

SKRIPSI

PEMBENTUKAN MEMBRAN *POLYETHERSULFONE* (PES) DENGAN PENCAMPURAN TIMAH DIOKSIDA (SnO_2): KARAKTERISTIK, SIFAT MEKANIS DAN KINERJA PENGOLAHAN AIR

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



DESTU ARYANTO

03051181823005

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2022

SKRIPSI

PEMBENTUKAN MEMBRAN *POLYETHERSULFONE* (PES) DENGAN PENCAMPURAN TIMAH DIOKSIDA (SnO₂): KARAKTERISTIK, SIFAT MEKANIS DAN KINERJA PENGOLAHAN AIR

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



Oleh :

DESTU ARYANTO

03051181823005

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

PEMBENTUKAN MEMBRAN **POLYETHERSULFONE (PES)** DENGAN PENCAMPURAN TIMAH DIOKSIDA (SnO_2): 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:

DESTU ARYANTO

03051181823005

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

Palembang, Desember 2021
Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing Skripsi



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

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :

SKRIPSI

NAMA : DESTU ARYANTO
NIM : 03051181823005
JUDUL : PEMBENTUKAN MEMBRAN **POLYETHERSULFONE**
(PES) DENGAN PENCAMPURAN TIMAH DIOKSIDA
(SnO₂): KARAKTERISTIK, SIFAT MEKANIS DAN
KINERJA PENGOLAHAN AIR
DIBERIKAN : MARET 2021
SELESAI : JANUARI 2022

Palembang, Januari 2022

Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing Skripsi



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

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

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Pembentukan Membran Polyethersulfone (PES) dengan Pencampuran Timah Dioksida (SnO_2): Karakteristik, Sifat Mekanis, dan Kinerja Pengolahan Air” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 06 Januari 2022

Palembang, Januari 2022

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

1. Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T
NIP. 19590321 198703 1 001

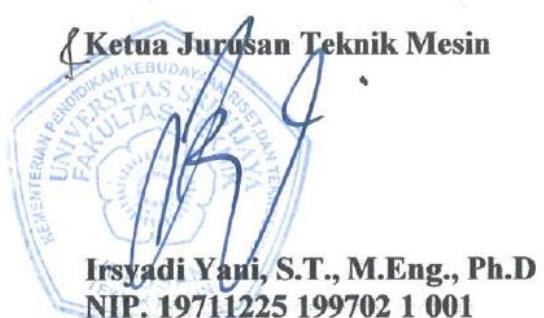

(.....)

Anggota :

2. Ir. Helmy Alian, M.T
NIP. 19591015 198703 1 006
3. Dr. Ir. Hendri Chandra, M.T
NIP. 19600407 199003 1 003


(.....)


(.....)



Pembimbing Skripsi
Agung Mataram, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19790105 200312 1 002
14/22

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Penelitian skripsi ini berjudul “PEMBENTUKAN MEMBRAN *POLYETHERSULFONE* (PES) DENGAN PENCAMPURAN TIMAH DIOKSIDA (SnO_2): KARAKTERISTIK, SIFAT MEKANIS DAN KINERJA PENGOLAHAN AIR”.

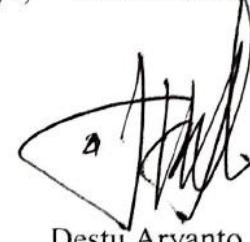
Penelitian skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan skripsi ini tentunya penulis tidak berkerja sendirian, akan tetapi mendapat bantuan serta dukungan dari orang-orang secara langsung 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 Suparwanto dan Siti Marwati yang selalu mendukung saya.
2. Agung Mataram, S.T, M.T, Ph.D yang merupakan pengajar sekaligus dosen pembimbing.
3. Irsyadi Yani S.T, M.Eng, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Amir Arifin S.T, M.Eng, Ph.D selaku Sekretaris Jurusan dan dosen-dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya yang telah membekali saya dengan ilmu yang bermanfaat sebelum menyusun proposal ini.
5. PT TOLAN TIGA INDONESIA (SIPEF GROUP) Agro Muko yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan kerja praktek.
6. Teman – teman seangkatan, Mesin Angkatan 2018 Indralaya dan Bukit yang selalu mengisi hari-hari menjadi sangat berkesan.
7. Segenap staff pegawai Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik yang telah banyak membantu penulis selama ini.
8. Teman satu pembimbing Awaldi, Wiratama, Fikar, Ripat, Rafli yang sudah berperan aktif dalam segala kondisi selama perkuliahan.

9. Teman-teman Campus Chick yang selalu mendukung penulis baik suka maupun duka.
10. Last but no least, i wanna thank me, i wanna thank me for believing in me, i wanna thank me for doing all this hard work, i wanna thank me for having no days off, i wanna thank me for never quitting, for just being me at all times.

