ANALISA PENGARUH WAKTU AERASI TERHADAP KADAR ZAT BESI (Fe) DAN MANGAN (Mn) DALAM PENGOLAHAN AIR BERSIH



Disusun untuk Memenuhi Syarat Ujian Sarjana Strata Satu pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas IBA Palembang

Oleh

Boris Habibullah Sitorus

23320010P

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS IBA PALEMBANG 2025

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama

: Boris Habibullah Sitorus

NPM

: 23320010P

Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Waktu Aerasi Terhadap Kadar Zat Besi (Fe)

Dan Mangan (Mn) Dalam Pengolahan Air Bersih.

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Skripsi yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan skripsi ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas IBA.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Penulis

Boris Habibullah Sitorus

NPM.23320010P

ANALISA PENGARUH WAKTU AERASI TERHADAP KADAR ZAT BESI (Fe) DAN MANGAN (Mn) DALAM PENGOLAHAN AIR BERSIH



SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Syarat Ujian Sarjana Strata Satu pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas IBA Palembang

Mengetahui,

Dekan Fakultas Tokik

Dr. Ir Hardagan Hiramd PM.T.

NIK. 03 24 514

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Reny Ariany, ST., M.Eng.

NIK. 02 05 171

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN	AGENDA NO	:
FAKULTAS TEKNIK	DITERIMA TGL	:
UNIVERSITAS IBA	PARAF	:

ANALISA PENGARUH WAKTU AERASI TERHADAP KADAR ZAT BESI (Fe) DAN MANGAN (Mn) DALAM PENGOLAHAN AIR BERSIH

NAMA MAHASISWA

: Boris Habibullah Sitorus

NPM

: 23320010P

SPESIFIKASI

: a. Aerasi

b. Kadar Besi dan Mangan

c. Debit

d. Kecepatan

e. Bilangan Reynold

f. Kerugian Head

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Ir. Ratih Diah Andayani, M.T.

NIK. 02 89 037

Reny Afriany, S.T., M.Eng.

NIK. 02 05 171

Menyetujui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Reny Afriany, S.T., M.Eng

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Skripsi ini dengan judul ; Analisa Pengaruh Waktu Aerasi Terhadap Kadar Zat

Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Dalam Pengolahan Air

Bersih.

Penyusun

: Boris Habibullah Sitorus

NPM

: 23320010P

Program Studi

: Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana (Ujian Komprehensif) dan diterima sebagai bagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Universitas IBA.

TIM PENGUJI

Ketua

: Reny Afriany, S.T., M.Eng.

Anggota

: 1. Dr. Arie Yudha Budiman, S.T., M.T.

2. Ir. Asmadi Lubay, M.T.

3. Ir. Ratih Diah Andayani, M.T.

4. Yeny Pusvyta, S.T., M.T.

Ditetapkan di : Palembang

Tanggal : 12 Juli 2025

MOTTO

"Air bersih adalalah cerminan kualitas hidup, menjaganya adalah invenstasi bagi kesehatan dan kebahagian generasi mendatang"

"Orang pintar dapat menciptakan suatu karya yang bermanfaat bagi orang banyak, akan tetapi satu seorang guru dapat menghasilkan seribu orang pintar yang akan mengubah dunia"

ABSTRAK

Perumahan Gren Serra di Palembang merupakan salah satu kawasan yang belum dapat suplai air bersih dari PDAM. Untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari warga memanfaatkan air sumur gali yang memiliki kadungan zat besi 1,15 mg/l dan mangan 0,0033 mg/l. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh variasi waktu aerasi terhadap penurunan kadar zat besi (Fe) dan mangan (Mn) dengan metode aerasi-filtrasi serta dilakukan perhitungan debit, kecepatan, bilangan Reynold, kerugian head dan koefesien kerugian pada aerasi. Proses aerasi dilakukan dengan variasi waktu 45 dan 75 menit dilanjutkan dengan filtrasi. Hasil penelitian menunjukkan kandungan zat besi menurun dengan bertambahnya waktu aerasi pada aerasi 45 menit menurun sebesar 0,92 mg/l (penurunan 20%) dan pada 75 menit kandungan zat besi menjadi 0,37 mg/l (penurunan 68%), sementara kadar mangan mengalami peningkatan yang tidak signifikan, namun kadar mangan masih berada dibawah batas maksimum sesuai Permenkes No 32 Tahun 2017 yaitu 0,1 mg/l. Proses aerasi dilakukan pada debit: 0,000328 m³/s, Kecepatan aliran: 2,549508284 m/s, bilangan Reynold: 40.550563, Kerugian head: 2,04204 Koefesien kerugian: 6,15755. Hasil ini membuktikan bahwa aerasi selama 75 menit belum bisa menurunkan kadar besi sebesar 0,2 mg/l.

Kata kunci: Aerasi, kadar zat besi dan mangan, debit, kecepatan, bilangan Reynold, kerugian head.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, hidayah dan karunia-Nya sehingga penelitian dan penyusunan skripsi yang berjudul "Analisa Pengaruh Waktu Aerasi Terhadap Kadar Zat Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Dalam Pengolahan Air Bersih" ini dapat terselesaikan dengan baik. Tidak lupa pula salawat dan salam kepada Rasulullah Muhammad SAW beserta keluarga, dan para sahabatnya beliau.

Dalam pelaksanaan penelitian hingga terangkumnya skripsi ini, cukup banyak rintangan dan hambatan yang penulis jumpai, sehingga disadari sepenuhnya bahwa skripsi ini tidak mungkin tersusun tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberi bantuan dan dukungan. Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang besar kepada

- 1. Ibu Dr. Ir Hardayani Haruno, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik.
- 2. Ibu Reny Afriany, S.T, M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin dan Pembimbing Skripsi kedua.
- 3. Ibu Ir. Ratih Diah Andayani, M.T, selaku dosen Pembimbing Skripsi pertama, yang telah memberikan bimbingan, saran-saran serta dukungan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
- 4. Orang tua dan istri tercinta yang begitu banyak memberikan dorongan moril dan material serta doa kepada penulis.
- 5. Rekan-rekan dan sahabat yang telah banyak memberikan dorongan dan masukan dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis memohon maaf serta mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun dari para pembaca, guna perbaikan di masa yang akan datang. Semoga hasil tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, khususnya bagi dunia ilmu pengetahuan.

Palembang, Juli 2025 Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN AGENDA	iv
HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI	v
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Definisi Air Bersih	4
2.2 Air Sumur Gali	4
2.3 Persyaratan Air Bersih	5
2.3.1 Besi	5
2.3.2 Mangan	6

2.3.3 Kekeruhan dan Warna	7
2.3.4 Bau dan Rasa	8
2.4 Parameter Air Bersih	9
2.5 Metode Pengolahan Air	10
2.5.1 Aerasi	10
2.5.2 Macam-macam Metode Aerasi	11
2.5.3 Filtrasi	15
2.6 Komponen-komponen Alat Penjernih Air	15
2.6.1 Karbon Aktif	16
2.6.2 Pasir Silika	17
2.6.3 Mangan Zeloid	18
2.6.4 Ijuk	20
2.7 Bilangan Reynold	21
2.8 Hukum Bernoulli	23
2.9 Perangkat Pengukuran Tekanan	24
2.10 Kerugian Head (Head Losses)	24
2.11 Massa Jenis	25
BAB III	26
METODE PENELITIAN PENGOLAHAN AIR	26
3.1 Diagram Alir Penelitian	26
3.2 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	27
3.3 Variabel Penelitian	27
3.4 Studi Literatur	27
3.5 Rancangan Alat dengan Metode Aerasi Aerator Venturi dan Filtrasi	27
3.6 Diskripsi Alat dan Bahan yang digunakan	31
3.6.1 Pompa (<i>Pump</i>)	31
3.6.2 Aerator Venturi	32
3 6 3 Drum Plactik	32

3.6.4 Pipa PVC	33
3.6.5 Alat Ukur	.34
3.6.6 Alat Pemotong	.36
3.6.7 Alat Pelubang	37
3.6.8 Lem Pipa	37
3.7 Media Bahan pada Filtrasi	38
3.8 Cara Kerja Rangkaian Uji	38
3.9 Prosedur Pengujian	38
BAB IV	
PENGOLAHAN DATA	40
4.1 Data Hasil Pengujian	.40
4.1.1 Data Hasil Pengujian Kadar Fe dan Mn dengan Proses Aerasi	.40
4.1.2 Data Hasil Pengujian Kadar Fe dan Mn dengan proses Aerasi dan Filt	
4.1.3 Data Hasil Pengujian Kadar Fe dan Mn dengan Proses Filtrasi	
4.1.4 Data Hasil Kalibarasi	42
4.1.5 Data Tekanan Pada Manometer Proses Aerasi	42
4.1.6 Data Hasil Pengujian Massa Jenis Air	43
4.2 Data Kalibrasi	44
4.3 Kecepatan (v)	.44
4.4 Bilangan Reynold	44
4.5 Nilai Kerugian Head (h _L)	44
4.6 Koefesien Kerugian (K _L)	45
BAB V	.46
HASIL DAN PEMBAHASAN	.46
5.1 Hasil Pengolahan Data Uji Laboraturium	46
5.2 Hasil Pengolahan Data Perhitungan Proses Aerasi	46

5.3 Analisa Penurunan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dengan Menggunaka Proses Filtrasi	
5.4 Analisa Penurunan Kadar besi (Fe) dan Mangan (Mn) dengan proses Aerasi saja.	
5.5 Analisa Penurunan Kadar Zat Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dengan Menggunakan Metode Aerasi Kombinasi Filtrasi.	. 50
5.6 Analisa Perbandingan Penurunan Kadar Besi dan Mangan dalam Pengolaha Air Bersih dengan Menggunakan Metode Aerasi Kombinasi Filtrasi, Metode Aerasi saja dan Metode Filtrasi saja.	
5.7 Analisa Extrapolasi Waktu Ideal Proses Aerasi untuk Penurunan Kadar Fe hingga 0,2 mg/l Sesuai dengan Permenkes RI No.32 Tahun 2017	.53
BAB VI	. 55
KESIMPULAN DAN SARAN	. 55
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Proses Aerasi	10
Gambar 2.2.	Aerator venturi	11
Gambar 2.3.	Cascade aerators	13
Gambar 2.4.	Aerator Gelembung Udara (bubble aerator)	14
Gambar 2.5.	Spray aerator	15
Gambar 2.6.	Karbon aktif arang batok kelapa	16
Gambar 2.7.	Pasir silika	18
Gambar 2.8.	Mangan Zeloid	20
Gambar 2.9.	Ijuk	20
Gambar 3.1.	Diagram alir kegiatan penelitian	26
Gambar 3.2.	Rancangan alat penjernih air tampak depan	28
Gambar 3.3.	Rancangan alat penjernih air tampak atas	29
Gambar 3.4.	Rancangan alat penjernih air tampak isometric dan samping	29
Gambar 3.5.	Rancangan alat Aerasi dan Filtrasi	30
Gambar 3.6.	Media dalam filtrasi	31
Gambar 3.7.	Spesifikasi pompa sentrifugal	31
Gambar 3.8.	Spesifikasi pompa submersible	32
Gambar 3.9.	Aerator venturi	32
Gambar 3.10.	Drum plastik kapasitas 60 liter	33
Gambar 3.11.	Pipa PVC	33
Gambar 3.12.	Flowmeter	34
Gambar 3.13.	Piknometer	35
Gambar 3.14.	Stopwatch	35
Gambar 3.15.	Meteran	36
Gambar 3.16.	Jangka sorong	36
Gambar 3.17.	Gergaji besi	37
Gambar 3.18.	Mesin bor tangan	37
Gambar 3.19.	Lem Pipa	37

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Standar Baku Air untuk Keperluan Higine dan Sanitas PERMENKES RI No.32/MENKES/20179
Tabel 4.1.	Hasil pengujian kadar Fe dan Mn dengan proses aerasi40
Tabel 4.2.	Hasil Pengujian kadar Fe dan Mn dengan proses Aerasi dan Filtrasi
Tabel 4.3.	
Tabel 4.4.	Hasil Kalibrasi Flow-meter pada Proses Aerasi
Tabel 4.5.	Hasil data tekanan pada manometer proses aerasi
Tabel 4.6.	Hasil Pengujian Massa jenis Air Mengandung Zat Besi43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Data Kalibrasi Flowmeter	59
Lampiran 2.	Perhitungan Debit Aliran (Q)	60
Lampiran 3.	Perhitungan Massa Jenis Air dan Etrapolasi Linier	62
Lampiran 4.	Surat Keputusan Skripsi Fakultas Teknik Mesin	63
Lampiran 5.	Lembar Asistensi Bimbingan Skripsi	64
Lampiran 6.	Lembar Perbaikan Skripsi	65
Lampiran 7.	Foto Kegiatan Penelitian	66

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sesuatu yang sangat diperlukan oleh setiap manusia, tidak hanya untuk dikomsumsi air juga sering digunakan untuk kebutuhan lain seperti mandi, mencuci atau bahkan menyirami tanaman. Oleh sebab itu juga mengapa air disebut sebagai sumber kehidupan.

Dengan bertambahnya penduduk, maka kebutuhan akan air semakin meningkat tajam. Kawasan perkotaan dengan tingkat pembangunan yang pesat dan pertumbuhan penduduk yang tinggi, air bersih merupakan barang yang langka dan mahal. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih di daerah perkotaan dibangun beberapa pengelohan air bersih yang dikelola oleh badan usaha milik daerah yaitu Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Instansi inilah yang kemudian bertugas untuk mempersiapkan air bersih dan mendistribusikan kepada masyarakat sebagai konsumen, akan tetapi masih sulit memenuhi kebutuhan masyarakat, khususnya perumahan-perumahan yang bersubsidi yang tidak disediakan instalasi jaringan pipa air sehingga belum dapat menikmati aliran air bersih dari PDAM.

Perumahan Gren Serra merupakan salah satu daerah berada di kelurahan Sukamulaya, kecamatan Sematang Borang kota Palembang. Perumahan Gren Serra merupakan salah satu perumahan yang belum mendapatkan suplay air bersih dari PDAM. Untuk memenuhi kebutuhan air bagi warga perumahan menggunakan sumur gali yang disediakan oleh developer perumahan, warga perumahan melakukan pelayanan sendiri dengan memanfaatkan sumber air yang ada, baik itu air permukaan, air tanah dalam dan air tanah dangkal ataupun dari penjual air bersih yang belum tentu memenuhi standar mutu air bersih untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Air sumur yang disediakan oleh developer di perumahan Gren Serra setelah dilakukan uji laboraturium di Labkesmas Palembang II air sumur gali yang terdapat di perumahan Gren Serra mengandung zat besi (Fe) dengan kadar 1,15 mg/l dan mangan (Mn) kadar <0,0033 mg/l.

