

**PENGARUH ADSORBEN (*MANGANASE GREENSAND*) TERHADAP
PENURUNAN KADAR MANGAN (Mn) PADA AIR TANAH DI SEKITAR
WILAYAH PORONG DALAM KOLOM KONTINYU**

PROPOSAL TUGAS AKHIR



Disusun Oleh :

FADILA NEVYANA

H75215015

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA
2019**

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	4
1.4. Manfaat	4
1.5. Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Air	6
2.2. Air Tanah	6
2.3. Mutu Air Tanah.....	7
2.4. Gerakan Air Tanah.....	8
2.5. Siklus Air Tanah	9
2.6. Pencemaran Air Tanah.....	12
2.7. Senyawa Mangan dalam Air.....	12
2.8. Baku Mutu Air Minum	15
2.9. Filtrasi	16
2.10. Adsorpsi	16
2.10.1. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi	17
2.10.2. Jenis-Jenis Adsorpsi.....	18
2.11. Manganasee Greensand	19
2.12. Penelitian Terdahulu	19

BAB III METODE PENELITIAN.....	25
3.1. Lokasi Penelitian.....	25
3.2. Waktu Penelitian	25
3.3. Tahapan Penelitian.....	27
3.3.1. Tahap Persiapan	28
3.3.2. Tahap Pelaksanaan Penelitian.....	28
3.3.3. Tahap Pengolahan Data dan Penyusunan Laporan...	32
DAFTAR PUSTAKA.....	35

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Baku Mutu Air Minum	14
Tabel 2.2. Penelitian Terdahulu	20
Tabel 3.1. Jadwal Penelitian	26

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Sikluas Hidrologi	10
Gambar 2.2. Siklus Air Tanah	11
Gambar 2.3. Lapisan Air yang Terbaik untuk Air Dikonsumsi Manusia	11
Gambar 2.4. Keberadaan Zat Besi dan Mangan dalam Lingkungan Air Alami	13
Gambar 3.1. Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	27
Gambar 3.2. Skema Kerja Pengambilan Data Primer.....	29
Gambar 3.3. Desain Filter	31

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan mengenai air selalu saja menarik untuk dibahas lebih lanjut. Hal ini disebabkan karena air merupakan salah satu kebutuhan pokok yang utama bagi keberlangsungan hidup manusia (Sutandi, 2012). Salah satu sumber air yang dapat memenuhi kebutuhan manusia yaitu air tanah, karena kualitas dan kuantitasnya cukup potensial untuk dikembangkan guna memenuhi kebutuhan dasar makhluk hidup. Air tanah merupakan salah satu komponen dalam peredaran air di bumi yang dikenal sebagai siklus hidrologi. Dengan demikian air tanah adalah salah satu sumber daya alam yang dapat diperbaharui (Putranto, 2009). Hal ini telah disebutkan dalam firman Allah :

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَلَكَهُ يَنْبِيعَ فِي الْأَرْضِ ثُمَّ
يُخْرِجُ بِهِ زَرْعًا مُخْتَلِفًا أَلْوَنُهُ ثُمَّ يَهِيْجُ فَتَرَاهُ مُصْفَرًّا ثُمَّ يَجْعَلُهُ
حُطَمًا إِنَّ فِي ذَلِكَ لَذِكْرًا لِّأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿١١﴾

Artinya : “Apakah kamu tidak memperhatikan, bahwa sesungguhnya Allah menurunkan air dari langit, maka diaturnya menjadi sumber-sumber air di bumi kemudian ditumbuhkan-Nya dengan air itu tanam-tanaman yang bermacam-macam warnanya, lalu menjadi kering lalu kamu melihatnya kekuning-kuningan, kemudian dijadikan-Nya hancur berderai-derai. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat pelajaran bagi orang-orang yang mempunyai akal (Az-Zumar 39:21)”.

Telah dijelaskan dalam surat tersebut di atas, bahwa Allah SWT sudah mengatur sumber air yang ada di bumi melalui turunnya hujan atau yang biasa disebut dengan siklus hidrologi guna memenuhi kebutuhan

hambanya. Hal ini membuktikan bahwa ketersediaan air dalam segi kuantitas telah dijamin oleh Allah SWT.

Seiring dengan adanya perkembangan teknologi dan industri yang pesat di kehidupan manusia saat ini, membuat ketersediaan air dalam segi kualitas perlu diperhatikan lagi. Kualitas air yang digunakan sebagai air minum sebaiknya memenuhi persyaratan secara fisik, kimia, dan mikrobiologi. (Purwonugroho, 2013)

Seperti halnya dengan kualitas air tanah yang telah dilakukan pada uji pendahuluan, diketahui bahwa sampel air yang berasal dari salah satu sumur yang berada di Desa Gedang Kecamatan Porong Kabupaten Sidoarjo dengan radius ± 500 m dari lokasi bencana lumpur lapindo memiliki kandungan mangan (Mn) sebesar 1,37 mg/l. Dimana kadar tersebut telah melampaui baku mutu yang telah ditetapkan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Air Minum. Baku mutu yang diperbolehkan dalam air minum untuk kandungan mangan (Mn) sebesar 0,4 mg/l.

Pemilihan lokasi pengambilan sampel didasarkan atas hasil penelitian Oktavianingrum (2015) dimana karena terjadinya bencana lumpur lapindo pada tahun 2006 silam, menjadikan beberapa desa masuk dalam Zona bencana lumpur (ZBL) yang memiliki radius kawasan dari pusat lumpur sejauh 0 - 1,5 Km. Diantaranya yaitu Desa Ketapang, Desa Kalitengah, Desa Gempolsari, Desa Keboguyang, dan Desa Gedang yang memiliki radius ± 500 m dari lokasi bencana lumpur. Walaupun begitu, sebagian besar penduduk yang terdapat di 6 desa tersebut masih memilih bertahan di tempat tinggal mereka. Dengan alasan untuk pindah ke wilayah lain membutuhkan biaya yang cukup besar.

Air yang digunakan oleh masyarakat sekitar masih menggunakan air tanah yang tidak diolah dan langsung digunakan begitu saja. Berdasarkan fakta lapangan, ciri-ciri air tersebut berbau logam, berwarna kuning kecoklatan, dan meninggalkan kerak pada bak mandi hal ini menandakan air tersebut memiliki kandungan Mangan (Mn) tinggi.

Menurut Salim (2018) mangan (Mn) merupakan racun bagi tubuh, jika dikonsumsi berlebih dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti iritasi kulit dan mata serta kerusakan dinding usus. Apabila digunakan untuk mandi kulit akan menjadi kering.

Sehubungan dengan uraian diatas pada penelitian terdahulu oleh Salim (2018) yaitu merancang pengolahan air dengan sistim penyaringan air tanah dengan menggunakan penambahan adsorben yang berupa karbon aktif, pasir silika, zeolit, dan *manganesee greensand* dengan beberapa variasi komposisi. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kandungan besi (Fe) dan mangan (Mn) ada yang makin meningkat dan ada yang menurun kemungkinan ini disebabkan oleh adanya perbedaan komposisi media yang sangat berpengaruh dalam sistem penyaringan di dalam tabung filter penjernih. Studi-studi adsorpsi system kontinyu pertama kali dikemabangkan oleh Adam-Boharts (1920) untuk menyerap klorin sehingga ditemukan kapasitas sorpsi. Kemudian, Yoon-Nelson (1920) menemukan prediksi waktu setengah jenuh melalui modelnya

Oleh sebab itu maka penelitian ini dimaksudkan untuk meneliti mengenai alternatif pengolahan air sederhana dengan judul *Pengaruh Adsorben (manganesee greensand) Terhadap Penurunan Kadar Mangan (Mn) pada Air Tanah di sekitar Wilayah Porong dalam Kolom Kontinyu*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah tersebut diatas, maka permasalahan yang akan dikaji dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana mekanisme penyisihan kandungan mangan (Mn) dengan adsorben (*manganesee greensand*) yang dilewatkan reaktor dalam kolom kontinyu ? ?
2. Bagaimana pengaruh variasi bed depth adsorben , laju alir , dan konsentrasi sampel ar tanah yang mengandung mangan (Mn) dengan reaktor kolom kontinyu terhadap penurunan kandungan mangan (Mn) pada air tanah disekitar wilayah Porong?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah tersebut diatas, maka tujuan dirumuskan sebagai berikut :

