

**EFEKTIVITAS PENGOLAHAN AIR TANAH DALAM
MENURUNKAN KADAR BESI (Fe), MANGAN (Mn),
DAN *TOTAL SUSPENDED SOLID* (TSS)
MENGUNAKAN MEMBRAN KERAMIK**

SKRIPSI



Oleh :

MUHAMMAD RIZA PAHLEVI

NPM 20034010067

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2025**

**EFEKTIVITAS PENGOLAHAN AIR TANAH
DALAM MENURUNKAN KADAR BESI (Fe),
MANGAN (Mn), DAN *TOTAL SUSPENDED
SOLID* (TSS) MENGGUNAKAN MEMBRAN
KERAMIK**

SKRIPSI



Oleh :

MUHAMMAD RIZA PAHLEVI

NPM 20034010067

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2025**

**EFEKTIVITAS PENGOLAHAN AIR TANAH DALAM
MENURUNKAN KADAR BESI (Fe), MANGAN (Mn), DAN
TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) MENGGUNAKAN
MEMBRAN KERAMIK**

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh :

**MUHAMMAD RIZA PAHLEVI
NPM 20034010067**

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

2025

LEMBAR PERSETUJUAN

EFEKTIVITAS PENGOLAHAN AIR TANAH DALAM MENURUNKAN KADAR BESI (Fe), MANGAN (Mn), DAN *TOTAL SUSPENDED SOLID* (TSS) MENGGUNAKAN MEMBRAN KERAMIK

Disusun Oleh:



Muhammad Riza Pahlevi

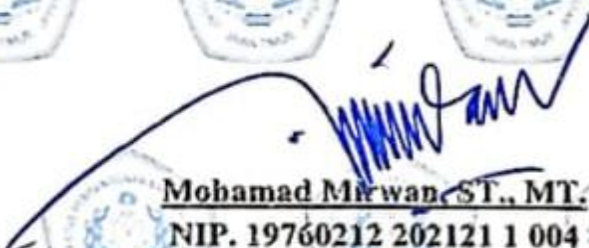
NPM 20034010067

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian

Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2



Mohamad Mirwan, ST., MT.

NIP. 19760212 202121 1 004



Restu Hikmah Ayu Murti, SST, MSc.

NIP. 19930416 202506 2005

Mengetahui,

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



Prof. Dr. Dra. Jarayah, M.P.

NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR PENGESAHAN

EFEKTIVITAS PENGOLAHAN AIR TANAH DALAM MENURUNKAN KADAR BESI (Fe), MANGAN (Mn), DAN *TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS)* MENGGUNAKAN MEMBRAN KERAMIK

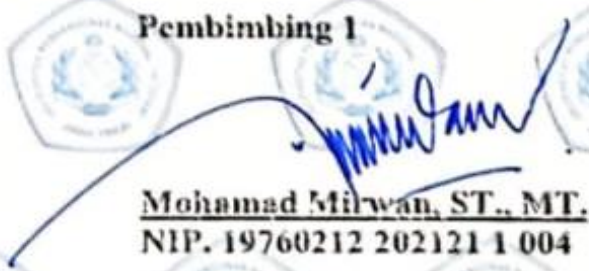
Disusun Oleh:


Muhammad Riza Pahlevi
NPM 20034010067

Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada Jurnal Ilmiah
Alam dan Lingkungan (Terakreditasi Sinta 4)

Menyetujui,

Pembimbing 1


Mohamad Mirwan, ST., MT.
NIP. 19760212 202121 1 004

Pembimbing 2

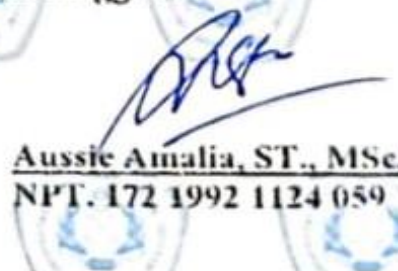

Restu Hikmah Ayu Murti, SST., MSc.
NIP. 19930416 202506 2005

TIM PENGUJI

1. Ketua


Raden Kokoh Harvo Putro ST., MT.
NIP. 19900905 201903 1 026

2. Anggota


Aussie Amalia, ST., MSc.
NPT. 172 1992 1124 059

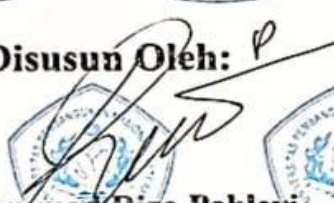
Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur


