

PENGOLAHAN AIR TANAH DENGAN METODE ADSORPSI: DARI DATA PERCOBAAN KE PERANCANGAN ALAT

CHE 184650–04 Penelitian

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

Oleh:

Muhammad Yogi Pangaribowo (2016620071)

Rifda Aufa Putri Nurazlya (2016620116)

Pembimbing:

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

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



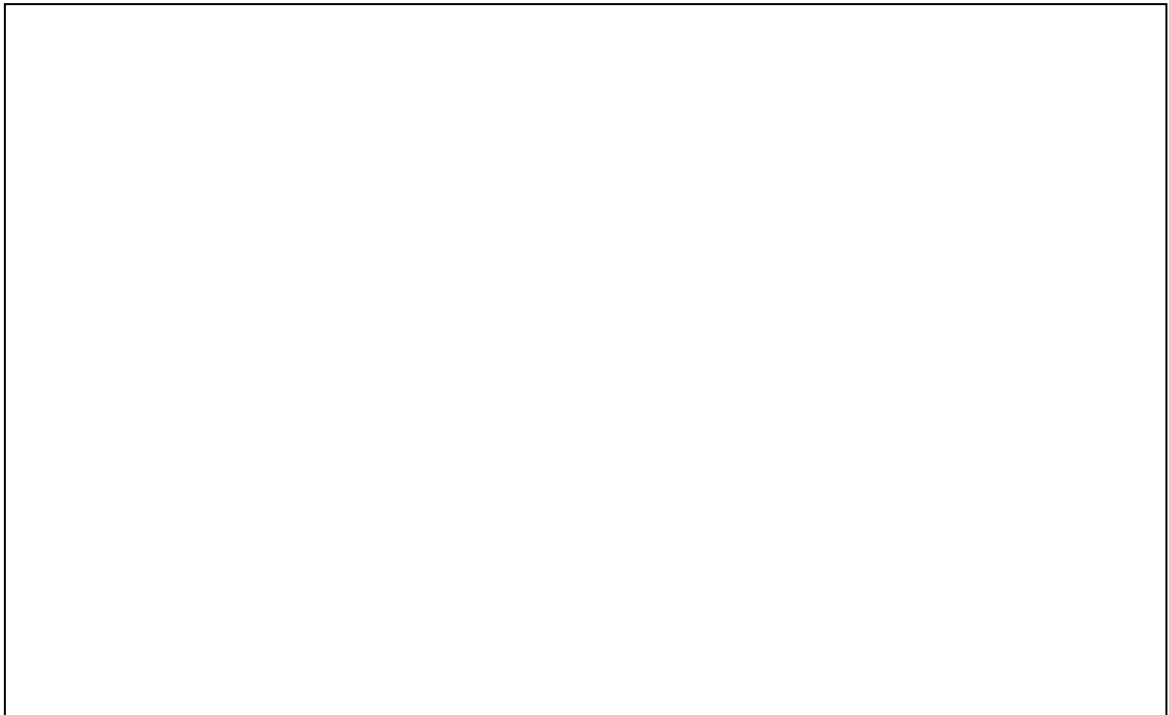
**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

2020

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL : **PENGOLAHAN AIR TANAH DENGAN METODE ADSORPSI: DARI
DATA PERCOBAAN KE PERANCANGAN ALAT**

CATATAN:



Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 11 Agustus 2020

Pembimbing 1



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

Pembimbing 2



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



PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

SURAT PERNYATAAN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rifda Aufa Putri Nurazlya
NRP : 6216116

dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul:

PENGOLAHAN AIR TANAH DENGAN METODE ADSORPSI: DARI DATA PERCOBAAN KE PERANCANGAN ALAT

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

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

Bandung, 14 Agustus 2020



Rifda Aufa Putri Nurazlya
(2016620116)



PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

SURAT PERNYATAAN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Yogi Pangaribowo
NRP : 6216071

dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul:

PENGOLAHAN AIR TANAH DENGAN METODE ADSORPSI: DARI DATA PERCOBAAN KE PERANCANGAN ALAT

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

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

Bandung, 14 Agustus 2020



Muhammad Yogi Pangaribowo
(2016620071)

LEMBAR REVISI

JUDUL : **PENGOLAHAN AIR TANAH DENGAN METODE ADSORPSI: DARI
DATA PERCOBAAN KE PERANCANGAN ALAT**

CATATAN:

Telah diperiksa dan disetujui,
Bandung, 14 Agustus 2020

Penguji 1



Dr. Jenny Novianti M. Soetedjo, S.T., M.Sc.

