

HALAMAN MOTO



“Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang”

“Hai orang-orang yang beriman ! Apabila dikatakan kepadamu : “Berlapang-lapanglah dalam majelis,” maka lapanglah, niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. Dan apabila dikatakan : Berdirilah kamu, maka berdirilah, niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan.” (Surat Al-Mujaadalah, ayat ; 11)

Dari Anas RA katanya ; Rasullullah SAW bersabda : Barang siapa yang keluar dari rumah sebab mencari Ilmu, maka ia (dianggap) yang menegakkan agama Allah sehingga ia pulang. (HR. Turmudzi)

*“Lulus Muda. Tua Kaya. Mati Masuk Surga.”
(Penulis)*

*“3E = Efisiensi – Estimasi – Estetika”
(Penulis)*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat, barokah dan ridho-Nya Kemudian, shalawat serta salam-Nya, mudah – mudahan terlimah curah ke pangkuan baginda Rasulullah SAW, beserta keluarganya, sahabatnya, dan umatnya yang masih turut dengan ajarannya. Aamiin. Berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penelitian untuk Tugas Akhir yang berjudul “Pengaruh Konsentrasi *N-Methyl-2-Pyrrolidone* (NMP) Di Media Gelatinisasi Pada Performa Membran *Polyethersulfone* (PES) *Molecular Weight 5200*” sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana di Program Studi S1 Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Dalam kelancaran proses penulisan tugas akhir ini tidak lepas berkat bimbingan, arahan, dan petunjuk serta kerjasama dari berbagai pihak, baik pada tahap persiapan, penyusunan hingga terselesaikannya tugas akhir ini. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya khususnya kepada yang terhormat :

1. Bapak Novi Caroko, S.T., M.Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Gunawan Setia Prihandana, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan, motivasi, dan bimbingannya selama proses persiapan sampai dengan penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Bapak Sunardi, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan, motivasi, dan bimbingannya selama proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

4. Bapak Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D., selaku dosen penguji Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan, motivasi, dan bimbingannya selama proses ujian Tugas Akhir.
5. Bapak Muslim Mahardika, S.T., M.Eng., Ph. D., selaku ketua penelitian *Toray Project* dari Universitas Gadjah Mada yang telah memberikan pengarahan, motivasi dan bimbingan serta pendanaan dalam penelitian yang ditujukan sebagai Tugas akhir ini.
6. Wahyudi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik
7. Semua Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Mesin yang telah memberikan bekal ilmu bagi penulis selama mengikuti kuliah di Program Studi Teknik Mesin selama kurang lebih 4 tahun
8. Seluruh karyawan dan karyawan Pelayanan Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah membantu pengarahan dan pengurusan birokrasi selama proses penyelesaian Tugas akhir ini.
9. Warsino dan Sri Lestari selaku kedua orang tua yang penulis cintai, senantiasa memberikan dukungan baik moril maupun materil sampai selesainya studi.
10. Adik – adik kandung tercinta anistia widyawati dan willy nugroho saputro yang selalu memberikan semangat dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
11. Seluruh anggota *Toray Project* yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam penyelesain penelitian Tugas Akhir ini.
12. Seluruh rekan seperjuangan Program Studi Teknik Mesin Angkatan 2012 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
13. Rekan – rekan dari Program Studi Pendidikan Bahasa Inggris yang telah bersedia memberikan masukan dan dorongan serta motivasi dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
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.

Walaikum'salam Wr. Wb.

Yogyakarta, 30 Agustus 2016



Sulisty Pujiono
(20120130175)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN MOTO	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR RUMUS ATAU PERSAMAAN	xviii
DAFTAR NOTASI ATAU SINGKATAN	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
INTISARI	xxii
ABSTRACT	xxiii

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. Tinjauan Pustaka	6
2.2. Dasar Teori	8
2.2.1. Definisi Membran.....	8
2.2.2. Klasifikasi Membran	9
2.2.3. Sistem Desain Filtrasi Pada Membran	13
2.2.4. Membran Ultrafiltrasi	15
2.2.5. Metode Pembuatan Membran.....	17
2.2.6. Material Membran Ultrafiltrasi.....	18
2.2.7. <i>Polyethersulfone</i> (PES).....	20
2.2.8. <i>Polyethylene Glycol</i> (PEG).....	21
2.2.9. <i>N,N-Dimethylacetamide</i> (DMAc).....	23
2.2.10. Proses Pembuatan Membran	25
2.2.11. Media Gelatinisasi	28
2.2.12. Pengujian Performa Membran.....	31
2.2.13. Karakterisasi Membran.....	34

