

**PENGARUH MEDIA GELATINASI (PERENDAMAN) AIR TERHADAP
NILAI PERMEABILITAS *POLYETHERSULFONE* (PES) DENGAN
BERAT MOLEKUL 5900**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat
Strata-1 Pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



Disusun Oleh:

TEGUH SMEDI BAYU ANGGARA

20120130142

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2016

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa Skripsi/Tugas Akhir dengan judul “*Pengaruh Media Gelatinasi (Perendaman) Air Terhadap Nilai Permeabilitas Polyethersulfone (PES) dengan Berat Molekul 5900*” adalah hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, Agustus 2016

Teguh Smedi Bayu A

HALAMAN MOTO

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang”

*“Jadilah Pemberani dan Ambilah Resiko Karena Tidak Ada Yang Dapat
Menggantikan Pengalaman”*

Paulo Coelho

(penulis)

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan kasih sayang penulis dapat menyelesaikan penelitian untuk Tugas Akhir sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana di Program Studi S1 Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan dalam menyusun Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan apresiasi setinggi-tingginya kepada:

1. Novi Caroko, S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Gunawan Setia Prihandana, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir atas pengarahan, motivasi, dan bimbingannya selama proses pengerjaan Tugas Akhir.
3. Sunardi, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir atas pengarahan, motivasi, dan bimbingannya selama proses pengerjaan Tugas Akhir.
4. Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D., selaku dosen penguji Tugas akhir atas pengarahan, motivasi, dan bimbingannya selama proses pengujian.
5. Wahyudi, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Muslim Mahardika, S.T., M.Eng., Ph.D selaku dosen Universitas Gajah Mada yang telah bersedia mengizinkan masuk dalam proyek Toray untuk membiayai penelitian ini sampai dengan selesai.
7. Semua Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Mesin yang telah memberikan bekal ilmu bagi penulis selama penulis mengikuti kuliah di Program Studi Teknik Mesin selama kurang lebih 4 tahun.
8. Seluruh karyawan Jurusan Teknik Mesin di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta atas bantuan yang telah diberikan selama masa kuliah.

9. Abdul Wahid Rifai dan Puji Sri Awantiningsih selaku kedua orang tua yang berada di rumah yang selalu memberikan dukungan dan do'a selama hidup penulis selama ini.
10. Dal Gianto selaku pemilik rumah tempat selama berkuliah di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan juga sebagai motivator.
11. Imanudin, Sandy, Bambang, Wisnu Aji, Badri, Ardiasyah, Ago selaku teman satu tempat tinggal.
12. Sulisty, Aris, Gofar, Nuh Iskandar, Erlin, Lia, Tivani, Nur A selaku teman seperjuangan.
13. Seluruh rekan seperjuangan Teknik Mesin Angkatan 2012.
14. Semua pihak yang telah berperan dalam seluruh proses pembelajaran yang tidak bisa penulis sebutkan satu - persatu.

Penulis sangat menyadari akan keterbatasan penulis, sehingga Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Harapan penulis adalah Tugas Akhir ini dapat menjadi sumbangan pemikiran yang bermanfaat bagi siapapun yang membacanya. Aamiin.

Yogyakarta, Agustus 2016

Teguh Semedi Bayu A
(20120130142)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN MOTO	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
INTISARI	xvi
ABSTRACT	xvii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	5

BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Membran <i>Microfiltration</i>	6
2.2. Jenis Aliran Pada Proses Filtrasi	9
2.2.1. <i>Crossflow Filtration</i>	9
2.2.2. <i>Dead and</i>	9

