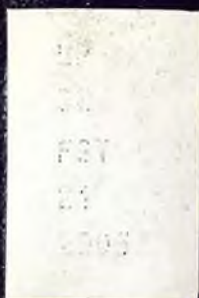


PENGARUH MASA TAHANAN DAYA PEROLAKAN KE ATAS  
PRESTASI PEMISAHAN DAN STRUKTUR MEMBRAN

NORHIDAYAH BINTI ABDULL

FAKULTI SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITI SAINS DAN TEKNOLOGI MALAYSIA

2005





PENGARUH MASA TAHANAN DAYA PEROLAKAN KE ATAS PRESTASI  
PEMISAHAN DAN STRUKTUR MEMBRAN

Oleh  
Norhidayah binti Abdull

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

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

1100036915



PENGAKUAN DAN PENGESAHAN LAPORAN  
PROJEK PENYELIDIKAN I DAN II

Adalah ini diakui dan disahkan bahawa laporan penyelidikan bertajuk:  
PENGARUH MASA TAHANAN DAYA PEROLAKAN KE ATAS PRESTASI  
PEMISAHAN DAN STRUKTUR MEMBRAN oleh Norhidayah binti Abdull. No.  
Matrik UK 6477 telah diperiksa dan semua pembetulan yang disarankan telah  
dilakukan. Laporan ini dikemukakan kepada Jabatan Sains Kejuruteraan sebagai  
memenuhi sebahagian daripada keperluan memperoleh Ijazah SARJANA MUDA  
TEKNOLOGI (ALAM SEKITAR), Fakulti Sains dan Teknologi, Kolej Universiti  
Sains dan Teknologi Malaysia.

Disahkan oleh:

Penyelia Utama

Nama: Dr. Nora'aini bt Ali

Cop Rasmi:

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

Tarikh: 25.4.05

Penyelia Kedua (jika ada)

Nama: En Asmadi bin Ali

Cop Rasmi:

ASMADI BIN ALI @ MAHMUD  
*Penyelia*

Tarikh: 22.4.05

Ketua Jabatan Sains Kejuruteraan

Nama: PM.Ir Ahmad bin Jusoh

Cop Rasmi:

Tarikh: 23.04.05

## PENGHARGAAN

Bismillahirrahmanirrahim dan syukur Alhamdulillah saya panjatkan ke hadrat Illahi kerana dengan keizinan-Nya berjaya saya menyiapkan Projek Ilmiah Tahun Akhir (PITA) ini. Ucapan terima kasih ditujukan kepada Dr. Nora'aini bt Hj Ali, selaku penyelia pertama dan En. Asmadi b. Ali selaku penyelia kedua di atas segala tunjuk ajar yang diberikan sepanjang penyelidikan ini dijalankan. Sekalung penghargaan khas untuk En. Zul yang tidak jemu memberi pengetahuan yang sangat berguna kepada saya. Jutaan terima kasih kepada Cik Mazalina, En. Razman, En. Razali, En. Mahmood dan En. Nasir di atas kerjasama yang diberikan terutamanya di dalam kerja-kerja teknikal dan pengurusan makmal.

Di kesempatan yang ada ini, saya merakamkan sejuta penghargaan kepada Ayahanda Abdull bin Said, Bonda Zamaliah bt Daud, Kekanda Nor Zaliza dan Adinda Nor Asyikin di atas dorongan yang mereka curahkan sepanjang saya menjalankan PITA. Ribuan ucapan terima kasih saya hadiahkan kepada Muhammad Aryf bin Yusuf kerana banyak memberi bantuan dan dorongan sepanjang perjalanan projek penyelidikan ini. Akhir kata, saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada Wan Rohana binti Zakaria dan rakan-rakan seperjuangan kerana sering memberi bimbingan dan menyumbangkan buah fikiran.

## JADUAL KANDUNGAN

	<b>Halaman</b>
MUKA SURAT JUDUL	i
BORANG PENGESAHAN DAN KELULUSANTESIS	ii
PENGHARGAAN	iii
JADUAL KANDUNGAN	iv
SENARAI JADUAL	viii
SENARAI RAJAH	ix
SENARAI SINGKATAN DAN SIMBOL	xi
SENARAI LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
<b>BAB 1      PENDAHULUAN</b>	
1.1    Sejarah Perkembangan Membran	1
1.2    Definisi Membran	3
1.3    Klasifikasi Membran	3
1.4    Membran Penuras Nano	3
1.5    Konsep Membran	4
1.6    Struktur Membran	5
1.7    Pernyataan Masalah	7
1.8    Objektif Kajian	8

1.9	Skop Kajian	8
<b>BAB 2</b>		
<b>ULASAN BAHAN RUJUKAN</b>		
2.1	Definisi Membran	10
2.2	Membran Penuras Nano	11
2.3	Aplikasi Membran	12
2.4	Komponen Bahan Binaan Membran	12
	2.4.1 Polietersulfon	13
	2.4.2 N-Metil-2-pirrolidon	13
	2.4.3 Poli (vinil pyrrolidone)	14
2.5	Klasifikasi Membran	14
	2.5.1 Pengklasifikasian Berdasarkan Mekanisma Pemisahan	15
	2.5.2 Pengklasifikasian Berdasarkan Struktur Membran	16
2.6	Membran Lapisan Ultra Nipis	17
2.7	Fasa Pembalikan	18
2.8	Kawalan Parameter Pembinaan Membran	20
	2.8.1 Kepekatan Polimer	21
	2.8.2 Nisbah Bahan Pelarut	22
	2.8.3 Kadar Pericikan	23
	2.8.4 Masa Tahanan Daya Perolakan	23
2.9	Struktur Membran	27
2.10	Latar Belakang Teori Penyingkiran	28
2.11	Pengimbas Elektron Mikroskopik	29