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

Indralaya, Januari 2022



Destu Aryanto

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Destu Aryanto

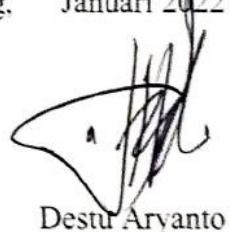
NIM : 03051181823005

Judul : Pembentukan Membran *Polyethersulfone* (PES) dengan Pencampuran Timah Dioksida (SnO_2): 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



A handwritten signature in black ink, appearing to read "Destu Aryanto".

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Destu Aryanto
NIM : 03051181823005
Judul : Pembentukan Membran *Polyethersulfone* (PES) dengan Pencampuran Timah Dioksida (SnO_2): Karakteristik, Sifat Mekanis, dan Kinerja Pengolahan Air

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

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



Palembang, Januari 2022



Destu Aryanto

RINGKASAN

PEMBENTUKAN MEMBRAN *POLYETHERSULFONE* (PES) DENGAN PENCAMPURAN TIMAH DIOKSIDA (SnO_2): KARAKTERISTIK, SIFAT MEKANIS DAN KINERJA PENGOLAHAN AIR.

Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi

Destu Aryanto ; Dibimbing oleh Agung Mataram, S.T., M.T., Ph.D.

FABRICATION MEMBRANE OF *POLYETHERSULFONE* (PES) BLENDED TIN DIOXIDE (SnO_2): CHARACTERIZATION, MECHANICAL PROPERTIES AND WATER TREATMENT.

XXVII + 55 halaman, 6 tabel, 13 gambar,

RINGKASAN

Dalam beberapa tahun terakhir, kebutuhan air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan domestik ataupun industri mengalami peningkatan. Peningkatan ini antara lain disebabkan oleh pertambahan jumlah penduduk dan pertumbuhan industri. Berbagai sektor kebutuhan seperti pertanian, industri, dan juga energi akan meningkat, hal ini disebabkan karena dalam 40 tahun kedepan populasi global diprediksi akan tumbuh meningkat sebesar 40% yang mengakibatkan kebutuhan air disemua sektor diatas akan meningkat. Saat ini, menurut NAWASIS (*National Water Supply and Sanitation Information Services*) capaian akses air minum layak Indonesia sudah mencapai 88% dengan estimasi akses aman sebesar 7%. Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai pengolahan air menggunakan teknologi membran berbasis polimer Polyethersulfone (PES) dengan penambahan zat adiktif Timah Dioksida (SnO_2) yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas air bersih yang telah menjadi permasalahan yang sangat krusial terutama di Indonesia. Penelitian ini dimulai dengan mencari literatur berupa jurnal-jurnal nasional dan internasional untuk mendapatkan referensi dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya sehingga dapat meningkatkan kualitas

dari skripsi ini. Pada setiap spesimen membran yang telah dibuat, dilakukan pengujian untuk melihat kinerja dari membran itu sendiri mulai dari uji tarik (*ZWICK ROEL Material Testing Machine*) dan menggunakan standar ASTM D 638. 05/2008 *Tensile Test On Plastics*, pengamatan morfologi permukaan membran menggunakan alat *Scanning Electron Microscopy* (SEM), serta pengujian permeabilitas air atau *Clean Water Permeability* (CWP). Membran disiapkan dalam 3 fraksi komposisi campuran yang berbeda-beda yaitu PES@SnO₂ 15wt%, PES@SnO₂ 17.5wt%, dan PES@SnO₂ 20wt%. Untuk proses pelarutan polimer Polyethersulfone (PES) dan Zat adiktif Timah Dioksida (SnO₂) dengan pelarut *N,N-Dimethylformamide* menggunakan alat *magnetic stirrer*, ketiga bahan diaduk pada temperatur dibawah 40°C selama 8 jam hingga larutan PES@SnO₂ homogen. Selanjutnya larutan yang sudah dianggap homogen dituangkan secara merata pada cetakan yang telah dibuat dari plat kaca yang dimodifikasi menggunakan lakban dengan pola berbentuk persegi panjang. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, Nilai kekuatan tarik paling besar terdapat pada konsentrasi PES@SnO₂ 20wt% yang mencapai 1.873 MPa, sedangkan nilai paling rendah terdapat pada konsentrasi PES@SnO₂ 15wt% yaitu 1.362 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan zat adiktif pada membran mempengaruhi kekuatan membran secara signifikan. Untuk hasil pengamatan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) sendiri, membran dengan konsentrasi 15wt% menunjukkan permukaan pori yang besar dan merata diseluruh permukaan membran PES@SnO₂ akan tetapi berbanding terbalik pada konsentrasi 17.5wt% dan 20wt%, ukuran pori yang halus dan sedikit terjadi aglomerasi. Hasil pengamatan SEM juga berbanding lurus dengan hasil kekuatan tarik, dimana semakin kuat ikatan pori membran yang terbentuk maka akan semakin besar pula nilai kekuatan tariknya. Fluks membran yang dihasilkan dari campuran polimer Polyethersulfone (PES) dan Zat adiktif Timah Dioksida (SnO₂) pada konsentrasi 15wt%, 17.5wt% dan 20wt% pada tekanan 1 bar yaitu, 16.5837 L.m⁻².h⁻¹, 23.2172 L.m⁻².h⁻¹ dan 32.6147 L.m⁻².h⁻¹ untuk masing-masing konsentrasi.