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Bahan Penelitian	41
3.2. Alat Penelitian	45
3.3. Diagram Alir Penelitian.....	51
3.4. Diagram Alir Proses Pembuatan Membran	53
3.5. Tahap Persiapan.....	54
3.6. Proses Pembuatan <i>Casting Solution</i> PES	54
3.7. Proses Pembuatan Media Gelatinisasi.....	55

3.8. Proses Pembuatan Membran PES	55
3.9. Mengukur Ketebalan Hasil Membran PES	57
3.10. Tahap Persiapan dan Perancangan Alat Mikrofilter.....	57
3.11. Prosedur Pembuatan Mikrofilter	58
3.12. Proses Pembuatan Larutan NaCl.....	59
3.13. Proses Tes Difusi.....	59
3.14. Prosedur Tes Difusi	63
3.15. Pengamatan Nilai Konduktivitas Larutan Dialisat Setelah Tes Difusi ...	67
3.16. Karakterisasi Permukaan Membran Menggunakan <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)	68
3.17. Prosedur Pengujian SEM.....	68
3.18. Pengamatan <i>Water Contact Angle</i> (WCA).....	70

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Fabrikasi Membran PES	72
4.2. Ketebalan Membran PES	73
4.3. Tes Difusi	75
4.4. Pengambilan Data dan Perhitungan Larutan NaCl yang Terserap.....	75
4.5. Perhitungan Koefisien Difusi	78
4.6. Morfologi Karakteristik Permukaan Membran PES	81
4.7. Efek Penambahan NMP Pada Morfologi Permukaan Membran PES	83
4.8. Efek Konsentrasi NMP Media gelatinisasi Pada Morfologi Permukaan Membran PES	86
4.9. Pengamatan <i>Water Contact Angle</i> (WCA)	87

BAB VI PENUTUP

5.1. Kesimpulan 92

5.2. Saran 93

DAFTAR PUSTAKA 94

LAMPIRAN 99

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Hubungan antara konsentrasi larutan PES dan koefisien filtrasi.....	6
Gambar 2.2.	Proses kerja membran.....	8
Gambar 2.3.	Penggolongan membran asimetris.....	9
Gambar 2.4.	Penggolongan membran simetris	10
Gambar 2.5.	Membran tak berpori	11
Gambar 2.6.	Membran berpori.....	11
Gambar 2.7.	Sistem desain filtrasi membran <i>dead-end</i>	14
Gambar 2.8.	Sistem desain filtrasi membran <i>cross-flow</i>	14
Gambar 2.9.	Proses filtrasi menggunakan membran berpori pada hemodialisis	16
Gambar 2.10.	Struktur molekul PES yang Tersedia Secara Komersial	20
Gambar 2.11.	Tes difusi dengan metode yang berbeda	32
Gambar 2.12.	Prinsip kerja SEM	35
Gambar 2.13.	Hasil pengujian SEM	36
Gambar 2.14.	Ilustrasi WCA pada membran	38
Gambar 2.15.	Profil tetes air dan WCA pada permukaan membran dengan hidrofilitas berbeda	38
Gambar 2.16.	Gambar WCA dari material	40
Gambar 3.1.	PES MW 5200 <i>Powder</i>	41
Gambar 3.2.	PEG MW 1000	42
Gambar 3.3.	DMAc.....	42
Gambar 3.4.	NMP	43
Gambar 3.5.	PDMS	43
Gambar 3.6.	NaCl (<i>Natrium Chloride /Sodium Chloride</i>).....	44

