

**PENGOLAHAN AIR BERSIH DENGAN METODE FILTRASI  
MENGUNAKAN MEDIA PASIR BESI**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Oleh:**

**MUHAMMAD HAZIM MULIA**

**NIM. 160702089**

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi**

**Program Studi Teknik Lingkungan**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
DARUSSALAM - BANDA ACEH  
2021 M / 1442 H**

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**PENGOLAHAN AIR BERSIH DENGAN METODE FILTRASI  
MENGUNAKAN MEDIA PASIR BESI**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh  
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Diajukan Oleh:

**MUHAMMAD HAZIM MULIA**

**NIM. 160702089**

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Teknik Lingkungan**

Banda Aceh, 4 Juli 2021  
Telah Diperiksa dan Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc.  
NIDN. 2013128901

Teuku Muhammad Ashari, M.Sc.  
NIDN. 2002028301

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan

Dr. Eng Nur Aida, M.Si.  
NIDN. 2016067801

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR  
PENGOLAHAN AIR BERSIH DENGAN METODE FILTRASI  
MENGUNAKAN MEDIA PASIR BESI

TUGAS AKHIR

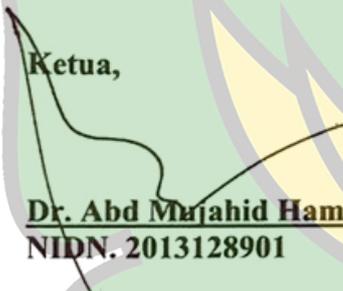
Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir  
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan dinyatakan Lulus  
serta diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)  
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: Jumat, 16 Juli 2021  
06 Dzulhijjah 1442

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,

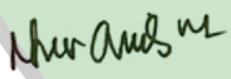
Sekretaris,

  
Dr. Abd Majahid Hamdan, M.Sc.  
NIDN. 2013128901

  
Teuku Muhammad Ashari, M.Sc.  
NIDN. 2002028301

Penguji I,

Penguji II,

  
Dr. Eng. Nur Aida, M. Si  
NIDN. 2016067801

  
Arief Rahman, M.T  
NIDN. 2010038901

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh



  
Dr. Azhar Amsal, M.Pd.  
NIDN.2001066802

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Hazim Mulia  
NIM : 160702089  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh  
Judul Skripsi : Pengolahan Air Bersih dengan Metode Filtrasi  
Menggunakan Media Pasir Besi

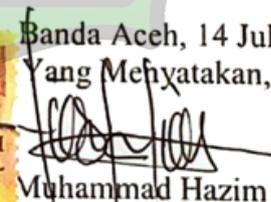
Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini;
2. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh maupun di perguruan tinggi lainnya;
3. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing;
4. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
5. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya; dan
6. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.

Bila kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.



Banda Aceh, 14 Juli 2021  
Yang Menyatakan,

  
Muhammad Hazim Mulia  
NIM. 160702089

## ABSTRAK

Nama : Muhammad Hazim Mulia  
NIM : 160702089  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Judul : Pengolahan Air Bersih dengan Metode Filtrasi Menggunakan Media Pasir Besi  
Tanggal Sidang : 16 Juli 2021  
Jumlah Halaman : 43  
Pembimbing I : Dr. Abdullah Mujahid Hamdan M.Sc.  
Pembimbing II : Teuku Muhammad Ashari, M.Sc.  
Kata Kunci : Pasir besi, air sumur, filtrasi

Salah satu media yang berpotensi mengolah air adalah pasir besi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui realibilitas pasir besi dalam mereduksi kontaminan, melihat pengaruh ketebalan media dan ukuran bulir media pasir besi. Eksperimen filtrasi dilakukan dengan variasi ketebalan media 5, 10 dan 15 cm dan ukuran bulir 40, 60 dan 100 *mesh*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pasir besi efektif dalam menurunkan parameter Mn sebesar 99,72%, kekeruhan sebesar 96,84%, kesadahan sebesar 99,99%, dan menormalkan pH sebesar 7,00. Ketebalan media yang efektif dalam menurunkan parameter Mn, kekeruhan, kesadahan, dan menormalkan pH yaitu 15 cm. Ketebalan media pasir besi terbukti berpengaruh terhadap penurunan parameter Mn, kesadahan dan pH sedangkan parameter kekeruhan tidak berpengaruh. Ukuran bulir pasir besi yang efektif menurunkan parameter Mn, kekeruhan, kesadahan, dan menormalkan pH yaitu 100 *mesh*. Ukuran bulir berpengaruh terhadap penurunan parameter Mn, sedangkan parameter kesadahan, kekeruhan dan pH tidak berpengaruh. Hasil ini menunjukkan bahwa pasir besi dapat digunakan sebagai media filtrasi dalam pengolahan air bersih.

AR - R A N I R Y

## ABSTRACT

Name : Muhammad Hazim Mulia  
NIM : 160702089  
Department : Environmental Engineering  
Title : *Clean Water Treatment with Filtration Method Using Iron Sand Media*  
Date of Session : 16 Juli 2021  
Number of pages : 43  
Advisor I : Dr. Abdullah Mujahid Hamdan M.Sc.  
Advisor II : Teuku Muhammad Ashari, M.Sc.  
Keywords : *Iron sand, well water and filtration.*

*One of the media that has the potential to treat water is iron sand. This study aims to determine the reliability of iron sand in reducing contaminants, see the effect of media thickness and grain size of iron sand media. Filtration experiments were carried out with variations in media thickness of 5, 10 and 15 cm and grain sizes of 40, 60 and 100 mesh. The results showed that iron sand was effective in reducing Mn parameters by 99.72%, turbidity by 96.84%, hardness by 99.99%, and neutralizing pH by 7.00. The thickness of the media which was effective in reducing the parameter of Mn, turbidity, hardness, and neutralizing pH was 15 cm. The thickness of the iron sand media proved to have an effect on the decrease in the parameters of Mn, hardness and pH, while the turbidity parameter had no effect. The grain size of iron sand which is effective in reducing Mn parameters, turbidity, hardness, and neutralizing pH is 100 mesh. The grain size has an effect on the decrease in the Mn parameter, while the parameters of hardness, turbidity and pH have no effect. These results indicate that iron sand can be used as a filtration medium in water treatment.*

جامعة الرانري

AR - RANIRY

## KATA PENGANTAR

Segala puji hanya bagi Allah SWT, Dia-lah yang telah menganugerahkan Al-Qur'an sebagai petunjuk bagi seluruh umat manusia dan rahmatan lil'alam (rahmat bagi segenap alam). Dia-lah yang Maha Mengetahui makna dan maksud kandungan Al-Qur'an. Shalawat dan salam semoga tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW utusan dan manusia pilihan, dialah penyampai pengamal dan penafsir pertama Al-Qur'an. Dengan pertolongan dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Penulis telah banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan dukungan dan do'anya selama ini.
2. Azhar Amsal selaku Dekan Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
3. Dr. Eng. Nur Aida, M.Si selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
4. Ibu Husnawati Yahya, M.Sc., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh dan selaku Koordinator Proposal Tugas Akhir.
5. Dr. Abd Mujahid Hamdan M.Sc., selaku dosen pembimbing I tugas akhir Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
6. Bapak Teuku Muhammad Ashari, M.Sc., selaku pembimbing akademik yang telah membantu segala arahan dan bimbingannya dan juga selaku pembimbing II dalam tugas akhir.
7. Ibu Dr. Eng. Nur Aida, M.Si., selaku penguji I dalam sidang munaqasyah tugas akhir.

8. Bapak Arief Rahman, M.T., selaku penguji II dalam sidang munaqasyah tugas akhir
9. Seluruh Dosen Prodi Teknik Lingkungan yang telah memberikan dan membagi ilmunya kepada penulis.
10. Seluruh staf tata usaha yang telah membantu dalam pengurusan administrasi.
11. Ibu Ida yang telah banyak membantu dalam proses administrasi
12. Ibu Nurul Huda yang sudah banyak membantu dalam proses penelitian dan administrasi
13. Seluruh teman seperjuangan angkatan 2016 yang telah membantu dan menuntun dalam proses pembuatan laporan.
14. Semua pihak yang telah membantu dalam proses pembuatan tugas akhir yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan dari semua pihak yang telah membantu. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak khususnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan di Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-raniry. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun tetap penulis harapkan untuk lebih menyempurnakan tugas akhir ini.

جامعة الرانيري

AR - RANIRY

Banda Aceh, 14 Juli 2021

Penulis,

Muhammad Hazim Mulia

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1. Air Bersih .....	5
2.3. Pasir Besi.....	6
2.4. Filtrasi .....	8
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>10</b>
3.1. Tahapan Penelitian .....	10
3.2. Lokasi Pengambilan Sampel Air Sumur dan Pasir Besi .....	11
3.3. Tempat Eksperimen dan Pengukuran.....	13
3.4. Penggerusan Pasir Besi .....	13
3.5. Eksperimen Filtrasi .....	13
3.6. Pengukuran Parameter Air Bersih.....	15
3.6.1 Pengukuran parameter Mn .....	15
3.6.2 Pengukuran parameter pH.....	16
3.6.3 Pengukuran kesadahan .....	16
3.6.4 Pengukuran kekeruhan .....	16
3.7. Analisis Data .....	17
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>19</b>
4.1 Hasil Pengukuran Kimia dan Fisika Air .....	19
4.2 Pembahasan.....	22
4.2.1 Efektifitas media pasir besi sebagai media filtrasi.....	22
4.2.2 Pengaruh ketebalan media pasir besi .....	26
4.2.3 Pengaruh ukuran bulir media pasir besi.....	27

<b>BAB V PENUTUP</b> .....	<b>29</b>
5.1 Kesimpulan .....	29
5.2 Saran.....	29
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>30</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>39</b>



## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1 Proses <i>magnetite</i> ( $F_3O_4$ ) mengikat kontaminan .....	7
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	11
Gambar 3.2 Lokasi pengambilan pasir besi .....	12
Gambar 3.3 Pengambilan dan hasil pasir besi .....	13
Gambar 3.4 Desain eksperimen filtrasi.....	13
Gambar 3.5 Reaktor filtrasi.....	14
Gambar 3.6 Alat AAS A. <i>Kiss optronic</i> .....	14
Gambar 3.7 pH meter .....	16
Gambar 4.1 Grafik hasil penurunan parameter Mn .....	20
Gambar 4.2 Grafik hasil penurunan parameter kekeruhan .....	20
Gambar 4.3 Grafik hasil penurunan parameter kesadahan .....	21
Gambar 4.4 Grafik hasil penurunan parameter pH.....	21
Gambar 4.5 Hasil Filtrasi air sumur menggunakan media pasir besi .....	22
Gambar 4.6 Grafik efektivitas penurunan Mn .....	23
Gambar 4.7 Grafik efektivitas penurunan kesadahan .....	24
Gambar 4.8 Grafik efektivitas penurunan kekeruhan .....	25

جامعة الرانري

AR - RANIRY

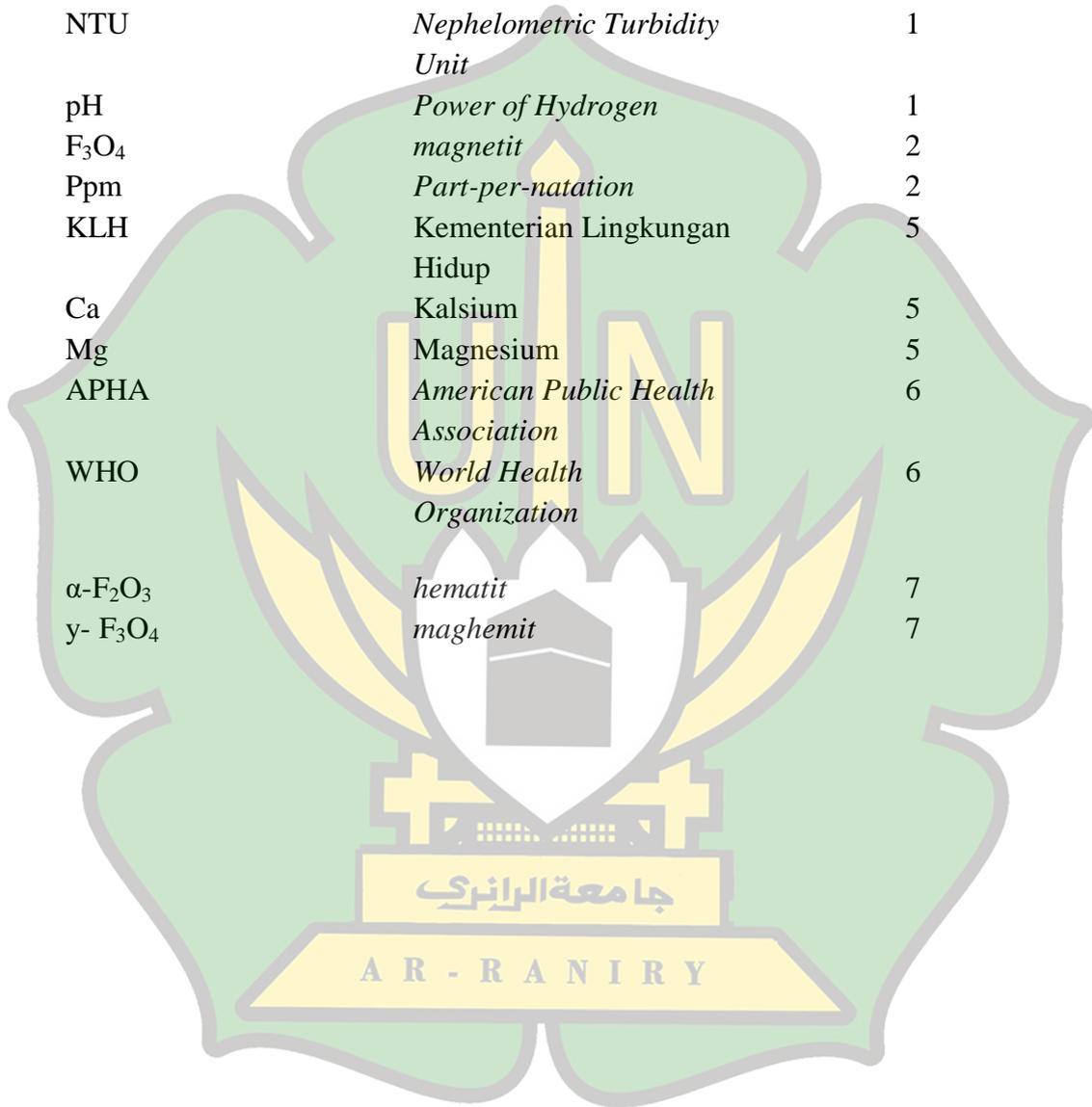
## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1 Persyaratan kualitas air bersih.....	6
Tabel 2.2 Penelitian terdahulu.....	9
Tabel 3.1 Hasil uji pendahuluan.....	12
Tabel 4.1 Hasil eksperimen filtrasi pengolahan air bersih menggunakan media pasir besi beserta hasil efektivitas penurunan (%).....	19



## DAFTAR SINGKATAN

<b>Singkatan/Lambang</b>	<b>Kepanjangan/Makna</b>	<b>Halaman</b>
Mn	Mangan	1
Fe	Besi	1
NTU	<i>Nephelometric Turbidity Unit</i>	1
pH	<i>Power of Hydrogen</i>	1
F <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	<i>magnetit</i>	2
Ppm	<i>Part-per-natation</i>	2
KLH	Kementerian Lingkungan Hidup	5
Ca	Kalsium	5
Mg	Magnesium	5
APHA	<i>American Public Health Association</i>	6
WHO	<i>World Health Organization</i>	6
$\alpha$ -F <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<i>hematit</i>	7
$\gamma$ - F <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	<i>maghemit</i>	7



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kebutuhan air di Indonesia rata-rata adalah 60 liter/orang/hari. Menurut Sahabuddin dkk. (2014), permasalahan terkait dengan pemenuhan kebutuhan air bersih yaitu kuantitas sumber air baku yang sedikit. Selain masalah kuantitas, permasalahan dalam pemenuhan air bersih juga datang berasal dari pemenuhan kualitas air yang sesuai dengan spesifikasi air bersih. Air yang baik memiliki spesifikasi bersih dalam artian tidak berbau, jernih, tidak keruh, dan tidak meninggalkan endapan. Berbagai mineral yang terdapat pada air diperlukan oleh tubuh, akan tetapi ada sebagian yang tidak dibutuhkan oleh tubuh manusia bahkan dapat mengganggu kesehatan manusia (Purwono dan Karbito, 2013). Air bersih dapat terganggu kualitasnya jika terkontaminasi oleh zat-zat pencemar secara berlebihan salah satunya yaitu Mn. Menurut Kholif dkk. (2020), permasalahan yang sering terjadi dari pemakai air sumur yaitu tingginya kandungan besi (Fe) dan mangan (Mn). Fe dan Mn diketahui mudah larut dalam air dan keberadaannya sulit untuk dideteksi dengan mata telanjang (Purwono dan Karbito, 2013).

