

**KINERJA MEMBRAN PVDF DALAM ULTRAFILTRASI
PENGOLAHAN AIR SUNGAI DENGAN VARIASI JENIS
ADSORBEN PADA TAHAP *PRE-TREATMENT***

SKRIPSI



Oleh :

YOLANDA APRIAN REDATU PUTRI

NPM 21034010066

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

**KINERJA MEMBRAN PVDF DALAM ULTRAFILTRASI
PENGOLAHAN AIR SUNGAI DENGAN VARIASI JENIS
ADSORBEN PADA TAHAP PRE-TREATMENT**

SKRIPSI



Oleh :

YOLANDA APRIAN REDATU PUTRI

NPM 21034010066

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

2025

**KINERJA MEMBRAN PVDF DALAM ULTRAFILTRASI
PENGOLAHAN AIR SUNGAI DENGAN VARIASI JENIS
ADSORBEN PADA TAHAP *PRE-TREATMENT***

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh

YOLANDA APRIAN REDATU PUTRI

NPM: 21034010066

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

2025

LEMBAR PERSETUJUAN

INERJA MEMBRAN PVDF DALAM ULTRAFILTRASI PENGOLAHAN AIR SUNGAI DENGAN VARIASI JENIS ADSORBEN PADA TAHAP *PRE-TREATMENT*

Disusun Oleh



Yolanda Aprian-Redatu Putri

NPM. 21034010066

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian

Menyetujui,

Pembimbing



Rizka Novembrianto, ST., MT.

NIP./NPT. 20119871127216

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
KINERJA MEMBRAN PVDF DALAM ULTRAFILTRASI
PENGOLAHAN AIR SUNGAI DENGAN VARIASI JENIS
ADSORBEN PADA TAHAP *PRE-TREATMENT*

Disusun Oleh:


Yolanda Aprian-Redatu Putri
NPM. 21034010066

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

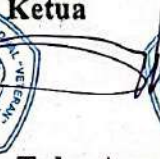
Menyetujui,

TIM PENGUJI

Pembimbing

1. Ketua


Rizka Novembrianto, ST., MT.
NIP./NPT. 20119871127216


Ir. Tuhu Agung Rachmanto, MT.
NIP./NPT. 19620501 198803 1 001

2. Anggota


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

Mengetahui,

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


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

LEMBAR REVISI

**KINERJA MEMBRAN PVDF DALAM ULTRAFILTRASI
PENGOLAHAN AIR SUNGAI DENGAN VARIASI JENIS
ADSORBEN PADA TAHAP PRE-TREATMENT**

Disusun Oleh:

Yolanda Aprian Redatu Putri

NPM. 21034010066

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal Oktober 2025

TIM PENILAI

KETUA

ANGGOTA

Ir. Tuhu Agung Rachmanto, MT
NIP./NPT. 19620501 198803 1 001

Raden Kbkoh Harvo Putro, ST..MP.
NIP./NPT. 19900905 201903 1 026

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Yolanda Aprian Redatu Putri
NPM : 21034010066
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 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, 28 Oktober 2025

Yang Membuat Pernyataan



Yolanda Aprian Redatu Putri
NPM 21034010066

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Kinerja Membran PVDF Dalam Ultrafiltrasi Pengolahan Air Sungai Dengan Variasi Jenis Adsorben Pada Tahap *Pre-Treatment*” ini dengan baik. Penulisan Tugas Akhir ini ditulis dalam rangka menyelesaikan Program Pendidikan S1 Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Firra Rosariawari, ST., MT., selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Rizka Novembrianto, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, arahan serta saran selama proses penyusunan.
4. Ir. Tuhu Agung Rachmanto, M.T., dan Raden Kokoh Haryo Putro, S.T., M.T, selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan yang berharga selama proses penyusunan skripsi ini.
5. Orang tua dan keluarga yang selalu dengan penuh keikhlasan memberikan dorongan moral, kasih sayang, dan dukungan tanpa batas, baik dalam bentuk semangat maupun nasihat berharga. Tak lupa, peneliti ingin menyampaikan rasa syukur atas doa-doa yang tak pernah terputus, yang senantiasa dipanjatkan dalam setiap sujud dan harapan kalian. Kalian adalah sumber kekuatan dan inspirasi terbesar dalam hidup saya, yang dengan tulus mencurahkan kasih sayang tanpa pamrih, membimbing saya untuk terus maju, dan memberi arti sejati dari kata cinta dan pengorbanan.

