

**SKRIPSI**

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR LAUNDRY  
MENGUNAKAN MEMBRAN  
NANOFILTRASI DENGAN KOAGULASI DAN  
FLOKULASI, DAN MIKROFILTRASI  
SEBAGAI PRETREATMENT**



Oleh :

**MAHENDRA CLEVER ALACTO PRIAMBUDI**

**NPM 1552010074**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM  
SURABAYA  
TAHUN 2022**

**SKRIPSI**

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR LAUNDRY  
MENGUNAKAN MEMBRAN  
NANOFILTRASI DENGAN KOAGULASI  
DAN FLOKULASI, DAN MIKROFILTRASI  
SEBAGAI PRETREATMENT**



**MAHENDRA CLEVER ALACTO PRIAMBUDI**

**NPM: 1552010074**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM  
SURABAYA  
TAHUN 2022**

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR LAUNDRY  
MENGUNAKAN MEMBRAN NANOFILTRASI DENGAN  
KOAGULASI DAN FLOKULASI, DAN MIKROFILTRASI  
SEBAGAI PRETREATMENT**

**SKRIPSI**

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

**Diajukan Oleh**

**MAHENDRA CLEVER ALACTO PRIAMBUDI  
NPM: 1552010074**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
JATIM  
SURABAYA  
2022**

**LEMBAR PENGESAHAN  
SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR LAUNDRY MENGGUNAKAN  
MEMBRAN NANOFILTRASI DENGAN KOAGULASI DAN  
FLOKULASI, DAN MIKROFILTRASI SEBAGAI  
PRETREATMENT**

Diajukan Oleh :

**MAHENDRA CLEVER ALACTO PRIAMBUDI**

**NPM: 1552010074**

Telah Dipertahankan Dihadapan dan Diterima Oleh Tim Penguji Skripsi

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Lingkungan  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur  
Pada Tanggal : 31 Mei 2022

Menyetujui  
Dosen Pembimbing



**Okik Hendriyanto Cahyonugroho, ST, MT**  
**NIP. 19750717 202121 1 007**

Mengetahui  
DEKAN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM



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

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan karunia beserta rahmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Pengolahan Limbah Cair Laundry Menggunakan Membran Nanofiltrasi dengan Koagulasi dan Flokulasi, dan Mikrofiltrasi sebagai Pretreatment”.

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana pendidikan bagi mahasiswa program S1 pada Program studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini.

Selesainya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini penulis dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil secara langsung maupun tidak langsung kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Ibu Dr. Dra. Jariyah, MP. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Dr.Ir. Novirina Hendarie, MT selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Okik Hendriyanto C. ST.,MT selaku Dosen Pembimbing yang telah membantu, mengarahkan dan membimbing sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Bapak Ir. Yayok Suryo Purnomo., MS selaku Dosen Penguji 1 yang telah membantu, mengarahkan, dan membimbing sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

5. Bapak Ir. Tuhu Agung Rachmanto., MT selaku Dosen Penguji 2 yang telah membantu, mengarahkan, dan membimbing sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
6. Bapak/Ibu dosen dan staff Program Studi Teknik Lingkungan yang telah banyak membantu penulis untuk dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Kedua orang tua serta keluarga yang telah memberikan dukungan moril, doa dan semangat.
8. Seluruh teman-teman Program Studi Teknik Lingkungan Angkatan 2015, 2016, 2017, dan 2018 yang telah memberikan dukungan serta membantu penyusunan Tugas Akhir ini.
9. Semua pihak yang telah membantu saya dalam penyusunan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dan penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan menjadi bahan masukan bagi dunia pendidikan.

Surabaya, 27 Mei 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                                    |      |
|----------------------------------------------------|------|
| KATA PENGANTAR .....                               | i    |
| DAFTAR ISI.....                                    | iii  |
| DAFTAR GAMBAR .....                                | vi   |
| DAFTAR TABEL .....                                 | vii  |
| ABSTRAK .....                                      | viii |
| ABSTRACT .....                                     | ix   |
| BAB 1 PENDAHULUAN .....                            | 1    |
| 1.1. Latar Belakang .....                          | 1    |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                         | 3    |
| 1.3. Tujuan Penelitian.....                        | 3    |
| 1.4. Manfaat Penelitian.....                       | 3    |
| 1.5. Ruang Lingkup Penelitian .....                | 4    |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....                       | 5    |
| 2.1. Tinjauan Umum.....                            | 5    |
| 2.1.1 Limbah Cair <i>Laundry</i> .....             | 5    |
| 2.1.2 Baku Mutu Limbah Cair <i>Laundry</i> .....   | 6    |
| 2.2. <i>Pretreatment</i> .....                     | 9    |
| 2.3. Koagulasi Flokulasi .....                     | 10   |
| 2.3.1 PAC .....                                    | 11   |
| 2.4. Membran .....                                 | 13   |
| 2.4.1 Membran Mikrofiltrasi.....                   | 14   |
| 2.4.2 Membran Ultrafiltrasi.....                   | 16   |
| 2.4.3 Membran Nanofiltrasi .....                   | 16   |
| 2.4.4 Reverse Osmosis .....                        | 17   |
| 2.5. Tipe dan Konfigurasi Membran .....            | 18   |
| 2.6. Fouling pada Membran .....                    | 21   |
| 2.7. Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Membran..... | 21   |
| 2.8. Proses Filtrasi dengan Nanofiltrasi.....      | 23   |
| 2.9. Tabel Hasil Penelitian Terdahulu .....        | 24   |

