

**TESIS**

**PEMBUATAN MEMBRAN *POLYETHERSULFONE* (PES)  
DENGAN PENGUAT TITANIUM DIOKSIDA ( $TiO_2$ ) UNTUK  
APLIKASI PENGOLAHAN AIR**



**NADIYAH ROHMATULLAH**

**03032622125008**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2022**

## **TESIS**

# **PEMBUATAN MEMBRAN *POLYETHERSULFONE* (PES) DENGAN PENGUAT TITANIUM DIOKSIDA ( $TiO_2$ ) UNTUK APLIKASI PENGOLAHAN AIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Magister  
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH  
NADIYAH ROHMATULLAH  
03032622125008**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2022**

## HALAMAN PENGESAHAN

### PEMBUATAN MEMBRAN *POLYETHERSULFONE (PES)* DENGAN PENGUAT TITANIUM DIOKSIDA ( $TiO_2$ ) UNTUK APLIKASI PENGOLAHAN AIR

#### TESIS

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Magister  
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:  
Nadiyah Rohmatullah  
03032622125008

Palembang, 24 Juni 2022

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani, ST.,M.Eng.,Ph.D  
NIP.197112251997021001

Diperiksa dan disetujui oleh :  
Pembimbing I,

Agung Mataram, S.T.,M.T.,Ph.D  
NIP. 197901052003121002

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya

Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah M.T  
NIP.196706151995121002



## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tesis ini dengan judul "**PEMBUATAN MEMBRAN POLYETHERSULFONE (PES) DENGAN PENGUAT TITANIUM DIOKSIDA (TiO<sub>2</sub>) UNTUK APLIKASI PENGOLAHAN AIR**" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 24 Juni 2022.

Palembang, 24 Juni 2022

Pembimbing:

1. Agung Mataram,ST.MT.Ph.D

NIP. 197901052003121002



(.....)

Tim Penguji:

1. Irsyadi Yani,S.T.,M.Eng.,Ph.D

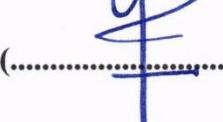
NIP. 197112251997021001



(.....)

2. Amir Arifin.,S.T.,Meng.,Ph.D

NIP. 19711225199721004



(.....)

Koordinator Program Studi

Magister Teknik Mesin



Agung Mataram,S.T.,M.T.,Ph.D.

NIP. 197901052003121002

JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :  
Diterima Tanggal :  
Paraf :

## TESIS

NAMA : NADIYAH ROHMATULLAH  
NIM : 03032622125008  
JURUSAN : TEKNIK MESIN  
JUDUL TESIS : PEMBUATAN MEMBRAN  
*POLYETHERSULFONE (PES) DENGAN  
PENGUAT TITANIUM DIOKSIDA (TiO<sub>2</sub>)  
UNTUK APLIKASI PENGOLAHAN AIR.*  
DIBUAT TANGGAL : 03 JANUARI 2022  
SELESAI TANGGAL : 24 JUNI 2022

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D  
NIP. 197112251997021001

Palembang, 24Juni 2022  
Diperiksa dan disetujui oleh:  
Pembimbing Tesis

Agung Mataram, S.T.,M.T.,Ph.D  
NIP. 197901052003121002

## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nadiyah Rohmatullah

NIM : 03032622125008

Judul : Pembuatan Membran *Polyethersulfone* (PES) Dengan Penguat Titanium Dioksida ( $TiO_2$ ) Untuk Aplikasi Pengolahan Air

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 24 Juni 2022



Nadiyah Rohmatullah

NIM: 03032622125008

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nadiyah Rohmatullah

NIM : 03032622125008

Judul : Pembuatan Membran *Polyethersulfone* (PES) Dengan Penguat Titanium Dioksida ( $TiO_2$ ) Untuk Aplikasi Pengolahan Air

Menyatakan bahwa Tesis saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan plagiat dalam Tesis ini. Apabila ditemukan unsur penjiplakan plagiat dalam Tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, saya buat pernyataan ini dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, 24 Juni 2022



Nadiyah Rohmatullah

NIM: 03032622125008

## **RINGKASAN**

**PEMBUATAN MEMBRAN *POLYETHERSULFONE* (PES) DENGAN PENGUAT TITANIUM DIOKSIDA ( $TiO_2$ ) UNTUK APLIKASI PENGOLAHAN AIR**

Karya tulis ilmiah berupa Tesis, 24 Juni 2022

Nadiyah Rohmatullah; Dibimbing oleh Agung Mataram,ST.MT.Ph.D.

