

# **SKRIPSI**

**PEMBENTUKAN MEMBRAN *TIMAH DIOKSIDA*  
(SnO<sub>2</sub>) DENGAN PENCAMPURAN  
*POLYETHERSULFONE (PES)*: KARAKTERISTIK,  
SIFAT MEKANIS DAN KINERJA PENGOLAHAN AIR**



**WIRATAMA HASAN**

**03051381823066**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2022**

# SKRIPSI

## PEMBENTUKAN MEMBRAN *TIMAH DIOKSIDA* ( $\text{SnO}_2$ ) DENGAN PENCAMPURAN *POLYETHERSULFONE* (PES): KARAKTERISTIK, SIFAT MEKANIS DAN KINERJA PENGOLAHAN AIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



Oleh :

WIRATAMA HASAN

03051381823066

JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2022

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PEMBENTUKAN MEMBRAN TIMAH DIOKSIDA (SnO<sub>2</sub>)  
DENGAN PENCAMPURAN POLYETHERSULFONE (PES):  
KARAKTERISTIK, SIFAT MEKANIS DAN KINERJA  
PENGOLAHAN AIR**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

**Oleh:**

**WIRATAMA HASAN**

**03051381823066**

**Palembang, Januari 2022**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Mesin**



**Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D  
NIP. 19711225 199702 1 001**

**Diperiksa dan disetujui oleh :**

**Pembimbing Skripsi**



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

## HALAMAN PERSETUJUAN

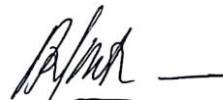
Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul “**PEMBENTUKAN MEMBRAN TIMAH DIOKSIDA (SnO<sub>2</sub>) DENGAN PENCAMPURAN POLYETHERSULFONE (PES): KARAKTERISTIK, SIFAT MEKANIS DAN KINERJA PENGOLAHAN AIR**” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 06 Januari 2022.

Palembang, 10 Januari 2022

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

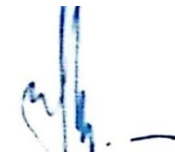
Ketua

1. Dr. Ir. Hendri Chandra, M.T  
NIP. 196004071990031003


  
(.....)

Anggota:

2. Ir. Helmy Alian, M.T  
NIP. 195910151987031006

  
(.....)

3. Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T  
NIP. 195903211987031001

  
(.....)

Palembang, Januari 2022

Diperiksa dan disetujui oleh :


Pembimbing Skripsi

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D  
NIP. 19711225 199702 1 001

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

**JURUSAN TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**Agenda No.** :  
**Diterima Tanggal** :  
**Paraf** :

---

## **SKRIPSI**

**NAMA** : WIRATAMA HASAN  
**NIM** : 03051381823066  
**JURUSAN** :TEKNIK MESIN  
**JUDUL SKRIPSI** :PEMBENTUKAN MEMBRAN TIMAH  
DIOKSIDA ( $\text{SnO}_2$ ) DENGAN PENCAMPURAN  
POLYETHERSULFONE (PES):  
KARAKTERISTIK, SIFAT MEKANIS DAN  
KINERJA PENGOLAHAN AIR

**DIBUAT PADA** : MARET 2021

**SELESAI PADA** : JANUARI 2022

Palembang, Januari 2022

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Diperiksa dan disetujui oleh :  
Pembimbing Skripsi



**Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D**  
**NIP. 19711225 199702 1 001**



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

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT, atas dengan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Proposal skripsi ini berjudul “Pembentukan Membran Timah Dioksida ( $\text{SnO}_2$ ) Dengan Pencampuran *Polyethersulfone* (PES): Karakteristik, Sifat Mekanis Dan Kinerja Pengolahan Air”.

Proposal skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan proposal skripsi ini tentunya penulis tidak berkerja sendirian, akan tetapi mendapat bantuan serta dukungan dari orang-orang secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak terkait, antara lain:

1. Kedua orang tua saya, Ayukku dan juga teman-teman (Maqt, Bkost, peppi, Bimbingan Pak Agung Squad) yang selalu memberi semangat dan dukungan agar saya mampu menjalani perkuliahan dengan baik.
2. Ketua jurusan dan dosen-dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya yang telah membekali saya dengan ilmu yang bermanfaat sebelum menyusun proposal ini.
3. Agung Mataram, S.T, M.T, Ph.D yang merupakan pengajar sekaligus dosen pembimbing.

Semoga proposal skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi dalam dunia pendidikan dan industri.

Palembang, Maret 2021



Wiratama Hasan

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Wiratama Hasan

NIM : 03051381823066

Judul : Pembentukan Membran Timah Dioksida (SnO<sub>2</sub>) Dengan  
Pencampuran Polyethersulfone (Pes): Karakteristik, Sifat  
Mekanis Dan Kinerja 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, Januari 2022



Wiratama Hasan

NIM : 03051381823066

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Wiratama Hasan

NIM : 03051381823066

Judul : Pembentukan Membran Timah Dioksida (SnO<sub>2</sub>) Dengan  
Pencampuran Polyethersulfone (Pes): Karakteristik, Sifat  
Mekanis Dan Kinerja Pengolahan Air

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan plagiat dalam skripsi ini. Apabila ditemukan unsur penjiplakan plagiat dalam skripsi 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, Januari 2022