Penguji 2



Tony Handoko, S.T., M.T.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan anugerah-Nya, sehingga laporan penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Laporan penelitian ini disusun untuk memenuhi persyaratan mata kuliah CHE 184650-04 – Penelitian, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang mendukung penulis dalam penyusunan laporan penelitian ini, yaitu:

1. Bapak Herry Santoso, S.T., M.T.M., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, ilmu pengetahuan, motivasi, saran dan waktu selama proses penyusunan proposal penelitian ini;
2. Ibu Putri Ramadhany, S.T., M.Sc., PDEng selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, ilmu pengetahuan, motivasi, saran dan waktu selama proses penyusunan proposal penelitian ini;
3. Orangtua dan seluruh keluarga penulis yang selalu memberikan doa, dukungan serta motivasi selama proses penyusunan proposal penelitian ini;
4. Teman-teman penulis yang telah memberikan dukungan, motivasi dan saran; serta
5. Semua pihak yang telah turut dalam proses penyusunan laporan penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang terdapat dalam laporan penelitian ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik, masukan dan saran yang membangun sehingga dapat menjadi bekal untuk penyusunan laporan penelitian selanjutnya. Akhir kata, penulis mengucapkan terimakasih atas perhatian pembaca dan berharap agar laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandung, 14 Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR SIMBOL DAN ISTILAH.....	xii
INTISARI.....	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	15
1.1 Latar Belakang	15
1.2 Tema Sentral Masalah	17
1.3 Identifikasi Masalah	17
1.4 Premis.....	17
1.5 Hipotesis.....	20
1.6 Tujuan Penelitian.....	20
1.7 Manfaat Penelitian.....	20
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	21
2.1 Air Tanah.....	21
2.1.1 Logam Besi.....	23
2.1.2 Metode yang Dapat Digunakan untuk Menghilangkan Logam.....	23
2.2 Adsorpsi.....	25
2.3 Jenis-jenis Adsorpsi.....	27
2.4 Keseimbangan Adsorpsi.....	29
2.4.1 Isoterm Langmuir	30
2.4.2 Isoterm Freundlich.....	31
2.5 Adsorben	31
2.5.1 Karbon Aktif.....	32
2.6.1 Konsep Zona Perpindahan Massa (<i>Mass Transfer Zone</i>).....	33

2.6.2 Laju Adsorpsi pada Proses Adsorpsi Unggun Tetap	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	42
3.1 Studi Literatur Karakterisasi Adsorben	42
3.2 Studi Literatur Kinetika Proses Adsorpsi Kontinu Skala Laboratorium	43
3.3 Perancangan Kolom Adsorpsi	43
3.4 Jadwal Kerja Penelitian	45
BAB IV PEMBAHASAN	46
4.1 Karakterisasi Adsorben	46
4.2 Kinetika Adsorpsi Kontinu Skala Laboratorium	49
4.3 Perancangan Kolom Adsorpsi	51
4.4 Pengaruh Jumlah Kebutuhan Air Bersih dan <i>Service Time</i> Adsorben Terhadap Dimensi Kolom	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN A	63
A.1 Karakterisasi Adsorben	63
A.2 Kinetika Adsorpsi Kontinu Skala Laboratorium	63
A.3 Perancangan Kolom Adsorpsi	64
LAMPIRAN B	66
B.1 Data Adsorpsi untuk Kurva <i>Breakthrough</i>	66
B.2 Data untuk Perhitungan Kapasitas Adsorpsi	66
B.3 Data Perhitungan untuk Variasi Kebutuhan Air Bersih 576 L/hari dengan Waktu Penggantian 3 Bulan	67
B.4 Data Perhitungan untuk Kebutuhan Air Bersih 864/hari dengan Waktu Penggantian 3 Bulan	67
B.5 Data Perhitungan untuk Kebutuhan Air Bersih 1152 L/hari dengan Waktu Penggantian 3 Bulan	68
B.6 Data Perhitungan untuk Variasi Kebutuhan Air Bersih 576 L/hari dengan Waktu Penggantian 6 Bulan	68
B.7 Data Perhitungan untuk Variasi Kebutuhan Air Bersih 864 L/hari dengan Waktu Penggantian 6 Bulan	69