Bertitik tolak dari latar belakang di atas maka untuk mendapatkan air yang sesuai dengan standar baku mutu air bersih sesuai PERMENKES RI No.32/MENKES/2017 yang menunjukkan parameter- parameter yang ditetapkan sebagai persyaratan-persyaratan air bersih yang diharapkan bisa mencegah timbulnya gangguan kesehatan, penyakit, dan dalam segi estetika. Maka dibuatlah "Analisa Pengaruh Waktu Aerasi Terhadap Kadar Zat Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Dalam Pengolahan Air Bersih".

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Apakah cara kombinasi proses aerasi-filtrasi pada pengolahan air dapat menurunkan kadar Fe dan Mn
- 2. Bagaimana pengaruh waktu aerasi terhadap penurunan kadar zat besi (Fe) dan mangan (Mn) dalam pengolahan air bersih
- 3. Apakah waktu aerasi dapat meningkatkan kualitas air bersih dengan mengurangi kadar Fe dan Mn.
- 4. Bagaimana kemampuan dari debit, kecepatan, jenis aliran dan kerugian head dalam proses aerasi menggunakan aerator venturi.

1.3 Tujuan Penelitian

Beberapa tujuan yang hendak dicapai dalam melakukan tugas akhir ini adalah:

- Meneliti kemampuan proses aerasi dan filtrasi dalam penurunan kadar Fe dan Mn dalam pengolahan air bersih.
- 2. Meneliti pengaruh waktu aerasi terhadap penurunan kadar Fe dan Mn dalam pengolahan air bersih.
- 3. Mengetahui kemampuan debit, kecepatan, jenis aliran dan kerugian head dalam proses aerasi menggunakan aerator venturi.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah

- Air yang digunakan adalah air sumur gali yang mengandung kadar zat besi (Fe) dan mangan (Mn) di daerah perumahan Gren Serra kecamatan Sematang Borang.
- 2. Metode pengolahan air yang digunakan adalah metode aerator venturi dan filtrasi.
- 3. Waktu yang di variasikan 45 menit dan 75 menit pada proses aerasi.
- 4. Nilai yang dihitung pada proses aerasi adalah debit, kecepatan, bilangan Reynold dan kerugian head.
- 5. Kehilangan head pada sambungan, turunan dan simpangan diabaikan serta head losses mayor diabaikan.
- 6. Media filter yang digunakan adalah pasir silika dengan tinggi 200 mm, karbon aktif 300 mm, zeloid mangan 400 mm dan ijuk 100 mm.
- 7. Diminesi media filtrasi dengan tinggi 1,15 m dan diameter pipa 4"
- 8. Volume yang air yang di aerasi 59,9 liter.
- 9. Pengujian yang diuji adalah kadar zat besi (Fe) dan mangan (Mn) yang sesuai dengan standar PERMENKES RI No.32/MENKES/2017.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini sebagai berikut :

- Memberikan informasi kepada warga perumahan Gren Serra tentang kemampuan proses aerasi dan filtrasi dalam menghilangkan kadar zat besi (Fe) dan Mangan (Mn).
- 2. Dapat digunakan sebagai referensi untuk pengembangan sistem pengolahan air bersih yang lebih efektif dan efesiensi dalam penurunan kadar zat besi (Fe) dan mangan (Mn).
- Proses pengolahan air bersih dapat digunakan di rumah tangga untuk meningkatkan kualitas air sesuai baku mutu PERMENKES RI No.32/MENKES/2017.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Air Bersih

Air yang layak untuk dijadikan sumber air harus memiliki kualitas standar karakteristik mutu Adanya standar kualitas air, sehingga dapat diukur kualitas dari berbagai macam air. Setiap jenis air dapat diukur konsentrasi kandungan unsur yang tercantum di dalam standar kualitas, dengan demikian dapat diketahui syarat kualitasnya, dengan kata lain standar kualitas dapat digunakan sebagai patokan. Standar kualitas air bersih dapat diartikan sebagai ketentuan-ketentuan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 yang dituangkan dalam bentuk pernyataan atau angka yang menunjukkan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi agar air tersebut tidak menimbulkan gangguan teknis, penyakit, gangguan kesehatan, serta gangguan dalam segi estetika. Setiap badan usaha pengelolaan air harus memiliki dasar pertimbangan penetapan kualiatas air minum berpatokan pada standar kualitas air terutama dalam penelitian terhadap air yang diproduksi. Peraturan ini harus digunakan sebagai pedoman dengan maksud bahwa air yang diproduksi memenuhi syarat kesehatan sehingga mempunyai peran penting dalam rangka menunjang kesehatan masyarakat, peraturan ini telah diperoleh landasan hukum dan landasan teknik dalam hal pengawasan kualitas air bersih.

Demikian air yang baik digunakan untuk keperluan sehari-hari sebaiknya air tersebut tidak memiliki bau, tidak berwarna, tidak berasa, jernih, dan suhu yang dimiliki air tersebut sesuai dengan standar yang ditetapkan (Wahyuni, 2017).

2.2 Air Sumur Gali

Air sumur gali merupakan sebagian air hujan yang mencapai permukaan bumi dan menyerap ke dalam lapisan tanah dan menjadi air tanah. Kesadahan pada air (hardness of water) terjadi disebabkan oleh air tanah, air hujan sebelum mencapai lapisan tempat menembus beberapa lapisan tanah. Kesadahan pada air ini

menyebabkan air mengandung zat-zat mineral dalam konsentrasi tinggi. Zat-zat mineral tersebut, antara lain kalsium, magnesium, dan logam berat seperti Fe (Mustika, Indrawati, & Warsyi, 2018). Air tanah pada umumnya mengandung beberapa senyawa anorgnik dan kation dan anion terlarut. Ion-ion yang sering ditemui pada air tanah adalah kadar besi (Fe). Adanya kandungan kadar besi (Fe) dalam air dapat menimbulkan gangguan kesehatan, menimbulkan bau yang kurang enak dan menyebabkan warna kuning pada dinding bak kamar mandi serta bercakbercak kuning pada pakaian. Oleh karena itu keberadan kadar besi (Fe) dalam jumlah yang melebihi standar harus dikurangi melalui pengolahan (Situmorang, Atmono, Panisean, 2018).

2.3 Persyaratan Air Bersih

2.3.1 Besi

Besi adalah salah satu elemen kimiawi yang dapat ditemui pada hampir setiap tempat di bumi. Pada umumnya, besi yang ada di dalam air dapat bersifat:

- 1. Terlarut sebagai Fe²⁺ (ferro) atau Fe³⁺ (ferri);
- 2. Tersuspensi sebagai butir koloidal (diameter < 1 mm) atau lebih besar, seperti, Fe₂O₃, FeO, FeOOH, Fe(OH)₃ dan sebagainya;
- 3. Tergabung dengan zat organis atau zat padat yang inorganis (seperti tanah liat).

Besi seperti juga jenis logam yang lain seperti Cobalt dan Nikel di dalam susunan berkala unsur termasuk logam golongan VII, dengan berat atom 55,85, berat jenis 7,86, dan mempunyai titik lebur 2450° C. di alam biasanya banyak terdapat di dalam bijih besi hematite, mangnetite, limonite, dan pyrite (FeS), senyawa ferro dalam air yang sering dijumpai adalah FeO, FeSO₄, FeSO₄, 7H₂O, FeCO₃, Fe(OH)₂, FeCl₂ dan lainnya, sedangkan senyawa ferri yang sering dijumpai yakni FePO₄, Fe₂O₃, FeCl₃, Fe(OH)₃, dan lainnya. Untuk air minum, konsentrasi zat besi dibatasi maksimum 0,3 mg/L. Hal ini ditetapkan bukan ditetapkan berdasarkan alasan kesehatan semata tetapi ditetapkan berdasarkan alasan masalah warna, rasa, serta timbulnya kerak yang menempel pada system perpipaan atau alasan estetika lainnya. Manusia dan makhluk hidup lainnya dalam

kadar tertentu memerlukan zat besi sebagai nutrient, tetapi untuk kadar yang berlebihan perlu dihindari. Untuk garam ferrosulfat (FeSO₄) dengan konsentrasi 0,1-0,2 mg/L dapat menimbulkan rasa yang tidak enak pada air minum. Dengan dasar ini standar air minum WHO untuk Eropa menetapkan kadar besi dalam air minum 0,1 mg/L. Menurut Wright (1984) Kadar besi (Fe) biasanya ditemukan dalam air dalam beberapa bentuk, dalam sumur atau mata air sering dijumpai dalam bentuk besi karbonat FeCO₃. Bentuk ini dalam air tidak menimbulkan warna, Meskipun tidak menimbulkan warna, dalam keadaan tersebut apabila bertemu dengan udara untuk beberapa waktu, lama kelamaan akan menjadi presipitat merah coklat presipitat ini akan menyebabkan karat dalam air.

Berbeda dengan mangan, zat besi di dalam air minum pada tingkat konsentrasi mg/L tidak memberikan pengaruh yang buruk pada kesehatan, tetapi dalam kadar yang besar dapat menyebabkan air berwarna coklat kemerahan yang tidak diharapkan. Oleh karena itu, di dalam proses pengolahan air minum, garam besi valensi dua (*ferro*) yang larut dalam air perlu diubah menjadi garam besi valensi tiga (*ferri*) yang tak larut di dalam air sehingga mudah dipisahkan (N.I, Said, 2005).

2.3.2 Mangan

Mangan adalah logam berwarna abu-abu putih. Mangan adalah unsur reaktif yang mudah menggabungkan dengan ion dalam air dan udara. Di bumi, mangan ditemukan dalam sejumlah mineral kimia yang berbeda dengan sifat fisiknya, tetapi tidak pernah ditemukan sebagai logam bebas di alam. Mineral yang paling penting adalah *pyrolusite*, karena merupakan mineral biji utama untuk mangan. Kehadiran mangan dalam air tanah bersamaan dengan besi yang berasal dari tanah dan bebatuan. Mangan dalam air berbentuk mangan bikarbonat (Mn(HCO₃)₂), mangan klorida (MnCl₂) dan mangan sulfat (MnSO₄)₃ (Joko, 2010).

Mangan merupakan unsur logam yang termasuk golongan VII, dengan berat atom 54,93, titik lebur 1247^oC, dan titik didihnya 2032^oC (BPPT, 2004). Mangan (Mn) adalah metal kelabu-kemerahan dalam keadaan senyawa

dengan berbagai macam valensi. Di dalam hubungannya dengan kualitas air yang sering dijumpai adalah senyawa mangan dengan valensi 2, valensi 4, dan valensi 6. Di dalam air minum mangan (Mn) menimbulkan rasa, warna (coklat/ungu/hitam), dan kekeruhan (Fauziah, 2011).

Tingkat kandungan mangan yang di izinkan dalam air yang digunakan untuk keperluan domestik sangat rendah, yaitu dibawah 0,05 mg/L. Dalam kondisi aerob mangan dalam perairan terdapat dalam bentuk MnO₂ dan pada dasar perairan tereduksi menjadi Mn²⁺ atau dalam air yang kekurangan oksigen (DO rendah). Oleh karena itu, pemakaian air yang berasal dari suatu sumber air, sering ditemukan mangan dalam konsentrasi tinggi . Pada pH yang agak tinggi dan kondisi aerob terbentuk mangan yang tidak larut seperti MnO₂, atau MnCO₃ meskipun oksidasi dari Mn²⁺ itu berjalan relatif lambat (Achmad, 2004).

2.3.3 Kekeruhan dan Warna

Kekeruhan dan warna adalah bentuk cemaran yang paling mudah dikenali dalam air. Buangan padat yang masuk ke dalam air akan menimbulkan menimbulkan pelarutan, pengendapan pencemaran dan akan pembentukan koloidal. Kekeruhan disebabkan oleh partikel terlarut di dalam air yang ukurannya berkisar antara 0.01-10 mm. Partikel yang sangat kecil dengan ukuran kurang dari 5 mm disebut dengan partikel koloid dan sangat sulit mengendap. Apabila bahan buangan padat tersebut menimbulkan pelarutan, maka kepekatan atau berat jenis air akan naik. Kadang-kadang pelarutan ini disertai pula dengan perubahan warna air. Air yang mengandung larutan pekat dan warna gelap akan mengurangi penetrasi sinar matahari ke dalam air. Pembentukan koloidal terjadi bila buangan tersebut berbentuk halus, sehingga sebagian ada yang larut dan sebagian lagi ada yang melayang-layang sehingga air menjadi keruh. Kekeruhan adalah ukuran yang menggunakan efek cahaya sebagai dasar untuk mengukur keadaan air baku dengan skala Nephelometric Turbidity Unit (NTU) atau Jackson Turbidity Unit (JTU) atau Formazin Turbidity Unit (FTU), kekeruhan ini disebabkan oleh adanya benda tercampur atau benda koloid di dalam air. Hal ini membuat perbedaan nyata dari segi estetika maupun dari segi kualitas air itu sendiri (Arifin, 2007).

Air dikatakan keruh apabila air tersebut mengandung begitu banyak partikel bahan yang tersuspensi sehingga memberikan warna/rupa yang berlumpur dan kotor. Bahan-bahan yang menyebabkan kekeruhan ini meliputi tanah liat, lumpur, bahan bahan organik yang tersebar dari partikel-partikel kecil yang tersuspensi. Kekeruhan pada air merupakan satu hal yang harus dipertimbangkan dalam penyediaan air bagi umum, mengingat bahwa kekeruhan tersebut akan mengurangi segi estetika, menyulitkan dalam usaha penyaringan, dan akan mengurangi efektivitas usaha desinfeksi (Sutrisno, 2002).