Wiratama Hasan

NIM : 03051381823066



## RINGKASAN

PEMBENTUKAN MEMBRAN TIMAH DIOKSIDA ( $\text{SnO}_2$ ) DENGAN PENCAMPURAN POLYETHERSULFONE (PES): KARAKTERISTIK, SIFAT MEKANIS DAN KINERJA PENGOLAHAN AIR

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, 05 Januari 2022

Wiratama Hasan, di bimbing oleh Agung Mataram, S.T., M.T., Ph.D

xxvi+ 40 Halaman, 6 Tabel, 13 gambar

### RINGKASAN

Pencemaran air di Indonesia sudah menjadi permasalahan yang sangat krusial, setidaknya pada tahun 2019 tercatat 82% dari 550 sungai di Indonesia sudah mengalami pencemaran, baik itu pencemaran karena limbah rumah tangga maupun limbah industri. Oleh karena itu, sebagian orang mencoba dan mencari alternatif-alternatif yang dapat dilakukan demi pemenuhan kebutuhan akan air bersih. Teknologi membran merupakan salah satu teknologi yang muncul di pertengahan abad ke 19 yang merupakan proses pengolahan air dengan kualitas yang sangat baik seperti produktivitas yang tinggi, dan bobot yang ringan, namun dengan keunggulan yang dimiliki membran tersebut, terdapat kelemahan yang menjadi penghambat dalam kemudahan proses pengolahan air yaitu *fouling* (pengotoran). Dari latar belakang yang dijelaskan oleh penulis diatas maka dalam penelitian ini dilakukan pembentukan membran Polyethersulfone dengan pencampuran Timah Dioksida ( $\text{SnO}_2$ ) untuk mengembangkan membran pengolahan air. pada penelitian kali ini, Pembuatan membran pada 3 spesimen fraksi perbandingan oleh berat (wt%) perpaduan dan zat adiktif di masing-masing sampel antara lain, 17.5wt%, 20wt% dan 22,5wt%. Proses awal yaitu melarutkan PES serta DMF, lalu pencampuran  $\text{SnO}_2$  1% pada setiap konsentrasi PES. Pencampuran menggunakan alat pengaduk magnet, pada temperature  $\pm 40^\circ\text{C}$  dengan waktu  $\pm 8$  jam sampai homogen, PES dituangkan pada gelas kedap udara yang bertujuan untuk proses pengendapan serta peninjauan larutan tidak tercampur. Pada sampel membran PES dengan pencampuran  $\text{SnO}_2$  di masing – masing konsentrasi dilakukan pengujian

Scanning Electron Microscop (SEM) untuk melihat jalinan serat pada membran, dilakukan pengujian tarik untuk menganalisa dan mengetahui ketahanan dan kemampuan dari membran tersebut dalam menahan beban tarik serta dilakukan pengujian Clean Water Permeability (CWP) untuk melihat aplikasi membran tersebut dalam pengolahan air bersih. Pada pengujian tarik yang dilakukan pada membran 17.5wt%, 20wt% dan 22.5wt% didapatkan Peningkatan tegangan tarik pada setiap membran disebabkan oleh peningkatan konsentrasi PES yang dan Timah Oksida yang mengakibatkan struktur jalinan serat membran yang semakin rapat. Pada konsentrasi 22.5wt% nilai uji tarik mencapai 1.6433 MPa, sedangkan pada konsentrasi 17.5wt% dan 20wt% mencapai nilai 1.3733 MPa dan 1.1707 MPa. Pada pengujian SEM permukaan membran PES dengan penambahan SnO<sub>2</sub> yang diamati menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM) menunjukkan hasil dengan perbedaan yang signifikan. Pada konsentrasi 17.5wt% membran PES SnO<sub>2</sub> menunjukkan permukaan yang tidak rata dan pori-pori yang besar berbanding terbalik dengan konsentrasi membran 22.5wt%. Permukaan membran yang halus mampu menurunkan endapan yang memungkinkan bakteri berkumpul serta mengurangi biofouling pada saat proses penyaringan. Sedangkan pada pengujian CWP, peningkatan fluks yang terjadi pada membran meningkat secara signifikan. Pada konsentrasi PES dan SnO<sub>2</sub> 22.5wt% nilai fluks 371.476 Lm<sup>-2</sup>h<sup>-1</sup> berbanding terbalik dengan konsentrasi 17.5wt% dengan nilai fluks terendah 56.385 Lm<sup>-2</sup>h<sup>-1</sup>. Fluks yang meningkat pada konsentrasi 22.5wt% menunjukkan bahwa pencampuran SnO<sub>2</sub> berhasil meningkatkan sifat hidrofilitas dari membran tersebut. Sehingga dari penelitian kali ini, peneliti menyimpulkan bahwa membran campuran PES dan SnO<sub>2</sub> dapat meningkatkan kekuatan mekanik, mengecilkan ukuran pori membran dan meningkatkan fluks pengolahan air

**Kata Kunci** : Polyethersulfone, Timah Dioksida, DMF, Kekuatan tarik, Fluks

## SUMMARY

### FABRICATION OF TIN DIOXIDE (SnO<sub>2</sub>) MEMBRANE BY MIXING POLYETHERSULFONE (PES): CHARACTERISTICS, MECHANICAL PROPERTIES AND PERFORMANCE OF WATER TREATMENT

