)	Zeolit alam	Fe	Massa adsorben (1, 2, 3, 4, 5 g), waktu kontak (30, 60, 90, 120, 150 menit), <i>batch</i>	Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)	Massa adsorben 5 gram, waktu kontak 120 menit (86,72%)
3.	(Atana, 2020)	Air sintetik buatan	Zeolit	Mn	Waktu kontak (1, 5, 10, 15, 20, 30, 45, 60 menit),	-	Waktu kontak 30 menit (88,68%),

					massa adsorben (0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g), <i>batch</i>		massa adsorben 0,5 g (90,57%)
4.	(Suziyana dkk., 2017)	Air gambut	Arang aktif batang pisang	Fe	Massa adsorben (1; 1,5; 2; 2,5 g), waktu kontak (15, 30, 60, 90 menit), <i>batch</i>	Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)	Massa adsorben 2,5 g, waktu kontak 30 menit (80,31%)
5.	(Busyairi dkk., 2019)	Air asam tambang (Samarinda)	Karbon aktif serbuk kayu meranti	Fe dan Mn	Ukuran adsorben (80, 100 mesh), waktu kontak (10, 20, 30, 40 menit), <i>batch</i>	-	Waktu kontak 40 menit, ukuran adsorben 100 mesh (Fe 99,9%, Mn 92,919%)
6.	(Nevyana, 2019)	Air tanah (Surabaya)	<i>Manganase greensand</i>	Mn	<i>Bed depth</i> media adsorben (10, 15, 20 cm), laju alir (2,5; 5; 7,5 mL/menit), konsentrasi sampel (0,5; 1,1; 1,3 mg/L), kontinyu	Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)	Laju alir 2,5 mL/menit dan konsentrasi sampel 1,37 mg/L (86,46%), <i>bed depth</i> 20 cm (81,81%)

7.	(Larasati, Andita dkk., 2012)	Air lindi (Batu)	Karbon aktif, zeolit, silika gel	Fe dan Cr	Jenis adsorben (karbon aktif, zeolit, silika gel), ketinggian adsorben 10 cm, kontinyu	-	Penurunan kadar Fe (62,728%) dan Cr (42,028%) tertinggi menggunakan adsorben zeolit
8.	(N. Sylvia dkk., 2018)	Air tanah	Karbon aktif cangkang buah palm	Fe <sup>2+</sup>	Tinggi unggun (7,5; 10; 12,5 cm, laju alir (6, 10, 14 L/menit), kontinyu	Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)	Tinggi unggun 14 cm, laju alir 6 L/menit
9.	(Oguz, 2017)	Air limbah	<i>Montmorillonite</i>	Fe <sup>3+</sup>	Konsentrasi Fe <sup>3+</sup> (20-75 mg/L), laju alir umpan (5-15 mL/menit), tinggi unggun (5-20 cm), pH (1,7-4), ukuran partikel (0,25-0,5; 0,5-1; 1-2 mm), kontinyu	-	Konsentrasi Fe <sup>3+</sup> 75 mg/L, tinggi unggun 5 cm, laju alir umpan 5 ml/menit, pH 4 dan ukuran partikel 0,25-0,5 mm

---

## 1.5 Hipotesis

Adapun hipotesis yang dapat ditentukan berdasarkan studi literatur, yaitu:

1. Semakin besar konsentrasi adsorbat (logam Fe), maka kapasitas adsorpsi semakin tinggi.
2. Kapasitas adsorpsi logam Fe akan lebih besar dilakukan dengan adsorben zeolit dibandingkan dengan karbon aktif.
3. Semakin tinggi unggun, maka semakin besar kapasitas adsorpsi logam Fe, semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai *break point*, namun tidak berpengaruh terhadap LUB (tinggi LUB tetap).
4. Semakin besar jumlah kebutuhan air yang digunakan, maka semakin besar tinggi unggun dan dimensi kolom adsorpsi yang dibutuhkan semakin besar.
5. Semakin lama *service time* adsorben, maka semakin besar tinggi unggun dan dimensi kolom adsorpsi yang dibutuhkan semakin besar.

## 1.6 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempelajari pengaruh konsentrasi adsorbat (logam Fe) terhadap kapasitas adsorpsi *batch*.
2. Mempelajari pengaruh jenis adsorben terhadap kapasitas adsorpsi *batch*.
3. Mempelajari pengaruh tinggi unggun terhadap kapasitas adsorpsi kontinyu, waktu *break point*, dan tinggi LUB.
4. Mengetahui pengaruh jumlah kebutuhan air terhadap tinggi unggun dan dimensi kolom adsorpsi pada skala rumah tangga.
5. Mengetahui pengaruh *service time* terhadap tinggi unggun dan dimensi kolom adsorpsi pada skala rumah tangga.

## 1.7 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi peneliti

Melalui penelitian ini, diharapkan peneliti dapat mengetahui pengaruh jenis adsorben, konsentrasi logam Fe, dan tinggi unggun terhadap kapasitas adsorpsi logam Fe serta menambah pengetahuan dengan melakukan perancangan kolom adsorpsi untuk kebutuhan rumah tangga dalam menurunkan kadar besi pada air tanah.

2. Bagi masyarakat

Melalui penelitian ini, diharapkan masyarakat dapat mengetahui proses pengolahan air tanah dengan cara adsorpsi sebagai proses yang mudah dan murah dan menerapkan pengolahan air tanah melihat hasil dari perancangan kolom adsorpsi.

3. Bagi pemerintah

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat membantu pemerintah dalam mengatasi permasalahan pengolahan sumber air bersih Kota Bandung.