

**ANALISIS DESAIN PIPA INLET
PADA *TRAY* AERATOR
TERHADAP NILAI OKSIGEN TERLARUT
DALAM PENGOLAHAN AIR SUMUR**

SKRIPSI



Oleh :

MUHAMMAD FARHAN SIDDIK ABDILLAH
NPM 21034010109

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

2026

**ANALISIS DESAIN PIPA INLET
PADA *TRAY AERATOR*
TERHADAP NILAI OKSIGEN TERLARUT
DALAM PENGOLAHAN AIR SUMUR**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.)
Program Studi Teknik Lingkungan.**

Diajukan Oleh :

MUHAMMAD FARHAN SIDDIK ABDILLAH
NPM 21034010109

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

2026

LEMBAR PERSETUJUAN
ANALISIS DESAIN PIPA INLET
PADA TRAY AERATOR
TERHADAP NILAI OKSIGEN TERLARUT
DALAM PENGOLAHAN AIR SUMUR

Disusun Oleh:


Muhammad Farhan Siddik Abdillah
NPM 21034010109

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian

Menyetujui,

Pembimbing


Prof. Euis Nurul Hidayah, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19771023 202121 2 004

Mengetahui,

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


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

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS DESAIN PIPA INLET
PADA TRAY AERATOR
TERHADAP NILAI OKSIGEN TERLARUT
DALAM PENGOLAHAN AIR SUMUR

Disusun Oleh:


Muhammad Farhan Siddik Abdillah
NPM 21034010109

Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada
Jurnal Asian Journal of Applied Research for Community Development and
Empowerment (AJARCDE) (Terakreditasi Sinta 2)

Menyetujui,

Pembimbing


Prof. Enis Nurul Hidayah, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 19771023 202121 2 004

TIM PENGUJI

1. Ketua


Mohamad Mirwan, S.T., M.T.
NIP. 19760212 202121 1 004

2. Anggota


Ir. Tuhu Agung Rachmanto, M.T.
NIP. 19620501 198803 1 001

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 DESAIN PIPA INLET
PADA TRAY AERATOR
TERHADAP NILAI OKSIGEN TERLARUT
DALAM PENGOLAHAN AIR SUMUR

Disusun Oleh:


Muhammad Farhan Siddik Abdillah
NPM 21034010109

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 13 Juli 2026

TIM PENILAI

KETUA


Mohamad Mirwan, S.T., M.T.
NIP. 19760212 202121 1 004

ANGGOTA


Ir. Tuhu Agung Rachmanto, M.T.
NIP. 19620501 198803 1 001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Farhan Siddik Abdillah

NPM : 21034010109

Program : Sarjana (S1)

Program Studi: Teknik Lingkungan

Fakultas : Teknik Dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi* ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi/Tesis/Desertasi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 17 Juli 2026

Yang Membuat Pernyataan



Muhammad Farhan Siddik Abdillah
NPM. 21034010109

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini yang berjudul “Analisis Desain Pipa Inlet Pada Tray Aerator Terhadap Nilai Oksigen Terlarut Dalam Pengolahan Air Sumur”. Ucapan terima kasih tak pula penulis ucapkan kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis sebelum, pada saat, dan sesudah tugas akhir ini antara lain, yaitu:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Firra Rosariawari, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur dan
3. Prof. Euis Nurul Hidayah, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah membantu, mengarahkan dan membimbing sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.
4. Mohamad Mirwan, S.T., M.T., dan Ir. Tuhu Agung Racmanto, M.T. selaku Dosen Penguji yang telah sangat membantu, mengarahkan, dan mengayomi penulis dari proses awal perencanaan penelitian hingga laporan skripsi ini selesai,
5. Ibu Vera Vebriana dan Bapak Akhmad Syaihu sebagai orang tua yang selalu memberi dukungan penulis untuk dapat menempuh pendidikan hingga sarjana. Terima kasih banyak atas segala bentuk dukungan do’a, serta kepercayaan yang diberikan kepada penulis untuk menggapai impiannya.
6. Aprillia Arnita Putri yang selalu menemani dan memberikan dukungan kepada penulis dalam berproses. Terima kasih atas motivasi yang tak henti, bantuan-bantuan kecil yang sangat berarti, dan kesabaran luar biasa selama proses yang melelahkan ini.
7. Saudara penulis (Fakhri, Faiz, Ica), keponakan penulis (Cila), serta kucing penulis Surti, dan Casper sebagai yang turut memberikan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