Kata Kunci : Membran, Polyethersulfone, Timah Dioksida, Kekuatan Tarik, Morfologi Membran, Permeabilitas.

Kepustakaan : 47 (1994 - 2021)

SUMMARY

FABRICATION MEMBRANE OF *POLYETHERSULFONE* (PES) BLENDED TIN DIOXIDE (SnO_2): CHARACTERIZATION, MECHANICAL PROPERTIES AND WATER TREATMENT.

Scientific writing in the form of Thesis, January 06, 2022

Destu Aryanto ; Supervised of Agung Mataram, S.T., M.T., Ph.D.

PEMBENTUKAN MEMBRAN *POLYETHERSULFONE* (PES) DENGAN PENCAMPURAN TIMAH DIOKSIDA (SnO_2): KARAKTERISTIK, SIFAT MEKANIS DAN KINERJA PENGOLAHAN AIR.

XXVII + 55 pages, 6 table, 13 images,

SUMMARY

In recent years, the need for water used to meet domestic or industrial needs has increased. This increase was partly due to the increase in population and industrial growth. Various sectors of demand, such as agriculture, industry, and energy, will increase. This is because in the next 40 years, the global population is predicted to grow by 40%, which will result in increased water demand in all of the above sectors. Currently, according to NAWASIS (*National Water Supply and Sanitation Information Services*), Indonesia's access to safe drinking water has reached 88% with an estimated safe access of 7%. Based on the background described previously, the authors are interested in conducting research on water treatment using membrane technology-based polymers like Polyethersulfone (PES) with the addition of addictive substances like Tin Dioxide (SnO_2) which aims to improve the quality of water which has become a problem that is crucial especially in Indonesia. This research begins by searching literature in the form of national and international journals to get references from research that has been done previously so as to improve the quality of this thesis. A test is carried out on each membrane specimen that has been made to see the performance of the

membrane itself, starting with a tensile test (*Zwick Roel Material Testing Machine*) and using the ASTM D 638 standard 05/2008 *Tensile Test On Plastics*, observing the surface morphology of the membrane using an a tool *Scanning electron microscopy* (SEM), as well as water permeability testing or *clean water permeability* (CWP). The membranes were prepared in 3 different mixed composition fractions namely PES@SnO₂ 15wt%, PES@SnO₂ 17.5wt%, and PES@SnO₂ 20wt%. A third material is stirred at a temperature below 40°C for 8 hours to produce a homogeneous membrane after dissolving the polymer Polyethersulfone (PES) and addictive substances Tin Dioxide (SnO₂) with the solvent N,N-Dimethylformamide using a magnetic stirrer. Furthermore, the solution that is considered homogeneous is poured evenly onto the mold that has been made from a modified glass plate using duct tape in a rectangular pattern. The prepared membrane was then tested, and data and results from this study were taken. From the testing that has been done, the greatest tensile strength value contained in the PES@SnO₂ concentration of 20wt% showed a value of 1,873 MPa, while the lowest value contained in the PES@SnO₂ concentration of 15wt% is 1,362 MPa. This shows that the addition of addictive substances to the membrane significantly affects the strength of the membrane. For observations by *Scanning Electron Microscopy* (SEM), membranes with a 15wt% concentration showed a large pore surface and evenly across the surface of the membrane PES@SnO₂ but inversely proportional to the concentration of 17.5wt% and 20wt%, fine pore size and little agglomeration. The results of SEM observations are also directly proportional to the tensile strength results, where the stronger the pore membrane bonds formed the greater the tensile strength value. Membrane flux generated from polymer mixtures of polyethersulfone (PES) and addictive substances like tin dioxide (SnO₂) at a concentration of 15 wt%, 17.5 wt% and 20 wt% at 1 bar pressure is 16.5837 Lm⁻².h⁻¹, 23.2172 Lm⁻².h⁻¹ and 32.6147 Lm⁻².h⁻¹ for the respective concentrations.

Keywords : Membranes, Polyethersulfone, Tin Dioxide, Tensile Strength, Membrane Morphology, Permeability.