Scientific writing in the form of a thesis, January 05, 2022

Wiratama Hasan, supervised by Agung Mataram, S.T., M.T., Ph.D

xxvi+ 40 Pages, 6 Tables, 13 images

#### SUMMARY

Water pollution in Indonesia has become a very crucial problem, at least in 2019 it was recorded that 82% of the 550 rivers in Indonesia had been polluted, whether it was pollution due to household waste or industrial waste. Therefore, some people try and look for alternatives that can be done to fulfill the need for clean water. Membrane technology is one of the technologies that emerged in the mid-19th century which is a water treatment process with excellent quality such as high productivity, and light weight, but with the advantages of the membrane, there are weaknesses that become obstacles in the ease of processing. water, namely fouling. From the background described by the author above, in this research, the formation of a Polyethersulfone membrane by mixing Tin Dioxide (SnO<sub>2</sub>) was carried out to develop a water treatment membrane. in this study, the manufacture of membranes on 3 specimens of comparative fraction by weight (wt%) of the mixture and the additive substance in each sample, among others, 17.5wt%, 20wt% and 22.5wt%. The initial process is dissolving PES and DMF, then mixing 1% SnO<sub>2</sub> at each concentration of PES. Mixing using a magnetic stirrer, at a temperature of  $\pm 40^{\circ}\text{C}$  with a time of  $\pm 8$  hours until homogeneous, PES is poured into an airtight glass which aims to the process of deposition and review of the solution is not mixed. On samples of PES membranes with SnO<sub>2</sub> mixing in each concentration, a Scanning Electron Microscop (SEM) test was carried out to see the interwoven fibers in the

membrane, a tensile test was carried out to analyze and determine the resilience and ability of the membrane to withstand tensile loads and a Clean Water Permeability test was carried out. (CWP) to see the application of these membranes in water treatment. In the tensile test carried out on 17.5wt%, 20wt% and 22.5wt% membranes, it was found that the increase in tensile stress on each membrane was caused by an increase in the concentration of PES and Tin Oxide which resulted in a tighter membrane fiber network structure. At a concentration of 22.5wt% the tensile test value reached 1.6433 MPa, while at a concentration of 17.5wt% and 20wt% it reached a value of 1.3733 MPa and 1.1707 MPa. In the SEM test of the PES membrane surface with the addition of SnO<sub>2</sub> which was observed using Scanning Electron Microscopy (SEM) showed results with significant differences. At a concentration of 17.5wt% PES SnO<sub>2</sub> membrane showed an uneven surface and large pores inversely proportional to the membrane concentration of 22.5wt%. The smooth surface of the membrane is able to reduce deposits that allow bacteria to collect and reduce biofouling during the filtering process. While in the CWP test, the flux increase that occurs in the membrane increases significantly. At the concentration of PES and SnO<sub>2</sub> 22.5wt% the flux value of 371,476 Lm<sup>-2</sup>h<sup>-1</sup> was inversely proportional to the concentration of 17.5wt% with the lowest flux value of 56,385 Lm<sup>-2</sup>h<sup>-1</sup>. The increased flux at a concentration of 22.5wt% indicated that the mixing of SnO<sub>2</sub> succeeded in increasing the hydrophilicity of the membrane. So from this study, the researchers concluded that a mixture of PES and SnO<sub>2</sub> membranes can increase the mechanical strength, reduce the pore size of the membrane and increase the water treatment flux.

**Keywords :** Polyethersulfone, Tin Dioxide, DMF, Tensile Strength, Flux

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
HALAMAN PERSETUJUAN.....	vii
KATA PENGANTAR .....	xi
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xiii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	xv
RINGKASAN .....	xvi
SUMMARY .....	xix
DAFTAR ISI.....	xxi
DAFTAR GAMBAR .....	xxv
DAFTAR TABEL.....	xxvi
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Studi Literatur.....	5
2.2 Teknologi Membran .....	7
2.2.1 Aplikasi dalam Bidang Medis.....	7
2.2.2 Bioseparasi dan Biorefinery.....	7
2.2.3 Aplikasi dalam Industri Makanan dan Minuman .....	8
2.3 Sejarah Pengembangan Pembuatan Membran .....	8
2.4 Klasifikasi Membran .....	10
2.4.1 Membran Berdasarkan Gaya Pendorong (Driving Force).....	10
2.4.2 Membran Berdasarkan Struktur dan Prinsip Pemisahan .....	11
2.4.3 Membran Berdasarkan Material Dasar Pembuatannya.....	13

2.5	Karakteristik Membran .....	13
2.5.1	Permeabilitas.....	13
2.5.2	Permselektivitas.....	14
2.5.3	Ukuran dan Jumlah Pori .....	14
2.6	Karakterisasi Membran.....	15
2.6.1	Sifat Mekanik Membran (Uji Tarik).....	15
2.6.2	Uji Morfologi Membran (SEM) .....	16
2.6.3	Clean Water Permeability (CWP) .....	17
2.7	Persiapan Bahan Membran .....	18
2.7.1	Poliethersulfone (PES).....	18
2.7.2	Timah Dioksida (SnO <sub>2</sub> ) .....	20
2.7.1	N,N-Dimethylformamide (DMF) .....	20

### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

3.1	Diagram Alir Penelitian .....	23
3.2	Persiapan Spesimen .....	24
3.2.1	Alat dan Bahan .....	24
3.2.2	Preparasi Membran .....	25
3.2.3	Metode Cetakan (Flat Sheet).....	25
3.3	Persiapan Spesimen .....	26
3.3.1	Uji Tarik.....	26
3.3.2	Pengamatan Scanning Electron Microscopy (SEM).....	27
3.3.3	Pengujian Clean Water Permeability (CWP).....	28
3.4	Tempat dan Waktu Penelitian.....	28