**Manufacturing Of Polyethersulfone Membranes (PES) With Titanium Dioxide ( $TiO_2$ ) Strengthening For Water Treatment Applications.**

xxv + 41 Halaman, 5 Tabel, 17 Gambar, 24 Lampiran

### **RINGKASAN**

Air merupakan sumber daya yang paling berharga saat ini. Permintaan air bersih yang sangat tinggi menjadikan tantangan dalam dunia teknologi untuk melakukan pembaharuan dalam teknologi dan material yang dalam melakukan proses penyariangan air yang memiliki biaya yang lebih ekonomis namun memiliki tingkat efisiensi dan efektivitas yang lebih baik dari sebelumnya. Bahan pengujian yang digunakan yaitu membran dengan polimer berbahan polyethersulfone dengan konsentrasi 27,5wt%, 30wt% dan 32,5 wt% dan zat penguat titanium dioxide yang memiliki konsentrasi 2wt% serta tambahan zat pelaut N.N Dimethylformamide. Metode yang digunakan adalah metode pembentukan membran dengan metode inversi fasa. Metode yang dilakukan menggunakan metode inversi fasa dimana bahan polimer, penguat dan pelarut yang digunakan telah bercampur secara homogen sekitar 2-3 jam dan membran langsung dilakukan pencetakan pada plat kaca . Pembentukan membran tersebut dilakukan tiga pengujian yaitu pengujian tarik, pengujian mikroskopis dengan menggunakan scanning electron microscope dan mengujian nilai fulx menggunakan clean water permeability (CWP). Membran menunjukan bahwa semakin tinggi nilai konsentrasi polimer akan meningkatkan nilai tegangan tarik pada membran. Pada pengujian mikroskopis, semakin tinggi konsentrasi pada membran , semakin

terbentuknya kerapatan pori pada permukaan membran. Pada pengujian CWP menunjukkan dengan nilai flux tertinggi pada membran ditunjukkan pada membran PES dengan konsentrasi 27,5wt% dibandingkan pada konsentrasi 30wt% dan 32,5wt%. Penelitian ini menyimpulkan bahwa pengembangan membran dengan melakukan peningkatan konsentrasi polyethersulfone pada konsentrasi 27,5wt%, 30wt% dan 32,5wt% serta titanium 2wt% dapat meningkat nilai tegangan tarik dan kerapatan pori pada permukaan membran. Nilai flux yang dihasilkan menjadi lebih kecil pada konsentrasi 32,wt% dibandingkan pada konsentrasi 30wt% dan 27,5wt%.

Kata Kunci : membrane; polyethersulfone; titanium dioxide; N,N Dimethylformamide, Tensile Strength; SEM; Clean Water Permeability.

## SUMMARY

MANUFACTURING OF POLYETHERSULFONE MEMBRANES (PES) WITH TITANIUM DIOXIDE ( $TiO_2$ ) STRENGTHENING FOR WATER TREATMENT APPLICATIONS

Scientific Paper in the form of Thesis 24 June 2022

Nadiyah Rohmatullah; Supervised by Agung Mataram,ST.MT.Ph.D.

Pembuatan Membran Polyethersulfone (PES) Dengan Penguat Titanium Dioksida ( $TiO_2$ ) Untuk Aplikasi Pengolahan Air

xxv +41 Pages, 5 Tables, 17 Pictures, 24 Attachments

## SUMMARY

Water is the most valuable resource today. The very high demand for clean water makes the world of technology a challenge in the technology world to make technological and material updates in carrying out water filtration processes that are more cost-effective but have a better level of efficiency and effectiveness than before. The test materials used were membranes with polymers made of polyetherculphons with concentrations of 27.5, 30, and 32.5wt% and titanium dioxide reinforcing agents with concentrations of 2wt% as well as marine

additives N.N Dimethylformamide. The method used is the membrane formation method with phase inversion method. The method used was the phase inversion method in which the polymer, reinforcement, and solvent used were mixed homogeneously for approximately 2-3 hours and the membrane was directly printed on a glass plate. Three tests were conducted for membrane formation namely tensile test, microscopic test using scanning electron microscope, and flux value test using clean water permeability (CWP). Membranes show the higher the polymer concentration value will increase the tensile stress value on the membrane. In microscopic testing, the higher the membrane concentration, the greater the pore density formed on the membrane surface. In the CWP test, the highest flux values at the membrane were shown in PES membranes with concentrations of 27.5wt% compared to concentrations of 30wt% and 32.5wt%. This study concludes that membrane expansion by increasing the concentration of polyethyrenephones at concentrations of 27.5wt%, 30wt% and 32.5wt% and 2wt% titanium can increase the tensile stress and pore density on the membrane surface. The resulting flux values were smaller at a concentration of 32.wt% compared to the concentrations of 30wt% and 27.5wt%.

