

**ANALISIS EFISIENSI *MULTIPLE TRAY AERATOR* DALAM
PENURUNAN KADAR FE DAN MN AIR SUMUR (STUDI
KASUS: DESA KUREKSARI, WARU, SIDOARJO)**

SKRIPSI



Oleh :

FANESA FATHIMAH ZAHROH
NPM. 20034010039

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2024**

**ANALISIS EFISIENSI *MULTIPLE TRAY AERATOR* DALAM
PENURUNAN KADAR FE DAN MN AIR SUMUR (STUDI
KASUS: DESA KUREKSARI, WARU, SIDOARJO)**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana

**Teknik Lingkungan pada Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**



OLEH

FANESA FATHIMAH ZAHROH
NPM. 20034010039

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

SURABAYA

2024

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISIS EFISIENSI *MULTIPLE TRAY AERATOR* DALAM
PENURUNAN KADAR FE DAN MN AIR SUMUR (STUDI
KASUS: DESA KUREKSARI, WARU, SIDOARJO)**

Disusun Oleh :



FANESA FATHIMAH ZAHROH
NPM. 20034010039

Telah disetujui untuk mengikuti penelitian/verifikasi artikel ilmiah

Menyetujui,
Pembimbing



Raden Kokoh Haryo Putro, S.T., M.T.
NIP. 19900905 201903 1 026

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



Prof. Dr. Dra. Jarivah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS EFISIENSI *MULTIPLE TRAY AERATOR* DALAM
PENURUNAN KADAR FE DAN MN AIR SUMUR (STUDI
KASUS: DESA KUREKSARI, WARU, SIDOARJO)**

Disusun Oleh:


FANESA FATHIMAH ZAHROH
NPM. 20034010039

Telah diuji kebenarannya oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada
JSE: Jurnal Serambi *Engineering* (Terakreditasi SINTA 4)

Menyetujui,

PEMBIMBING

TIM PENGUJI

1. Ketua


Raden Kokoh Haryo P., S.T., M.T.
NIP. 19900905 201903 1 026


Ir. Yayok Suryo Purnomo, M.S.
NIP. 19600601 198703 1 001

2. Anggota


Firra Rosariawari, S.T., M.T.
NIPPPK. 19750409 202121 2 004

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur


Prof. Dr. Dra. Jarivah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR REVISI

**ANALISIS EFISIENSI *MULTIPLE TRAY AERATOR* DALAM
PENURUNAN KADAR FE DAN MN AIR SUMUR (STUDI
KASUS: DESA KUREKSARI, WARU, SIDOARJO)**

Disusun Oleh:



FANESA FATHIMAH ZAHROH


NPM. 20034010039

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal

TIM PENILAI

KETUA

ANGGOTA



Ir. Yayok Suryo Purnomo, M.S.
NIP. 19600601 198703 1 001



Firra Rosariawari, S.T., M.T.
NIPPPK. 19750409 202121 2 004

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fanesa Fathimah Zahroh
NIM : 20034010039
Fakultas /Program Studi : Teknik dan Sains/Teknik Lingkungan
Judul Skripsi/Tugas Akhir/
Tesis/Desertasi : Analisis Efisiensi *Multiple Tray Aerator* dalam Penurunan Kadar Fe dan Mn Air Sumur (Studi Kasus: Desa Kureksari, Waru, Sidoarjo)”

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN “Veteran” Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan di setujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun , sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN “Veteran” Jawa Timur.

Surabaya, 08 November 2024

Yang Menyatakan



(Fanesa Fathimah Zahroh)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir Skripsi yang berjudul “Analisis Efisiensi *Multiple Tray Aerator* dalam Penurunan Kadar Fe dan Mn Air Sumur (Studi Kasus: Desa Kureksari, Waru, Sidoarjo)”. Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi syarat perolehan gelar sarjana pada Program Studi Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur.