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| BAB 3 METODE PENELITIAN .....                                                          | 26 |
| 3.1.    Umum .....                                                                     | 26 |
| 3.2.    Tempat dan Waktu Penelitian.....                                               | 26 |
| 3.3.    Kerangka Penelitian.....                                                       | 26 |
| 3.4.    Bahan dan Alat.....                                                            | 29 |
| 3.4.1    Bahan.....                                                                    | 29 |
| 3.4.2    Alat.....                                                                     | 29 |
| 3.5.    Variabel Penelitian.....                                                       | 31 |
| 3.5.1    Variabel Tetap .....                                                          | 31 |
| 3.5.2    Variabel Bebas .....                                                          | 31 |
| 3.5.3    Parameter yang Diamati .....                                                  | 32 |
| 3.6.    Uraian Tahapan Penelitian.....                                                 | 32 |
| 3.6.1    Penelitian Pendahuluan .....                                                  | 32 |
| 3.6.2    Penelitian Utama .....                                                        | 32 |
| 3.7.    Analisis .....                                                                 | 33 |
| 3.7.1    Analisis Sampel dan Uji Kinerja Membran NF .....                              | 33 |
| 3.7.2    Analisis Data .....                                                           | 34 |
| 3.8.    Jadwal Pelaksanaan.....                                                        | 34 |
| BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....                                                       | 35 |
| 4.1.    Hasil Penelitian .....                                                         | 35 |
| 4.1.1.    Karakteristik Awal .....                                                     | 35 |
| 4.2.    Penelitian Utama.....                                                          | 36 |
| 4.2.1.    Pengaruh Variasi Tekanan dan Waktu Operasi Terhadap %Rejeksi<br>COD.....     | 36 |
| 4.2.2.    Pengaruh Variasi Tekanan dan Waktu Operasi Terhadap %Rejeksi<br>TSS .....    | 39 |
| 4.2.3.    Pengaruh Variasi Tekanan dan Waktu Operasi Terhadap %Rejeksi<br>Fosfat ..... | 43 |
| 4.2.4.    Pengaruh Variasi Tekanan dan Waktu Operasi Terhadap %Rejeksi<br>MBAS .....   | 47 |

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.2.5. Pengaruh Variasi Tekanan dan Waktu Operasi Terhadap Volume Permeat . | 50 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN                                                  | 54 |
| 5.1. Kesimpulan                                                             | 54 |
| 5.2. Saran                                                                  | 54 |
| DAFTAR PUSTAKA                                                              | 55 |
| LAMPIRAN A                                                                  |    |
| LAMPIRAN B                                                                  |    |
| LAMPIRAN C                                                                  |    |
| LAMPIRAN D                                                                  |    |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Skema pemisahan oleh membran (Mulder,1996) .....                                                                    | 13 |
| Gambar 2.2 Tipe Aliran Membran.....                                                                                            | 14 |
| Gambar 2.3 Karakteristik membran mikrofiltrasi .....                                                                           | 15 |
| Gambar 2.4 Perbandingan Ukuran Partikel yang Ditemukan dalam Air Baku dan Rentang Ukuran Operasi Untuk Teknologi Membran ..... | 19 |
| Gambar 2.5 Bagian-bagian Modul Membran Spiral Wound .....                                                                      | 20 |
| Gambar 2.6 Fouling Pada Membran Spiral Wound.....                                                                              | 22 |
| Gambar 3.1 Kerangka Penelitian .....                                                                                           | 28 |
| Gambar 3.2 Susunan Reaktor Nanofiltrasi .....                                                                                  | 30 |
| Gambar 3.3 Detail Pompa, Valve, dan Pressure Gauge.....                                                                        | 30 |
| Gambar 4.1 Grafik Hubungan Antara Waktu Operasi terhadap % Rejeksi COD dalam Berbagai Variasi Tekanan .....                    | 37 |
| Gambar 4.2 Grafik Hubungan Antara Waktu Operasi terhadap % Rejeksi TSS dalam Berbagai Variasi Tekanan .....                    | 41 |
| Gambar 4.3 Grafik Hubungan Antara Waktu Operasi terhadap % Rejeksi Fosfat dalam Berbagai Variasi Tekanan .....                 | 45 |
| Gambar 4.4 Grafik Hubungan Antara Waktu Operasi terhadap % Rejeksi Deterjen dalam Berbagai Variasi Tekanan .....               | 48 |
| Gambar 4.5 Grafik Hubungan Antara Waktu Operasi terhadap Volume Permeat dalam Berbagai Variasi Tekanan .....                   | 52 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Hasil Penelitian Terdahulu Terhadap Kandungan Limbah Cair <i>Laundry</i> ..... | 5  |
| Tabel 2.2 Baku Mutu Air Limbah Kegiatan <i>Laundry</i> .....                             | 6  |
| Tabel 2.3 Spesifikasi membran Mikrofiltrasi .....                                        | 14 |
| Tabel 2.4 Aplikasi Membran Mikrofiltrasi pada Industri .....                             | 16 |
| Tabel 2.5 Spesifikasi membran nanofiltrasi .....                                         | 17 |
| Tabel 3.1 Spesifikasi Membran NF-1812-150.....                                           | 31 |
| Tabel 3.2 Parameter dan Metode Analisis .....                                            | 33 |
| Tabel 3.3 Jadwal Pelaksanaan Kegiatan Penelitian .....                                   | 34 |
| Tabel 4.1 Analisa awal parameter limbah cair <i>laundry</i> .....                        | 35 |
| Tabel 4.2 Pengaruh Variasi Tekanan dan Waktu Operasi Terhadap %Rejeksi COD .....         | 36 |
| Tabel 4.3 Pengaruh Variasi Tekanan dan Waktu Operasi Terhadap %Rejeksi TSS .....         | 39 |
| Tabel 4.4 Pengaruh Variasi Tekanan dan Waktu Operasi Terhadap %Rejeksi Fosfat .....      | 43 |
| Tabel 4.5 Pengaruh Variasi Tekanan dan Waktu Operasi Terhadap %Rejeksi Deterjen .....    | 47 |
| Tabel 4.6 Pengaruh Variasi Tekanan dan Waktu Operasi Terhadap Volume Permeat .....       | 51 |

