

**PENGARUH VARIASI JARAK TRAY AERATOR DALAM
MEREDUKSI BESI (Fe) DAN MANGAN (Mn)
PADA AIR SUMUR
(STUDI KASUS DI PONDOK PESANTREN AS'AD KOTA
JAMBI)**

TUGAS AKHIR

Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



DEDY OKTANIUS

1700825201004

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI
JAMBI
2023**

**PENGARUH VARIASI JARAK TRAY AERATOR DALAM
MEREDUKSI BESI (Fe) DAN MANGAN (Mn)
PADA AIR SUMUR
(STUDI KASUS DI PONDOK PESANTREN AS'AD KOTA
JAMBI)**

TUGAS AKHIR

Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI
JAMBI
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH VARIASI JARAK TRAY AERATOR DALAM
MEREDUKSI PARAMETER FE DAN MN PADA AIR SUMUR
(STUDI KASUS DI PONDOK PESANTREN AS'AD KOTA JAMBI)**

TUGAS AKHIR

Oleh

DEDY OKTANIUS

1700825201004

Dengan ini Dosen Pembimbing Tugas Akhir Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul dan Penyusunan sebagaimana tercantum di atas telah disetujui sesuai dengan prosedur, ketentuan, kelazimatan yang berlaku pada Program Strata Satu (S-1) Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari.

Jambi, 2023

Pembimbing I

Ir. Siti Umi Kalsum ST, M. Eng
NIDN : 1027067401

Pembimbing II


Asih Suzana, ST, MT
NIDN : 1016068408

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH VARIASI JARAK TRAY AERATOR DALAM MEREDUKSI
PARAMETER FE DAN MN PADA AIR SUMUR (STUDI KASUS DI
PONDOK PESANTREN AS'AD KOTA JAMBI)**

Tugas akhir ini telah dipertahankan pada Sidang Tugas Akhir Komprehensif
Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari

Nama : DEDY OKTANIUS

NPM : 1700825201004

Hari/Tanggal : 30 November 2023

Tempat : Ruang Sidang Fakultas Teknik

TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Ketua :

1. Drs. Guntar Marolop, S. M.Si
NIDN. 0001126110

Anggota

1. Asih Suzana, ST, MT
NIDN. 101606840E
2. Ir. Marhadi, ST, M.Si
NIDN. 1008038002
3. H. Henri Wibowo, ST, ME
NIDN. 9910003868
4. Ir. Siti Umi Kalsum, ST, M.Eng
NIDN. 1027067401

Disahkan Oleh

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. H. Fakhrul Rozi Yamali, Me
NIDN. 1015126501

Ketua Program Studi Teknik
Lingkungan

Marhadi, ST, M.Si
NIDN. 1008038002

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN



Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dedy Oktanius

NPM : 1700825201004

Judul : Pengaruh Variasi Jarak *Tray Aerator*

Dalam Mereduksi Parameter Fe dan Mn Pada Air
Sumur (Studi Kasus di Pondok Pesantren As'ad
Kota Jambi)

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Laporan Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Batanghari sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



1700825201004

ABSTRAK

Pengaruh Variasi Jarak *Tray Aerator* Dalam Mereduksi Parameter Fe dan Mn Pada Air Sumur (Studi Kasus di Pondok Pesantren As'ad Kota Jambi)

Dedy Oktanius; Dibimbing Oleh Pembimbing I Ir. Siti Umi Kalsum ST, M. Eng dan Pembimbing II Asih Suzana, ST.MT

XVii, 51 Halaman, 10 Tabel, 19 Gambar

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi jarak tray aerator terhadap penurunan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) pada air sumur dangkal di Pondok Pesantren As'ad Kota Jambi. Permasalahan utama yang dihadapi adalah kualitas air sumur yang berwarna kekuningan dan berbau, yang menunjukkan adanya kandungan Fe dan Mn melebihi baku mutu sehingga memerlukan pengolahan sebelum digunakan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen dengan variasi jarak antar tray aerator yaitu 0,5 m, 0,75 m, dan 1 m, serta dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali untuk setiap perlakuan. Parameter yang dianalisis meliputi konsentrasi Fe dan Mn sebelum dan sesudah proses aerasi. Berdasarkan hasil penelitian, variasi jarak tray aerator 0,5 m, 0,75 m, dan 1 m menunjukkan perbedaan efisiensi dalam menurunkan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) pada air sumur. Data uji laboratorium menunjukkan bahwa jarak 0,5 m memberikan hasil paling efektif dengan efisiensi penurunan Fe mencapai lebih dari 80% dan Mn sebesar 93%, sedangkan pada jarak 0,75 m efisiensi penurunan masih terjadi namun lebih rendah, dan pada jarak 1 m menunjukkan efisiensi paling kecil. Secara spesifik, pada parameter Mn dengan jarak 1 m, konsentrasi awal sebesar 0,096 mg/L menurun menjadi rata-rata 0,045 mg/L dengan efisiensi 53,125%. Selain itu, konsentrasi Mn terendah sebesar 0,007 mg/L ditemukan pada jarak 0,5 m, sedangkan konsentrasi tertinggi sebesar 0,045 mg/L terjadi pada jarak 1 m. Berdasarkan seluruh data tersebut, dapat disimpulkan bahwa variasi jarak tray aerator berpengaruh terhadap tingkat penurunan Fe dan Mn, dengan jarak 0,5 m merupakan kondisi paling efektif dalam penelitian ini.

Kata Kunci : Tray Aerator, Besi (Fe), Mangan (Mn), Air Sumur

ABSTRACT

This study aims to analyze the effect of variations in aerator tray distance on the decrease in iron (Fe) and manganese (Mn) levels in shallow well water at the As'ad Islamic Boarding School, Jambi City. The main problem faced is the quality of the well water which is yellowish and smelly, which indicates that the content of Fe and Mn exceeds the quality standard so that it requires treatment before use. The method used in this study was an experiment with variations in the distance between the aerator trays, namely 0.5 m, 0.75 m, and 1 m, and repeated three times for each treatment. The parameters analyzed included the concentrations of Fe and Mn before and after the aeration process. Based on the results of the study, the variation in the distance of the aerator tray of 0.5 m, 0.75 m, and 1 m showed a difference in efficiency in reducing iron (Fe) and manganese (Mn) levels in well water. Laboratory test data showed that the 0.5 m distance gave the most effective results with the Fe reduction efficiency reaching more than 80% and Mn by 93%, while at 0.75 m the decrease efficiency was still occurring but lower, and at a distance of 1 m showed the least efficiency. Specifically, at the Mn parameter with a distance of 1 m, the initial concentration of 0.096 mg/L decreased to an average of 0.045 mg/L with an efficiency of 53.125%. In addition, the lowest Mn concentration of 0.007 mg/L was found at a distance of 0.5 m, while the highest concentration of 0.045 mg/L occurred at a distance of 1 m. Based on all these data, it can be concluded that the variation in the distance of the aerator tray has an effect on the rate of decrease in Fe and Mn, with a distance of 0.5 m being the most effective condition in this study.

Keywords: Aerator Tray, Iron (Fe), Manganese (Mn), Well Water

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

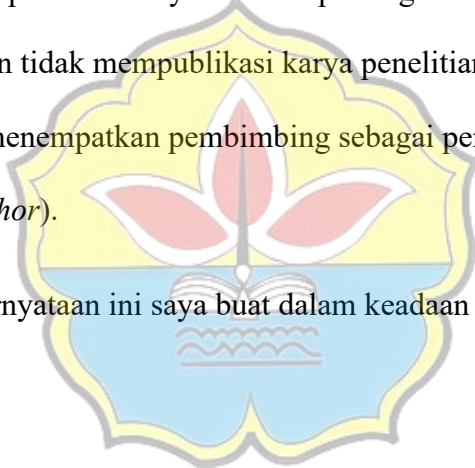
Nama : Dedy Oktanius

NPM : 1700825201004

Judul : Pengaruh Variasi Jarak *Tray Aerator* Dalam Mereduksi Parameter Fe dan Mn Pada Air Sumur (Studi Kasus di Pondok Pesantren As'ad Kota Jambi)

Memberi izin kepada pembimbing dan Universitas Batanghari untuk mempublikasi hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasi karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Coresponding Author*).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari siapapun.



Jambi, November 2023

Dedy Oktanius

1700825201004

PRAKATA

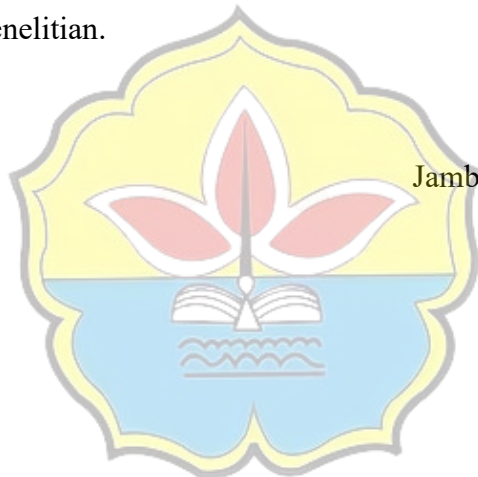
Alhamdulillah rabbil'alamin puji syukur kepada Allah subhannahu wata'ala yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Variasi Jarak *Tray Aerator* Dalam Mereduksi Parameter Fe dan Mn Pada Air Sumur (Studi Kasus di Pondok Pesantren As'ad Kota Jambi)”. Tugas Akhir ini merupakan salah satu pemenuhan syarat untuk menyelesaikan jenjang Strata-1 di jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan, arahan, dan dukungan dari berbagai pihak. Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan terlebih dahulu kepada Allah SWT atas segala nikmat dan kekuatan yang diberikan. Tak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada Bapak Syamsul Huda dan Ibu Asminah, kedua orang tua penulis yang memberikan do'a, semangat dan dukungan materi. Dukungan mereka menjadi anugerah terbesar dalam motivasi utama dalam menyelesaikan studi ini. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. H. Fakhrol Rozi Yamali, ME selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Batanghari.
2. Bapak Marhadi, ST, M.Si selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari.
3. Ibu Siti Umi Kalsum, ST, M. Eng selaku pembimbing I, yang telah memberikan arahan, masukkan dan bimbingan dengan penuh kesabaran.

4. Ibu Asih Suzana, ST, MT selaku pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan, saran, dan kritik untuk membangun kesempurnaan tugas akhir ini.
5. Seluruh teman-teman Teknik Lingkungan yang memberikan motivasi dan saran selama proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan. Sehingga saran yang membangun dari pembaca sangat diperlukan guna membuat Tugas Akhir ini lebih baik lagi, sehingga bermanfaat bagi penulis yang melakukan penelitian.



Jambi,

2023

Penulis

Dedy Oktanius

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vii
PRAKATA	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sumber Air Tanah	6
2.1.1 Proses Terbentuknya Air Tanah	7
2.1.2 Pencemaran Air Tanah	8
2.2 Karakteristik Air Tanah	9

2.3 Teknik Pengelolaan Air Tanah.....	11
2.4 Macam – Macam Metode Aerasi	11
2.5 Tray aerator	16
2.6 Penelitian Terdahulu.....	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Jenis Penelitian.....	22
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	22
3.3 Diagram Air.....	24
3.3.1 Pengumpulan Data	25
3.3.2 Variabel Penelitian	25
3.4 Prosedur Pengambilan Sampel.....	25
3.5 Pembuatan Alat Tray Aerator.....	27
3.5.1 Persiapan Alat dan Bahan.....	28
3.5.2 Perancangan Alat.....	28
3.6 Eksperimen.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Penelitian.....	30
4.1.1 Hasil Uji Sampel Air Baku	30
4.1.2 Hasil Uji Konsentrasi Besi Air Olahan.....	31
4.1.4 Hasil Uji Konsentrasi Mangan Pada Air Sumur Sesudah Perlakuan.....	37
4.2 Pembahasan	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	48
5.2 Saran.....	49



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	18
Tabel 4.1 Pemeriksaan Kadar Besi Air Sumur Sebelum Aerasi.....	30
Tabel 4.2 Hasil Uji Besi Jarak 0,5 m.....	31
Tabel 4.3 Hasil uji Konsentrasi Besi Jarak 0,75 m.....	34
Tabel 4.4 Hasil Uji Konsentrasi Besi Jarak 1 Meter.....	35
Tabel 4.5 Hasil Uji Konsentrasi Mangan Variasi 0,5 Meter.....	37
Tabel 4.6 Hasil Uji Konsentrasi Mangan Jarak 0,75 Meter.....	39
Tabel 4.7 Hasil Uji Konsentrasi Mangan Jarak 1 Meter.....	41
Tabel 4.8 Efisiensi Setelah Melakukan Uji Pada Kadar Besi.....	42
Tabel 4.9 Efisiensi Setelah Melakukan Uji Pada Kadar Mangan.....	44



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Waterfall aerator <i>Tray Aerator</i>	12
Gambar 2.2 <i>Cascade Aerator</i>	13
Gambar 2.3 <i>Multiple Plat Form Aerator</i>	14
Gambar 2.4 <i>Spray Aerator</i>	15
Gambar 2.5 <i>Bubble Aertator</i>	15
Gambar 2.6 Rangkaian Alat Pengolahan Air Sumur.....	16
Gambar 3.1 Peta Lokasi Pondok Pesantren As'ad desa Olak Kemang Kota Jambi.....	23
Gambar 3.2 Diagram Air.....	24
Gambar 3.3 <i>Tray Aerator</i>	27
Gambar 4.1 Hasil Uji Konsentrasi Besi jarak 0,5 m.....	32
Gambar 4.2 Hasil Uji Konsentrasi Besi Jarak 0,75 Meter.....	34
Gambar 4.3 Hasil Uji Konsentrasi Besi Jarak 1 Meter.....	36
Gambar 4.4 Hasil Uji Konsentrasi Mangan Jarak 0,5 Meter.....	37
Gambar 4.5 Hasil Uji Konsentrasi Mangan Jarak 0,75 m.....	40
Gambar 4.6 Hasil Uji Konsentrasi Mangan 1 Meter.....	41
Gambar 4.7 Efiseinsi Penyisihan Kadar Besi.....	42
Gambar 4.8 Efisiensi Penyisihan Kadar Mangan.....	44
Gambar 4.9 Pengaruh Konsentrasi Besi.....	46
Gambar 4.10 Pengaruh Konsentrasi Mangan.....	47

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sumber air bersih terdiri dari air permukaan, air hujan dan air tanah. Air tanah dangkal pada umumnya banyak digunakan masyarakat yang tidak mendapat suplai atau pelayanan dari perusahaan air minum. Namun kualitas air tanah dangkal pada umumnya banyak mengandung Besi (Fe) dan Mangan (Mn) yang tinggi hal ini ditandai dengan warna air kuning-kecoklatan, kadar besi (Fe) dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti rasa mual ketika dikonsumsi, rusaknya dinding usus dan iritasi pada mata dan kulit, sementara kadar Mangan (Mn) yang melebihi baku mutu dapat menyebabkan gangguan pada pembuluh *vaskuler*, jantung dan saraf sehingga perlu pengolahan terlebih dahulu (Febrina, 2014). Air tanah dalam yang telah diolah jika akan dijadikan air untuk keperluan sanitasi harus memenuhi baku mutu air Permenkes Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan.

Sebagian masyarakat Kota Jambi yang belum mendapat pelayanan air bersih dari pemerintah daerah masih mengandalkan air tanah dangkal sebagai sumber air bersih. Pemanfaatan air tanah banyak digunakan oleh masyarakat baik pada rumah tangga maupun sekolah dan perkantoran. Salah satu yang menggunakan air tanah dalam sebagai sumber air bersih adalah pondok pesantren As'ad yang terletak di Kelurahan Olak Kemang, Kecamatan. Danau Teluk, Kota Jambi.