### **BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN**

4.1	Hasil Pengujian .....	31
4.1.1	Pengujian Tarik.....	31
4.1.2	Scanning Electron Microscopy (SEM) .....	33
4.1.3	Kinerja Pengolahan Air .....	36

**BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan..... 40

5.2 Saran..... 41

DAFTAR RUJUKAN

LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Proses Pemisahan Pada Membran type aliran <i>cross-flow</i> (Mulder, 1996) .....	5
Gambar 2-2 Prinsip Kerja <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) (Mulder, 1996) .....	16
Gambar 2-3 Polyethersulfone (PES).....	19
Gambar 2-4 Timah Dioksida ( $\text{SnO}_2$ ) .....	20
Gambar 2-5 N,N-Dimethyl Formamide (DMF) .....	21
Gambar 3-1 Diagram Alir Penelitian .....	23
Gambar 3-2 Tahapan Pembuatan Membran .....	26
Gambar 3-3 ZWICK ROEL Material Testing Machine .....	27
Gambar 3-4 Scanning Electron Microscopy (SEM).....	27
Gambar 3-5 Clean Water Permeability (CWP).....	28
Gambar 4-1 Grafik Tegangan Tarik Rata-rata spesimen setiap konsentrasi.....	33
Gambar 4-2 SEM Membran PES dan $\text{SnO}_2$ (a) 17.5wt% (b) 20wt% (c) 22.5wt% . .....	35
Gambar 4-3 Grafik Fluks PES dan $\text{SnO}_2$ .....	37



## DAFTAR TABEL

Tabel 3-1	komposisi membran.....	25
Tabel 3-2	Uraian Kegiatan Selama Pelaksanaan Pengumpulan Data dan ..... Penelitian .....	29
Tabel 4-1	Nilai Tenggangan Tarik Membran PES dan SnO <sub>2</sub> 17.5wt% .....	32
Tabel 4-2	Nilai Tenggangan Tarik Membran PES dan SnO <sub>2</sub> 20wt% .....	32
Tabel 4-3	Nilai Tenggangan Tarik Membran PES dan SnO <sub>2</sub> 22.5wt% .....	32
Tabel 4-4	Perhitungan Fluks Membran.....	36

## DAFTAR LAMPIRAN

Gambar 1 Bahan-bahan Pembuat Membran.....	49
Gambar 2 Peralatan Yang digunakan dalam pencampuran .....	49
Gambar 3 Pencetakan dan Pengujian Membran .....	50

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dalam kehidupan sehari-hari, air menjadi salah satu kebutuhan primer manusia (Zamzami et al., 2018). Mulai dari fungsi utamanya sebagai air minum, kegunaannya untuk kegiatan mandi, mencuci dan sebagainya, serta kegunaan air dalam bidang perindustrian pun menjadi komponen vital. Pentingnya air dalam menunjang kehidupan manusia harus sangat diperhatikan.

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia, dengan luas wilayah 5.193.252 km<sup>2</sup> yang dua pertiga luas wilayahnya merupakan lautan, yaitu sekitar 3.288.683 km<sup>2</sup>. Ironinya ditengah kepungan air laut itu ternyata masih ada beberapa tempat yang mengalami kekurangan air, terutama mengenai ketersediaan air bersih (Walangare et al., 2013). Hal tersebut disebabkan oleh peningkatan populasi, urbanisasi, pertumbuhan industri dan kegiatan pertanian yang berdampak signifikan terhadap permintaan sumber daya air yang langka (Mhlongo et al., 2018). Faktor lain yang mempengaruhi kurangnya ketersediaan air bersih di Indonesia yaitu air limbah yang dihasilkan oleh industri maupun limbah rumah tangga yang tidak dikelola dengan baik menyebabkan pencemaran sumber air (Seow et al., 2016).

Pencemaran air di Indonesia sudah menjadi permasalahan yang sangat krusial, setidaknya pada tahun 2019 tercatat 82% dari 550 sungai di Indonesia sudah mengalami pencemaran, baik itu pencemaran karena limbah rumah tangga maupun limbah industri (Akbar Muhamad, 2019). Oleh karena itu, sebagian orang mencoba dan mencari alternatif-alternatif yang dapat dilakukan demi pemenuhan kebutuhan akan air bersih.

Teknologi membran untuk pengolahan air sudah ada sejak pertengahan abad ke-19 yang dipelopori oleh bangsa Jerman (A. Ali et al., 2018). Membran dapat didefinisikan sebagai penghalang fisik yang secara selektif memungkinkan material

yang diinginkan untuk melewatinya dan yang tidak diinginkan untuk tertahan pada permukaan membran (Zahid et al., 2018). Pengolahan air bersih dengan teknologi membran merupakan proses pengolahan yang sangat menjanjikan dengan kualitas yang sangat baik seperti produktivitas yang tinggi, dan bobot yang ringan (Judd, 2017), serta dapat berkerja tanpa perlu penambahan bahan kimia aditif dengan kebutuhan energi yang rendah, mudah untuk dioperasikan serta dapat menyisahkan bahan pencemar dalam skala yang besar (Indriyani et al., 2017).

Namun, pengotoran (*fouling*) membran yang disebabkan oleh adsorpsi dan kumpulan polutan yang tidak diinginkan pada permukaan atau pori-pori membran merupakan masalah utama yang menjadi batasan dalam pengembangan teknologi membran (Li et al., 2020). Faktor utama yang mempengaruhi pengotoran pada membran merupakan hidrofilitas serta kekasaran (Escobar and Van Der Bruggen, 2015).