B.8 Data Perhitungan untuk Variasi Kebutuhan Air Bersih 1152 L/hari dengan Waktu Penggantian 6 Bulan	69
B.9 Data Perhitungan untuk Variasi Kebutuhan Air Bersih 576 L/hari dengan Waktu Penggantian 9 Bulan	70
B.10 Data Perhitungan untuk Variasi Kebutuhan Air Bersih 864 L/hari dengan Waktu Penggantian 9 Bulan	71
B.11 Data Perhitungan untuk Variasi Kebutuhan Air Bersih 1152 L/hari dengan Waktu Penggantian 9 Bulan	71

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Kandungan besi pada air tanah di Wilayah Bandung	15
Tabel 1.2 Premis mengenai adsorpsi ion Fe secara kontinu menggunakan karbon aktif ...	18
Tabel 1.3 Premis mengenai perancangan kolom adsorpsi	19
Tabel 2.1 Standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk media air untuk keperluan sanitasi	22
Tabel 2.2 Perbandingan metode-metode penghilangan logam berat dalam air (Lakherwal, 2014; O'Connell, 2008; Rene, dkk, 2017)	25
Tabel 2.3 Perbedaan antara adsorpsi fisika dan kimia (Seader, dkk, 2005)	28
Tabel 2.4 Perbedaan antara adsorpsi batch dan adsorpsi ungun tetap (Worch, 2012).....	28
Tabel 3.1 Contoh pengolahan data kurva breakthrough	43
Tabel 3.2 Skenario kebutuhan air bersih rumah tangga.....	44
Tabel 3.3 Basis data untuk perancangan kolom	44
Tabel 3.4 Jadwal kerja penelitian.....	45
Tabel 4.1 Kandungan pada karbon aktif (Sylvia, dkk, 2018)	47
Tabel 4.2 Perubahan konsentrasi ion Fe^{2+} selama proses adsorpsi.....	50
Tabel 4.3 Basis data dari hasil adsorpsi skala laboratorium	52
Tabel 4.4 Basis data dari hasil adsorpsi skala laboratorium (lanjutan).....	52
Tabel 4.5 Rule of thumb untuk dimensi kolom adsorpsi	52
Tabel 4.6 Penentuan nilai θ_B	53
Tabel 4.7 Hasil perancangan untuk setiap skenario.....	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Dasar Adsorpsi (Worch, 2012).....	25
Gambar 2.2 Kurva kesetimbangan adsorpsi (McCabe, dkk, 1993)	30
Gambar 2.3 Adsorpsi unggun tetap (Patel, 2019).....	34
Gambar 2.4 Kurva breakthrough (Treybal,1981)	35
Gambar 2.5 (a) Kolom adsorpsi (b) Kurva kesetimbangan dan garis operasi (Treybal, 1981).....	38
Gambar 2.6 Idealized breakthrough curve (Treybal, 1981).....	40
Gambar 3.1 Skema diagram alir tahapan penelitian	42
Gambar 4.1 Skema rangkaian alat percobaan skala laboratorium	48
Gambar 4.2 Pengaruh konsentrasi umpan terhadap proses adsorpsi (Chowdhury, dkk, 2013).....	50
Gambar 4.3 Kurva breakthrough percobaan kontinu skala laboratorium	51
Gambar 4.4 Profil pengaruh jumlah kebutuhan air bersih terhadap tinggi unggun.....	55
Gambar 4.5 Profil pengaruh waktu penggantian terhadap tinggi unggun	55

