

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENGENDALIAN *FOULING* PADA MEMBRAN  
*REVERSE OSMOSIS* TORAY TM710 DENGAN MODUL *SPIRAL*  
*WOUND* SEBAGAI PENGOLAH AIR LAUT**

**Diajukan guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Ahli Madya**

**Diploma III Program Vokasi Program Studi Teknik Mesin**

**Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



**Disusun Oleh :**

**AGUNG SETYABUDI**

**20153020104**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**PROGRAM VOKASI**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2018**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENGENDALIAN *FOULING* PADA MEMBRAN  
*REVERSE OSMOSIS* TORAY TM710 DENGAN MODUL *SPIRAL*  
*WOUND* SEBAGAI PENGOLAH AIR LAUT**

**Disusun oleh:**

**Agung Setyabudi**  
**20153020104**

Telah disetujui dan disahkan pada tanggal, November 2018 untuk dipertahankan di  
depan Dewan Penguji Tugas Akhir Program Studi D3 Teknik Mesin

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Dosen Pembimbing

**Mirza Yusuf, S.Pd., M.T.**  
**NIK. 19861014201604183017**

Yogyakarta, November 2018

Ketua Program Studi D3 Teknik Mesin

**M. Abdus Shomad, S.Sos.I., S.T., M.Eng.**  
**NIK. 19800309201210183004**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENGENDALIAN *FOULING* PADA MEMBRAN  
*REVERSE OSMOSIS* TORAY TM710 DENGAN MODUL *SPIRAL*  
*WOUND* SEBAGAI PENGOLAH AIR LAUT**

Disusun oleh:

**Agung Setyabudi**  
**20153020104**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji Tugas Akhir  
Program Studi D3 Teknik Mesin Program Vokasi  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
Pada tanggal: November 2018  
dan Dinyatakan Telah Memenuhi Syarat Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya.

**DEWAN PENGUJI**

**Nama Lengkap dan Gelar**

**Tanda Tangan**

- |               |   |       |
|---------------|---|-------|
| 1. Ketua      | : Mirza Yusuf, S.T., M.T.               | ..... |
| 2. Penguji I  | : M.Abdus Shomad, S.Sos.I.,S.T., M.Eng. | ..... |
| 3. Penguji II | : Andika Wisnujati S.Pd., M.Eng.        | ..... |

Yogyakarta, November 2018

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN PROGRAM VOKASI  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
DIREKTUR**

**Dr. Bambang Jatmiko, S.E., M.Si**  
**NIK. 19650601201210143092**

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Agung Setyabudi  
Nim : 20153020104  
Jurusan/Program Studi : D3 Teknik Mesin  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah  
Yogyakarta

Saya menyatakan bahwa tugas akhir yang berjudul “ANALISIS PENGENDALIAN *FOULING* PADA MEMBRAN *REVERSE OSMOSIS* TORAY TM710 DENGAN MODUL *SPIRAL WOUND* SEBAGAI PENGOLAH AIR LAUT” tidak mengandung karya atau penelitian yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan atau diploma di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa tugas akhir ini hasil jiplakan, saya siap menerima sanksi atas perbuatan saya.

Yogyakarta, November 2018

Agung Setyabudi

## **MOTTO**

“Fill your life with always grateful, your heart with love, your mind with truth “

“Intelligence without ambition is like a bird without wings” – Muhammad Ali

“Apabila keinginanmu belum tercapai sampai saat ini, maka percayalah rencana Tuhan jauh lebih cantik melampaui apa yang kita pikirkan, tetap bersyukur, ikhlas dan semangat dalam menjalaninya”

“Barang siapa menempuh suatu jalan untuk mencari ilmu, maka Allah akan memudahkannya menuju jalan ke surga”

(HR. Muslim)

“No one is afraid of heights, they are afraid of falling down. No one is afraid of saying I love you, they are afraid of the answer”

(Kurt Donald Cobain)

“Bangun, berdiri, berdiri untuk hak – hakmu. Bangun, berdiri, jangan menyerah”

(Bob Marley)

## **PERSEMBAHAN**

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat (Q.s. al-Mujadalah: 11)

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda dan Ayahanda tercinta, Ibu Badiah dan Bpk. Bastiar Riyanto terima kasih atas kasih sayang dan doa yang kalian berikan.
2. Kakak dan adik tersayang Citra Ningtyas Budianta dan Hafiz Subarkah, yang telah memberikan motivasi, nasehat serta dukungan.
3. Bapak Mirza Yusuf, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberi bimbingan dan petunjuk sampai tugas akhir ini selesai.
4. Rekan seperjuangan Tim Tugas Akhir Alat Pengolah Air, Andi Hermawan, Indra Kristanto, Iqbal Lukman Hakim dan Muhammad Furqon.
5. Teman-teman Teknik Mesin UMY angkatan 2015, terutama kelas C yang selalu ada dikala susah dan senang serta selalu memberi saran, dukungan dan kasih sayang satu sama lain.