2.3. Karakteristik Membran.....	16
2.3.1 <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)	17
2.3.2 Metode Permeabilitas	17
2.3.3 Metode <i>Bubble-Point</i>	17
2.3.4 Metode Mercury Intrusion.....	17
2.4. Metode Pembuatan Membran.....	17
2.4.1 <i>Sintering</i>	17
2.4.2 <i>Stretching</i>	18
2.4.3 <i>Track-Etching</i>	18
2.4.4 <i>Template-Leaching</i>	18
2.4.5 <i>Coating</i>	18
2.4.6 <i>Phase Inversion</i>	19
2.5. Bahan Pembuatan Membran.....	19
2.5.1 <i>Polyethersulfone</i> (PES)	19
2.5.2 <i>Polyethylene glycol</i> (PEG)	22
2.5.3 <i>N-Dimethylacetamide</i> (DMAc)	23
2.6. Media Gelatinasi (Perendaman)	24
2.6.1 Air H ₂ O	24
2.6.2 <i>N-Methyl-2-Pyrrolidone</i> (NMP)	26
2.7. Cairan <i>Dialysate</i>	27
2.7.1 Larutan NaCl (<i>Sodium Chloride</i>).....	27

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Proses Penelitian	29
------------------------------	----

3.2. Bahan Penelitian	31
3.3. Alat Penelitian.....	34
3.4. Proses Pembuatan Casting Solution (PES).....	41
3.5. Pembuatan Media Gelatinasi	42
3.6. Proses Pembuatan Membran.....	43
3.7. Tes Difusii	45
3.8. Proses Pengambilan Data.....	48
3.9. <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)	48
3.10. <i>Water Contact Angle</i>	50

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengaruh Penambahan PEG Terhadap Ketebalan Membran.....	52
4.2. Luas Area Membran Terhadap Nilai <i>Water Flux</i>	54
4.3. Perhitungan <i>Water Flux</i>	55
4.4. Koefisien Difusi (Dc).....	59
4.5. Pengaruh Penambahan Pelarut NMP Terhadap Morfologi Membran	64
4.6. Analisis Morfologi Membran Menggunakan Scanning Elctron Microscopy (SEM)	65
4.7. <i>Water Contact Angle</i> (WCA).....	69

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	73
5.2. Saran	74

DAFTAR PUSTAKA	75
-----------------------------	----

LAMPIRAN	78
-----------------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	(a) Pemisahan selektif menggunakan membran berpori pada proses hemodialisis, (b) Struktur dari Microfilter berlapis	6
Gambar 2.2.	(a) Bentuk structural layer, (b) Aliran pada Micro channel	7
Gambar 2.3.	(a) Proses difusi dimana hanya berat molekul yang kecil saja bisa melewati pori dari membran (b) Keadaan dimana terjadinya <i>fouling</i> (penyumbatan) pada membran.....	8
Gambar 2.4.	Jenis aliran pada proses filtrasi.....	10
Gambar 2.5.	Sudut dari <i>water contact angle</i> yang terbentuk pada permukaan membran.....	12
Gambar 2.6.	<i>Water contact angle</i>	12
Gambar 2.7.	Struktur ikatan kimia dari PES.....	19
Gambar 2.8.	Ikatan struktur kimia <i>Polyethylene glycol</i> PEG.....	22
Gambar 2.9.	Struktur ikatan kimia <i>N-Dimethylacetamide</i>	19
Gambar 2.10.	Ikatan senyawa kimia penyusun air.....	21
Gambar 2.11.	Rumus empiris dari NMP.....	21
Gambar 2.12.	Senyawa kimia penyusun garam NaCl	22
Gambar 3.1.	Diagram alir penelitian	30
Gambar 3.2.	<i>Polyethersulfone</i> (PES) dan Timbangan Digital	31
Gambar 3.3.	<i>Polyethylene glycol</i> (PEG)	31
Gambar 3.4.	<i>N-Dimethylacetamide</i> (DMAc).....	32
Gambar 3.5.	<i>N-Methyl-2-Pyrrolidone</i> (NMP).....	33
Gambar 3.6.	Akuades	33
Gambar 3.7.	Garam (<i>Sodium Chloride</i>).	34
Gambar 3.8.	Dino-Lite AM4515 Series	35
Gambar 3.9.	<i>Micrometer</i> Sylvac S_Mike Pro IP67.....	35
Gambar 3.10.	<i>Magnetic heated stirrer</i> HMS-79.....	36
Gambar 3.11.	Timbangan digital ACIS MN	37