2.3.4 Bau dan Rasa

Bau dan rasa air merupakan dua hal yang mempengaruhi kualitas air secara bersamaan. Bau dan rasa dapat dirasakan langsung oleh indra penciuman dan pengecap. Biasanya, bau dan rasa saling berhubungan. Air yang berbau busuk memiliki rasa kurang (tidak) enak. Bau dan rasa biasanya disebabkan oleh adanya bahan-bahan organik yang membusuk, tipe-tipe tertentu organisme mikroskopik, serta persenyawaan-persenyawaan kimia seperti *fenol*. Bahan-bahan yang menyebabkan bau dan rasa ini berasal dari berbagai sumber. Intensitas bau dan rasa dapat meningkat bila di dalam air dilakukan klorinasi. Karena pengukuran bau dan rasa itu tergantung pada reaksi individual, maka hasil yang dilaporkan tidak mutlak. Untuk standar air bersih keperluan higiene sanitasi ditetapkan oleh Permenkes RI No.32 Tahun 2017 yaitu tidak berbau dan tidak berasa.

Bau dan rasa biasanya terjadi secara bersamaan dan biasanya disebabkan oleh adanya bahan-bahan organik yang membusuk, tipe-tipe tertentu organisme mikroskopik, serta persenyawaan-persenyawaan kimia seperti phenol. Bahan-bahan yang menyebabkan bau dan rasa ini berasal dari berbagai sumber. Intensitas bau dan rasa dapat meningkat bila terdapat klorinasi. Timbulnya rasa yang menyimpang biasanya disebabkan oleh adanya bahan kimia yang terlarut, dan rasa yang menyimpang tersebut umunya sangat dekat dengan baunya karena pengujian

terhadap rasa air jarang dilakukan. Air yang mempunyai bau yang tidak normal juga dianggap mempunyai rasa yang tidak normal (Moersidik, 1999).

2.4 Parameter Air Bersih

Nilai TDS, kekeruhan, suhu, warna, kadar besi (Fe²⁺), kadar fluorida (F), kadar klorida, kadar mangan (Mn), kadar nitrit (NO²⁻), keasaman (pH), sulfat (SO4²⁻), dan kadar total *coliform E.coli* adalah parameter penentuan kualitas air bersih (Hudiyah & Saptomo, 2019). Parameter fisik dan kimia Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi ditunjukkan dalam Tabel 2.1

Tabel 2.1 Standar Baku Air Untuk Keperluan Higine dan Sanitasi (PERMENKES RI No.32 Tahun 2017.)

No	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu
1	Kekeruhan	NTU	< 3
2	Warna	TCU	10
3	Suhu	°C	suhu udara ± 3
5	Bau		tidak berbau
6	рН	mg/l	6,5-8,5
7	Besi (Fe) (terlarut)	mg/l	0,2
8	Mangan (Mn) (terlarut)	mg/l	0,1

Sumber: PERMENKES RI No.32 Tahun 2017.

2.5 Metode Pengolahan Air

2.5.1 Aerasi

Aerasi adalah suatu proses penambahan udara atau oksigen dalam air dengan memberikan gelembung-gelembung halus udara dan membiarkan naik melalui air. Penambahan udara ini dapat dilakukan dengan menggunakan aerator, salah satu cara meningkatkan kontak dengan air yaitu dengan peralatan mekanik yang berfungsi untuk meningkatkan nilai oksigen yang masuk dalam air.

Fungsi utama aerasi ialah untuk melarutkan oksigen kedalam air untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air dan melepaskan kandungan gasgas yang terlarut dalam air, serta membantu pengadukan air. Di dalam proses penghilangan besi dan mangan dengan cara Aerasi.

Hidroksida besi (valensi 2) maupun hidroksida mangan (valensi 2) masih mempunyai kelarutan yang cukup besar, sehingga jika terus dilakukan oksidasi dengan udara atau aerasi akan terjadi reaksi (ion) sebagai berikut :

$$4 \text{ Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 10 \text{ H}_2\text{O} ===> 4 \text{ Fe}(\text{OH})_3 + 8 \text{ H}^+$$

 $2 \text{ Mn}^{2+} + \text{O}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O} ===> 2 \text{ MnO}_2 + 4 \text{ H}^+$

Prinsip kerja aerasi adalah, untuk menambahkan oksigen yang terlarut di dalam air tersebut Gambar 2.1 Menunjukan ilustrasi aerasi.



Gambar 2.1 Proses Aerasi

Sumber : PDAM Surya sembada kota surabaya

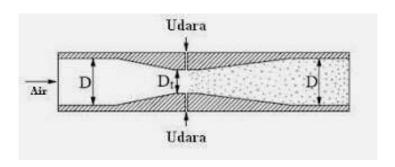
Dalam melakukan proses aerasi ini perlu menggunakan alat yang dinamakan aeator. Fugsi utama dari aerator ini adalah memperbesar permukaan kontak antara air dan udara.

Prinsip kerja aerasi ini akan menghasilkan gelembung dengan dorongan ke atas, dan menarik arus air dari arah samping dan bawahnya. Semakin besar dorogan keatas, maka pusaran yang terbentuk juga semakin besar,(N.I.Said, 2005).

2.5.2 Macam-macam Metode Aerasi

1. Aerator Venturi

Definisi aerator adalah sebuah mesin penghasil gelembung udara yang gunanya adalah mengerakan air di dalam suatu ruangan agar airnya kaya akan oksigen terlarut sedangkan definisi dari venturi adalah gejala penurunan tekanan dan peningkatan kecepatan ketika fluida bergerak melalui pipa menyempit sehingga aerator venturi yang merupakan alat untuk suplay oksigen gelembung udara yang dapat menggerakan air didalam suatu bidang permukaan. Venturi yang memiliki lubang pada bagian throatnya, sehingga udara bisa masuk ke dalam fluida yang mengalir di dalamnya atau pipa venturi dapat diartikan sebagai pipa pendek dengan bagian dalam yang mengecil. Fenomena ini, dapat terjadi karena aliran fluida dibagian throat venturi memiliki tekanan dibawah atmosfer sehingga udara luar yang memiliki tekanan atmosfer dapat masuk ke dalam aliran dengan sendirinya tanpa tambahan energi . Gambar 2.2 menunjukan ilustrasi aerator tipe venturi,



Gambar 2.2 Aerator Venturi

Sistem aerator venturi mampu meningkatkan kadar udara dalam air sampai 65% volume. Seperti yang diketahui venturi adalah tabung hampa silinder, fluida yang melalui pipa tersebut mengalami kenaikan kecepatan karena perbedaan luasan sesuai dengan persamaan kontinuitas. Laju aliran diperoleh dari persamaan kountinuitas, yang menyatakan bahwa massa dalam suatu sistem adalah tetap terhadap waktu. Jika fluida incompressible maka massa jenisnya konstan sehingga persamaan menjadi laju aliran volumetric (Q).

$$Q_1 = Q_2 \tag{2.1}$$

$$A_1 V_1 = A_2 V_2$$
(2.2)

Dimana:

 $Q = debit aliran (m^3/s)$

V = volume air (liter)

Menurut prinsip Bernoulli, tekanan fluida di bagian pipa yang sempit lebih kecil jika laju aliran fluida lebih besar. Sehingga persamaan Bernolli menunjukkan bahwa perubahan kecepatan aliran berpengaruh pada besar kecilnya tekanan pada aliran tersebut.

$$P + 1/2\rho v^2 + \rho gh = tetap$$
(2.3)

Dimana:

P = tekanan fluida (N/m²)

V = kecepatan fluida mengalir (m/s)

h = selisih ketinggian penampang (m)

 $g = percepatan gravitasi (g = 9.8 m/s^2)$

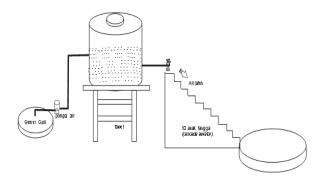
 $\rho = \text{massa jenis fluida (kg/m}^3)$

Dari perumusan tersebut dapat diketahui bahwa mekanisme terbentuknya *microbubble* pada venturi karena fenomena meningkatnya kecepatan pada venturi akibat perbedaan luasan dan tegangan geser yang terjadi di sepanjang venturi. Hal ini menunjukkan bahwa nilai laju aliran udara dari tabung venturi secara signifikan lebih tinggi. Sehingga, tabung venturi dapat digunakan sebagai aerator yang sangat bagus efektif dalam sistem aerasi.

Venturi sebagai aerator banyak memiliki keuntungan, venturi tidak memerlukan pompa external untuk beroperasi. Metode ini tidak menggunakan peralatan yang bergerak sehingga memperpanjang umur pemakaian dan mengurangi kemungkinan untuk rusak. Rangkaian tabung venturi biasa terbuat dari plastik sehingga tahan terhadap Sebagian besar bahan kimia (tidak korosif) serta transparan sehingga mudah untuk mengamati fenomena yang terjadi. Karena peralatannya cukup sederhana, biaya pembuatan pun murah dibanding dengan peralatan aerator lainya (Elfa, Ikhlasul 2021).

2. Cascade Aerators

Cascade aerator merupakan salah satu jenis aerator yang menggunakan prinsip jatuh bebas air untuk meningkatkan kadar oksigen dalam air. Teknologi ini melibatkan aliran air yang jatuh dari ketinggian tertentu, sehingga meningkatkan luas permukaan air yang terkena udara dan memungkinkan oksigen untuk larut dalam air. Cascade aerator juga dapat meningkatkan kualitas air dengan mengurangi kandungan gas-gas yang tidak diinginkan, seperti hidrogen sulfida dan amonia. Dengan demikian, cascade aerator merupakan teknologi yang efektif untuk meningkatkan kualitas air dan meningkatkan efisiensi pengolahan air.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 2.3, 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 (Hartini, Eko, 2012).

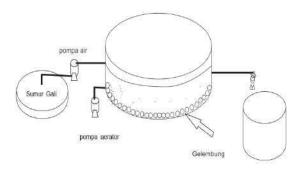


Gambar 2.3 Cascade Aerators

3. Aerator Gelembung Udara (*Bubble Aerator*)

Aerator gelembung udara atau bubble aerator merupakan salah satu jenis aerator yang digunakan untuk meningkatkan kadar oksigen dalam air. Prinsip kerja bubble aerator didasarkan pada pemasukan udara ke dalam air melalui diffuser atau sparger, sehingga menghasilkan gelembung-gelembung udara yang naik ke permukaan air.

Gelembung-gelembung udara yang dihasilkan oleh bubble aerator memiliki beberapa fungsi, yaitu meningkatkan luas permukaan air yang terkena udara dan memungkinkan transfer oksigen dari udara ke air. Dengan demikian, bubble aerator dapat meningkatkan kadar oksigen dalam air dengan efisiensi tinggi.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 2.6 (Hartini, Eko, 2012).

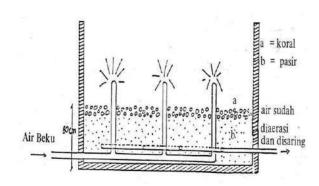


Gambar 2.4 Aerator Gelembung Udara (*bubble aerator*)

4. Spray Aerator

Spray aerator merupakan salah satu teknologi aerasi yang digunakan untuk meningkatkan kadar oksigen dalam air. Prinsip kerja spray aerator didasarkan pada pemecahan air menjadi tetesan-tetesan kecil yang kemudian dijatuhkan kedalam air, sehingga meningkatkan luar permukaan air yang terkena udara dan memungkinkan oksigen untuk larut dalam air.

Desain spary aerator dapat bervariasi, tetapi umumnya terdiri dari nozzle yang memecah air menjadi tetesan-tetesan kecil, dan sistem disribusi air yang memastikan air disemprotkan secara merata (J. Sutrisno, 2010).



Gambar 2.5 Spray Aerator

2.5.3 Filtrasi

Filtrasi (penyaringan) merupakan pemisahan antara padatan atau koloid dengan cairan. Proses penyaringan air melalui pengaliran air pada media butiran. Secara alami penyarinagn air terjadi pada permukaan yang mengalami peresapan pada lapisan tanah. Bakteri dapat dihilangkan secara efektif melalui proses penyaringan demikian pula dengan warna, keruhan, dan besi. Pada proses penyaringan, partikel-partikel yang cukup besar akan tersaring pada media pasir, sedangkan bakteri dan bahan koloid yang berukuran lebih kecil tidak tersaring seluruhnya. Ruang antara butiran berfungsi sebagai sedimentasi dimana butiran terlarut mengendap. Bahan-bahan *koloid* yang terlarut kemungkinan akan ditangkap karena adanya gaya *elektrokinetik*. Banyak bahan-bahan yang terlarut tidak dapat membentuk flok dan pengendapan gumpalan-gumpalan masuk ke dalam filter dan tersaring (N. I. Said, 2005).

2.6 Komponen-komponen Alat Penjernih Air

Ada bermacam-macam komponen yang diperlukan untuk membuat konstruksi alat penjernih air yang sering dikemukakan oleh para ahli. Salah satu di antaranya adalah yang dikemukakan oleh Kusnaedi.(2010:61).

2.6.1 Karbon Aktif

Karbon aktif adalah suatu bentuk karbon yang telah diaktifkan melalui proses fisika atau kimia untuk meningkatkan luas permukaan dan kapasitas adsorpsi. Karbon aktif digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk pengolahan air minum, pengolahan air limbah, dan pengendalian polusi udara. Karbon aktif dapat mengadsorpsi berbagai jenis kontaminan, seperti senyawa organik, logam berat, dan gas-gas yang tidak diinginkan. Sifat-sifat karbon aktif yang membuatnya efektif dalam adsorpsi termasuk luas permukaan yang besar, struktur pori yang kompleks, dan kemampuan untuk mengadsorpsi molekul-molekul yang tidak diinginkan secara selektif. Dengan demikian, karbon aktif merupakan teknologi yang efektif untuk meningkatkan kualitas air dan udara. Pada abad XV, diketahui bahwa arang aktif dapat dihasilkan melalui komposisi kayu dan dapat digunakan sebagai adsorben warna dari larutan. Aplikasi komersial, baru dikembangkan pada tahun 1974 yaitu pada industri gula sebagai pemucat, dan menjadi sangat terkenal karena kemampuannya menyerap uap gas beracun yang digunakan pada Perang Dunia I. karbon aktif merupakan senyawa karbon amorph, yang dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau dari arang yang diperlakukan dengan cara khusus untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas. Luas permukaan karbon aktif berkisar antara 300-350 m^2/gr dan ini berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan karbon aktif mempunyai sifat sebagai adsorben. karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan (Ruthven, 1984).



Gambar 2.6 Karbon Aktif Arang Batok Kelapa

Sumber: Shoope.com

Fungsi karbon aktif dalam penjernihan Air

1. Menghilangkan bau dan rasa

Karbon aktif dapat mengadorspsi senyawa-senyawa yang menyebabkan bau dan rasa tidak sedap dalam air.