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr.Wb.*

Puji dan rasa syukur mendalam penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat limpahan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya maka laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Salam dan salawat semoga selalu tercurahkan pada baginda Rasulullah Muhammad SAW.

Tugas Akhir yang berjudul “ANALISIS PENGENDALIAN *FOULING* PADA MEMBRAN *REVERSE OSMOSIS* TORAY TM710 DENGAN MODUL *SPIRAL WOUND* SEBAGAI PENGOLAH AIR LAUT”, ini saya susun untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi D3 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar – besarnya atas semua bantuan yang telah diberikan, baik secara langsung maupun tidak langsung selama penelitian dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini hingga selesai. Secara khusus rasa terima kasih tersebut saya sampaikan kepada:

1. Bapak Bambang Jatmiko, S.E., M.Si selaku direktur Program Vokasi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak M. Abdus Shomad, S.Sos.I., S.T., M.Eng. selaku ketua Program Studi Teknik Mesin Program Vokasi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

3. Bapak Mirza Yusuf, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing penulis dengan kesabaran dan ketulusan.
4. Bapak M.Abdus Shomad, S.Sos.I., S.T., M.Eng dan Bapak Andika Wisnujati S.Pd., M.Eng. selaku dosen penguji yang bersedia meluangkan waktu untuk memberikan kritik dan saran kepada penulis dalam pembuatan tugas akhir.
5. Para dosen Jurusan D3 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, yang telah memberikan tambahan pengetahuan dan mengajarkan ilmunya kepada penulis selama perkuliahan.
6. Para staff Jurusan D3 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, yang senantiasa membantu penulis dalam urusan administrasi.
7. Ayah dan Ibu yang dari penulis lahir sampai sekarang selalu memberikan kasih sayang dan doanya kepada penulis sehingga penulis dapat mencapai ke tahap sekarang.
8. Teman-teman D3 Teknik Mesin, khususnya teman seperjuangan angkatan 2015 yang senantiasa berbagi ilmu dan pengalaman selama di perkuliahan.
9. Pihak-pihak lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan kepada saya, sehingga saya dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini.

Sebagai manusia yang tidak lepas dari kekurangan, penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Maka dari itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan



tugas akhir ini. Penulis berharap semoga tugas akhir ini bermanfaat untuk menambah wawasan bagi penulis khususnya dan bagi siapa saja yang membacanya, Amin.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Yogyakarta, November 2018

Agung Setyabudi

**ANALISIS PENGENDALIAN *FOULING* PADA MEMBRAN *REVERSE*  
*OSMOSIS* TORAY TM710 DENGAN MODUL *SPIRAL WOUND* SEBAGAI  
PENGOLAH AIR LAUT**

Agung Setyabudi, Mirza Yusuf  
Jurusan D3 Teknik Mesin Program Vokasi UMY  
Dosen Jurusan Teknik Mesin, Program Vokasi UMY  
Jl. Lingkar Selatan Tamantirto, Bantul, Yogyakarta 55183 telp: (0274) 387656  
E-mail: [setyaagung38@yahoo.co.id](mailto:setyaagung38@yahoo.co.id)

**ABSTRAK**

Membran *reverse osmosis* merupakan sebuah teknologi alternatif untuk mengolah air laut menghasilkan air bersih khususnya didaerah sulit air bersih seperti pesisir pantai dan kepulauan. Kelangkaan maupun kualitas air tawar disertai kubutuhan air bersih yang terus meningkat baik dari masyarakat maupun industri merupakan pendorong dibutuhkannya teknologi pengolahan air yang berkualitas serta ramah lingkungan. Tetapi masalah utama pada penggunaan teknologi tersebut adalah terjadinya *fouling*

Proses penelitian ini dilakukan dengan cara menganalisis pengendalian *fouling* pada membran dan menganalisis perbandingan peningkatan nilai fluks pada perendaman dengan asam klorida, sirkulasi asam klorida dan sirkulasi asam sitrat serta mengetahui TDS air laut yang sudah dilakukan filtrasi menggunakan membran *reverse osmosis* yang telah dilakukan pencucian dengan cairan kimia.