6. Muhammad Rizky Firmansyah yang selalu hadir, memberikan dorongan positif, serta menjadi tempat berbagi cerita dan semangat ketika menghadapi berbagai tantangan dalam penyusunan skripsi ini. Dukungan dan pengertian yang diberikan menjadi kekuatan tersendiri bagi penulis.
7. Teman-teman Teknik Lingkungan Angkatan 21 yang telah menjadi bagian penting dalam perjalanan ini. Peneliti ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam atas segala bantuan, dukungan, dan semangat yang senantiasa kalian berikan selama proses penyusunan hingga penyelesaian skripsi ini. Kehadiran kalian tidak hanya memberikan motivasi, tetapi juga menghadirkan kebersamaan yang membuat setiap tantangan terasa lebih ringan untuk dihadapi. Terima kasih telah menjadi teman sekaligus penyemangat yang tak pernah lelah mendampingi saya dalam perjalanan akademik ini.
8. 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 terdapat kekurangan dalam isi penyusunannya, diharapkan hal tersebut dapat dijadikan sebagai evaluasi untuk kedepannya. Semoga Laporan Akhir Skripsi yang berjudul “Kinerja Membran PVDF Dalam Ultrafiltrasi Pengolahan Air Sungai Dengan Variasi Jenis Adsorben Pada Tahap *Pre-Treatment*” ini dapat memberikan manfaat yang baik di luar sana, terkhusus Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Surabaya, Oktober 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Karakteristik Air Sungai	4
2.2 Karakteristik Air Bersih	5
2.3 Komposisi Air Sungai	7
2.3.1 Kekeruhan (<i>Turbidity</i>).....	8
2.3.2 <i>Total Coliform</i>	9
2.3.3 <i>Total Dissolved Solid</i> (TDS).....	9
2.4 Landasan Teori Pengolahan.....	10
2.4.1 Adsorpsi	10
2.4.2 Pengolahan Fisika	12
2.4.3 Teknologi Membran	12
2.4.4 Ultrafiltrasi	16
2.4.5 Membran PVDF (<i>Polyvinylidene Fluoride</i>).....	20
2.4.6 <i>Fouling</i>	23
2.5 Penelitian Terdahulu	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	31
3.1 Kerangka Penelitian	31
3.2 Bahan dan Alat	34