Gambar 3.12. <i>Syringe Pump SK-500II</i>	37
Gambar 3.13. <i>Conductivity Tester</i>	39
Gambar 3.14. Uji coba <i>Conductivity tester</i>	40
Gambar 3.15. <i>Casting solution PES</i>	41
Gambar 3.16. Proses pemanasan <i>casting solution PES</i> menggunakan magnetic sitter	42
Gambar 3.17. Media gelatinasi dengan variasi NMP 2%, 4%, 6%, 8%, dan 100% akuades	43
Gambar 3.18. Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pembuatan membran	44
Gambar 3.19. Pengujian tes difusi menggunakan satu syringe pump untuk menentukan nilai water flux	45
Gambar 3.20. Pengujian difusi tes menggunakan dua syringe pumps untuk menentukan nilai koefisien difusinya	46
Gambar 3.21. a) Geometrical structural layer (b) Komponen chamber Microfiltration, (c) Microfiltration	47
Gambar 3.22. Larutan permeate NaCl hasil tes difusi	48
Gambar 3.23. <i>Scanning Electron Microscopy JSM 7500</i>	49
Gambar 3.24. Cross section dari membran PES	49
Gambar 3.25. Water Contact angle dari membran dengan media gelatinasi NMP 4%	50
Gambar 3.26. Water contact angle dari membran dengan media gelatinasi NMP 6%	51
Gambar 4.1. Pengukuran ketebalan terhadap masing-masing membran dengan menggunakan mikrometer	53
Gambar 4.2. Grafik perbandingan ketebalan membran terhadap variasi media gelatinasi	54
Gambar 4.3. Grafik perbandingan nilai water flux terhadap masing-masing media gelatinasi	57
Gambar 4.4. Diameter pori yang terbentuk beserta keseragamannya pada membran dengan media gelatinasi NMP 2 %	58

Gambar 4.5. Diameter pori yang terbentuk beserta keseragamannya pada membran dengan media gelatinasi NMP 4 %	59
Gambar 4.6. Grafik perbandingan nilai Dc terhadap variasi media gelatinasi	63
Gambar 4.7. Nano pori pada lapisan atas membran PES Akuades 100% dilihat menggunakan SEM dengan 5000 x perbesaran.....	66
Gambar 4.8. Nano pori pada lapisan bagian atas membran PES NMP 2 % dilihat menggunakan SEM dengan 5000 x perbesaran.....	66
Gambar 4.9. Nano pori pada lapisan bagian atas membran PES NMP 4 % dilihat menggunakan SEM dengan 5000 x perbesaran.....	67
Gambar 4.10. Nano pori pada lapisan bagian atas membran PES NMP 6 % dilihat menggunakan SEM dengan 5000 x perbesaran.....	67
Gambar 4.11. Nano pori pada lapisan bagian atas membran PES NMP 8 % dilihat menggunakan SEM dengan 5000 x perbesaran.....	68
Gambar 4.12. Mikro pori pada bagian bawah membran PES dilihat menggunakan SEM dengan 5000 x perbesaran	68
Gambar 4.13. <i>Water contact angle</i> yang terbentuk pada membran dengan variasi media gelatin Akuades	69
Gambar 4.14 <i>Water contact angle</i> yang terbentuk pada membran dengan variasi media gelatin NMP 2%.	70
Gambar 4.15. <i>Water contact angle</i> yang terbentuk pada membran dengan variasi media gelatin NMP 4%	70
Gambar 4.16. <i>Water contact angle</i> yang terbentuk pada membran dengan variasi media gelatin NMP 6%	71
Gambar 4.17. <i>Water contact angle</i> yang terbentuk pada membran dengan variasi media gelatin NMP 8%	71
Gambar 4.18. Grafik Perbandingan nilai <i>water contact angle</i> terhadap media gelatinasi yang divariasikan	72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Parameter geometris desain structural layers dan diukur setelah fabrikasi, dan aliran masuk pada tekanan masukan dari 10 kPa oleh perhitungan.....	7
Tabel 2.2. Berat molekul dan ukuran partikel yang dapat dipisahkan oleh beberapa proses filtrasi	9
Tabel 2.3. Perbandingan komposisi bahan yang digunakan dalam pembuatan membran	14
Tabel 2.4. Rasio perbandingan masing-masing komposisi bahan pembuat membran	15
Tabel 2.5. Parameter kelarutan	16
Tabel 2.6. Beberapa Material yang memiliki kemampuan baik dalam pembuatan membran	21
Tabel 2.7. Karakteristik yang dimiliki <i>N-Dimethylacetamide</i> (DMAc)	23
Tabel 2.8. Karakteristik dari air (H ₂ O)	25
Tabel 2.9. Sifat fisik dan kimia NMP	26
Tabel 2.10. Sifat-sifat fisik dan kimia garam NaCl.....	27
Tabel 3.1. Rasio perbandingan bahan dalam pembuatan casting solution PES....	41
Tabel 3.2. Rasio perbandingan dari media gelatinasi	43
Tabel 4.1. Data hasil pengukuran ketebalan terhadap masing-masing membran .	53
Tabel 4.2. Hasil Percobaan untuk mencari nilai water flux	56
Tabel 4.3. Hasil Perhitungan nilai water flux terhadap beberapa media gelatinasi yang divariasikan.....	57
Tabel 4.4. Hasil Percobaan untuk mencari nilai Koefisien Difusi.....	61
Tabel 4.5. Nilai Dc dari hasil perhitungan pada semua media gelatinasi pada membran	63
Tabel 4.6. Data Hasil Pengujian Water contact angle terhadap variasi media Gelatinasi	72