Dalam penyusunan laporan ini tentu penulis mendapatkan banyak bantuan serta dukungan dari berbagai pihak. Maka dari itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur,
2. Ibu Firra Rosariawari, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur,
3. Ibu Ir. Naniek Ratni JAR., M.Kes. dan Bapak Raden Kokoh Haryo Putro, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah menyempatkan waktunya untuk memberikan bimbingan serta arahan bagi penulis,
4. Almarhum ayah penulis, satu-satunya laki-laki penyayang yang tak tergantikan di seluruh dunia. Gelar Sarjana Teknik ini didedikasikan oleh penulis dengan penuh cinta dan penghormatan kepada ayah tercinta, sebagai ungkapan rasa terima kasih dan penghargaan yang mendalam atas segala pengorbanan serta kasih sayang yang telah beliau berikan sepanjang hidupnya,
5. Ibu penulis, satu-satunya malaikat bernyawa bagi penulis, yang selalu mendoakan serta mendukung apapun langkah yang diambil oleh penulis baik material maupun nonmaterial,
6. Saudara perempuan penulis, Nina dan Mila, selaku *role model* penulis, agar penulis mampu tumbuh menjadi gadis yang penuh dengan tujuan. Serta

beberapa afirmasi penuh cinta yang diberikan agar penulis selalu berhati-hati di setiap proses,

7. Salah satu *customer* Eculf 1.0 Tahun 2022, rhndwp, sebagai subjek yang mengetahui dan berusaha membersamai segala “*ups and downs*” sepanjang proses penyusunan ini, serta sifat tengilnya sebagai bentuk relaksasi bagi penulis,
8. Aviska Triayaska S.T., selaku subjek *chit chat* bagi penulis, yang selalu memberikan afirmasi positif kepada penulis hingga penulis mampu menyelesaikan penyusunan ini dengan penuh target,
9. Bagas, yang selalu menegur apapun tindakan penulis dengan afeksinya yang hangat. Namira, yang selalu “ayo” dan sabar setiap penulis menyusun wacana. Irul, yang selalu mengevaluasi segala perkataan dan perbuatan penulis. Ilham, teman seperjuangan bimbingan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Rey, yang menemani masa sulit penulis di beberapa momen kala itu, dan
10. Semua pihak yang terlibat dalam penyusunan Laporan Akhir Skripsi hingga saat ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Dalam proses penulisan, penulis berusaha memberikan yang terbaik dalam penyusunannya. Apabila nantinya terdapat kekurangan dalam isi penyusunannya, penulis harap hal tersebut dapat menjadi evaluasi untuk menjadi lebih baik di masa mendatang. Semoga apa yang telah penulis susun dalam Laporan Akhir Skripsi yang berjudul “Analisis Efisiensi *Multiple Tray Aerator* dalam Penurunan Kadar Fe dan Mn Air Sumur (Studi Kasus: Desa Kureksari, Waru, Sidoarjo)” dapat memberikan manfaat bagi seluruh elemen di luar sana, terkhusus Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Surabaya, 07 November 2024

Fanesa Fathimah Zahroh

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
ABSTRAK	viii
BABI PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Ruang Lingkup	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Umum.....	5
2.1.1 Air Minum	5
2.1.2 Pencemaran Air.....	5
2.1.3 Standar Baku Mutu Air Minum	6
2.1.4 Besi (Fe)	7
2.1.5 Mangan (Mn).....	8
2.1.6 Aerasi.....	8
2.1.7 Transfer Gas.....	12
2.2 Landasan Teori.....	16
2.2.1 Penyisihan Besi	16
2.2.2 Penyisihan Mangan	17
2.2.3 <i>Dissolved Oxygen</i> (DO).....	17
2.2.4 <i>Multiple Tray Aerator</i>	18
2.2.4.1 Perhitungan Desain <i>Multiple Tray Aerator</i>	19
2.3 Hasil Penelitian Sebelumnya	20
BAB III METODE PENELITIAN	29
3.1 Kerangka Penelitian.....	29
3.2 Bahan dan Alat	33
3.2.1 Bahan	33
3.2.2 Alat	34