2. Menghilangkan warna

Karbon aktif dapat mengadorspsi senyawa-senyawa yang menyebabkan warna dalam air.

3. Menghilangkan logam berat

Karbon aktif dapat mengadorspsi logam berat, seperti merkuri, timbal dan arsenik.

4. Menghilangkan klorin

Karbon aktif dapat mengadorspsi klorin dan senyawa-senyawa lain yang digunakan dalam proses disinfeksi air.

Macam-macam karbon aktif

Karbon aktif dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis berdasarkan sumber bahan baku, metode aktivasi, dan sifat-sifatnya. Beberapa jenis karbon aktif yang umum digunakan antara lain:

- 1. Karbon aktif tempurung kelapa dibuat dari tempurung kelapa dan memiliki luas permukaan yang besar serta kemampuan adsorpsi yang tinggi.
- 2. Karbon aktif kayu dibuat dari kayu dan memiliki sifat-sifat adsorpsi yang baik untuk menghilangkan kontaminan organik.
- 3. Karbon aktif batu bara memiliki kemampuan adsorpsi yang tinggi untuk menghilangkan gas-gas yang tidak diinginkan.
- 4. Karbon aktif kulit kacang dibuat dari kulit kacang dan memiliki sifat-sifat adsorpsi yang baik untuk menghilangkan kontaminan organik.

2.6.2 Pasir Silika

Pasir silika atau yang juga banyak menyebutnya sebagai pasir kuarsa, pasir ini banyak yang mengetahuinya sebagai penyaring air yang baik. Kualitas pasir juga dipengaruhi oleh musim. Pada musim penghujan kualitas pasir lebih baik dibandingkan dengan musim kemarau (Suparno,et all, 2012). Pasir silika

adalah bahan galian yang terdiri atas kristal-kristal silika (SiO₂) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Pasir silika ini mempunyai komposisi gabungan dari senyawa S_iO_2 , Fe_2O_3 , AL_2O_3 , T_iO_2 , C_aO_3 ,

 M_gO , $dan\ K_2O$, berwarna putih bening atau warna lain yang tergantung pada senyawa pengotornya, kekerasan 7 (skala Mohs), berat jenis 2,65, bentuk kristal hexagonal, panas spesifik 0,185. Pasir silika sering digunakan untuk pengolahan air kotor menjadi air bersih. Fungsi ini baik untuk menghilangkan sifat fisiknya, seperti kekeruhan, atau lumpur dan bau. Pasir silika tidak bereaksi secara kimia dengan air, namun dapat bereaksi dengan asam dan basa kuat. Reaksi kimia yang terjadi pada pasir silika yaiut SiO2 + 2NaOH \rightarrow Na2SiO3 + H2O. Dalam reaksi ini, pasir silika bereaksi dengan natrium hidroksida (NaOH) membentuk natrium silikat (Na2SiO3) dan air (Kusnaedi, 2010 dan Syahrir, 2012).



Gambar 2.7 Pasir Silika

2.6.3 Mangan Zeloid

Zeolit merupakan mineral yang istimewa karena struktur kristalnya mudah diatur, sehingga dapat dimodifikasikan sesuai dengan keperluan pemakai dan dapat digunakan untuk tujuan tertentu. Karena keistimewaannya itu zeolit dapat digunakan dalam berbagai kegiatan yang luas, seperti penukar ion, adsorben, dan katalisator.

Penemuan zeolit di dunia dimulai dengan ditemukannya Stilbite pada tahun 1756 oleh seorang ilmuwan bernama A. F. Constedt. Constedt menggambarkan kekhasan mineral ini ketika berada dalam pemanasan terlihat

seperti mendidih karena molekulnya kehilangan air dengan sangat cepat. Sesuai dengan sifatnya tersebut maka mineral ini diberi nama zeolit yang berasal dari dua kata Yunani, zeo artinya mendidih dan lithos artinya batuan. Diberi nama zeolit karena sifatnya yaitu mendidih dan mengeluarkan uap jika dipanaskan.

Mangan zeolit (manganese-treated greensand) adalah mineral yang dapat menukar elektron sehingga dapat mengoksidasi besi ataiu mangan yang larut di dalam air menjadi bentuk yang tak larut sehingga dapat dipisahkan dengan filtrasi. Mangan Zeolit (K₂Z.MnO.Mn₂O₇) dapat juga berfungsi sebagai katalis dan pada waktu yang bersamaan besi dan mangan yang ada dalam air teroksidasi menjadi bentuk ferri-oksida dan mangandioksida yang tak larut dalam air. Reaksinya adalah sebagai berikut:

$$K_2Z.MnO.Mn_2O7 + 4 Fe(HCO_3)_2 ==> K_2Z + 3 MnO_2 + 2 Fe_2O_3 + 8 CO_2 + 4 H_2O$$

 $K_2Z.MnO.Mn_2O7 + 2 Mn(HCO_3)_2 ==> K_2Z + 5 MnO_2 + 4 CO_2 + 2 H_2O$

Reaksi penghilangan besi dan mangan dengan mangan zeolite tidak sama dengan proses pertukaran ion, tetapi merupakan reaksi dari Fe²⁺ dan Mn²⁺ dengan oksida mangan tinggi (*higher mangan oxide*).

Filtrat yang terjadi mengandung ferri-oksida dan mangan-dioksida yang tak larut dalam air dan dapat dipisahkan dengan pengendapan dan penyaringan. Selama proses berlangsung kemampuan reaksinya makin lama makin berkurang dan akhirnya menjadi jenuh. Untuk regenerasinya dapat dilakukan dengan menambahkan larutan kalium permanganat kedalam mangan zeolite yang telah jenuh tersebut sehingga akan terbentuk lagi mangan zeolite (K₂Z.MnO.Mn₂O₇).

Keunggulan proses ini adalah mangan zeolit dapat berlaku sebagai buffer (penyangga). Jika penambahan kalium permangan tidak dapat mengoksidasi zat besi atau mangan yang larut di dalam air secara sempurna maka mangan zeolit akan mengoksidasi logam-logam tersebut dan tersaring di dalamnya.



Gambar 2.8 Mangan Zeloid

2.6.4 Ijuk

Serat ijuk adalah serat alam yang mungkin hanya sebagian orang mengetahui kalau serat ini sangatlah istimewa dibandingkan serat alam lainnya. Serat berwarna hitam yang dihasilkan dari pohon aren memilki banyak keistimewaan diantaranya:

- 1. Tahan lama, serat ijuk mampu bertahan lama tidak terurai dan tidak bau .
- 2. Tahan terhadap asam dan garam air laut, Serat ijuk merupakan salah satu serat yang mampu tahan terhadap asam dan garam air laut, salah satu bentuk pengolahan dari serat ijuk adalah tali ijuk yang telah digunakan oleh nenek moyang kita untuk mengikat berbagai peralatan nelayan laut.
- 3. Serat ijuk dapat mencegah rayap tanah yang mencoba menembus. Serat ijuk aren sering digunakan sebagai bahan pembungkus pangkal kayu-kayu bangunan yang ditanam dalam tanah untuk memperlambat pelapukan kayu dan mencegah serangan rayap.



Gambar 2.9 Ijuk

2.7 Bilangan Reynold

Fluida yang bergerak erat hubungannya dengan bilangan *Reynold*. Bilangan *Reynold* merupakan salah satu bilangan tak berdimensi yang berfungsi untuk menentukan jenis aliran dari ketiga jenis aliran fluida, apakah aliran fluida itu bergerak secara laminar atau turbulen ataupun transisi dari keduanya. Bilangan Reynold (Re) pada aliran yang bergerak secara turbulen ditunjukkan dengan kerugian yang sebanding dengan kuadrat kecepatan, sedangkan aliran laminar ditunjukkan dengan kerugian berbanding lurus dengan kecepatan rata - rata.

Pada mekanika fluida, bilangan Reynold merupakan perbandingan antara gaya inersia (vsp) terhadap gaya viskos (μ/L). Bilangan ini digunakan dalam mengidentifikasikan jenis aliran yang sedang berlangsung, apakah secara laminar dan turbulen. Penamaan Bilangan Reynold diambil dari penemunya yang bernama Osbourne Reynold (1842 - 1912). Penamaan Bilangan Reynold mulai diperkenalkan pada tahun 1883.

Bilangan *Reynold* adalah bilangan tak berdimensi yang menunjukkan sifat suatu aliran, dimana bilangan tersebut merupakan kelompok tak berdimensi dari parameter-parameter fluida, untuk aliran dalam pipa diambil kecepatan ratarata sebagai kecepatan karakteristik *Reynold* dan garis tengah pipa sebagai panjang karakteristik pipa, sehingga di dapat hubungan :

Menghitung debit (Q)

$$Q = \frac{V}{t} \tag{2.1}$$

Dimana:

Q : Debit (m³/s)

V : Volume (m³)

T: Waktu (s)

Menghitung kecepatan aliran (v)

$$v = \frac{Q}{A} \tag{2.2}$$

Dimana:

v : Kecepatan (m/s)

Q : Debit (m^3/s)

A: Luas penampang (m²)

➤ Menghitung bilangan Reynolds (Re)

$$Re = \frac{\rho \, d \, v}{\mu} \tag{2.3}$$

Dimana:

Re: bilangan Reynols

 μ : viskositas air (mPa s)

v: kecepatan (m/s)

d: diameter (m)

 ρ : Massa jenis air (kg/m³)

Bilangan *Reynolds* mempunyai makna antara lain sebagai perangkat untuk membedakan sifat aliran laminer, transisi, dan turbulen. Klasifikasi nilai bilangan *Reynolds* untuk menentukan jenis aliran adalah:

Jenis aliran mempunyai klasifikasi sebagai berikut :

Re > 4000 Sifar aliran turbolen 2000 < Re < 4000 Sifar aliran transisi Re < 2000 Sifat aliran laminer

> Aliran Laminer

Aliran dengan fluida yang bergerak dalam lapisan-lapisan atau lamina-lamina dengan suatu lapisan yang meluncur secara lancar. Dalam aliran laminar ini viskositas berfungsi untuk meredam kecendrungan terjadinya gerakan relative antara lapisan, sehingga aliran laminer memenuhi hukum viskositas newton.

23

> Aliran Transisi

Kondisi aliran peralihan dari aliran laminer menjadi aliran turbulen atau sebaliknya.

> Aliran Turbulen

Aliran dimana perangkat dari partikel-partikel fluida sangat tidak menentu karena mengalami percampuran serta putara partikel antara lapisan yang mengakibatkan saling menentukan momentum dari satu bagian fluida ke bagian fluida yang lain dalam skala yang besar.

2.8 Hukum Bernoulli

Hukum bernoulli menyatakan bahwa tekanan fluida akan menurun Ketika kecepatan fluida meningkat. Pada pipa venturi, hukum Bernoulli dapat dijelaskan sebagai berikut yaitu Ketika fluida mengalir melalui pipa yang menyempit (venturi), kecepatan fluida meningkat dan tekanan fluida menurun kenaikan kecepatan fluida akan menyebabkan penurunan tekanan fluida secara bersamaan atau penurunan energi potensial fluida tersebut. Inti dari hukum bernoulli ini adalah ketika kecepatan fluida semakin tinggi maka tekanan akan mengalami penurunan. Pada pipa venturi, Ketika fluida mengalir melalui bagian yang menyempit, kecepatan fluida meningkat dan tekanan fluida menurun Adapun rumus hukum Bernoulli sebagai berikut:

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g h = tetap$$
 (2.4)

Dimana:

P : Tekanan fluida (Pa)

 ρ : Massa jenis fluida (kg/m³)

g : Percepatan grafitasi (m/s²)

v : Kecepatan fluida (m/s)

h : Ketinggian fluida (m)

2.9 Perangkat Pengukuran Tekanan

Dalam mengukur tekanan fluida yang bergerak pada ruangan tertutup digunakan Manometer. Alat tersebut digunakan untuk mengukur perbedaan tekanan. Manometer biasanya digunakan untuk mengukur tekanan pada fluida yang relatif kecil sampai sedang.

Maka tekanan dapat ditentukan dari persamaan berikut :

$$P = \rho.g.h.$$
 (2.5)

Dimana:

P: tekanan (Pa)

P: densitas fluida (kg/m³)

g: percepatan gravitasi (m/s²)

h: ketinggian fluida (m)

2.10 Kerugian Head (Head Losses)

Kerugian head adalah penurunan energi fluida yang mengalir dalam sistem perpipaan, yang disebabkan oleh gesekan fluida dengan dinding pipa dan perubahan arah atau aliran, belokan, siku, dan sambungan, jenis valve.

Kerugian head dibagi menjadi dua yaitu kerugian mayor dan kerugian minor. Kerugian mayor adalah kerugian pada sistem perpipaan akibat adanya gesekan fluida dengan dinding pipa yakni kekasaran permukaan dinding pipa yang dialiri fluida. Andayani dkk. (2022) menyatakan kekasaran lapisan pada permukaan pipa sangat berpengaruh terhadap kerugian head yang terjadi pada aliran fluida dimana semakin kasar lapisan permukaan dinding pipa, maka kerugian head semakin besar. Sedangkan kerugian minor adalah kerugian yang disebabkan oleh perubahan arah atau kecepatan aliran hal ini sesuai dengan pernyataan pada penelitian Andayani dkk. (2023) yang menyatakan kerugian head (h_L) dan koefisien kerugian (K_L) dipengarui oleh bukaan valve, dimana semakin besar bukaan valve, maka nilai kerugian head dan koefisien kerugian semakin kecil.

Adapun untuk menghitung kerugian head rumus-nya sebagai berikut :

$$h_{L} = \frac{\Delta P}{\rho \cdot g} \tag{2.6}$$

Dimana:

ΔP: Perbedaan tekanan (Pa)

 ρ : Massa jenis air (kg/m³)

g: Percepatan grafitasi (m/s²)

h: Perbedaan ketinggian kolom (m)

Untuk menentukan koefisien gesek (K_L), dirumuskan sebagai berikut :

$$K_{L} = \frac{h_{L}}{(v^{2}/2a)} = \frac{\Delta P}{\frac{1}{2}\rho v^{2}}$$
 (2.7)

Dimana:

 h_L : Kerugian head (m)

 K_L : Koefisien rugi gesekan

v : Kecepatan rata-rata di dalam pipa (m/s)

g : Percepatan gravitasi (m/s^2)

2.11 Massa Jenis

Massa jenis adalah suatu besaran kerapatan massa benda yang dinyatakan dalam berat benda per satuan volume benda tersebut. Besaran massa jenis dapat membantu dalam mengetahui perbedaan suatu benda yang memiliki ukuran yang sama tetapi berat benda tersebut berbeda.