Dari hasil analisis perbandingan, perendaman membran *reverse osmosis* dengan asam klorida menghasilkan nilai fluks 0 (L/m<sup>2</sup>. Jam), sirkulasi dengan asam klorida menghasilkan nilai fluks 11,43 ( L/m<sup>2</sup>. Jam ), sirkulasi dengan asam sitrat menghasilkan 25,51 ( L/m<sup>2</sup>. Jam ) serta TDS yang dihasilkan setelah pre-filtrasi mampu menurunkan TDS sebanyak 24,5 % dari air baku sedangkan filtrasi dengan *reverse osmosis* mampu menurunkan TDS sebanyak 29,81 % dari pre - filtrasi. Secara keseluruhan penelitian yang dilakukan dalam mengolah air laut mengalami penurunan sebanyak 47 % dari TDS awal air baku 12.000 ppm menjadi 6360 ppm. Air laut tersebut mempunyai kandungan garam yang tinggi sehingga belum memenuhi baku mutu untuk air bersih

**Kata Kunci:** Membran, Reverse Osmosis, TDS, Air Laut, fluks

# **ANALYSIS OF FOULING CONTROL IN TM710 TORAY REVERSE OSMOSIS MEMBRANE WITH SPIRAL WOUND MODULE AS A SEA PROCESSER**

Agung Setyabudi, Mirza Yusuf  
Jurusan D3 Teknik Mesin Program Vokasi UMY  
Dosen Jurusan Teknik Mesin, Program Vokasi UMY  
Jl. Lingkar Selatan Tamantirto, Bantul, Yogyakarta 55183 telp: (0274) 387656  
E-mail: [setyaagung38@yahoo.co.id](mailto:setyaagung38@yahoo.co.id)

## **ABSTRACT**

Reverse osmosis membranes are an alternative technology for treating sea water to produce clean water, especially in difficult areas of clean water such as coastal areas and islands. The scarcity and quality of fresh water along with the increasing need for clean water from both the community and industry is a driver of the need for quality and environmentally friendly water treatment technology. But the main problem with using this technology is fouling

The research process was carried out by analyzing fouling control on the membrane and analyzing the comparison of the increase in flux value in immersion with hydrochloric acid, circulation of hydrochloric acid and circulation of citric acid and knowing the TDS of sea water that had been filtrated using reverse osmosis membranes which had been chemically washed .

From the results of comparison analysis, soaking the reverse osmosis membrane with hydrochloric acid produces a flux value of 0 (L / m<sup>2</sup>. Hours), circulation with hydrochloric acid produces a flux value of 11.43 (L / m<sup>2</sup>. Hours), circulation with citric acid produces 25.51 (L / m<sup>2</sup>. Hours) and TDS generated after pre-filtration were able to reduce TDS by 24.5% from raw water while filtration with reverse osmosis was able to reduce TDS by 29.81% from pre-filtration. Overall the research carried out in treating seawater has decreased by 47% from the initial TDS of raw water to 12,000 ppm to 6360 ppm. The sea water has a high salt content so it does not meet the quality standards for clean water.

**Keywords:** Membrane, Reverse Osmosis, TDS, Seawater, Flux

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>v</b>
<b>PERSEMBAHAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Batasan Masalah .....	4
1.4. Tujuan Penelitian .....	5
1.5. Manfaat Penelitian .....	5

<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....</b>	<b>6</b>
2.1. Tinjauan Pustaka .....	6
2.2. Landasan Teori .....	8
2.2.1 Teknologi Membran .....	8
2.2.2 Klasifikasi Membran .....	10
2.2.3 Definisi Membran <i>Reverse Osmosis</i> .....	18
2.2.4 Prinsip Kerja Membran <i>Reverse Osmosis</i> .....	20
2.2.5 Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Membran <i>Reverse Osmosis</i> ..	24
2.3 Pengendalian <i>Fouling</i> pada membran <i>reverse osmosis</i> .....	28
2.3.1 Definisi <i>Fouling</i> .....	28
2.3.2 Jenis – Jenis <i>Fouling</i> .....	31
2.3.3 Mekanisme Terjadinya <i>Fouling</i> .....	32
2.3.4 Faktor – Faktor Mempengaruhi <i>Fouling</i> .....	34
2.3.5 Pembersihan <i>Fouling</i> Secara Kimia .....	36
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>40</b>
3.1 Diagram Alir .....	40
3.2 Metodologi Penelitian .....	42
3.3 Tempat Dan Jadwal Penelitian .....	43
3.4 Alat Dan Bahan .....	43
3.5 Parameter Kualitas Air dan Kualitas Air di Pantai Depok Yogyakarta .....	44