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Air untuk Keperluan Kebersihan Sanitasi menetapkan standar baku mutu kekeruhan adalah 25 NTU, pH 6,5–8,5, kesadahan maksimal 500 mg/l dan Mn yang diperbolehkan pada air bersih adalah sebesar 0,5 mg/l. Menurut Kurniawati dkk. (2017), Mn merupakan mikronutrien esensial terhadap semua makhluk hidup, akan tetapi dalam kadar yang tinggi Mn dapat menyebabkan toksisitas pada sistem saraf pusat. Menurut Syuhada (2018), paparan Mn tidak boleh melebihi  $5 \text{ mg/m}^3$ , apabila terpapar Mn gejala yang timbul berupa gejala susunan saraf, insomnia, kemudian lemah pada kaki dan otot muka sehingga ekspresi muka menjadi beku dan muka tampak seperti topeng. Paparan akibat Mn menunjukkan toksisitas yang rendah dibandingkan dengan mikro unsur lain sehingga sangat sedikit dilaporkan kasus toksisitas Mn pada manusia (Firmansyah, 2019).

Menurut Pratiwi (2013), salah satu metode pengolahan air bersih yang efektif adalah metode filtrasi. Filtrasi adalah proses pengolahan dengan cara mengalirkan air melewati suatu media filtrasi yang disusun dari bahan-bahan butiran dengan diameter dan ketebalan tertentu (Febrina dan Ayuna, 2015). Filtrasi juga dapat dianggap sebagai metode pengolahan air bersih, terjangkau dan dapat digunakan oleh masyarakat secara langsung. Efektivitas filtrasi ditentukan oleh jenis dan karakteristik media yang digunakan (Khairunnisa, 2021). Salah satu media yang sangat potensial digunakan dalam filtrasi adalah pasir besi (Widianto dkk., 2018).

Menurut Widianto dkk. (2018), pasir besi merupakan media yang sangat mudah termagnetisasi serta jumlahnya yang melimpah di alam. Pasir besi juga dapat menyerap logam berat diantaranya logam Fe dan Mn dengan kadar logam sebesar 0,466 ppm dan 0,440 ppm setelah penyaringan dengan metode filtrasi (Widianto dkk., 2018). Kemampuan pasir besi menangkap logam berat diduga berasal dari mineral magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) yang dikandungnya (Xu dkk., 2012). Magnetit memiliki kemampuan menarik senyawa koordinasi (*coordination complex*) logam berat dengan ligan-ligan. Sebagai contoh, kemampuan  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  menurunkan tembaga (Cu) di dalam air, disebabkan adanya interaksi  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan kompleks  $\text{Cu}^{2+}\text{-NH}_2$  (Xu dkk., 2012).

Kebanyakan media yang digunakan dalam proses pengolahan air adalah karbon aktif. Media tersebut mempunyai kemampuan yang baik tetapi tidak ekonomis. Karbon aktif memiliki kelemahan dalam mengabsorpsi limbah cair, yaitu penggunaan karbon aktif terbatas hanya untuk limbah cair yang mengandung beberapa parameter jenis logam berat saja (Hartina dkk., 2020). Karbon aktif juga tidak dapat diterapkan pada semua limbah cair dan proses aktivasinya menggunakan asam kuat seperti asam klorida (HCl) dan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) (Hartanto, 2017). Saat ini sedang digalakkan penelitian mengenai penggunaan adsorben alternatif yang berasal dari alam yang selain mempunyai kemampuan adsorpsi yang baik, adsorben tersebut juga lebih ekonomis. Salah satu adsorben alternatif dari alam yang menjanjikan yaitu pasir, karena disamping tersedia luas di hampir setiap tempat juga harganya yang relatif murah (Jalali dkk., 2002). Pasir besi dapat ditemukan di beberapa daerah di Provinsi Aceh,

salah satunya di Pantai Syiah Kuala, Kota Banda Aceh (Jalil dkk., 2016). Investigasi terkait efektivitasnya diperlukan untuk menguji reliabilitas media pasir besi sebagai kandidat media filtrasi yang dapat diterapkan langsung pada masyarakat. Penggunaan media ini telah diuji oleh Suriadi (2017) dan Widiyanto (2018), hasil investigasinya menunjukkan pasir besi efektif dalam mereduksi kontaminan logam berat.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, pasir besi berpotensi dalam menurunkan zat pencemar yang terdapat dalam air. Namun, hasil investigasi pasir besi murni dalam pengolahan air bersih masih sangat minim. Oleh karena itu, diperlukan investigasi pasir besi sebagai media filtrasi untuk pengolahan air bersih. Berdasarkan permasalahan tersebut, pertanyaan yang hendak dijawab pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana efektivitas media pasir besi sebagai media filtrasi pengolahan air bersih dalam menurunkan parameter kekeruhan, kesadahan, Mn dan perubahan pH?
2. Bagaimana pengaruh ketebalan media pasir besi terhadap penurunan parameter kekeruhan, kesadahan, Mn dan perubahan pH?
3. Bagaimana pengaruh ukuran bulir pasir besi terhadap penurunan kekeruhan, kesadahan, Mn dan perubahan pH?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis efektivitas pasir besi dengan metode filtrasi dalam pengolahan air bersih menurunkan parameter kekeruhan, kesadahan, Mn dan merubah pH.

2. Untuk menganalisis ketebalan yang efektif dalam menurunkan parameter kekeruhan, kesadahan, Mn dan merubah pH.
3. Untuk menganalisis ukuran bulir yang efektif dalam menurunkan kekeruhan, kesadahan, Mn dan merubah pH.

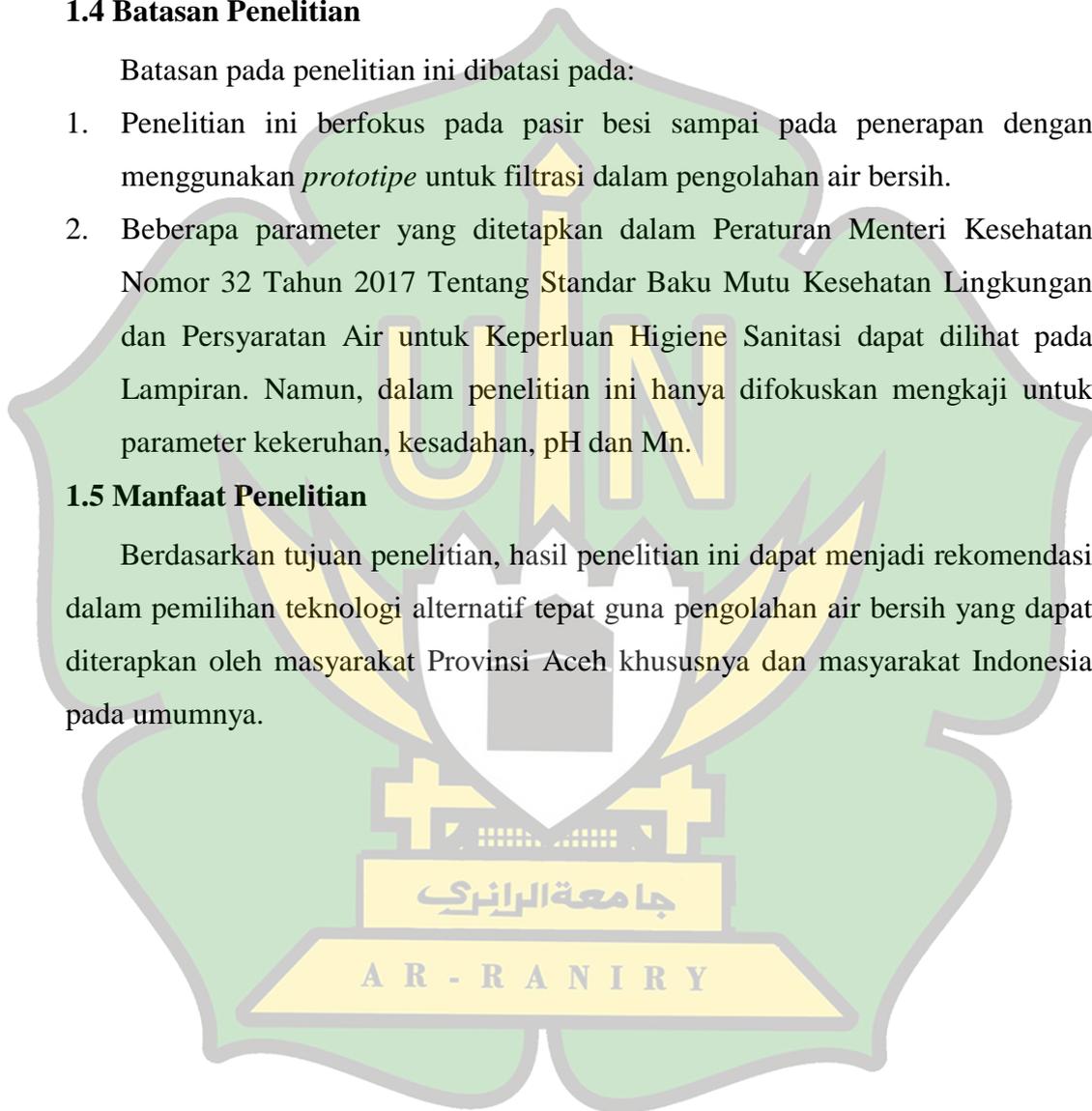
#### **1.4 Batasan Penelitian**

Batasan pada penelitian ini dibatasi pada:

1. Penelitian ini berfokus pada pasir besi sampai pada penerapan dengan menggunakan *prototipe* untuk filtrasi dalam pengolahan air bersih.
2. Beberapa parameter yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi dapat dilihat pada Lampiran. Namun, dalam penelitian ini hanya difokuskan mengkaji untuk parameter kekeruhan, kesadahan, pH dan Mn.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Berdasarkan tujuan penelitian, hasil penelitian ini dapat menjadi rekomendasi dalam pemilihan teknologi alternatif tepat guna pengolahan air bersih yang dapat diterapkan oleh masyarakat Provinsi Aceh khususnya dan masyarakat Indonesia pada umumnya.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Air Bersih**

Air merupakan kebutuhan dasar bagi manusia karena diperlukan dalam kegiatan industri, rumah tangga, dan pertanian. Selain itu juga dapat meningkatkan derajat kesehatan masyarakat, sehingga harus diperhatikan kuantitas dan kualitasnya. Manusia mempunyai volume air rata-rata 65% dari total berat badannya, setiap manusia mempunyai volume yang bervariasi dan setiap bagian pada tubuh manusia. Organ tubuh seseorang yang mengandung banyak air, antara lain otak 74,5%, tulang 22%, ginjal 82,7%, otot 75,6%, dan darah 83% (Sitanggung, 2015 dan Nababan, 2020). Beberapa sumber air digunakan masyarakat Indonesia berasal dari air permukaan terutama air sungai dan air sumur. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) pada tahun 2014 bahwa 70-75% sungai di 33 provinsi Indonesia telah tercemar (Quddus, 2014).

Air permukaan memiliki kualitas berbeda dengan air tanah. Air permukaan yang mengalami kontak secara langsung dengan mineral-mineral yang larut pada saat infiltrasi ke dalam tanah, maka akan terjadi reaksi kimia dan terjadi perubahan pada kualitas air. Oksigen di dalam air menurun digantikan oleh karbondioksida yang diakibatkan oleh kegiatan biologis (Iriani, 2014). Air mempunyai senyawa mineral dengan konsentrasi yang tinggi seperti kalsium (Ca), logam berat seperti Fe dan Mn, Mg akan mengakibatkan kesadahan terhadap air (Kharta, 2018). Umumnya air di alam mengandung Fe dan Mn disebabkan adanya kontak langsung antara air dengan lapisan tanah yang mengandung Fe dan Mn (Febrina, 2015).

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 416 Tahun 2017, bahwa air bersih adalah air yang digunakan sebagai keperluan sehari-hari dengan kualitas air yang sesuai dengan syarat kesehatan adapun dapat diminum apabila telah dimasak (Mastika, 2017). Syarat-syarat kualitas air yang dikatakan sebagai air bersih harus memenuhi syarat kesehatan. Syarat kesehatan tersebut mencakup syarat-syarat kimia, fisika, radioaktivitas, dan mikrobiologi (Herlandien,

2013; Kusnadi, 2014; Mukarromah, 2016). Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 37/MEN.KES/PER/IX/2017 menetapkan Tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Persyaratan kualitas air bersih

Parameter	Satuan	Baku Mutu
Kekeruhan	Skala NTU	25
Mn (Mn)	mg/l	0,5
Kesadahan	mg/l	500
Keasaman (pH)	-	6,5 – 9,0

Sumber: PERMENKES RI 32/MEN.KES/PER/IX/2017.