**Keywords:** membrane; polyethersulfone; titanium dioxide; n,n dimethylformamide, tensile strength; SEM; clean water permeability.

## **KATA PENGANTAR**

Segala puji dan syukur penulis panjatkan pada Allah Subhanahuwata'ala atas rahmat-Nya yang diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tesis ini. Tesis ini berjudul “Pembuatan Membran Polyethersulfone (PES) Dengan Penguat Titanium Dioksida ( $TiO_2$ ) Untuk Aplikasi Pengolahan Air”.

Tesis ini dibuat sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar Magister pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Pada proses penyusunan Tesis, penulis banyak mendapatkan bantuan, saran, dukungan serta do'a dari orang tua. Oleh sebab itu saya mengucapkan terima kasih kepada orang tua atas dukungan moril, bantuan, nasihat, dan materil yang telah diberikan pada penulis.

Penulis juga mengucapkan terima kasih banyak kepada pihak yang telah membantu dalam penyusunan proposal ini baik secara langsung ataupun tak langsung kepada:

1. Kepada Kedua orang tua penulis yang selalu memberi support kepada dan selalu memberi motivasi.
2. Bapak Agung Mataram,S.T.M.T.Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan banyak waktu, ilmu yang bermanfaat dan motivasi untuk terus berkembang dalam menyelesaikan penulisan TESIS ini.
3. Bapak Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya
4. Seluruh Dosen di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya atas ilmu, nasihat dan bimbingan selama proses perkuliahan.
5. Kepada Bapak Agung Kristian selaku Staf administrasi Program Studi Magister Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah membantu dalam proses administrasi.

6. Kepada sahabat-sahabat di Teknik Mesin Angkatan 2021, 2020, 2019 dan sahabat-sahabat SMA yang membantu dan memberi support kepada penulis.
7. Kepada Management dan rekan kerja BTN KCS Palembang yang turut mendukung dan memberikan kesempatan dalam proses perkuliahan.

Hanya terima kasih yang dapat penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu, semoga Allah Subhanahuwata'ala membalas semua kebaikan yang sudah diberikan kepada saya dengan rahmat dan karunia-Nya. Akhir kata penulis mengharapkan agar tesis ini dapat bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang datang.

Palembang, 24 Juni 2022



Nadiyah Rohmatullah

NIM: 03032622125008

## Daftar Isi

TESIS .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	v
TESIS .....	vii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ix
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	xi
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS .....	xi
RINGKASAN.....	xiii
KATA PENGANTAR.....	xvii
Daftar Isi.....	xix
Daftar Gambar.....	xxi
Daftar tabel .....	xxiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1        Latar Belakang.....	1
1.2        Rumusan Masalah.....	5
1.3        Batasan Masalah .....	5
1.4        Tujuan Penelitian .....	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1        Studi Literatur Membran .....	7
2.2        Bahan dan Persiapan.....	8
2.2.1    Polyethersulfone (PES) .....	9
2.2.2    N.N-Dimethylformamide (DMF).....	10
2.2.3    Titanium dioxide ( $TiO_2$ ).....	11
2.3        Pengujian Membran.....	12
2.3.1    Pengamatan Scanning Electron Microscopy (SEM) .....	12
2.3.2    Pengujian Tarik .....	14
2.3.3    Clean Water Permeability (CWP) .....	15
BAB 3 METODELOGI PENELITIAN .....	17
3.1        Diagram Proses Penelitian.....	17

3.2	Persiapan Membran.....	18
3.2.1	Alat dan Bahan .....	18
3.2.2	Persiapan Pembuatan Pencampuran .....	19
3.3	Pengujian pada Membran.....	20
3.3.1	<i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i> .....	20
3.3.2	Uji Tarik Membran.....	23
3.3.3	Pengujian Flux dengan <i>Clean Water Permeability (CWP)</i> ....	25
3.4	Hasil yang diharapkan .....	257
	BAB IV Hasil dan Pembahasan .....	29
4.1	Hasil Pengujian Membran.....	29
4.1.1	Pengujian Tarik.....	29
4.2	Pengujian Mikroskopis .....	32
4.3	Pengujian Flux dengan <i>Clean Water Permeability (CWP)</i> .....	34
	BAB V Kesimpulan & Saran.....	37
5.1	Kesimpulan .....	37
5.2	Saran.....	38
	Daftar Rujukan.....	<u>389</u>