Permasalahan air sumur di Pondok Pesantren As'ad antara lain timbulnya bau dan berwarna kuning-kecoklatan pada air sumur, hal ini menunjukkan bahwa air

tanah dangkal pada pondok pesantren As'ad memiliki kandungan Besi (Fe) dan Mangan (Mn), sehingga diperlukannya proses reduksi kandungan Besi dan Mangan salah satunya dengan proses aerasi. Aerasi merupakan proses pengolahan air dengan cara mengkontakkan dengan udara. Terdapat beberapa jenis yang dapat digunakan *gravity aerator*, *spray aerator*, *diffuser aerator*, dan *mechanical aerator* (Zairinayati & Maftukhah, 2019).

Pondok pesantren memiliki santri atau santriwati yang berjumlah 1000 orang dengan kebutuhan air bersih sebesar 120.000 liter air/hari dengan mengandalkan sumur air tanah dangkal karena lokasi ini belum mendapat pelayanan air bersih dari perusahaan air minum setempat. Kondisi air sumur digunakan berwarna kekuningan dan berbau. Untuk itu diperlukan penelitian untuk mengolah air tersebut untuk menyisihkan pencemar yang terkandung pada air tersebut. Pada penelitian ini proses penyisihan akan metode *Tray aerator*.

Sementara *tray aerator* merupakan metode aerasi dengan susunan nampan secara vertikal. Air akan melewati tingkatan nampan yang berlubang dan akan ditampung di bawah. metode untuk menerapkan metode aerasi dengan *tray aerator* tidak memerlukan tempat yang besar, mudah dalam pembuatan alat dan biaya relatif murah sehingga dapat digunakan masyarakat (dengan lebih aplikatif). Tray-tray dengan bahan yang cocok seperti lempengan semen yang berlobang, pipa plastik berdiameter kecil atau lempengan yang terbuat dari kayu secara paralel (Zairinanayati, 2019).

Efisiensi penyisihan besi dengan *tray aerator* variasi jarak tingkat tray 30 cm, 40, cm, dan 50 cm dapat menyisihkan kadar besi sebesar 99% (Rahma, 2019).

Penelitian dengan desain *tray aerator* 6 tingkat jarak antar nampan 25 cm mampu menyisihkan kadar besi pada air sumur gali dapat menurunkan kadar Fe pada perlakuan pertama yaitu 2,574 mg/l dan rata-rata selisih penurunan kadar Fe pada perlakuan kedua yaitu 2,541mg/l. Sementara Adriano,(2022), meneliti pengaruh jarak tingkat *tray aerator* dengan variasi 3,5 dan 7 tingkat. Hasil penelitian pada tiga tingkat dapat menyisihkan Fe sebesar 72%, lima tingkat 92% dan tujuh tingkat 94%.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah pada penelitian ini.

1. Bagaimana pengaruh variasi jarak *tray aerator* terhadap penyisihan kadar besi dan mangan pada air sumur tanah dangkal pondok pesantren As'ad Kota Jambi ?
2. Bagaimana bagaimana penyisihan menggunakan *tray aerator* pada parameter besi (Fe) dan mangan (Mn) pada air sumur dangkal ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh variasi jarak variasi jarak *tray aerator* dalam penyisihan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) pada air sumur tanah dangkal pondok pesantren As'ad.
2. Mengetahui efisiensi *tray aerator* dalam penyisihan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) pada air sumur tanah dangkal pondok pesantren As'ad.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Sampel air sumur diambil pada kedalaman 11 Meter di sumur Pondok Pesantren As'ad, Kota Jambi
2. Penelitian berupa waktu pengambilan sampel dan simulasi *tray aerator* dilakukan pada siang hari, pukul 12:00 WIB – 16:00 WIB;
3. Pengulangan percobaan penelitian setiap variasi sebanyak 3 kali;
4. Nampan yang digunakan berbahan plastik, dengan tinggi antar nampan 0,5 meter, 0,75 meter, 1 meter;
5. Parameter yang dianalisis adalah besi (Fe) dan mangan (Mn) pada air sumur tanah dangkal

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah penulisan laporan tugas akhir ini, maka sistematika penulisan disusun .

BAB I Pendahuluan

Bab ini menguraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Pada bab ini, dijabarkan konsep-konsep teori dasar dan referensi dari peneliti terdahulu sebagai referensi penulis dalam menganalisis data pada penelitian. Tinjauan pustaka ini merupakan teori untuk dikatakan bahwa penelitian ini original atau asli dari penulis.

BAB III Metodologi Penelitian

Uraian metodologi penyelesaian masalah dapat berupa variable-variabel dalam penelitian, model desain yang digunakan, rancangan penelitian, teknik pengumpulan data dan analisis data, dan cara analisa hasil penelitian. Bab 3 terdiri dari : Jenis penelitian, menjelaskan metode penelitian yang akan digunakan baik kuantitatif maupun kualitatif. Tempat dan waktu penelitian, menjelaskan lokasi dan waktu penelitian berlangsung. Diagram alir penelitian menjelaskan tahapan alur penelitian secara rinci. Alat dan bahan yang digunakan, prosedur laboratorium dan lain sebagainya. Analisa data menjelaskan metode analisis yang digunakan untuk menganalisis data penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab IV, dibahas mengenai proses dan hasil penelitian perhitungan dan pengolahan data, serta pembahasan hasil penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab V berisi kesimpulan dan saran dari hasil penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sumber Air Tanah

Air tanah merupakan salah satu sumber air yang dapat dimanfaatkan oleh sebagian besar penduduk Indonesia untuk kebutuhan air minum. Pada umumnya air tanah terlihat jernih, akan tetapi ada saatnya air tanah terlihat keruh dan kotor jika di pengaruhi oleh zat pencemar. Air tanah yang jernih umumnya terdapat pada daerah pegunungan yang jauh dari sumber polutan. Penurunan kualitas air tanah umumnya disebabkan oleh aktivitas manusia yang menyebabkan pencemaran, walaupun kualitas air tanah secara alami tanpa gangguan manusia belum tentu selalu bersih (Notodarmojo, 2005 dan Desiana, 2011).

Air tanah berasal dari air hujan dan air permukaan yang terkumpul di bawah permukaan tanah, yang meresap (*infiltrate*) mula-mula ke zona tak jenuh (*zone of aeration*) dan kemudian meresap semakin dalam (*percolate*) hingga mencapai zona jenuh air dan menjadi air tanah. Bagi kehidupan makhluk hidup air tanah merupakan salah satu air yang sangat bermanfaat dan penting. Bukan hanya manusia yang memanfaatkan air tanah, tetapi juga tumbuhan dan hewan. Manusia sendiri biasa memanfaatkan air tanah untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, seperti untuk mandi, air minum, dan sebagainya. Tumbuhan juga sangat memerlukan air tanah, karena tumbuhan sangat bergantung pada air tanah untuk proses penyerapan mineral penting bagi pertumbuhannya (Sutandi, 2012).

Sumber utama air tanah adalah dari air hujan yang masuk melalui infiltrasi ke dalam tanah. Selain dari air hujan air tanah dapat juga berasal dari dalam tanah

meskipun jumlahnya relatif sedikit. Proses pergerakan air dimulai dari proses penguapan air permukaan ke atmosfer dinamakan proses evaporasi dari tumbuhan dinamakan proses transpirasi dan proses gabungan dari keduanya dinamakan evapotranspirasi. Sebagian air tersebut mengalir sebagai limpasan melalui berbagai bentuk badan air seperti sungai, danau, rawa dan kemudian masuk ke laut. Sebagian air yang lain mengalami infiltrasi dan perkolasi membentuk aliran bawah permukaan menjadi aliran tanah (Zein, 2012).

Pada dasarnya ada empat sumber air tanah di dalam bumi yaitu :

- a. Daerah yang masih dipengaruhi oleh udara luar Terdapat lapisan tanah yang mengandung air pada bagian atasnya, yang dimanfaatkan oleh tanaman. Lapisan ini disebut tanah jenuh air atau *Field Capacity* apabila lapisan atau zona ini telah jenuh;
- b. Daerah jenuh air, daerah ini mengacu pada kedalaman muka air tanah, yang dapat diamati dari beberapa sumur. Kedalaman daerah jenuh air sangat ditentukan oleh kondisi topografi dan jenis batumannya;
- c. Daerah kapiler air yang merupakan peralihan antara daerah yang dipengaruhi oleh udara dengan daerah jenuh air. Pada daerah ini, air tanahnya diperoleh dari proses kapilarisasi;
- d. Daerah air dalam ini terdapat di dalam batuan, dan biasanya terletak di antara dua lapisan kedap air.

2.1.1 Proses Terbentuknya Air Tanah

Berdasarkan daur hidrologi dapat dipahami bahwa air tanah dapat berinteraksi dengan air permukaan serta komponen-komponen lain yang terlibat

dalam daur hidrologi diantaranya bentuk topografi, jenis batuan penutup, penggunaan lahan dan lain-lain. Air tanah dan air permukaan saling berkaitan dan berinteraksi. Setiap aksi pemompaan, pencemaran terhadap air tanah akan memberikan reaksi terhadap air permukaan, demikian sebaliknya (Sutandi, 2012).

2.1.2 Pencemaran Air Tanah

Pencemaran air adalah peristiwa dimana masuknya zat-zat atau komponen yang lainnya yang menyebabkan kualitas air terganggu bahkan menurun. Menurut Wardhana (1995) dan Diana, (2007), pencemaran air tanah adalah suatu keadaan dimana air telah mengalami penyimpangan/ perubahan dari keadaan normalnya.

Beberapa sumber pencemaran yang menyebabkan menurunnya kualitas air tanah antara lain (*Freeze dan Chery 2011*):

- a. Pembuangan limbah ketanah;
- b. Sampah dari TPA;
- c. Kegiatan pertanian;
- d. Pembuangan limbah cair pada sumur dalam.

Terjadinya pencemaran pada air tanah karena adanya perubahan tatanan air di bawah permukaan tanah, baik itu proses alam ataupun kegiatan manusia yang mengakibatkan turunnya mutu kualitas air sampai ke tingkat tertentu sehingga tidak lagi sesuai dengan pemanfaatannya (Thomas, 2009). Menurunnya kualitas air tanah sangat erat kaitanya dengan pencemaran air tanah, semakin lama semakin tercemar oleh berbagai polutan akibat pertumbuhan jumlah penduduk.

Menurut Harmayani (2007), pencemaran air dapat menentukan indikator yang terjadi pada air lingkungan. Pencemaran air dikelompokkan sebagai berikut:

1. Bahan buangan organik

Bahan buangan organik pada umumnya berupa limbah yang dapat membusuk atau terdegradasi oleh mikroorganisme, sehingga hal ini dapat mengakibatkan semakin berkembangnya mikroorganisme dan mikroba patogen pun ikut juga berkembang biak di mana hal ini dapat memicu berbagai macam penyakit.

2. Bahan buangan anorganik

Bahan buangan anorganik pada umumnya berupa limbah yang sulit didegradasi oleh mikroorganisme atau tidak dapat membusuk. Apabila bahan buangan anorganik ini masuk ke air lingkungan maka akan terjadi peningkatan jumlah ion logam di dalam air, sehingga hal ini dapat mengakibatkan air menjadi bersifat sadah.

3. Bahan buangan zat kimia

Bahan buangan zat kimia seperti bahan pencemar air seperti sabun, bahan pemberantas hama, zat warna kimia, dan zat radioaktif dan lain-lain. Zat kimia ini di air lingkungan merupakan racun yang mengganggu dan dapat mematikan tumbuhan, hewan air, bahkan juga manusia.

2.2 Karakteristik Air Tanah

Karakteristik pada pergerakan air tanah menyebabkan pelarutan-pelarutan mineral-mineral batuan, sehingga berpengaruh ke komposisi kimia air tanah. Menurut *Todd (1980)*, faktor litologi, struktur geologi dan stratigrafi merupakan informasi penyusun air tanah dan *akuifer*. Berdasarkan hal tersebut maka kondisi air tanah yang berada di sekitar Rawa Jombor menjadi sangat khas. Kondisi karakteristik yang terdiri dari lebih satu perlapisan membuat pelarutan yang terjadi

berlangsung secara bervariasi dan menghasilkan tiga macam air tanah, yaitu air tawar (*fresh water*), air payau, dan air asin (*salt water*).

Lapisan tanah bawah yang mengandung air, disebut dengan *akuifer*. Rawa Jombor secara umum tersusun oleh 2 tipe *akuifer*, yaitu akuifer bebas dan tertekan. Akuifer bebas Rawa Jombor meliputi akuifer bebas primer dan *akuifer* bebas sekunder. *Akuifer* bebas primernya tersusun oleh endapan lempung pasir vulkan Merapi Muda, sedangkan *akuifer* bebas sekundernya tersusun oleh batu gamping porous atau sekis-filit yang berasal dari endapan laut dalam. *Akuifer* bebas primer tersusun dari endapan lempung pasir yang menghasilkan air tawar, sedangkan akuifer bebas sekunder tersusun atas batuan gamping dengan banyak retakan dan sisipan kuarsa, sehingga menghasilkan air tanah yang payau sampai dengan asin.

Air tanah pada umumnya mempunyai sifat-sifat yang menguntungkan, khususnya dari segi bakteriologis, namun dari segi kimiawi air tanah mempunyai beberapa karakteristik tertentu tergantung pada lapisan kesadahan, kalsium, magnesium, pH, besi (Fe), unsur nitrogen dan lain-lainnya.

Keuntungan dan kerugian pemanfaatan air tanah.

1. Keuntungan:

Secara umum air dengan karakteristik tersebut tidak mengandung mikroorganisme patogen yang berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan, sehingga dapat dimanfaatkan secara langsung tanpa melalui proses pengolahan tambahan, serta memiliki tingkat kemudahan akses yang tinggi dan relatif lebih efisien dari segi biaya perolehannya.

2. Kerugian:

Air tanah memiliki beberapa kerugian atau kelemahan dibanding sumber air lainnya karena air tanah mengandung zat-zat mineral dalam konsentrasi tinggi. Zat-zat mineral tersebut antara lain magnesium, kalsium dan besi yang menyebabkan kesadahan. Biasanya membutuhkan pemompaan untuk mendapatkannya.

2.3 Teknik Pengelolaan Air Tanah

Menurut Sutrisno (2010), aerasi adalah pengolahan air dengan mengontakkannya dengan udara. Aerasi secara luas telah digunakan untuk mengolah air yang mempunyai kandungan kadar besi (*Fe*) dan Mangan (*Mn*) terlalu tinggi (mengurangi kandungan zat konsentrasi zat padat terlarut). Zat-zat tersebut memberikan rasa pahit pada air, menghitamkan pemasakan beras dan memberikan noda hitam kecoklat-coklatan pada pakaian yang di cuci.