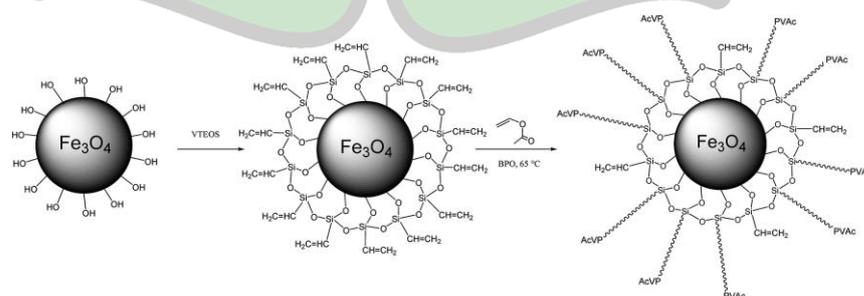
Sesuai dengan ketentuan badan dunia (WHO) ataupun badan setempat (Departemen Kesehatan) serta ketentuan maupun peraturan lain yang berlaku seperti *American Public Health Association* (APHA) atau Asosiasi Kesehatan Masyarakat Amerika Serikat, sesuai tidaknya air untuk kehidupan manusia ditentukan berdasarkan persyaratan kualitas secara fisik, biologis dan kimia. Persyaratan yang telah ditetapkan oleh Organisasi Kesehatan Dunia *World Health Organization* (WHO) telah menentukan standar air bersih yang layak bagi kehidupan seperti, tidak berbau, tidak berasa, dan tidak berwarna. Pertumbuhan mikroorganisme paling cepat pada media air, oleh sebab itu air yang dimanfaatkan oleh individu harus sesuai dengan syarat kesehatan. Agar memperoleh air yang sesuai persyaratan dapat dilakukan langkah-langkah pengolahan meliputi proses penyimpanan, penyaringan dan klorinasi (Kencanawati, 2017).

## 2.2 Pasir Besi

Pasir besi adalah salah satu sumber kekayaan alam yang memiliki banyak manfaat. Pasir besi memiliki banyak mineral yang bisa digunakan untuk berbagai kebutuhan (Ma'rifah, 2014; Dani dkk., 2017; Haryadi, 2017; Jannah, 2020). Pasir besi adalah endapan pasir yang memiliki kandungan bijih besi (magnetit), yang terdapat di sepanjang pantai. Pasir besi terbentuk dikarenakan proses penghancuran oleh cuaca, air permukaan dan gelombang terhadap batuan asal yang mengandung mineral besi seperti magnetit, ilmenit, oksida besi, kemudian

terakumulasi serta tercuci oleh gelombang air laut (Palkrisman, 2014; Ishaka, 2020; Andani, 2020). Pasir besi merupakan bahan tambang logam yang terbentuk dikarenakan proses transportasi dan sedimentasi material berukuran pasir yang memiliki unsur besi. Secara umum dapat dijumpai sebagai endapan pantai dengan massa yang bervariasi, serta tersusun oleh mineral magnetik dan bukan magnetik (Kamiludin, 2016 dan Tonggiroh, 2020). Mineral magnetik yang terdapat dalam pasir besi sangat bermanfaat, akan tetapi tidak semua mineral yang terkandung dapat dimanfaatkan semua (Gunawan, 2014 dan Audirahmawan, 2021).

Mineral yang mendominasi pasir besi yaitu magnetit ( $F_3O_4$ ), hematit ( $\alpha-F_2O_3$ ) dan meghemit ( $\gamma-F_3O_4$ ) yang dapat digunakan diberbagai bidang, selain itu juga ditemukan mineral lain yaitu quartz ( $SiO_2$ ), halloysite ( $Al_2Si_5(OH)_4 \cdot 2H_2O$ ), saponite ( $CaO_2Mg_3(SiAl)_4O_{10}(OH)_2 \cdot 4H_2O$ ) dan pyrophyllite ( $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$ ) (Trilisma, 2015; Nengsi, 2016; Setianto, 2017). Dari beberapa studi yang telah dilakukan menunjukkan yaitu kandungan mineral yang dominan dalam pasir besi yaitu magnetite ( $F_3O_4$ ) (Jalil dkk., 2014 dan Tamuntuan, 2017). Pasir mempunyai kualitas yang baik dalam menjadi media filtrasi disebabkan sifatnya yang berupa butiran bebas yang porous, bergradasi dan *uniformity* (Kurniawati dkk., 2017 dan Darwis, 2018). Pasir besi mempunyai potensi menjadi bahan pembawa atau pengikat untuk meningkatkan kualitas dari suatu bahan seperti adsorben Mn (Suriadi dkk., 2017). Proses  $Fe_3O_4$  (*magnetite*) mengikat kontaminan dengan proses melalui reaksi pertukaran permukaan sampai situs fungsional permukaan tersisi penuh dan setelah itu kontaminan dapat berdifusi ke dalam media untuk interaksi lebih lanjut dengan gugus fungsi (Ma dkk, 2005; Zhao dkk 2010; Hu dkk, 2011), seperti pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1** Proses *magnetite* ( $F_3O_4$ ) mengikat kontaminan

### 2.3 Filtrasi

Filtrasi adalah suatu proses untuk mereduksi air yang zat tersuspensi kontaminan melalui media berpori. Penyaringan menggunakan media berpori disebabkan dengan cara menghambat partikel-partikel ke dalam ruang pori sehingga mengakibatkan pengumpulan dan penumpukan partikel tersebut pada permukaan butiran media. Dengan tumpukan partikel yang terhambat pada pori media maka akan membuat air menjadi lebih bersih (Zikri, 2017 dan Mashadi dkk., 2018). Bahan media filter biasanya bervariasi pada pengolahan air seperti pasir, batu, arang, plastik dan gelas (Febrina, 2015). Setiap bahan media filter yang digunakan mempunyai fungsi yang sama, yaitu sebagai penyaringan padatan pencemar yang terdapat pada air tanah. Bahan media filter yang sesuai bahkan dapat menghilangkan partikel-partikel kimiawi maupun organik yang terdapat di dalam air, seperti kekeruhan, berwarna, berminyak, berlumpur dan berkarat (Sulastri, 2014; Anggraini, 2017; Fadlan, 2019).

Oleh sebab itu, agar mendapatkan air yang bagus dan jernih dengan hasil yang maksimal pada pengolahan air bersih perlu didukung oleh media filter air yang tepat. Sebab ini dilakukan karena media filter yang akan menentukan kualitas air yang diharapkan (Jenti, 2014). Dalam penelitian Kurniawati (2017), dijelaskan bahwa pasir dapat digunakan sebagai bahan media penyaring karena bersifat *porous*, memiliki ukuran atau diameter dan tingkat keseragaman serta kandungan silika. Pasir juga memiliki kemampuan memisahkan flok-flok yang belum sempat mengendap. Media pasir dimanfaatkan karena selain murah juga mudah didapatkan dan juga biasa diaplikasikan pada masyarakat. Kualitas pasir yang digunakan harus baik karena mempengaruhi hasil penyaringan. Pasir yang baik untuk digunakan harus bersih tidak tercampur dengan kotoran dan tanah, sehingga sebelum digunakan sebagai media filtrasi dicuci terlebih dahulu.

**Tabel 2.2** Efektivitas media dari alam dengan metode filtrasi terhadap beberapa parameter dalam penelitian terdahulu

Parameter	Efektivitas (%)	Penulis
BOD	53%	Palilingan, 2019
COD	54%	
Amonia	63,6%	
Mn	96 %	Rachmah, 2014
Fe	99,960 %	Khairunnisa, 2021
Kesadahan	91,06%	
Kekeruhan	96,88%	
pH	7,34	
TSS	83,8%	Pradana, 2018
Seng (Zn <sup>2+</sup> )	95%	Vania, 2016
Timbal (Pb)	52,32%	Putri, 2018

## **BAB III**

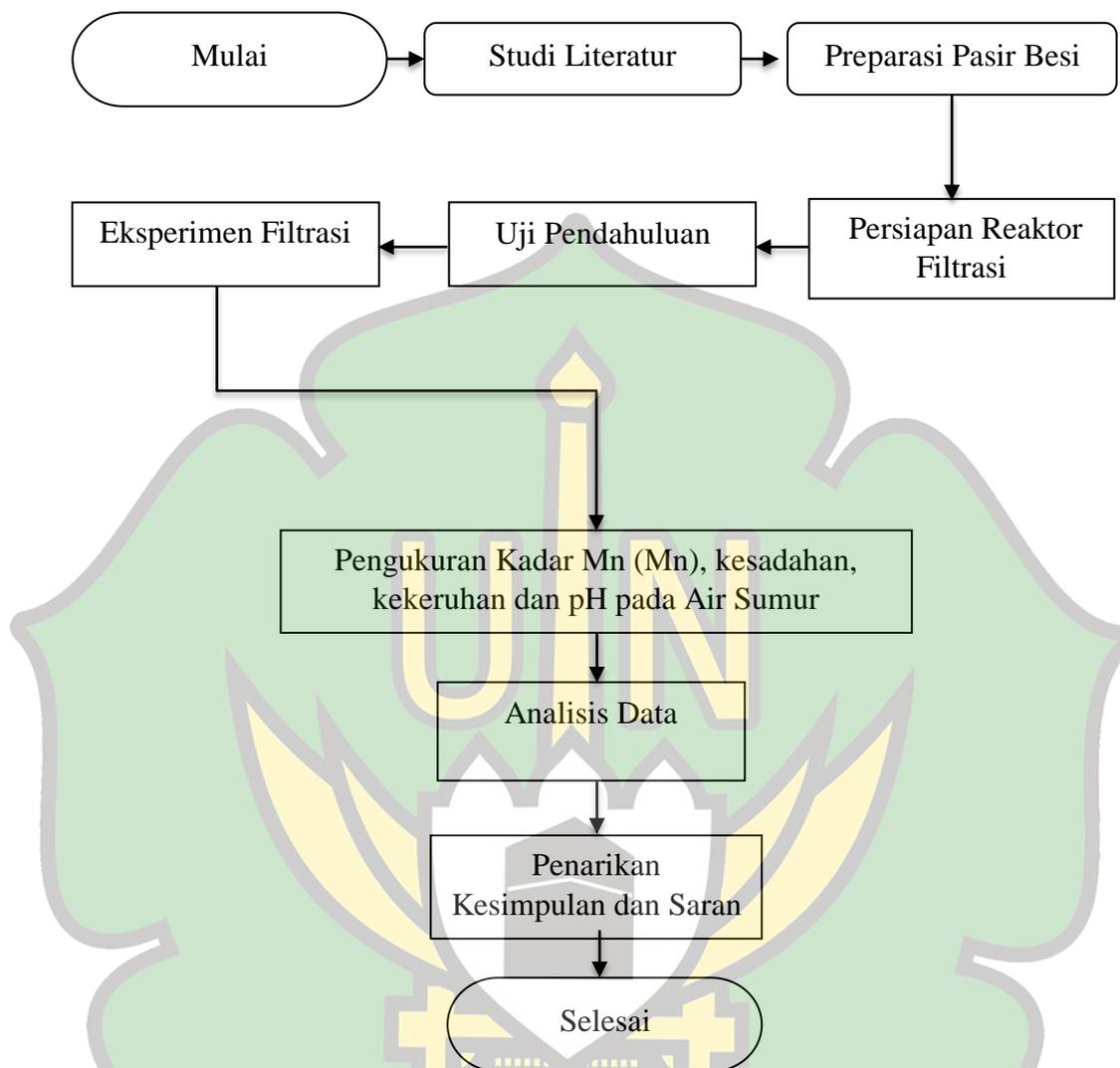
### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Tahapan Penelitian**

Tahapan penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu:

1. Studi literatur, yaitu studi yang dilakukan untuk mengetahui informasi dan mengumpulkan data terkait dengan penelitian baik dari jurnal, buku maupun skripsi. Studi literatur dilakukan dengan menganalisis literatur untuk memperoleh *gap of research* dan referensi untuk menyusun metode penelitian.
2. Tahapan persiapan, yaitu tahap menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian dengan tujuan agar waktu dan pekerjaan dilakukan dapat efektif.
3. Tahapan pemisahan pasir laut yaitu tahap pemisahan pasir besi dengan magnet permanen.
4. Tahapan pembuatan reaktor yaitu tahap membuat media filtrasi.
5. Tahap eksperimen dan pengukuran yaitu tahapan untuk mengetahui pengaruh filtrasi menggunakan media pasir besi terhadap penurunan kandungan parameter logam Mn tujuannya untuk membandingkan hasil uji dengan baku mutu air bersih yang telah ditetapkan sesuai PERMENKES No. 32 Tahun 2017.
6. Tahap analisis data yaitu tahap dilakukan apabila sampel air telah diuji parameternya sehingga menjadi informasi dan bisa dipergunakan untuk penarikan kesimpulan.
7. Tahap penarikan kesimpulan, yaitu menjawab berapa persen efektivitas pasir besi untuk memfiltrasi Mn di dalam air.

Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1



**Gambar 3.1** Diagram alir penelitian.

### 3.2 Lokasi Pengambilan Sampel Air Sumur dan Pasir Besi

Lokasi pengambilan sampel air sumur bertempat di Desa Gajah Ayeë yang berada di Kecamatan Pidie, Kabupaten Pidie. Desa Gajah Ayeë memiliki luas daerah 10.000 hektar dan jumlah penduduk 3500 jiwa. Desa Gajah Ayeë memiliki 4 Dusun yaitu Dusun Barat, Dusun Teungoh, Dusun Timur dan Dusun Kuta Bude. Desa Gajah Ayeë yang berada di pinggir sungai membuat penduduk Desa Gajah Ayeë menggunakan air baku yang berasal dari air tanah. Menurut hasil uji

pendahuluan<sup>1</sup> yang ditunjukkan di dalam Tabel 3.1, metode filtrasi<sup>2</sup> dengan pasir besi dari pantai Syiah Kuala terhadap air dari Sumur Desa Gajah Aye dapat menurunkan kekeruhan sebesar 34,3%, Mn sebesar 1,94 %, kesadahan 1,94 % dan pH mencapai 7,4. Semua parameter yang diukur telah mencapai baku mutu, kecuali parameter kandungan Mn.

**Tabel 3.1** Hasil uji pendahuluan

Parameter	Sebelum Pengolahan	Baku Mutu	Setelah Pengolahan	Efektivitas (%)
1	2	3	4	5
Kekeruhan (NTU)	34,4	25	0,59	34,3
Mn (mg/l)	2,295	0,5	0,807	1,94
Kesadahan (mg/l)	600	500	45,7	92,4
pH	9,9	6,5 – 8,5	7,4	-

Lokasi pengambilan pasir besi bertempat di Pantai Syiah Kuala, Desa Deah Raya, Kecamatan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh dapat dilihat pada Gambar 3.2.



**Gambar 3.2** Lokasi Pengambilan Pasir Besi.

<sup>1</sup> Uji pendahuluan dilakukan Laboratorium Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan Dinas Kesehatan UPTD Balai Laboratorium Kesehatan.

<sup>2</sup> Reaktor filtrasi dan dokumentasi pengolahannya dapat dilihat pada lampiran 2.

### 3.3 Tempat Eksperimen dan Pengukuran

Eksperimen filtrasi dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Pengukuran kesadahan, kekeruhan dan nilai pH juga dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Pengukuran parameter Mn dilakukan di Laboratorium Dinas Energi Sumber Daya Mineral.