Literature : 47 (1994 - 2021)

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xxi
DAFTAR GAMBAR.....	xxv
DAFTAR TABEL	xxvii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Metode Penelitian	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Studi Literatur.....	7
2.2 Teknologi Membran	9
2.2.1 Aplikasi Dalam Bidang Industri Makanan Dan Minuman	9
2.2.2 Aplikasi Dalam Pembangkit Listrik Tenaga Uap	10
2.2.3 Aplikasi dalam Bidang Medis.....	11
2.3 Klasifikasi Membran.....	11
2.3.1 Membran Berdasarkan Gaya Dorong (<i>Driving Force</i>)	12
2.3.2 Membran Berdasarkan Struktur dan Prinsip Pemisahan	13
2.3.3 Membran Berdasarkan Material Dasar Pembuatannya	14
2.4 Karakteristik Membran	14
2.4.1 Permeabilitas	15
2.4.2 Permselektivitas	15

2.4.3	Ukuran dan Jumlah Pori	16
2.5	Persiapan dan Bahan Membran	16
2.5.1	Polyethersulfone (PES).....	16
2.5.2	N,N-Dimethylformamide (DMF).....	17
2.5.3	Timah Dioksida (SnO ₂)	18
2.6	Pengujian Membran.....	18
2.6.1	Analisa Karakteristik	19
2.6.2	Pengujian Tarik	19
2.6.3	Pengujian Clean Water Permeability (CWP).....	21
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	23	
3.1	Diagram Alir Penelitian	23
3.2	Persiapan Membran	24
3.3	Alat dan Bahan	24
3.3.1	Preparasi Membran.....	25
3.3.2	Metode Cetakan (<i>Flat Sheet</i>)	25
3.3.2	Pengujian Tarik	27
3.3.3	Pengamatan <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	27
3.3.4	Pengujian <i>Clean Water Permeability</i> (CWP)	28
3.4	Analisa Pengolahan Data	29
3.5	Tempat dan Waktu Penelitian	29
3.6	Hasil Yang Di Harapkan	31
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	33	
4.1	Hasil Pengujian.....	33
4.1.1	Pengujian Tarik	33
4.1.2	Kinerja Pengolahan Air	36
4.1.3	Morfologi Membran	38

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	43
5.1 Kesimpulan.....	43
5.2 Saran	44
DAFTAR RUJUKAN	i
LAMPIRAN	i

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Pemisahan pada Membran (Tan and Li, 2015)	7
Gambar 2.2 Hasil pengamatan SEM pada PES/GO membran (X. Wang et al., 2019).....	19
Gambar 2.3 Skematis Tegangan – Regangan (Callister, 1994)	21
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 3.2 Tahapan Pembuatan Membran	26
Gambar 3.3 ZWICK ROEL Material Testing Machine (Type BT2- FR020TH.A60).....	27
Gambar 3.4 Scanning Electron Microscope (SEM) EVO Tipe MA10	28
Gambar 3.5 Clean Water Permeability (CWP)	29
Gambar 4.1 Grafik Kekuatan Tarik pada Membran	35
Gambar 4.2 Fluks Membran Campuran.....	38
Gambar 4.3 PES@SnO ₂ 15wt%	39
Gambar 4.4 PES@SnO ₂ 17.5wt%	39
Gambar 4.5 PES@SnO ₂ 20wt%	40

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Komposisi Membran	25
Tabel 3.2 Uraian Kegiatan Selama Pelaksanaan Pengumpulan Data dan Penelitian	30
Tabel 4.1 Membran PES@SnO ₂ (15wt%)	33
Tabel 4.2 Membran PES@SnO ₂ (17.5wt%)	34
Tabel 4.3 Membran PES@SnO ₂ (20wt%)	34
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Fluks Membran.....	37

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam beberapa tahun terakhir, kebutuhan air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan domestik ataupun industri mengalami peningkatan. Peningkatan ini antara lain disebabkan oleh pertambahan jumlah penduduk dan pertumbuhan industri. Berbagai sektor kebutuhan seperti pertanian, industri, dan juga energi akan meningkat, hal ini disebabkan karena dalam 40 tahun kedepan populasi global diprediksi akan tumbuh meningkat sebesar 40 % yang mengakibatkan kebutuhan air disemua sektor diatas akan meningkat (Ardiyanto, 2017). Masalah penyediaan air bersih merupakan masalah yang perlu ditangani secara detail dan menyeluruh karena masalah tersebut akan terus bertambah seiring dengan pertumbuhan penduduk. Masalah penyediaan air bersih ini mendorong kita untuk mencari upaya yang terbaik agar penyediaan akan kebutuhan air disegala sektor dapat diatasi secara menyeluruh dan effisien.

Untuk memenuhi kebutuhan air bersih berbagai upaya telah dilakukan termasuk dengan pemanfaatan Teknologi Membran. Teknologi Membran merupakan salah satu teknik pemisahan yang berdasarkan pada perbedaan laju transfer antara masing-masing substansi pada membran. Membran sendiri dapat diartikan sebagai penghalang semipermeabel yang mengontrol pengangkutan zat antara dua fase tambahan (Yadav et al., 2021). Dengan demikian, membran memainkan peran penting dalam banyak teknologi pemisahan tingkat lanjut. Saat ini, Teknologi Membran juga berkembang pesat di berbagai industri seperti farmasi, teknik kimia, medis, kertas dan industri susu (Lusiana et al., 2020).