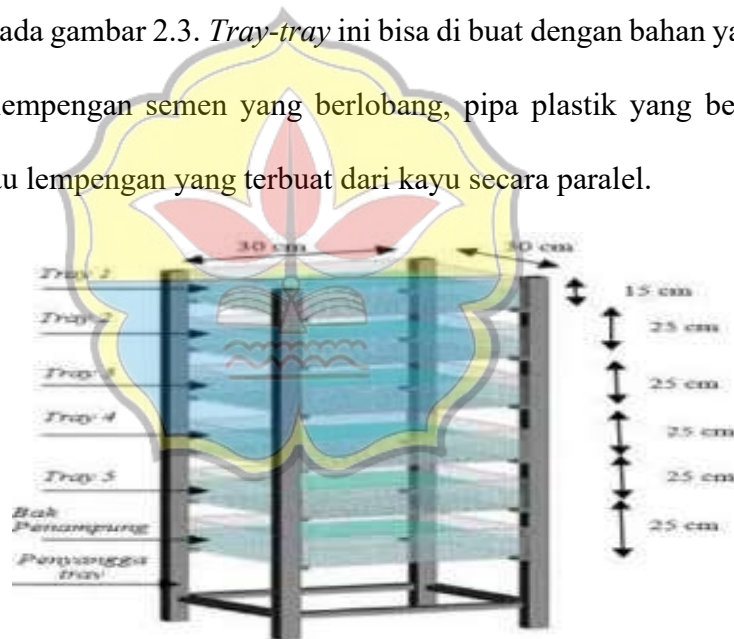
Proses aerasi adalah oksigen yang ada di udara, akan bereaksi dengan senyawa ferus terlarut mengubah mereka menjadi *ferric* yang tidak bisa larut. Setelah itu dilanjutkan dengan pengendapan atau penyaringan. Untuk pengolahan air minum, kebanyakan dilakukan dengan menyebarkan air agar kontak dengan udara melalui tetesan air yang kecil (*waterfall aerator*/aerator air terjun), atau dengan mencampur dengan gelembung- gelembung udara (*bubble aerator*). Dengan kedua cara tersebut jumlah oksigen bisa dinaikkan sampai 60-80 % (dari jumlah oksigen yang tertinggal, yaitu air yang mengandung oksigen sampai jenuh).

2.4 Macam – Macam Metode Aerasi

1. *Waterfall Aerator (Tray Aerator)*

Pengolahan air aerasi dengan metode *waterfall aerator/Multiple aerator* seperti gambar, susunannya sangat sederhana dan tidak mahal serta memerlukan ruang yang kecil.

Jenis aerator ini terdiri 3-8 *tray* dengan dasarnya penuh lobang-lobang, dan jarak antar *tray* 30-50 cm. Melalui pipa berlobang air dibagi rata melalui atas *tray*, dari sini percikan-percikan kecil turun kebawah dengan kecepatan kira-kira 0,02 m/detik permukaan *tray*. Tetesan yang kecil menyebar dan dikumpulkan kembali pada setiap *tray* berikutnya dapat dilihat pada gambar 2.3. *Tray-tray* ini bisa di buat dengan bahan yang cocok seperti lempengan semen yang berlobang, pipa plastik yang berdiameter kecil atau lempengan yang terbuat dari kayu secara paralel.

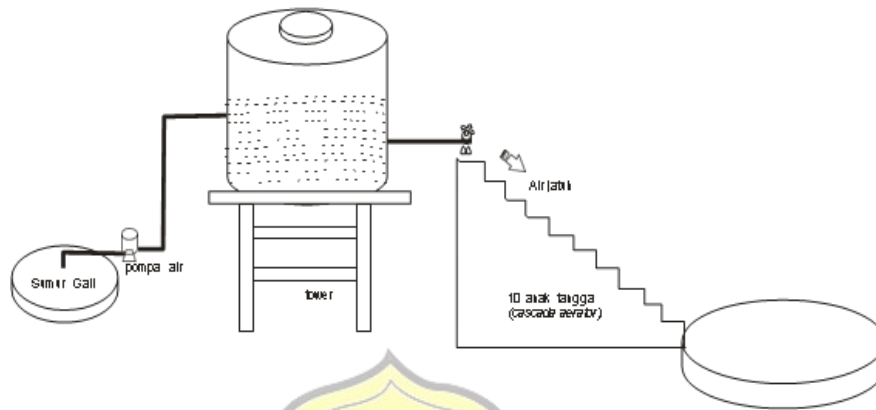


Gambar 2.1 Waterfall aerator (Tray Aerator) (Zairinayati & Maftukhah, 2019).

2. Cascade Aerator

Pada dasarnya aerator ini terdiri dari 4-6 step/tangga, setiap step kira-kira ketinggian 30 cm dimana sumber air baku (sumur gali) dapat dilihat gambar 2.4, air di pompa dengan pompa menuju bak penampung yang di sanggah dengan tower kemudian air dialirkan ke cascade melalui

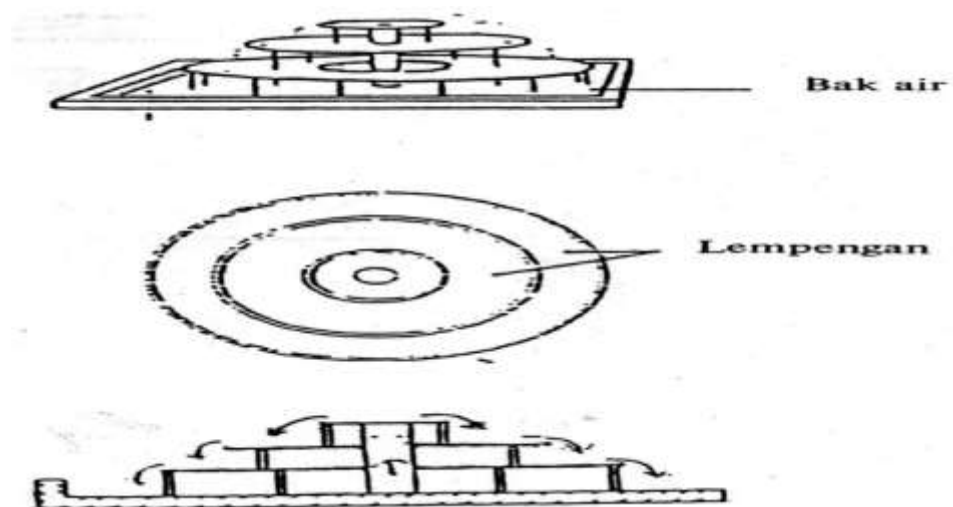
keran lalu air akan berakhir di bak penampung. Dibanding dengan *tray aerators*, ruang yang diperlukan bagi *cascade aerators* agak lebih besar tetapi total kehilangan tekanan lebih rendah.



Gambar 2.2 Cascade Aerator (Eko, 2012).

3. *Multiple Plat Form Aerator*

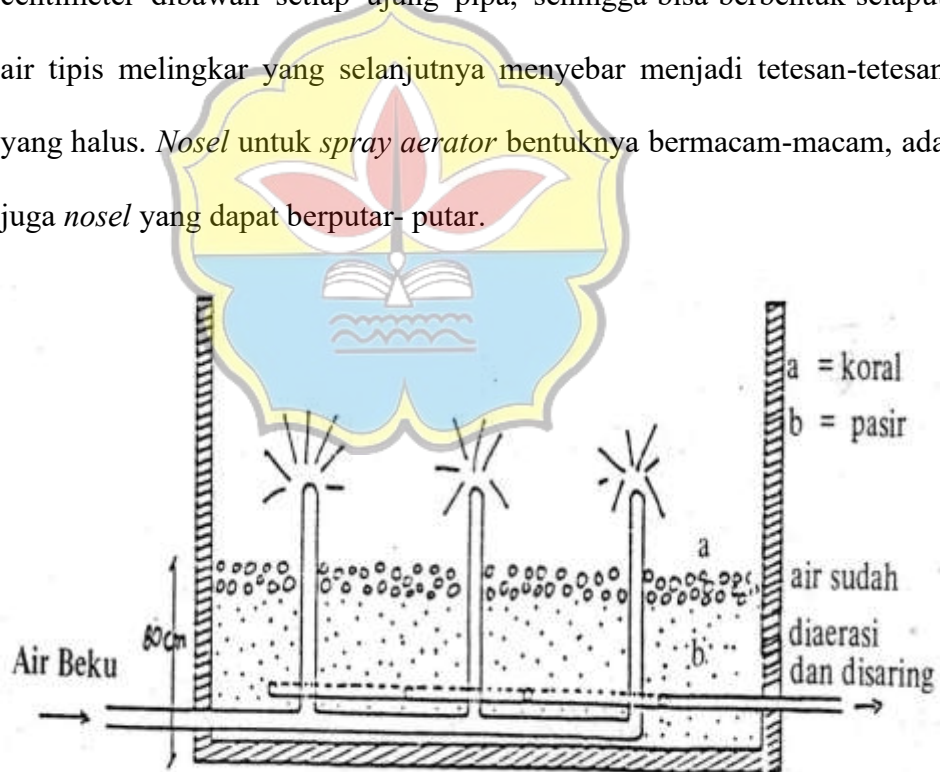
Memakai prinsip yang sama dengan cascade aerator, *Multiple Plat Form Aerator* terdiri dari lempengan-lempengan untuk menjatuhkan air. Seperti gambar 2.5 guna mendapatkan kontak secara penuh udara terhadap air.



Gambar 2.3 Multiple Plat Form Aerator (munthe, Jasmen , & Realita, 2018).

4. *Spray Aerator*

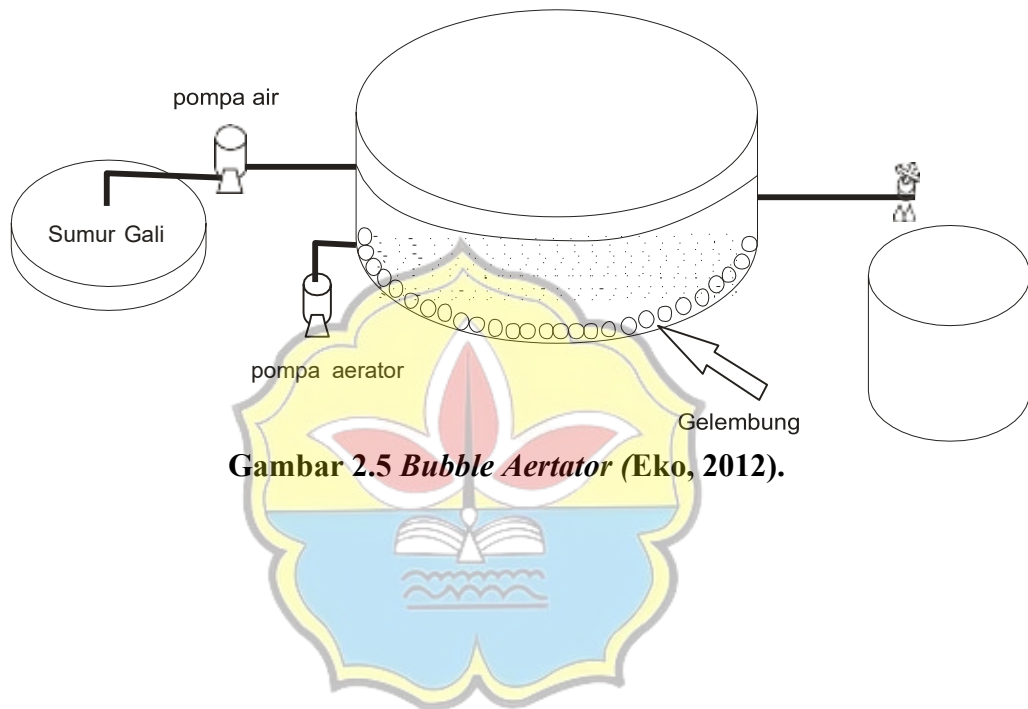
Terdiri atas *nosel* penyemprot yang tidak bergerak (*stationary nozzles*) dihubungkan dengan kisi lempengan yang mana air disemprotkan ke udara disekeliling pada kecepatan 5-7 m/det. *Spray aerator* sederhana dapat di lihat pada gambar 2.6, dengan pengeluaran air kearah bawah melalui batang-batang pendek dari pipa yang panjangnya 25 cm dan diameter 15-20 mm. Piringan melingkar ditempatkan beberapa centimeter dibawah setiap ujung pipa, sehingga bisa berbentuk selaput air tipis melingkar yang selanjutnya menyebar menjadi tetesan-tetesan yang halus. *Nosel* untuk *spray aerator* bentuknya bermacam-macam, ada juga *nosel* yang dapat berputar-putar.



Gambar 2.4 Spray Aerator (Joko, 2010).

5. *Aerator Gelembung Udara (bubble aerator)*

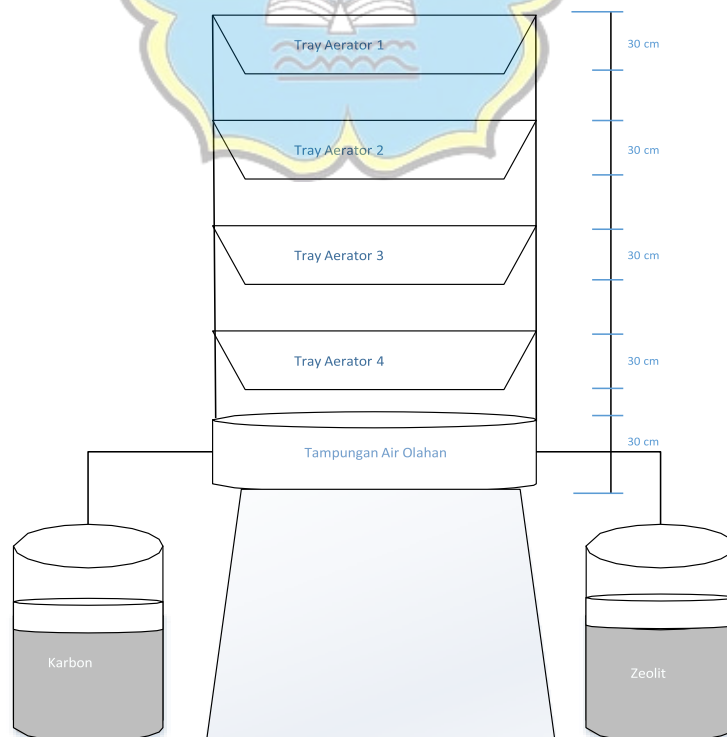
Jumlah udara yang diperlukan untuk *aerasi bubble* (aerasi gelembung udara) tidak banyak, tidak lebih dari 0,3-0,5 m³ udara/m³ air dan volume ini dengan mudah bisa dinaikkan melalui suatu penyedotan udara. Udara disemprotkan melalui dasar dari bakair yang akan diaerasi dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.5 Bubble Aerator (Eko, 2012).

2.5 Tray aerator

Tray aerator yang diaplikasikan pada penelitian ini adalah ketinggian mencapai 180cm dengan variasi jumlah nampan yaitu sebanyak 4 nampan (*tray*). Masing-masing *tray* berjarang 30 cm. Filtrasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu terbuat dari pipa akrilik berdiameter 20 cm. Ketinggian tabung filtrasi yaitu mencapai 1 m dengan rancangan ketinggian media yang sama yaitu mencapai 70 cm. penelitian dilakukan selama 7 hari untuk melihat setiap perubahan yang terjadi antara pengolahan *tray aerator* dan filtrasi. Penelitian dilakukan dengan sistem batch sehingga tidak membutuhkan debit aliran dalam mengambil air hasil olahan. Secara garis besar gambar reaktor pengolahan tersaji pada Gambar 2.7 Reaktor pengolahan merupakan sebagian besar rangkaian perpipaan dengan menggunakan sistem aliran *down flow*



Gambar 2.6 Rangkaian Alat Pengolahan Air Sumur (Adriano, 2022).