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

LEMBAR REVISI

EFEKTIVITAS PENGOLAHAN AIR TANAH DALAM MENURUNKAN KADAR BESI (Fe), MANGAN (Mn), DAN TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) MENGGUNAKAN MEMBRAN KERAMIK

Disusun Oleh:


Muhammad Riza Pahlevi
NPM 20034010067

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 26 November 2025

TIM PENILAI

KETUA

ANGGOTA


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


Aussie Amalia, ST., MSc.
NPT. 172 1992-1124 059

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Riza Pahlevi
NPM : 20034010067
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : 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 ditemulan 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, 2 Desember 2025

Yang Membuat pernyataan



Muhammad Riza Pahlevi
NPM. 20034010067

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan Rahmat dan hidayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Efektivitas Pengolahan Air Tanah dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe), Mangan (Mn), dan *Total Suspended Solid* (TSS) Menggunakan Membran Keramik”** ini dengan baik. Dalam penyusunan laporan ini, penulis menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

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 Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Mohammad Mirwan, S.T., M.T. dan Restu Hikmah Ayu Murti S.ST., M.Sc. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir, terima kasih atas kesediaan, kesabaran, dan ilmu yang diberikan dalam setiap proses bimbingan kami.
4. Orang tua dan keluarga yang selalu memberi kasih sayang, nasehat, serta dukungan baik bentuk moral maupun materi, dan doa yang tiada hentinya memberikan semangat untuk menempuh pendidikan.
5. Teman-teman angkatan 2020, terima kasih atas bantuan dan dukungannya baik secara langsung maupun tidak langsung dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini.

Penyusunan laporan ini telah diusahakan semaksimal mungkin, namun sebagaimana manusia biasa tentunya masih terdapat kesalahan. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan.

Surabaya, 2 Desember 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Ruang Lingkup	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Tinjauan Umum.....	6
2.1.1. Air Tanah.....	6
2.1.2. Karakteristik Air Bersih	6
2.1.3. Logam Besi (Fe)	8
2.1.4. Logam Mangan (Mn).....	9
2.1.5. TSS (<i>Total Suspended Solid</i>).....	10
2.2. Landasan Teori	11
2.2.1. Filtrasi	11
2.2.2. Mikrofiltrasi	11
2.2.3. Prinsip Dasar Membran	12
2.2.4. Jenis-jenis Membran	13
2.2.5. Membran Keramik	15
2.2.6. Kelebihan dan Kekurangan Membran Keramik	17
2.2.7. Bahan Dasar Pembuatan Membran Keramik.....	17
2.3. Penelitian Terdahulu	22
BAB III METODE PENELITIAN	27
3.1. Kerangka Penelitian	27

3.2.	Alat dan Bahan	32
3.2.1.	Alat.....	32
3.2.2.	Bahan	33
3.3.	Variabel Penelitian.....	33
3.3.1.	Variabel Bebas	33
3.3.2.	Variabel Terikat	34
3.3.3.	Variabel Kontrol.....	34
3.4.	Cara Kerja	34
3.4.1.	Penelitian Awal.....	34
3.4.2.	Pembuatan Membran Keramik	34
3.4.3.	Pembuatan Reaktor Filtrasi.....	37
3.4.4.	Pengujian Sampel.....	38
3.4.5.	Penelitian Utama	39
3.5.	Tahapan Analisis.....	42
3.5.1.	Analisis Parameter	42
3.5.2.	Analisis Pengaruh Variasi	42
3.5.3.	Analisis Debit Filtrasi	44
3.5.4.	Analisis Porositas Membran	45
3.5.5.	Analisis Kuat Tekan Membran.....	46
3.5.6.	Matriks Penelitian	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		52
4.1	Karakteristik Air Tanah	52
4.2	Hasil Uji Awalan Penurunan Kadar Fe, Mn, dan, TSS	53
4.2.1.	Kadar Besi (Fe) Uji Awalan	54
4.2.2.	Kadar Mangan (Mn) Uji Awalan.....	56
4.2.3.	Kadar <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) Uji Awalan	58
4.3	Analisis Hasil Pengaruh Variasi Komposisi dan Suhu Sintering Terhadap Penurunan Kadar Parameter	61
4.3.1.	Analisis Pengaruh Variasi Komposisi dan Suhu Sintering Terhadap Penurunan Kadar Besi (Fe).....	62
4.3.2.	Analisis Pengaruh Variasi Komposisi dan Suhu Sintering Terhadap Penurunan Kadar Mangan (Mn)	68