## **Daftar Gambar**

Gambar 2.1	Diagram fishbone.....	8
Gambar 2.2	Komponen SEM .....	13
Gambar 2.3	Karakteristik Viskoelastik bahan membran .....	14
Gambar 3.1	Diagram Proses Penelitian.....	17
Gambar 3.2	Proses Pembuatan Membran.....	19
Gambar 3.3	Alat Pengujian SEM Jenis Zeiss EVO 10 i .....	21
Gambar 3.4	Skematik Uji SEM.....	22
Gambar 3.5	Alat Pegujian Tarik Model WP 310 Gunt Hamburg .....	23
Gambar 3.6	Bentuk spesimen untuk pengujian tarik berdasarkan standar ASTM D638 .....	25
Gambar 3.7	Alat Uji Flux pada Membran yaitu CWP .....	26
Gambar 4.1	Grafik Peningkatan Tegangan Tarik PES, TiO <sub>2</sub> dan N-N Dimethylformamide.....	31
Gambar 4.2	Sampel perngambilan uji SEM .....	32
Gambar 4.2	Hasil SEM PES 27,5wt%, NN_Dimethylformamide dan campuran TiO <sub>2</sub> pembesaran 5000x .....	32
Gambar 4.3	Hasil SEM PES, NN- dimethylformide dan campuran TiO <sub>2</sub> 27,5wt% Pembesaran 5000x .....	33
Gambar 4.4	Hasil SEM PES, NN- dimethylformide dan campuran TiO <sub>2</sub> 30 wt% Pembesaran 5000x .....	33
Gambar 4.5	Hasil SEM PES, NN- dimethylformide dan campuran TiO <sub>2</sub> 32,5wt% Pembesaran 5000x .....	32
Gambar 4.6	Grafik Nilai Flux pada CWP pada Membran PES dan TiO <sub>2</sub> dengan PES dan TiO <sub>2</sub> .....	35

## **Daftar tabel**

Tabel 3.1 Ukuran Sampel Pengujian Tarik dengan standar ASTM D 638 .....	24
Tabel 4.1 Membran PES 27,5wt%, TiO <sub>2</sub> 2wt% dan DMF.....	30
Tabel 4.2 Membran PES 30wt%, TiO <sub>2</sub> 2wt% dan DMF .....	30
Tabel 4.3 Membran PES 32,5wt%, TiO <sub>2</sub> 2wt% dan DMF .....	30
Tabel 4.4 Hasil uji flux memban dengan menggunakan <i>Clean water permeability (CWP)</i> .....	30

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Sebagai sumber daya yang paling berharga dan terbarukan di dunia, air merupakan aspek terpenting dari kehidupan. Populasi dunia meningkat tiga kali lipat di abad kedua puluh dan akan meningkat 40% hingga 50% dalam 50 tahun ke depan. Pertumbuhan pendudukan diikuti dengan industrialisasi dan urbanisasi telah mengakibatkan meningkatnya permintaan air bersih dengan cepat. Selanjutnya, beberapa sumber air bersih yang ada secara bertahap telah tercemar karena aktivitas manusia atau industry (Madaeni et al., 2015).

Pada saat sekarang, proses membran saat ini digunakan untuk memurnikan air dengan desalinasi menggunakan metode reverse osmosis karena merupakan metode yang paling berkelas, tapi ini bukan merupakan satu satunya contoh. Dalam rangka melakukan efisiensi energi, perkembangan pembentukan membran akan berkembang menjadi teknologi yang penting dibandingkan teknologi yang lain. Ini dikombinasikan dengan meningkatnya kebutuhan untuk memurnikan lebih banyak air dan memiliki peluang pertumbuhan untuk teknologi membran. Membran yang memiliki kemampuan lebih baik sangat diperlukan untuk tantangan ini (Geise et al., 2010).

Saat ini, membran komposit telah banyak digunakan dalam berbagai aplikasi seperti desalinasi air payau dan air laut, pelunakan air tawar, penghilang bahan organik, pemurnian air ultra murni dan pemurnian air imbah tingkat lanjut (Zhang et al., 2013).

Teknologi seperti penggunaan membran memiliki banyak kelebihan daripada melakukan efisiensi energi dan biaya pada teknologi konvensional lainnya. Namun membran pengotor telah diidentifikasi sebagai salah satu masalah paling sulit yang membatasi penggunaan membran dalam industry dari sudut pandang teknis dan ekonomis (Ahmad et al., 2018b).