DAFTAR SIMBOL DAN ISTILAH

D	= Diameter kolom (cm)
G _s	= Laju alir superfisial (L/menit.cm ²)
L	= Panjang kolom (cm)
LUB	= <i>Length of Unused Bed</i> (cm)
Q	= Laju alir volumetrik (L/menit)
X ₀	= Konsentrasi adsorbat dalam adsorben saat kondisi awal (mg Fe/g adsorben)
X _T	= Konsentrasi adsorbat dalam adsorben saat kondisi kesetimbangan (mg Fe/g adsorben)
Y ₀	= Konsentrasi solut dalam fluida saat kondisi awal (mg Fe/ L fluida)
Y ₀ *	= Konsentrasi solut dalam fluida saat kondisi kesetimbangan dengan X ₀ (mg Fe/ L fluida)
Z	= Tinggi unggun total (cm)
Z _s	= Tinggi unggun yang terpakai/jenuh (cm)
θ _E	= Waktu saat mencapai <i>exhaustion point</i> (menit)
θ _B	= <i>Service time</i> atau waktu saat mencapai <i>breakthrough point</i> (menit)
θ _S	= Waktu yang membagi luas sama besar diantara <i>breakthrough point</i> dan <i>exhaust point</i> pada kurva <i>breakthrough</i> ideal (menit)
ρ _s	= Densitas <i>bulk</i> adsorben (g/cm ³)

INTISARI

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) merupakan sumber utama air bersih di Wilayah Bandung Raya. Namun dari 8.194.465 populasi yang terdapat di wilayah tersebut, hanya 28,59% yang kebutuhan air bersihnya terpenuhi oleh air PDAM. Penggunaan air tanah sebagai sumber air bersih lebih sering dilakukan pada beberapa daerah yang sulit untuk mendapat akses air bersih. Pada beberapa daerah di Wilayah Bandung Raya, air tanah masih mengandung kadar besi yang cukup tinggi, dan berada diatas dari standar kualitas yang diberikan pemerintah, yaitu sebesar 1 ppm. Maka diperlukan pengolahan lebih lanjut agar air tanah layak untuk digunakan sebagai air bersih. Salah satu alternatif pengolahan air tanah yang sederhana dan relatif murah untuk skala rumah tangga adalah metode adsorpsi menggunakan kolom adsorpsi unggun tetap.

Penelitian ini difokuskan pada perancangan dimensi kolom adsorpsi unggun tetap, yang disesuaikan dengan *service time* adsorben serta jumlah kebutuhan air bersih skala rumah tangga. Langkah awal yang dilakukan dalam penelitian ini adalah melakukan studi pustaka untuk mengetahui karakteristik adsorben yang digunakan juga kinetika proses adsorpsi kontinu pada skala laboratorium. Data yang didapatkan dari hasil karakterisasi adsorben dan adsorpsi kontinu skala laboratorium, kemudian akan digunakan sebagai basis dalam proses perancangan kolom adsorpsi untuk skala rumah tangga. Proses perancangan kolom adsorpsi tersebut dilakukan menggunakan metode *Length of Unused Bed* (LUB) dengan bantuan *software* Microsoft Excel.