3.2.1	Bahan.....	34
3.2.1	Alat.....	34
3.3	Variabel Penelitian.....	34
3.4	Desain Pembuatan Reaktor	35
3.5	Mekanisme Kerja	36
3.6	Analisis Hasil	40
3.5.1	Analisis parameter.....	40
3.5.2	Analisis data	40
3.7	Jadwal Kegiatan	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		43
4.1	Karakteristik Air Sungai	43
4.2	Penentuan Waktu Optimum Untuk <i>Pre-treatment</i> Adsorpsi	44
4.3	Penelitian Utama	51
4.3.1	Pengaruh Jenis Adsorben Terhadap Fluks Pada Ultrafiltrasi Menggunakan Variasi Tekanan yang Berbeda	51
4.3.2	Penurunan Parameter Kekeruhan Pada Adsorpsi-Ultrafiltrasi Menggunakan Jenis Adsorben yang Berbeda.....	60
4.3.3	Penurunan Parameter TDS Pada Adsorpsi-Ultrafiltrasi Menggunakan Jenis Adsorben yang Berbeda.....	67
4.3.4	Penurunan Parameter <i>Total Coliform</i> Pada Adsorpsi-Ultrafiltrasi Menggunakan Jenis Adsorben yang Berbeda.....	75
4.3.5	Hubungan Fluks dengan Parameter Kekeruhan, TDS, dan Total Coliform....	82
4.4	Uji Korelasi Fluks Air, Penurunan Rejeksi Kekeruhan, TDS, dan <i>Total Coliform</i> dengan Variasi Tekanan dan Berbagai Adsorben	84
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		88
5.1	Kesimpulan.....	88
5.2	Saran.....	89
DAFTAR PUSTAKA		90
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Standar Baku Mutu Air Minum	6
Tabel 2. 2 Ukuran Diameter Luar Membran Bentuk Tabung.....	16
Tabel 2. 3 Spesifikasi Ultrafiltrasi Membran	18
Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu	28
Tabel 3. 1 Matriks Penelitian.....	38
Tabel 3. 2 Jadwal Kegiatan	41
Tabel 4. 1 Karakteristik Air Sungai Jagir	43
Tabel 4. 2 Hasil Uji Kualitas Air Setelah Adsorpsi	44
Tabel 4. 3 Perhitungan Fluks Air Hasil Adsorpsi Karbon Aktif-Ultrafiltrasi dengan Berbagai Tekanan	52
Tabel 4. 4 Perhitungan Fluks Air Hasil Adsorpsi Zeolit-Ultrafiltrasi dengan Berbagai Tekanan	52
Tabel 4. 5 Hasil Analisa Penurunan Parameter Kekerusuhan Karbon Aktif-Ultrafiltrasi	61
Tabel 4. 6 Hasil Analisa Penurunan Parameter Kekerusuhan Zeolit-Ultrafiltrasi	61
Tabel 4. 7 Hasil Analisa Penurunan Parameter TDS Karbon Aktif-Ultrafiltrasi...	68
Tabel 4. 8 Hasil Analisa Penurunan Parameter TDS Zeolit-Ultrafiltrasi	68
Tabel 4. 9 Hasil Analisa Penurunan Parameter Total Coliform Karbon Aktif-Ultrafiltrasi	75
Tabel 4. 10 Hasil Analisa Penurunan Parameter Total Coliform Zeolit-Ultrafiltrasi	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Lokasi Pengambilan Sampel Air Sungai Jagir	5
Gambar 2. 2 Sungai Jagir	8
Gambar 2. 4 Skema Pemisahan Oleh Membran	12
Gambar 2. 5 (a) Cross-flow (b) Dead end	13
Gambar 2. 6 Struktur Membran	15
Gambar 2. 7 Perbandingan Skala Ukuran Pori dan Partikel Setiap Jenis Membran	16
Gambar 2. 8 Distribusi Ukuran Bahan Terlarut, Koloid, dan Partikulat Organik d Perairan Alami	17
Gambar 2. 9 Unit Ultrafiltrasi	18
Gambar 2. 10 Membran PVF Hollow Fiber	20
Gambar 2. 11 Membran PVDF	23
Gambar 2. 12 Siklus Fouling Pada Membran Bentuk Spiral Wound	25
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian	33
Gambar 3. 2 Reaktor Ultrafiltrasi Membran PVDF	35
Gambar 3. 3 Pompa Sentrifugal	36
Gambar 4. 1 Pengaruh Waktu Tinggal Terhadap Parameter Kekeruhan	45
Gambar 4. 2 Pengaruh Waktu Tinggal Adsorpsi Terhadap Parameter TDS.....	47
Gambar 4. 3 Pengaruh Waktu Tinggal Adsorpsi Terhadap Parameter Total Coliform	49
Gambar 4. 4 Grafik Fluks Air dengan Operasi 1 Bar.....	53
Gambar 4. 5 Grafik Fluks Air dengan Operasi 1,5 Bar.....	55
Gambar 4. 6 Grafik Fluks Air dengan Operasi 2 Bar.....	57
Gambar 4. 7 Grafik Fluks Permeat Ultrafiltrasi Dengan Berbagai Tekanan.....	59
Gambar 4. 8 Grafik Penurunan Parameter Kekeruhan pada Operasi 1 Bar	62
Gambar 4. 9 Grafik Penurunan Parameter Kekeruhan pada Operasi 1,5 Bar	64
Gambar 4. 10 Grafik Penurunan Parameter Kekeruhan pada Operasi 2 Bar	66
Gambar 4. 11 Grafik Penurunan Parameter TDS pada Operasi 1 Bar	69
Gambar 4. 12 Grafik Penurunan Parameter TDS pada Operasi 1,5 Bar	71