Gambar 2.6 menjelaskan bahwa sampel air sumur terlebih dahulu ditampung pada sebuah wadah inlet setelah dipompa dari sumber sampel. Dari wadah inlet tersebut kemudian air dialirkan menuju *tray aerator* yang terdiri dari 4 susunan *tray aerator*. Tujuan utama dari *tray aerator* tersebut adalah untuk menggontakkan air dengan udara sehingga terdapat kandungan oksigen didalam air. Hasil olahan pada *tray aerator* ditampung pada sebuah wadah olahan. Hasil olahan tersebut kemudian diambil untuk dianalisis kadar Fe dan Mn nya. Selain itu dari hasil olahan *tray aerator* tersebut juga dialirkan secara *down flow* ke kedua alat filter yang sudah dilengkapi dengan media filter yaitu karbon aktif dan zeolit. Pengambilan sampel olahan yang berada di dalam filter dilakukan secara manual karena menggunakan sistem *batch*. Untuk dianalisis di laboratorium sampel didiamkan bersama media filter terlebih dahulu selama 24 jam dengan tujuan agar media filter dapat bekerja secara maksimal dalam mereduksi kadar Fe dan Mn dalam air. Metode analisis data yang akan diterapkan yakni masing-masing sampel yang didapatkan dari hasil pemeriksaan laboratorium akan dikumpulkan. Setelah data terkumpul, maka selanjutnya akan dilakukan analisis data yang akan disajikan dalam bentuk tabel kemudian akan diuraikan dalam bentuk narasi dan ditarik suatu kesimpulan. Data tersebut dianalisa meliputi efektifitas penurunan parameter Fe dan Mn pada air sumur dengan menerapkan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Efektifitas (\%)} = \frac{(a-b)}{a} \times 100\% \quad (1)$$

keterangan:

a = nilai Awal

b = nilai Akhir

2.6 Penelitian Terdahulu

Daftar penelitian terdahulu yang digunakan sebagai rujukan dalam penelitian ini dapat dilihat dari tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

Penulis	Judul	Tujuan	Hasil
1 Aizar Lutfihani & Alfian Purnomo (2015)	Analisis Penurunan Kadar Besi (Fe) Dengan Menggunakan Tray Aerator Dan Diffuser Aerator.	Untuk mengetahui jumlah oksigen terlarut terbesar yang dapat dihasilkan dari suatu jenis aerator.	Penelitian ini menghasilkan suatu kesimpulan bahwasannya nilai rata-rata oksigen terlarut yang dihasilkan dari tray aerator 5 tingkat memiliki nilai rata-rata oksesigen sebesar 7.24 mgL, lebih besar dibandingkan tray aerator 3 tingkat yang memiliki nilai rata-rata oksigen terlarut 6,84 mgL. Sedangkan diffuser aerator td 18nmenit memiliki rata rata oksigen terlarut sebesar 5,68 mgL, lebih besar dibandingkan dengan diffuser aerator td 12 menit yang memiliki nilai rata-rata oksigen terlarut 5,50 mgL.
2 Tri Joko & Savitri Rahmawati (2016)	Variasi Penambahan Media Adsorpsi Kontak Aerasi Sistem Nampan Bersusun (Tray Aerator) Terhadap kadar besi (Fe)	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan variasi penambahan media adsorbs kontak aerasi system nampan bersusu(Tray Aerator)	Kadar Do sampel air sebelum aerasi yaitu 5,06 mgL dan setelah aerasi meningkat hingga 6,60 mg L. rata rata kadar Fe sebelum aerasi diberi perlakuan yaitu 2,76. Rata rata kadar Fe setelah Aerasi dengan penambahan media kontak Zeolit yaitu 0,21 mgL. Rata-rata selisih Penurunan Fe pada aerasi dengan pembubuhan media kontak Zeolit adalah 2,57 mgL dengan persentase yaitu 93,93 %. Rata-

No	Penulis	Judul	Tujuan	Hasil
		Air Tanah Dangkal Kabupaten Rembang	sumur gali di Desa Jatihadi Kecamatan Sumber Kabupaten Rembang	rata kadar Fe setelah aerasi dengan penambahan media kontak karbon aktif yaitu 0,23 mgL. Rata-rata selisih penurunan dengan pembubuhan media karbon aktif yaitu 2,54 dengan persentase 91,69. Rata rata selisih penurunan pada perlakuan pada perlakuan tidak jauh berbeda dibandingkan dengan perlakuan aerasi dengan pembubuhan media zeolite.
3	Muhammad Al Kholif, Sugito, Pungut dan Joko Sutrisno(2020)	Kombinasi Tray Aerator dan Filtrasi Untuk Menurunkan Kadar Besi (fe) dan mangan (Mn) pada air sumur	Tujuan utama dari penelitian ini adalah mengkaji setiap perubahan yang terjadi pada kadar Fe dan Mn setelah dilakukan dengan menerapkan Tray Aerator dan Filtrasi	Penerapan teknologi Tray aerator dan filtrasi mampu mereduksi zat Fe dan Mn dalam air. Sistem aerasi Tray aerator. System aerasi tray aerator mampu menurunkan kadar Fe hingga 98,34% dan kadar Mn Mencapai Penurunan 97,40% . sedangkan penerapan filtrasi karbon aktif mampu menurunkan kadar Fe sebesar 98,48 % sedangkan untuk Mn mencapai 98,25%. Proses Filtrasi menggunakan pasir zelit mampu menurunkan kadar Fe hingga 98,43% dan kadar Mn 97, 44 %.
4	Mardiah(2005)	Evaluasi efisiensi tray aerator terhadap penurunan konsentrasi Fe di wilayah kerja pdam kabupaten sleman	Mengetahui berapa besar efisiensi bangunan tray aerator terhadap penurunan konsentrasi Fe	Tray aerator di daerah prambanan terdiri dari 5 tray dengan efisiensi penurunan konsentrasi Fe pada masing masing Yaitu 66,22%, 18,68%, 15,77%, 7,60%, 0,63% . dan efisiensi di outlet tray aerator 20,71 % bila dibandingkan dengan efisiensi filtrasi 12,05 % dengan konsentrasi besi t

No	Penulis	Judul	Tujuan	Hasil
5	Zarinayati, Nur Afni Maftukhah (2019)	Efektifitas pengolahan air bersih menggunakan tray aerator dalam menurunkan konsentrasi Fe Mn Ph pada air sumur gali	Untuk mengetahui efektifitas penggunaan variasi jumlah tray aerator dalam menurunkan konsentrasi fe dan mangan pada air sumur gali	Pengukuran kadar Fe Mn Ph pada air sumur gali penduduk Tirtamulia Kecamatan Makarti jaya Kabupaten Banyuasin didapatkan Bahwa kadar Ph 7,63 µg/liter, kadar Fe 64,810 µg/liter dan kadar Mn 182,421 µg/liter. Prose aerasi mampu menurunkan kadar fe dan mn paa air sumur gali Desa Tirtamulia Kecamatan Makarti jaya Kabupaten Banyuasin, anmun hasil uji statistic terhadap variasi jumlah tray diperoleh hasil tidak ada perbedaan variasi jumlah tray aerator dalam menurunkan kadar Ph fe Mn pada air sumur gali
6	Budi Nining Widarti, Nuri Irianti, Edhi Sarwono (2016)	Penggunaan variasi Tray pada pengolahan air sumur bor	Untuk menurunkan kadar Fe, Mn dan pH dengan membuat variasi terhadap unit multiplay tray aerator yaitu variasi jumlah tray	Pada pengolahan dari inlet multiplay tray aerator hingga ke outlet sedimentasi efisiensi nilai removal optimum untuk parameter Fe terjadi pada variasi 2 tray sebesar 61,93 % Mn pada variasi 6 tray sebesar 35, 69 %. Selisih kenaikan nilai optimum parameter pH terjadi pada variasi 8 Tray sebesar 1,6. Pada pengolahan secara keseluruhan dari inlet multiplay tray aerator hingga ke outlet sand filter efisiensi nilai removal optimum untuk parameter Fe terjadi pada variasi 6 tray sebesar 100%, Mn pada variasi 2 tray sebesar 99,68 % dan selisih kenaikan nilai optimum untuk parameter pH terjadi pada variasi tray ke-5 sebesar 2,6.

No	Penulis	Judul	Tujuan	Hasil
7	Laila Febrina (2014)	Studi penurunan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) dalam air tanah menggunakan saringan keramik	1. Mengetahui, tingkat penurunan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) dengan menggunakan saringan keramik. 2. Mengetahui kualitas air tanah yang dilewatkan melalui saringan keramik, apakah telah memenuhi persyaratan Permenkes Nomor: 492/Menkes/Per/IV/2010. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat tentang metode sederhana untuk mereduksi kadar besi dan mangan berlebih yang terdapat pada air tanah.	1. Saringan Keramik mampu menurunkan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) pada air tanah dengan penurunan Fe-total sebesar 13,7 mg/L, dengan rata-rata 2,74 mg/L dan total efektifitas Fe sebesar 95,20%. Nilai penurunan Mn-total sebesar 12,3 mg/L, dengan rata-rata 2,46 mg/L dan total efektifitas Fe sebesar 94,63 %. 2. Hasil pengolahan air tanah menggunakan Saringan Keramik efektif untuk menurunkan ion besi (Fe) dan mangan (Mn) dan sudah sesuai dengan standar baku mutu air bersih untuk dikonsumsi
8	Izzati Istihara (2012)	Penurunan kandungan besi (Fe) dengan menggunakan unit aerasi pada air	Tujuannya adalah untuk memenuhi konsumsi kebutuhan kualitas air minum agar sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan.	Beberapa sistem aerasi yang dapat digunakan adalah aerasi dengan sistem multiple platform aerator, aerasi dengan sistem bubble aerator, aerasi dengan sistem gravitasi bertingkat, dan aerasi tipe cascade. Berdasarkan keempat sistem tersebut yang direkomendasikan untuk dapat digunakan adalah sistem cascade dengan efisiensi penyisihan sebesar 98,73%

BAB III

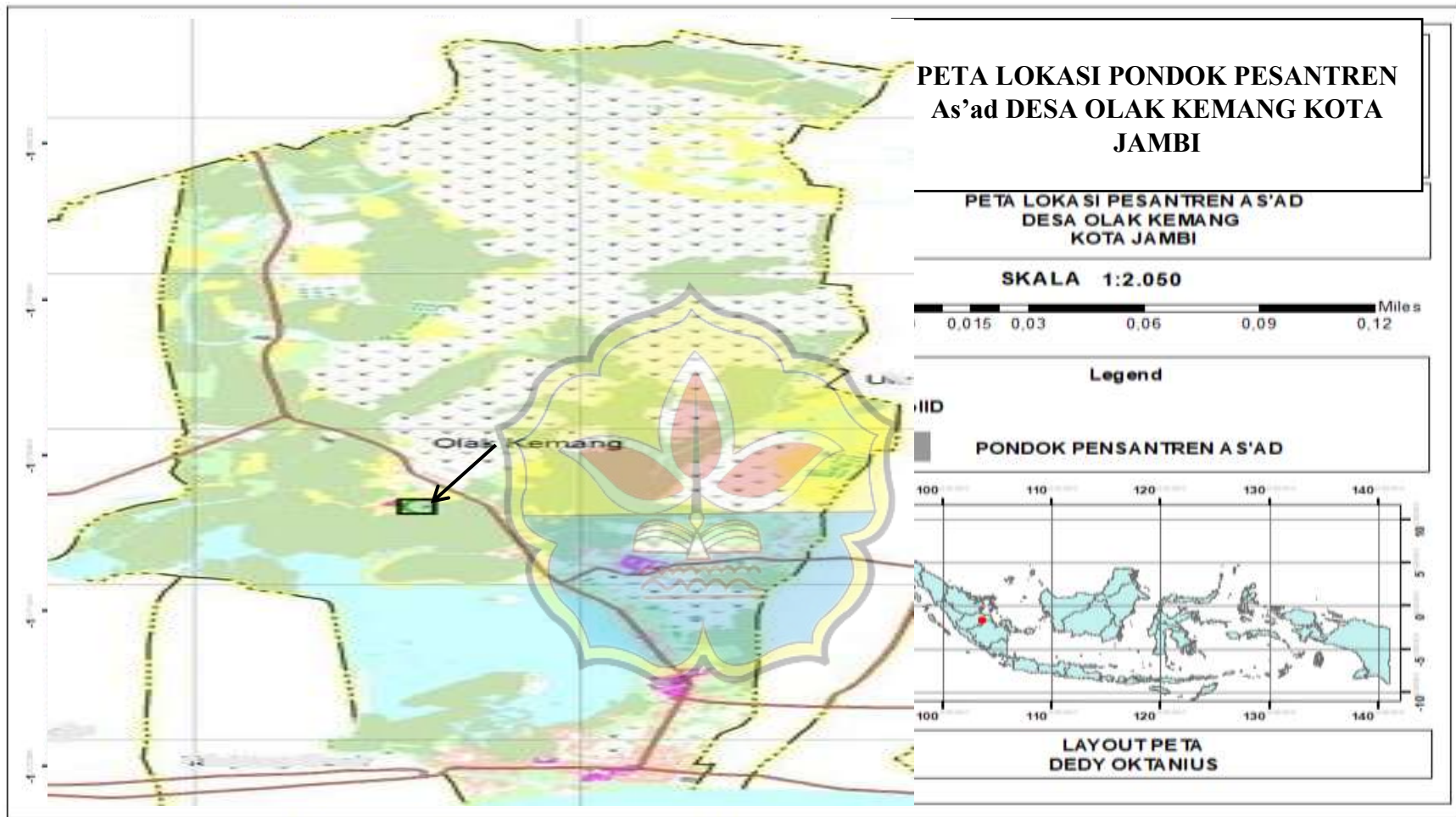
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian yang bersifat eksperimen yaitu meneliti efektifitas *tray aerator* dengan variasi jumlah tingkat *tray aerator* yaitu 0,5 meter, 0,75 meter, dan 1 meter dalam menurunkan kadar besi (*Fe*) dan Mangan (*Mn*). Pada penelitian ini dilakukan pengujian kadar Besi dan Mangan sebelum eksperimen untuk mengetahui kadar Besi awal. Dengan demikian hasil penelitian dapat diketahui lebih akurat, karena dapat membandingkan dengan keadaan sebelum perlakuan.