Keunggulan Teknologi Membran antara lain kualitas air yang dihasilkan baik, lebih sedikit menggunakan bahan kimia, mampu menghasilkan air dengan kualitas yang konstan, kemudahan dalam pengoperasian (otomatis), mampu menyisihkan bahan-bahan pencemar, serta tidak memerlukan tempat yang luas

(Mirwan et al., 2018). Teknologi Membran dianggap lebih unggul dibandingkan dengan teknik pengolahan air lain seperti sedimentasi, adsorpsi, oksidasi elektrokimia dan perawatan biologis karena karakteristik spesifiknya seperti efektivitas biaya, konsumsi energi yang rendah, skalabilitas mudah, efikasi tinggi dan sederhana serta proses yang lebih ramah lingkungan (Nayak et al., 2019).

Membran polimer memiliki efisiensi yang tinggi dan dampak lingkungan yang rendah. Membran polimer telah menarik minat industri karena dampaknya yang relatif kecil, efektivitas biaya dan kemudahan dalam proses produksi (Yadav et al., 2021). Namun pada membran sering ditemukan adanya *fouling* (pengotor) yang menyebabkan fluks permeat rendah, masa pakai membran menjadi cepat, serta dapat meningkatkan biaya operasi dan perubahan selektivitas. Pengotoran (*fouling*) membran dapat disebabkan oleh adsorpsi dan kumpulan polutan yang berada dipermukaan atau pori-pori membran hal ini bisa menjadi masalah utama dan menjadi batasan dalam pengembangan teknologi membran (Li et al., 2020). Fouling membran umumnya terjadi dalam bentuk adhesi atau deposisi foulant yang ada pada permukaan membran, hal ini disebabkan karena foulant seperti protein dapat teradsorpsi dengan cepat di pori-pori membran dan terakumulasi dengan cepat di permukaan membran yang akan menyebabkan penurunan fluks membran dalam waktu filtrasi yang singkat (Miao et al., 2021).

Polyethersulfone (PES) merupakan polimer potensial dalam teknologi membran terkini dan telah banyak digunakan untuk berbagai industri dalam beberapa waktu terakhir. Hal ini dikarenakan *Polyethersulfone* (PES) memiliki stabilitas termal yang baik, stabilitas oksidatif, stabilitas dimensi serta mudah untuk dimodifikasi (V. B. et al., 2020). Selain itu, *Polyethersulfone* (PES) juga menunjukkan kinerja yang baik dalam hal ketahanan lingkungan dan mudah untuk diproses (Tan and Li, 2015).

Timah Dioksida (SnO_2) merupakan unsur yang mempunyai sifat tidak beracun, murah, sangat melimpah, dan menunjukkan ketahanan kimia yang tinggi di media asam dan basa (Neves et al., 2020). Timah Dioksida dapat menyesuaikan morfologi pori dalam membran dan memiliki kemampuan untuk lebih meningkatkan permeabilitas membran (Nayak et al., 2019). Selain itu, Timah

Dioksida juga berfungsi untuk mengatur struktur membran, memperkuat hidrofilisitas, meningkatkan pembersihan kontaminan di bawah sinar ultraviolet, dan meningkatkan sifat mekanik membran (Chen et al., 2021).

N,N-Dimethyl Formamide (DMF) digunakan sebagai pelarut polimer tanpa adanya pemurnian lebih lanjut, *N,N-Dimethyl Formamide* (DMF) adalah pelarut yang kuat untuk polimer *Polyethersulfone* karena memiliki sifat seperti volatilitas yang rendah, tidak mudah terbakar, dan toksitas relatif rendah (Agung et al., 2018).

Metode Pengujian mendasar terhadap membran *Polyethersulfone* adalah untuk mengidentifikasi kekuatan mekanik dari material polimer yang digunakan sebagai membran penyaringan air. Analisa permukaan membran dibantu dengan pemeriksaan *Scanning Electron Microscope* (SEM), Sifat mekanis dilakukan pengujian tarik serta kinerja pengolahan air dilakukan pengujian *Clean Water Permeability* (CWP).