Kontrol terhadap fouling merupakan langkah penting bagi membran untuk menjadi kompetitif dibandingkan dengan teknologi lainnya. Banyak penelitian telah menunjukkan bahwa tingkatan hidrofilisitas membran akan mengurangi interaksi hidrofobik antara foulant dalam umpan dan permukaan membran (Ahmad et al., 2018a).

Pada penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa membran polimer telah berhasil digunakan dalam pemisahan berbagai zat warna dengan berbagai konsentrasi. Poliethersulfon (PES) adalah salah satu polimer yang paling umum digunakan untuk preparasi membran karena keunggulannya, seperti ketahanan kimia dan mekanik yang sangat baik. Diantara perkembangan pembuatan membran polimer, poliethersulfone (PES) membuktikan efisiensinya yang tinggi dalam nanofiltrasi, pemisahan gas, pemisahan minyak, pemurnian air limbah dan lain lain karena lebih murah dibandingkan polimer lain. Poliethersulfon adalah polimer yang paling sering dimanfaatkan sebagai bahan penyaring atau filterasi. Hal tersebut dikarenakan PES memiliki sifat interaksi antara molekul oksigen dan semua zat yang stabil, dapat berkaitan dengan perubahan panas dan dapat memecahkan senyawa kimia dengan prantara air. Membran selalu menunjukkan struktur tidak simetris dan dibuat dengan menggunakan macam metode. Salah satu metode yang umum dilakukan pada pembuatan membran adalah dengan perubahan fasa cair ke fasa padat melalui mekanisme pengontrol tertentu atau biasa disebut inversi fasa. Membran memiliki struktur akhir permukaan yang dipengaruhi oleh komposisi pada membran itu sendiri , suhu larutan PES, zat yang melarutkan zat lainnya , dan lingkungan, dan sebagainya (C. Zhao et al., 2013).

Meskipun polimer tertentu seperti poliethersulfon (PES) memiliki stabilitas termal dan mekanik yang sangat baik serta pembentukan film yang dapat diterima yang menjadikan mereka sebagai bahan yang ideal untuk preparasi membran, aplikasinya sering dibatasi karena sifat hidrofobiknya yang menghasilkan perembesan air yang rendah dan fouling yang tinggi (Madaeni et al., 2015).

Dikarenakan adanya sifat dan karakteristik dari PES maka perlu dilakukan pengembangan penelitian lebih lanjut terhadap perkembangan modifikasi PES dengan material lainnya untuk meningkatkan kemampuan filtrasi dan menghasilkan kualitas air yang lebih baik..

Sebagian besar membran yang digunakan dalam literatur atau diproduksi secara komersial terbuat dari bahan polimer antara lain polimida (PI, P84), polibenzimidazole (PBI), poliakrilonitril (PAN) , Poli (eter eter keton) (PEEK) dan poliarilen sulfida sulfon (PASS). Polimer tersebut telah digunakan untuk membuat membran berdasarkan fase metode inversi. Agar membran ini tetap stabil dalam aplikasi menggunakan ventilasi pelarut . Polimer ini umumnya perlu melakukan ikatan silang secara kimia untuk meningkatkan resistensi organik. Proses pengikatan silang akan memakan banyak pelarut dan bahan kimia pengikat silang, menghasilkan biaya produksi yang tinggi dan pencemaran lingkungan (Lai et al., 2022). Beberapa peneliti telah menyelidiki DMF sebagai pelarut dalam pembentukan membran. Sebagai contoh, Dou et al. mengusulkan proses baru dalam pembentukan membran dengan menggabungkan ekstraksi, distilasi, dan reverse osmosis (Hu et al., 2021).

Selain polimer utama dan zat pelarut dalam pembentukan membran, penambahan polimer lainnya sebagai penguat utama merupakan inovasi dalam pembentukan membran dalam meningkatkan performa dan mengurangi fouling serta meningkatkan sifat hidrosifitas pada membran. Katalis semikonduktor yang paling umum digunakan untuk proses pembentukan membran adalah titanium dioksida ( $TiO_2$ ). Titanium dioxida memiliki celah pita milar, mobilitas pembawa muatan, toxisitas rendah dan biaya rendah(Costantino et al., 2020). Ukuran titanium itu sendiri memiliki ukuran yang beragam, mulai dari dari 4 nm sampai dengan 400 nm tergantung pada tipe membran dan tipe  $TiO_2$  itu sendiri (Vatanpour et al., 2012).