8. Teman-teman dan kakak tingkat prodi Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur, yang telah membantu proses penulisan skripsi dan memberikan wawasan referensi.

Penulis mengakui bahwa dalam penulisan skripsi ini tidak luput dari kekurangan, untuk itu penulis memohon maaf. Penulis mengharapkan berbagai masukan yang berkaitan dengan isi skripsi agar untuk kedepannya penulis dapat menjadi lebih baik lagi. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, tidak hanya bagi penulis sebagai pihak yang terjun langsung, namun pihak lain yang membacanya.

Surabaya, 17 Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Lingkup Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Dasar Teori	5
2.1.1 Air Demineral.....	5
2.1.2 Air Tanah	5
2.1.3 Baku Mutu Air Bersih	6
2.1.4 <i>pH</i> (Potensial of Hydrogen)	8
2.1.5 <i>Dissolved Oxygen</i>	8
2.1.6 Besi (Fe).....	9
2.1.7 Mangan (Mn)	10
2.2 Landasan Teori	10
2.2.1 Aerasi	10
2.2.2 Oksidasi Fe dan Mn Terlarut	13
2.2.3 Kinetika Reaksi	14
2.2.4 <i>Tray Aerator</i>	15
2.3 Penelitian Terdahulu.....	17
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1 Kerangka Penelitian	23

3.2 Bahan dan Alat	25
3.2.1 Bahan	25
3.2.2 Alat	26
3.3 Pembuatan Reaktor	26
3.4 Cara Kerja	28
3.4.1 Penelitian Pendahuluan	28
3.4.2 Penelitian Utama	29
3.4.3 Penelitian Lanjutan.....	29
3.5 Variabel Penelitian	30
3.6 Analisis.....	30
3.6.1 Uji Kualitas Air	30
3.6.2 Analisis Statistik.....	31
3.6.3 Analisis Nilai KLa.....	31
3.6.4 Analisis Persentase Removal.....	31
3.6.5 Analisis Kinetika Reaksi Degradasi Fe Terlarut dan Mn Terlarut.....	32
3.7 Jadwal Kegiatan	33
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Pengaruh Desain Pipa Inlet Terhadap Oksigen Terlarut	34
4.1.1 Hasil Uji Statistik Terhadap Peningkatan DO.....	38
4.2. Pengaruh Desain Pipa Inlet Terhadap Derajat Keasaman (pH)	42
4.2.1. Uji Statistik Terhadap Peningkatan pH	45
4.3. Korelasi Antar Variabel	49
4.3.1 Suhu dan DO.....	49
4.3.2 Waktu Aerasi dan DO.....	49
4.3.3. Waktu Aerasi dan pH.....	50
4.4. Analisis Koefisien Transfer Oksigen (Kla)	50
4.5. Karakteristik Awal Air Tanah	55
4.6 Removal Fe dan Mn dalam Proses Aerasi Tray Aerator Pada Air Sumur.....	55
4.6.1. Penurunan Konsentrasi Fe Terlarut	56
4.6.2. Konsentrasi Mn Terlarut.....	57
4.7. Kinetika Reaksi	58

4.7.1. Penentuan Orde Reaksi dan Laju Reaksi Fe Terlarut.....	58
4.7.2. Penentuan Orde Reaksi dan Laju Reaksi Mn Terlarut	60
BAB 5 PENUTUP.....	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA.....	65
LAMPIRAN.....	70