Gambar 3.7. Akuades	44
Gambar 3.8. Timbangan digital	45
Gambar 3.9. <i>Hair dryer</i> Sanyo.....	46
Gambar 3.10. HMS-79 <i>Magnetic heated stirrer</i>	47
Gambar 3.11. <i>Syringe pump</i> SK-500II.....	47
Gambar 3.12. Dino – Lite AM4515 <i>Digital Microscope</i>	49
Gambar 3.13. ECTester 11 OAKTON	49
Gambar 3.14. Mikrometer Sylvac	50
Gambar 3.15. Diagram alir penelitian.....	51
Gambar 3.15. Diagram alir penelitian (lanjutan)	52
Gambar 3.16. Diagram alir pembuatan membran PES	53
Gambar 3.17. Media gelatinisasi dengan variasi NMP 0 %, 1%, 3%, 5%, 7%	55
Gambar 3.18. Kaca sebagai media <i>glass slide</i>	56
Gambar 3.19. Metode pembuatan membran	56
Gambar 3.20. Proses pengukuran ketebalan membran PES	57
Gambar 3.21. Desain structural mengadopsi <i>maze-shaped</i>	58
Gambar 3.22. Desain structural layer Gu	58
Gambar 3.23. Skema perakitan mikrofilter.....	58
Gambar 3.24. Pembuatan Larutan NaCl	59
Gambar 3.25. Skema tes difusi untuk menentukan koefisien difusi	61
Gambar 3.26. Skema tes difusi untuk menentukan <i>water flux</i>	62
Gambar 3.27. Mengatur <i>flow rate</i> pada <i>syringe pump</i>	63
Gambar 3.28. Panel tombol <i>syringe pump</i>	64
Gambar 3.29. Skema tes difusi untuk mencari koefisien difusi.....	64
Gambar 3.30. Skema tes difusi untuk mencari <i>water flux</i>	65

Gambar 3.31. Botol penyimpanan larutan terdifusi	66
Gambar 3.32. Botol penyimpanan larutan terdifusi (koefisien difusi).....	67
Gambar 3.33. Pengukuran konduktivitas menggunakan <i>conductivity meter</i>	67
Gambar 3.34. SEM JSM-7500F.....	68
Gambar 3.35. Diagram Alir Pengujian SEM JSM-7500F	69
Gambar 3.36. Skema Percobaan WCA	71
Gambar 4.1. Pengukuran ketebalan (mm) membran PES pada masing – masing media gelatinisasi.....	73
Gambar 4.2. Grafik hubungan pengaruh media gelatinisasi terhadap ketebalan membran PES	74
Gambar 4.3. Grafik hubungan media gelatinisasi terhadap <i>water flux</i> membran PES.....	77
Gambar 4.4. Grafik hubungan media gelatinisasi terhadap koefisien difusi membran PES	79
Gambar 4.5. Hasil SEM membran PES 7 (NMP 7%) bagian lapisan permukaan atas	82
Gambar 4.6. Hasil SEM membran PES 7 (NMP 7 %) bagian lapisan bawah	82
Gambar 4.7. Hasil SEM membran PES 0 (NMP 0%).....	84
Gambar 4.8. Hasil SEM membran PES 1 (NMP 1%).....	84
Gambar 4.9. Hasil SEM membran PES 3 (NMP 3%).....	85
Gambar 4.10. Hasil SEM membran PES 5 (NMP 5%).....	85
Gambar 4.11. Hasil SEM membran PES 7 (NMP 7%).....	86
Gambar 4.12. Pengamatan <i>Water Contact Angle</i> pada media gelatinisasi NMP 0 %	87
Gambar 4.13. Pengamatan <i>Water Contact Angle</i> pada media gelatinisasi NMP 1 %	88
Gambar 4.14. Pengamatan <i>Water Contact Angle</i> pada media gelatinisasi NMP 3 %	88

Gambar 4.15. Pengamatan <i>Water Contact Angle</i> pada media gelatinisasi NMP 5 %	89
Gambar 4.16. Pengamatan <i>Water Contact Angle</i> pada media gelatinisasi NMP 7 %	89
Gambar 4.17. Grafik pengukuran WCA membran PES	90

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penggolongan diameter pori dan batas berat molekul yang dapat dipisahkan oleh beberapa jenis membran.....	13
Tabel 2.2. Penggolongan nilai fluks dan tekanan pada masing fungsi membran .	13
Tabel 2.3. Karakteristik tiap –tiap modul	15
Tabel 2.4 Karakteristik membran ultrafiltrasi	16
Tabel 2.5. Material Membran	19
Tabel 2.6. Aplikasi PES.....	20
Tabel 2.7. Aplikasi Tipe PES Bubuk (<i>powder</i>).....	21
Tabel 2.8. Sifat –sifat fisika dan kimia PEG.....	23
Tabel 2. 9. Info produk DMAc.....	24
Tabel 2.10. Sifat Fisik DMAc	25
Tabel 2.11. Tabel 2.11. Rasio pencampuran dari PES/PEG/DMAc dan strukturnya	26
Tabel 2.12. Kondisi persiapan dan performa dari membran ultrafiltrasi asimetris	27
Tabel 2.13. Sifat fisika dan kimia air (H ₂ O).....	28
Tabel 2.14. Karakteristik fisik air pada temperatur tertentu	29
Tabel 2.15. Tabel 2.15. Sifat fisika dan kimia NMP.....	30
Tabel 2.16. Konsentrasi Urea, Na, K, Cl dalam defibrinated bovine blood dan dialisat	31
Tabel 2.17. Nilai elektrolit sebelum dan sesudah tes difusi pada membran PES .	32
Tabel 2.18. Teknik Analisa yang paling terkenal untuk karakterisasi kimia fisik membran.....	37
Tabel 2.19. Material membran polimerik dan energi permukaannya	39
Tabel 2.20. Hasil pengujian WCA	40