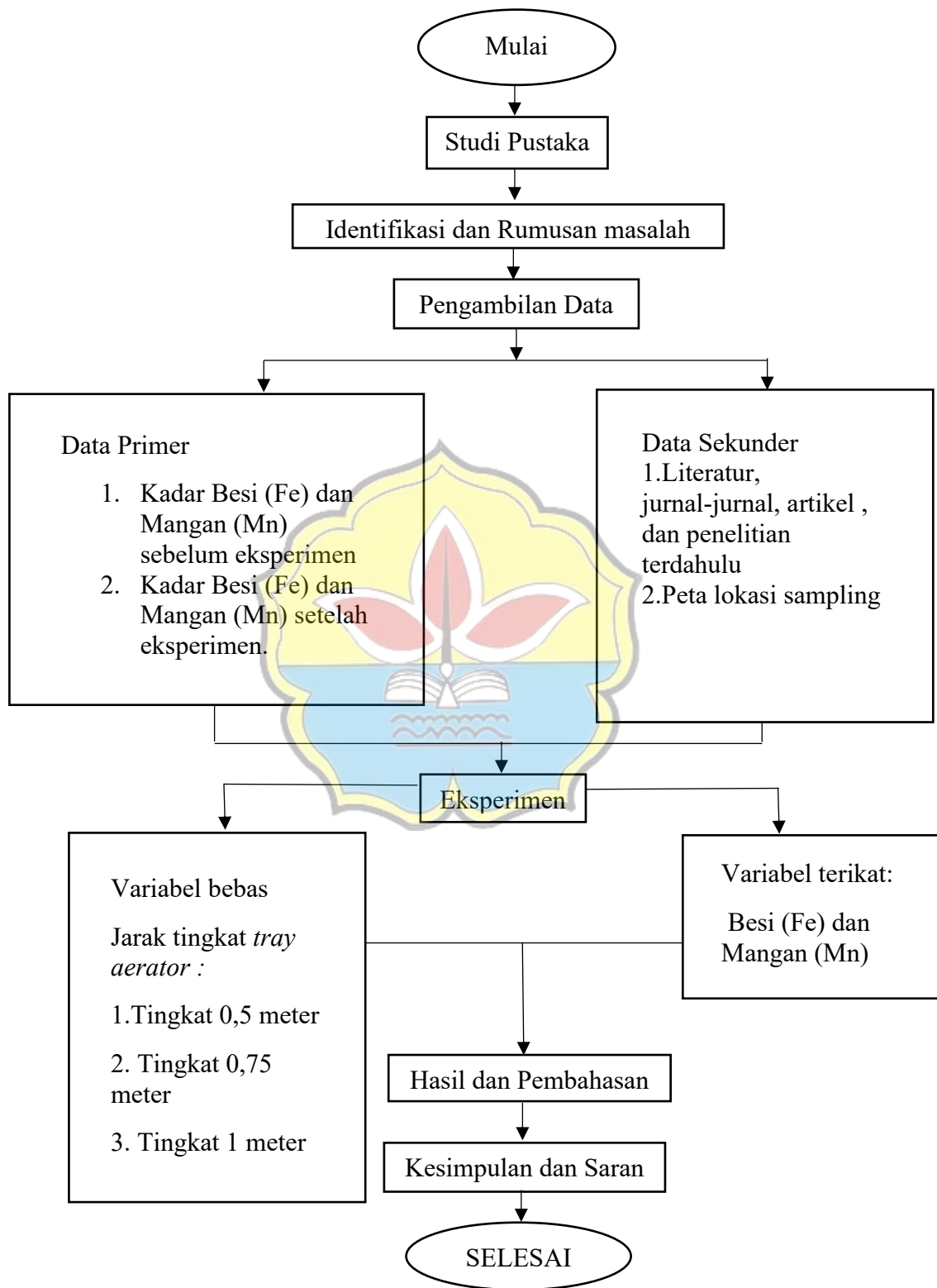
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan November – Mei 2023. Sampel air pada penelitian ini adalah air sumur tanah dangkal milik Pondok pesantren As'ad di Kelurahan Olak Kemang, Kecamatan Danau Teluk. Kedalaman sumur \pm 10 m. Sampel diambil dari lokasi sebanyak 1 jerigen dengan kapasitas volume 35 liter. Hasil uji eksperimen akan diuji di laboratorium Universitas Andalas untuk mengetahui kadar besi (*Fe*) dan mangan (*Mn*) pada sampel air tersebut.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Pondok Pesantren As'ad desa Olak Kemang Kota Jambi

3.3 Diagram Air



Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian

3.3.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini adalah :

1. Data Primer

Data primer untuk penelitian ini berupa konsentrasi besi (Fe) dan mangan (Mn). sampel air sumur tanah dangkal, sebelum dan setelah dilakukan eksperimen.

2. Data Sekunder

Data Sekunder adalah diperoleh dari literatur, jurnal-jurnal dari instansi terkait serta keterangan dari masyarakat sekitar.

3.3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian terbagi menjadi 2 yaitu variabel bebas dan variabel terikat sebagai berikut :

- a. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah jarak nampan tray aerator yaitu 0.5 meter, 0,75 meter dan 1 meter.
- b. Variable terikat dalam penelitian ini adalah parameter Besi (Fe) dan (Mn)

3.4 Prosedur Pengambilan Sampel

1. Air sebelum pengolahan

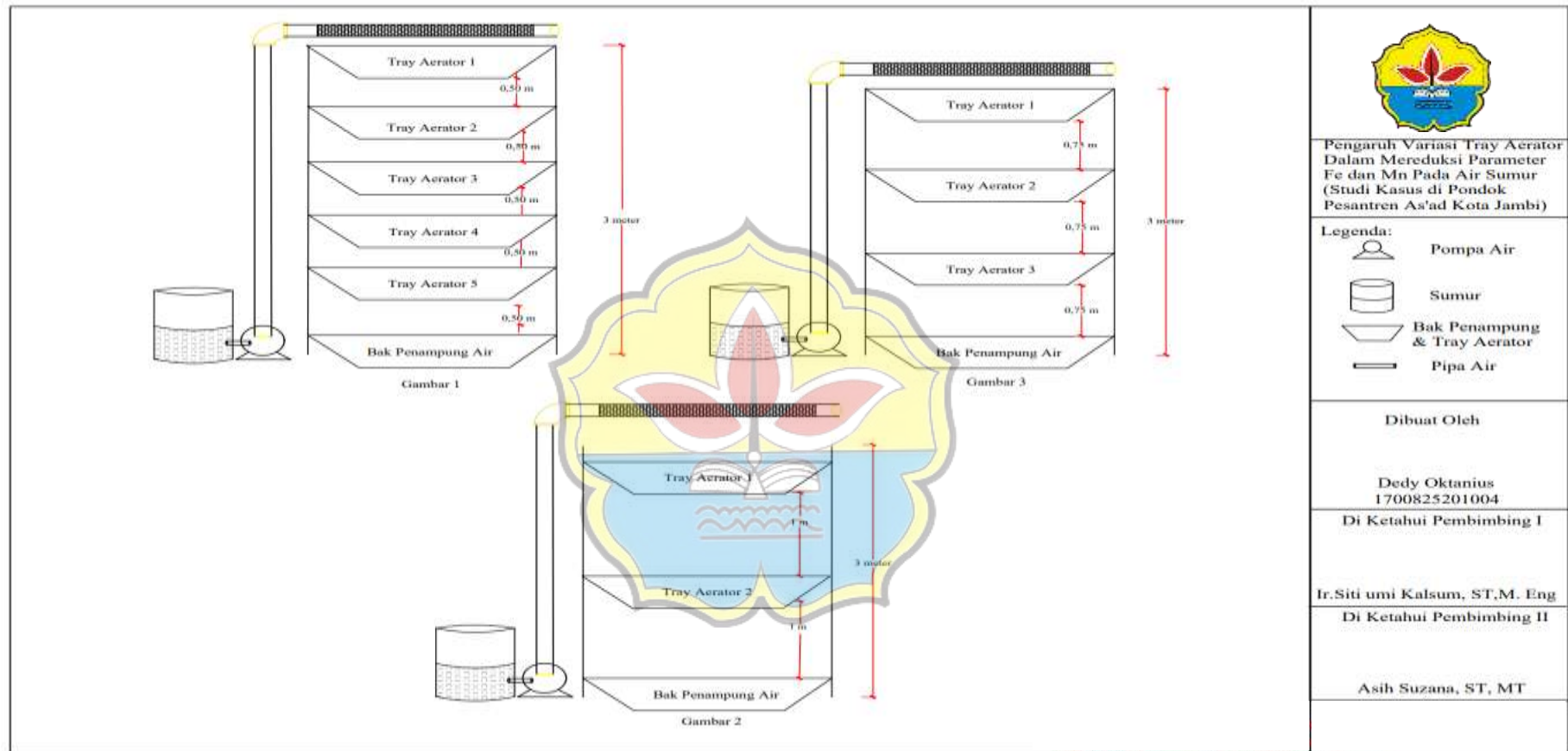
- a. Wadah sampel digunakan untuk mengambil air dari keran;
- b. Tunggu hingga sampel air memenuhi wadah sepenuhnya;
- c. Wadah sampel disegel dan diberi label setelah itu;
- d. Untuk pengujian, sampel dibawa ke laboratorium sesegera mungkin;

2 . Aerator Tray

- a. Sampel dipindahkan ke wadah botol sampel dari wadah nampan aerator;
- b. Dilakukan dengan berbagai cara, antara lain satu nampan, tiga nampan, dan lima nampan;
- c. Untuk setiap variasi, sampel dikumpulkan, ditempatkan dalam botol sampel, dan botol diberi label yang sesuai;
- d. Sesecepat mungkin, sampel dikirim ke laboratorium untuk dianalisis;



3.5 Pembuatan Alat Tray Aerator



Gambar 3.3 Tray Aerator



Pengaruh Variasi Tray Aerator Dalam Mereduksi Parameter Fe dan Mn Pada Air Sumur (Studi Kasus di Pondok Pesantren As'ad Kota Jambi)

Legenda:

-  Pompa Air
-  Sumur
-  Bak Penampung & Tray Aerator
-  Pipa Air

Dibuat Oleh

Dedy Oktanius
1700825201004

Di Ketahui Pembimbing I

Ir.Siti umi Kalsum, ST,M. Eng

Di Ketahui Pembimbing II

Asih Suzana, ST, MT

3.5.1 Persiapan Alat dan Bahan

Urutan dalam melaksanakan penelitian ini ialah dimulai dari persiapan bahan dan peralatan, perakitan alat tray, dan pengambilan sampel air.

1. Alat yang digunakan untuk membuat alat *Tray Aerator*
 - a. Wadah bak kotak 3 berukuran 40 x 28 x 13 cm;
 - b. Kayu balok;
 - c. Pipa aquarium ukuran 5/8;
 - d. Sambungan L Pipa aquarium;
 - e. Kran air
 - f. Mesin pompa aquarium daya 25 wat max 1800 Liter/Jam
 - g. Bor dan mata bor 2 mm;

2. Bahan

Sampel air Sumur Tanah Dangkal kedalaman 10 m

3.5.2 Perancangan Alat

Penelitian ini dilakukan dengan merancang alat *tray aerator* untuk menurunkan kadar Fe dan Mn. Penelitian ini dilakukan dengan tiga variasi jarak tingkat tray aerator yaitu , 0,5 meter, 0,75 meter, dan 1 meter.

Perakitan alat tray aerator dilakukan dengan menyiapkan bak kotak berukuran 40 x 28 x13 cm, kemudian bak kotak dilubangi menggunakan mata bor berukuran 2 mm dengan jarak 2 cm antar lubang dan jumlah lubang 150. Untuk penyangga tray di desain sesuai ukuran bak kotak dengan jarak *Tray aerator* menggunakan 3 nampan dengan 3 variasi jarak kolom yang berbeda yaitu 0,5 meter, 0,75 meter, dan 1 meter.

Rumus Perhitungan Jumlah Lubang Pada Wadah *Tray aerator*:

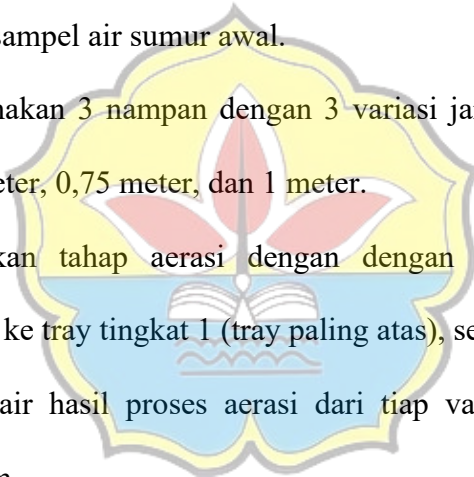
$$\begin{aligned} & (\text{Jumlah lubang sisi panjang} + \text{Jarak Lubang}) \text{Diameter mata bor} \\ & + (\text{Jumlah lubang sisi panjang}) (\text{Jarak Lubang}) \\ & = \text{Panjang} - \text{Jumlah sisi} \times \text{Jarak tepi} \dots \dots \dots (3.1) \end{aligned}$$

3.6 Eksperimen

Tahapan penelitian ini mengacu pada variabel bebas dan variabel terikat.

Tahapan dari penelitian ini yaitu:

1. Siapkan sampel air sumur awal.
2. Menggunakan 3 nampan dengan 3 variasi jarak kolom yang berbeda yaitu 0,5 meter, 0,75 meter, dan 1 meter.
3. Melakukan tahap aerasi dengan dengan memompa air dari bak penampung ke tray tingkat 1 (tray paling atas), selama 30 menit.
4. Sampel air hasil proses aerasi dari tiap variasi selanjutnya diuji di laboratorium .



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian yang dilakukan pada air sumur Pondok Pesantren As'ad dengan metode Tray Aerator disajikan pada **Tabel 4.1 Sampai Tabel 4.7**.

4.1.1 Hasil Uji Sampel Air Baku

Hasil uji sampel air sumur sebelum perlakuan disajikan Tabel 4.1

Tabel 4.1 Pemeriksaan Kadar Besi Air Sumur Sebelum Aerasi

Sampel	Konsentrasi (mg/L)		Baku Mutu (mg/L)		Metode Uji	
	Besi	Mangan	Besi	Mangan	Besi	Mangan
Air Sumur	0,998	0,096	0,2	0,1	SNI 6989-84:2019	SNI 6989-5:2009

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium, 2023

Keterangan : *Baku Mutu Air Untuk Keperluan *HieGINE* dan Sanitasi Sesuai Permekes No 2 Tahun 2023

Berdasarkan Tabel 4.1, kadar besi air baku adalah 0,998 mg/l, dan kadar mangan sebesar 0,096 mg/l. Berdasarkan Permenkes No 2 Tahun 2023 baku mutu besi sebesar 0,2 mg/L, dan mangan didalam air sebesar 0,1 mg/L. Sehingga, Konsentarsi besi dalam air baku sebesar 0,998 mg/L melebihi baku mutu yang telah ditetapkan, sedangkan konsentrasi mangan sebesar 0,096 mg/L di dalam air baku mendekati baku mutu yang telah ditetapkan.

Air baku yang diuji, tidak memenuhi sebagai sumber air bersih yang dapat langsung oleh pihak pondok pesantren. Agar dapat air tersebut digunakan, maka perlu dilakukan pengolahan air dengan metode aerasi salah satunya metode tray aerator. Warna atau air hasil dari proses aerasi akan berubah atau akan ada flok-flok yang menggumpal setelah diendapkan 1 malam.

4.1.2 Hasil Uji Konsentrasi Besi Air Olahan

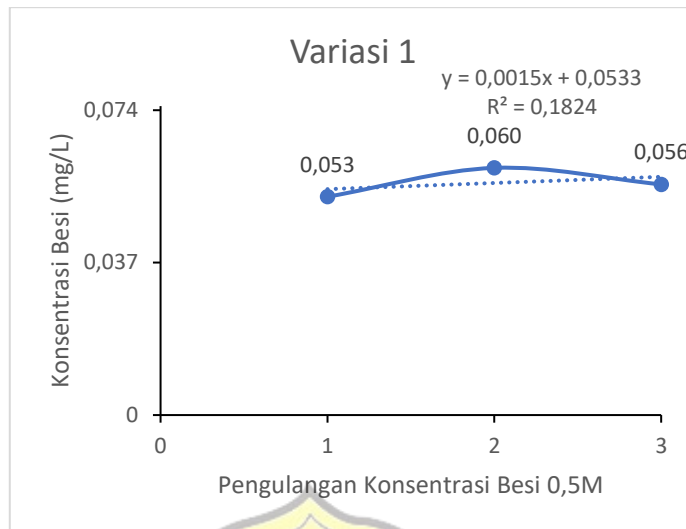
Hasil uji kadar Besi sesudah aerasi di laboratorium dapat di Tabel 4.2 sampai Tabel 4.4 dan penurunan kadar besi dapat dilihat pada gambar 4.1, Sampai table 4.4

Tabel 4.2 Hasil Uji Besi Jarak 0,5 m

Sampel (1)	Waktu Kontak (detik)	Konsentrasi Besi (mg/L)			Efisiensi (%) (5)	Baku Mutu (mg/L) (6)
		Awal (2)	Akhir (C1) (3)	Selisi h (4)		
1	2	3	4	$5 = 3 - 4$	$= \frac{C_0 + C_1}{C_0} \times 100\%$	7
Tray Aerator 1						
Pengulangan 1	97	0,988	0,053	0,935	94,636	0,2
Pengulangan 2	96	0,988	0,06	0,928	93,927	0,2
Pengulangan 3	97	0,988	0,056	0,932	94,332	0,2
Rata-Rata	97	0,988	0,056	0,932	94,298	0,2
Min	96	0,988	0,053	0,928	93,927	0,2
Max	97	0,988	0,06	0,935	94,636	0,2

Sumber : Hasil penelitian, 2023

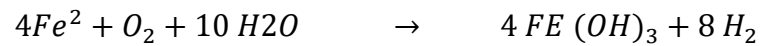
Keterangan : *Baku Mutu Air Untuk Keperluan *Hiegine* dan Sanitasi Sesuai Permekes No 2 Tahun 2023.