1. Mengetahui kemampuan adsorben (*manganese greensand*) dalam upaya penurunan kandungan logam berat mangan (Mn) dalam kolom kontinyu
2. Mengoptimalkan beberapa variasi voume bed depth adsorben, laju alir, dan konsentrasi sampel air tanah mengandung mangan (Mn) untuk memperoleh variasi yang efektif dalam penurunan kandungan mangan (Mn)

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak terkait didalamnya. Beberapa manfaat tersebut antara lain :

1. Instansi

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi dan sebagai bahan referensi dalam menambah pengetahuan mahasiswa di kampus UIN Sunan Ampel Surabaya tentang alternatif pengolahan air sederhana yang menggunakan adsorben sebagai media filternya. Komposisi adsorben (*manganese greensand*) berpengaruh dalam upaya penurunan kandungan logam berat dalam air tanah.

2. Akademisi

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber data bahan perbandingan untuk alternatif pengolahan air sederhana dengan menggunakan adsorben.

3. Masyarakat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat diterapkan secara langsung oleh masyarakat untuk mengurangi kandungan besi (Fe) dan mangan (Mn) pada air tanah yang ada disekitar masyarakat dengan menggunakan alternatif pengolahan air sederhana dengan menggunakan adsorben (*manganese greensand*) .

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini dikhususkan pada pengaruh adsorben (*manganese greensand*) dengan mengoptimalkan variasi bed depth , laju alir , dan konsentrasi sampel air tanah dalam kolom kontinyu sehingga dapat diperoleh besar efisiensi penurunan kandungan mangan (Mn) pada air tanah di sekitar wilayah Porong.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air

Air merupakan senyawa kimia yang berbentuk cair, sehingga sangat fleksibel digunakan oleh makhluk hidup sebagai media transportasi makanan di dalam tubuhnya. Fungsi air bagi kehidupan tidak pernah dapat digantikan oleh senyawa lain. Badan manusia terdiri dari sekitar 65% air, kehilangan cukup banyak air dari badan akan mengakibatkan banyak masalah dan mungkin dapat menyebabkan kematian (Tambunan, 2014). Air ini digunakan manusia selain untuk minum juga untuk kebutuhan sehari-hari lainnya seperti mandi, cuci, dan juga digunakan untuk pertanian, perikanan, perindustrian dan lain-lain.

Penyediaan air bersih untuk kebutuhan manusia harus memenuhi empat konsep dasar yaitu dari segi kuantitas, kualitas, kontinuitas dan ekonomis. Dari segi kuantitas; air harus cukup untuk memenuhi segala kebutuhan manusia, dari segi kualitas; air harus memenuhi persyaratan kesehatan terutama untuk air minum, dari segi kontinuitas, air tersebut selalu ada berputar pada siklusnya dan tidak pernah hilang, dan dari segi ekonomis; harga jual air tersebut harus dapat terjangkau oleh segala kalangan masyarakat mengingat air sangat dibutuhkan oleh semua golongan tanpa kecuali.

2.2 Air Tanah

Air tanah adalah salah satu bentuk air yang berada di sekitar bumi kita dan terdapat di dalam tanah. Air tanah pada umumnya terdapat dalam lapisan tanah baik dari yang dekat dengan permukaan tanah sampai dengan yang jauh dari permukaan tanah. Air tanah ini merupakan salah satu sumber air, ada saatnya air tanah ini bersih tetapi terkadang keruh sampai kotor, tetapi pada umumnya terlihat jernih (Sutandi, 2012).

Air tanah yang jernih ini umumnya terdapat di daerah pegunungan dan jauh dari daerah industri, sehingga biasanya penduduk dapat langsung mengkonsumsi air ini, sedangkan air tanah yang terdapat di daerah industri sering kali tercemar, jika pihak industri kurang peduli akan lingkungan, dan air tanah yang terdapat di daerah perkotaan pada umumnya masih baik, tetapi tidak dapat langsung dikonsumsi. Air tanah yang tercemar umumnya diakibatkan oleh ulah manusia yang kurang bahkan tidak peduli akan lingkungan sekitar.

Air Tanah adalah air yang berada dalam tanah. Air Tanah ini dapat kita bagi menjadi 2 jenis :

- a. Air Tanah Freatis adalah air yang terletak tidak jauh dari permukaan tanah serta berada di atas lapisan kedap air / impermeable.
- b. Air Tanah Artesis adalah air tanah yang letaknya jauh di dalam tanah, umumnya berada diantara dua lapisan yang kedap air.

Menurut asalnya air tanah dapat dibedakan menjadi :

- a. Air tanah yang berasal dari atmosfer (angkasa) dan dikenal dengan nama Meteoric Water, yaitu air tanah berasal dari hujan dan pencairan salju.
- b. Air tanah yang berasal dari dalam perut bumi, seperti Air Tanah Turbir (yaitu air tanah yang tersimpan di dalam batuan sedimen).
- c. Air Tanah Juvenil yaitu air tanah yang naik dari magma bila gas-gas yang ada dilepaskan melalui mata air panas.

2.3 Mutu Air Tanah

Air tanah sejak terbentuk di daerah imbuh (pengisian) dan mengalir ke daerah Luahnya (permukaan) melalui ruang antara dari batuan penyusun akuifer. Dalam perjalanan tersebut air tanah banyak melarutkan mineral batuan serta dipengaruhi oleh kondisi lingkungannya. Oleh sebab itu, mutu air tanah dari satu tempat ke tempat lain sangat beragam tergantung dari jenis batuan, di mana air tanah tersebut meresap, mengalir, dan berakumulasi, serta kondisi lingkungan.

Mutu air tanah dinyatakan menurut sifat fisik, kandungan unsur kimia, ataupun bakteriologi. Persyaratan mutu air tanah telah dibakukan

berdasarkan penggunaannya, seperti mutu air untuk air minum, air irigasi, maupun industri. Beberapa unsur utama kandungan air tanah - 1,0 hingga 1000 mg/l - adalah sodium, kalsium, magnesium, bikarbonat, sulfat, dan khlorida. Kandungan khlorida yang tinggi merupakan indikasi adanya pencemaran bersumber dari air limbah sampai kepada interusi air laut. Sementara kandungan nitrat sebagai unsur sekunder - 0,01 hingga 10 mg/l - bersumber dari limbah manusia, tanaman, maupun pupuk buatan (Sutandi,2012).