Tabel 2.21 Hasil pengujian WCA	40
Tabel 3.1. Spesifikasi ACIS MN Series	45
Tabel 3.2. Spesifikasi syringe pump SK-500II	48
Tabel 3.3. Spesifikasi ECTester 11 OAKTON	50
Tabel 3.4. Rasio pencampuran larutan membran dan strukturnya (dalam satuan % berat).....	54
Tabel 3.5. Rasio pencampuran NMP dan akuades sebagai media gelatinisasi.....	55
Tabel 3.6. Alat dan Bahan tes difusi	63
Tabel 4.1. Variasi konsentrasi media gelatinisasi	73
Tabel 4.2. Pengambilan data dan perhitungan water flux	78
Tabel 4.3. Data perhitungan untuk menentukan koefisien difusi.....	81

DAFTAR RUMUS ATAU PERSAMAAN

Persamaan 2.1. <i>Water Flux</i> (WF).....	33
Persamaan 2.2. Koefisien Difusi	34
Persamaan 3.1. <i>Water Flux</i> (WF).....	66
Persamaan 3.2. Koefisien Difusi	66

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

PES	= <i>Polyethersulfone</i>
PEG	= <i>Polyethylene glycol</i>
DMAc	= <i>N, N-Dimethylacetamide</i>
NMP	= <i>N-Methyl-2-pyrrolidone</i>
PDMS	= <i>Polydimethylsiloxane</i>
MW	= <i>Molecular Weight</i>
NaCl	= <i>Sodium Chloride</i>
PP	= <i>Polypropylene</i>
PE	= <i>Polyethylene</i>
PVDF	= <i>Polyvinylidene Fluoride</i>
PTFE	= <i>Polytetrafluoroethylene</i>
EM	= <i>Electron Microscopy</i>
SEM	= <i>Scanning Electron Microscope</i>
TEM	= <i>Transmission Electron Microscopy</i>
WCA	= <i>Water Contact Angle</i>
APD	= <i>Alat Pelindung Diri</i>
WAK	= <i>Wearable Artificial Kidney</i>
WF	= <i>Water Flux</i> (mL/m ² .jam.mmHg)
Q	= <i>Volume permeat</i> (mL)

- A = Luas area difusi membran (m^2)
- t = Waktu pengujian (jam)
- P = Tekanan pembuluh darah arteri (mmHg)
- D_c = *Diffusion coefficient* ($mm^2/detik$)
- Q = *Flow rate* dari larutan NaCl (mL/menit)
- H = Ketebalan membran (μm)
- A = Luas area difusi membran (mm^2)
- C_A = Konsentrasi awal larutan NaCl (μS)
- $C_{A'}$ = Konsentrasi akhir larutan NaCl yang terserap (μS)
- C_B = Konsentrasi awal larutan dialisat (μS)
- $C_{B'}$ = Konsentrasi akhir larutan dialisat yang terserap (μS)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.1. Pengambilan data tes difusi untuk mencari <i>water flux</i> (Pengujian ke-1).....	100
Lampiran 1.2. Pengambilan data tes difusi untuk mencari <i>water flux</i> (Pengujian ke-2).....	101
Lampiran 1.3. Pengambilan data tes difusi untuk mencari <i>water flux</i> (Pengujian ke-3).....	102
Lampiran 1.4. Hasil perolehan <i>water flux</i> (fluks air) dengan luas area difusi (A) 0,000192 m ² ; waktu pengujian 90 menit; dan tekanan 75 mmHg	103
Lampiran 1.5. Hasil perolehan diffusion coefficient (koefisien difusi) dengan laju aliran 0,3 mL/menit; luas area difusi (A) 192 mm ² ; dan larutan NaCl sebagai dialisat	104