Besaran rumus massa jenis.

$$\rho = \frac{m}{V} \tag{2.8}$$

Dimana:

ρ : Massa jenis air (kg/m³)

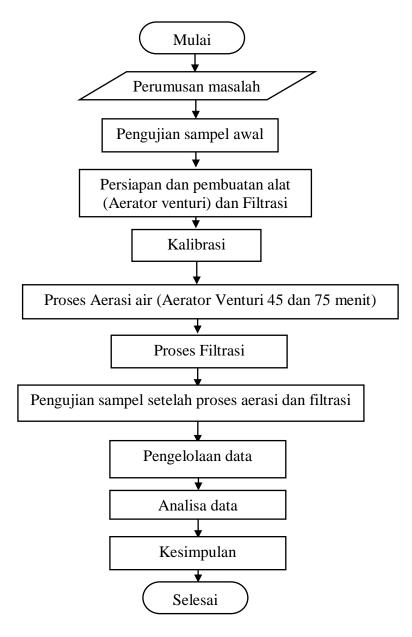
m : Massa (kg)

V : Volume (m³)

BAB III

METODE PENELITIAN PENGOLAHAN AIR

3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Kegiatan Penelitian

3.2 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

1. Waktu penelitian

Kegiatan penelitian yang digunakan peneliti sejak dikeluarkannya SK Skripsi, penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan. Adapun tahap-tahap penelitian sebagai berikut :

- 1. Dua minggu proses pembuatan alat
- 2. Empat minggu pengumpulan data.

2. Tempat penelitian

Pengujian dilakukan di Laboraturium Falkultas Teknik Universitas IBA Palembang.

3.3 Variabel Penelitian

Proses aerasi dilakukan dengan variasi waktu sebagai berikut:

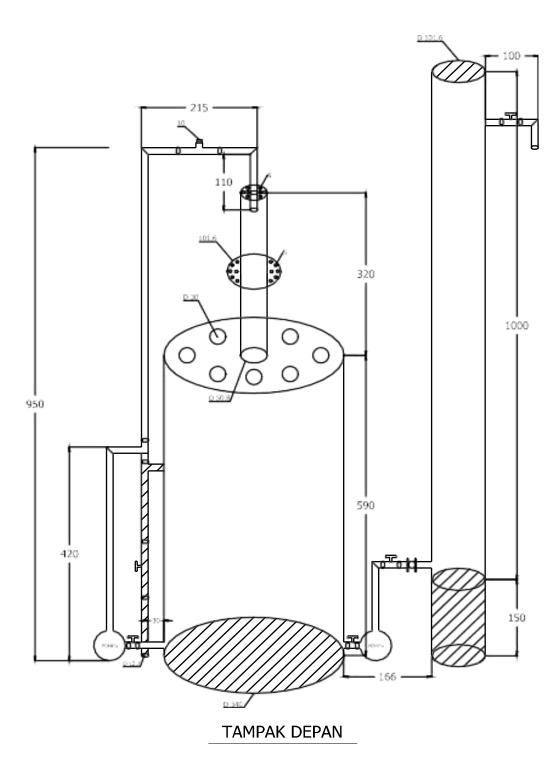
- 1. Waktu aerasi selama 45 menit.
- 2. Waktu aerasi selama 75 menit.

3.4 Studi Literatur

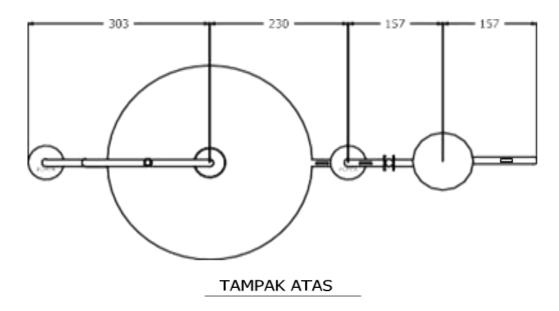
Tahap studi literatur adalah mengumpulkan bahan-bahan referensi yang diperlukan dan dipakai berhubungan dengan masalah-masalah yang akan dibahas dalam penelitian. Studi ini diperlukan untuk mempelajari dan mengkaji sumber literatur yang relevan sesuai permasalah dalam penelitian yang diteliti. Studi literatur berguna dalam pembahasan masalah sebagai acuan ketahap penelitian selanjutnya.

3.5 Rancangan Alat dengan Metode Aerasi Aerator Venturi dan Filtrasi

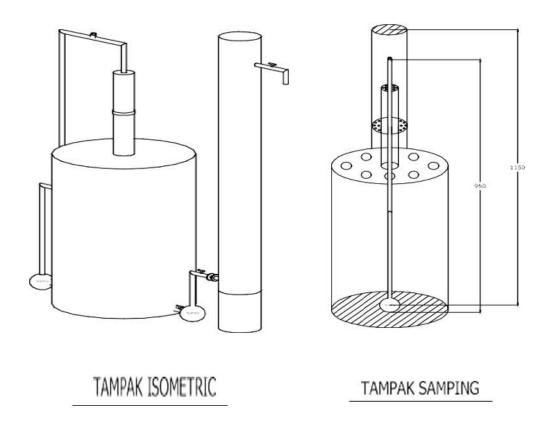
Rancangan instalasi alat ini dengan memperhitungkan kondisi lantai dan permukaan lantai dengan asumsi permukaan yang rata dan rancangan awal dapat dilihat pada gambar 3.2.



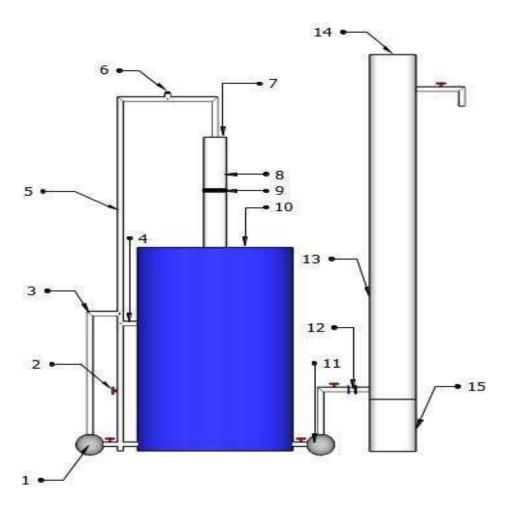
Gambar 3.2 Rancangan Alat Penjernih Air Tampak Depan



Gambar 3.3 Rancangan Alat Penjernih Air Tampak Atas



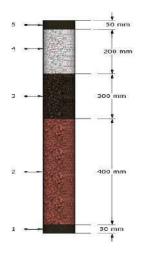
Gambar 3.4 Rancangan Alat Penjernih Air Tampak Isometric dan Samping



Gambar 3.5 Rancangan Alat Aerasi dan Filtrasi

- 1. Pompa
- 2. Valve ball
- 3. Elbow 0,5"
- 4. Sambungan Tee 0,5"
- 5. Pipa PVC 0,5"
- 6. Aerator Venturi
- 7. Cup pipa 2"
- 8. Pipa PVC 2"
- 9. Cup pipa 4"
- 10. Drum Plastik

- 11. Pompa
- 12. Flowmeter
- 13. Pipa PVC 4"
- 14. Cup 4"
- 15. Vlok Tee 4"



	PART LIST			
No	NAME	UKURAN		
1	DUK	50 MM		
2	PASIR SILICA	200 MM		
3	KARBON AKTIF	300 MM		
4	ZELOID	400 MM		
5	IJUK	50 MM		

Gambar 3.6 Media dalam Filtrasi

3.6 Diskripsi Alat dan Bahan yang digunakan

Untuk menghasilkan alat dengan metode aerasi venturi dan filtrasi maka diperlukan alat dan bahan yang sesuai. Adapun alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

3.6.1 Pompa (*Pump*)

Dalam penelitian ini digunakan dua buah jenis pompa yaitu

 Pompa sentrifugal yang memanfaatkan prinsip dari gaya sentrifugal. spesifikasi sebagai berikut

Power : 125 Watt

Daya hisap : 9 m (max)

Total head : 28 m (max)

Kapasitas : 24/10 (ltr/min)

Jumlah : 1 unit



Gambar 3.7 Spesifikasi Pompa Sentrifugal

2. Pompa Sumersible yang memanfaatkan prinsip impeller memutar. spesifikasi sebagai berikut:

Power : 12 volt
Daya hisap : 5 m (max)
Total head : 5 m (max)
Kapasitas : 800 (ltr/min)

Jumlah : 1 unit



Gambar 3.8 Spesifikasi Pompa Submersible

3.6.2 Aerator Venturi



Gambar 3.9 Aerator Venturi

3.6.3 Drum Plastik

Drum plastik biasanya terbuat dari polietilena berdensitas tinggi yang dicetak dengan tiupan. Drum plastik tersedia dalam berbagai ukuran dan kontruksi yang dirancang untuk tujuan dan pasar tertentu. Drum platik digunakan untuk cairan, padatan granular, dan kemasan bagian dalam. Drum plastik dapat digunakan untuk menampung dan menyimpan air. Adapun drum plastik yang digunakan untuk penelitian ini dengan standar bahan baku ISO 20848-2:2006

pengemasan drum plastik drum dengan kepala yang dapat dilepas (kepala terbuka) dengan kapasitas nomimal 60 liter.



Gambar 3.10 Drum Plastik Kapasitas 60 Liter

3.6.4 Pipa PVC

Pipa PVC digunakan sebagai bahan bangunan yang sangat umum dalam instalasi plumbing di seluruh dunia sejak tahun 1930. Pipa PVC memiliki keunggulan untuk menggantikan instalasi pipa sebelumnya yang terbuat dari logam. Berbeda dengan logam, material pipa PVC memiliki karakter material yang ringan, kuat, fleksibel, tahan terhadap api, kebocoran, dan korosi, serta mudah dari segi perakitan sehingga material ini sangat ideal dalam menjalankan fungsinya.



Gambar 3.11 Pipa PVC

Pada penelitian ini menggunakan bahan-bahan dari pipa pvc yaitu:

- 1. Pipa pvc ukuran 4" dengan Panjang 1000 mm
- 2. Pipa pvc ukuran 2" dengan Panjang variasi

- 3. Pipa pvc ukuran 0,5" dengan Panjang variasi
- 4. Pipa Tee ulir dalam 0,5" sebanyak 4 buah
- 5. Union fitting pipa 0,5" sebanyak 1 buah.
- 6. Stop kran pipa 0,5" sebanyak 3 buah
- 7. Shock ulir luar pipa 0,5" sebanyak 2 buah
- 8. Pipa Tee 0,5" sebanyak 1 buah
- 9. Elbow pipa 0,5" sebanyak 4 buah
- 10. Pipe cup 0,5" sebanyak 1 buah
- 11. Pipe cup 2" sebanyak 1 buah
- 12. Pipe cup saringan 2" sebanyak 1 buah
- 13. Pipe cup saringan 4" sebanyak 1 buah
- 14. Pipe cup Tee 0,5" venturi sebanyak 1 buah

3.6.5 Alat Ukur

1. Flowmeter

Flowmeter, merupakan salah satu contoh alat ukur yang sering dijumpai dalam praktikum fenomena dasar. Sebelum digunakan dalam penelitian, alat wajib dikalibrasi, dengan cara menampung fluida yang keluar pada pipa uji gelas dengan gelas ukur ber-volume 1 liter lalu menghitung waktu penampungan dengan stopwatch dan dikonversikan hasil kalibrasi menjadi satuan L/menit, sehingga diketahui alat ini berfungsi dengan akurat atau tidak.



Gambar 3.12 Flowmeter

2. Piknometer

Piknometer adalah sebuah alat yang digunakan untuk menentukan massa jenis dari suatu cairan.



Gambar 3.13 Piknometer

3. Stopwatch

Stopwatch adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur berapa lamanya waktu yang diperlukan dalam suatu pengujian.



Gambar 3.14 Stopwatch

4. Meteran

Meteran memiliki bahan yang lebih tipis dari pada mistar baja dan memiliki sifat yang lemas/lentur. Oleh karena itu sangat berguna untuk mengukur bagian-bagian yang cembung dan memiliki sudut yang tidak bisa diukur oleh mistar biasa. Kegunaan meteran adalah untuk mengukur panjang benda kerja yang tidak dapat diukur menggunakan mistar baja. Panjang total mistar gulung ini bermacam-macam, contohnya 3 m dan 5 m.



Gambar 3.15 Meteran

5. Jangka Sorong

Jangka sorong adalah alat ukur yang ketelitiannya dapat mencapai seperseratus milimeter. Terdiri dari dua bagian, bagian diam dan bagian bergerak. Pembacaan hasil pengukuran saat bergantung pada keahlian dan ketelitian pengguna maupun alat.



Gambar 3.16 Jangka Sorong

3.6.6 Alat Pemotong

1. Gergaji Besi

Gergaji tangan adalah alat perkakas tangan yang biasa digunakan untuk mengurangi tebal atau memotong dari benda kerja yang nantinya akan dikerjakan lagi. Prinsip kerja dari gergaji tangan adalah langkah pemotonganya kearah depan sedangkan pada langkah mundur mata gergaji tidak melakukan pemakanan atau penyayatan, ge.



Gambar 3.17 Gergaji Besi

3.6.7 Alat Pelubang

1. Mesin Bor Tangan

Mesin bor tangan ini dapat digunakan untuk membuat lubang pada komponen-komponen yang tidak bisa dibor dengan mesin bor meja.



Gambar 3.18 Mesin Bor Tangan

3.6.8 Lem Pipa



Gambar 3.19 Lem Pipa

3.7 Media Bahan pada Filtrasi

- 1. Mangan zeloid dengan tinggi 400 mm
- 2. Karbon aktif arang batok kelapa dengan tinggi 300 mm
- 3. Pasir silika dengan tinggi 200 mm
- 4. Ijuk dengan tinggi 100 mm

3.8 Cara Kerja Rangkaian Uji

Cara kerja dari alat rangkaian uji ini yaitu dengan cara menghisap dan memompa fluida dalam reservoir melalui pompa hisap, lalu diatur debitnya dengan ball valve, selanjutnya fluida masuk melalui flowmeter, dengan mengamati dan mencatat perubahan nilai debit. Selanjutnya fluida mengalir melewati aerator venturi, yang merupakan suatu perangkat yang dirancang untuk meningkatkan kecepatan aliran air dimana ketika fluida melewati venturi, udara dihisap kedalam aliran fluida, sehingga terjadi proses aerasi.