Dalam penelitian sebelumnya , telah dilakukan pengembangan penelitian pembentukan dan pengenalan karakteristik membran pada  $TiO_2$  dengan konsentrasi sebesar 2% dengan pencampuran PES dimana dengan konsentrasi antara 25wt% sampai dengan 30wt%. Didapatkan kekuatan tarik tertinggi pada konsentrasi 30wt% sebesar 0,418 Mpa dibandingkan konsentrasi 25%. Kemudian nilai fluks yang dihasilkan lebih baik yaitu pada konsentrasi 30% yaitu sebesar 1768,93 L/m<sup>2</sup> dimana lebih baik dibandingkan konsentrasi sebesar 25wt%. Namun pada pengujian dengan menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM), campuran membrane Polyethersulfone dengan penguat  $TiO_2$  memiliki

struktur permukaan pada pori yang tidak sama dan tidak tercampur antar komposisi (PES dan Titanium). Hal tersebut dapat disebabkan faktor pada proses pembuatan membran seperti proses pengadukan dan penjagaan suhu maksimum pada membran. Proses pengadukan pada penelitian sebelumnya, proses pengadukan dilakukan dengan menggunakan magnetic stirrer berlangsung selama kurang lebih delapan jam yang kemudian dilanjutkan dengan metode pencetakan flatsheet menggunakan electrical field. Pada saat proses pengadukan suhu terus meningkat sehingga perlu dilakukan pengontrolan suhu. pada penelitian sebelumnya, suhu yang ditetapkan dibawah 40OC dikarenakan pada temperatur yang terlalu tinggi mengakibatkan cairan membran terbakar dan hasilnya tidak efektif (Ramadhanis, 2021).

Pada penelitian ini akan dilakukan modifikasi pembuatan membran dengan tingkat konstrasi polyethersulfone yang lebih tinggi. Pembentukan membran dilakukan dengan melakukan pengadukan menggunakan magnetic stirer dan langsung dilakukan pembentukan membran pada cetakan yang langsung dicelupkan ke dalam air. Dalam proses pembuatan membran ini dilakukan penjagaan suhu dibawah 40oC dimana dalam proses pencampuran polimer dengan bahan Titanium yang telah dicampurkan ke dalam DMF dilakukan secara bertahap dalam interval 2-3 jam. Dalam menganalisa karakteristik membran dilakukan pengujian secara mendalam menggunakan alat bantu Scanning Electron Microscopy (SEM) dan pengujian terhadap kinerja air dilakukan pengujian clean water permeability (CWP).

Atas dasar tersebut , dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh pembuatan membran polimer utama pembuatan membran dengan konsentrasi titanium sebesar 2%. Polimer Polyetersulfone (PES) yang di gunakan memiliki konsentrasi yang lebih tinggi yaitu 27,5wt%, 30wt%, dan 32,5wt%. hal tersebut bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh proses pembuatan dengan tanpa menggunakan metode electric field dan pengaruh sifat dan karakteristik membran pada konsentrasi polimer utama yang lebih tinggi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan pengembangan pembentukan membrane *Polyethersulfone* (PES) dengan penguat Titanium dioksida yang menggunakan pengadukan *magnetic stirrer* dengan perantara listrik yang dilakukan selama 8 jam. Dimana pada pengujian sebelumnya didapatkan hasil gambar pada pengujian SEM yaitu membran yang dibentuk tidak homogen akibat meningkatnya konsentrasi polimer PES dan peningkatan temperatur pada saat pembuatan membran.

Terhadap hasil penelitian tersebut, maka akan dilakukan pengembangan penelitian lebih lanjut apakah terdapat pengaruh pada peningkatan konsentrasi pada *Polyethersulfone* (PES) terhadap hasil pembentukan dan performa pada membran. Tingkat Konsentrasi *Polyethersulfone* (PES) yang akan diuji yaitu 27,5wt%, 30wt%, dan 32,5wt%. Pengujian yang akan dilakukan yaitu pengujian tarik, pengamatan mikroskopis membran menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) serta pengujian menggunakan *Clean Water Permeability* (CWP).

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Polyethersulfone dengan komposisi sebesar 27,5% , 30% dan 32,5 wt%
2. *Titanium dioxide* ( $TiO_2$ ) dengan konsentrasi sebesar 2 wt%.
3. *N,N-Dimethylformamide* (DMF) yang besifat melaurat antar zat dan molekul pada membran
4. Spesimen dibuat dengan bentuk *flat sheet* tanpa perantara listrik atau tanpa menggunakan metode *electric field*.
5. Pembuatan membran dilakukan dengan menggunakan *magnetic stirrer*
6. Pengujian yang dilakukan yaitu dengan menggunakan alat *Scanning Electron Microscopy* (SEM) jenis Zeiss EVO 10 i, *Clean Water Permeability* (CWP) dan Alat Uji Taris Model WP 310 *Gunt Hamburg* .