*Polyethersulfone* (PES) merupakan salah satu polimer yang tersedia secara komersial dan paling banyak digunakan karena stabilitas termal, serta sifat mekaniknya yang baik, ramah lingkungan dan ketahanan yang sesuai terhadap penuaan panas (Saniei et al., 2020; Wang et al., 2019).

Timah Dioksida ( $\text{SnO}_2$ ) merupakan salah satu sebagai salah satu bahan semikonduktor oksida yang memiliki potensi yang cukup baik sebagai fotokatalis (Hermida et al., 2017). Fungsi  $\text{SnO}_2$  adalah untuk mengatur struktur membran, memperkuat hidrofilitas, meningkatkan pembersihan kontaminan di bawah sinar ultraviolet, dan meningkatkan sifat mekanik membran (Chen et al., 2021).

*N,N-Dimethyl Formamide* (DMF) merupakan pelarut polimer dan zat aditif yang memiliki sifat seperti volatilitas yang rendah, tidak mudah terbakar, dan toksisitas relatif rendah serta dapat ditambahkan untuk meningkatkan sifat dielektrik agar dapat meningkatkan sifat morfologi dari serat yang terbentuk (EPA, 2000; Marno et al., 2018).

Polimer *Polyethersulfone* (PES) merupakan polimer yang umum digunakan dalam pencampuran pembuatan membran, dengan mencampurkan nanopartikel

Timah Dioksida ( $\text{SnO}_2$ ) dan media pelarut *N,N-Dimethyl Formamide* (DMF) diharapkan menjadi inovasi dalam penelitian dan pengembangan membran untuk pengolahan air selanjutnya. Pencampuran PES dengan Timah Dioksida bukanlah hal yang baru, penelitian sebelumnya.

Berdasarkan latar belakang mengenai perkembangan dan pengembangan membran pengolahan air, penulis berinisiatif untuk meneliti dan mengembangkan membran campuran polimer PES dan nanopartikel Timah Dioksida ( $\text{SnO}_2$ ). Oleh karena itu, skripsi ini berjudul : “ PEMBENTUKAN MEMBRAN TIMAH DIOKSIDA ( $\text{SnO}_2$ ) DENGAN PENCAMPURAN *POLYETHERSULFONE* (PES): KARAKTERISTIK, SIFAT MEKANIS DAN KINERJA PENGOLAHAN AIR”

## 1.2 Rumusan Masalah

Penelitian akan dirumuskan ke dalam beberapa masalah yang menjadi dasar dalam pengembangan teknologi membran. Adapun rumusan masalah tersebut antara lain :

1. Bagaimana menghasilkan membran PES  $\text{SnO}_2$  menggunakan metode *flat sheet*
2. Bagaimana struktur mikro dari membran PES  $\text{SnO}_2$
3. Bagaimana sifat ketahanan membran campuran PES  $\text{SnO}_2$  terhadap pengujian tarik
4. Bagaimana kinerja pengolahan air dari membran PES  $\text{SnO}_2$

## 1.3 Batasan Masalah

Ruang lingkup mengenai parameter pembuatan membran PES dengan Timah Dioksida ( $\text{SnO}_2$ ) yang terlalu luas mengharuskan peneliti untuk mengerucutkan permasalahan agar lebih fokus terhadap tujuan. Adapun beberapa batasan masalah untuk penelitian ini antara lain :

- a. Polimer yang digunakan adalah *Polyether Sulfone* (PES)
- b. Zat Aditif yang digunakan adalah Timah Dioksida ( $\text{SnO}_2$ )

- c. Pelarut yang digunakan yaitu *N,N-Dimethylformamide* (DMF)
- d. Variasi campuran *Polyether Sulfone* untuk setiap spesimen yaitu 17.5wt%, 20wt%, 22,5wt%
- e. Variasi campuran Timah Dioksida ( $\text{SnO}_2$ ) dengan konsentrasi 2% pada setiap campuran
- f. Proses pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* selama lebih kurang 8 jam dengan suhu  $\pm 40^\circ \text{C}$
- g. Spesimen yang digunakan yaitu spesimen berbentuk lembaran datar
- h. Pengujian yang dilakukan yaitu Pengujian Tarik, *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dan *Normalized Water Permeability* (NWP)

#### 1.4 Tujuan

Tujuan utama yang hendak dicapai dalam bahasan ini adalah :

1. Untuk mengembangkan metode baru dalam produksi membran *Polyethersulfone* (PES)
2. Untuk Mengetahui Struktur mikro menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dari membran *Polyethersulfone* (PES) Timah Dioksida ( $\text{SnO}_2$ )
3. Untuk mengetahui sifat mekanik membran *Polyethersulfone* (PES) Timah Dioksida ( $\text{SnO}_2$ ) terhadap Pengujian Tarik
4. Untuk Mengetahui kinerja pengolahan air membran *Polyethersulfone* (PES) Timah Dioksida ( $\text{SnO}_2$ )