Gambar 4.1 Hasil Uji Konsentrasi Besi jarak 0,5 m

Berdasarkan Tabel 4.2 dan Gambar 4.1 menunjukkan hasil uji konsentrasi besi sampel air olahan dengan menggunakan metode *tray aerator* pada variasi 1 dengan 5 tingkat tray dan jarak 0,5 m per tray pada pengulangan 1 sebesar 0,053 mg/L dengan efisiensi penyisihan 94,636 %, pengulangan 2 sebesar 0,60 mg/L dengan efisiensi penyisihan 93,927%, dan pengulangan 3 sebesar 0,056 mg/L dengan efisiensi penyisihan 94,332%. Sehingga didapat rata-rata hasil uji konsentrasi besi sebesar 0,056% dengan efisiensi 94,298%. Variasi 1 dengan jarak antar tray sebesar 0,5 meter merupakan variasi terbaik dalam penurunan konsentrasi Besi (Fe) pada air sumur hal ini disebabkan semakin rendah jarak antar tray, semakin banyak pula tray yang dapat digunakan, semakin banyak tray yang digunakan semakin lama waktu kontak antara air dan udara, dimana waktu kontak antara air dan udara pada variasi 1 yang paling

lama diantara variasi yang lain, yaitu rata-rata 97 detik. Sehingga terjadi mekanisme penurunan konsentrasi besi pada proses aerasi pada skema reaksi sebagai berikut (Margeta Dkk, 2013):



Oksigen mengikat ion Fe^{2+} dalam kondisi terlarut yang kemudian dikonversikan menjadi bentuk tersuspensi $Fe(OH)_3$ yang mudah mengendap. Pada proses ini terjadi perpindahan gas dari udara ke dalam air. Dengan banyaknya jumlah tray yang digunakan semakin banyak oksigen yang dapat berpindah sehingga konsentrasi besi terlarut menurun (Utomo, 2010). Pada gambar 4.1 didapat persamaan regresi sebagai berikut:


$$Y = 0,0015x + 0,0533$$

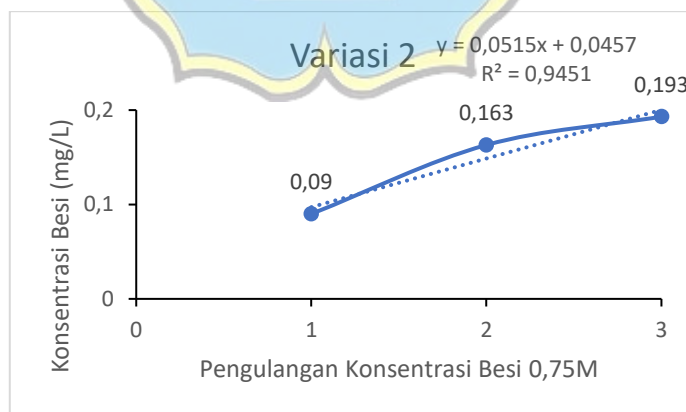
Sehingga dapat diketahui bahwa setiap kenaikan x sebesar 1 maka nilai Y akan naik sebesar 0,0015, dan koefisien determinasi $R^2 = 0,1824$ yang menunjukkan pengaruh antara variable X terhadap Y lemah, dikarenakan nilai $R^2 < 0,19$ (Chin, 2001)

Tabel 4.3 Hasil uji Konsentrasi Besi Jarak 0,75 m

Sampel	Waktu Kontak (detik)	Konsentrasi Besi (mg/L)		Selisih	Efisiensi (%)	Baku Mutu (mg/L) *
		Awal (C ₀)	Akhir (C ₁)			
1	2	3	4	$5 = \frac{3 - 4}{4}$	$= \frac{C_0 + C_1}{C_0} \times 100\%$	7
Tray Aerator 2						
Pengulangan 1	77	0,988	0,09	0,898	90,891	0,2
Pengulangan 2	76	0,988	0,163	0,825	83,502	0,2
Pengulangan 3	79	0,988	0,193	0,792	80,466	0,2
Rata-Rata	77	0,988	0,149	0,839	84,953	0,2
Min	76	0,988	0,09	0,795	80,466	0,2
Max	79	0,988	0,19	0,898	90,891	0,2

Sumber : Hasil penelitian, 2023

Keterangan : *Baku Mutu Air Untuk Keperluan *HieGINE* dan Sanitasi Sesuai Permekes No 2 Tahun 2023.



Gambar 4.2 Hasil Uji Konsentrasi Besi Jarak 0,75 Meter

Berdasarkan Tabel 4.3 dan gambar 4.2 menunjukkan hasil uji konsentrasi besi sampel air olahan dengan menggunakan metode *tray aerator* pada variasi 2 dengan 3

tingkat tray dan jarak antar tray sebesar 0,75 meter, pada pengulangan 1 sebesar 0,090 mg/L dengan efisiensi penyisihan 90,891 %, pengulangan 2 sebesar 0,163 mg/L dengan efisiensi penyisihan 83,052%, dan pengulangan 3 sebesar 0,193 mg/L dengan efisiensi penyisihan 80,466 %. Sehingga didapat rata-rata hasil uji konsentrasi besi sebesar 0,149 % dengan efisiensi 84,953 %. Pada gambar 4.2 didapat persamaan regresi sebagai berikut :

$$Y = 0,0515x + 0,0457$$

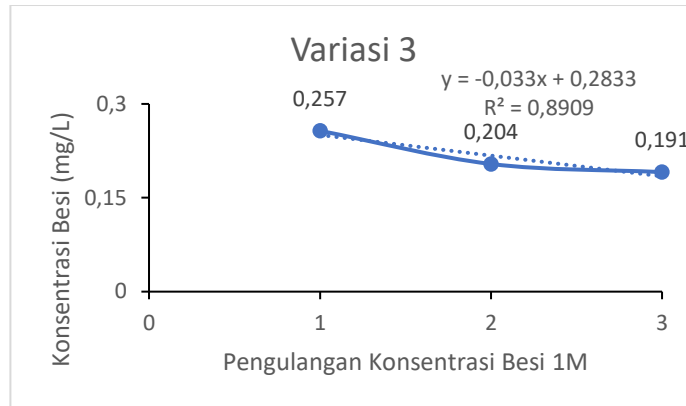
Sehingga dapat diketahui bahwa setiap kenaikan x sebesar 1 maka nilai Y akan naik sebesar 0,0515, dan koefisien determinasi $R^2 = 0,9451$ yang menunjukkan pengaruh antara variable X terhadap Y sangat kuat, dikarenakan nilai $R^2 > 0,67$ (Chin, 1998).

Tabel 4.4 Hasil Uji Konsentrasi Besi Jarak 1 Meter

Sampel	Waktu Kontak (detik)	Konsentrasi Besi (mg/L)		Selisih	Efisiensi (%)	Baku Mutu (mg/L) *
		Awal (C_0)	Akhir (C_1)			
1	2	3	4	$5 = 3 - 4$	$6 = ((5) / 3) \times 100\%$	7
Tray Aerator 3						
Pengulangan 1	66	0,988	0,257	0,731	73,988	0,2
Pengulangan 2	69	0,988	0,204	0,784	79,352	0,2
Pengulangan 3	67	0,988	0,191	0,797	80,668	0,2
Rata-Rata	67	0,988	0,217	0,771	78,003	0,2
Min	68	0,988	0,191	0,731	73,988	0,2
Max	67	0,988	0,26	0,797	80,668	0,2

Sumber : Hasil penelitian, 2023

Keterangan : *Baku Mutu Air Untuk Keperluan *Hiegine* dan Sanitasi Sesuai



Gambar 4.3 Hasil Uji Konsentrasi Besi Jarak 1 Meter

Berdasarkan tabel 4.4 dan gambar 4.3 menunjukkan hasil uji konsentrasi besi sampel air olahan dengan menggunakan metode *tray aerator*, pada pengulangan 1 sebesar 0,257 mg/L dengan efisiensi penyisihan 73,988 %, pengulangan 2 sebesar 0,204 mg/L dengan efisiensi penyisihan 79,352 %, dan pengulangan 3 sebesar 0,191 mg/L dengan efisiensi penyisihan 80,688 %. Sehingga didapat rata-rata hasil uji konsentrasi besi sebesar 0,217 % dengan efisiensi 78,003 %. Pada gambar 4.3 didapat persamaan regresi sebagai berikut :

$$Y = -0,033x + 0,2833$$

Sehingga dapat diketahui bahwa setiap kenaikan x sebesar 1 maka nilai Y akan turun sebesar 0,033 dan koefisien determinasi $R^2 = 0,8909$ yang menunjukkan pengaruh antara variable X terhadap Y sangat kuat, dikarenakan nilai $R^2 > 0,67$ (Chin, 2001)

4.1.4 Hasil Uji Konsentrasi Mangan Pada Air Sumur Sesudah Perlakuan

Hasil uji kadar Mangan sesudah perlakuan di laboratorium dapat dilihat dari tabel 4.3

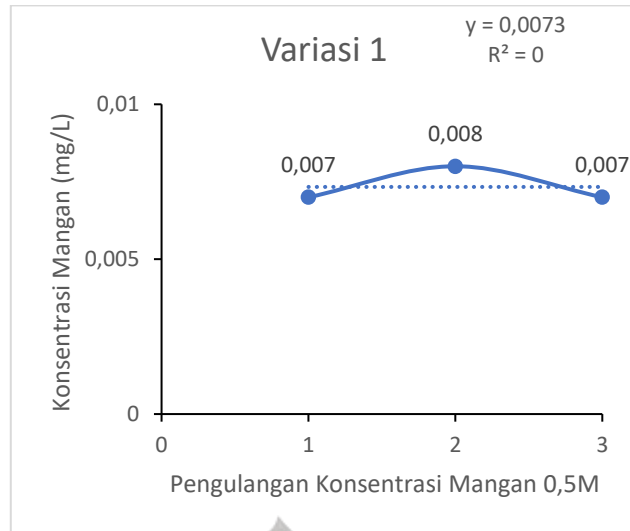
Tabel 4.5 Hasil Uji Konsentrasi Mangan Variasi 0,5 Meter

Sampel	Waktu Kontak (detik)	Konsentrasi Mangan (mg/L)		Selisih	Efisiensi (%)	Baku Mutu (mg/L)*
		Awal (C ₀)	Akhir (C ₁)			
1	2	3	4	5 = 3 - 4	$((C_0 + C_1)/C_0 \times 100\%)$	7
Tray Aerator 1						
Pengulangan 1	97	0,096	0,007	0,089	92,708	0,1
Pengulangan 2	96	0,096	0,008	0,088	91,667	0,1
Pengulangan 3	97	0,096	0,007	0,089	92,708	0,1
Rata-Rata	97	0,096	0,007	0,089	92,361	0,1
Min	96	0,096	0,007	0,088	91,667	0,1
Max	97	0,096	0,01	0,089	92,708	0,1

Sumber : Hasil penelitian, 2023

Keterangan : *Baku Mutu Air Untuk Keperluan HieGINE dan Sanitasi Sesuai

Permekes No 2 Tahun 2023.



Gambar 4.4 Hasil Uji Konsentrasi Mangan Jarak 0,5 Meter

Berdasarkan tabel 4.5 dan gambar 4.4 menunjukkan hasil uji konsentrasi mangan sampel air olahan dengan menggunakan metode *tray aerator* pada variasi 1 dengan 5 tingkat tray dan jarak antar tray sebesar 0,5 meter, pada pengulangan 1 sebesar 0,007 mg/L dengan efisiensi penyisihan 92,708 %, pengulangan 2 sebesar 0,008 mg/L dengan efisiensi penyisihan 91,667 %, dan pengulangan 3 sebesar 0,007 mg/L dengan efisiensi penyisihan 92,708 %. Sehingga didapat rata-rata hasil uji konsentrasi besi sebesar 0,007 % dengan efisiensi 92,361 %. Variasi 1 dengan jarak antar tray sebesar 0,5 meter merupakan variasi terbaik dalam penurunan konsentrasi mangan pada air sumur hal ini disebabkan semakin rendah jarak antar tray, semakin banyak pula tray yang dapat digunakan. Semakin banyak tray yang digunakan, semakin lama waktu kontak air dengan udara sehingga oksigen terlarut dalam air akan lebih banyak yang kemudian dapat menurunkan konsentrasi Mangan (Mn), dimana waktu kontak antara air dan udara pada variasi 1 yang paling lama diantara variasi

yang lain, yaitu rata-rata 97 detik. Hal ini sejalan dengan pendapat Rachmawati dan Joko (2016), bahwa semakin bertambahnya waktu kontak udara ke dalam air akan semakin memaksimalkan terjadinya kontak air dengan udara, sehingga oksigen terlarut akan semakin banyak didalam air.

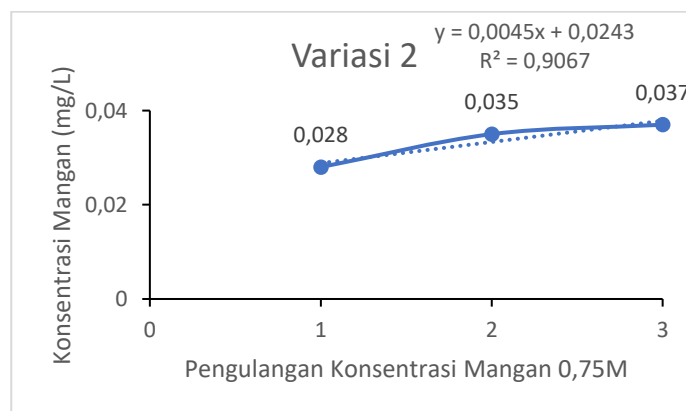
Tabel 4.6 Hasil Uji Konsentrasi Mangan Jarak 0,75 Meter

Sampel	Waktu Kontak (detik)	Konsentrasi Mangan (mg/L)		Selisih	Efisiensi (%)	Baku Mutu (mg/L) *
		Awal (C ₀)	Akhir (C ₁)			
1	2	3	4	$5 = \frac{3 - 4}{4}$	$\frac{(C_0 + C_1)}{c_0} \times 100\%$	7
Tray Aerator 2						
Pengulangan 1	77	0,096	0,028	0,068	70,833	0,1
Pengulangan 2	76	0,096	0,035	0,061	63,542	0,1
Pengulangan 3	79	0,096	0,037	0,059	61,458	0,1
Rata-Rata	77	0,096	0,033	0,063	65,278	0,1
Min	76	0,096	0,028	0,059	61,458	0,1
Max	79	0,096	0,04	0,068	70,833	0,1

Sumber : Hasil penelitian, 2023

Keterangan : *Baku Mutu Air Untuk Keperluan HieGINE dan Sanitasi Sesuai

Permekes No 2 Tahun 2023.