7. Dilakukan penjagaan suhu dalam proses pengadukan dengan temperatur minimal 40°C dan dilakukan pencampuran polimer utama dengan polimer lainnya secara bertahap dalam interval waktu 2-3 jam.
8. Proses pengadukan dilakukan tanpa batasan waktu yang bertujuan untuk dilakukan terbentuknya membran secara homogen.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian pada Tesis ini adalah sebagai berikut :

1. Pengembangan proses pembuatan membran dengan komposisi polimer yaitu Polyethersulfone 27,5%, 305 dan 32,5wt% dan penguat Titanium Dioxide sebesar 2wt% .
2. Mendapatkan membran yang memiliki sifat mekanik yang lebih baik.
3. Mengukur kemampuan membran dalam melakukan penyaringan dengan pengujian *Clean Water Permeability (CWP)*.

## DAFTAR RUJUKAN

- Ahmad, A.L., Sugumaran, J., Shoparwe, N.F., 2018a. Antifouling properties of PES membranes by blending with ZnO nanoparticles and NMP-acetone mixture as solvent. *Membranes (Basel)* 8. <https://doi.org/10.3390/membranes8040131>
- Ahmad, A.L., Sugumaran, J., Shoparwe, N.F., 2018b. Antifouling properties of PES membranes by blending with ZnO nanoparticles and NMP-acetone mixture as solvent. *Membranes (Basel)* 8. <https://doi.org/10.3390/membranes8040131>
- Alebrahim, E., Tarasi, F., Rahaman, M.S., Dolatabadi, A., Moreau, C., 2019. Fabrication of titanium dioxide filtration membrane using suspension plasma spray process. *Surface and Coatings Technology* 378. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2019.124927>
- Costantino, F., Armiotti, A., Carzino, R., Gavioli, L., Athanassiou, A., Fragouli, D., 2020. In situ formation of SnO<sub>2</sub> nanoparticles on cellulose acetate fibrous membranes for the photocatalytic degradation of organic dyes. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry* 398. <https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2020.112599>
- Denti Salindeho, R., Soukota, J., Poeng, R., Teknik, J., Universitas, M., Ratulangi, S., 2013. Pemodelan Pengujian Tarik Untuk Menganalisis Sifat Mekanik Material.
- Dwi Putri, D., 2015. Inovasi Teknologi Pengolahan Air di Beberapa Negara dan Perusahaan Terkemuka.
- Eryildiz, B., Ozbey-Unal, B., Gezmis-Yavuz, E., Koseoglu-Imer, D.Y., Keskinler, B., Koyuncu, I., 2021. Flux-enhanced reduced graphene oxide (rGO)/PVDF nanofibrous membrane distillation membranes for the removal of boron from geothermal water. *Separation and Purification Technology* 274. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2021.119058>
- Geise, G.M., Lee, H.S., Miller, D.J., Freeman, B.D., McGrath, J.E., Paul, D.R., 2010. Water purification by membranes: The role of polymer science. *Journal of Polymer Science, Part B: Polymer Physics* 48, 1685–1718. <https://doi.org/10.1002/polb.22037>
- Hu, X., Dong, H., Zhang, Y., Fang, B., Jiang, W., 2021. Mechanism of N,N-dimethylformamide electrochemical oxidation using a Ti/RuO<sub>2</sub>-IrO<sub>2</sub> electrode. *RSC Advances* 11, 7205–7213. <https://doi.org/10.1039/d0ra10181h>
- Hube, S., Wang, J., Sim, L.N., Chong, T.H., Wu, B., 2021. Direct membrane filtration of municipal wastewater: Linking periodical physical cleaning with fouling mechanisms. *Separation and Purification Technology* 259. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2020.118125>
- Kang, G. dong, Cao, Y. ming, 2014. Application and modification of poly(vinylidene fluoride) (PVDF) membranes - A review. *Journal of Membrane Science*. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2014.03.055>
- Kim, T.H., Kim, S.G., 2011. Clinical outcomes of occupational exposure to N,N-

dimethylformamide: Perspectives from experimental toxicology. Safety and Health at Work. <https://doi.org/10.5491/SHAW.2011.2.2.97>

Lai, X., Wang, C., Wang, L., Xiao, C., 2022. A novel PPTA/PPy composite organic solvent nanofiltration (OSN) membrane prepared by chemical vapor deposition for organic dye wastewater treatment. *Journal of Water Process Engineering* 45. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2021.102533>