## DAFTAR RUJUKAN

- Ahmad, A.L., Pang, W.Y., Mohd Shafie, Z.M.H., Zaulkiflee, N.D., 2019. PES/PVP/TiO<sub>2</sub> mixed matrix hollow fiber membrane with antifouling properties for humic acid removal. *J. Water Process Eng.* 31. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2019.100827>
- Akbar Muhamad, 2019. 82 Persen Sungai di Indonesia Tercemar dan Kritis | *Republika Online*.
- Ali, A., Tufa, R.A., Macedonio, F., Curcio, E., Drioli, E., 2018. Membrane technology in renewable-energy-driven desalination. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 81, 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.07.047>
- Ali, I., Bamaga, O.A., Gzara, L., Bassyouni, M., Abdel-Aziz, M.H., Soliman, M.F., Drioli, E., Albeirutty, M., 2018. Assessment of blend PVDF membranes, and the effect of polymer concentration and blend composition. *Membranes (Basel)*. 8. <https://doi.org/10.3390/membranes8010013>
- Amri, C., Mudasir, M., Siswanta, D., Roto, R., 2015. for hemodialysis membrane. *Int. J. Biol. Macromol.* <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2015.10.021>
- Ariono, D., Aryanti, P.T.P., Subagjo, S., Wenten, I.G., 2017. The effect of polymer concentration on flux stability of polysulfone membrane. *AIP Conf. Proc.* 1788, 1–10. <https://doi.org/10.1063/1.4968301>
- Bet-Moushoul, E., Mansourpanah, Y., Farhadi, K., Tabatabaei, M., 2016. TiO<sub>2</sub> nanocomposite based polymeric membranes: A review on performance improvement for various applications in chemical engineering processes. *Chem. Eng. J.* 283, 29–46. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2015.06.124>
- Bhatti, H.T., Ahmad, N.M., Niazi, M.B.K., Alvi, M.A.U.R., Ahmad, N., Anwar, M.N., Cheema, W., Tariq, S., Batool, M., Aman, Z., Janjua, H.A., Khan, A.L., Khan, A.U., 2018. Graphene Oxide-PES-Based Mixed Matrix Membranes for Controllable Antibacterial Activity against *Salmonella typhi* and Water Treatment. *Int. J. Polym. Sci.* 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/7842148>
- Chen, Z., Chen, G.E., Xie, H.Y., Xu, Z.L., Li, Y.J., Wan, J.J., Liu, L.J., Mao, H.F., 2021. Photocatalytic antifouling properties of novel PVDF membranes improved by incorporation of SnO<sub>2</sub>-GO nanocomposite for water treatment. *Sep. Purif.*

- Technol. 259. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2020.118184>
- Cyganowski, J., Lutz, H., 2015. Post-processing, Ultrafiltration for Bioprocessing: Development and Implementation of Robust Processes. H Lutz. <https://doi.org/10.1016/B978-1-907568-46-6.00008-2>
- Duong, T.T., Choi, H.J., He, Q.J., Le, A.T., Yoon, S.G., 2013. Enhancing the efficiency of dye sensitized solar cells with an SnO<sub>2</sub> blocking layer grown by nanocluster deposition. *J. Alloys Compd.* 561, 206–210. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2013.01.188>
- E3-95, 2016. Standard Practice for Preparation of Metallographic Specimens. *ASTM Int.* 82, 1–15. <https://doi.org/10.1520/D0638-14.1>
- EPA, 2000. N,N-Dimethylformamide 68-12-2. N,N-Dimethylformamide 68-12-2. *United states Environ. Prot.* (1), pp.1–4. 1–4.
- Escobar, I.C., Van Der Bruggen, B., 2015. Microfiltration and ultrafiltration membrane science and technology. *J. Appl. Polym. Sci.* 132. <https://doi.org/10.1002/app.42002>
- Fathanah, U., Machdar, I., Riza, M., Rahman, N.A., Lubis, M.R., Qibtiyah, M., Jihannisa, R., 2019. Pembuatan dan Karakterisasi Membran Polyethersulfone ( PES ) -Kitosan Secara Blending Polimer. *Proceeding Semin. Nas. Politek. Negeri Lhokseumawe* 3, 62–66.
- Gandhimathi, C., Sundarajan, S., Matsuura, T., Srinivasan, D.K., Wei, H., Xuecheng, D., Ramakrishna, S., 2021. Fabrication and characterization of high flux poly(vinylidene fluoride) electrospun nanofibrous membrane using amphiphilic polyethylene-block-poly(ethylene glycol) copolymer. *J. Appl. Polym. Sci.* 138, 1–12. <https://doi.org/10.1002/app.50296>
- Gholami, F., Zinadini, S., Zinatizadeh, A.A., Abbasi, A.R., 2018. TMU-5 metal-organic frameworks (MOFs) as a novel nanofiller for flux increment and fouling mitigation in PES ultrafiltration membrane. *Sep. Purif. Technol.* 194, 272–280. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2017.11.054>
- Han, K., Peng, X.L., Li, F., Yao, M.M., 2018. SnO<sub>2</sub> composite films for enhanced photocatalytic activities. *Catalysts* 8, 1–12. <https://doi.org/10.3390/catal8100453>
- Hermida, L., Purwati, L.K., Agustian, J., 2017. Inkorporasi Oksida Timah ( SnO<sub>2</sub> ) ke Universitas Sriwijaya



dalam Silika Berpori dari Kaolin Alam Lampung dan Kajian Aplikasinya sebagai Fotokatalis untuk Fotodegradasi Rhodamin B Incorporation of Tin Oxide ( SnO 2 ) into Porous Silica from Lampung Natural Kaolinite and Its App. Article IV, 17–24.