4.3.3.	Analisis Pengaruh Variasi Komposisi dan Suhu Sintering Terhadap Penurunan Kadar <i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	75
4.3.4.	Analisis Statistik Pengaruh Variasi Komposisi dan Suhu Sintering Terhadap Penurunan Kadar Parameter	80
4.4	Uji Karakteristik Membran Keramik	87
4.5.1.	Uji Hasil Debit Filtrasi	88
4.5.2.	Uji Porositas	90
4.5.3.	Uji Kuat Tekan	92
4.5	Analisis Optimalisasi Membran Keramik Berdasarkan Kinerja Membran Berdasarkan Penurunan Kadar Fe, Mn, dan TSS dan Debit Filtrasi	94
4.5.1.	Evaluasi Kinerja Membran Berdasarkan Penurunan Kadar Fe, Mn, dan TSS	94
4.5.2.	Evaluasi Debit Filtrasi pada Berbagai Variasi Membran	97
4.5.3.	Penentuan Kondisi Optimal Membran Keramik	99
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	101
5.1	Kesimpulan	101
5.2	Saran	102
DAFTAR	PUSTAKA	103
LAMPIRAN		108

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Parameter Air untuk Keperluan Higiene dan Sanitasi.....	7
Tabel 2. 2 Parameter TSS pada PP RI No. 22 Tahun 2021 Lampiran VI Tentang Baku Mutu Air Nasional	8
Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu.....	23
Tabel 3. 1 Matriks Penelitian Porositas Membran Keramik	46
Tabel 3. 2 Matriks Penelitian Volume Filtrasi Membran Keramik	47
Tabel 3. 3 Matriks Penelitian Parameter Besi (Fe) Uji 60 Menit.....	47
Tabel 3. 4 Matriks Penelitian Parameter Mangan (Mn) Uji 60 Menit	48
Tabel 3. 5 Matriks Penelitian Parameter <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) Uji 60 Menit	48
Tabel 3. 6 Matriks Penelitian Parameter Besi (Fe) Uji Lanjutan	49
Tabel 3. 7 Matriks Penelitian Parameter Mangan (Mn) Uji Lanjutan	50
Tabel 3. 8 Matriks Penelitian Parameter <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) Uji Lanjutan	51
Tabel 4. 1 Perbandingan Kadar Fe, Mn, TSS Sampel Air Tanah dengan Baku Mutu.....	53
Tabel 4. 2 Hasil Analisis Penurunan Konsentrasi Besi (Fe) pada Uji Awalan	54
Tabel 4. 3 Hasil Analisis Penurunan Konsentrasi Mangan (Mn) pada Uji Awalan	56
Tabel 4. 4 Hasil Analisis Penurunan Konsentrasi <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) pada Uji Awalan	58
Tabel 4. 5 Hasil Analisis Penurunan Konsentrasi Besi (Fe) pada Uji Lanjutan....	62
Tabel 4. 6 Hasil Analisis Penurunan Konsentrasi Mangan (Mn) pada Uji Lanjutan	68
Tabel 4. 7 Hasil Analisis Penurunan Konsentrasi TSS pada Uji Lanjutan.....	75
Tabel 4. 8 Debit Filtrasi Membran Keramik	88
Tabel 4. 9 Filtrasi Membran Keramik	90
Tabel 4. 10 Hasil Uji Kuat Tekan Membran Keramik	92
Tabel 4. 11 Rangkuman Komposisi dan Suhu Sintering Terbaik Berdasarkan Efisiensi Penurunan Kadar Fe, Mn, dan TSS.....	97
Tabel 4. 12 Debit Filtrasi Membran Keramik.....	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Membran Keramik Berbentuk Silinder	15
Gambar 2. 2 Batuan Zeolit.....	19
Gambar 2. 3 Arang Sekam Padi	21
Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian.....	31
Gambar 3. 2 Diagram Alur Proses Utama Penelitian.....	32
Gambar 3. 3 Diagram Pembuatan Membran Keramik	35
Gambar 3. 4 Membran Keramik Berbentuk Silinder (<i>disk filter</i>).....	37
Gambar 3. 5 Desain Reaktor	38
Gambar 4. 1 Air Tanah Masjid Al Anam, Desa Porong	53
Gambar 4. 2 Grafik Efektifitas Penurunan Konsentrasi Besi pada Uji Awalan...	55
Gambar 4. 3 Grafik Efektifitas Penurunan Konsentrasi Mangan pada Uji Awalan	57
Gambar 4. 4 Grafik Efektifitas Penurunan Konsentrasi TSS pada Uji Awalan ...	59
Gambar 4. 5 Grafik Efektifitas Penurunan Konsentrasi Besi (Fe) pada Uji Lanjutan	63
Gambar 4. 6 Grafik Efektifitas Penurunan Konsentrasi Mangan (Mn) pada Uji Lanjutan	69
Gambar 4. 7 Grafik Efektifitas Penurunan Konsentrasi TSS pada Uji Lanjutan.	76
Gambar 4. 8 Grafik Uji Normalitas Persen Penyisihan Besi (Fe)	80
Gambar 4. 9 Grafik Uji Normalitas Persen Penyisihan Mangan (Mn).....	81
Gambar 4. 10 Grafik Uji Normalitas Persen Penyisihan <i>Total Suspended Solid</i> (TSS).....	82
Gambar 4. 11 Uji Anova Suhu Terhadap Besi (Fe)	83
Gambar 4. 12 Uji Tukey Komposisi Terhadap Besi (Fe).....	83
Gambar 4. 13 Uji Tukey Suhu Terhadap Besi (Fe).....	84
Gambar 4. 14 Uji Kruskal Wallis Komposisi Terhadap Mangan (Mn)	85
Gambar 4. 15 Uji Kruskal Wallis Suhu Terhadap Mangan (Mn).....	86
Gambar 4. 16 Uji Kruskal Wallis Komposisi Terhadap TSS	86
Gambar 4. 17 Uji Kruskal Wallis Suhu Terhadap TSS	87

