

KESAN KEPEKATAN POLIMER TERHADAP PRESTASI MEMBRAN
ASIMETRIK PENURAS NANO MENGGUNAKAN
POLIETERSULFONA

NORHANA BINTI MOHAMED BAHARIN

FAKULTI SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI SAINS DAN TEKNOLOGI MALAYSIA

2005

LP
31
FST
21
2005

KESAN KEPEKATAN POLIMER TERHADAP PRESTASI MEMBRAN
ASIMETRIK PENURAS NANO MENGGUNAKAN POLIETERSULFONA

Oleh

Norhana binti Mohamed Baharin

Laporan Penyelidikan ini diserahkan untuk memenuhi
sebahagian keperluan bagi
Ijazah Sarjana Muda Teknologi (Alam Sekitar)

Jabatan Sains Kejuruteraan
Fakulti Sains dan Teknologi
KOLEJ UNIVERSITI SAINS DAN TEKNOLOGI MALAYSIA
2005

LP
22
F&T
5
2005

1100036914



**JABATAN SAINS KEJURUTERAAN
FAKULTI SAINS DAN TEKNOLOGI
KOLEJ UNIVERSITI SAINS DAN TEKNOLOGI MALAYSIA**

**PENGAKUAN DAN PENGESAHAN LAPORAN
PROJEK PENYELIDIKAN I DAN II**

Adalah ini diakui dan disahkan bahawa laporan penyelidikan bertajuk:

KESAN KEPEKATAN POLIMER TERHADAP PRESTASI MEMBRAN ASIMETRIK
PENURAS NANO MENGGUNAKAN POLIETERSULFONA.

Oleh Norhana binti Mohamed Baharin. No. Matrik UK 6581 telah diperiksa dan semua
pembetulan yang disarankan telah dilakukan. Laporan ini dikemukakan kepada
Jabatan Sains Kejuruteraan sebagai memenuhi sebahagian daripada keperluan
memperolehi Ijazah Sarjana Muda Teknologi (Alam Sekitar), Fakulti Sains dan
Teknologi, Kolej Universiti Sains dan Teknologi Malaysia.

Disahkan oleh:

Penyelia Utama

Nama: DR. NORA'AINI BINTI ALI
Pensyarah
Jabatan Sains Kejuruteraan
Fakulti Sains dan Teknologi
Kolej Universiti Sains dan Teknologi Malaysia
21030 Kuala Terengganu.

Tarikh: 20.4.05

Penyelia Kedua (jika ada)

Nama: ASMADI BIN ALI @ MAHMUD
Pensyarah
Jabatan Sains Kejuruteraan
Fakulti Sains dan Teknologi
Kolej Universiti Sains dan Teknologi Malaysia
21030 Kuala Terengganu.

Tarikh: 20.04.05

Ketua Jabatan Sains Kejuruteraan

Nama: PM.Ir Ahmad bin Jusoh

Cop Rasmi:

Tarikh: 20.4.05

PENGHARGAAN

Saya ingin merakamkan jutaan terima kasih kepada penyelia utama projek tahun akhir, Dr. Nora'aini binti Ali di atas bimbingan dan tunjuk ajar yang diberikan kepada saya sepanjang melakukan eksperimen dan menyiapkan penyelidikan tesis ini. Seterusnya ucapan terima kasih kepada En Asmadi Ali, selaku penyelia kedua projek tahun akhir dan En. Zul, selaku penyelia luar dalam memberikan pengetahuan dan tunjuk ajar dalam penghasilan membran.

Kerjasama daripada Cik Mazalina, Pn. Zulaikha dan En. Razman yang terlibat dan membantu di dalam penggunaan makmal dan penyediaan radas untuk melaksanakan penyelidikan dan lain-lain maklumat berkenaan penyelidikan yang dijalankan. Penghargaan seterusnya kepada En. Nasir dan En. Ghazali yang membantu dalam penyediaan sampel SEM dalam kajian ini.

Akhir sekali kepada keluarga yang memberikan sumbangan kewangan dan semangat serta semua rakan-rakan yang terlibat samada langsung atau tidak langsung memberikan maklumat yang berguna dan membantu eksperimen penyelidikan ini serta memberikan dorongan dan semangat dalam menyiapkan penyelidikan tesis ini.