- Ibrahim, Y., Naddeo, V., Banat, F., Hasan, S.W., 2020. Preparation of novel polyvinylidene fluoride (PVDF)-Tin(IV) oxide (SnO<sub>2</sub>) ion exchange mixed matrix membranes for the removal of heavy metals from aqueous solutions. *Sep. Purif. Technol.* 250, 117250. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2020.117250>
- Indriyani, V., Novianty, Y., Mirwan, A., 2017. Pembuatan Membran Ultrafiltrasi Dari Polimer Selulosa Asetat Dengan Metode Inversi Fasa. *Konversi* 6, 11. <https://doi.org/10.20527/k.v6i1.2994>
- Jhaveri, J.H., Murthy, Z.V.P., 2016. A comprehensive review on anti-fouling nanocomposite membranes for pressure driven membrane separation processes. *Desalination* 379, 137–154. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2015.11.009>
- Judd, S.J., 2017. Membrane technology costs and me. *Water Res.* 122, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.05.027>
- Kallem, P., Ibrahim, Y., Hasan, S.W., Show, P.L., Banat, F., 2021. Fabrication of novel polyethersulfone (PES) hybrid ultrafiltration membranes with superior permeability and antifouling properties using environmentally friendly sulfonated functionalized polydopamine nanofillers. *Sep. Purif. Technol.* 261, 118311. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2021.118311>
- Koh, E., Lee, Y.T., 2020. Separation and Puri fi cation Technology Development of an embossed nano fi ber hemodialysis membrane for improving capacity and e ffi ciency via 3D printing and electrospinning technology. *Sep. Purif. Technol.* 241, 116657. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2020.116657>
- Lee, J., Tan, W.S., An, J., Kai, C., Tang, C.Y., Fane, A.G., 2016. The Potential to Enhance Membrane Module Design with 3D Printing Technology. *J. Memb. Sci.* 499, 480–490. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2015.11.008>
- Lee, K.P., Arnot, T.C., Mattia, D., 2011. A review of reverse osmosis membrane materials for desalination-Development to date and future potential. *J. Memb. Sci.* 370, 1–22. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2010.12.036>
- Li, R., Gao, B., Wang, W., Yue, Q., Wang, Y., 2020. Floc properties and membrane fouling in coagulation/ultrafiltration process for the treatment of Xiaoqing River:

- The role of polymeric aluminum-polymer dual-coagulants. *Chemosphere* 243, 125391. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.125391>
- Marno, M., Widiyanto, E., Sumarjo, J., Santoso, A., 2018. Perancangan dan Pengembangan Sistem Electrospinning sebagai Teknologi dalam Pembuatan Nanofiber. *INVOTEK J. Inov. Vokasional dan Teknol.* 18, 101–108. <https://doi.org/10.24036/invotek.v18i2.394>
- Mataram, A., Anisya, N., Nadiyah, N.A., 2020. Fabrication Membrane of Titanium Dioxide (  $\text{TiO}_2$  ) Blended Polyethersulfone ( PES ) and Polyvinilidene Fluoride ( PVDF ): Characterization , Mechanical Properties and Water Treatment 867, 159–165. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.867.159>
- Mataram, A., Nukman, Nasution, J.D., Riadi, M.I., Pataras, M., Aditya, B.B., Septano, G.D., Anisya, N., Nadiyah, N.A., 2021. Comparison of Physical and Mechanical Properties of Antifouling PVDF Membranes by Titanium Dioxide and PES Membrane by Titanium Dioxide. *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* 1041, 012061. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1041/1/012061>
- Mataram, A., Rizal, S., Pujiono, E., 2018. Physical and mechanical properties of membrane polyvinilidene flouride with the addition of silver nitrate. *MATEC Web Conf.* 156, 08014. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201815608014>
- Mhlongo, S., Mativenga, P.T., Marnewick, A., 2018. Water quality in a mining and water-stressed region. *J. Clean. Prod.* 171, 446–456. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.030>
- Mulder, M., 1996. *Basic principles of Membrane Technology*, second. ed. Kluwer Academic Publisher, Netherlands.
- Nasrollahi, N., Vatanpour, V., Aber, S., Mahmoodi, N.M., 2018. Preparation and characterization of a novel polyethersulfone (PES) ultrafiltration membrane modified with a CuO/ZnO nanocomposite to improve permeability and antifouling properties, *Separation and Purification Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2017.10.034>
- Nechifor, G., Voicu, S.I., Nechifor, A.C., Garea, S., 2009. Nanostructured hybrid membrane polysulfone-carbon nanotubes for hemodialysis. *Desalination* 241, 342–348. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2007.11.089>