Atas dasar tersebut penulis untuk mengambil tugas akhir / skripsi :

“PEMBENTUKAN MEMBRAN *POLYETHERSULFONE* (PES)
DENGAN PENCAMPURAN TIMAH DIOKSIDA (SnO_2): KARAKTERISTIK,
SIFAT MEKANIS DAN KINERJA PENGOLAHAN AIR”.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini akan merumuskan beberapa masalah yang menjadi acuan dalam penelitian. Adapun rumusan masalah tersebut antara lain :

1. Bagaimana menghasilkan membran dengan menggunakan polimer *Polyethersulfone* (PES) dan campuran zat adiktif Timah Dioksida (SnO_2) menggunakan metode *flat sheet* untuk pengolahan air
2. Bagaimana sifat mekanik membran campuran *Polyethersulfone* (PES) dan zat adiktif Timah Dioksida (SnO_2) terhadap pengujian tarik
3. Bagaimana identifikasi permukaan membran meliputi ukuran pori membran dan aglomerasi yang terbentuk pada membran campuran *Polyethersulfone* (PES) dan zat adiktif Timah Dioksida (SnO_2)

4. Bagaimana kinerja pengolahan air dan nilai flux penyaringan dari membran campuran *Polyethersulfone* (PES) dan zat adiktif Timah Dioksida (SnO_2)

1.3 Batasan Masalah

Permasalahan yang muncul dalam proses identifikasi ini tidak hanya sedikit oleh karena itu dibutuhkan adanya pembatasan masalah. Adapun beberapa batasan masalah untuk penelitian ini antara lain :

- a. Polimer yang digunakan adalah *Polyethersulfone* (PES)
- b. Zat Adiktif yang digunakan adalah Timah Dioksida (SnO_2) dengan rasio tetap 1 wt%
- c. Pelarut yang digunakan yaitu *N,N-Dimethyl formamide* (DMF)
- d. Variasi campuran *Polyethersulfone* untuk setiap specimen yaitu 15 wt%, 17,5 wt%, 20 wt%
- e. Variasi campuran Timah Dioksida dengan konsentrasi 1 wt% pada setiap campuran
- f. Spesimen yang dibuat berbentuk *flat sheet*
- g. Proses pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* selama lebih kurang 8 jam dengan suhu $\pm 40^\circ \text{C}$
- h. Kecepatan pada saat pengadukan diabaikan
- i. Pengujian yang digunakan adalah pengujian tarik, *Clean Water Permeability* (CWP), *Scanning Electron Microscope* (SEM).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan utama yang hendak dicapai dari penelitian ini adalah untuk :

- a. Pengembangan membran *Polyethersulfone* (PES) dengan campuran zat adiktif Timah Dioksida (SnO_2) menggunakan metode *Flat Sheet*
- b. Menganalisa kekuatan Tarik Membran
- c. Menganalisa Morfologi Membran yang terbentuk
- d. Menganalisa *Clean Water Permeability* (CWP)

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang akan diharapkan dari penelitian ini adalah :

- a. Memodifikasi proses pembuatan membran *Polyethersulfone* (PES)
- b. Mengidentifikasi karakteristik membran *Polyethersulfone* (PES) melalui pengujian tarik, analisa permukaan dan permeabilitas air bersih / *Clean Water Permeability* (CWP)
- c. Memperbaiki kualitas penyaringan air
- d. Sebagai referensi penelitian yang relevan

1.6 Metode Penelitian

Penulis menggunakan beberapa sumber yang digunakan dalam proses pembuatan skripsi ini, yaitu :

- a. Literatur

Mempelajari dan mengambil data dari berbagai literatur, jurnal, referensi dan media elektronik.

- b. Studi Lapangan

Metode ini digunakan untuk mendapatkan data-data dilapangan seperti membuat membran yang dilakukan di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya untuk pengujian membran dilakukan di Laboratorium Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dan Laboratorium Universitas Lampung.

DAFTAR RUJUKAN

- Agung, M., Rizal, S., Estu, P., 2018. Physical and mechanical properties of membrane polyvinilidene flouride with the addition of silver nitrate 08014, 10–13.
- Ahmad, A.L., Pang, W.Y., Mohd Shafie, Z.M.H., Zaulkiflee, N.D., 2019. PES/PVP/TiO₂ 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>
- Akbari, S., Peyravi, M., 2020. Improving water flux and salt rejection by a tradeoff between hydrophilicity and hydrophobicity of sublayer in TFC FO membrane. *Chem. Eng. Res. Des.* 162, 94–106. <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2020.08.001>
- Amiri, S., Asghari, A., Vatanpour, V., Rajabi, M., 2020. Fabrication and characterization of a novel polyvinyl alcohol-graphene oxide-sodium alginate nanocomposite hydrogel blended PES nanofiltration membrane for improved water purification. *Sep. Purif. Technol.* 250, 117216. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2020.117216>
- Andersen, S.M., Nørgaard, C.F., Larsen, M.J., Skou, E., 2015. Tin dioxide as an effective antioxidant for proton exchange membrane fuel cells. *J. Power Sources* 273, 158–161. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2014.09.051>
- Ardiyanto, I., 2017. Membran berbasis nanomaterial untuk pengolahan air 0–8. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1134213>
- Banjerdeerakul, K., Vas-Umnuay, P., Pavarajarn, V., 2018. Synthesis of mesoporous tin dioxide via sol-gel process assisted by resorcinol-formaldehyde gel. *Particuology* 37, 26–32. <https://doi.org/10.1016/j.partic.2017.07.006>

Callister, W.D., 1994. Transparencies to Accompany Materials Science and Engineering.