Setelah proses aerasi, fluida kemudian melewati filter yang berisi media pasir silika, mangan zeloid, karbon aktif dan ijuk, dimana filter ini berfungsi untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak diinginkan dalam fluida.

3.9 Prosedur Pengujian

Setelah semua rangkaian selesai dirakit sebagai alat uji maka dilakukan penyusunan prosedur pengujian. Adapun prosedur pengujian yaitu :

- 1. Hidupkan pompa dengan menghubungkan ke sumber listrik, biarkan fluida mengalir menuju sistem venturi dan pastikan udara masuk melalui bagian venturi (cek ada gelembung udara) yang menandakan terjadi proses aerasi.
- 2. Atur debit aliran yang mengalir menuju sistem venturi dengan katub kontrol dan perhatikan debit yang mengalir pada flowmeter.
- 3. Setelah flowmeter menunjukan hasil yang pas pada debit yang diperlukan catat hasil pengukuran.
- 4. Lakukan proses aerasi kontak waktu selama 45 menit dan 75 menit.
- 5. Selanjutnya air dialirkan ketabung filtrasi.

6. Setelah semua proses pengujian dan pengamatan telah selesai sampel air proses aerasi dan filtrasi dilakukan uji laboraturim di Labkesmas II Palembang.

BAB IV

PENGOLAHAN DATA

4.1 Data Hasil Pengujian

4.1.1 Data Hasil Pengujian Kadar Fe dan Mn dengan Proses Aerasi

Hasil dari pengujian sampel air setelah dilakukan proses aerasi dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Kadar Fe dan Mn dengan Proses Aerasi

			Proses	Aerasi		
Waktu Aerasi	Kadar Fe (mg/l)			Kadar Mn (mg/l)		
(Menit)	Sebelum	Sesudah	Rata-rata	Sebelum	Sesudah	Rata-rata
		1,13			0,03	
45	1,15	1,12	1,12	0,033	0,05	0,05
		1,11			0,06	
		1,06			0,02	
75	1,15	0,99	0,98	0,033	0,04	0,03
		0,89			0,02	

4.1.2 Data Hasil Pengujian Kadar Fe dan Mn dengan proses Aerasi dan Filtrasi

Hasil dari pengujian sampel air setelah dilakukan proses aerasi kombinasi filtrasi dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Hasil Pengujian Kadar Fe dan Mn dengan Proses Aerasi-Filtrasi

	Proses Aerasi dan Filtrasi					
Waktu Aerasi (Menit)	Kadar Fe (mg/l)		Kadar Mn (mg/l)			
	Sebelum	Sesudah	Rata-rata	Sebelum	Sesudah	Rata-rata
		0,98			0,03	
45	1,15	0,94	0,92	0,033	0,05	0,04
		0,85			0,03	
		0,30			0,03	
75	1,15	0,36	0,37	0,033	0,03	0,03
		0,46			0,02	

4.1.3 Data Hasil Pengujian Kadar Fe dan Mn dengan Proses Filtrasi

Hasil dari pengujian sampel air setelah dilakukan proses filtrasi dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Hasil Pengujian Kadar Fe dan Mn dengan Proses Filtrasi

Proses Filtrasi			
Kadar Fe	e (mg/l)	Kadar N	Mn (mg/l)
Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
1,15	0,47	0,033	0,05

4.1.4 Data Hasil Kalibarasi

Hasil data kalibrasi alat ukur Flow-meter dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4. Hasil Kalibrasi Flow-meter pada Proses Aerasi

Bukaan Valve	Debit (l/min)	Debit Pen	gukuran
Buxaan varve	Flowmeter	Volume Air (ml)	Waktu (det)
	14,2	1000	04,92
1	14,4	1000	05,16
	14,3	1000	05,10
	13,6	1000	05,18
1/2	13,4	1000	05,30
	13,5	1000	05,26
	14,0	1000	05,13
3/4	13,9	1000	05,23
	14,0	1000	05,27

4.1.5 Data Tekanan Pada Manometer Proses Aerasi

Berikut ini adalah hasil data penelitian tekanan proses aerasi dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5. Hasil Data Tekanan pada Manometer Proses Aerasi

Q (l/m)	P1 (Bar)	P2 (Bar)
14,2	0,21	0,42
14,4	0,20	0,41
14,3	0,22	0,42

4.1.6 Data Hasil Pengujian Massa Jenis Air

Hasil dari pengujian dilakukan dengan menggunakan alat piknometer dengan kapasitas 10 ml dimana untuk mencari massa jenis air yang mengandung kadar zat besi dan mangan dilakukan pengukuran yaitu massa air mengandung kadar fe dan mn = massa benda uji – massa gelas ukur (piknometer) hasil data pengujian dapat dilihat pada tabel 4.6 dibawah ini.

Tabel 4.6. Hasil Pengujian Massa Jenis Air Mengandung Zat Besi

Piknometer	Piknometer Kosong	Piknometer isi Air (10 ml)	Volume Air (ml)	Berat Air (gr/ml)
1	12,668	23,467	10	10,799
2	13,102	22,459	10	9,357
3	13,136	22,964	10	9,828

4.2 Data Kalibrasi

Pengolahan data pada flow-meter pada proses aerasi aerator venturi yaitu:

Data flow-meter

Q_{Aerasi rata-rata}
$$=\frac{14,2+14,4+14,3}{3}=14,3\frac{l}{min}$$

Persamaan regresi y = 0.5x + 4.6167

$$Q_{\text{Real aerasi}} = \frac{14,3-4,6167}{0,5} = 19,4 \frac{l}{min} = 0,0003228 \frac{m^3}{S}$$

4.3 Kecepatan (v)

Setelah nilai Q dikonversikan kedalam satuan m³/s, maka untuk mencari nilai kecepatan yang mengalir pada proses aerasi menggunakan aerator venturi menggunakan rumus dengan persamaan kountinuitas.

$$Q = v \cdot A$$
 $\longrightarrow v = \frac{Q}{A}$

Adapun untuk pipa digunakan pipa $\frac{1}{2}$ " dengan diameter dalam 0,0127 m dengan luas penampang pipa (A) = 0,000127 m².

$$v_{\text{Aerasi}} = \frac{0,00032 \text{ m}^3/\text{s}}{0.0001267 \text{ m}^2} = 2,549508284 \text{ m/s}$$

4.4 Bilangan Reynold

Berikut ini adalah perhitungan bilangan Reynold pada proses aerasi menggunakan aerator venturi menggunakan rumus sebagai berikut:

Re
$$=\frac{\rho \cdot v \cdot d}{\mu}$$
 \longrightarrow Re_{Aerasi} $=\frac{0.9994 \frac{kg}{m^3} \cdot 2.54951 \frac{m}{s} \cdot 0.0217 m}{0.000798} = 40,550563$

4.5 Nilai Kerugian Head (h_L)

Pada langkah ini nilai kerugian head (h_L) ditunjukan dari hasil pengujian pada manometer yang dihubungkan tiap-tiap sambungan pada aerator venturi P_1 dan P_2 adapun rumus yang digunakan yaitu :

$$h_L = \frac{\Delta P}{\rho.g}$$
 \longrightarrow $h_{LAerasi} = \frac{0.6 \ bar}{0.9994 \ \frac{kg}{m^3}. \ 9.8 \ \frac{m}{s^2}} = \frac{60000 \ Pa}{9.79412 \frac{kg}{m.s^2}} = 2,04204$

4.6 Koefesien Kerugian (K_L)

Koefesien kerugian dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$K_L = \frac{h_L}{v^2/2g}$$
 $K_L = \frac{6.126 \text{ m}}{2,54951^2 \text{ m/s}/2.9,8 \frac{m}{s^2}} = 6,15755$

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pengolahan Data Uji Laboraturium

Dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan uji laboraturium untuk mengetahui kadar zat besi dan mangan setelah dilakukan proses aerasi, kombinasi filtrasi dan filtrasi tanpa aerasi dapat dilihat pada tabel 5.1.

Tabel 5.1. Hasil Pengolahan Data Uji Laboraturium

Metode Proses	Kadar Fe		Kadar Mn	
Pengolahan Air	(mg/l)	Penurunan (%)	(mg/l)	Kenaikan (%)
Air baku	1,15		0,033	
Aerasi 45 menit	1,12	3	0,05	41
Aerasi 75 Menit	0,98	15	0,03	19
Aerasi 45 Menit dan Filtrasi	0,92	20	0,04	11
Aerasi 75 Menit dan Filtrasi	0,37	68	0,03	19
Filtrasi	0,47	59	0,05	52

Tabel diatas menunjukan hasil dari uji laboraturium kadar Fe dan Mn sebelum dan sesudah proses pengolahan air, pada masing-masing metode proses.

5.2 Hasil Pengolahan Data Perhitungan Proses Aerasi

Dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan pada proses aerasi didapatkan debit, kecepatan, bilangan Reynold dan kerugian head serta koefisien kerugian head yang terjadi pada proses aerasi dapat dilihat pada tabel 5.2.

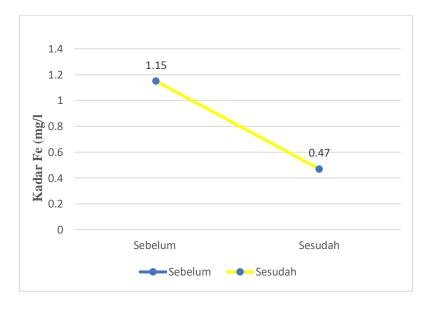
Debit (m ³ /s)	Kecepatan (m/s)	Re	$h_{ m L}$	K_{L}
0,0003228	2,549508284	40,550536	2,04204	6,15755

Tabel 5.2. Hasil Pengolahan Perhitungan Proses Aerasi

Tabel diatas menunjukan hasil perhitungan dari proses aerasi menggunakan aerator venturi mulai dari perhitungan debit (Q), kecepatan (v), bilangan Reynold (Re), kerugian head (h_L) serta koefisien kerugian (K_L).

5.3 Analisa Penurunan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dengan Menggunakan Proses Filtrasi

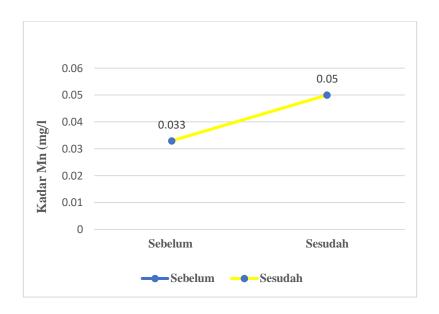
Analisa zat besi dan mangan dilakukan dengan mengambil sampel yang dilakukan sebelum dan sesudah dilakukan filtrasi tanpa aerasi dapat dilihat pada gambar 5.1.



Gambar 5.1. Grafik Penurunan Kadar Fe dengan Proses Filtrasi

Pada gambar 5.1 telihat grafik kadar zat besi (Fe) dalam air baku yang sebelumnya 1,15 mg/l setelah dilakukan proses filtrasi, kadar Fe menurun menjadi

0,47 mg/l dengan persentase penurunan 59%, melihat dari hasil yang didapat bahwa proses filtrasi dengan media ijuk, pasir silika, karbon aktif dan mangan zeloid, efektif juga dalam mengurangi kadar Fe.

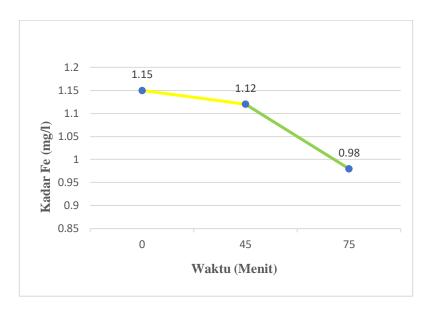


Gambar 5.2. Grafik Kenaikan Kadar Mn pada Proses Filtrasi

Pada gambar 5.2 dapat dilihat terjadi perubahan kadar mangan (Mn) dalam proses filtrasi sebelum proses filtrasi kandungan zat mangan 0,033 mg/l menjadi 0,05 mg/l, merunjuk pada batas maksimal kandungan mangan (Mn) dalam air yang diperbolehkan adalah 0,1 mg/l yang artinya kandungan zat mangan sebesar 0,05 mg/l dapat dianggap aman karena memenuhi standar baku air mutu yang ditetapkan Permenkes RI No.32 Tahun 2017.

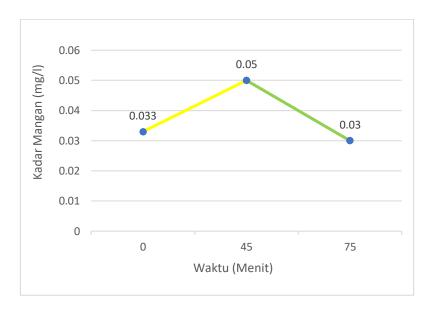
5.4 Analisa Penurunan Kadar besi (Fe) dan Mangan (Mn) dengan proses Aerasi saja.

Analisa zat besi dan mangan dilakukan dengan mengambil sampel yang dilakukan sebelum dan sesudah dilakukan proses aerasi dapat dilihat pada gambar 5.3.



Gambar 5.3. Grafik Penurunan Kadar Fe pada Proses Aerasi

Pada gambar 5.3 dapat dilihat dari hasil pengolahan air bersih dengan menggunakan metode Aerasi saja pada menit ke-0 (tanpa aerasi), kadar Fe sebesar 1,15 mg/L setelah dilakukan aerasi selama 45 menit, kadar Fe menurun menjadi 1,12 mg/L. Penurunan ini bersifat relatif kecil sebesar 3%, namun ketika waktu aerasi ditingkatkan menjadi 75 menit terjadi penurunan kadar Fe yang lebih signifikan menjadi 0,98 mg/l penurunan ini sebesar 15% hal ini menandakan bahwa proses aerasi selama 75 menit efektif dalam mengoksidasi ion Fe²⁺ ferri menjadi Fe³⁺ ferro yang kemudian dapat diendapkan dalam bentuk Fe(OH)₃. dimana semakin lama waktu kontak antara udara dan air semakin besar kemungkinan terjadinya reaksi oksidasi sehingga lebih banyak ion Fe yang dapat dihilangkan dari larutan, hal ini sesuai dengan prinsip dasar aerasi dalam pengolahan air yaitu meningkatkan kandungan oksigen.