3.3	Cara Kerja.....	35
3.4	Variabel.....	36
3.5	Desain Reaktor	37
3.6	Analisis	38
3.7	Jadwal Pelaksanaan	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		39
4.1	Karakteristik Air Sumur yang Digunakan	39
4.2	Hasil Uji Keseluruhan Parameter	39
4.3	Hasil Uji Parameter Fe	42
4.3.1	Pengaruh Waktu Sampling dan Dimensi <i>Tray</i> terhadap Efisiensi Penurunan Kadar Fe	44
4.3.2	Analisis Variabel terhadap Efisiensi Penurunan Fe	47
4.4	Hasil Uji Parameter Mn.....	49
4.4.1	Pengaruh Waktu Sampling dan Dimensi <i>Tray</i> terhadap Efisiensi Penurunan Kadar Mn.....	51
4.4.2	Analisis Variabel terhadap Efisiensi Penurunan Mn	53
4.5	Hasil Uji Parameter Oksigen Terlarut (DO)	54
4.5.1	Pengaruh Waktu Sampling dan Dimensi <i>Tray</i> terhadap Nilai DO	59
4.5.2	Pengaruh Temperatur terhadap Nilai DO pada <i>Tray</i> Tingkat 3 dan Tingkat 5 Selama Waktu Sampling.....	61
4.5.3	Analisis Variabel terhadap Nilai DO	65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		68
5.1	Kesimpulan.....	68
5.2	Saran	69
DAFTAR PUSTAKA.....		70
LAMPIRAN A.....		75
LAMPIRAN B		97
LAMPIRAN C.....		101

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Desain dan Karakteristik Operasi Aerator	15
Tabel 2.2 Hasil Penelitian Sebelumnya	20
Tabel 3.1 Matriks Penelitian	31
Tabel 3.2 Jadwal Kegiatan.....	38
Tabel 4.1 Hasil Uji Parameter Air Sumur Desa Kureksari	39
Tabel 4.2 Hasil Uji Keseluruhan Parameter	41
Tabel 4.3 Efisiensi Penurunan Kadar Fe	43
Tabel 4.4 Efisiensi Penurunan Kadar Mn.....	49
Tabel 4.5 DO <i>Tray</i> Tingkat 3, d = 5 mm, dan x = 6 mm	55
Tabel 4.6 DO <i>Tray</i> Tingkat 5, d = 5 mm, dan x = 6 mm	56
Tabel 4.7 DO <i>Tray</i> Tingkat 3, d = 5 mm, dan x = 8 mm	56
Tabel 4.8 DO <i>Tray</i> Tingkat 5, d = 5 mm, dan x = 8 mm	57
Tabel 4.9 DO <i>Tray</i> Tingkat 3, d = 7 mm, dan x = 10 mm	57
Tabel 4.10 DO <i>Tray</i> Tingkat 5, d = 7 mm, dan x = 10 mm	58
Tabel 4.11 DO <i>Tray</i> Tingkat 3, d = 7 mm, dan x = 12 mm	58
Tabel 4.12 DO <i>Tray</i> Tingkat 5, d = 7 mm, dan x = 12 mm	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Tray Aerator</i>	9
Gambar 2.2 <i>Cascade Aerator</i>	10
Gambar 2.3 <i>Submerged Cascade Aerator</i>	11
Gambar 2.4 <i>Spray Aerator</i>	11
Gambar 2.5 <i>Bubble Aerator</i>	12
Gambar 2.6 Skema Aerasi dengan Metode Difusi	13
Gambar 2.7 Aerator Permukaan dan Aerator Tenggelam.....	14
Gambar 2.8 <i>Spray Aerator</i>	14
Gambar 3.1 Desain Reaktor <i>Multiple Tray Aerator</i> 3 Tingkat.....	37
Gambar 3.2 Desain Reaktor <i>Multiple Tray Aerator</i> 5 Tingkat.....	37
Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Waktu Sampling dan Dimensi Tray terhadap Efisiensi Penurunan Fe	45
Gambar 4.2 Uji Normalitas Efisiensi Penurunan Fe (%)	48
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Waktu Sampling dan Dimensi Tray terhadap Efisiensi Penurunan Mn.....	52
Gambar 4.4 Uji Normalitas Efisiensi Penurunan Mn (%).....	53
Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Waktu Sampling dan Dimensi Tray terhadap Nilai DO.....	60
Gambar 4.6 Pengaruh Temperatur terhadap Nilai DO pada Tray Tingkat 3 dan Tingkat 5 Selama Waktu Sampling (d = 5 mm, x = 6 mm, Tingkat 3)	61
Gambar 4.7 Pengaruh Temperatur terhadap Nilai DO pada Tray Tingkat 3 dan Tingkat 5 Selama Waktu Sampling (d = 5 mm, x = 6 mm, Tingkat 5)	62
Gambar 4.8 Pengaruh Temperatur terhadap Nilai DO pada Tray Tingkat 3 dan Tingkat 5 Selama Waktu Sampling (d = 5 mm, x = 8 mm, Tingkat 3)	62