Gambar 4.5 Hasil Uji Konsentrasi Mangan Jarak 0,75 m

Berdasarkan tabel 4.6 dan gambar 4.5 menunjukkan hasil uji konsentrasi mangan sampel air olahan dengan menggunakan metode *tray aerator* pada variasi 2 dengan 3 tingkat dan jarak antar tray sebesar 0,75 meter, tray pada pengulangan 1 sebesar 0,028 mg/L dengan efisiensi penyisihan 70,833 %, pengulangan 2 sebesar 0,035 mg/L dengan efisiensi penyisihan 63,542 %, dan pengulangan 3 sebesar 0,037 mg/L dengan efisiensi penyisihan 61,458 %. Sehingga didapat rata-rata hasil uji konsentrasi besi sebesar 0,033 % dengan efisiensi 65,278 %. Pada gambar 4.5 didapat persamaan regresi sebagai berikut :

$$Y = 0,0045x + 0,0243$$

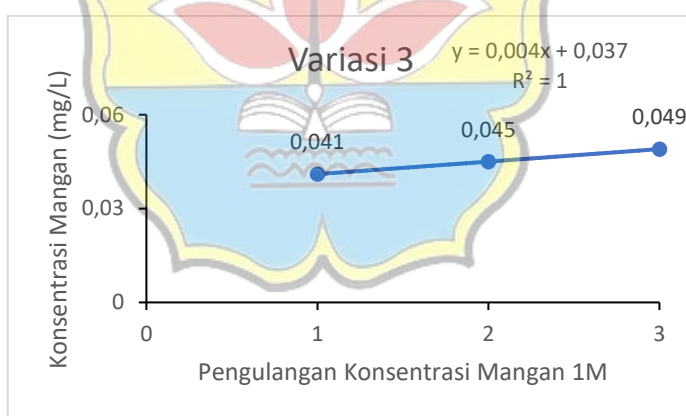
Sehingga dapat diketahui bahwa setiap kenaikan x sebesar 1 maka nilai Y akan naik sebesar 0,0045, dan koefisien determinasi $R^2 = 0,9067$ yang menunjukkan pengaruh antara variabel X terhadap Y sangat kuat, dikarenakan nilai $R^2 > 0,67$ (Chin, 2001)

Tabel 4.7 Hasil Uji Konsentrasi Mangan Jarak 1 Meter

Sampel	Waktu Kontak (detik)	Konsentrasi Mangan (mg/L)		Selisih	Efisiensi (%)	Baku Mutu (mg/L) *
		Awal (C ₀)	Akhir (C ₁)			
1	2	3	4	$5 = 3 - \frac{4}{4}$	$\frac{((C_0 + C_1)/c_0 \times 100\%)}$	7
Tray Aerator 3						
Pengulangan 1	66	0,096	0,041	0,055	57,292	0,1
Pengulangan 2	69	0,096	0,045	0,051	53,125	0,1
Pengulangan 3	67	0,096	0,049	0,047	48,958	0,1
Rata-Rata	67	0,096	0,045	0,051	53,125	0,1
Min	68	0,096	0,041	0,047	48,958	0,1
Max	67	0,096	0,05	0,055	57,292	0,1

Sumber : Hasil penelitian, 2023

Keterangan : *Baku Mutu Air Untuk Keperluan HieGINE dan Sanitasi Sesuai Permekes No 2 Tahun 2023.



Gambar 4.6 Hasil Uji Konsentrasi Mangan 1 Meter

Berdasarkan tabel 4.7 dan gambar 4.6 menunjukkan hasil uji konsentrasi mangan sampel air olahan dengan menggunakan metode *tray aerator* pada variasi 3 dengan 2 tingkat tray dan jarak antar tray sebesar 1 meter, pada pengulangan 1 sebesar 0,041 mg/L dengan efisiensi penyisihan 57,292 %, pengulangan 2 sebesar 0,045 mg/L dengan efisiensi penyisihan 53,125 %, dan pengulangan 3 sebesar 0,049

mg/L dengan efisiensi penyisihan 48,958 %. Sehingga didapat rata-rata hasil uji konsentrasi besi sebesar 0,045 % dengan efisiensi 53,125 %. Pada gambar 4.6 didapat persamaan regresi sebagai berikut :

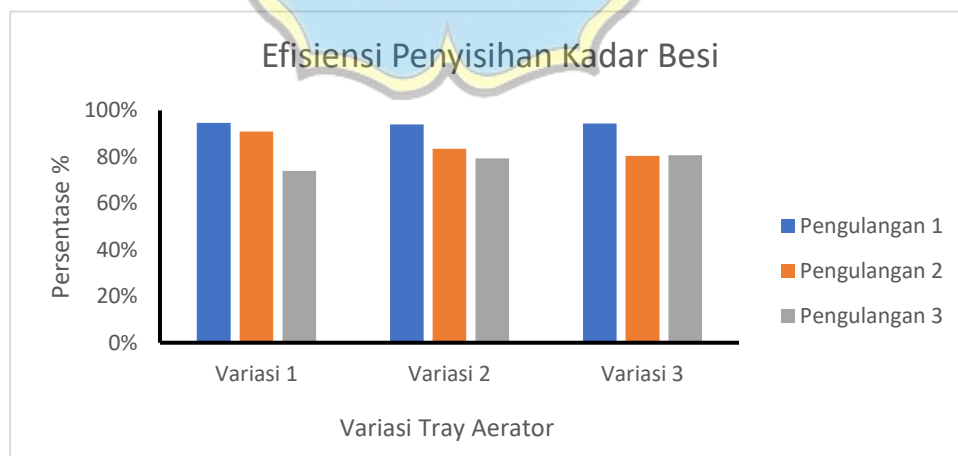
$$Y = 0,0015x + 0,0533$$

Sehingga dapat diketahui bahwa setiap kenaikan x sebesar 1 maka nilai Y akan naik sebesar 0,0015, dan koefisien determinasi $R^2 = 1$ yang menunjukkan pengaruh antara variable X terhadap Y Sangat Kuat, dikarenakan nilai $R^2 = 1$ (Chin, 2001).

4.2 Pembahasan

Tabel 4.8 Efisiensi Setelah Melakukan Uji Pada Kadar Besi

Variasi 1	Efisiens (%)	Variasi 2	Efisiens (%)	Variasi 3	Efisiens (%)
Pengulangan 1	94,6	Pengulangan 1	90,9	Pengulangan 1	74,0
Pengulangan 2	93,9	Pengulangan 2	83,5	Pengulangan 2	79,4
Pengulangan 3	94,3	Pengulangan 3	80,5	Pengulangan 3	80,7



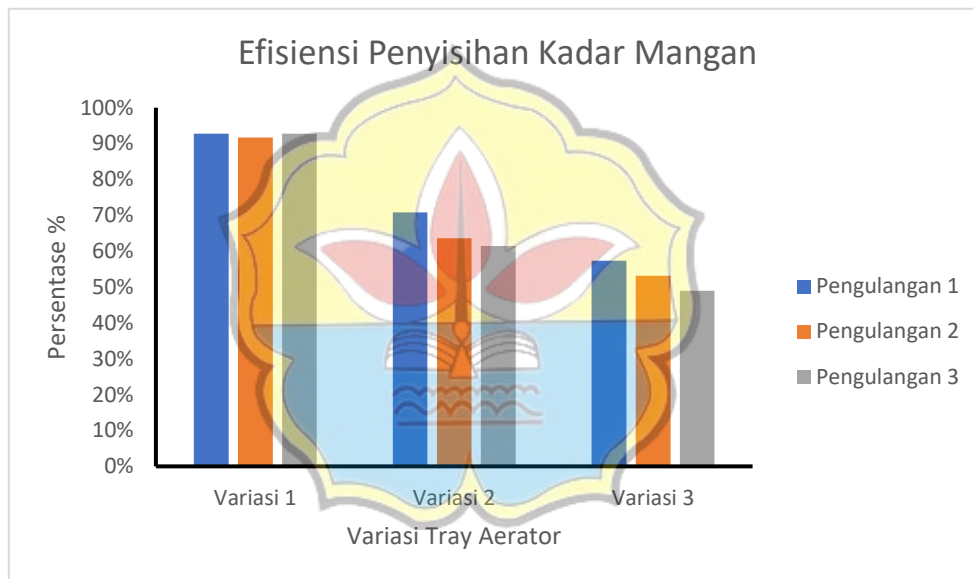
Gambar 4.7 Efisiensi Penyisihan Kadar Besi

Berdasarkan gambar 4.7 menunjukkan diagram efektifitas penurunan kadar besi (Fe) dinyatakan dalam bentuk persentase terhadap jumlah tingkat tray aerator. Dapat dilihat bahwa semakin banyak jumlah tingkat tray, maka semakin tinggi persen efektifitasnya. Begitu sebaliknya semakin dikit jumlah tingkat tray semakin rendah tingkat efektifitasnya. Menurut *Schierholz et. al, (2006)*.

Tingginya debit udara dan kedalaman air maka semakin tinggi kontak udara dengan air. Dengan demikian, proses oksidasi dengan oksigen dapat menurunkan kadar besi dalam air (Lutfihani, 2015). Efisiensi yang paling optimum terlihat pada Variasi 1 dengan 5 tingkat tray dan jarak 0,5 meter, dengan persentase rata-rata sebesar 95 %, Variasi 2 dengan 3 tingkat tray dan jarak 0,75 meter hanya sebesar rata-rata 91 %, Variasi 3 dengan 3 tingkat tray dan jarak 2 meter sebesar rata-rata 74 %. Sehingga katagori sangat efektif dalam menurunkan konsentrasi besi yaitu Variasi 1 dan Variasi 2, sedangkan variasi ke 3 masuk dalam kategori efektif, karena nilai % efisiensi variasi 1 dan variasi 2 tersebut lebih dari 80%, sedangkan variasi ke 3 sebesar 60% - 80% (Soeparman,2001). Dilakukan pengujian hingga 3 kali pengulangan berfungsi untuk mengetahui apakah alat tray aerator ini berfungsi dengan baik atau tidak dan dapat membandingkan hasil penelitian dikarenakan setiap pengulangan air yang digunakan adalah air baru.

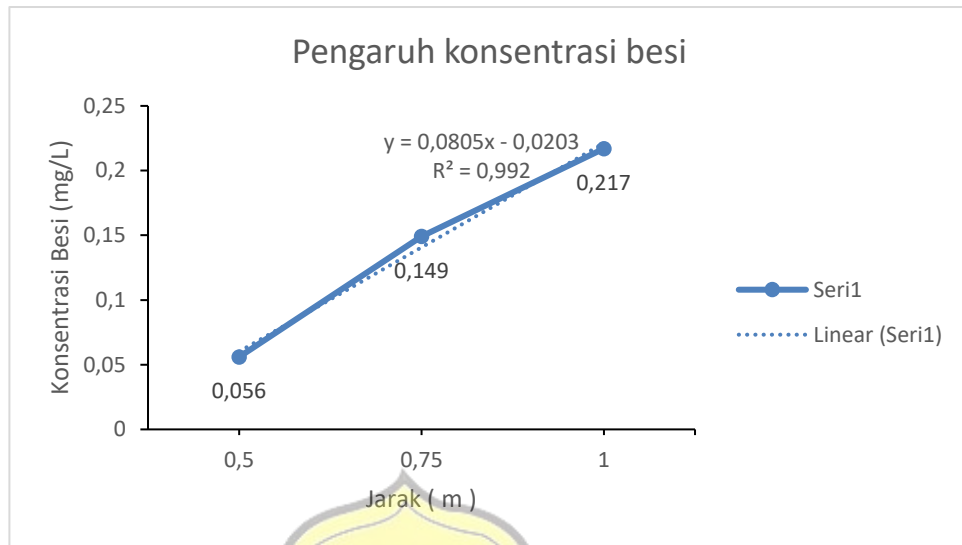
Tabel 4.9 Efisiensi Setelah Melakukan Uji Pada Kadar Mangan

Variasi 1	Efisiens (%)	Variasi 2	Efisiens (%)	Variasi 3	Efisiens (%)
Pengulangan 1	92,7	Pengulangan 1	70,8	Pengulangan 1	57,3
Pengulangan 2	91,7	Pengulangan 2	63,5	Pengulangan 2	53,1
Pengulangan 3	92,7	Pengulangan 3	61,5	Pengulangan 3	49,0



Gambar 4.8 Efisiensi Penyisihan Kadar Mangan

Berdasarkan Gambar 4.8 menunjukkan diagram efektifitas penurunan kadar mangan (Mn) dinyatakan dalam bentuk persentase terhadap jumlah tingkat tray aerator. Dimana variasi jumlah tingkat tray aerator yaitu V1 : 5 tingkat, V2 : 3 tingkat dan V3 :2 tingkat dengan jarak masing-masing yaitu 0,5 m, 0,75 m dan 1 m. Dapat dilihat bahwa semakin banyak jumlah tingkat tray, maka semakin tinggi persen efektifitasnya. Begitu sebaliknya semakin dikit jumlah tingkat tray semakin rendah tingkat efektifitasnya. Menurut Schierholz et. al (2006) menyatakan bahwa semakin tinggi debit udara dan kedalaman air maka semakin tinggi kontak udara dengan air, maka dari itu digambarkan dengan diagram terlihat meningkat. Efisiensi yang paling optimum terlihat pada Variasi 1 dengan 5 tingkat tray dan jarak 0,5 meter, dengan persentase rata-rata sebesar 93 %, Variasi 2 dengan 3 tingkat tray dan jarak 0,75 meter hanya sebesar rata-rata 71 %, Variasi 3 dengan 3 tingkat tray dan jarak 2 meter sebesar rata-rata 57 %. Sehingga katagori sangat efektif dalam menurunkan konsentrasi Mangan yaitu Variasi 1 karena nilai % efisiensi variasi1 lebih dari 80%, variasi ke 2 masuk dalam kategori efektif, karena nilai % efisiensi variasi 2 sebesar 60% - 80%, sedangkan variasi ke 3 masuk kedalam kategori cukup efektif karena nilai % efisiensi variasi 3 sebesar 40% - 60% (Soeparman,2001)

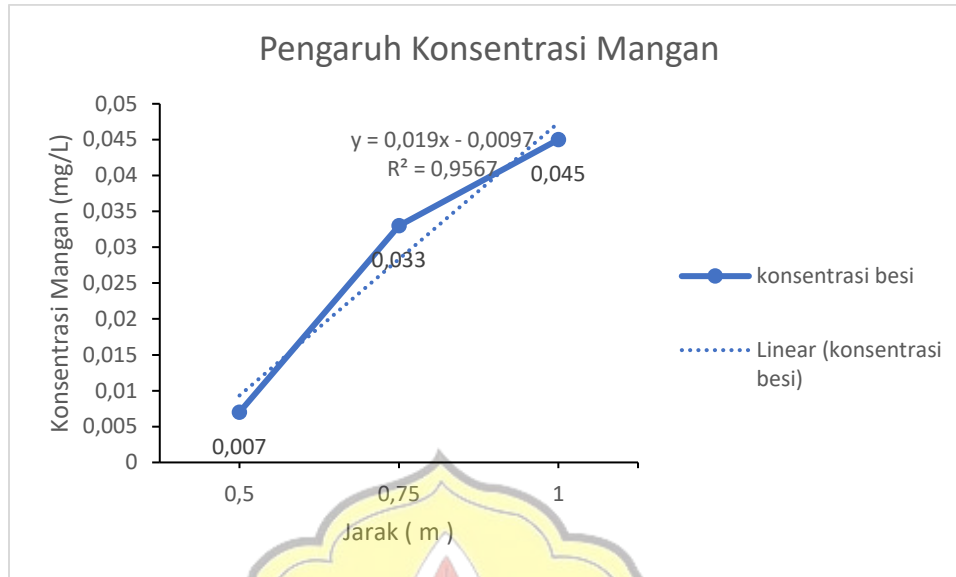


Gambar 4.9 Pengaruh Konsentrasi Besi

Berdasarkan garfik di atas dapat diketahui bahwa semakin tinggi jarak antar tray maka semakin tinggi pula tinggi konsentrasi besi. Dimana konsentrasi besi terendah terjadi pada ketinggian antar tray 0,5 m yaitu sebesar 0,056 mg/l, dan konsentrasi besi tertinggi terjadi pada ketinggian antar tray 1 m sebesar 0,217 mg/l. hal ini juga dapat dilihat dari persamaan regresi pada grafik tersebut yaitu :

$$Y = 0,0805X - 0,0203$$

Dari persamaan tersebut, jika terjadi kenaikan tinggi antar tray (X) sebesar 1 maka konsentrasi Besi (Y) naik sebesar 0,0805. Dan nilai R^2 sebesar 0,992 mendekati 1 menunjukkan terjadi hubungan yang signifikan antara variabel kenaikan tinggi antar tray (X) dengan variabel konsentrasi Besi (Y).