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Parameter Wajib Air Untuk Keperluan Higiene dan Sanitasi.....	7
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu	17
Tabel 3. 1 Metode Uji Kualitas Air.....	30
Tabel 3. 2 Jadwal Kegiatan Penelitian.....	33
Tabel 4. 1 Hasil Uji Sampel Awal.....	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Fase Perpindahan O ₂	11
Gambar 2. 2 <i>Tray aerator</i>	16
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian.....	25
Gambar 3. 2 Tampak Atas Reaktor.....	27
Gambar 3. 3 Tampak Samping Reaktor.....	27
Gambar 3. 4 Variasi Jarak Antar <i>Tray</i> 30 cm, 40 cm, dan 60 cm	27
Gambar 3. 5 Detail <i>Inlet</i> 1 Pipa	28
Gambar 3. 6 Detail <i>Inlet</i> 2 Pipa	28
Gambar 3. 7 Detail <i>Inlet</i> 3 Pipa	28
Gambar 4. 1 Kadar DO Variasi Desain Pipa Inlet Pada Jarak 30 cm	34
Gambar 4. 2 Kadar DO Variasi Desain Pipa Inlet Pada Jarak 40 cm	35
Gambar 4. 3 Kadar DO Variasi Desain Pipa Inlet Pada Jarak 60 cm	36
Gambar 4. 4 Perbandingan DO Setiap Desain Pipa Inlet dan Jarak Yang Optimum	37
Gambar 4. 5 Uji Normalitas Oksigen Terlarut.....	39
Gambar 4. 6 Uji <i>Anova Two Way</i> Terhadap Peningkatan DO	39
Gambar 4. 7 Uji Post-Hoc Metode Tukey Desain Pipa Inlet Terhadap DO	40
Gambar 4. 8 Uji <i>Post-Hoc</i> Metode Tukey Jarak Antar <i>Tray</i> Terhadap DO.....	41
Gambar 4. 9 Kadar pH Variasi Desain Pipa Inlet Pada Jarak 30 cm	42
Gambar 4. 10 Kadar pH Variasi Desain Pipa Inlet Pada Jarak 40 cm	42
Gambar 4. 11 Kadar pH Variasi Desain Pipa Inlet Pada Jarak 60 cm	43
Gambar 4. 12 Perbandngan pH Setiap Desain Pipa Inlet dan Jarak Yang Optimum	44
Gambar 4. 13 Uji Normalitas pH.....	45
Gambar 4. 14 Uji <i>Anova Two Way</i> Terhadap Peningkatan pH	46
Gambar 4. 15 Uji Post-Hoc Metode Tukey Desain Pipa Inlet Terhadap pH.....	47
Gambar 4. 16 Uji Post-Hoc Metode Tukey Desain Jarak Antar <i>Tray</i> Terhadap pH.....	48
Gambar 4. 17 Uji Korelasi Suhu Terhadap DO	49

Gambar 4. 18 Uji Korelasi Waktu Aerasi Terhadap DO.....	49
Gambar 4. 19 Uji Korelasi Waktu Aerasi Terhadap pH.....	50
Gambar 4. 20 Grafik Ln(Cs-C) Terhadap Waktu Pada Jarak 30 cm : (a) Desain Inlet 1 Pipa; (b) Desain Inlet 2 Pipa; (c) Desain Inlet 3 Pipa.....	51
Gambar 4. 21 Grafik Ln(Cs-C) Terhadap Waktu Pada Jarak 40 cm : (a) Desain Inlet 1 Pipa; (b) Desain Inlet 2 Pipa; (c) Desain Inlet 3 Pipa.....	52
Gambar 4. 22 Grafik Ln(Cs-C) Terhadap Waktu Pada Jarak 60 cm : (a) Desain Inlet 1 Pipa; (b) Desain Inlet 2 Pipa; (c) Desain Inlet 3 Pipa.....	52
Gambar 4. 23 Perbandingan Nilai K _{la} Terbaik	53
Gambar 4. 24 Grafik Persentase Penurunan Fe terlarut Pada Air Sumur.....	56
Gambar 4. 25 Grafik Persentase Penurunan Mn terlarut Air Sumur	57
Gambar 4. 26 Grafik Tiap Orde Reaksi Fe terlarut : (a) Orde 0; (b) Orde 1; (c) Orde 2.....	59
Gambar 4. 27 Grafik Laju Reaksi Penurunan Fe terlarut	60
Gambar 4. 28 Grafik Tiap Orde Reaksi Mn terlarut : (a) Orde 0; (b) Orde 1; (c) Orde 2.....	61
Gambar 4. 29 Grafik Laju Reaksi Penurunan Mn terlarut	62