2.4 Gerakan Air Tanah

Pergerakan air di bawah tanah dengan sumber airnya adalah air hujan dapat digambarkan dalam beberapa tahapan berikut:

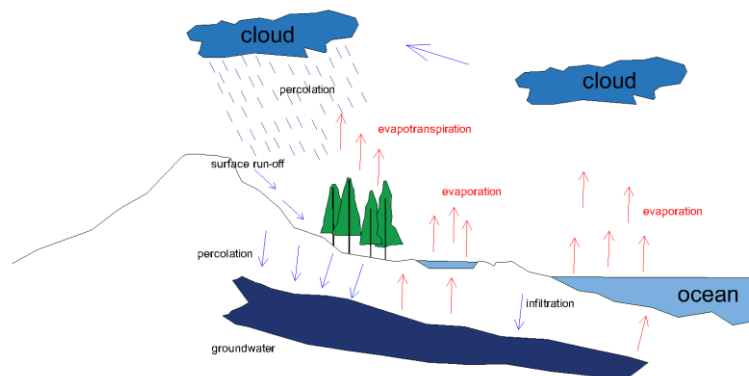
1. Sebidang tanah alami yang permukaannya ditumbuhi rerumputan dan sebatang pohon besar
2. Ketika turun hujan, air hujan mulai membasahi permukaan tanah
3. Tanah yang alami dengan tetumbuhan di atasnya menyediakan pori-pori, rongga-rongga dan celah tanah bagi air hujan sehingga air hujan bisa leluasa merembes atau meresap ke dalam tanah. Air itu akan turun hingga kedalaman beberapa puluh meter.
4. Air yang berhasil meresap ke bawah tanah akan terus bergerak ke bawah sampai dia mencapai lapisan tanah atau batuan yang jarak antar butirannya sangat-sangat sempit yang tidak memungkinkan bagi air untuk melewatinya. Ini adalah lapisan yang bersifat impermeabel. Lapisan seperti ini disebut lapisan aquitard (gambar sebelah kanan bersifat impermeabel yang sulit diisi air, sementara yang kiri bersifat permeabel yang berisi air).
5. Karena air tak bisa lagi turun ke bawah, maka air tadi hanya bisa mengisi ruang di antara butiran batuan di atas lapisan aquitard.
6. Air yang datang kemudian akan menambah volume air yang mengisi rongga-rongga antar butiran dan akan tersimpan disana. Penambahan volume air akan berhenti seiring dengan berhentinya hujan.

7. Air yang tersimpan di bawah tanah itu disebut air tanah. Sementara air yang tidak bisa diserap dan berada di permukaan tanah disebut air permukaan

2.5 Siklus Air Tanah

Lapisan di dalam bumi yang dengan mudah dapat membawa atau menghantar air disebut lapisan pembawa air, pengantar air atau akufir, yang biasanya dapat merupakan penghantar yang baik yaitu lapisan pasir dan kerikil, atau di daerah tertentu, lava dan batu gampil. Penyembuhan atau pengisian kembali air yang ada dalam tanah itu berlangsung akibat curah hujan, yang sebagian meresap kedalam tanah, bergantung pada jenis tanah dan batuan yang mengalasi suatu daerah curah hujan meresap kedalam bumi dalam jumlah besar atau kecil, ada tanah yang jarang dan ada tanah yang kedap.

Porositas tidak lain ialah jumlah ruang kosong dalam bahan tanah atau batuan, biasanya dinyatakan dalam persen. bahan yang dengan mudah dapat dilalui air disebut lolos. Kelolosan tanah atau batuan merupakan ukuran mudah atau tidaknya bahan itu dilalui air. Pasir misalnya, adalah bahan yang lulus air melewati pasir kasar dengan kecepatan antara 10 dan 100 sihosinya. Dalam lempeng, angka ini lebih kecil, tetapi dalam kerikil lebih besar. Air tanah merupakan bagian dari air yang terdapat di bumi. Air dalam beberapa wujudnya di bumi ini selalu bergerak dalam suatu peredaran alami, yang dikenal sebagai daur hidrologi (*hydrologic cycle*).

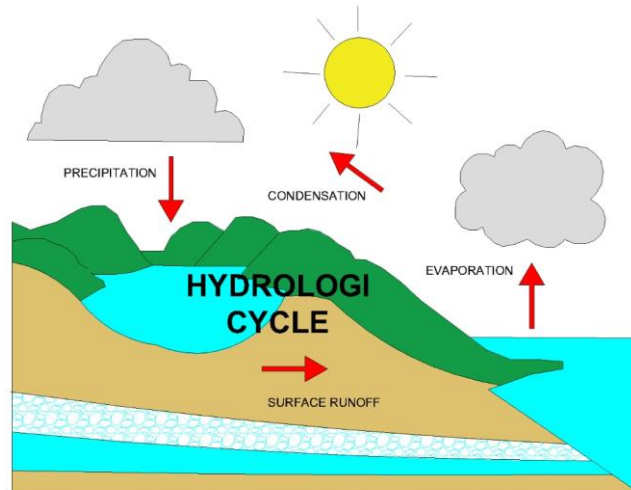


Gambar 2.1 Siklus Hidrologi

(Sumber : Sutandi, 2012)

Air laut karena panas matahari berubah menjadi uap air. Oleh angin uap air tersebut ditiup ke atas daratan, pada tempat yang berelevasi tinggi uap tersebut akan mengalami pemampatan, dan setelah titik jenuhnya terlampaui akan jatuh kembali ke bumi sebagai air hujan. Air hujan sebagian besar akan mengalir di permukaan sebagai air permukaan seperti sungai, danau, atau rawa.

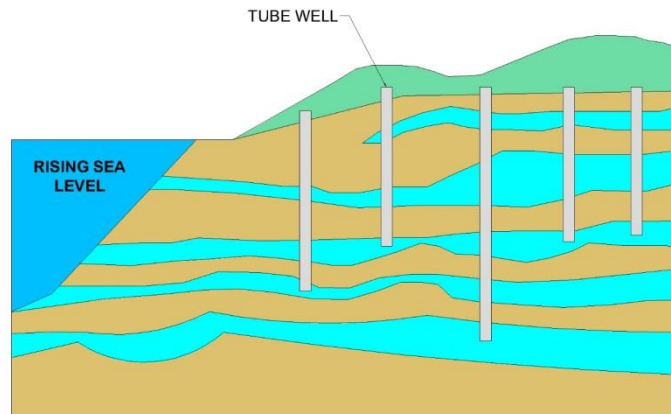
Sebagian kecil akan meresap ke dalam tanah, yang bila meresap terus hingga zona jenuh akan menjadi airtanah . Bagian yang meresap dekat permukaan akan diuapkan kembali lewat tanaman (*evapotranspiration*). Penguapan (*evaporation*) terjadi langsung pada tubuh air (*water body*) yang terbuka. Sedangkan aliran permukaan akan bermuara kembali ke laut, dan proses hidrogeologi di atas akan berlangsung lagi, demikian seterusnya. Ilmu yang mempelajari keterdapatan, penyebaran, dan pergerakan air yang ada di bawah permukaan bumi dengan penekanan kaitannya terhadap kondisi geologi disebut hidrogeologi.



Gambar 2.2 Siklus Air Tanah

(Sumber : Sutandi, 2012)

Gambar di atas menunjukkan siklus air pada umumnya, dengan gambar ini kita diperkaya dengan pengetahuan apa, bagaimana sumber air tercipta di dalam tanah. Bagaimana menjaga sumber air tanah yang merupakan bagian terpenting dalam menunjang kehidupan manusia.



Gambar 2.3 Lapisan Air Tanah yang Terbaik untuk dikonsumsi Manusia

(Sumber : Sutandi, 2012)

Pada dasarnya ada berbagai lapisan sumber air yang terdapat di dalam tanah. Tidak ada yang bisa menjamin bahwa lapisan air tertentu merupakan lapisan yang baik untuk dikonsumsi manusia. Semua tergantung pada kondisi tanah, lokasi dan mutu air yang bersangkutan.