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 SnO₂-GO nanocomposite for water treatment. *Sep. Purif. Technol.* 259, 118184. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2020.118184>

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 SnO₂ 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>

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.

Ghosh, P., Samanta, S., Ghosh, S., Jana, S., Hajra, A., 2020. Aminomethylation of imidazopyridines using N,N-dimethylformamide as an aminomethylating reagent under Cu(II)-catalysis. *Tetrahedron Lett.* 61, 152581. <https://doi.org/10.1016/j.tetlet.2020.152581>

Guo, X., Su, Q.W., Zhang, L.Z., 2021. The measurement of permeate flux based on a noninvasive method for membrane distillation: Experiment and model validation. *Int. J. Heat Mass Transf.* 164. <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2020.120482>

Jhaveri, J.H., Murthy, Z.V.P., 2016. A comprehensive review on anti-fouling nanocomposite membranes for pressure driven membrane separation processes. *Desalination*. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2015.11.009>

- Kim, D.L., Vovusha, H., Schwingenschlögl, U., Nunes, S.P., 2017. Polyethersulfone flat sheet and hollow fiber membranes from solutions in ionic liquids. *J. Memb. Sci.* 539, 161–171. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2017.06.001>
- Kumar, P., Jakhar, M., Chauhan, V., Pandey, P.C., 2021. Influence of Dy³⁺-doping concentration on crystal structure and optical absorption of SnO₂ nanoparticles. *Mater. Today Proc.* 2–5. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.08.337>
- Leclerc, N., Khosravani, A., Hashemi, S., Miracle, D.B., Kalidindi, S.R., 2021. Correlation of Measured Load-Displacement Curves in Small Punch Tests with Tensile Stress-Strain Curves. *Acta Mater.* 204, 116501. <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2020.116501>
- 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>
- Lusiana, R.A., Sangkota, V.D.A., Sasongko, N.A., Gunawan, G., Wijaya, A.R., Santosa, S.J., Siswanta, D., Mudasir, M., Abidin, M.N.Z., Mansur, S., Othman, M.H.D., 2020. Permeability improvement of polyethersulfone-polietylene glycol (PEG-PES) flat sheet type membranes by tripolyphosphate-crosslinked chitosan (TPP-CS) coating. *Int. J. Biol. Macromol.* 152, 633–644. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.02.290>
- Matindi, C.N., Hu, M., Kadanyo, S., Ly, Q.V., Gumbi, N.N., Dlamini, D.S., Li, Jiaye, Hu, Y., Cui, Z., Li, Jianxin, 2021. Tailoring the morphology of polyethersulfone/sulfonated polysulfone ultrafiltration membranes for highly efficient separation of oil-in-water emulsions using TiO₂ nanoparticles. *J. Memb. Sci.* 620, 118868. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2020.118868>
- Miao, R., Zhou, Y., Wang, P., Lu, W., Li, P., Li, X., Wang, L., 2021. A

comparison of effect mechanisms of chlorination and ozonation on the interfacial forces of protein at membrane surfaces and the implications for membrane fouling control. J. Memb. Sci. 628.
<https://doi.org/10.1016/j.memsci.2021.119266>

Mirwan, A., Indriyani, V., Novianty, Y., 2018. Pembuatan Membran Ultrafiltrasi Dari Polimer Selulosa Asetat Dengan Metode Inversi Fasa. Konversi 6, 11.
<https://doi.org/10.31213/k.v6i1.14>

Mulder, M., 1996. Basic principles of Membrane Technology, second. ed. Kluwer Academic Publisher, Netherlands.

Mulyati, S., Razi, F., Zuhra, Z., 2017. Karakteristik Membran Asimetris Polietersufone (PES) dengan Pelarut Dimetil Formamide dan N-Metil-2-Pyrolidone. Biopropal Ind. 8, 55–62.

Nayak, M.C., Isloor, A.M., Inamuddin, Prabhu, B., Norafiqah, N.I., Asiri, A.M., 2019. Novel polyphenylsulfone (PPSU)/nano tin oxide (SnO₂) mixed matrix ultrafiltration hollow fiber membranes: Fabrication, characterization and toxic dyes removal from aqueous solutions. React. Funct. Polym. 139, 170–180. <https://doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2019.02.015>

Neves, D.C.O.S., da Silva, A.L., de Oliveira Romano, R.C., Gouvêa, D., 2020. Fe₂O₃-doped SnO₂ membranes with enhanced mechanical resistance for ultrafiltration application. J. Eur. Ceram. Soc. 40, 5959–5966.
<https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2020.06.077>