### 3.4 Penggerusan Pasir Besi

Pada tahap awal, dilakukan separasi 30 kg pasir besi dari pasir non magnetik secara manual menggunakan magnet permanen. Magnet didekatkan ke seluruh bagian pasir hingga semua pasir besi terangkat atau melekat pada magnet, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.3. Sedangkan mineral pengotornya dibuang.



**Gambar 3.3** (a). Pengambil pasir besi di Pantai Syiah Kuala. (b). Penggerusan pasir besi. (c). Hasil pasir besi yang sudah dipisahkan dari pasir kotor menggunakan magnet permanen.

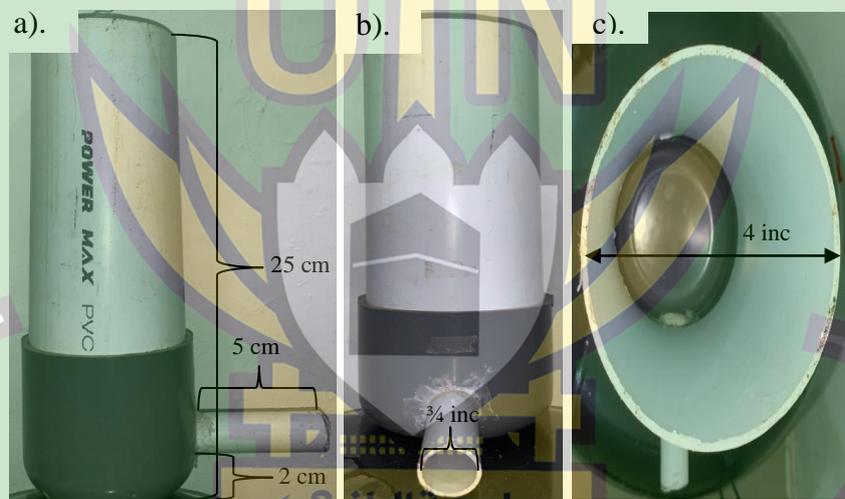
### 3.5 Eksperimen Filtrasi

Eksperimen terdiri dari dua jenis variabel yaitu variabel bebas (ukuran bulir dan ketebalan media) dan variabel terikat (parameter Mn, kesadahan, kekeruhan dan pH). Untuk mengetahui kemampuan media pasir besi dalam proses filtrasi air bersih, maka dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:



**Gambar 3.4** Desain eksperimen filtrasi

1. Pasir besi diayak dengan ayakan ukuran 40, 60 dan 100 *mesh*.
2. Alat filtrasi dibuat dari pipa PVC dengan diameter 4 inci dan panjang 25 cm dengan lubang *output* berukuran  $\frac{3}{4}$  inci dan panjang 5 cm dengan jarak 2 cm dari dasar dapat dilihat pada Gambar 3.6.
3. Pasir besi ukuran 40 *mesh* dimasukkan ke tiga reaktor dengan ketebalan 5 cm, 10 cm dan 15 cm.
4. Air sumur dialirkan sebanyak 1 liter ke dalam reaktor sehingga diperoleh 3 perlakuan.
5. Langkah 3 - 4 diulang untuk pasir besi berukuran 60 dan 100 *mesh* serta diperoleh 9 perlakuan. Ilustrasi reaktor filtrasi ditunjukkan pada Gambar 3.4.



**Gambar 3.5** Reaktor filtrasi a). Tampak samping, b). Tampak depan, c). Tampak atas.

### 3.6. Pengukuran Parameter Air Bersih

#### 3.6.1 Pengukuran parameter mangan (Mn)

Pengukuran parameter Mn menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala SNI No. 6989.5/2009. Alat SSA dengan merek A. *Kriiss Optronic* ditunjukkan pada Gambar 3.6.



**Gambar 3.6** Alat SSA (A. *Kriiss optronic*).

Pengujiannya sebagai berikut:

1. Disiapkan contoh uji yang telah disaring dengan saringan membran berpori 0,45  $\mu\text{m}$  dan diawetkan.
2. Persiapkan contoh uji Mn total
  - a. Contoh uji dihomogenkan, contoh uji pipet 50,0 mL dan dimasukkan ke dalam gelas piala 100 mL atau *erlenmeyer* 100 mL.
  - b.  $\text{HNO}_3$  pekat ditambahkan 5 mL, bila menggunakan gelas piala, ditutup dengan kaca arloji dan bila menggunakan gelas piala, ditutup dengan kaca arloji dan bila menggunakan *erlenmeyer* gunakan corong sebagai penutup.
  - c. Perlahan-lahan dipanaskan sampai sisa volumenya 15-20 mL.
  - d. Jika diestruksi belum sempurna (tidak jernih), maka ditambahkan 5 mL  $\text{HNO}_3$  pekat, kemudian ditutup gelas piala dengan kaca arloji atau ditutup *erlenmeyer* dengan corong dan dipanaskan lagi (tidak mendidih). Dilakukan proses ini secara berulang sampai semua logam larut, yang terlihat dari warna endapan dalam contoh uji menjadi agak putih atau contoh uji menjadi jernih.
  - e. Kaca arloji dibilas dan dimasukkan air bilasannya ke dalam gelas piala.
  - f. Contoh uji dipindahkan ke dalam labu ukur 50,0 mL (disaring juga perlu) dan ditambahkan air bebas mineral sampai tepat pada tanda tera dan dihomogenkan.

g. Contoh uji siap diukur serapannya.

### 3.6.2 Pengukuran Parameter pH

Pengukuran pH dari sampel air sumur akan dibaca menggunakan alat pengukur pH meter dapat dilihat pada Gambar 3.9. Cara pengukuran pH dijelaskan sesuai (SNI 06-6898.11-2004) sebagai berikut:

1. Kertas tisu untuk mengeringkan elektroda, selanjutnya bersihkan menggunakan air suling.
2. Elektroda dibilas dengan contoh uji.
3. pH meter dicelupkan kedalam elektroda sehingga menunjukkan pembacaan yang akurat.
4. Hasil dari pembacaan skala atau angka dicatat pada tampilan dari pH meter.



Gambar 3.7 pH meter.

### 3.6.3 Pengukuran Kesadahan

Parameter kesadahan diukur dengan metode titrimetri sesuai dengan SNI 06-6989.12-2004. Bahan dan pengujian ditunjukkan dalam lampiran, kemudian dilakukan perhitungan dengan persamaan

$$\text{kesadahan Total} = \frac{100}{v_{\text{sampel}}} \times v_{\text{EDTA (a)}} \times M_{\text{EDTA}} \times 100, \quad (1)$$

dengan  $V_{\text{sampel}}$  adalah volume larutan contoh uji (mL),  $v_{\text{EDTA(a)}}$  adalah volume rata-rata larutan baku EDTA untuk titrasi kesadahan total (mL) dan  $M_{\text{EDTA}}$  adalah molaritas larutan baku EDTA untuk titrasi (mmol/mL).

### 3.6.4 Pengukuran Kekерuhan

Parameter kekeruhan diukur dengan nefelometer (SNI 06-6989.25-2005). Bahan dan pengujian dalam lampiran, kemudian dilakukan perhitungan dengan persamaan.

$$\text{Kekeruhan (NTU)} = A \times fp, \quad (2)$$

dengan A adalah kekeruhan dalam NTU contoh yang diencerkan dan fp adalah faktor pengenceran.

### 3.7 Analisis Data

Analisis data pertama penelitian ini yaitu menghitung efektivitas penurunan parameter Mn, kesadahan, kekeruhan dan pH. Uji efektivitas dapat dihitung dengan persamaan

$$EP = \frac{X_{bm}}{X_0} \times 100\%, \quad (3)$$

dengan  $EP$  adalah nilai efektivitas penurunan  $X_{bm}$  yaitu konsentrasi baku mutu dan  $X_0$  yaitu konsentrasi pencemar sebelum diolah.

Hasil eksperimen dikatakan efektif apabila nilai hasil uji dibawah nilai baku mutu. Hasil perhitungan kriteria efektivitas penyerapan parameter pH, kesadahan, kekeruhan dan Mn berdasarkan data hasil uji awal dengan proses filtrasi dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\begin{aligned} EP \text{ Mn} &\geq \frac{X_{bm}}{X_0} \times 100\% \\ &\geq \frac{0,05}{2,295} \times 100\% \\ &\geq 21,7 \%, \end{aligned} \quad (4)$$

dengan  $EP$  adalah nilai efektivitas penurunan  $X_{bm}$  yaitu konsentrasi baku mutu dan  $X_0$  yaitu konsentrasi pencemar sebelum diolah, Hasil ini dapat diartikan bahwa penyerapan kesadahan setelah dilakukan eksperimen filtrasi dikatakan efektif apabila penyerapan melebihi 21,7 %.

$$\begin{aligned} EP \text{ kekeruhan} &\geq \frac{X_{bm}}{X_0} \times 100\% \\ &\geq \frac{25}{34,4} \times 100\% \\ &\geq 72,6 \%, \end{aligned} \quad (5)$$

dengan  $EP$  adalah nilai efektivitas  $X_{bm}$  yaitu konsentrasi baku mutu dan  $X_0$  yaitu konsentrasi pencemar sebelum diolah. Hasil ini dapat diartikan bahwa penyerapan

kesadahan setelah dilakukan eksperimen filtrasi dikatakan efektif apabila penyerapan melebihi 7,26 %.

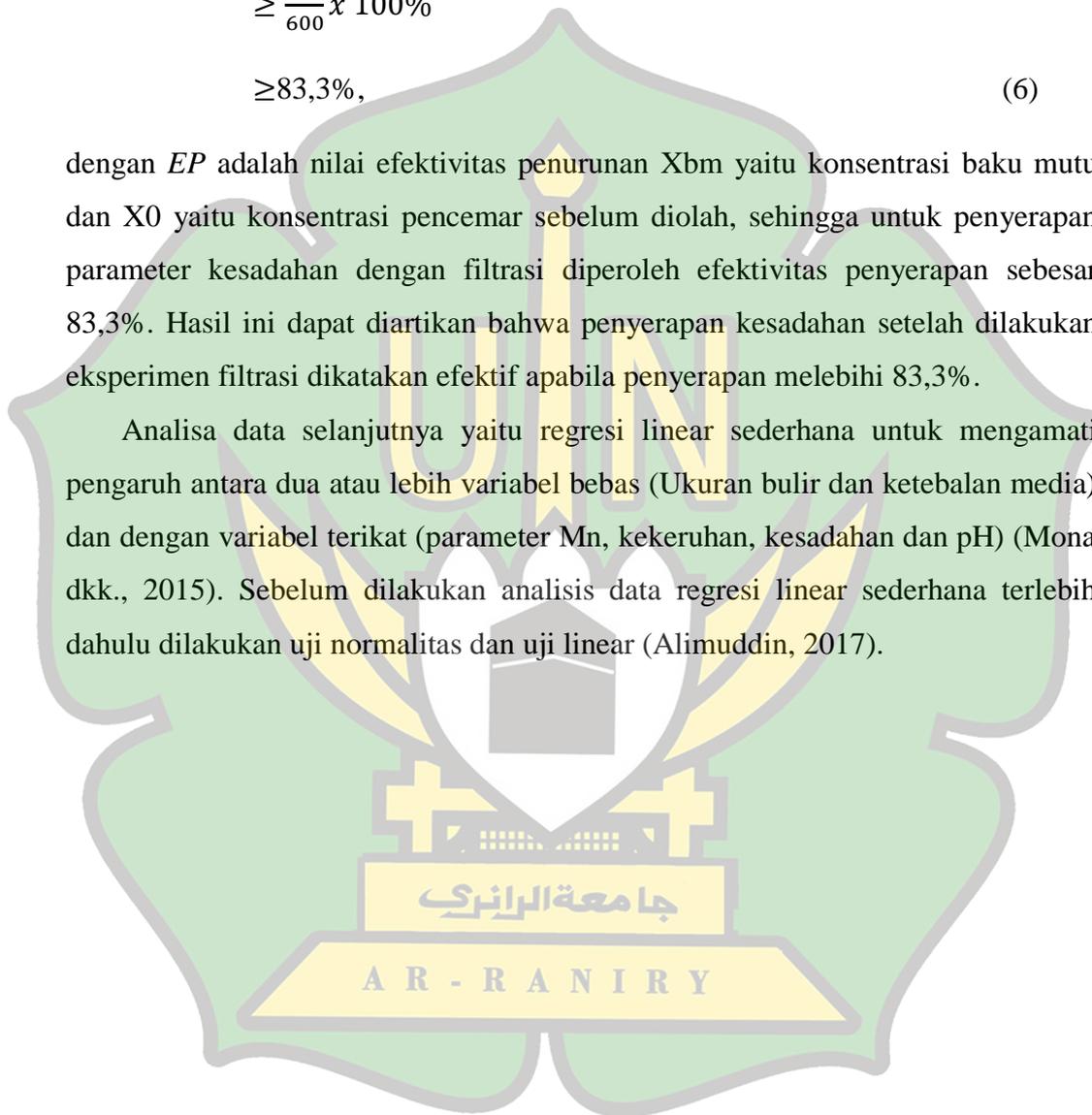
$$EP \text{ kesadahan} \geq \frac{X_{bm}}{X_0} \times 100\%$$

$$\geq \frac{500}{600} \times 100\%$$

$$\geq 83,3\%, \quad (6)$$

dengan *EP* adalah nilai efektivitas penurunan  $X_{bm}$  yaitu konsentrasi baku mutu dan  $X_0$  yaitu konsentrasi pencemar sebelum diolah, sehingga untuk penyerapan parameter kesadahan dengan filtrasi diperoleh efektivitas penyerapan sebesar 83,3%. Hasil ini dapat diartikan bahwa penyerapan kesadahan setelah dilakukan eksperimen filtrasi dikatakan efektif apabila penyerapan melebihi 83,3%.

Analisa data selanjutnya yaitu regresi linear sederhana untuk mengamati pengaruh antara dua atau lebih variabel bebas (Ukuran bulir dan ketebalan media) dan dengan variabel terikat (parameter  $M_n$ , kekeruhan, kesadahan dan pH) (Mona dkk., 2015). Sebelum dilakukan analisis data regresi linear sederhana terlebih dahulu dilakukan uji normalitas dan uji linear (Alimuddin, 2017).