JADUAL KANDUNGAN

	Halaman
MUKA SURAT JUDUL	
BORANG PENGESAHAN DAN KELULUSAN TESIS	ii
PENGHARGAAN	iii
JADUAL KANDUNGAN	iv
SENARAI JADUAL	vii
SENARAI RAJAH	viii
SENARAI SINGKATAN/SIMBOL	ix
SENARAI LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN DAN OBJEKTIF	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Pernyataan Masalah	4
1.3 Objektif Kajian	4
1.4 Skop Kajian	5
BAB 2 ULASAN BAHAN RUJUKAN	
2.1 Formula Larutan Pengacuan Membran	6
2.2 Kesan Kepekatan Polimer Terhadap Fluks Air Tulen	9

2.3	Kesan Kepekatan Polimer Keatas Struktur Membran	10
2.4	Perbandingan Kadar Fluks Terhadap Pemisahan Gas	11
2.5	Teori Mekanisma Pembentukan Liang Membran	12
2.6	Teori Penyingkiran Ion	13
2.7	Fenomena Polarisasi dan Penyumbatan Membran	16

BAB3 METODOLOGI

3.1	Larutan Pengacuan Membran Sistem Ternari	18
	3.1.1 <i>Polimer</i>	18
	3.1.2 <i>Bahan Pelarut</i>	19
	3.1.3 <i>Bahan Bukan Pelarut</i>	20
3.2	Prosedur Penyediaan Membran	20
	3.2.1 <i>Penyediaan Larutan Polimer</i>	20
	3.2.2 <i>Kaedah Penitratan Turbiditrik</i>	22
	3.2.3 <i>Penyediaan Larutan Pengacuan</i>	24
	3.2.4 <i>Prosedur Penyediaan Membran Plat</i>	26
3.3	Prosedur Pengujian Membran	30
	3.3.1 <i>Penyediaan Larutan NaCl</i>	30
	3.3.2 <i>Penyediaan Graf Lengkuk Penentukuran NaCl</i>	30
	3.3.3 <i>Ujian Ketelapan Air Tulen</i>	30
	3.3.4 <i>Pengujian Penyingkiran Larutan NaCl</i>	34
3.4	Pencirian Struktur Membran	36
	3.3.1 <i>Mikroskop Elektron Pengimbas</i>	36

BAB 4	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	
4.1	Kesan Kepekatan Polimer ke atas Kadar Fluks Air Tulen	38
4.2	Kesan Kepekatan Polimer ke atas Struktur Membran	41
4.3	Kesan Kepekatan Polimer Terhadap Penyingkiran NaCl	44
4.4	Kesan Polimer Terhadap Produktiviti Membran	46
BAB 5	KESIMPULAN DAN CADANGAN	
5.1	Kesimpulan	49
5.2	Cadangan	50
RUJUKAN		52
LAMPIRAN		
A	Carta Gantt	56
B	Pengiraan Jisim Bahan untuk Larutan Polimer	57
C	Pengukuran Takat Awan	58
D	Penyediaan Larutan Stok NaCl (0.01M)	61
E	Nilai Kebolehserapan Ionik	63
F	Data Ketelapan Air Tulen	64
G	Data Penyingkiran NaCl	66
VITAE		70

SENARAI JADUAL

No. Jadual		Halaman
3.1	Sifat-sifat NMP	19
3.2	Komposisi Larutan Polimer	21
3.3	Formula Larutan Pengacuan	24
4.1	Nilai Ketelapan Membran	39
4.2	Nilai Fluks Penyingkiran dan Peratus Penyingkiran NaCl	40

SENARAI RAJAH

No. Rajah		Halaman
1.1	Struktur Membran	2
2.1	Fasa Transisi Sistem Pembentukan Membran	12
2.2	Skematik Pembentukan Liang Membran	13
3.1	Struktur Polimer PES	19
3.2	Komposisi Larutan Ditimbang	21
3.3	Radas Penyediaan Penitratan Turbiditrik	22
3.4	Radas Penyediaan Larutan Polimer	24
3.5	Mesin Pengacuan Elektrik Semi-Automatik	26
3.6	Kaedah Mengukur Ketebalan Membran	27
3.7	Rendaman Pengentalan Menggunakan Air Tulen (H ₂ O)	28
3.8	Ringkasan Proses Penyediaan Membran	29
3.9	Graf Lengkok Penentukuran Larutan NaCl	31
3.10	Komposisi Alat Penuras Hujung Tertutup Sterlitech (P/N HP4750)	32
3.11	Mikroskop Elektron Pengimbas (SEM)	36
3.12	Mesin <i>auto-coater</i>	37
4.1	Graf Fluks Ketelapan Aitr Tulen melawan Tekanan	38
4.2	Keratan Rentas Membran Melalui SEM	42
4.3	Graf Penyingkiran NaCl melawan Tekanan	44
4.4	Graf Fluks Penyingkiran NaCl Terhadap Tekanan	47

SENARAI SINGKATAN/SIMBOL

Singkatan

AFM	Atomic Forced Microscope
CA	Selulos asetat
DMAc	N-N,dimetil asetamida
DMF	Dimetil-formadida
DMSO	Dimetil-sufoksida
DSPM	Model Liang Donnan Sterik
H ₂ O	Air tulen
NaCl	Natrium klorida
NMP	N-metil-2-pirolidona
PES	Polieter Sulfona
PSF	Polisulfona
SEM	Mikroskop elektron pengimbas