Hasil perancangan kolom adsorpsi yang diperoleh, apabila digunakan adsorben dengan *service time* selama 3 bulan, maka untuk kebutuhan air bersih sebesar 576 L/hari diperlukan kolom dengan diameter, panjang kolom dan tinggi unggun masing-masing sebesar 10,06 cm, 37,71 cm dan 30,17 cm. Untuk kebutuhan air bersih sebesar 864 L/hari diperlukan kolom dengan diameter, panjang kolom dan tinggi unggun sebesar 13,94 cm, 52,26 cm dan 41,81 cm. Sedangkan untuk kebutuhan air bersih sebesar 1152 L/hari diperlukan kolom dengan diameter, panjang kolom dan tinggi unggun sebesar 17,81 cm, 66,82 cm dan 53,45 cm. Apabila adsorben yang digunakan memiliki *service time* selama 6 bulan, maka untuk kebutuhan air bersih sebesar 576 L/hari diperlukan kolom dengan diameter, panjang kolom dan tinggi unggun masing-masing sebesar 17,81 cm, 66,82 cm dan 53,45 cm. Untuk kebutuhan air bersih sebesar 864 L/hari diperlukan kolom dengan diameter, panjang kolom dan tinggi unggun sebesar 25,58 cm, 95,93 cm dan 76,74 cm. Sedangkan untuk kebutuhan air bersih sebesar 1152 L/hari diperlukan kolom dengan diameter, panjang kolom dan tinggi unggun sebesar 33,34 cm, 125,04 cm dan 100,03 cm. Terakhir, apabila digunakan adsorben dengan *service time* selama 9 bulan, maka untuk kebutuhan air bersih sebesar 576 L/hari diperlukan kolom dengan diameter, panjang kolom dan tinggi unggun masing-masing sebesar 25,58 cm, 95,93 cm dan 76,74 cm. Untuk kebutuhan air bersih sebesar 864 L/hari diperlukan kolom dengan diameter, panjang kolom dan tinggi unggun sebesar 37,22 cm, 139,59 cm dan 111,67 cm. Sedangkan untuk kebutuhan air bersih sebesar 1152 L/hari diperlukan kolom dengan diameter, panjang kolom dan tinggi unggun sebesar 48,87 cm, 183,254 cm dan 146,6 cm.

Kata kunci: adsorpsi, adsorpsi unggun tetap, air tanah, karbon aktif, kandungan besi

ABSTRACT

The main source of clean water in Bandung Region is obtained from the local water company. But only 28,59% of 8,149,465 population in the region, whose clean water needs are met by the local companies. Groundwater is more often used in some areas that are difficult to get access to clean water. In some areas in Bandung Region, groundwater still contains iron levels which are quite high, even exceeding the quality standards set by the government, which is equal to 1 ppm. Thus, further processing is needed so that the groundwater is suitable for use as clean water. One of the simple and relatively inexpensive alternatives for groundwater treatment at the household scale is the adsorption method using a fixed bed adsorption column.

This research is focused on the design of fixed bed adsorption column, which are adjusted to the adsorbent service time as well as the amount of clean water needed on a household scale. The initial step taken in this research is to conduct a literature study to determine the characteristics of the adsorbent used, also the kinetics of the continuous adsorption process at the laboratory scale. Data obtained from the literature study, will then be used as a basis in the process of designing the adsorption column for household scale. The adsorption column design process is carried out using the Length of Unused Bed (LUB) method and calculated by Microsoft Excel Software.

The results of the adsorption column design obtained, if an adsorbent is used with a service time of 3 months, then for the water requirement of 576 L/day, a column with a diameter, length and bed height of 10.06 cm, 37.71 cm and 30.17 cm is required. For water requirement of 864 L/day, a column with a diameter, length and bed height of 13.94 cm, 52.26 cm and 41.81 cm is required. Meanwhile, for the water requirement of 1152 L/day, a column with a diameter, length and bed height of 17.81 cm, 66.82 cm and 53.45 cm is required. If the adsorbent used has a service time of 6 months, then for the water requirement of 576 L/day, a column with a diameter, length and bed height of 17.81 cm, 66.82 cm and 53.45 cm is required. For water requirement of 864 L/day, a column with a diameter, length and bed height of 25.58 cm, 95.93 cm and 76.74 cm is required. Meanwhile, for the water requirement of 1152 L/day, a column with a diameter, length and bed height of 33.34 cm, 125.04 cm and 100.03 cm is required. Lastly, if the adsorbent used has a service time of 9 months, then for the water requirement of 576 L/day, a column of diameter, length and bed height of 25.58 cm, 95.93 cm and 76.74 cm is required. For water requirement of 864 L/day, a column with a diameter, length and bed height of 37.22 cm, 139.59 cm and 111.67 cm is required. Meanwhile, for the water requirement of 1152 L/day, a column with a diameter, length and bed height of 48.87 cm, 183.254 cm and 146.6 cm is required.