Gambar 4.10 Pengaruh Konsentrasi Mangan

Berdasarkan garfik di atas dapat diketahui bahwa semakin tinggi jarak antar tray maka semakin tinggi pula tinggi konsentrasi Mangan. Dimana konsentrasi Mangan terendah terjadi pada ketinggian antar tray 0,5 m yaitu sebesar 0,007 mg/l, dan konsentrasi Mangan tertinggi terjadi pada ketinggian antar tray 1 m sebesar 0,045 mg/l. hal ini juga dapat dilihat dari persamaan regresi pada grafik tersebut yaitu : $Y = 0,019X - 0,0097$

Dari persamaan tersebut, jika terjadi kenaikan tinggi antar tray (X) sebesar 1 maka konsentrasi Mangan (Y) naik sebesar 0,019. Dan nilai R^2 sebesar 0,9567 mendekati 1 menunjukkan terjadi hubungan yang signifikan antara variabel kenaikan tinggi antar tray (X) dengan variabel konsentrasi Besi (Y).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat di simpulkan sebagai berikut:

1. Variasi jarak tray aerator yang diuji 0,5 meter, 0,75 meter, dan 1 meter memberikan hasil penyisihan yang berbeda. Jarak 0,5 meter terbukti menghasilkan penurunan konsentrasi Fe dan Mn paling besar dibandingkan dua variasi lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa semakin pendek jarak antar tray, semakin optimal proses kontak udara-air, sehingga reaksi oksidasi Fe dan Mn berlangsung lebih intensif. Jarak 0,75 meter masih memberikan pengaruh yang baik, sedangkan jarak 1 meter menghasilkan efektivitas terendah.
2. Efisiensi tertinggi dicapai pada jarak 0,5 meter, dengan rata-rata penyisihan Fe lebih dari 80% dan penyisihan Mn mencapai 93%, sehingga termasuk kategori sangat efektif. Pada jarak 0,75 meter, efisiensi penurunan berada pada kategori efektif, sedangkan jarak 1 meter hanya masuk kategori cukup efektif. Hasil ini menegaskan bahwa tray aerator mampu menurunkan kadar Fe dan Mn secara signifikan, dengan tingkat efisiensi yang bergantung pada variasi jarak antar tray.

5.2 Saran

1. Untuk penelitian lebih lanjut dengan penelitian yang sejenis agar dapat menambahkan saringan pasir cepat atau filtrasi agar endapan flog-flog yang menggumpal dari alat tray aerator dapat di saring.
2. Untuk penelitian yang lanjut dapat juga memvariasikan metode tray aerasi dengan jarak yang berbeda atau jumlah tingkat yang berbeda pula.



DAFTAR PUSTAKA

- Chin, W. W. (2001). *The Partial Least Squares Approach to Structural Equation Modeling. Modern Methods for Business Research*, 295, 336
- Desiana, Idris, (2011). Penentuan Kualitas Air Tanah Dangkal Berdasarkan Parameter Mikrobiologi (Studi Kasus: Kecamatan Ujungberung, Kota Bandung) .Jurnal Teknik Lingkungan Volume 17 Nomor 2.
- Diana, Konsukartha. (2007). Pencemaran Air Tanah Akibat Pembuangan Limbah Domestik Di Lingkungan Kumuh Studi Kasus Banjar Ubung Sari, Kelurahan Ubung. *Jurnal Permukiman Natak*, Vol. 5 No. 2.
- Febrina, (2014). Studi Penurunan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam air. Universitas Sahid, Jakarta
- Freeze, R.A. dan Cherry, J.A., 1979. *Groundwater. Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs, New Jersey 07632.*
- Harmayani, (2007). Pencemaran Air Tanah Akibat Pembuangan Limbah Domestik di Lingkungan Kumuh. Universitas Udayana, Bali.
- Lutfihani, A. dan Alfani P. 2015. Analisis Penurunan Kadar Besi (Fe) dengan menggunakan Tray Aerator dan Diffuser Aerator. *Jurnal Teknik* 4 (1) (2015) . ITS. Surabaya.
- Munthe , Manurung dan Realita, (2018). Analisa Penurunan Kadar Besi (Fe) Dengan Metode *Waterfall Aerator* dan *Multiple Platform Aerator*. Universitas Sari Mutiara Indonesia, Medan.
- Nurraini, Yuli. (2011). Kualitas Air Tanah Dangkal Di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Cipayung Kota Depok. Depok: Universitas Indonesia.

Rachmawati dan Joko (2016). Perbedaan Variasi Penambahan Media Adsorpsi Kontak Aerasi Sistem Nampan Bersusun (Tray Aerator) Terhadap Kadar Besi (Fe) Air Sumur Gali di Desa Jatihadi Kecamatan Sumber Kabupaten Rembang. Universitas Diponegoro, Semarang.

Santosa, L.W. 2010. Pengaruh Genesis Bentuklahan Terhadap Karakteristik Akuifer dan Hidrogeokimia Dalam Evolusi Air Tanah Bebas (Kasus Pada Bentanglahan Kepesisiran Kabupaten Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta), Disertasi .Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.

Schierholz et. al, (2006). Mobilizing Customer Relationship Management - A Journey from Strategy to System Design. Business Process Management Journal 13 (2007) 6, forthcoming.

Sutandi, I. 2012. Air Tanah. Skripsi. Bandung: Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha.

Tood. David K. 2004. 3rd Edition. Ground Water Hydrology. Wiley. New York.

Zairinayati & Maftukhah, (2019). Efektivitas Pengolahan Air Bersih Menggunakan Tray Aerator Dalam Menurunkan Konsentrasi Fe, Mn, pH Pada Air Sumur Gali. Jurnal 'Aisyiyah Medika.

LAMPIRAN

Dokumentasi



Gambar 1 Alat Tray Aerator



Gambar 2 tempat penampung sampel



Gambar 3 Pengeboran Saluran Pipa *Tray Aerator*



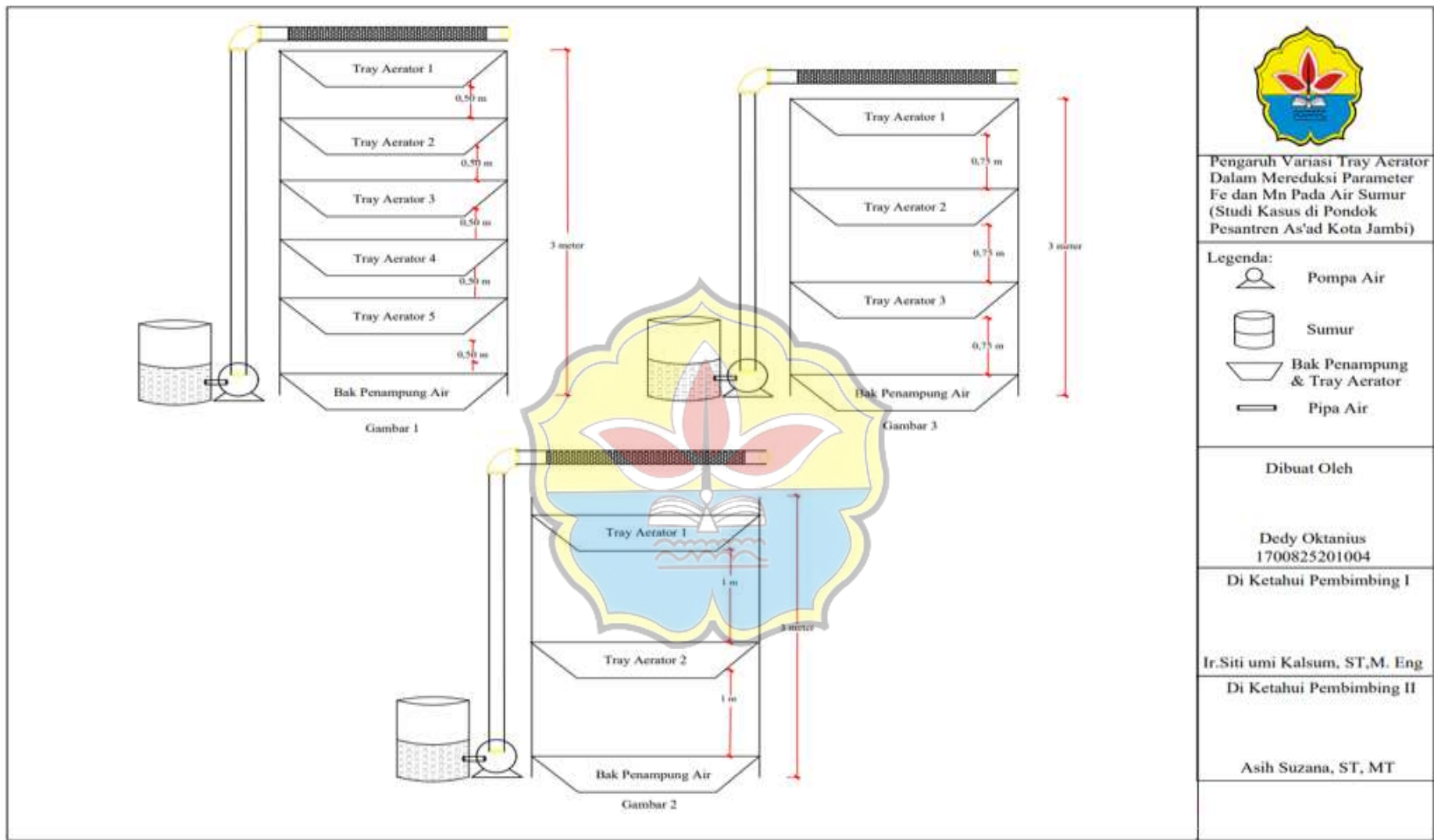
Gambar 4 Pipa Sambungan Dari Sumur Menuju *Tray Aerator*



Gambar 5 Mesin Penyaluran *Tray Aerato*



Gambar 6 *Tray Aerator* Saat Melakukan Uji Coba



Gambar 7 Konsep Desain Tray Aerato

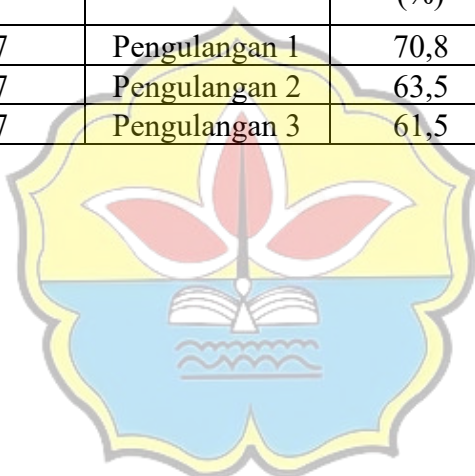
Tabel Eksperimen

Tabel 1 Efisiensi Besi Setelah Pengulangan

Variasi 1	Efisiens (%)	Variasi 2	Efisiens (%)	Variasi 3	Efisiensi (%)
Pengulangan 1	94,6	Pengulangan 1	90,9	Pengulangan 1	74,0
Pengulangan 2	93,9	Pengulangan 2	83,5	Pengulangan 2	79,4
Pengulangan 3	94,3	Pengulangan 3	80,5	Pengulangan 3	80,7

Tabel 2 Efisiensi Mangan Setelah Pengulangan

Variasi 1	Efisiens (%)	Variasi 2	Efisiens (%)	Variasi 3	Efisiens (%)
Pengulangan 1	92,7	Pengulangan 1	70,8	Pengulangan 1	57,3
Pengulangan 2	91,7	Pengulangan 2	63,5	Pengulangan 2	53,1
Pengulangan 3	92,7	Pengulangan 3	61,5	Pengulangan 3	49,0



Lampiran Perhitungan

Tabel 3 Variasi 1

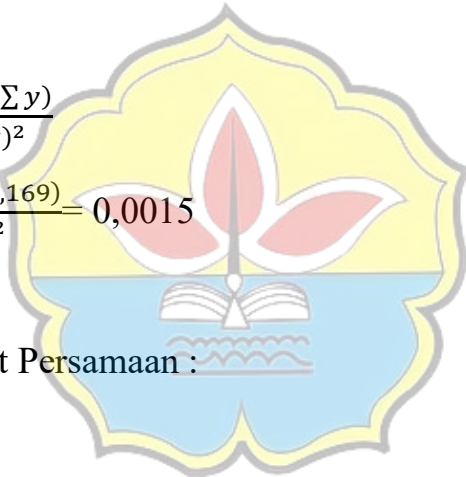
No	X	Y	X ²	Y ²	XY
1	1	0,053	1	0,003	0,053
2	2	0,060	4	0,004	0,12
3	3	0,056	9	0,003	0,168
Jumlah	6	0,169	14	0,009545	0,341

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum y)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$a = \frac{(0,169)(14) - (6)(0,341)}{3(14) - (6)^2} = 0,0533$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{3(0,314) - (6)(0,169)}{3(14) - (6)^2} = 0,0015$$



Sehingga Didapat Persamaan :

$$Y = by + a$$

$$Y = 0,0015y + 0,0533$$

Tabel 4 Variasi 2

No	X	Y	X ²	Y ²	XY
1	1	0,09	1	0,008	0,09
2	2	0,163	4	0,027	0,326
3	3	0,193	9	0,037	0,579
Jumlah	6	0,446	14	0,071918	0,995

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum y)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$a = \frac{(0,446)(14) - (6)(0,995)}{3(14) - (6)^2} = 0,0457$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{3(0,995) - (6)(0,446)}{3(14) - (6)^2} = 0,0515$$

Sehingga Didapat Persamaan :

$$Y = by + a$$

$$Y = 0,0515y + 0,0457$$

Tabel 5 Variasi 3

No	X	Y	X ²	Y ²	XY
1	1	0,257	1	0,066	0,257
2	2	0,204	4	0,042	0,408
3	3	0,191	9	0,036	0,573
Jumlah	6	0,652	14	0,144146	1,238

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum y)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$a = \frac{(0,652)(14) - (6)(0,652)}{3(14) - (6)^2} = 0,2833$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{3(1,238) - (6)(0,652)}{3(14) - (6)^2} = -0,033$$

Sehingga Didapat Persamaan :

$$Y = by + a$$

$$Y = -0,033y + 0,2833$$