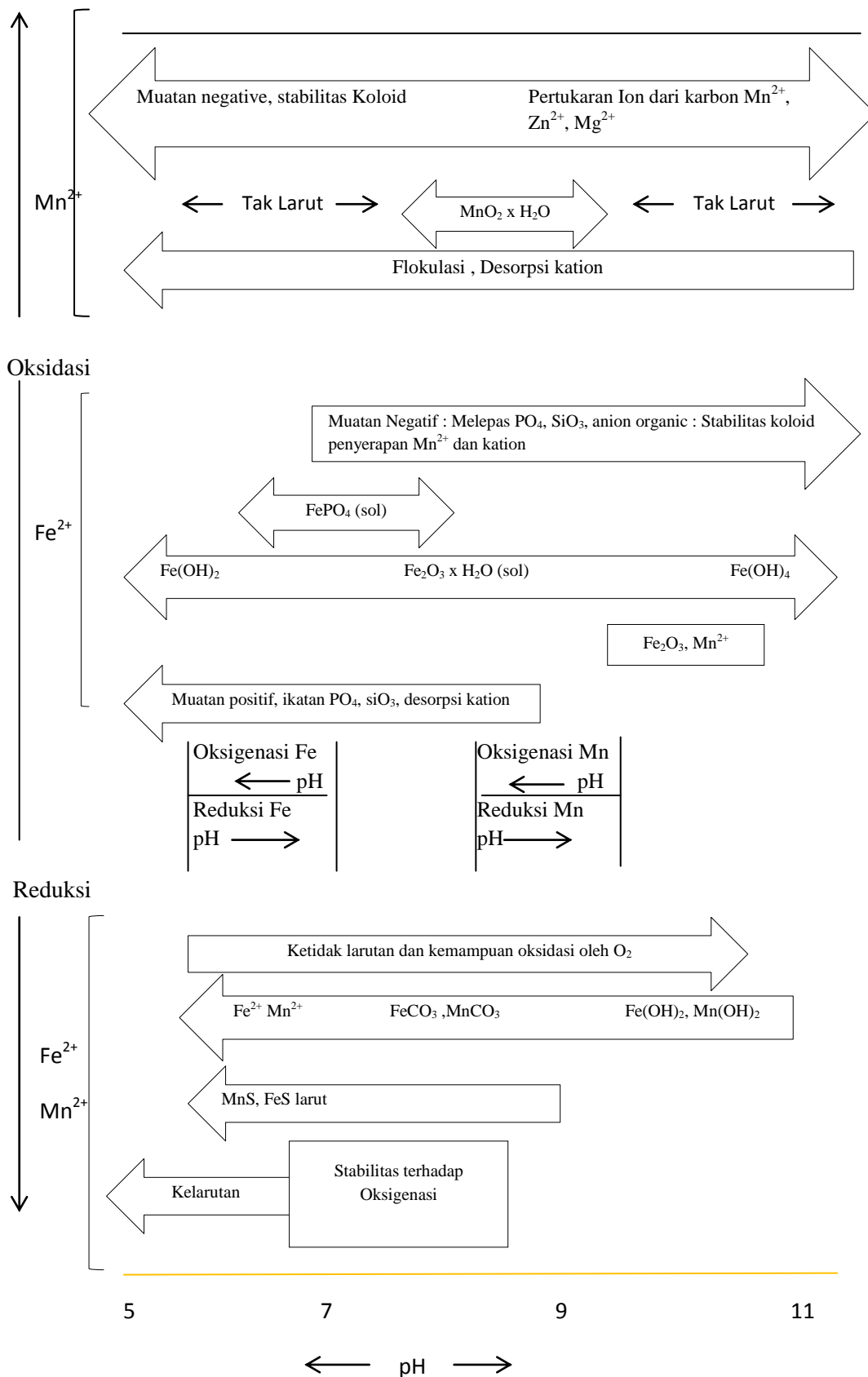
2.6 Pencemaran Air Tanah

Pencemaran air tanah tidak lepas dari kualitas air tanah yang semakin lama semakin tercemar oleh berbagai polutan akibat pertumbuhan jumlah penduduk. Pencemaran airtanah adalah berubahnya tatanan air di bawah permukaan tanah oleh kegiatan manusia atau proses alam yang mengakibatkan mutu air turun sampai ke tingkat tertentu sehingga tidak lagi sesuai dengan pemanfaatannya. Pencemaran airtanah pada saat ini merupakan suatu masalah yang tidak hanya terbatas pada negara industri saja, tetapi juga meluas pada negara berkembang, dimana industri tumbuh pesat bersamaan dengan meningkatnya jumlah penduduk dan urbanisasi ke beberapa kota besar (Soekardi, 1990 dalam Putranto, T. T., 2000). Pencemaran air tanah itu sendiri terjadi ketika air yang telah tercemar bercampur dengan airtanah. Pada awalnya masalah pencemaran airtanah disebabkan terutama oleh mikroorganisme patogenik, virus dan logam berat dari pertambangan. Namun sekarang sumber pencemaran airtanah juga meliputi bahan pelarut yang mengandung klor, pestisida dan bahan pencemar radioaktif (Putranto, 2009)

2.7 Senyawa Mangan di dalam Air

Mangan (Mn) merupakan unsur logam golongan VII, dengan berat atom 54,93, titik lebur 1247^0C . Di alam jarang sekali berada dalam keadaan unsur. Umumnya berada dalam keadaan senawa dengan berbagai macam valensi. Di dalam hubungannya dengan kualitas air yang sering dijumpai adalah senyawa mangan dengan valensi 2, valensi 4, dan valensi 6 (Said, 2005).

Di dalam sistem air alami dan juga di dalam sistem pengolahan air, senyawa mangan dan juga besi berubah-ubah tergantung derajat keasaman (pH) air. Perubahan senyawa besi dan mangan di alam berdasarkan kondisi pH secara garis besar dapat ditunjukkan seperti pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Keberadaan zat besi dan mangan dalam lingkungan air alami
(Sumber : Said, 2005)

Di dalam gambar tersebut dapat dilihat bahwa didalam sistem air alami pada kondisi reduksi , mangan dan juga besi pada umumnya mempunyai valensi dua yang larut didalam air. Oleh karena itu didalam sistem pengolahan air senyawa mangan dan besi valensi dua tersebut dengan berbagai cara oksidasi diubah menjadi senyawa yang mempunyai valensi yang lebih tinggi yang tak larut di dalam air sehinga dapat dengan mudah dipisahkan secara fisik. Walaupun Mn di dalam senyawa-senyawa $MnCO_3$, $Mn(OH)_2$, mempunyai valensi dua zat tersebut sulit larut didalam air, tetapi untuk senyawa Mn seperti garam $MnCl_2$, $MnSO_4$, $Mn(NO_3)_2$ mempunyai kelarrutan yang besar di dalam air.

2.8 Baku Mutu Air Minum

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor/492/Menkes/per/IV/2010 tentang baku mutu persyaratan kualitas air minum. Dimana ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air minum atau yang dikonsumsi oleh manusia. Berikut merupakan baku mutu air minum domestik yang ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Minum

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1. E-Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2. Total Bakteri Coliform	Jumlah per 100 ml sampel	0

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
	b. Kimia an-organik		
	1. Arsen	mg/l	0,01
	2. Fluorida	mg/l	1,5
	3. Total Kromium	mg/l	0,05
	4. Kadmium	mg/l	0,003
	5. Nitrit, (Sebagai NO ₂ -)	mg/l	3
	6. Nitrat, (Sebagai NO ₃ -)	mg/l	50
	7. Sianida	mg/l	0,07
	8. Selenium	mg/l	0,01
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter Fisik		
	1. Bau		Tidak Berbau
	2. Warna	TCU	15
	3. Total zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500
	4. Kekeruhan	NTU	5
	5. Rasa		Tidak Berasa
	6. Suhu	C	Suhu Udara \pm 3
	b. Parameter Kimia		
	1. Aluminium	mg/l	0,2
	2. Besi	mg/l	0,3
	3. Kesadahan	mg/l	500
	4. Khlorida	mg/l	250
	5. Mangan	mg/l	0,4

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
	6. pH	mg/l	6,5 – 8,5
	7. Seng	mg/l	3
	8. Sulfat	mg/l	250
	9. Tembaga	mg/l	2
	10. Amonia	mg/l	1,5

Sumber : PERMENKES Nomor/492/Menkes/per/IV/2010

2.9 Filtrasi

Merupakan pengolahan fisika dengan tujuan untuk menurunkan kekeruhan air. Filtrasi dapat dipakai pada pengolahan awal dengan kondisi air baku yang mempunyai suspended solid tinggi. Hal-hal yang mempengaruhi filtrasi antara lain ukuran media, bukaan pori-pori media dan luas permukaan, sifat dan karakteristik air baku. Peralatan yang digunakan dalam proses filtrasi media berupa packed kolom, fixed bed dan fluidized bed (Sulastuti, 2010).