## BAB IV

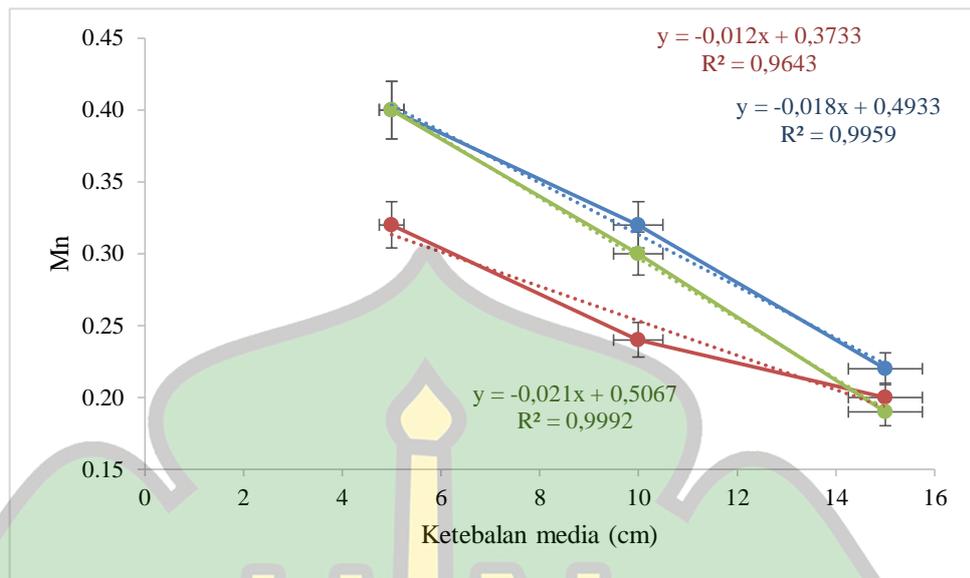
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Pengukuran Kimia dan Fisika Air

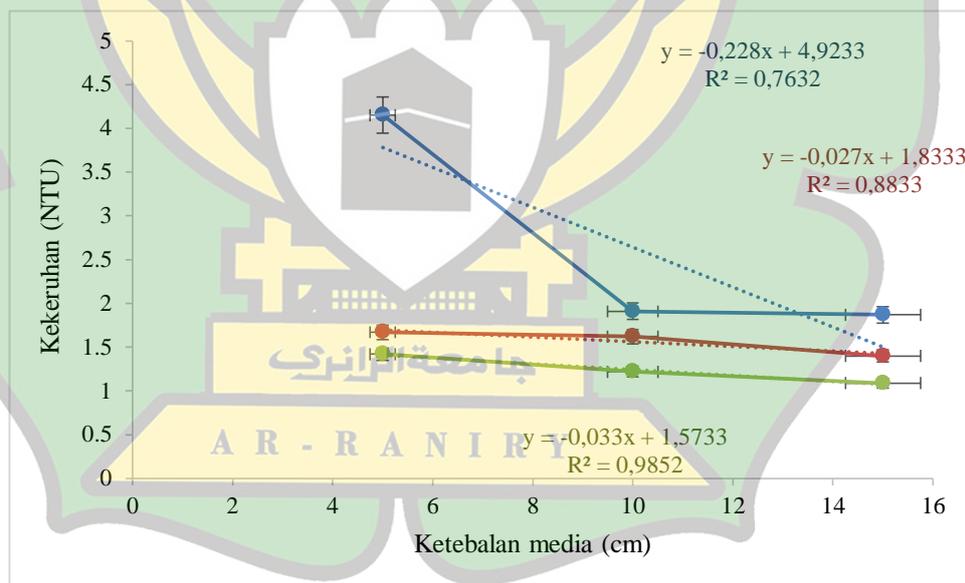
Hasil eksperimen dan hasil perhitungan efektifitas pada perlakuan filtrasi menggunakan pasir besi terhadap parameter Mn, kesadahan, kekeruhan dan menormalkan pH dapat dilihat pada Tabel 4.1 serta pada Gambar 4.1. Berdasarkan hasil pengujian awal, air sampel terbukti tercemar, disebabkan oleh nilai parameter Mn, kesadahan, kekeruhan dan merubah pH melebihi baku mutu yang telah ditetapkan pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017.

**Tabel 4.1** Hasil eksperimen filtrasi pengolahan air bersih menggunakan media pasir besi beserta hasil efektifitas penurunan (%). (Ef. = Efektivitas).

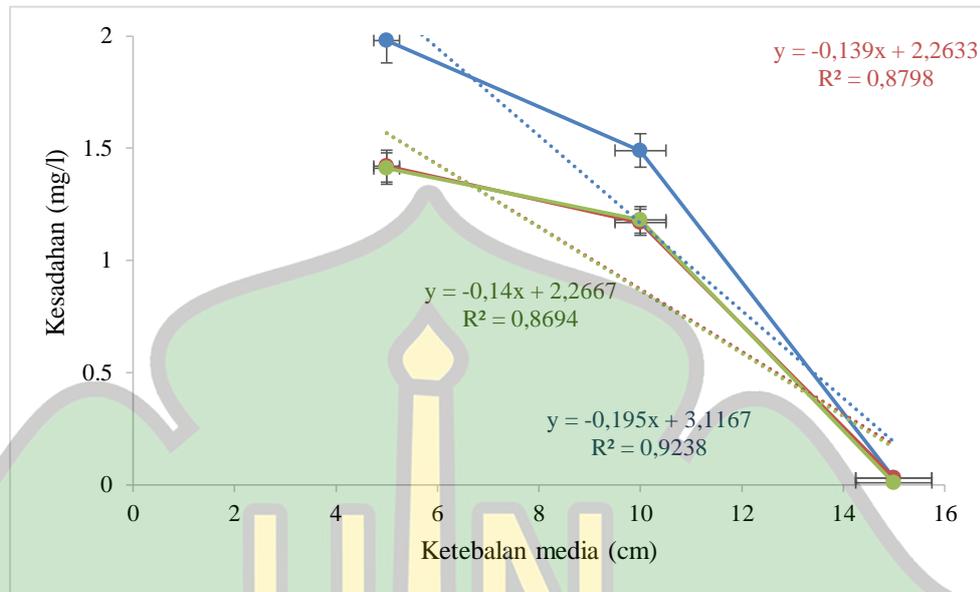
Ukuran Bulir (Mesh)	Ketebalan media (cm)	Parameter						
		pH	Kesadahan (mg/l)	Ef. Kesadahan (%)	Kekeruhan (NTU)	Ef. Kekeruhan (%)	Mn (mg/l)	Ef. Mn (%)
Sebelum Pengolahan	-	9,9	600	1,94	34,4	34,4	2,29	1,94
40	5	7,7	1,98	99,67	4,15	87,95	0,40	82,57
	10	7,2	1,49	99,75	1,91	94,45	0,32	86,06
	15	7,0	0,03	100,00	1,87	94,57	0,22	90,41
60	5	7,7	1,42	99,76	1,67	95,15	0,32	86,06
	10	7,1	1,17	99,81	1,62	95,30	0,24	89,54
	15	7,0	0,03	100,00	1,40	95,93	0,20	91,29
100	5	7,8	1,41	99,77	1,42	95,88	0,40	82,57
	10	7,1	1,18	99,80	1,22	96,46	0,30	86,93
	15	7,0	0,01	100,00	1,20	96,52	0,19	91,72



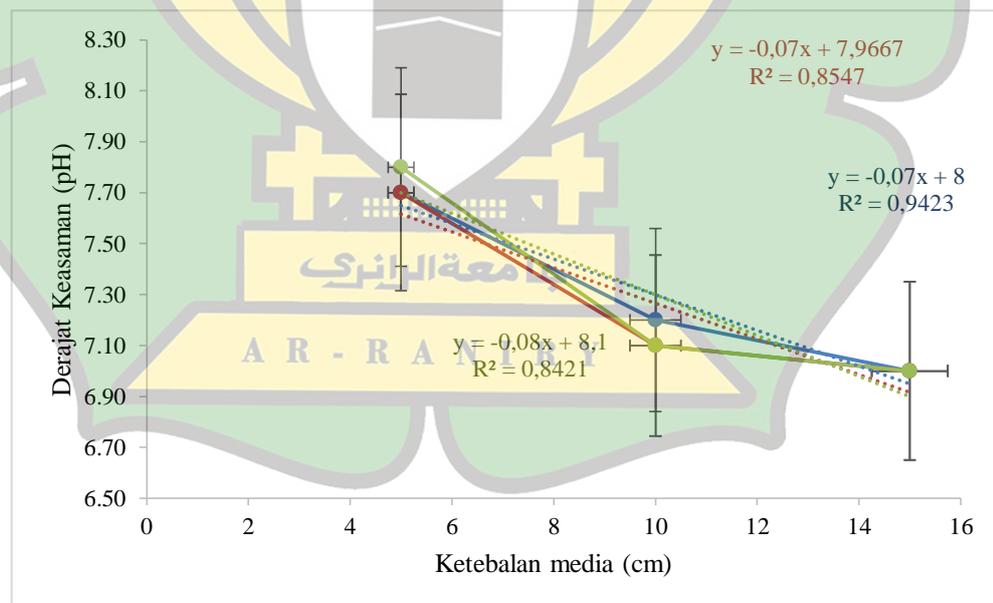
**Gambar 4.1.** Grafik hasil penurunan parameter Mn. Garis (X) pada tabel menunjukkan nilai ketebalan media pasir besi dan garis (Y) pada grafik menunjukkan nilai parameter. (●) menunjukkan ukuran bulir pasir besi 40 mesh, (●) menunjukkan ukuran bulir pasir besi 60 mesh dan (●) menunjukkan ukuran bulir pasir besi 100 mesh.



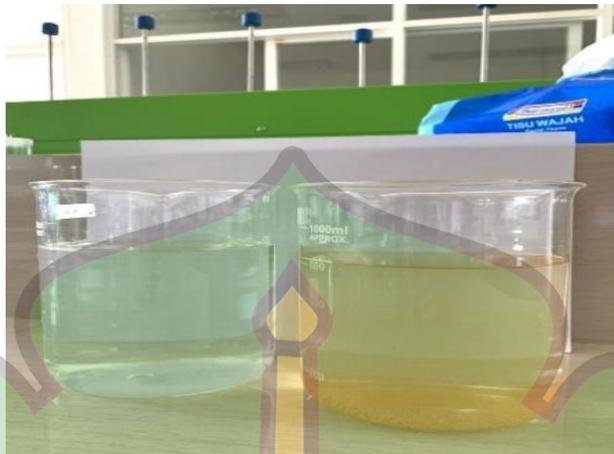
**Gambar 4.2.** Grafik penurunan parameter kekeruhan. Garis (X) pada tabel menunjukkan nilai ketebalan media pasir besi dan garis (Y) pada grafik menunjukkan nilai parameter. (●) menunjukkan ukuran bulir pasir besi 40 mesh, (●) menunjukkan ukuran bulir pasir besi 60 mesh dan (●) menunjukkan ukuran bulir pasir besi 100 mesh.



**Gambar 4.3.** Grafik penurunan parameter kesadahan. Garis (X) pada tabel menunjukkan nilai ketebalan media pasir besi dan garis (Y) pada grafik menunjukkan nilai parameter. (●) menunjukkan ukuran bulir pasir besi 40 *mesh*, (●) menunjukkan ukuran bulir pasir besi 60 *mesh* dan (●) menunjukkan ukuran bulir pasir besi 100 *mesh*.



**Gambar 4.4.** Grafik penurunan parameter derajat keasaman (pH). Garis (X) pada tabel menunjukkan nilai ketebalan media pasir besi dan garis (Y) pada grafik menunjukkan nilai parameter. (●) menunjukkan ukuran bulir pasir besi 40 *mesh*, (●) menunjukkan ukuran bulir pasir besi 60 *mesh* dan (●) menunjukkan ukuran bulir pasir besi 100 *mesh*.



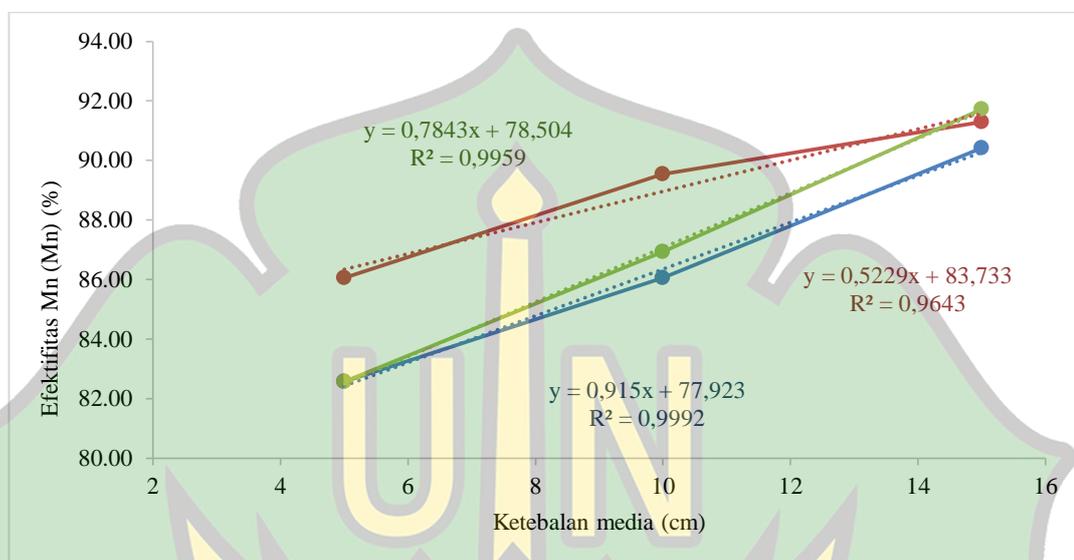
**Gambar 4.5** Hasil sebelum (kanan) dan sesudah (kiri) filtrasi air sumur menggunakan media pasir besi.

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Efektifitas media pasir besi sebagai media filtrasi

Penelitian pengolahan air bersih dengan filtrasi menggunakan media pasir besi murni dari Pantai Syiah Kuala ini adalah yang pertama kali dilakukan. Hasil ini mengkonfirmasi eksperimen Suriadi dkk. (2017) dan Widiyanto dkk. (2018) bahwa pasir besi adalah material yang mampu menurunkan kontaminan. Berdasarkan Gambar 4.1, menunjukkan bahwa parameter Mn telah mengalami penurunan pada variasi ukuran bulir 40, 60 dan 100 *mesh* dengan ketebalan media 5, 10 dan 15 cm. Penurunan paling optimal terjadi pada ukuran bulir 100 *mesh* dengan ketebalan 15 cm sebesar 91,72%. Pasir besi yang berasal dari Pantai Syiah Kuala kemungkinan mengandung unsur oksida besi  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (*magnetite*) sangat dominan (Jalil, 2014; Najmi, 2014; Jannah, 2015; Asriza, 2020).  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (*magnetite*) memiliki ligan-ligan pada permukaannya. Ligan-ligan tersebut dapat mengikat unsur-unsur seperti logam berat (Xu dkk, 2012), sehingga  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (*magnetite*) mengikat Mn dengan proses melalui reaksi pertukaran permukaan sampai situs fungsional permukaan tersisi penuh dan setelah itu kontaminan dapat berdifusi ke dalam media untuk interaksi lebih lanjut dengan gugus fungsi (Ma dkk, 2005; Zhao dkk 2010; Hu dkk, 2011). Salah satu ligan yang dapat mengikat

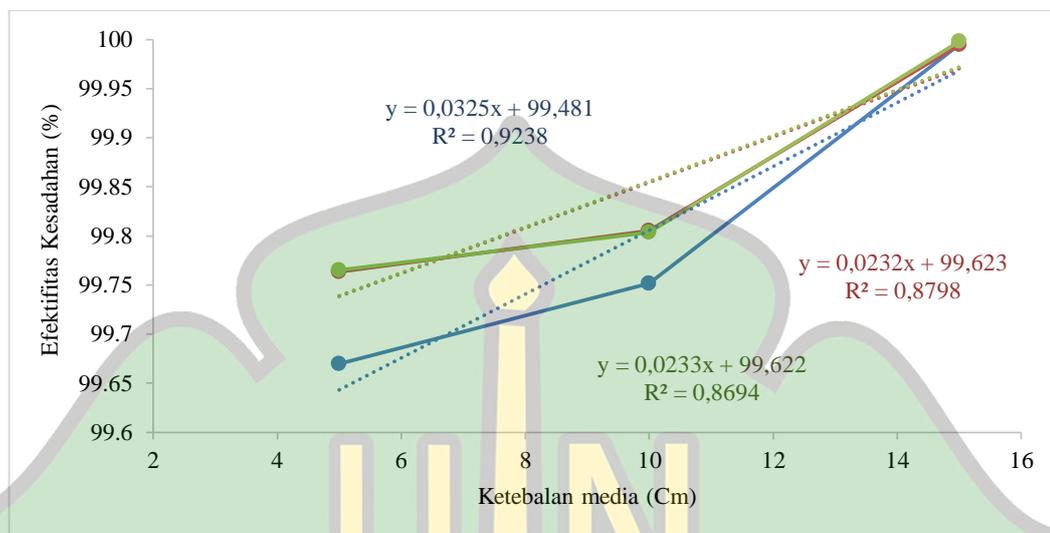
logam berat pada  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (*magnetite*) yaitu Si-OH (Xu, 2012). Eksperimen ini mengkonfirmasi investigasi *Ambashtadan Sillanpää* (2010) dan Nassar (2010), bahwa ligan Si-OH pada permukaan  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (*magnetite*) dapat mengikat kontaminan.