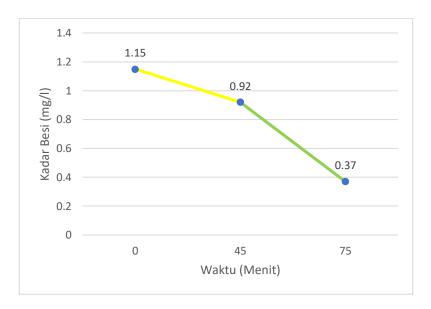


Gambar 5.4. Grafik Kenaikan Kadar Zat Mn pada Proses Aerasi

Pada gambar 5.4 dapat dilihat terjadi perubahan kadar mangan (Mn) dalam proses aerasi pada tiga titik waktu : 0, 45 dan 75 menit dimana pada menit ke-0 (sebelum aerasi), kadar Mn sebesar 0,033 mg/l setelah dilakukan aerasi selama 45 menit kadar Mn mengalami sedikit peningkatan menjadi 0,05 mg/l dan selanjutnya pada waktu 75 menit kadar Mn kembali menurun di angka 0,03 mg/l peningkatam awal dari 0,033 mg/l menjadi 0,05 diwaktu 45 menit dan 0,03 mg/l diwaktu 75 menit, melihat dari batas maksimal kandungan zat mangan dalam air yang diperbolehkan adalah 0,1 mg/l yang artinya kandungan zat mangan sebesar 0,05 dan 0,03 mg/l dapat dianggap aman karena memenuhi standar baku air mutu yang ditetapkan Permenkes RI No. 23 Tahun 2017.

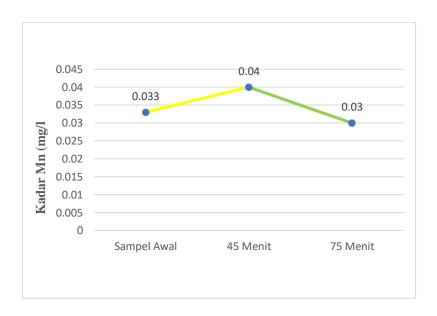
5.5 Analisa Penurunan Kadar Zat Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dengan Menggunakan Metode Aerasi Kombinasi Filtrasi.

Analisa zat besi dan mangan dilakukan dengan mengambil sampel yang dilakukan sebelum dan sesudah dilakukan proses aerasi kombinasi filtrasi dapat dilihat pada gambar 5.5.



Gambar 5.5. Grafik Penurunan Kadar Fe pada Setiap Variasi Waktu dengan Proses Aerasi-Filtrasi

Pada gambar 5.5 telihat kombinasi proses aerasi dan filtrasi secara signifikan menurun kadar zat besi dalam air. Pada menit ke-0 (sebelum aerasi), kandungan kadar besi (Fe) sebesar 1,15 mg/l yang menandakan kondisi awal air baku memiliki kandungan Fe cukup tinggi akan tetapi setelah dilakukan aerasi selama 45 menit dengan dilanjutkan filtrasi kadar Fe menurun menjadi 0,92 mg/l dengan persentase penurunan 20% kemudian pada waktu proses aerasi 75 menit dan dilanjutkan filtrasi kadar Fe menurun kembali menjadi 0,37 mg/l dengan persentase penurunan 68%, dimana menunjukan bahwa proses aerasi sudah mulai mengoksidasi Fe²⁺ (ferri) menjadi Fe³⁺ (ferro) membentuk partikel padat seperti Fe(OH)₃ yang dapat disaring. Melihat hasil ini menunjukan bahwa proses filtrasi setelah aerasi sangat berperan penting dalam menyaring partikel besi yang telah teroksidasi yang mengendap.



Gambar 5.6. Grafik Kenaikan Kadar Mn pada Setiap Variasi Waktu Proses Aerasi-Filtrasi

Dari gambar 5.6 dapat dilihat terjadi perubahan kadar mangan (Mn) dalam proses aerasi pada tiga titik waktu : 0, 45 dan 75 dan dilanjutkan filtrasi dimana pada menit ke-0 (sebelum aerasi dan filtrasi), kadar Mn sebesar 0,033 mg/l setelah dilakukan aerasi selama 45 menit dan filtrasi kadar Mn mengalami sedikit peningkatan menjadi 0,04 mg/l dan selanjutnya pada waktu 75 menit dan filtrasi kadar Mn menurun 0,03 mg/l peningkatan awal dari 0,033 mg/l menjadi 0,04 mg/l dan menurun kembali 0,03 mg/l merunjuk pada batas maksimal kandungan zat mangan dalam air yang diperbolehkan adalah 0,1 mg/l yang artinya kandungan zat mangan sebesar 0,04 mg/l dan 0,03 mg/l dapat dianggap aman karena memenuhi standar baku air mutu yang ditetapkan Permenkes RI No.32 Tahun 2017.

5.6 Analisa Perbandingan Penurunan Kadar Besi dan Mangan dalam Pengolahan Air Bersih dengan Menggunakan Metode Aerasi Kombinasi Filtrasi, Metode Aerasi saja dan Metode Filtrasi saja.

Analisa penurunan kadar zat besi dan mangan yang dilakukan dengan membandingan tiga metode. Yaitu dengan dilakukan aerasi saja pada waktu 45

80% 70% PERSENTASE PENURUNAN 68% 60% 50% 40% 30% 20% 20% 10% 15% 0% **Filtrasi** Aerasi 45 Aerasi 75 Aerasi 45 Aerasi 75 Menit Menit dan Filtrasidan Filtrasi Jenis Metode Pengolahan Air

dan 75 menit selanjutnya dilakukan filtrasi dan filtrasi tanpa aerasi, hasilnya dapat dilihat pada gambar 5.7.

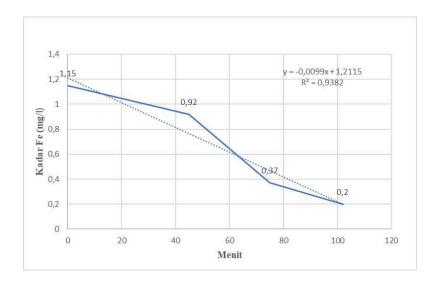
Gambar 5.7. Grafik Perbandingan Penurunan Kadar Fe dalam Pengolahan Air Bersih dengan Menggunakan Tiga Metode

Pada gambar 5.7 grafik perbandingan persentase penurunan kadar zat besi hasil menunjukan bahwa filtrasi saja mampu menurunkan kadar Fe hingga 59%, jauh lebih tinggi dibandingkan aerasi 45 menit (3%) dan aerasi (15%). Hal ini menunjukan bahwa filtrasi memiliki pengaruh jauh lebih besar dalam mengurangi kandungan Fe dibandingkan dengan aerasi yang hanya mengandalkan proses oksidasi alami, akan tetapi ketika filtrasi dikombinasikan dengan aerasi, efektivitas meningkat signifikan. Kombinasi aerasi 45 menit dan filtrasi dapat menurunkan kadar Fe sebesar 20%, sementara kombinasi aerasi 75 menit dan filtrasi dapat menurunkan kadar Fe sebesar 68%. Hal ini menunjukan bahwa aerasi yang cukup lama dapat meningkatkan efesiensi proses filtrasi karena partikel besi yang teroksidasi lebih sempurna dan lebih mudah disaring.

5.7 Analisa Extrapolasi Waktu Ideal Proses Aerasi untuk Penurunan Kadar Fe hingga 0,2 mg/l Sesuai dengan Permenkes RI No.32 Tahun 2017

Analisa penurunan kadar zat besi (Fe) dilakukan dengan membandingkan perlakuan sebelum proses aerasi dan dilakukan aerasi selama 45 menit dan 75

menit dalam ekstrapolasi berdasarkan data grafik pada gambar 5.3 dimana tujuan dari analisa ini untuk menentukan waktu ideal yang dibutuhkan proses aerasi agar mampu menurunkan kadar Fe dalam air hingga mencapai 0,2 mg/l yang sesuai dengan Permenkes RI. No 32 Tahun 2017 dapat dilihat pada gambar 5.8



Gambar 5.8. Grafik Ekstrapolasi Waktu Ideal Proses Aerasi untuk Penurunan Kadar Fe hinggal 0,2 mg/l Sesuai dengan Permenkes RI No.32 Tahun 2017.

Pada gambar 5.8 hasil uji awal kadar Fe sebesar 1,15 mg/l di 0-menit (sebelum aerasi) dan setelah dilakukan proses aerasi 45 menit kadar Fe menurun menjadi 0,92 mg/l dan pada proses aerasi 75 menit kadar Fe menurun kembali menjadi 0,37 mg/l, dengan menggunakan pendekatan ekstrapolasi linier dapat diperkirakan bahwa agar kadar Fe turun hingga 0,2 mg/l dibutuhkan waktu proses aerasi selama 102 menit. Perhitungan tersebut berdasarkan pada persamaan garis linier dari penurunan kadar (Fe) yaitu : y = -0.0099x + 1.2115.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan pengolahan data yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1. Proses aerasi dapat menurunkan kadar zat besi dalam air sebesar 15% pada waktu 75 menit.
- 2. Proses kombinasi aerasi-filtrasi dapat menurunkan zat besi sebesar 0,37 mg/l atau penurunan-nya sebesar 68% pada waktu aerasi 75 menit.
- Proses aerasi menggunakan aerator venturi didapat Debit: 0,000322 m³/s, kecepatan: 2,549508284 m/s, bilangan Reynold: 40,550536 yang menunjukan aliran laminar, kerugian head: 2,04204 yang menunjukan adanya kerugian energi dalam proses aerasi dengan nilai koefesian kerugian 6,15755.

6.2 Saran

Hasil penelitian menunjukan proses aerasi selama 75 menit belum dapat menurunkan kadar zat besi sampai memenuhi Permenkes RI No.32 Tahun 2017. Sehingga masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menentukan waktu aerasi yang optimal untuk menghilangkan kadar zat besi dalam pengolahan air bersih. Atau dengan dilakukan eksperimen untuk proses aerasi selama 102 menit untuk menguji ketepatan hasil perhitungan teoritis dengan menggunakan Analisa extrapolasi linier.

.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, R. (2004). Kimia Lingkungan. Yogyakarta
- Andayani, R. D., Malik, A., Nuryanti, S. Z., & Djunaidi, R. (2023). Analisa kerugian head pada berbagai jenis valve terhadap variasi bukaan valve. TEKNIKA: Jurnal Teknik, 8(1), 12–20. https://www.teknika-ftiba.info
- Andayani, R. D., Nuryanti, S. Z., Asmadi, & Candra, R. (n.d.). (2022). Pengaruh jenis lapisan kekasaran permukaan pipa terhadap koefisien gesek.

 Jurnal Ilmiah Teknika, 5(2), 181–194. Universitas IBA. https://www.teknika-ftiba.info
- Arifin. 2007. Tinjauan dan Evaluasi Proses Kimia (Koagulasi, Netralisasi, Desinfeksi) di
- Armin rizal, Trisna Amelia, Kaharudin, 2011, "Rancang bangun alat penjernih air dengan proses filtrasi" Politeknik Ujung Negeri Padang Makasar.
- Dina Amelia, 2018. Analisis Kualitas Air Tanah Dangkal (Sumur) Untuk Keperluan Air Minum Di Desa Pematang Kecamatan Kalianda Kabupaten Lampung Selatan. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Elfa Fasira, Ikhlasul Amal. 2021. Penerapan Aerasi venturi pada tambak dengan menggunakan solar sell. Skripsi: Politeknik Negeri Ujung Padang
- Fauziah, N. 2011. Pembuatan Arang Aktif secara langsung dari kulit Acasia mangium wild dengan aktivasi fisika dan aplikasi sebagau adsorben Skripsi. Bogor: Institut pertanian Bogor
- Hartini, Eko. 2012. Cascade Aerator dan Bubble Aerator dalam Menurunkan Kadar Mangan Air Sumur Gali. Jurnal Kesehatan Masyarakat
- Hary Yudasha, 2019, "Rancang bangun alat penjernih air daerah bergambut menjadi air bersih" Teknik Mesin Universitas Islam Pekanbaru.

- Instalasi Pengolahan Air Minum. Tangerang: PT. Tirta Kencana Cahaya Mandiri.
- J. Sutrisno and I.N. Fuadatul Azkiyah, "Penurunan kadar besi (Fe) dan Mangan Mn) Pada Air sumur gali dengan menggunakan metode Aerasi dan Filtrasi di Sukodono Sidoarjo "Waktu J. Tek UNIPA, 2014
- Jhon A. Roberson, Clayton T.Crowe .1997.Engineering Fluida Mechanics Edisi 2.jilid 6 Penerbit erlangga.
- Joko Sutrisno, 2010, Removal kadar Besi (Fe) dalam Air Bersih Secara Sparay Aerator.
- Joko, T. 2010. Unit Produksi Dalam Sistem Penyediaan Air Minum. Graha Ilmu, Yogyakarta
- Jurnal serambi engineering Namira, Euis Nurul Hidayah, "Pengaruh perbedaan diameter lubang pada try Aerator terhadap penurunan Fe dab Mn pada air sumur dengan media karbon aktif" Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional veteran, Surabaya Indonesia, 2024.
- Jurnal serambi engineering, Brillyan Kusuma pradani, Euis Nurul Hidayah, Okik Hendriyanto Cahyonugroho. Kinerja Aerasi Venturi Dalam Meningkatkan Kualitas Air. Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional veteran, Surabaya Indonesia, 2024.
- Kartika Dkk, 2015. Karaterisasi Zeloid Mangan Komersial dan Aplikasi dalam Mengadsorpsi Ion Fosfat.
- Kusnaedi. 2010. *Mengolah air kotor untuk air minum*. Jakarta: Penebar swadaya. Nasution.1984. *Pencemaran Air*. Surabaya: Karya Anda.
- Moersidik. 1999. Analisis Kualitas Air. Universitas Terbuka. Jakarta
- Muhammad Rizki Juniarto, Rudiyanto, Risdiawan Hartanto, 2013. Portable alat penjernih air dengan sistem filtrasi. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Mustika, I., Indrawati, A., dan Warsyi, A.A. (2018). Uji Efektifitas Biji Kelor