## ABSTRAK

Limbah cair *laundry* merupakan hasil buangan dari jasa *laundry* dimana limbah cair tersebut mengandung zat-zat diantaranya fosfat (P), kalsium (Ca), *carboxyl methyl cellulose* (CMC), minyak tumbuhan, pemutih pakaian, fosfat, surfaktan,  $\text{SiO}_3^{2-}$ , *Total Suspended Solid* (TSS), dan *Chemical Oxygen Demand* (COD). Limbah cair *laundry* dapat mencemari badan air yang mengakibatkan rusaknya kehidupan biota air, tumbuhan dan manusia yang mengkonsumsi air tersebut, dan juga limbah *laundry* kaya akan kandungan fosfat yang dapat menyebabkan eutrofikasi dan ledakan alga pada badan air jika tidak diolah. Untuk meminimalkan kadar yang ada dalam limbah cair *laundry* diperlukan upaya melalui proses Pengolahan Limbah Cair *Laundry* Menggunakan Membran Nanofiltrasi dengan Koagulasi Flokulasi dan Mikrofiltrasi sebagai Pre Treatment. Penelitian ini digunakan untuk mengetahui pengaruh variasi tekanan dan waktu operasi untuk menurunkan kadar COD, TSS, Fosfat, dan Deterjen. Hasil terbaik yang didapatkan dari penelitian ini yaitu penyisihan COD, TSS, Fosfat, dan Deterjen pada tekanan 6 bar dan waktu operasi 140 menit yaitu memiliki persen rejeksi sebesar 89,15% ; 81,53 ; 60,20 ; 52,15 ; dengan konsentrasi COD, TSS, Fosfat, dan Deterjen secara berturut-turut sebesar 64 mg/L, 65 mg/L, 6,5 mg/L, 6,8.

Kata kunci : Nanofiltrasi (NF), Mikrofiltrasi (MF), Kadar COD, Kadar TSS, Kadar MBAS (deterjen), Kadar Fosfat, Kombinasi Membran.

## ABSTRACT

Liquid laundry waste is the result of waste from laundry services where the liquid waste contains substances including phosphate (P), calcium (Ca), carboxyl methyl cellulose (CMC), plant oil, clothes bleach, phosphate, surfactant,  $\text{SiO}_3^{2-}$ , Total Suspended Solid (TSS), and Chemical Oxygen Demand (COD). Laundry liquid waste can pollute water bodies causing damage to aquatic biota, plants and humans who consume the water, and laundry is rich in phosphate content which can cause eutrophication and algae explosions in water bodies if not treated. Liquid Waste Treatment process Laundry using a Nanofiltration Membrane with Coagulation Flocculation and Microfiltration as Pre Treatment. This study was used to determine the effect of pressure variations and operating time to reduce levels of COD, TSS, Phosphate, and Detergent. The best results obtained from this study were the removal of COD, TSS, Phosphate, and Detergent at a pressure of 6 bar and an operating time of 140 minutes, which had a rejection percentage of 89.15%; 81.53 ; 60,20 ; 52.15 ; with COD, TSS, Phosphate, and Detergent concentrations of 64 mg/L, 65 mg/L, 6.5 mg/L, and 6.8 mg/L, respectively.

Key words : Nanofiltration (NF), Microfiltration (MF), COD level, TSS level, MBAS level (detergent), Phosphate level, Combination of Membrane.