**Gambar 4.6.** Grafik efektifitas penurunan Mn (Mn) terhadap ketebalan media (cm) dan ukuran bulir (*mesh*) pasir besi. Garis (X) pada tabel menunjukkan nilai ketebalan media pasir besi dan garis (Y) pada grafik menunjukkan nilai Mn. (●) menunjukkan ukuran bulir pasir besi 40 *mesh*, (●) menunjukkan ukuran bulir pasir besi 60 *mesh* dan (●) menunjukkan ukuran bulir pasir besi 100 *mesh*.

Berdasarkan Gambar 4.2, dapat dilihat bahwa parameter kesadahan telah mengalami penurunan pada variasi ukuran bulir 40, 60 dan 100 *mesh* dengan ketebalan media 5, 10 dan 15 cm. Penurunan paling optimal terjadi pada ukuran bulir 100 *mesh* dengan ketebalan 15 cm sebesar 99,99%. Kesadahan disebabkan oleh adanya logam-logam atau kation-kation yang bervalensi dua seperti Mn, Fe, Sr, Ca dan Mg (Marsidi, 2001; Widayat, 2008; Asmaningrum, 2010; Aidha, 2013; Pertiwi, 2016; Astuti, 2016; Wulandari, 2017). Pasir besi yang berasal dari Pantai Syiah Kuala kemungkinan mengandung  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (*magnetite*) yang sangat dominan (Jalil, 2014; Najmi, 2014; Jannah, 2015; Asriza, 2020), sehingga proses penurunan kesadahan yaitu melalui reaksi pertukaran permukaan sampai situs fungsional permukaan tersisi penuh dan setelah itu kontaminan dapat berdifusi ke

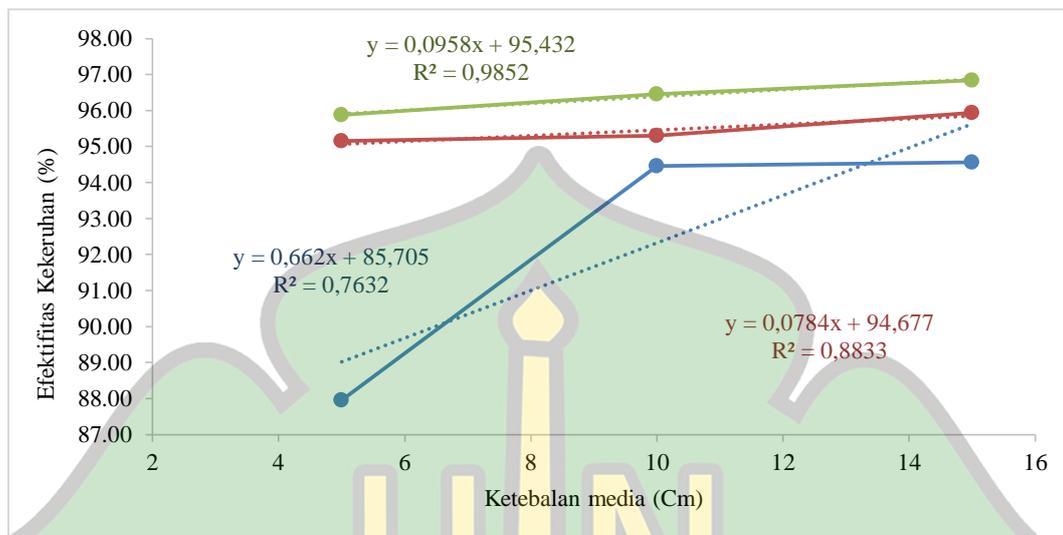
dalam media untuk interaksi lebih lanjut dengan gugus fungsi (Ma dkk, 2005; Zhao dkk 2010; Hu dkk, 2011).



**Gambar 4.7.** Grafik efektifitas penurunan kesadahan terhadap ketebalan media (cm) dan ukuran bulir (*mesh*) pasir besi. Garis (X) pada tabel menunjukkan nilai ketebalan media pasir besi dan garis (Y) pada grafik menunjukkan nilai kesadahan. (●) menunjukkan ukuran bulir pasir besi 40 *mesh*, (●) menunjukkan ukuran bulir pasir besi 60 *mesh* dan (●) menunjukkan ukuran bulir pasir besi 100 *mesh*.

Berdasarkan Gambar 4.3, dapat dilihat bahwa parameter kekeruhan telah mengalami penurunan pada variasi ukuran bulir 40, 60 dan 100 *mesh* dengan ketebalan media 5, 10 dan 15 cm. Penurunan paling optimal terjadi pada ukuran bulir 100 *mesh* dengan ketebalan 15 cm sebesar 96,84%. Kekeruhan berasal dari zat padat yang tersuspensi, baik yang bersifat anorganik maupun organik (Qoriah, 2009; Parera dkk, 2013; Nisanson, 2015; Maulida, 2018; Sihombing, 2019; Eriska, 2019; Pramesti dkk, 2020; Muddin dkk, 2020). Proses mengurangi kontaminan organik mirip dengan mengurangi kontaminan logam berat (Ma dkk, 2005; Zhao dkk 2010; Hu dkk, 2011). Kekeruhan menurun melalui proses reaksi pertukaran permukaan sampai situs fungsional permukaan terisi penuh dan setelah itu kontaminan dapat berdifusi ke dalam media untuk interaksi lebih lanjut dengan gugus fungsi  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (*magnetite*). Banyak eksperimen yang telah dilakukan untuk memeriksa efisiensi polutan organik misalnya, eksperimen Iram dkk. (2010),

$\text{Fe}_3\text{O}_4$  (*magnetite*) terbukti menjadi penyerap efektif untuk pewarna merah



(dengan kapasitas penyisihan maksimum 90 mg).

**Gambar 4.8.** Grafik efektifitas penurunan kekeruhan terhadap ketebalan media (cm) dan ukuran bulir (*mesh*) pasir besi. Garis (X) pada tabel menunjukkan nilai ketebalan media pasir besi dan garis (Y) pada grafik menunjukkan nilai kekeruhan. (●) menunjukkan ukuran bulir pasir besi 40 *mesh*, (●) menunjukkan ukuran bulir pasir besi 60 *mesh* dan (●) menunjukkan ukuran bulir pasir besi 100 *mesh*.

Berdasarkan Gambar 4.4, dapat dilihat bahwa parameter pH telah mengalami penurunan pada variasi ukuran bulir 40, 60 dan 100 *mesh* dengan ketebalan media 5, 10 dan 15 cm. Penurunan paling optimal terjadi pada ukuran bulir 100 *mesh* dengan ketebalan 15 cm sebesar 7.0. Hal ini disebabkan oleh kandungan *magnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) yang terdapat pada pasir besi sehingga mampu menormalkan pH. Pasir besi di Pantai Syiah Kuala kemungkinan mengandung unsur oksida besi  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (*magnetite*) sangat dominan (Jalil, 2014; Najmi, 2014; Jannah, M, 2015; Asriza, 2020;). Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pH adalah zat organik, karbon dioksida, temperatur, dan dekomposisi (Laksmi dkk, 2012; Wantasen, 2013; Sidiq, 2013; Fathinatullabibah dkk, 2014; Patty dkk, 2015; Kurniawan, 2015; Bonita, 2016; Gelyaman, 2018). Penurunan pH dikarenakan zat organik yang terkandung didalam parameter kekeruhan yang diikat oleh  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (*magnetite*) melalui proses reaksi pertukaran permukaan sampai situs fungsional permukaan terisi penuh dan setelah itu kontaminan dapat berdifusi ke dalam

media untuk interaksi lebih lanjut dengan gugus fungsi  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (*magnetite*) (Maddik, 2005; Zhao dkk 2010; Huddik, 2011).

#### **4.2.2 Pengaruh Ketebalan Media Pasir Besi terhadap Penurunan Parameter Mn, Kesadahan, Kekeruhan dan Menormalkan pH**

Ketebalan media pada proses filtrasi mempengaruhi hasil proses filtrasi. Semakin tebal media filtrasi maka semakin luas permukaan penahan atau pengikat kontaminan semakin besar dan jarak yang ditempuh air semakin panjang (Abuzar, 2014). Berdasarkan Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa ketebalan media yang efektif menurunkan parameter Mn terjadi pada variasi ketebalan media 15 cm dengan penurunan sebesar 0,19 mg/l dan efektifitas penurunan sebesar 91,72%. Hal ini disebabkan karena struktur material pasir besi mampu mengikat kontaminan (Irawan, 2018 dan Mustafa, 2019). Pasir besi di Pantai Syiah Kuala kemungkinan mengandung  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (*magnetite*) yang dominan (Jalil, 2014; Najmi, 2014; Jannah, 2015; Asriza, 2020). Proses  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (*magnetite*) mengikat Mn melalui proses reaksi pertukaran permukaan sampai situs fungsional permukaan terisi penuh dan setelah itu kontaminan dapat berdifusi ke dalam media untuk interaksi lebih lanjut dengan gugus fungsi  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (*magnetite*) (Maddik, 2005; Zhao dkk 2010; Huddik, 2011). Hasil analisis regresi linear sederhana parameter Mn, kesadahan dan pH ( $0,001 > \text{probabilitas } 0,05$ ) bahwa variasi ketebalan media 5, 10 dan 15 cm berpengaruh terhadap penurunan parameter Mn, kesadahan dan pH akan tetapi parameter kekeruhan tidak berpengaruh ( $0,221 > \text{probabilitas } 0,05$ ) terhadap penurunan parameter kekeruhan, dengan hasil ini dapat diartikan bahwa kekeruhan dapat direduksi oleh pasir besi tanpa adanya variasi ketebalan media 5, 10 dan 15 cm.

Berdasarkan Gambar 4.2, dapat dilihat bahwa ketebalan media yang efektif menurunkan parameter kekeruhan terjadi pada variasi ketebalan 15 cm sebesar 1,09 NTU dengan efektifitas penurunan sebesar 96,86%. Kekeruhan disebabkan oleh adanya air yang tersuspensi, seperti lumpur, lempung, zat organik, plankton dan zat-zat halus lainnya (Maryani dkk., 2014). Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tebal media maka semakin besar pula penurunan kekeruhannya. Hal ini disebabkan karena struktur material pasir besi mampu mengikat kontaminan (Irawan, 2018 dan Mustafa, 2019). Proses  $\text{Fe}_3\text{O}_4$

(*magnetite*) mengikat Mn melalui proses reaksi pertukaran permukaan sampai situs fungsional permukaan terisi penuh dan setelah itu kontaminan dapat berdifusi ke dalam media untuk interaksi lebih lanjut dengan gugus fungsi  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (*magnetite*) (Maddock, 2005; Zhao dkk 2010; Haddock, 2011).

Berdasarkan Gambar 4.3, dapat dilihat bahwa ketebalan media yang efektif menurunkan parameter kesadahan terjadi pada variasi ketebalan media 15 cm sebesar 0,01 mg/l dengan efektivitas penurunan sebesar 99,99%. Hal ini disebabkan karena struktur material pasir besi mampu mengikat kontaminan (Irawan, 2018 dan Mustafa, 2019). Pasir besi di Pantai Syiah Kuala kemungkinan mengandung  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (*magnetite*) yang dominan (Jalil, 2014; Najmi, 2014; Jannah, 2015; Asriza, 2020). Proses  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (*magnetite*) mengikat Mn melalui proses reaksi pertukaran permukaan sampai situs fungsional permukaan terisi penuh dan setelah itu kontaminan dapat berdifusi ke dalam media untuk interaksi lebih lanjut dengan gugus fungsi  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (*magnetite*) (Maddock, 2005; Zhao dkk 2010; Haddock, 2011).

Berdasarkan Gambar 4.4, bahwa ketebalan media yang efektif menormalkan parameter pH yang optimal pada variasi ketebalan media 15 cm sebesar 7,0. Hal ini disebabkan karena struktur material pasir besi mampu mengikat kontaminan (Mustafa, 2019; Irawan, 2018). Pasir besi di Pantai Syiah Kuala kemungkinan mengandung  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (*magnetite*) yang dominan (Jalil, 2014; Asriza, 2020; Najmi, 2014; Jannah, M, 2015). Proses  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (*magnetite*) mengikat Mn melalui proses reaksi pertukaran permukaan sampai situs fungsional permukaan terisi penuh dan setelah itu kontaminan dapat berdifusi ke dalam media untuk interaksi lebih lanjut dengan gugus fungsi  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (*magnetite*) (Maddock, 2005; Zhao dkk 2010; Haddock, 2011).