Gambar 4.9 Pengaruh Temperatur terhadap Nilai DO pada Tray Tingkat 3 dan Tingkat 5 Selama Waktu Sampling (d = 5 mm, x = 8 mm, Tingkat 5)	63
Gambar 4.10 Pengaruh Temperatur terhadap Nilai DO pada Tray Tingkat 3 dan Tingkat 5 Selama Waktu Sampling (d = 7 mm, x = 10 mm, Tingkat 3)	63
Gambar 4.11 Pengaruh Temperatur terhadap Nilai DO pada Tray Tingkat 3 dan Tingkat 5 Selama Waktu Sampling (d = 7 mm, x = 10 mm, Tingkat 5)	64
Gambar 4.12 Pengaruh Temperatur terhadap Nilai DO pada Tray Tingkat 3 dan Tingkat 5 Selama Waktu Sampling (d = 7 mm, x = 12 mm, Tingkat 3)	64
Gambar 4.13 Pengaruh Temperatur terhadap Nilai DO pada Tray Tingkat 3 dan Tingkat 5 Selama Waktu Sampling (d = 7 mm, x = 12 mm, Tingkat 5)	65
Gambar 4.14 Uji Normalitas Nilai DO (mg/L)	66

ABSTRAK

Dewasa ini, beberapa teknologi diluncurkan untuk mempermudah akses serta proses guna mencapai kehidupan yang praktis bagi masyarakat. *Multiple tray aerator* dikatakan memiliki tingkat efisiensi yang terbilang cukup tinggi dibandingkan dengan jenis aerator yang lain. Kelebihan dari jenis aerator ini dikarenakan memiliki susunan yang sederhana, ekonomis, dan tidak memerlukan lahan luas. Kelebihan lain yang dimiliki *multiple tray aerator* adalah fleksibel desain perancangan yang dapat diatur sesuai dengan kebutuhan perancang. Sebagai pembeda, variabel yang penulis gunakan pada penelitian ini adalah diameter lubang pada *tray*, jarak lubang satu dengan yang lain pada *tray*, serta jumlah tingkatan *tray*. Namun, diameter lubang dengan jarak lubang pada *tray* ini nantinya akan muncul satu variabel dari hasil kombinasi dua variabel tersebut, yaitu jumlah lubang pada *tray*. Salah satu langkah kerjanya adalah melakukan proses aerasi dengan waktu sampling 2 menit, 4 menit, 6 menit, 8 menit, dan 10 menit untuk mendapatkan nilai rata-rata penurunan kadar Fe, Mn, serta nilai DO. Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah *tray* dengan diameter 5 mm dan jarak antar lubang 6 mm memiliki efisiensi penurunan kadar Fe dan Mn yang lebih baik, yaitu 25,62% dan 30,80% dengan periode waktu sampling 10 menit.

Kata kunci: aerasi, aerator, tray, Fe, Mn, diameter

ABSTRACT

In recent times, various technologies have been introduced to facilitate access and processes, aiming for a more practical lifestyle for society. This type of aerator is considered to have relatively high efficiency compared to other types. Its advantages include a simple design, cost-effectiveness, and minimal land usage. Another benefit is its flexible design, allowing customization based on specific requirements. In this study, the variables used include the diameter of the holes on the tray, the distance between the holes, and the number of tray levels. Notably, the hole diameter and spacing will combine to form another variable: the number of holes per tray. One of the key steps is conducting the aeration process with sampling intervals of 2, 4, 6, 8, and 10 minutes to obtain the average reduction in Fe and Mn concentrations, along with DO values. The results of the study concluded that a tray with a 5 mm hole diameter and a 6 mm distance between holes achieved better efficiency in reducing Fe and Mn concentrations, with reductions of 25,62% and 30,80%, respectively, after a 10 minute sampling period.

Keywords: *aeration, aerator, tray, Fe, Mn, diameter*