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

WAK	= <i>Wearable Artificial Kidney</i>
GKK	= <i>Gagal Ginjal Kronis</i>
PES	= <i>Polyether sulfone</i>
PEG	= <i>Polyethylene glycol</i>
DMAc	= <i>N, N-Dimethylacetamide</i>
NMP	= <i>N-Methyl-2-Pyrrolidone</i>
Dc	= <i>Diffusion koefisien</i>
PDMS	= <i>Polydimethylsiloxane</i>
NaCl	= <i>Sodium Chloride</i>
SEM	= <i>Scanning Electron Microscopy</i>
WF	= <i>Water Flux (ml/mm²/jam.mmHg)</i>
MF	= <i>Microfiltration</i>
TMP	= <i>Trans Pressure Membrane</i>
L	= <i>Volume Permeate (ml)</i>
A	= <i>Luas Area Membran (mm²)</i>
H	= <i>Waktu Proses Filtrasi (jam)</i>
P	= <i>Tekanan Pada Syringe Pumps (mmHg)</i>
ωA	= <i>Water contact Angel</i>
$\gamma\omega$	= <i>Tegangan Permukaan Air (7,2x 10⁻² N/m)</i>
\emptyset	= <i>Sudut (°)</i>
Q	= <i>Flow rate (ml/menit)</i>
H	= <i>Ketebalan membran (mm)</i>
A	= <i>Luas area membran (mm²)</i>
CB	= <i>Konduktivitas akuades (μs)</i>
CB'	= <i>Konduktivitas akuades terdifusi (μs)</i>
CA	= <i>Konduktivitas NaCl (μs)</i>
CA'	= <i>Konduktivitas NaCl terdifusi (μs)</i>
Vp	= <i>Volume Pelarut (ml)</i>
P	= <i>Besarnya Presentasi Zat Terlarut</i>
Vt	= <i>Volume Zat Terlarut (ml)</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Gambar karakteristik pori-pori yang terbentuk pada membran dengan media gelatin NMP 2%.....	78
Lampiran 2	Gambar karakteristik pori-pori yang terbentuk pada membran dengan media gelatin NMP 4%.....	78
Lampiran 3	Gambar karakteristik pori-pori yang terbentuk pada membran dengan media gelatin NMP 6%	79
Lampiran 4	Gambar karakteristik pori-pori yang terbentuk pada membran dengan media gelatin NMP 8%.....	79
Lampiran 5	Gambar karakteristik pori-pori yang terbentuk pada membran dengan media gelatin Akuades.....	80