#### **4.2.3 Pengaruh Ukuran Bulir Media Pasir Besi terhadap Penurunan Parameter Mn, Kesadahan, Kekeruhan dan penormalan pH**

Ukuran bulir media dengan proses filtrasi mempengaruhi penurunan parameter Mn, kesadahan, kekeruhan dan penormalan pH. Menurut eksperimen Bystrzejewski dkk. (2009), penggunaan media pasir besi berukuran nano mampu menurunkan kontaminan 95 % yang jauh lebih tinggi dari karbon aktif. Hal ini memperkuat teori bahwa, semakin kecil ukuran bulir media filter maka efisiensi

removal akan meningkat (Nkwonta, 2010 dan Xu ddk., 2012). Berdasarkan Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa ukuran bulir yang efektif menurunkan parameter Mn yaitu 100 *mesh* sebesar 0,19 mg/l dengan efektifitas penurunan sebesar 91,72%, parameter kesadahan yaitu 100 *mesh* sebesar 0,01 mg/l dengan efektifitas penurunan sebesar 99,99 %, parameter kekeruhan yaitu 100 *mesh* sebesar 1,09 mg/l dengan efektifitas penurunan sebesar 96,84% dan parameter pH yaitu 100 *mesh* sebesar 7,00 mg/l. Pasir besi di Pantai Syiah kuala kemungkinan mengandung  $Fe_3O_4$  (*magnetite*) yang dominan (Jalil, 2014; Najmi, 2014; Jannah, M, 2015; Asriza, 2020). Proses  $Fe_3O_4$  (*magnetite*) mengikat kontaminan melalui proses reaksi pertukaran permukaan sampai situs fungsional permukaan terisi penuh dan setelah itu kontaminan dapat berdifusi ke dalam media untuk interaksi lebih lanjut dengan gugus fungsi  $Fe_3O_4$  (*magnetite*) (Ma dkk, 2005; Zhao dkk 2010; Hu dkk,2011). Hasil analisis regresi linear sederhana bahwa variasi ukuran bulir 40, 60 dan 100 *mesh* berpengaruh terhadap penurunan parameter Mn akan tetapi parameter variasi ukuran bulir 40, 60 dan 100 *mesh* terhadap penurunan parameter Kesadahan ( $0,695 > \text{probabilitas } 0,05$ ), kekeruhan ( $0,274 > \text{probabilitas } 0,05$ ) dan pH ( $0,981 > \text{probabilitas } 0,05$ ) tidak berpengaruh. Hasil ini dapat diartikan bahwa parameter kesadahan, kekeruhan dan pH dapat direduksi oleh pasir besi tanpa harus adanya variasi ukuran bulir 40, 60 dan 100 *mesh*.

جامعة الرانري

AR - RANIRY

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Simpulan**

Adapun kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini adalah:

1. Pasir besi efektif dalam menurunkan parameter Mn sebesar 99,72%, kekeruhan sebesar 96,84%, kesadahan 99,99%, dan menormalkan pH sebesar 7,00 dan sesuai Standar Baku Mutu Peraturan Menteri Kesehatan No.72 Tahun 2017.
2. Ketebalan media pasir besi 5, 10 dan 15 cm terbukti berpengaruh ( $0,001 > \text{probabilitas } 0,05$ ) terhadap penurunan parameter Mn, kesadahan dan pH sedangkan ketebalan media pasir besi 5, 10 dan 15 cm tidak berpengaruh ( $0,221 > \text{probabilitas } 0,05$ ) terhadap penurunan parameter kekeruhan sehingga dapat diartikan bahwa pasir besi dapat mereduksi parameter kekeruhan tanpa perlu adanya variasi ketebalan media 5, 10 dan 15 cm.
3. Ukuran bulir pasir besi 40, 60 dan 100 *mesh* berpengaruh ( $0,001 > \text{probabilitas } 0,05$ ) terhadap penurunan parameter Mn sedangkan ukuran bulir pasir besi 40, 60, dan 100 *mesh* tidak berpengaruh terhadap penurunan parameter Kesadahan ( $0,695 > \text{probabilitas } 0,05$ ), kekeruhan ( $0,274 > \text{probabilitas } 0,05$ ) dan pH ( $0,981 > \text{probabilitas } 0,05$ ) sehingga dapat diartikan bahwa pasir besi dapat mereduksi kesadahan, kekeruhan dan pH tanpa perlu adanya variasi ukuran bulir 40, 60 dan 100 *mesh*.

#### **5.2 Saran**

Adapun saran yang dapat diambil pada penelitian ini adalah:

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai referensi media penyaringan dalam mereduksi permasalahan lingkungan perairan yang tercemar.
2. Perlu adanya penelitian lanjutan dengan menambahkan parameter pengujian terutama parameter Fe
3. Perlu adanya pengembangan dalam mendesain reaktor filtrasi seperti menambahkan sarangan sebagai pengganti kapas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andani, Y., dan Octova, A. (2020). Eksplorasi Pasir Besi Kawasan Pasia Paneh Nagari Tiku Selatan Kecamatan Tanjung Mutiara Sebagai Bahan Baku Industri Di Sumatera Barat. *Bina Tambang*, 5(3), 88-101.
- Audirahmawan, H., Mukiat, M., & Komar, S. (2021). Hilirisasi Pengolahan Pasir Besi Untuk Memenuhi Bahan Baku Industri Baja Tulangan Beton Di Laboratorium Fakultas Teknik Unsri (Doctoral dissertation, Sriwijaya University).
- Anggraini, S. (2017). Proses Penjernihan Air Payau Dengan Media Filtrasi Karbon Aktif dan Pasir Silika (Doctoral dissertation, (Politeknik Negeri Sriwijaya).
- Ambashta, R. D., dan Sillanpää, M. (2010). Water Purification Using Magnetic Assistance: a review. *Journal of hazardous materials*, 180(1-3), 38-49.
- Abuzar, S. S., dan Pramono, R. (2014). Efektivitas Penurunan Kekeruhan dengan Direct Filtration Menggunakan Saringan Pasir Cepat (SPC). *Prosiding SNSTL I 2014*, 89-95.
- Aidha, N. N. (2013). Aktivasi zeolit secara fisika dan kimia untuk menurunkan kadar kesadahan (Ca dan Mg) dalam air tanah. *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 35(1), 58-64.
- Astuti, D. W., Fatimah, S., dan Anie, S. (2016). Analisis Kadar Kesadahan Total Pada Air Sumur di Padukuhan Bandung Playen Gunung Kidul Yogyakarta. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 1(1).
- Asmaningrum, H. P., dan Pasaribu, Y. P. (2016). Penentuan Kadar Besi (Fe) Dan Kesadahan Pada Air Minum Isi Ulang Di Distrik Merauke. *Magistra: Jurnal Keguruan dan Ilmu Pendidikan*, 3(2), 95-104.
- Asriza, V. (2020). Analisa Kandungan Magnetit (FE<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) Pada Pasir Besi Pesisir Pantai Syiah Kuala Banda Aceh. ETD Unsyiah.
- Alimuddin, H. (2017). Pengaruh Keaktifan Belajar Siswa Melalui Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Team Assisted Individualization (TAI) Terhadap Hasil Belajar Matematika Siswa Kelas Vii Smp Negeri 4 Satap Bungoro. *Histogram*, 1(1), 61-74.

- Bystrzejewski M, Pyrzyńska K, Huczko A, Lange H. Carbon-Encapsulated Magnetic Nanoparticles as Separable and Mobile Sorbents of Heavy Metal Ions from Aqueous Solutions. *Carbon* 2009; 47 (4):1201–4.
- Bonita, M. K. (2016). Analisis Perbedaan Faktor Habitat Mangrove Alam dengan Mangrove Rehabilitasi di Teluk Sepi Desa Buwun Mas Kecamatan Sekotong Kabupaten Lombok Barat. *Jurnal Sangkareang Mataram*, 2(1), 6-12.ujibbui
- Dani, S.P.M., dan, S., Magnet, S., Besi, P., & Ultrasonikasi, P. (2017). Morfologi dan Kandungan Unsur Pasir. *I9* (1), 14–18.
- Darwis, H. (2018). Dasar-dasar Mekanika Tanah. Buku. Erlangga.
- Eriska, Y. O. (2019). Penurunan Total Dissolved Solid (TDS) dan Kekeruhan (Turbidity) Menggunakan Unit Reverse Osmosis (RO) Pada Sistem Pengolahan Air Minum (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).
- Fadlan M. T. B., Alfian, a., dan Deliza, D. (2019). Penjernihan dan Perbaikan Kualitas Air Sumur Menjadi Layak Minum Serta Memanfaatkan Potensi Alam dengan Metoda Kombinasi Lapisan Multimedia-Filter Sabut Tandan Sawit (LMM-FSTS) di Perumahan Valencia Muaro Jambi (Doctoral Dissertation, Uin Sulthan Thaha Saifuddin Jambi).
- Febrina, L., dan Ayuna, A. (2015). Studi Penurunan Kadar Besi (Fe) dan Mn (Mn) dalam Air Tanah Menggunakan Saringan Keramik. *Teknologi*. 7(1), 35-44.
- Firmansyah, Y. (2019). Efektivitas Filter Arang Aktif Instan Terhadap Penurunan Kadar Mn (Mn) pada Air Sumur Gali di Dusun IV Desa Serbajadi Kecamatan Sunggal. Karya Tulis Ilmiah. Medan. Politeknik Kesehatan Kemenkes Medan.
- Fathinatullabibah, F., Khasanah, L. U., dan Kawiji, K. (2014). Stabilitas antosianin ekstrak daun jati (*Tectona grandis*) terhadap perlakuan pH dan suhu. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 3(2).
- Gunawan, H., dan Budiman, A. (2014). Penentuan Persentase dan Nilai Suseptibilitas Mineral Magnetik Bijih Besi yang Berasal dari Tiga Lokasi Tambang Bijih Besi di Sumatera Barat. *Jurnal Fisika Unand*, 3(4), 249-254.

- Gelyaman, G. D. (2018). Faktor–Faktor Yang Mempengaruhi Bioavailabilitas Besi Bagi Tumbuhan. *Jurnal Saintek Lahan Kering*, 1(1), 14-16.
- Hartanto, D. (2017). Pengolahan Limbah Air dengan Metode Lumpur Aktif dan Arang Aktif. January.
- Herlandien, Y.L. (2013). Pemanfaatan Arang Aktif sebagai Adsorben Logam Berat dalam Air Lindi di TPA Pakusari Jember. *Skripsi* 8.
- Hu J, Chen G, Lo I. Removal and recovery of Cr (VI) from Wastewater by Maghemite Nanoparticles. *Water Res* 2005;39(18):4528–36.
- Haryadi, H. (2017). Analisis Neraca Sumber Daya Pasir Besi dan Bijih Nikel Indonesia. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, 13(2), 153-169.
- Hatina, S., & Winoto, E. (2020). Pemanfaatan Karbon Aktif dari Serbuk Kayu Merbau dan Tongkol Jagung sebagai Adsorben untuk Pengolahan Limbah Cair Aas. *Jurnal Redoks*, 5(1), 32-46.
- Irawan, C., Syahrudin, H. S. H., dan Ramli, R. (2018). Penerapan Teknologi Pengolahan Air Bersih Untuk Mengurangi Kadar Besi di Kelurahan Lamaru. *Prosiding SNITT Poltekba*, 3(1), 309-311.
- Iriani, L. G. (2014). Analisis Kualitas Air Tanah Bebas di Sekitar TPA Banyuroto Desa Banyuroto Kecamatan Nanggulan Kabupaten Kulon Progo Yogyakarta (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Ishaka, F., Santoso, T. D., dan Pohan, G. A. (2020). Pengaruh Ukuran Pasir Pada Perlakuan Sandblasting Yang Memanfaatkan Pasir Besi Terhadap Wettability Baja Tahan Karat 316L. *Jurnal Mesin Material Manufaktur dan Energi*, 1(1), 9-13.
- Jalali, R., Ghafurian, H., Davarpanah, S.J., and Sepehr, S., 2002, Removal and Recovery of Lead Using NonLiving Biomass of Marine Algae, *Journal of Hazardous Material B92.*, 253-262.
- Jalil, Z., Sari, E. N., B, I. A., dan Handoko, E. (2016). Phase Composition and Magnetic Behaviour of Iron Sand from Syiah Kuala Beach Prepared by Mechanical Alloying. *Indonesian Journal of Applied Physics*, 4(01), 110.
- Jalil, Z., Sari, E. N., Ismail, A. B., dan Handoko, E. (2014). Studi Komposisi Fasa dan Sifat Kemagnetan Pasir Besi Pesisir Pantai Aceh yang Dipreparasi dengan Metode Mechanical Milling. *Indonesia. J. Appl. Phys*, 4(1), 110-114.

- Jannah, M. (2015). Identifikasi Sebaran Pasir Besi di Pesisir Pantai Benteng Lubok, Desa Lamreh, Aceh Besar Menggunakan Metode Very Low Frequency (vlf-r). *ETD Unsyiah*.
- Jenti, U. B., & Nurhayati, I. (2014). Pengaruh penggunaan media filtrasi terhadap kualitas air sumur gali di Kelurahan Tambak Rejo Waru Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Teknik UNIPA*, 12(2), 34-38.
- Khairunnisa. (2021). Pengolahan Air Bersih Dengan Metode Filtrasi Menggunakan Media Arang Aktif Kulit Durian (*Durio zibethinus*). Skripsi. Banda Aceh. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
- Kholif, M. A., Pungut, S., dan Sutrisno, J. (2020). Kombinasi Tray Aerator dan Filtrasi untuk Menurunkan Kadar Besi (Fe) dan Mn (Mn) pada Air Sumur. *Ecotrophic*. 14(1), 28-36.
- Kusnadi, E. (2014). Kualitas Air Bersih Hasil Penyaringan dengan Kerikil, Arang dan Pasir Halus di Dusun Seulanga Gampong Pajar Kecamatan Darul Hikmah Kabupaten Aceh Jaya (Doctoral Dissertation, Universitas Teuku Umar Meulaboh).
- Kencanawati, M. (2017). Analisis Pengolahan Air Bersih Pada WTP PDAM Prapatan Kota Balikpapan. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Transukma (Tanah Transportasi Struktur Manajemen Konstruksi)*, 2(2), 103-117.
- Kurniawati, S. D., Santjoko, H., dan Husein, A. (2017). Pasir Vulkanik sebagai Media Filtrasi dalam Pengolahan Air Bersih Sederhana untuk Menurunkan Kandungan Besi (Fe), Mn (Mn) dan Kekeruhan Air Sumur Gali. *Sanitasi: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 9(1), 20.
- Kurniawan, A. P. (2015). Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kadar Besi (FE) pada Air Sumur Gali (Studi Penelitian Di Desa Beringin Jaya Kecamatan Bolano Kabupaten Parigi Moutong Provinsi Sulawesi Tengah). *Skripsi*, 1 (811410057).
- Kamiludin, U., Darlan, Y., dan Setiady, D. (2016). Kaitan Tipologi Pantai dengan Keberadaan Pasir Besi di Pantai Mukomuko, Bengkulu. *Jurnal Geologi Kelautan*, 10(2), 59-68.
- Laksmi, R. T., Legowo, A. M., dan Kusrahayu, K. (2012). Daya Ikat Air, Ph Dan Sifat Organoleptik Chicken Nugget Yang Disubstitusi Dengan Telur Rebus. *Animal agriculture journal*, 1(1), 453-460.