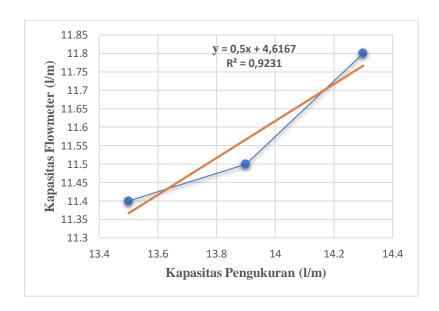
- (Moringa Oleifera) Terhadap Penurunan Kadar Besi (Fe) Air Sumur Gali Di Desa Buhung Bundang Kecamatan Bontotiro Kabupaten Bulukumba Jurnal Media Laboran
- Nusa Idaman Said, 2005. "Metode Penghilangan Zat Besi Dan Mangan Di dalam Penyedian Air Minum Logistik"
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia PERMENKES/No. 32/2017 Standar baku air untuk keperluan higine dan sanitasi
- Ruthven, D. M., 1984. Principle of adsorption and Adsorption Process. John Wiley dan Sons: New York, 124-141
- Ratih, A Malik, R Djunaidi , A Asmadi. (2021). Analisa Kerugian Head pada Berbagai Jenis Valve Terhadap Variasi Bukaan Valve. Teknika Jurnal Teknik Ftiba.info
- Situmorang, M. A., Atmono, Panisean. (2018). Penurunan Kadar Besi (Fe)
 Dengan Menggunakan Metode Aerator Pneumatic System Pada Air
 Sumur Gali (Studi Kasus: Di Desa Sukarame Bandar Lampung).
 Jurnal Mahasiwa Teknik
- Sulastri, Indah Nurhayati, 2014. Pengaruh media filtrasi arang aktif terhadap kekeruhan, warna dan tds pada air telaga di desa balongpangga
- Sutrisno, Totok C. 2024. Teknologi Penyedian Air Bersih Jakarta: Rineka Cipta
- Wahyuni A, Junianto. (2017). Analisa kebutuhan air bersih kota batam pada tahun 2025. Batam : Universitas internasional Batam. Jurnal

Lampiran 1. Data Kalibrasi Flowmeter

DATA KALIBRASI FLOWMETER

A. Kalibarasi flowmeter pada proses aerasi menggunakan aerator venturi

Bukaan	Kapasitas (l/min)		
	Flowmeter	Pengukuran	
1/2	13,5	11,4	
3/4	13,9	11,5	
1	14,3	11,8	



Gambar 1. Kurva Kalibrasi Flowmeter Pada Proses Aerasi menggunakan Aerator Venturi.

Lampiran 2. Perhitungan Debit Aliran (Q)

PERHITUNGAN DEBIT ALIRAN (Q)

Bukaan Valve	Debit (Volume/Menit)		ngukuran ıme/s)
	Flowmeter	Volume Air (ml)	Waktu (s)
	14,2	1000	04,92
1	14,4	1000	05,16
	14,3	1000	05,10
	13,6	1000	05,18
1/2	13,4	1000	05,30
	13,5	1000	05,26
	14,0	1000	05,13
3/4	13,9	1000	05,23
	14,0	1000	05,27

Perhitungan debit (Q) pada flowmeter proses aerasi

$$ightharpoonup Q_{1 \text{ rata-rata}} = \frac{14,2+14,4+14,3}{3} = 14,3 \frac{l}{min}$$

$$Arr$$
 $Q_{1/2 \text{ rata-rata}} = \frac{13,6+13,4+13,5}{3} = 13,5 \frac{l}{min}$

$$Arr$$
 $Q_{3/4 \text{ rata-rata}} = \frac{14,0+13,9+14,0}{3} = 13,9 \frac{l}{min}$

Perhitungan debit (Q) aliran dari data pengukuran pada proses aerasi dengan bukaan 1, ½ dan ¾ sebagai berikut :

$$P Q1 = \frac{1000 \text{ ml}}{4.92 \text{ det}} = 203.2 \frac{ml}{det} = 12.1 \frac{l}{min}$$

$$P Q1 = \frac{1000 \text{ ml}}{5,16 \text{ det}} = 193,7 \frac{ml}{det} = 11,6 \frac{l}{min}$$

$$P Q1 = \frac{1000 \text{ ml}}{5,10 \text{ det}} = 196,0 \frac{ml}{det} = 11,7 \frac{l}{min}$$

Jadi

$$Q_1 \text{ rata-rata} = \frac{12,1+11,6+11,7}{3} = 11,8 \frac{l}{min}$$

$$ightharpoonup Q^{1/2} = \frac{1000 \text{ ml}}{5.18 \text{ det}} = 193.0 \frac{ml}{det} = 11.5 \frac{l}{min}$$

$$ightharpoonup Q^{1/2} = \frac{1000 \text{ ml}}{5,30 \text{ det}} = 188,6 \frac{ml}{det} = 11,3 \frac{l}{min}$$

$$P Q \frac{1}{2} = \frac{1000 \text{ ml}}{5,26 \text{ det}} = 190,1 \frac{ml}{det} = 11,4 \frac{l}{min}$$

Jadi

Q
$$\frac{1}{2}$$
 rata-rata = $\frac{11,5+11,3+11,4}{3}$ = 11,4 $\frac{l}{min}$

$$ightharpoonup Q \frac{3}{4} = \frac{1000 \text{ ml}}{5,13 \text{ det}} = 194,9 \frac{ml}{det} = 11,6 \frac{l}{min}$$

$$ightharpoonup Q^{3/4} = \frac{1000 \text{ ml}}{5.20 \text{ det}} = 192,3 \frac{ml}{det} = 11,5 \frac{l}{min}$$

$$ightharpoonup Q \frac{3}{4} = \frac{1000 \text{ ml}}{5.21 \text{ det}} = 191.9 \frac{ml}{det} = 11.5 \frac{l}{min}$$

Jadi

Q
$$\frac{3}{4}$$
 rata-rata = $\frac{11,6+11,5+11,5}{3}$ = 11,5 $\frac{l}{min}$

Lampiran 3. Perhitungan Massa Jenis Air dan Extrapolasi Linier

PERHITUNGAN MASSA JENIS AIR DAN EXTRAPOLASI LINIER

Pengolaan data penentuan massa jenis air menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$\rho_1 = \frac{10,799 \ gr}{10 \ ml} = 1,0799 \ gr/ml$$

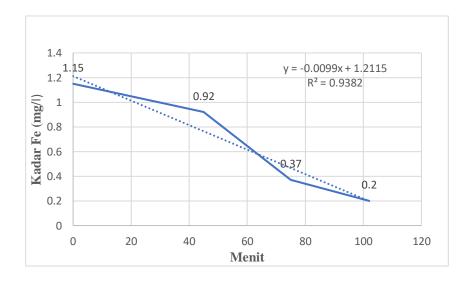
$$\rho_2 = \frac{9,357 \ gr}{10 \ ml} = 0,9357 \ gr/ml$$

$$\rho_3 = \frac{9,828 \ gr}{10 \ ml} = 1,0799 \ gr/ml$$

Jadi

$$\rho_{rata-rata} = \frac{1,0799+0,9357+0,9828}{3} = 0,9994 \ gr/ml = 0,9994 \ kg/m^3$$

PERHITUNGAN ANALISA EXTRAPOLASI LINIER PENENTUAN WAKTU IDEAL PROSES AERASI UNTUK PENURUANAN KADAR BESI



Persamaan regresi y = -0.0099x + 1.2115

$$t = \frac{y-1,2115}{-0,0099} = \frac{(0,2-1,2115)}{-0,0099} = 102 \text{ Menit}$$



SURAT KEPUTUSAN **DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS IBA**

Nomor: FT/E 23/2025/IV/065

PENUNJUKAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI **FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS IBA**

Dekan Fakultas Teknik Universitas IBA

Permohonan mahasiswa Program Studi Teknik Mesin untuk menyusun Skripsi, pada semester Ganiil/Genap Tahun Akademik 2024/2025

Surat Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas IBA Nomor PSTM/E.7/2024/IV/015, tanggal 25 April 2025, tentang usulan Dosen Pembimbing Skripsi.

Bahwa guna pelaksanaan penulisan skripsi tersebut perlu mengangkat dan menunjuk Dosen Pembimbing skripsi yang relevan dengan bidang kajian skripsi.

Behwa untuk tertib administrasi perlu diterbitkan surat keputusan sebagai pedoman dan landasan

Undang-Undang RI Nomor 2 Tahun 1989

Peraturan Pemerintah No 60 Tahun 1999

Statuta Universitas IBA

Surat Keputusan BAN-PT No. 7477/SK/BAN-PT/Ak-PPJ/S/XI/2020, tentang status akreditasi Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas IBA.

Surat Kep. Rektor UIBA Nomor 197/UI/M 6/VIII/1991, tentang ketentuan umum dan Prosedur penulisan Skripsi / Tugas Akhir serta Ujian Komprehensif.

Surat Kep. Pengurus Harian Yayasan IBA. Nomor : 203/Pers. IBA/C-3/VIII/2024, tentang pengangkatan Dekan Fakultas Teknik Universitas IBA.

MEMUTUSKAN

Menetapkan

Mengingat

Menunjuk dan mengangkat Dosen Pembimbing skripsi dengan susunan sebagaimana terlampir.

: Masa berlakunya SK. Pembimbing selama 2x semester dan dinyatakan selesai setelah mahasiswa yang dibimbing dinyatakan lulus dalam sidang sarjana. Jika penyusunan skripsi melebihi batas

waktu 2x semester, maka dinyatakan gagal dan SK. Akan ditinjau kembali.

Surat keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan sampai dengan selesainya penyusunan skripsi

tersebut dengan ketentuan apabila dikemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam keputusan ini.

maka akan diperbaiki sebagaimana mestinya.



Tembusan Yth

- Ketua Program Studi
- Arsip.







Lampiran

SK Dekan Fakultas Teknik Universitas IBA

Nomor : FT/E 23/2025/IV/065, Tanggal : 28 April 2025

NAMA DOSEN PEMBIMBING UTAMA DAN PEMBIMBING KEDUA PENULISAN SKRIPSI MAHASISWA PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN SEMESTER GANJILIGENAP 2025/2026

No.	Nama	NPM	Judul Skripsi	Pembimbing Utama	Pembimbing Pendamping
1.	Rio Abu Rizal	21320001	Analisa Pengaruh Variasi Pularan Spindel dan Laju Pemakanan dengan Pendingin CO2 terhadap Kekasaran Permukaan Finishing Proses Bubut Baja AISI 1045	Ir Asmadi. M.T.	Arie Yudha Budiman, S.T., M.T.
2	Ammar Wahyu Agung - Saputra	21320804	Analisa Pengaruh Kecepatan Spindel dan Laju Pemakanan terhadap Kekasaran Permukaan pada Proses Frais Tepl Baja ST 137	Reny Afriany, S.T., M.Eng	Arie Yudha Budiman, S.T., M.T.
3	Andry Jefry Liandy	18320009	Analisa Rancang Bangun Mesin Pencacah Rumput untuk Pakan Temak Kapasitas 50 kg / jam	Yeny Pusvyta S.T. M.T	Arie Yudha Budiman, S.T., M.T.
4.	Boris Habibullah Sitorus	23320010P	Analisa Pengaruh Waktu Aerasi terhadap Kadar Zat Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Pengolahan Air Bersih	Ir Ratih Diah Andayani M.T.	Reny Afriany, S.T. M.Eng
5.	Deni Tri Arga	21320002	Analisa Pengaruh Variasi Parameter Pemotongan terhadap Kekasaran Permukaan pada Proses Bubut Menggunakan Metode Taguichi	Yeny Pusvyta, S.T., M.T	Ane Yudha Budiman, S.T., M.T.







PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa :

: Boris Habibullah Sitorus

NPM

: 23320010P

Judul Laporan

: Analisa Pengaruh Waktu Aerasi Terhadap Kadar Zat Besi

(Fe) dan Mangan (Mn) Dalam Pengolahan Air Bersih

Pembimbing I

: Ir. Ratih Diah Andayani, MT

No	Tanggal	Bahasan	Paraf	Keterangan
1	2/5 - 20 25	Resbaiki latar bolakang. Remasalahan Balasan mosh	4	Lewontha Bab II
2	26/5-2025	Masukan koni tig Fe i Mg.	18	len zushan Babiit
3	12/6 - 2025	Penelihian	K	len suthan Bus I
4	16/6-2025	Buat kurva kaliGrasi Flow - mobile	8	lan suble
5	23/6-2025	torbaiki analisa nya	18	larguder
6	29/6-2048	Phearli kesi enpula	R	lengue
7	3/7-204	Verbendi alshrah	18	lazioh
		Buar PPT	B	

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Reny Afriany. S.T., M.Eng

NIK. 03 24 508



FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS IBA PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa

: Boris Habibullah Sitorus

NPM

: 23320010P

Judul Laporan

: Analisa Pengaruh Waktu Aerasi Terhadap Kadar Zat Besi

(Fe) dan Mangan (Mn) Dalam Pengolahan Air Bersih

Pembimbing II

: Reny Afriany, S.T., M.Eng

No	Tanggal	Bahasan	Paraf	Keterangan
1-	5/5-25	from typen 2 botrson	P	Bus I
2.	21/525	perboili care pendison reference menut oppt.	94	bs 1
3.	26/5-25	heat born boldon flor moter.	7	(agustan.
4.	13/6-25	potathi harva kalibra.	7	lagurhan.
ۍ.	16/6 - 25	public tabel data abspennen	A	laperta.
6.	24/6-4	hord pulsayon products be Bos (V	×	
7.	20/6-21	smarker in bearywhen by type	~ #	lujuther.
	4/6-25	petali format Lapter purtala	¥.	

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Reny Afriany, S.T., M.Eng

NIK. 03 24 508

FAKULTAS TEKNIK UNIVESITAS IBA PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

LEMBAR PERBAIKAN

Ujian

Tanggal

: Komprehensig : 12 Juli 2021

Nama NIM

Boris H.S 23320010P

No	Ha!aman	Materi Perbaikan	Keterangan
	41	Tabel '4.1/4.2 Tambah kan Kolom Rata & nya. Perbaiki tabel 4.2	Sudah diper Gaeki Sebagai man meshinya
		Angka pacle Aerani H Kadar Fe Salah Angka	1/8-2025
	94	0,04 -> ganti Le 0,01	Arik Godha B
		Gambar dan Kefernyn, Salet	
		Faktor Filtnan' terhada. aerai 45	???? dan 9T

Palembang, Dosen Penguji

Lampiran 7. Foto Kegiatan Penelitian

KEGIATAN PENELITIAN