Keywords: adsorption, fixed bed adsorption, groundwater, activated carbon, iron.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan yang mutlak dan memegang peranan yang penting serta berpengaruh bagi kehidupan. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih, air dapat diperoleh dari berbagai sumber seperti air hujan, air permukaan, air tanah, air laut dan air PDAM. Kebutuhan air bersih di Wilayah Bandung Raya umumnya diperoleh dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Namun dari 8.194.465 populasi yang terdapat di wilayah tersebut, hanya 2.342.876 atau 28,59% yang kebutuhan air bersihnya terpenuhi oleh PDAM (Maryati, dkk, 2016).

Penggunaan air tanah sebagai sumber air bersih masih dilakukan pada daerah-daerah yang masih sulit untuk mendapatkan akses menuju air bersih (Zevi, dkk, 2018). Di Wilayah Ujungberung misalnya, sebanyak 48 dari 70 rumah menggunakan air tanah sebagai sumber air bersihnya (Nastiti, dkk, 2017). Berdasarkan hasil penelitian Zevi, dkk (2018), Ainun, dkk (2015) dan Helmy, dkk (2015) mengenai kandungan air tanah pada beberapa wilayah di Bandung, air tanah tersebut mengandung besi dengan konsentrasi yang melebihi standar kualitas yang telah ditetapkan. Hasil penelitian tersebut ditunjukkan pada **Tabel 1.1**.

Tabel 1.1 Kandungan besi pada air tanah di Wilayah Bandung

Daerah	Satuan	Hasil Penelitian
Bojongsoang	mg/L	36,4
Padasuka	mg/L	3,271
Panorama	mg/L	0,52
Cicadas	mg/L	14,31

Air yang mengandung sejumlah besar logam berat, dapat membahayakan kesehatan manusia maupun lingkungan; apabila tidak dilakukan perlakuan khusus. Hal tersebut dikarenakan sifat logam berat yang tidak *biodegradable* dan memiliki kecenderungan untuk terakumulasi pada organisme hidup, sehingga dapat menyebabkan macam-macam penyakit dan kelainan (Al-Anber, 2007). Seperti *haemachromatosis*, yang dapat menyebabkan kerusakan organ hati, jantung dan pankreas (Bothwell, dkk, 1979). Selain itu, kandungan

logam dapat juga menyebabkan perubahan rasa, bau dan kekeruhan air serta dapat meninggalkan residu yang dapat merusak dan menyumbat pipa pada alat rumah tangga

Untuk mengurangi kandungan besi dalam air dapat dilakukan dengan metode *reverse osmosis*, presipitasi kimia, elektrodialisis, koagulasi dan ultrafiltrasi. Namun metode-metode tersebut memerlukan biaya yang cukup mahal sehingga saat ini telah dilakukan berbagai usaha pengolahan air yang mengarah pada upaya pencarian metode yang murah, efektif dan efisien (Kundari, dkk, 2008). Metode adsorpsi telah terbukti sebagai salah satu metode yang paling efektif sebagai proses pemisahan logam dalam air karena memiliki fleksibilitas yang tinggi, aplikasi yang mudah dan *initial cost* yang rendah (Kulkarni, dkk, 2014).

Dalam metode adsorpsi, fluida yang mengandung solut dikontakkan dengan sebuah padatan yang berperan sebagai penyerap atau disebut juga adsorben sehingga terjadi akumulasi solut pada *interface* antara kedua fasa. Proses kontak antara adsorben dan adsorbat dapat dilakukan dengan sistem *batch* maupun kontinu. Meskipun operasinya sangat mudah, namun sistem *batch* tidak dapat digunakan pada operasi dengan jumlah air yang banyak. Sehingga proses adsorpsi dalam skala industri, umumnya dilakukan dengan sistem adsorpsi unggun tetap yang merupakan salah satu bentuk operasi adsorpsi sistem kontinu yang paling murah dan mudah dioperasikan. Proses kontak pada adsorpsi unggun tetap, berlangsung dengan mengalirkan fluida yang mengandung solut kedalam kolom yang telah berisi adsorben sehingga operasinya dapat berlangsung dengan mudah serta dengan jumlah air yang banyak (Patel, 2019).