- Mashadi, A., Surendro, B., Rakhmawati, A., & Amin, M. (2018). Peningkatan Kualitas pH, Fe Dan Keekeruhan Dari Air Sumur Gali Dengan Metode Filtrasi. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 1(2), 105.
- Maryani, D., Masduqi, A., & Moesriati, A. (2014). Pengaruh ketebalan media dan rate filtrasi pada sand filter dalam menurunkan kekeruhan dan total coliform. *Jurnal Teknik ITS*, 3(2), D76-D81.
- Mastika, M., dan Nurhasanah, N. (2017). Uji Perbandingan Kualitas Air Sumur Tanah Gambut dan Air Sumur Tanah Berpasir di Kecamatan Tekarang Kabupaten Sambas Berdasarkan Parameter Fisik. *Prisma Fisika*, 5(1).
- Ma ZY, Guan YP, Liu XQ, Liu HZ. Preparation and Characterization of Micron Sized Non Porous Magnetic Polymer Microspheres With Immobilized Metal Affinity Ligands by Modified Suspension Polymerization. *J Appl Polym Sci* 2005; 96(6): 2174–80.
- Marsidi, R. (2001). Zeolit untuk mengurangi kesadahan Air. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 2(1).
- Muddin, S., Baharuddin, H., dan Ardillah, A. (2020). Rancang Alat Sistem Kontrol Pergantian Air Keruh dengan Pompa Sp-12-00 dan Sensor Turbidity pada Akuarium. *ILTEK*, 15(01), 21-24.
- Maulida, S. M. A. (2018). Pengaruh Variasi Waktu Simpan terhadap Kadar Zat Organik dan Oksigen Terlarut pada Air Sumur di RT 03 RW 02 Kelurahan Meteseh Kecamatan Tembalang Semarang (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Semarang).
- Mustafa, I. (2019). *Pemanfaatan Pasir Besi untuk Pembuatan KITOSAN Magnetik*. Syiah Kuala University Press.
- Mukarromah, R. (2016). Analisis sifat fisis dalam studi kualitas air di mata air sumber asem dusun Kalijeruk, Desa Siwuran, Kecamatan Garung, Kabupaten Wonosobo (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Semarang).
- Ma'rifah, S. R., dan Nawiyanto, N. (2014). Konflik Pertambangan Pasir Besi Di Desa Wogalih, Kecamatan Yosowilangun, Kabupaten Lumajang Tahun 2010-2011. *Publika Budaya*, 2(1), 85-92.
- Nengsi, S. W., Budiman, A., dan Puryanti, D. (2016). Karakterisasi Struktur Kristal dan Sifat Magnetik Maghemit ( $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) yang Dioksidasi dari Magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) dari Pasir Besi Batang Sukam Kabupaten Sijunjung

- Sumatera Barat dengan Variasi Waktu Oksidasi. *Jurnal Fisika Unand*, 5(3), 248-251.
- Nkwonta, O., dan Ochieng, G. (2009). Roughing filter for water pre-treatment technology in developing countries: A review. *International Journal of Physical Sciences*, 4(9), 455-463.
- Najmi, N. (2014). Ekstraksi Magnetit ( $Fe_3O_4$ ) dari Pasir Besi Pantai Syiah Kuala Banda Aceh dan Penyisipannya dalam Magnesium Hidrida ( $MgH_2$ ) Menggunakan Metode Mechanical Milling. ETD Unsyiah.
- Nababan, D., Sitorus, M. E. J., Purba, I. E., Brahmana, N. E. B., dan Silitonga, E. M. (2020). Kemampuan Biofilter Anaerob berdasarkan Jenis Media dalam Pengolahan Air Limbah Domestik Tahun 2016. *Jurnal Riset Hesti Medan Akper Kesdam I/BB Medan*, 4(2), 105-112.
- Nassar NN. Rapid removal and recovery of Pb (II) from wastewater by magnetic nanoadsorbents. *J Hazard Mater* 2010:184:538–46.
- Nisanson, M. Y. (2015). Kualitas Air Isi Ulang Pada Depot Air Minum Di Wilayah Utara Kota Ende. *TeknosiaR*, 9(2), 29-34.
- Purwono dan Karbito. (2013). Pengolahan Air Sumur Gali Menggunakan Saringan Pasir Bertekanan (*Pressure Sand Filter*) untuk Menurunkan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn). *Kesehatan*. 4(1), 305-314.
- Patty, S. I., Arfah, H., dan Abdul, M. S. (2015). Zat hara (fosfat, nitrat), oksigen terlarut dan pH kaitannya dengan kesuburan di Perairan Jikumerasa, Pulau Buru. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 3(1), 43-50.
- Pratiwi, L. (2013). Analisis Saringan Tembikar Berlapis Larutan Perak Nitrat Terhadap Penurunan Bakteri Coliform dan Kekeruhan. *Jurusan Teknik Lingkungan*. FTSP ITS Surabaya.
- Parera, M. J., Supit, W., dan Rumampuk, J. F. (2013). Analisis Perbedaan Pada Uji Kualitas Air Sumur Di Kelurahan Madidir Ure Kota Bitung Berdasarkan Parameter Fisika. *eBiomedik*, 1(1).
- Palkrisman, A. B. (2014). Pemetaan Persentase Kandungan Dan Nilai Suseptibilitas Mineral Magnetik Pasir Besi Pantai Sunur Kabupaten Padang Pariaman Sumatera Barat. *Jurnal Fisika Unand*, 3(4).
- Pertiwi, H. (2016). Studi Tingkat Kesadahan Pada Air Minum Di Nagari Muaro Pingai Kecamatan Junjung Sirih Kabupaten Solok (Studi Kasus

Pengelolaan Air Minum Oleh Nagari). *Jurnal Georaflesia: Artikel Ilmiah Pendidikan Geografi*, 1(2), 50-60.

Pramesti, D. S., dan Puspikawati, S. I. (2020). Analysis of Turbidity Test Bottled Drinking Water In Banyuwangi District. *Preventif: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 11(2), 75-85.

PERMENKES RI No.32/MEN.KES/PER/IX/2017.

Quddus, R. (2014). Teknik Pengolahan Air Bersih Dengan Sistem Saringan Pasir Lambat (*Downflow*) yang Bersumber dari Sungai Musi. *Teknik Sipil dan Lingkungan*. 2(4), 669-675.

Qoriah, F. U. (2009). Pengaruh Pengolahan Filtrasi dengan Media Spon dan Zeolit terhadap Penurunan Kadar Fe dan Kekeruhan Air Sumur Gali di Dusun Kuwaru Poncosari Srandakan Bantul (*Doctoral dissertation*, Poltekkes Kemenkes Yogyakarta).

Sahabuddin, H., Harisuseno, D., dan Yuliani, E. (2014). Analisa Status Mutu Air dan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Wanggu Kota Kendari. *Jurnal Teknik Pengairan*. 5(1), 19-28.

Suriadi, A., Shofiyani, A., dan Destiarti, L. (2017). Sintesis Dan Karakterisasi Pasir Besi Terlapis Mn Dioksida Serta Aplikasinya Untuk Penurunan Kadar Ion Fosfat Dalam Air. *Jkk*, 6(1), 64-72.

Setianto, S. (2017). Analisa Kuantitatif Campuran Senyawa Oksida Sebagai Dasar Identifikasi Kandungan Bahan Sumber Daya Alam Studi Kasus: Kandungan Mineral Pada Pasir Besi Di Pesisir Pantai Selatan, Jawa Barat. *Eksakta: Berkala Ilmiah Bidang MIPA*, 18(02), 173-177.

Sitanggang, V. V. (2015). Analisis Kualitas Air yang Dikonsumsi oleh Masyarakat Desa Parhorasan Kabupaten Samosir (*Doctoral dissertation*, UNIMED).

Sidiq, M. F. (2013). Analisa Korosi dan Pengendaliannya. *Jurnal Foundry*, 3(1), 25-30.

Sulastri, S., dan Nurhayati, I. (2014). Pengaruh Media Filtrasi Arang Aktif Terhadap Kekeruhan, Warna dan TDS pada Air Telaga di Desa Balong Panggang. *Jurnal Teknik*, 12 (01).

- Syuhada, M. N. (2018). Penentuan Kadar Ion Logam Besi (Fe), Magnesium (Mg), Mn (Mn), Timbal (Pb), dan Zink (Zn) pada Air dan Sedimen (Padatan Total) yang Berada di Sungai Pasca Erupsi Gunung Sinabung di Desa Perbaji Kabupaten Karo, Sumatera Utara dengan Metode Inductively Coupled Plasma (ICP).
- Sihombing, I. F. (2019). Analisa Kadar Fluorida (F<sup>-</sup>) dan Kekeruhan pada Air Minum dan Air Bersih di Balai Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (BTKLPP) Kelas 1 Medan.
- Tonggiroh, A. (2020). Endapan Plaser: Edisi Revisi. CV. Social Politic Genius (SIGn).
- Trilismana, H., dan Budiman, A. (2015). Analisis Suseptibilitas Magnetik Hasil Oksidasi Megnetit Menjadi Hematit Pasir Besi Pantai Sunur Kota Pariaman Sumatera Barat. *Jurnal Fisika Unand*, 4(2).
- Tamuntuan, G., Tongkukut, S. H., dan Pasau, G. (2017). Analisis Suseptibilitas Dan Histeresis Magnetik Pada Endapan Pasir Besi Di Sulawesi Utara. *Jurnal MIPA*, 6(2), 105-108.
- Widianto, E., Kardiman, dan Fauji, N. (2018). Karakterisasi Pasir Besi Alam Pantai Samudra Baru dan Pemanfaatannya sebagai *Filler* pada Sistem Penyaring Elektromagnetik. *Riset Sains dan Teknologi*. 2(1), 15-20.
- Wulandari, D. D. (2017). Analisa kesadahan total dan kadar klorida air di Kecamatan Tanggulangin Sidoarjo. *Medical Technology and Public Health Journal*, 1(1), 14-19.
- Widayat, W. (2008). Teknologi pengolahan air minum dari air baku yang mengandung kesadahan tinggi. *Jurnal Air Indonesia*, 4(1).
- Wantasen, A. S. (2013). Kondisi kualitas perairan dan substrat dasar sebagai faktor pendukung aktivitas pertumbuhan mangrove di pantai pesisir Desa Basaan I, Kabupaten Minahasa Tenggara. *Jurnal Ilmiah Platax*, 1(4), 204-209.
- Xu, P., Zeng, G. M., Huang, D. L., Feng, c. L., Hu, S., Zhao, M. H., Lai, C., Wei, Z., Huang, C., Xie, G. X., dan Liu, Z. F. (2012). *Use of Oxide Nanomaterials in Wastewater Treatment: A review*. 1-10.
- Zhao XL, Wang JM, Wu FC, Wang T, Cai YQ, Shi YL, et al. Removal of fluoride from aqueous media by Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-Al (OH)<sub>3</sub> magnetic nanoparticles. *J Hazard Mater* 2010; 173:102-9.

Zikri, M. A. (2017). Penggunaan Membran Komposit Berbasis Kitosan, Polivinil Alkohol (PVA) dan Zeolit terhadap Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit (POME) Secara Ultrafiltrasi (Doctoral Dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).



## LAMPIRAN

**Lampiran 1.** Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Air untuk Keperluan Kebersihan Sanitasi.

No.	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan
<b>A.</b>	<b><u>Fisika</u></b>		
1.	Kekeruhan	NTU	25
2.	Warna	TCU	50
3.	Zat padat terlarut ( <i>Total Dissolved Solid</i> )	mg/l	1000
4.	Suhu	°C	Suhu udara ±3°C
5.	Rasa	-	Tidak berasa
6.	Bau	-	Tidak berbau
<b>B.</b>	<b><u>Kimia (wajib)</u></b>		
1.	pH	mg/l	6,5-8,5
2.	Besi	mg/L	1
3.	Fluorida	mg/L	1,5
4.	Kesadahan (CaCO <sub>3</sub> )	mg/L	500
5.	Mn	mg/L	0,5
6.	Nitrat, sebagai N	mg/L	10
7.	Nitrit sebagai N	mg/L	1
8.	Sianida	mg/L	0,1
9.	Deterjen	mg/L	0,05
10.	Pestisida total	mg/L	0,1
	<b><u>Kimia (Tambahan)</u></b>		
1.	Air raksa	mg/L	0,001
2.	Arsen	mg/L	0,05
3.	Kadmium	mg/L	0,005
4.	Kromium (valensi 6)	mg/L	0,05
5.	Selenium	mg/L	0,01
6.	Seng	mg/L	15
7.	Sulfat	mg/L	400
8.	Timbal	mg/L	0,05
9.	Benzena	mg/L	0,01
<b>C</b>	<b><u>Biologi</u></b>		
1.	Total coliform	CFU/100ml	50
.			
2.	E. coli	CFU/100ml	0
.			

## Lampiran 2 Dokumentasi uji pendahuluan

	
<p>Pengambilan Pasir Besi</p>	<p>Hasil Pemisahan Pasir Besi dengan Pasir Laut</p>
	
<p>Reaktor Filtrasi</p>	<p>Penuangan pasir besi ke dalam reaktor</p>
	
<p>Penuangan air sumur ke dalam reaktor</p>	<p>Proses filtrasi</p>

	
Pengukuran parameter pH	Pengukuran parameter kekeruhan
	
Pengukuran parameter kesadahan	Air sampel hasil difiltrasi

جامعة الرانري

AR - RANIRY

## Lampiran 3 Hasil uji parameter Mn

NO	Parameter Uji	Metode Uji	Satuan	Baku Mutu	Batas Deteksi Metode	Hasil Uji	Ket
1	Mangan (Mn)	Spectrophotometri	mg/L	0.5*)	-	0,40	Sampel 1 40 Mesh 5 cm
2	Mangan (Mn)	Spectrophotometri	mg/L	0.5*)	-	0,32	Sampel 2 40 Mesh 10 cm
3	Mangan (Mn)	Spectrophotometri	mg/L	0.5*)	-	0,22	Sampel 3 40 Mesh 15 cm
4	Mangan (Mn)	Spectrophotometri	mg/L	0.5*)	-	0,32	Sampel 4 60 Mesh 5 cm
5	Mangan (Mn)	Spectrophotometri	mg/L	0.5*)	-	0,24	Sampel 5 60 Mesh 10 cm
6	Mangan (Mn)	Spectrophotometri	mg/L	0.5*)	-	0,20	Sampel 6 60 Mesh 15 cm
7	Mangan (Mn)	Spectrophotometri	mg/L	0.5*)	-	0,40	Sampel 7 100 Mesh 5 cm
8	Mangan (Mn)	Spectrophotometri	mg/L	0.5*)	-	0,30	Sampel 8 100 Mesh 10 cm
9	Mangan (Mn)	Spectrophotometri	mg/L	0.5*)	-	0,19	Sampel 9 100 Mesh 15 cm
10	Mangan (Mn)	Spectrophotometri	mg/L	0.5*)	-	2,00	Sampel 10 Kapas

**Catatan :**

- Hasil analisa hanya berhubungan dengan sampel yang di uji.
- Abnormalitas sampel tanpa pengawetan.
- Parameter pH, DHL, TDS, Kekeruhan & Suhu di uji di Laboratorium.
- Pengambilan Sampel tidak dilakukan oleh Petugas Laboratorium dan hanya bertanggung jawab terhadap sampel yang diterima oleh Lab. ESDM.

\*) Permenkes Nomor 416/Men.Kes/IX/1990 Baku Mutu Tentang Air Bersih.  
\*\*) Parameter Sub Kontrak.

**KEPALA UPTD LAB. ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL**  
DINAS ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL,

**IR. INTAN MATAUL HAYATI, MT**  
PEMBINA TK./NIP. 19640401 199103 2 004