3.6 Strategi Pembersihan Membran Dari <i>Fouling</i> .....	50
3.6.1 Pembersihan <i>Fouling</i> Dengan Perendaman .....	51
3.6.2 Pembersihan <i>Fouling</i> Dengan <i>Flushing</i> Elemen Membran .....	52
3.7 Analisis Keberhasilan Pada Pencucian Membran .....	56
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>59</b>
4.1 Hasil Pengendalian <i>Fouling</i> Membran <i>Reverse Osmosis</i> .....	59
4.1.1 Hasil Perendaman Membran .....	60
4.1.2 <i>Flushing</i> Membran dengan Tekanan Pompa menggunakan Senyawa Kimia dan Metode <i>Backwash</i> .....	60
4.2 Hasil Penurunan TDS .....	65
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>68</b>
5.1 Kesimpulan .....	68
5.2 Saran.....	69
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>71</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Membran modul <i>plate and frame</i> .....	12
Gambar 2.2	Membran modul <i>spiral wound</i> .....	12
Gambar 2.3	Membran Modul <i>hallow fiber</i> .....	13
Gambar 2.4	Proses <i>Reverse Osmosis</i> .....	20
Gambar 2.5	Prinsip Kerja Normal Osmosis.....	21
Gambar 2.6	Prinsip Kerja <i>Reverse Osmosis</i> .....	22
Gambar 2.7	Tahap – Tahap Filtrasi Membran <i>Reverse Osmosis</i> .....	23
Gambar 2.8	Simbol diameter <i>foulant</i> dan pori – pori membran.....	33
Gambar 2.9	Mekanisme <i>fouling</i> secara adsorpsi.....	33
Gambar 2.10	Mekanisme <i>fouling</i> secara <i>blockage</i> .....	34
Gambar 2.11	Mekanisme <i>fouling</i> secara deposisi.....	34
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	40
Gambar 3.2	Pengukuran cairan kimia asam klorida sebanyak 35 ml.....	52
Gambar 3.3	Pengukuran cairan kimia asam klorida sebanyak 300 ml.....	53
Gambar 3.4	Penimbangan larutan asam sitrat sebanyak 350 gram.....	53
Gambar 3.5	Tekanan pencucian pada membran dengan <i>pressure gauge</i> .....	54
Gambar 3.6	Metode pembersihan membran <i>reverse osmosis</i> dari <i>fouling</i> .....	55
Gambar 3.7	Larutan asam sitrat dan cairan asam klorida.....	55
Gambar 4.1	Hasil TDS setelah pre-filtrasi.....	61
Gambar 4.2	Hasil TDS setelah di filtrasi melewati membran <i>reverse osmosis</i> .....	62

Gambar 4.3	Grafik penurunan TDS dari air baku, pre-filtrasi dan <i>reverse osmosis</i> .	62
Gambar 4.4	Air bersih dan air setelah dilakukan sirkulasi dengan asam klorida....	64
Gambar 4.5	Air bersih dan air setelah dilakukan sirkulasi dengan asam sitrat.....	65
Gambar 4.6	Grafik volume air pada membran <i>reverse osmosis</i> .....	66
Gambar 4.7	Grafik nilai fluks pada setiap tingkat pencucian membran dengan larutan dan perlakuan yang berbeda.....	66



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Parameter air menurut Menteri kesehatan republik Indonesia .....	45
Tabel 3.2 Kualitas air laut Pantai Depok Yogyakarta tahun 2014 .....	48
Tabel 3.3 Jenis-jenis <i>foulant</i> yang terdapat pada membran serta bahan kimia yang tepat dalam pembersihan permukaan membran .....	58

## **DAFTAR LAMPIRAN**

*Lampiran 1* Menghitung Luas Permukaan Membran Toray TM710

*Lampiran 2* Contoh Menghitung TDS dengan Metode Gravimetri

*Lampiran 3* Skema Alat Pengolah Air Laut

*Lampiran 4* Membran Reverse Osmosis

*Lampiran 5* Pengambilan Air Laut Pantai Depok Yogyakarta

*Lampiran 6* Perbandingan Antara Air Laut Pantai Samas, Pre – Filtrasi Dan Membran  
*Reverse Osmosis*