2.10 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan suatu proses pemisahan dimana molekul-molekul gas atau cair diserap oleh suatu padatan dan terjadi secara reversibel. Pada proses adsorpsi terdapat dua komponen yaitu adsorbat sebagai zat yang diserap dan adsorben sebagai zat yang menyerap. Adsorben adalah padatan yang memiliki kemampuan menyerap fluida ke dalam bagian permukaannya sedangkan adsorbat dapat berupa bahan organik, zat warna dan zat pelembab. Kesetimbangan adsorpsi terjadi apabila larutan dikontakkan dengan adsorben padat dan molekul dari adsorbat berpindah dari larutan ke padatan sampai konsentrasi adsorbat dilarutkan dan padatan dalam keadaan setimbang. Dalam mengukur kesetimbangan adsorpsi dapat dilakukan dengan cara pengukuran konsentrasi adsorbat larutan awal dan pada saat terjadi kesetimbangan,

Adsorpsi merupakan suatu fenomena yang berkaitan erat dengan permukaan dimana terlibat interaksi antara molekul-molekul cairan atau gas dengan molekul padatan. Interaksi ini terjadi karena adanya gaya tarik atom atau molekul yang menutupi permukaan. Kapasitas adsorpsi dari karbon aktif tergantung pada jenis pori dan jumlah permukaan yang mungkin dapat digunakan untuk mengadsorpsi.

Adsorpsi terjadi karena molekul-molekul pada permukaan zat padat atau cair memiliki gaya tarik dalam keadaan tidak setimbang yang cenderung tertarik ke arah dalam. Keseimbangan gaya tarik tersebut mengakibatkan zat padat dan cair yang digunakan sebagai adsorben cenderung menarik zat lain yang bersentuhan dengan permukaannya.

2.10.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi

Beberapa faktor yang mempengaruhi daya serap adsorpsi, yaitu:

a. Sifat Adsorben

Karbon aktif merupakan adsorben yang berpori yang terdiri dari unsur karbon bebas dan berikatan secara kovalen serta bersifat non polar pada permukaannya. Di samping itu struktur pori berhubungan dengan luas permukaan, dimana semakin kecil pori-pori karbon aktif maka luas permukaan semakin besar sehingga kecepatan adsorpsi akan bertambah.

b. Sifat Serapan

Karbon aktif tersebut memiliki kemampuan untuk mengadsorpsi senyawa-senyawa yang berbeda-beda, dimana adsorpsi akan bertambah besar sesuai dengan bertambahnya ukuran molekul serapan dan struktur yang sama. Adsorpsi juga dipengaruhi oleh gugus fungsi, posisi gugus fungsi, ikatan rangkap, struktur rantai dari senyawa yang diserap.

c. pH (Derajat Keasaman)

Pada asam organik adsorpsi akan meningkat bila pH diturunkan yaitu dengan penambahan asam mineral, hal ini disebabkan karena kemampuan asam mineral untuk mengurangi ionisasi asam organik tersebut, sedangkan bila pH asam organik dinaikkan dengan penambahan

alkali maka adsorpsi akan berkurang dan akibatnya akan terbentuk garam.

d. Waktu Kontak

Apabila karbon aktif ditambahkan dalam suatu cairan maka akan dibutuhkan waktu untuk mencapai kesetimbangan, dimana waktu yang dibutuhkan berbanding terbalik dengan jumlah karbon aktif yang digunakan. Di samping itu pengadukan juga dapat mempengaruhi waktu kontak karena pengadukan ini dimaksudkan untuk dapat memberi kesempatan pada partikel karbon aktif untuk bersentuhan dengan senyawa yang diserap.

Mekanisme proses adsorpsi dapat digambarkan sebagai proses dimana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat adsorben secara kimia maupun fisika. Adsorpsi adalah suatu proses yang terjadi ketika suatu fluida baik cairan maupun gas terikat pada permukaan padatan dan akhirnya membentuk suatu lapisan tipis pada permukaan padatan tersebut.

2.10.2 Jenis – jenis Adsorpsi

Proses adsorpsi pada umumnya dapat dibagi menjadi 2 yaitu :

a. Adsorpsi Fisika

Adsorpsi fisika merupakan proses penyerapan dimana daya tarik gaya Van Der Waals atau gaya tarik yang lemah dengan molekul menarik bahan terlarut dari larutan adsorbat ke dalam permukaan adsorben sehingga molekul yang teradsorpsi bebas bergerak di sekitar permukaan adsorben dan tidak hanya menetap dengan adsorben itu.

b. Adsorpsi Kimia

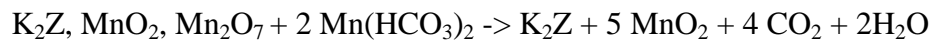
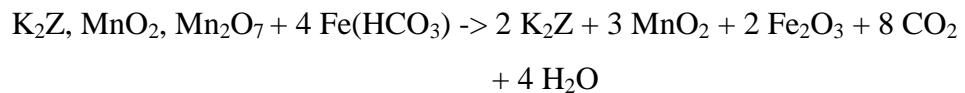
Adsorpsi kimia merupakan penyerapan yang bersifat spesifik dan melibatkan gaya yang jauh lebih besar daripada penyerapan fisika, dimana ikatan adsorbat biasanya terjadi tidak lebih dari satu lapisan. Pada umumnya bahan yang teradsorpsi membentuk lapisan di atas permukaan berupa molekul-molekul yang tidak bebas bergerak dari satu permukaan

ke permukaan lainnya sehingga menyebabkan terbentuknya suatu lapisan pada permukaan adsorben yang memiliki sifat kimia lain sebagai akibat adanya reaksi adsorbat dengan adsorben.

2.11 Manganese Greensand

Manganese greensand adalah mineral yang dapat menukar electron sehingga dapat mengoksidasi besi atau mangan yang larut dalam air menjadi bentuk yang tak larut sehingga dapat dipisahkan dengan filtrasi. *Manganese greensand* (K_2Z , MnO_2 , Mn_2O_7) dapat juga berfungsi sebagai katalis dan pada waktu yang bersamaan besi dan mangan yang ada dalam air teroksidasi menjadi bentuk ferri-oksida dan mengoksidasi yang tak larut dalam air (Rahmawati, 2015).

Menurut (Said, 2005) reaksi kimianya adalah sebagai berikut :



Reaksi penghilangan besi dan mangan dengan (*manganese greensand*), tidak sama dengan proses pertukaran ion, tetapi merupakan reaksi dari Fe^{2+} dan Mn^{2+} dengan oksida mangan tinggi (*higher mangan oxide*). Filtrat yang terjadi mengandung ferri-oksida dan mangan – oksida yang tak larut dalam air dan dapat dipisahkan dengan cara pengendapan dan penyaringan. Selama proses berlangsung kemampuan reaksinya makin lama makin berkurang dan hingga akhirnya jenuh. Keunggulan proses ini adalah (*manganese greensand*) dapat berlaku sebagai buffer (penyangga) (Said.2003).