Jenis adsorben merupakan salah satu variabel yang berpengaruh dalam proses adsorpsi. Perbedaan karakteristik antar adsorben menyebabkan daya adsorpsi masing-masing adsorben pun berbeda. Salah satu jenis adsorben yang umum digunakan pada proses adsorpsi adalah karbon aktif. Adsorben tersebut termasuk kedalam jenis adsorben komersil yang relatif mudah didapatkan, murah dan memiliki efektivitas yang tinggi. Berdasarkan karakteristiknya, karbon aktif secara umum memiliki luas permukaan lebih dari 2000 m²/g adsorben (Roquerol, 2012) serta gugus-gugus fungsional yang terdapat dalam karbon aktif mengindikasikan bahwa karbon aktif cenderung bersifat hidrofilik, yang membuat karbon aktif dapat menunjukkan kereaktifan terhadap adsorbat organik maupun non organik (Kirk dan Othmer, 2004). Dengan demikian, penggunaan karbon aktif dalam proses adsorpsi logam Fe dianggap dapat berlangsung dengan efisien.

Berdasarkan uraian tersebut, perlu dilakukan upaya peningkatan kualitas air tanah di wilayah Bandung agar dapat digunakan sebagai sumber air bersih masyarakat Bandung. Namun, masih belum banyak penelitian mengenai perancangan kolom adsorpsi untuk kebutuhan rumah tangga. Sehingga penelitian ini dilakukan untuk merancang kolom adsorpsi yang relatif murah dan sederhana sehingga cocok untuk diaplikasikan pada skala rumah tangga.

1.2 Tema Sentral Masalah

Tema sentral masalah pada penelitian ini adalah air tanah yang merupakan sumber air bersih bagi sebagian besar masyarakat di Wilayah Bandung masih memiliki kandungan besi yang melebihi standar kualitas yang telah ditetapkan oleh pemerintah, sehingga perlu dilakukan pengolahan air tanah menggunakan metode adsorpsi unggul tetap dengan menggunakan adsorben komersil. Perancangan kolom adsorpsi diharapkan dapat diterapkan dalam proses pengolahan air tanah menjadi air bersih untuk kebutuhan rumah tangga. Perancangan tersebut meliputi penentuan dimensi kolom dan tinggi unggul yang disesuaikan dengan *service time* adsorben, serta jumlah kebutuhan air bersih rumah tangga.

1.3 Identifikasi Masalah

Berdasarkan studi pustaka yang telah dilakukan, terdapat beberapa masalah yang teridentifikasi yang akan dikaji dalam penelitian ini, yaitu:

1. Berapa tinggi unggul, diameter kolom dan panjang kolom adsorpsi untuk kebutuhan pengolahan air skala rumah tangga?
2. Bagaimana pengaruh *service time* adsorben terhadap nilai tinggi unggul, diameter kolom dan panjang kolom adsorpsi?
3. Bagaimana pengaruh jumlah kebutuhan air bersih terhadap nilai tinggi unggul, diameter kolom dan panjang kolom adsorpsi?

1.4 Premis

Penelitian ini dilakukan berlandaskan hasil kajian pustaka terkait proses adsorpsi ion Fe^{2+} menggunakan karbon aktif. Premis mengenai proses adsorpsi ion Fe^{2+} secara kontinu menggunakan karbon aktif tersaji pada **Tabel 1.2**, sedangkan premis mengenai perancangan kolom adsorpsi tersaji pada **Tabel 1.3**.