ABSTRAK

EFEKTIVITAS PENGOLAHAN AIR TANAH DALAM MENURUNKAN KADAR BESI (Fe), MANGAN (Mn), DAN *TOTAL SUSPENDED SOLID* (TSS) MENGUNAKAN MEMBRAN KERAMIK

MUHAMMAD RIZA PAHLEVI

20034010067

Air tanah merupakan salah satu sumber utama air minum, namun sumber ini sering terkontaminasi oleh logam berat seperti besi (Fe) dan mangan (Mn) karena kontak dengan mineral logam di dalam tanah dan juga adanya *Total Suspended Solids* (TSS) ketika air dipompa keluar. Kontaminasi ini tidak hanya menyebabkan perubahan warna dan pembentukan kerak yang merusak pipa tetapi juga menimbulkan risiko kesehatan yang serius, termasuk gangguan neurologis bahkan kanker jika dikonsumsi dalam jangka waktu yang lama. Pengolahan air, seperti filtrasi, mampu menghilangkan konsentrasi Fe, Mn, dan TSS dalam air tanah. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan variasi komposisi dan suhu pemanasan (*sintering*) dalam mengurangi setiap konsentrasi Fe, Mn, dan TSS dalam air tanah. Variasi dibuat pada komposisi dengan urutan tanah liat: zeolit: arang sekam padi dengan presentase 85:10:5; 80:10:10; dan 75:10:15 dengan variasi suhu 900 °C dan 850 °C. Selama proses filtrasi, pengambilan sampel dilakukan pada 0 jam; 1 jam; 2 jam; 3 jam; dan 4 jam. Degradasi konsentrasi Fe, Mn, dan TSS tertinggi terjadi pada gabungan variasi komposisi 85:10:5 dengan suhu pemanasan 900 °C, dengan efisiensi penurunan sebesar Fe 83,52%, efisiensi penurunan Mn 82,86% dan efisiensi penurunan TSS 100% selama proses filtrasi.

Kata kunci: Air Tanah; Filtrasi; Membran Keramik; Besi; Mangan; TSS

ABSTRACT

Groundwater is one of the main sources of drinking water. However, it is often contaminated with heavy metals such as iron (Fe) and manganese (Mn) due to contact with metal minerals in the soil, as well as the presence of Total Suspended Solids (TSS) when the water is pumped out. These contaminants not only cause discoloration and scale formation that can damage pipelines, but also pose serious health risks, including neurological disorders and even cancer if consumed over a long period. Water treatment methods such as filtration are capable of reducing the concentrations of Fe, Mn, and TSS in groundwater. This study was conducted using variations in composition and sintering temperature to reduce Fe, Mn, and TSS concentrations. The composition variations consisted of clay: zeolite: rice husk charcoal in the ratios of 85:10:5; 80:10:10; and 75:10:15, with sintering temperatures of 900 °C and 850 °C. During the filtration process, samples were taken at 0, 1, 2, 3, and 4 hours. The highest reduction in Fe, Mn, and TSS concentrations was achieved with the combination of 85:10:5 composition and a sintering temperature of 900 °C, resulting in removal efficiencies of 83.52% for Fe, 82.86% for Mn, and 100% for TSS throughout the filtration process.

Keywords: Groundwater; Filtration; Ceramic Membrane; Iron; Manganese; TSS