2.12 Penelitian Terdahulu

Terdapat banyak penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh beberapa para peneliti yang ditunjukkan pada tabel 2.2

Tabel.2.2 Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Tahun	Judul	Tujuan	Hasil Penelitian
1	Aliaman	2017	Pengaruh Absorpsi Karbon Aktif & Pasir Silika Terhadap Penurunan Kadar Besi (Fe), Fosfat (Po ₄), Dan Deterjen Dalam Limbah <i>Laundry</i>	Penelitian ini bertujuan untuk Mengetahui pengaruh jenis absorbent karbon aktif dan pasir silika pada penyaringan limbah cair laundry terhadap kadar besi, fosfat dan deterjen.	Hasil Penelitian Pengaruh jenis absorbent terhadap kadar besi, fosfat, dan deterjen: a. Disaring melalui komposisi absorbent (karbon-pasir-karbon-silika) b. disaring melalui komposisi absorbent (karbon-pasir-karbon-silika) c. disaring melalui komposisi absorbent (karbon-pasir-karbon-silika)
2	Hardini I	2011	Peningkatan Kualitas Air Sumur Gali Menjadi Air Bersih	Dalam penelitian ini akan dikaji efisiensi penyisihan dan ketebalan media yang	Hasil penelitian ini yaitu Semakin tebal media maka efisiensi penyisihan semakin tinggi. Dalam penelitian ini

			Menggunakan Filter Mangan Zeolit Dan Karbon Aktif: Studi Kasus Air Sumur Gali Permukiman Desa Banjar Po Sidoarjo	lebih optimal dalam meningkatkan kualitas air tanah.	ketebalan media 40 cm memiliki efisiensi penyisihan yang lebih tinggi dibanding ketebalan 25 cm
3	Purwonugroho, Nasrudin	2013	Keefektifan Kombinasi Media Filter Zeolit Dan Karbon Aktif Dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Pada Air Sumur	Tujuan penelitian ini untuk mengetahui keefektifan kombinasi media filter zeolit dan karbon aktif dalam menurunkan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) pada air sumur di Perum Griya Fajar Gentan Baki Sukoharjo. Adapun karbon aktif yang digunakan adalah arang	Kombinasi media filter yang paling efektif menurunkan kadar Fe dan Mn adalah kombinasi media filter zeolit dengan keefektifan sebesar 94,50% dan 84,78%

				tempurung kelapa dengan kombinasi yang digunakan dalam penyaringan yaitu menggunakan kombinasi media filter zeolit (60 cm), karbon aktif (60 cm) dan zeolit (30 cm) dengan karbon aktif (30 cm)	
4	Malekmohammadi, Sima	2014	Comparison of silica, activated carbon, and zeolite adsorbents in the removal of ammonium, iron, COD, turbidity and phosphate pollutants, and investigating the effect of discharge on the removal of	Tujuan Dalam penelitian ini, menghilangkan polutan umum dalam air permukaan (amonium, besi, fosfat, kekeruhan dan COD) menggunakan kolom 50 cm silika, karbon aktif dan adsorben zeolit	Penghapusan hasil COD menggunakan karbon aktif lebih baik daripada silika sedangkan hasil penghilangannya melalui zeolit dapat diabaikan. Silika memiliki kemampuan tertinggi dalam menghilangkan zat besi dan kekeruhan sementara zeolit dapat secara efektif dihilangkan amonium dan fosfat. Juga, karbon aktif adalah adsorben terbaik untuk menghilangkan COD dan

			pollutants		kekeruhan. Ini berarti bahwa setiap adsorben dapat menghilangkan jenis polutan khusus. Karena itu, kombinasi adsorben diusulkan untuk menghilangkan polutan.
5	Siabi ,Worlanyo Kwadjo, Ghana A	2003	Potential of activated carbon for manganese and iron removal	Pendekatan untuk memecahkan masalah mangan tinggi dan tingkat zat besi dalam pasokan air dari sumber titik, terutama lubang bor dan sumur gali.	Mekanisme terpenting yang diidentifikasi untuk menghilangkan besi dan mangan dari bahan mentah Sampel air tanah. Hasil dalam tabel 1 (sumber lubang bor Tortibo untuk 26,25mg / l konsentrasi GAC) jelas menunjukkan bahwa sekitar 84% dari besi (total) diadsorpsi ke partikel karbon dalam jangka waktu 10 menit kontak, sedangkan yang lebih tinggi tingkat penghapusan sekitar 98% dicapai untuk sumber lubang bor (tabel 2, untuk 26,25mg / l GAC). Tingkat adsorpsi diamati meningkat dengan durasi retensi, tertinggi terjadi pada jam enam. Variasi dalam tingkat penghapusan

					<p>untuk kedua logam menunjukkan bahwa massa logam yang dikeluarkan terkait dengan konsentrasi asli dalam sampel mentah. Walaupun penghapusan mangan juga signifikan di reaktor, dan mengikuti tren yang sama seperti untuk besi, massa mangan dihapus dalam periode yang sama lebih rendah dibandingkan dengan itu dari besi.</p>
--	--	--	--	--	--

(Sumber : Hasil Analisa Penulis, 2019)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian bertempat di sekitar wilayah Porong yang terletak di Desa Gedang Kecamatan Porong Kabupaten Sidoarjo.

3.2 Waktu Penelitian

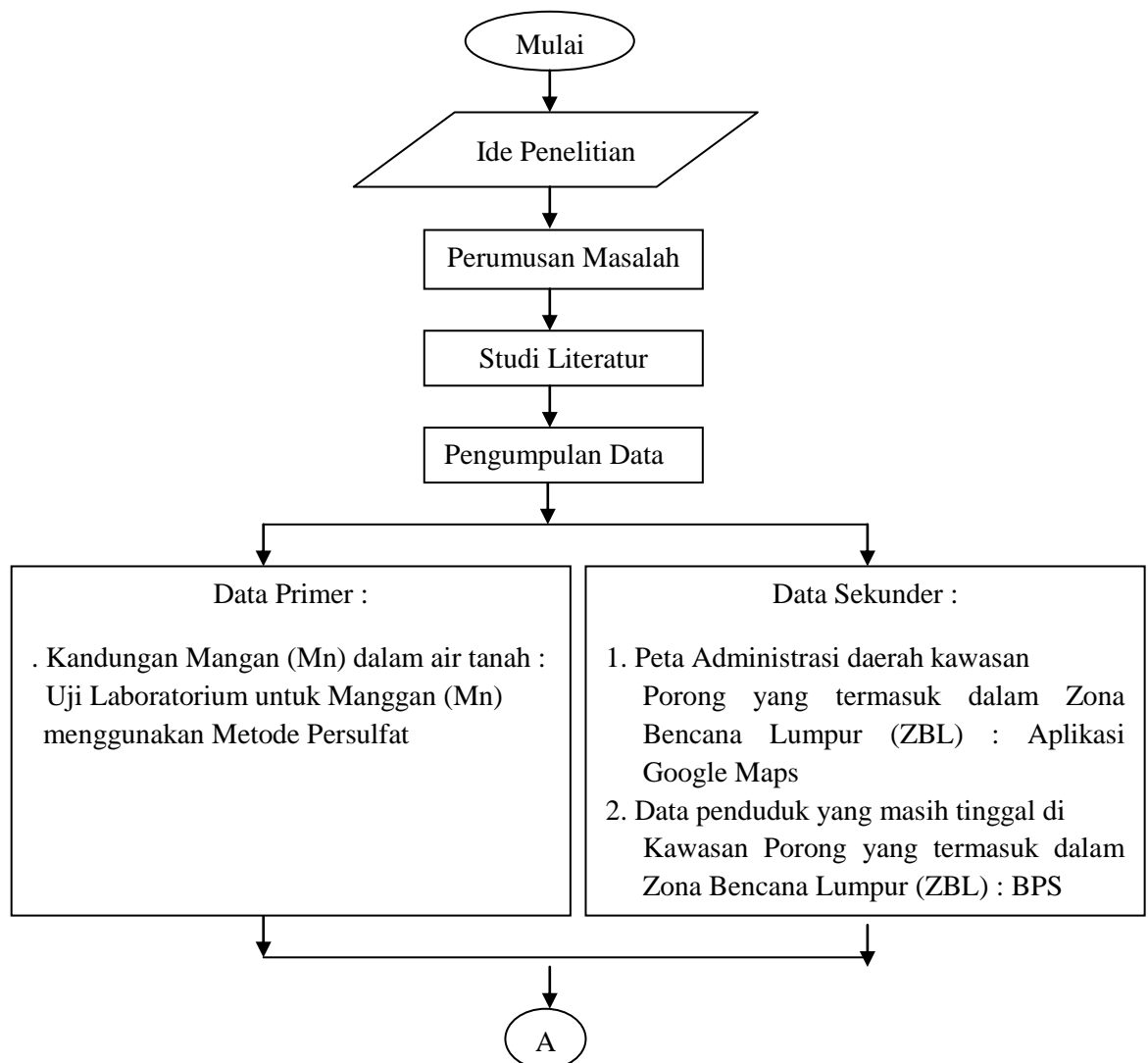
Waktu penelitian adalah 01 Maret 2019 – 31 Agustus 2019. Waktu penelitian lebih lengkapnya ditunjukkan pada jadwal penelitian ditunjukkan pada Tabel 3.1