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis desain pipa inlet tray aerator terhadap nilai koefisien transfer oksigen dalam pengolahan air sumur. Desain pipa inlet yang digunakan pada penelitian ini yaitu 1 pipa dengan diameter orifice 8 mm, 2 pipa dengan diameter orifice 6 mm, dan 3 pipa dengan diameter orifice 4 mm. Selain itu penelitian ini juga menggunakan variasi jarak antar tray yaitu 30 cm, 40 cm, dan 60 cm. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 2 jenis sampel air baku yaitu air demineralisasi dan air sumur. Air baku diolah dengan tray aerator dengan durasi pengolahan selama 20 menit. Penelitian menggunakan air baku air demineral bertujuan untuk mengetahui efektivitas tray aerator dalam meningkatkan oksigen terlarut dan pH air. Peningkatan oksigen terlarut tertinggi sebesar 0,6 mg/l dengan hasil akhir 7,6 mg/l. Nilai oksigen terlarut digunakan untuk mengetahui koefisien transfer oksigen yang dihasilkan tray aerator. Koefisien transfer oksigen tertinggi yaitu 0,3131/detik dihasilkan dari variasi desain pipa inlet 3 pipa dengan jarak antar tray 30 cm. Variasi tray aerator terbaik dalam transfer oksigen digunakan dalam pengolahan air sumur untuk menurunkan kadar logam terlarut seperti Fe^{2+} dan Mn^{2+} . Pada penelitian ini tray aerator memiliki efisiensi dalam menurunkan kadar Fe^{2+} sebesar 66,48% dan Mn^{2+} sebesar 34,32%. Studi ini memberikan wawasan terkait desain optimal tray aerator dalam pengolahan air sumur.

Kata Kunci : Tray Aerator, Oksigen Terlarut, Kla , Fe^{2+} , Mn^{2+}

ABSTRACT

This study aims to analyze the design of the tray aerator inlet pipe on the value of the oxygen transfer coefficient in well water treatment. The inlet pipe design used in this study is 1 pipe with an orifice diameter of 8 mm, 2 pipes with an orifice diameter of 6 mm, and 3 pipes with an orifice diameter of 4 mm. In addition, this study also uses variations in the distance between trays, namely 30 cm, 40 cm, and 60 cm. This study was conducted using 2 types of raw water samples, namely demineralized water and well water. The raw water was treated with a tray aerator with a processing duration of 20 minutes. The study using demineralized water raw water aims to determine the effectiveness of the tray aerator in increasing dissolved oxygen and water pH. The highest increase in dissolved oxygen was 0.6 mg/l with a final result of 7.6 mg/l. The dissolved oxygen value was used to determine the oxygen transfer coefficient produced by the tray aerator. The highest oxygen transfer coefficient of 0.313 l/second was produced from a variation of the inlet pipe design of 3 pipes with a distance between trays of 30 cm. The best oxygen transfer tray aerator variation was used in well water treatment to reduce dissolved metal levels such as Fe^{2+} and Mn^{2+} . In this study, the tray aerator had an efficiency of 39,77% in reducing Fe^{2+} and 20,09% in reducing Mn^{2+} . This study provides insights into the optimal design of tray aerators in well water treatment.

Keyword : Tray Aerator, Dissolved Oxygen, Kla , Fe^{2+} , Mn^{2+}