Simbol

C _b	Kepekatan muatan larutan (mol m ⁻³)
C _f	Kepekatan masukan (mol m ⁻³)
C _p	Kepekatan hasil terturan (mol m ⁻³)
C _r	Kepekatan hasil tidak terturas (mol m ⁻³)
D _∞	Penyerapan muatan (m ² s ⁻¹)
D ₊	Nilai kandungan kation (cm ² s ⁻¹)

Simbol

D-	Nilai kandungan anion (cm^2s^{-1})
F	Pekali <i>Faraday</i> (C/mol)
J	Fluks (m/s)
<i>k</i>	Pekali pemindah jisim
r	Radius sel pemutar (m)
R_{cp}	Rintangan polarisasi kepekatan
R_g	Rintangan pembentukan gel
R_p	Radius liang berkesan (m)
$R_{sebenar}$	Penyingkiran sebenar
T	Suhu (K)
ν	Kelikatan kinematik (m^2s^{-1})
x_d	Cas membran efektif (mol m^{-3})
Z_+	Nilai cas kation
Z_-	Nilai cas anion
ψ	Perbezaan potensi
ω	Kelajuan pemutar(rads^{-1})

SENARAI LAMPIRAN

Lampiran

- A Carta Gantt
- B Pengiraan Jisim Bahan Larutan Polimer
- C Pengukuran Takat Awan
- D Penyediaan Larutan Stok NaCl (0.01M)
- E Nilai Kebolehserapan Ionik
- F Data Ketelapan Air Tulen
- G Data Penyingkiran NaCl

ABSTRAK

Ramai penyelidik telah mengkaji teknologi membran untuk pemisahan cecair dan telah mengenalpasti bahawa kepekatan polimer memainkan peranan penting ke atas prestasi membran. Dalam kajian ini, empat formulasi dengan kepekatan polimer berbeza membran asimetrik penuras nano disediakan daripada komposisi polimer/pelarut/ bukan pelarut. Formulasi terdiri daripada polieter sulfona (PES)/ N-metil-2-pirolidona (NMP)/ air tulen (H_2O): 18/75/7 [PES18], 21/72/7 [PES21], 23/70/7 [PES23], 25/68/7 [PES25]. Lapisan nipis membran disediakan menggunakan teknik fasa basah kering dengan mesin pengacuan elektrik semi-automatik. Prestasi pemisahan cecair diukur menggunakan eksperimen ketelapan air tulen dan larutan garam. Struktur membran dianalisis menggunakan mikroskop elektron pengimbas (SEM). Keputusan eksperimen menunjukkan pekali ketelapan air tulen meningkat dengan peningkatan kepekatan polimer dalam larutan pengacuan membran. Dengan menggunakan tekanan operasi di antara 0-24 bar, membran PES25 menunjukkan penyingkiran ion Cl^- paling tinggi iaitu 42% dengan fluks sederhana, 0-5 m^3/m^2s . Sementara membran PES18 menunjukkan penyingkiran yang paling rendah iaitu 9% dengan fluks tinggi, 0-13 m^3/m^2s . Secara umumnya kebolehan penyingkiran terhadap ion Cl^- telah ditunjukkan dalam susunan berikut: PES25>PES21>PES23>PES25. Pengurangan kepekatan PES dalam larutan pengacuan mempamerkan struktur seperti span dengan pekali ketelapan yang tinggi. Sementara struktur seperti jari-jemari meningkat dengan kepekatan PES dengan memberikan penyingkiran NaCl yang tinggi. Secara keseluruhannya, peningkatan kepekatan polimer dalam larutan pengacuan akan meningkatkan prestasi dan struktur membran.

ABSTRACT

There are many researchers have been studied on membrane technology for liquid separation and they have been recognized that polymer concentrations play an important role on the membrane performance. In this study, four formulations with different polymer concentration of asymmetric nanofiltration membranes were prepared from polymer/solvent/non-solvent. The casting solution consisting of polyethersulfone (PES)/ N-methyl-2-pyrrolidone (NMP) /pure water (H₂O): 18/75/7 [PES18], 21/72/7 [PES21], 23/70/7 [PES23], 25/68/7 [PES25]. The membrane flat sheets were prepared using dry-wet phase inversion technique that cast on semi-automated electrical casting machine. The liquid separation performances were measured using pure water and salt permeation experiment. The membrane structures were analyzed using scanning electron microscopy (SEM). The experimental results show that the membrane permeability coefficients were increased with increase of polymer concentration in membrane casting solution. Using an operating pressure range 0-24 bars, membrane PES25 exhibits highest Cl⁻ ions rejection (42%) with moderate flux, 0-5m³/m²s. Meanwhile membrane PES18 has shown the lowest rejection (9%) with relatively highest flux, 0-13 m³/m²s. Generally, the rejection ability towards Cl⁻ ion was shown in following manner: PES25>PES23>PES21>PES18. A reduction of PES concentration in casting solution promotes sponge-like structure that exhibits high permeability coefficient. While finger-like structure increased with increase of PES concentration that exhibits high rejection of NaCl. Obviously, the increasing polymer concentration in casting solution would increase the membrane performance and their structure.