Nugroho, A.S., 2014. Uji Kinerja Membran Nanofiltrasi Zeolit Untuk Menapis Nitrat Dan Amonium Air Limbah Produksi Tahu. J. Purifikasi 14, 106–117.
<https://doi.org/10.12962/j25983806.v14.i2.16>

O'Brien, C.P., 2021. A perspective on the application of operando characterization to probe the structure, performance, and dynamics of membranes under realistic operating conditions. J. Memb. Sci. 619, 118751.
<https://doi.org/10.1016/j.memsci.2020.118751>

- Pan, Z., Cao, S., Li, J., Du, Z., Cheng, F., 2019. Anti-fouling TiO₂ nanowires membrane for oil/water separation: Synergetic effects of wettability and pore size. *J. Memb. Sci.* 572, 596–606. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2018.11.056>
- Park, K., Jang, Y.H., Chang, J.W., Yang, D.R., 2021. Membrane transport behavior characterization method with constant water flux in pressure-assisted forward osmosis. *Desalination* 498, 114738. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2020.114738>
- Pedergnana, A., Ollé, A., Evans, A.A., 2020. A new combined approach using confocal and scanning electron microscopy to image surface modifications on quartzite. *J. Archaeol. Sci. Reports* 30, 102237. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102237>
- Pratomo, H., 2019. Pembuatan dan Karakterisasi Membran Komposit Polisulfon Selulosa Asetat untuk Proses Ultrafiltrasi. *Pendidik. Mat. dan Sains* 3, 168–173.
- Rahmat, A.Y., Syahbanu, I., Rudiyan Syah, R., 2020. Membran Ultrafiltrasi Polisulfon/TiO₂ (Psf/TiO₂) Sebagai Filter Pada Pencemaran Air Oleh Bahan Bakar Solar. *J. Kartika Kim.* 3, 7–12. <https://doi.org/10.26874/jkk.v3i1.46>
- Razi, F., Fathanah, U., Erfiza, N.M., 2019. Fabrikasi Membran PES Ultrafiltrasi Dan Kinerjanya Pada Penyisihan Fosfolipid Minyak CPO. *J. Rekayasa Kim. Lingkung.* 14, 89–96. <https://doi.org/10.23955/rkl.v14i1.13091>
- Rog, V., Cr, J., Arl, D., Michel, M., Fechete, I., Dinia, A., Lenoble, D., n.d. with ZnO / SnO₂ Heterostructures for Photocatalytic Water Treatment : Effect of SnO₂ Coverage Rate on the Photocatalytic Degradation of Organics.
- Shockravi, A., Vatanpour, V., Najjar, Z., Bahadori, S., Javadi, A., 2017. A new high performance polyamide as an effective additive for modification of antifouling properties and morphology of asymmetric PES blend ultrafiltration membranes. *Microporous Mesoporous Mater.* 246, 24–36. <https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2017.03.013>

- Tan, X., Li, K., 2015. Fundamentals of Membrane Reactors, in: Inorganic Membrane Reactors. pp. 1–26. <https://doi.org/10.1002/9781118672839.ch1>
- Tiwana, P., Docampo, P., Johnston, M.B., Herz, L.M., Snaith, H.J., 2012. The origin of an efficiency improving “light soaking” effect in SnO₂ 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-SnO₂ films prepared by sol-gel method. *J. Alloys Compd.* 554, 122–126. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2012.11.196>
- V. B., A., Mohanty, S., Nayak, S.K., 2020. Preparation and characterization of porous polyethersulfone (PES) membranes with improved biocompatibility by blending sulfonated polyethersulfone (SPES) and cellulose acetate (CA) – A comparative study. *Mater. Today Commun.* 25, 101544. <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2020.101544>
- 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.* 577, 41–50. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2019.01.055>
- Wang, Z.B., Ni, D., Shang, Y.L., Guan, Y.J., 2019. Recycling of dye from wastewater using a ceramic membrane modified with bismuth/stibium co-doped tin dioxide. *J. Clean. Prod.* 213, 192–198. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.159>
- Wu, L. guang, Zhang, X. yang, Wang, T., Du, C. hui, Yang, C. hong, 2019. Enhanced performance of polyvinylidene fluoride ultrafiltration membranes by incorporating TiO₂/graphene oxide. *Chem. Eng. Res. Des.* 141, 492–501. <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2018.11.025>
- Yadav, P., Ismail, N., Essalhi, M., Tysklind, M., Athanassiadis, D., Tavajohi, N., 2021. Assessment of the environmental impact of polymeric membrane production. *J. Memb. Sci.* 622, 118987.

<https://doi.org/10.1016/j.memsci.2020.118987>

- Yousef, S., Šereika, J., Tonkonogovas, A., Hashem, T., Mohamed, A., 2021. CO₂/CH₄, CO₂/N₂ and CO₂/H₂ selectivity performance of PES membranes under high pressure and temperature for biogas upgrading systems. Environ. Technol. Innov. 21, 101339. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.101339>
- 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>