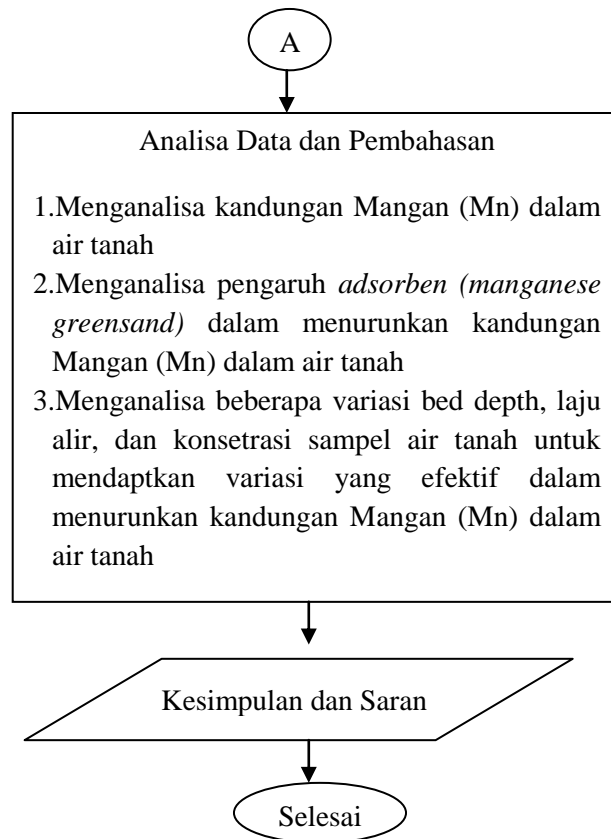
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

Tahapan Penelitian	Februari				Maret				April				Mei				Juni				Juli				Agustus			
	Minggu ke-				Minggu ke-				Minggu ke-				Minggu ke-				Minggu ke-				Minggu ke-				Minggu ke-			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Penyusunan Proposal																												
Sidang Proposal																												
Pengumpulan Data																												
Analisa Data																												
Penyusunan Laporan Akhir																												
Sidang Hasil																												
Revisi																												
Sidang Ujian Akhir																												
Pengumpulan Laporan Akhir																												
Sumber	:								Analisa								Penulis,								201			

3.3 Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini berisi tentang langkah-langkah yang akan dilakukan selama pelaksanaan penelitian. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Deskriptif Kuantitatif. Metode ini terdiri atas beberapa tahapan yaitu, persiapan, pelaksanaan, dan penyusunan laporan penelitian. Alur tahapan penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1 berikut:





Gambar 3.1 Diagram Alir Tahapan Penelitian

(Sumber : Analisa Penulis, 2019)

3.3.1 Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan dilakukan proses administrasi di program studi, hingga memperoleh persetujuan pelaksanaan penelitian pada obyek yang dikendaki. Pada tahap ini juga sudah mulai dilakukan studi literatur terhadap objek penelitian yang akan terus dilaksanakan hingga tahap penyusunan tugas akhir.

3.3.2 Tahap Pelaksanaan Penelitian

Pada Tahap pelaksanaan penelitian dilakukan dengan cara pengumpulan data primer dan data sekunder secara sistematis. Data sekunder dan data primer yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

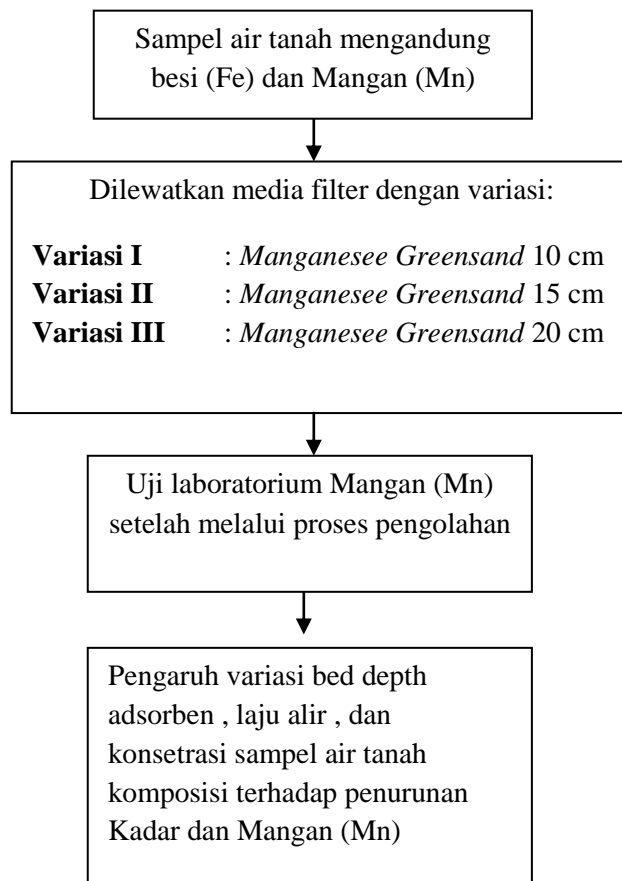
a Data Sekunder :

Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain :

- (1) Peta Administrasi daerah kawasan Porong yang termasuk dalam Zona Bencana Lumpur (ZBL) : Aplikasi Google Maps
- (2) Data penduduk yang masih tinggal di Kawasan Porong yang termasuk dalam Zona Bencana Lumpur (ZBL) : BPS

b. .Data Primer :

Data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu kandungan Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam air tanah. Adapun skema kerja pengambilan data primer ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Skema Kerja Pengambilan Data Primer

(Sumber : Analisa Penulis, 2019)

Adapun tahap pengumpulan data primer yaitu :

1. Pengambilan Sampel Air Tanah

Pengambilan sampel adalah mengumpulkan titik lokasi air tanah, dan titik lokasi yang akan diteliti mewakili (representatif) yaitu masih mempunyai semua sifat yang sama dengan air tanah di sekitar lokasi tersebut. peralatan yang digunakan saat pengambilan sampel air tanah ini yaitun water sampler dan botol kaca gelap.

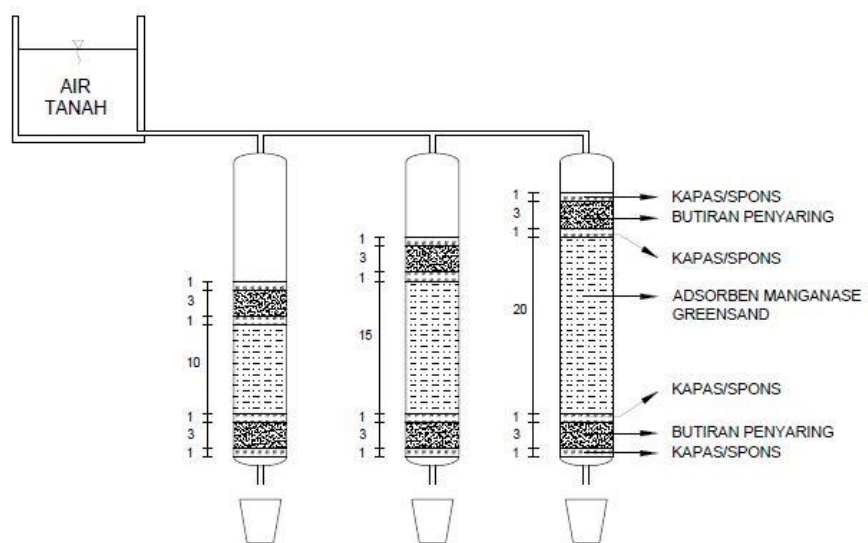
Pengambilan sampel air yang dijadikan sebagai bahan penelitian yaitu pada salah satu sumur yang berlokasi di desa Gedang Kecamatan Porong. Sampel air tanah diambil di satu titik dari lokasi desa Gedang dengan radius ± 500 m dari lokasi bencana lumpur lapindo.