Tabel 1.2 Premis mengenai adsorpsi ion Fe secara kontinu menggunakan karbon aktif

Jenis Adsorben	Jenis Air	Jenis Ion	Kondisi Adsorpsi			Kapasitas Adsorpsi Maksimum	Pustaka
			Laju Alir	Ketinggian Adsorben	Ukuran Kolom		
Karbon Aktif	Air Tanah (Lhoksemauwe, Aceh)	Besi (Fe^{2+})	6; 10; 14 L/min	7,5; 10; 12,5 cm	L: 30 cm D: 6,4 cm	0.169 mg/L pada laju alir 6 L/min dengan ketinggian adsorben	Sylvia, dkk (2018)
Karbon Aktif, Zeolit, Silika Gel	Air Lindi (Batu, Malang)	Besi (Fe^{2+}); Kromium (Cr^{6+})	-	10 cm	L: 30 cm	Kapasitas adsorpsi kadar Fe maksimum pada 12.668 mg/L sedangkan kadar Cr maksimum pada 0.049 mg/L dengan adsorben Zeolit.	Larasati, dkk, (2015)
Karbon Aktif	Air Tanah (Helvetia, Medan)	Besi (Fe^{2+}); Mangan (Mn^{2+})	10 ml/min	12,5; 25; 37,5 cm	L: 110 cm D: 1 cm	q_{tot} pada ketinggian 12.5 cm sebesar 109.68 mg/g	Sidabutar, dkk, (2018)

Tabel 1.3 Premis mengenai perancangan kolom adsorpsi

Jenis Adsorben	Jenis Air	Jenis Ion	Kondisi Operasi Skala Laboratorium			Hasil Percobaan	Pustaka
			Konsentrasi Awal Sampel	Dosis Adsorben	Dimensi Kolom		
Karbon Aktif	Air artifisial	Kromium (Cr^{6+})	20 ppm; 35 ppm	250 mg	L: 18 cm D: 6 cm	Pada konsentrasi 20 ppm: D: 0,62 m; L: 2,33 m; Z: 1,87 m Pada konsentrasi 35 ppm: D: 0,63 m; L: 2,37 m; 1,89 m	Hudaya, dkk, (2018)
Karbon Aktif	Air Artifisial	Kromium (Cr^{6+})	3,35 ppm	Z: 13 cm, 37 cm	L: - D: 0,71 cm	Pemodelan dilakukan untuk membandingkan kurva hasil scale-up (Z: 37 cm) dan hasil percobaan (Z: 37 cm). Didapatkan hasil yang mendekati.	Pirajan, dkk, (2008)

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang dapat disusun berdasarkan studi pustaka yang telah dilakukan, adalah sebagai berikut:

1. Panjang kolom adsorpsi pada kisaran 100-150 cm, diameter kolom 20-25 cm dan tinggi unggun 80-120 cm.
2. Semakin lama *service time* adsorben, maka tinggi unggun yang dibutuhkan semakin tinggi, sehingga panjang dan diameter kolom akan semakin besar.
3. Semakin tinggi jumlah kebutuhan air bersih, maka tinggi unggun yang dibutuhkan semakin tinggi, sehingga panjang dan diameter kolom akan semakin besar.

1.6 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Mengetahui nilai tinggi unggun, diameter kolom dan panjang kolom adsorpsi untuk kebutuhan pengolahan air skala rumah tangga.
2. Mengetahui pengaruh *service time* adsorben terhadap nilai tinggi unggun, diameter kolom dan panjang kolom adsorpsi.
3. Mengetahui pengaruh jumlah kebutuhan air bersih terhadap nilai tinggi unggun, diameter kolom dan panjang kolom adsorpsi.

1.7 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat untuk beberapa kalangan, yang diantaranya:

1. **Bagi Peneliti**, yaitu menambah wawasan mengenai perancangan kolom adsorpsi skala rumah tangga serta kondisi operasinya untuk menurunkan kandungan besi pada air tanah.
2. **Bagi masyarakat**, yaitu memberikan wawasan mengenai proses pengolahan air tanah dengan proses adsorpsi, serta dimensi kolom yang baik digunakan sesuai kebutuhannya.