- 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. *J. Memb. Sci.* 596–606. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2018.11.056>
- Rahmaida, A., 2016. Teknologi Membran dalam Industri Makanan. *Food Bioprod. Process.* II, 11–22.
- Rajabi, H., Ghaemi, N., Madaeni, S.S., Daraei, P., Astinchap, B., Zinadini, S., Razavizadeh, S.H., 2015. Nano-ZnO embedded mixed matrix polyethersulfone (PES) membrane: Influence of nanofiller shape on characterization and fouling resistance. *Appl. Surf. Sci.* 349, 66–77. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2015.04.214>
- Rog, V., Cr, J., Arl, D., Michel, M., Fechete, I., Dinia, A., Lenoble, D., n.d. with ZnO / SnO<sub>2</sub> Heterostructures for Photocatalytic Water Treatment : Effect of SnO<sub>2</sub> Coverage Rate on the Photocatalytic Degradation of Organics.
- Saniei, N., Ghasemi, N., Zinatizadeh, A.A., Zinadini, S., Ramezani, M., Derakhshan, A.A., 2020. Preparation and characterization of a novel antifouling nano filtration polyethersulfone (PES) membrane by embedding goethite-tannic acid nanoparticles. *Sep. Purif. Technol.* 241. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2020.116646>
- Seow, T., Lim, C., Nor, M., Mubarak, M., Lam, C., Yahya, A., Ibrahim, Z., 2016. Review on Wastewater Treatment Technologies. *Int. J. Appl. Environ. Sci.* 11, 111–126.
- Sumisha, A., Arthanareeswaran, G., Lukka Thuyavan, Y., Ismail, A.F., Chakraborty, S., 2015. Treatment of laundry wastewater using polyethersulfone/polyvinylpyrrolidone ultrafiltration membranes. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 121, 174–179. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2015.04.004>
- Tan, X., Li, K., 2015. Fundamentals of Membrane Reactors, Inorganic Membrane Reactors. <https://doi.org/10.1002/9781118672839.ch1>
- Tijing, L.D., Dizon, J.R.C., Ibrahim, I., Nisay, A.R.N., Shon, H.K., Advincula, R.C., 2020. 3D printing for membrane separation, desalination and water treatment. *Appl. Mater. Today* 18, 100486. <https://doi.org/10.1016/j.apmt.2019.100486>
- Tiwana, P., Docampo, P., Johnston, M.B., Herz, L.M., Snaith, H.J., 2012. The origin of an efficiency improving “light soaking” effect in SnO<sub>2</sub> based solid-state dye-

- sensitized solar cells. *Energy Environ. Sci.* 5, 9566–9573.  
<https://doi.org/10.1039/c2ee22320a>
- Uchiyama, H., Nagao, R., Kozuka, H., 2013. Photoelectrochemical properties of ZnO-SnO<sub>2</sub> films prepared by sol-gel method. *J. Alloys Compd.* 554, 122–126.  
<https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2012.11.196>
- Wahyusi, K.N., Nikmah, S., Anggraini, G.R., Studi, P., Kimia, T., Teknik, F., Tmur, J., Raya, J., Madya, R., Anyar, G., n.d. CHITOSAN MEMBRANE SYNTHESIS FOR PB ION SEPARATION IN WASTEWATER.
- Walangare, K.B.A., Lumenta, A.S.M., Wuwung, J.O., Sugiarto, B.A., 2013. Rancang Bangun Alat Konversi Air Laut Menjadi Air Minum Dengan Proses Destilasi Sederhana Menggunakan Pemanas Elektrik. *e-Jurnal Tek. Elektro dan Komput.*
- Wang, X., Feng, M., Liu, Y., Deng, H., Lu, J., 2019. Fabrication of graphene oxide blended polyethersulfone membranes via phase inversion assisted by electric field for improved separation and antifouling performance. *J. Memb. Sci.* 41–50.  
<https://doi.org/10.1016/j.memsci.2019.01.055>
- Wang, X., Zeng, B., Chen, T., Liu, X., Wu, T., Shen, H., Luo, W., Yuan, C., Xu, Y., Chen, G., Dai, L., 2020. Polyethersulfone microfiltration membrane modified by an amphiphilic dithiolane-containing copolymer for improving anti-protein-fouling performance and rejection of nanoparticles. *Polym. Adv. Technol.* 31, 2816–2826.  
<https://doi.org/10.1002/pat.5008>
- Wenten, P.I.G., 2016. Forum Guru Besar Institut Teknologi Bandung Orasi Ilmiah Guru Besar Institut Teknologi Bandung Profesor I Gede Wenten TEKNOLOGI MEMBRAN : PROSPEK DAN TANTANGANNYA.
- Wu, L. guang, Zhang, X. yang, Wang, T., Du, C. hui, Yang, C. hong, 2019. Enhanced performance of polyvinylidene fluoride ultrafiltration membranes by incorporating TiO<sub>2</sub>/graphene oxide. *Chem. Eng. Res. Des.* 141, 492–501.  
<https://doi.org/10.1016/j.cherd.2018.11.025>
- Zahid, M., Rashid, A., Akram, S., Rehan, Z.A., Razzaq, W., 2018. A Comprehensive Review on Polymeric Nano-Composite Membranes for Water Treatment. *J. Membr. Sci. Technol.* 08. <https://doi.org/10.4172/2155-9589.1000179>
- Zamzami, Z., Azmeri, A., Syamsidik, S., 2018. Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih

Pdam Tirta Tawar Kabupaten Aceh Tengah. *J. Arsip Rekayasa Sipil dan Perenc.* 1, 132–141. <https://doi.org/10.24815/jarsp.v1i1.10330>

Zhang, J., Wang, Z., Zhang, X., Zheng, X., Wu, Z., 2015. Enhanced antifouling behaviours of polyvinylidene fluoride membrane modified through blending with nano-TiO<sub>2</sub>/polyethylene glycol mixture. *Appl. Surf. Sci.* 345, 418–427. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2015.03.193>

Zinadini, S., Zinatizadeh, A.A.L., Rahimi, M., Vatanpour, V., 2017. Magnetic field-augmented coagulation bath during phase inversion for preparation of ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/SiO<sub>2</sub>/PES nanofiltration membrane: A novel method for flux enhancement and fouling resistance. *J. Ind. Eng. Chem.* 46, 9–18. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2016.08.005>

## LAMPIRAN

### 1. Lampiran Foto Kegiatan

Gambar 1 Bahan-bahan Pembuat Membran