2. Persiapan Alat dan Bahan

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Spektrofotometer
2. Labu takar 100 ml
3. Pipet ukur 10 ml
4. Pipet tetes
5. Gelas piala
6. Tabung reaksi
7. Filter dengan alat yang dibutuhkan sebagai berikut :
 - a. Paralon 1
 - b. Paralon 2
 - c. Paralon 3
 - d. Kran
 - e. Penutup paralon
 - f. Sambungan paralon
 - g. Selang aquarium
 - h. Kertas label

Berikut desain filter ditunjukkan pada gambar 3.4



Gambar 3.3 Desain Filter

(Sumber : Analisa Penulis, 2019)

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Kapas / spons
2. Butiran penyangga
3. Manganese greensand
4. Air tanah mengandung mangan (Mn)

3. Pengukuran mangan (Mn) Menggunakan Metode Persulfat

- Diukur 25 ml sampel air tanah dengan gelas ukur
- Ditetesi asam nitrat sebanyak 3 tetes pada sampel air
- Dititrasi dengan larutan AgNO_3 hingga timbul endapan dan dipanaskan
- Ditambahkan kristal $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 \pm 1$ sendok spatula
- Diamati perubahan setelah mendidih bila warna menjadi violet berarti positif mengandung Mangan (Mn)
- Dibandingkan larutan sampel dengan larutan standar KMnO_4

- Dicari dengan warna yang mirip dengan ke 6 larutan standar untuk penentuan konsentrasi Mangan (Mn) pada larutan sampel
- Dihitung kadar Mangan (Mn) dengan rumus

$$\text{Mn (mg/L)} = \frac{1000}{20} \times n \times a \text{ (BE Mn / BE KmNO}_4\text{)}$$

Keterangan : n = normalitas KmNO₄

a = KmNO₄ yang ditambahkan

3.3.3 Tahap Pengolahan Data dan Penyusunan Laporan

Tahap pengolahan data dan penyusunan laporan yaitu melaporkan semua hasil penelitian mengenai pengaruh variasi dan komposisi adsorben (karbon aktif, pasir silika, zeolit, manganese greensand) terhadap penurunan kandungan besi (Fe) dan mangan (Mn) dalam air tanah. Data kandungan mangan (Mn) kemudian di Analisa dengan metode deskriptif dan statistik. Metode Analisa data yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Analisa Deskriptif

Analisa deskriptif digunakan untuk menjelaskan mengenai kemampuan adsorben variasi dan komposisi dalam menurunkan mangan (Mn) dalam sampel air tanah. Analisa deskriptif menggunakan grafik dan gambar untuk mempermudah dalam pemabahasannya. Untuk mengetahui persentase penurunan kadar mangan (Mn) Dengan menggunakan rumus berikut :

$$Ef = \frac{Co - Ct}{Co} \times 100\%$$

Keterangan : Ef = Efektifitas Adsorpsi

Co = Konsentrasi awal sampel

Ct = Konsentrasi akhir sampel

2. Analisa Statistika

Analisa statistik menggunakan SPSS, dengan uji Kruskal Wallis adalah uji yang digunakan untuk mempelajari perbedaan rata-rata leboh dari dua kelompok atau lebih. Statistik ini dapat

digunakan sebagai pengganti uji ANNOVA satu jalan apabila data penelitian yang akan diuji berbentuk data peringkat atau data dalam skala ordinal. Sebagaimana uji non-parametrik lainnya, uji Kruskal-Wallis juga tidak memerlukan asumsi normal dan homogeny pada distribusi induknya. Persyaratan yang harus dipenuhi dalam uji ini adalah k buah sampel dipilih secara acak dan tidak dalam k buah kelompok yang akan disusun peringkatnya merupakan data kontiyu. Nilai keyakinan yang digunakan sebesar 95% dan *level of significant* (α) = 0,05

DAFTAR PUSTAKA

- Aliaman. 2017. *Pengaruh Absorpsi Karbon Aktif & Pasir Silika Terhadap Penurunan Kadar Besi (Fe), Fosfat (Po₄), Dan Deterjen Dalam Limbah Laundry.*
- Arif, Abdul Rahman. 2014. *Adsorpsi Karbon Aktif Dari Tempurung Kluwak (Pangium Edule) Terhadap Penurunan Fenol.*
- Darwis. 2018. *Pengelolaan Air Tanah.* Yogyakarta. Pena Indis.
- I, Hardini. 2011. *Peningkatan Kualitas Air Sumur Gali Menjadi Air Bersih Menggunakan Filter Mangan Zeolit Dan Karbon Aktif: Studi Kasus Air Sumur Gali Permukiman Desa Banjar Po Sidoarjo.* Jurnal Teknik Lingkungan. ITS Surabaya
- Joko, T. 2010. *Unit Produksi Dalam Sistem Penyediaan Air Minum .* Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Malekmohammadi, Sima, et.al. 2016. *Comparison of silica, activated carbon, and zeolite adsorbents in the removal of ammonium, iron, COD, turbidity and phosphate pollutants, and investigating the effect of discharge on the removal of pollutants.* International journal of Humanities and Cultural Studies ISSN 2356-5926.
- Muliawan, Arief, Rizki Ilmiani. 2016. *Metoda Pengurangan Zat Besi Dan Mangan Menggunakan Filter Bertingkat Dengan Penambahan Uv Sterilizer Skala Rumah Tangga.* Jurnal Ilmiah Vol 19 Hal 1-8.
- Octavianingrum , Gita Amalia, Iwan Rudiarto. 2015. *Pengaruh Keberadaan Lumpur Panas Sidoarjo Terhadap Kondisi Fisik Lingkungan Dan Sosial Ekonomi Masyarakat Sekitar.* Jurnal Teknik PWK Vol 4 Hal 1.

Peraturan Menteri Kesehatan nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

Purwonugroho, Nasrudin. 2013. *Keefektifan Kombinasi Media Filter Zeolit Dan Karbon Aktif Dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Pada Air Sumur.*

Putranto , Thomas Triadi, Kristi Indra Kusuma. 2009. *Permasalahan Airtanah Pada Daerah Urban.*

Rahmadhani, Dian Sari. 2014. *Perbedaan Keefektifan Media Filter Zeolit Dengan Arang Aktif Dalam Menurunkan Kadar Kesadahan Air Sumur Di Desa Kismoyoso Ngemplak Boyolali*

Said, Nusa Idaman. 2005. *Perbedaan Keefektifan Media Filter Zeolit Dengan Arang Aktif Dalam Menurunkan Kadar Kesadahan Air Sumur Di Desa Kismoyoso Ngemplak Boyolali.* JAI Vol 1 No 3

Salim, Noor, Nanang Saiful Rizal, Ricky Vihantara. 2018. *Komposisi Efektif Batok Kelapa sebagai Karbon Aktif untuk Meningkatkan Kualitas Airtanah di Kawasan Perkotaan.* Jurnal Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember, Jember.

Siabi, Worlanyo Kwadjo, Ghana. 2003. *Potential Of Actovated Carbon For Manganase And Iron Removal.* International Journal of Towards The Millenium Development.

Suliastuti, Indra. Pengaruh Perbandingan Jumlah Media Filter (Pasir Silika, Karbon Aktif, Zeolit) Dalam Kolom Filtrasi Terhadap Kualitas Air Mineral.

Sutandi, Ir Maria Christine., M.Sc. 2012. Penelitian Air Tanah