Gambar 4. 13 Grafik Penurunan Parameter TDS pada Operasi 2 Bar	73
Gambar 4. 14 Grafik Penurunan Parameter Total Coliform pada Operasi 1 Bar..	76
Gambar 4. 15 Grafik Penurunan Parameter Total Coliform pada Operasi 1,5 Bar	78
Gambar 4. 16 Grafik Penurunan Parameter Total Coliform pada Operasi 2 Bar..	80
Gambar 4. 17 (a) Fluks Permeat (b) Parameter Kekekruhan (c) Parameter TDS (d) Parameter Total Coliform	83
Gambar 4. 18 Hasil Uji Korelasi Berbagai Jenis Adsorben dan Variasi Tekanan Terhadap Fluks Air dan Penurunan Parameter Pencemar	85

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja membran PVDF (*Polyvinylidene Fluoride*) pada proses ultrafiltrasi dengan variasi pre-treatment adsorpsi menggunakan karbon aktif dan zeolit dalam pengolahan air sungai. Parameter yang diuji meliputi kekeruhan, *Total Dissolved Solids* (TDS), dan *Total Coliform* dengan variasi tekanan operasi ultrafiltrasi (1 bar, 1,5 bar, dan 2 bar). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan adsorben sebagai tahap pretreatment mampu menurunkan beban pencemar sehingga meningkatkan ketahanan membran terhadap *fouling*. Kombinasi karbon aktif–UF lebih efektif dalam menurunkan kekeruhan pada tahap awal, namun berpotensi mempercepat *fouling* akibat pelepasan partikel halus karbon. Sebaliknya, kombinasi zeolit–UF memberikan kestabilan fluks yang lebih baik serta efisiensi penyisihan yang tinggi pada seluruh parameter. Kondisi optimum dicapai pada kombinasi zeolit–UF dengan tekanan operasi 1,5 bar, yang mampu menurunkan kekeruhan hingga >93%, menurunkan TDS sebesar 6–7%, serta menyisihkan *Total Coliform* hingga >99%. Dengan demikian, kombinasi ini direkomendasikan sebagai strategi pengolahan air sungai yang efektif untuk menghasilkan air layak konsumsi.

Kata Kunci: *Ultrafiltrasi, PVDF, karbon aktif, zeolit, kekeruhan, TDS, Total Coliform.*

ABSTRACT

This study aims to analyze the performance of PVDF (Polyvinylidene Fluoride) membranes in the ultrafiltration process with different pre-treatment adsorbents, namely activated carbon and zeolite, for river water treatment. The parameters investigated were turbidity, Total Dissolved Solids (TDS), and Total Coliform under varying ultrafiltration operating pressures (1 bar, 1.5 bar, and 2 bar). The results demonstrated that the application of adsorbents as a pre-treatment step effectively reduced pollutant loads, thereby improving membrane resistance to fouling. The activated carbon–UF combination showed better initial turbidity removal but was more prone to fouling due to fine carbon particle release. In contrast, the zeolite–UF combination provided better flux stability and higher overall removal efficiency for all parameters. The optimum condition was achieved with the zeolite–UF combination at 1.5 bar, which successfully reduced turbidity by >93%, decreased TDS by 6–7%, and removed more than 99% of Total Coliform. Therefore, this combination is recommended as an effective river water treatment strategy to produce safe and clean water.

Keywords: *Ultrafiltration, PVDF, activated carbon, zeolite, turbidity, TDS, Total Coliform.*