Lebron, Y.A.R., Moreira, V.R., da Costa, P.R., Alkmin, A.R., de França Neta, L.S., Cerqueira, A.C., Amaral, M.C.S., 2021. Chemical cleaning procedures on permeability recovery and lifespan of MBR membranes treating petroleum refinery wastewater: From bench- to pilot-scale applications. *Journal of Water Process Engineering* 44. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2021.102411>

Madaeni, S.S., Ghaemi, N., Rajabi, H., 2015. Advances in polymeric membranes for water treatment, in: *Advances in Membrane Technologies for Water Treatment: Materials, Processes and Applications*. Elsevier Inc., pp. 3–41. <https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-121-4.00001-0>

Mohamed, A., Yousef, S., Hashem, T., Abdelnaby, M.A., 2021. Microstructure and modeling of uniaxial mechanical properties of Polyethersulfone nanocomposite ultrafiltration membranes. *International Journal of Mechanical Sciences* 204. <https://doi.org/10.1016/j.ijmecsci.2021.106568>

Mohammed, A., Abdullah, A., 2018. SCANNING ELECTRON MICROSCOPY (SEM): A REVIEW.

Na, J., Kim, G., Kang, S.H., Kim, S.J., Lee, S., 2021. Deep learning-based discriminative refocusing of scanning electron microscopy images for materials science. *Acta Materialia* 214. <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2021.116987>

Nazem-Bokae, H., Fallahianbijan, F., Chen, D., O'Donnell, S.M., Carrello, C., Giglia, S., Bell, D., Zydny, A.L., 2018. Probing pore structure of virus filters using scanning electron microscopy with gold nanoparticles. *Journal of Membrane Science* 552, 144–152. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2018.01.069>

Pan, Z., Cao, S., Li, J., Du, Z., Cheng, F., 2019. Anti-fouling TiO<sub>2</sub> nanowires membrane for oil/water separation: Synergetic effects of wettability and pore size. *Journal of Membrane Science* 572, 596–606. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2018.11.056>

Rahimpour, A., Jahanshahi, M., Mollahosseini, A., Rajaeian, B., 2012. Structural and performance properties of UV-assisted TiO<sub>2</sub> deposited nano-composite PVDF/SPES membranes. *Desalination* 285, 31–38. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2011.09.026>

See Toh, Y.H., Lim, F.W., Livingston, A.G., 2007. Polymeric membranes for nanofiltration in polar aprotic solvents. *Journal of Membrane Science* 301, 3–10. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2007.06.034>

Sotto, A., Boromand, A., Zhang, R., Luis, P., Arsuaga, J.M., Kim, J., van der Bruggen, B., 2011. Effect of nanoparticle aggregation at low concentrations of TiO<sub>2</sub> on the hydrophilicity, morphology, and fouling resistance of PES-TiO<sub>2</sub> membranes.

- Journal of Colloid and Interface Science 363, 540–550. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2011.07.089>
- Tofighy, M.A., Mohammadi, T., 2022. Functional charcoal based nanomaterial with excellent colloidal property for fabrication of polyethersulfone ultrafiltration membrane with improved flux and fouling resistance. Materials Chemistry and Physics 285, 126167. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2022.126167>
- Yousef, S., Subadra, S.P., Tuckute, S., Baltušnikas, A., Lukošiūtė, S.-I., Arafa, E. I., Mohamed, A., 2022. Finite element analysis of fibreglass and carbon fabrics reinforced polyethersulfone membranes. Materials Today Communications 31, 103682. <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2022.103682>
- Zhang, R.X., Braeken, L., Luis, P., Wang, X.L., van der Bruggen, B., 2013. This study presents a novel and versatile approach to robustly bind TiO<sub>2</sub> nanoparticles on thin film composite (TFC) membranes by using polydopamine, which is capable to self-polymerize on membranes as well as on the surfaces of nanoparticles. Journal of Membrane Science 437, 179–188. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2013.02.059>
- Zhang, Z., Ruan, F., Xu, S., Wu, W., Shi, S., Xiao, G., 2022. Pervaporation separation of N, N-dimethylformamide/water using poly (vinyl alcohol) based mixed matrix membranes. Process Safety and Environmental Protection 159, 779–794. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2022.01.053>
- Zhao, B., Hu, J., Chen, W., Chen, J., Jing, Z., 2020. A nonlinear uniaxial stress-strain constitutive model for viscoelastic membrane materials. Polymer Testing 90. <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2020.106633>
- Zhao, C., Xue, J., Ran, F., Sun, S., 2013. Modification of polyethersulfone membranes - A review of methods. Progress in Materials Science. <https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2012.07.002>