## **BAB 3**

### **METODOLOGI**

3.1	Bahan-bahan	31
3.1.1	Polietersulfon	32
3.1.2	N-Metil-2-pirrolidon	33
3.1.3	Poli(vinil pirrolidon)	34
3.2	Formulasi Larutan Membran	35
3.3	Penghasilan Larutan Membran	35
3.4	Kaedah Pengacuan Larutan Membran	37
3.5	Penyediaan Larutan Garam (NaCl) 0.01M	42
3.6	Pencirian Membran	43
3.6.1	Ujian kebolehtelapan membran	43
3.6.2	Pengukuran Prestasi Penyingkiran)	
	Air Garam (NaCl)	47
3.6.3	Kepekatan Pengutuban	49
3.7	Pengimbas Elektron Mikroskopik	
	(Scanning Electron Microscopy - SEM)	53

## **BAB 4**

### **KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN**

4.1	Mekanisma Pembentukan Lapisan Permukaan	
	Membran	57
4.2	Pengukuran Fluks Air Tulen	58
4.2.1	Pekali Kebolehtelapan	58
4.2.2	Nisbah Antara Pekali Kebolehtelapan	62
4.3	Pengukuran Penyingkiran Larutan NaCl 0.01M	63
4.4	Analisis Struktur Menggunakan SEM	66
4.5	Prestasi Membran Yang Terbaik	73

4.6	Perbandingan Terhadap Membran Komersial	76
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>	
5.1	Kesimpulan	78
5.2	Cadangan	80
<b>RUJUKAN</b>		<b>81</b>
<b>LAMPIRAN</b>		<b>86</b>
<b>VITAE</b>		<b>99</b>



## SENARAI JADUAL

No. Jadual		Halaman
2.1	Ringkasan mengenai membran penuras nano (NF)	12
3.1	Sifat-sifat dan nilai-nilai tertentu bagi N-Metil-2-pirrolidon	33
3.2	Ringkasan maklumat formulasi dan keadaan pemprosesan untuk membran asimetrik kepingan rata	42
3.3	Data fizikal ion Na <sup>+</sup> dan Cl <sup>-</sup>	52
4.1	Ringkasan kod membran yang dikaji	57
4.2	Jadual pekali kebolehtelapan membran pada empat jenis membran yang berbeza masa tahanan daya perolakan	60
4.3	Jadual peratus perbezaan di antara pekali kebolehtelapan pada empat jenis membran yang berbeza masa tahanan daya perolakan	62
4.4	Pekali kebolehtelapan dan peratus perbezaan antara pekali kebolehtelapan	69
4.5	Penyingkiran ion klorida untuk empat jenis membran yang dikaji	71
4.6	Pekali kebolehtelapan, fluks air garam dan nisbah antara penyingkiran sebenar air garam.	74

## SENARAI RAJAH

No. Rajah		Halaman
1.1	Julat pemisahan membran dengan berdasarkan saiz molekul bahan	4
1.2	Proses pemisahan dua fasa oleh membran	5
1.3	Diagram skematik membran asimetrik	6
2.1	Contoh keratan rentas struktur membran yang ditunjukkan oleh SEM dalam dikaji yang dijalankan oleh Young et al. (1999).	28
3.1	Struktur molekul poliethersulfon (PES)	32
3.2	Struktur molekul N-Metil-2-pirrolidon (NMP)	34
3.3	Struktur molekul poli (vinilpirolidon)	34
3.4	Radas yang digunakan untuk kaedah penyediaan larutan membran	36
3.5	Botol-botol khas yang digunakan untuk menyimpan larutan membran.	37
3.6	Mesin pengacuan semi membran	38
3.7	Membran direndamkan di dalam medium pengentalan pertama.	39
3.8	Bekas yang digunakan untuk merendam kepingan membran di dalam metanol	39
3.9	Proses pengeringan kepingan membran	40
3.10	Teknik daya perolakan ketika proses fabrikasi membran	41

<b>No. Rajah</b>	<b>Halaman</b>
3.11 Sel Hujung Tertutup Sterlitech HP 4750	44
3.12 Keseluruhan radas yang diperlukan untuk ujian kebolehtelapan membran	44
3.13 Diagram skematik sel ujian tertutup model Sterlitech HP 4750	45
3.14 Komponen-komponen sel ujian tertutup model Sterlitech HP 4750	46
3.15 Graf penentu ukur kepekatan air garam	48
3.16 Fenomena kepekatan pengutuban	49
3.17 Rajah proses pengguntingan spesimen membran kepada dimensi yang lebih kecil.	53
3.18 Alat <i>auto coater</i> (model JFC 1600) digunakan untuk menyalut spesimen dengan emas	54
3.19 Pengimbas elektron mikroskopik (Scanning electron microscopy)	54
3.20 Ringkasan keseluruhan projek penyelidikan	55
4.1 Fluks air tulen pada empat jenis membran yang berbeza pada masa tahanan daya perolakan.	59
4.2 Graf fluks melawan tekanan.	60
4.3 Fluks air garam melawan operasi	64
4.4 Peratus penyingkiran air garam melawan tekanan operasi	64
4.5 Struktur membran yang dipaparkan oleh SEM	67
4.6 Histogram pekali kebolehtelapan membran untuk empat jenis membran yang dikaji	74

4.7	Graf fluks dan peratus penyingkiran membran melawan masa tahanan daya perolakan yang dikaji	75
-----	--	----



## SENARAI LAMPIRAN

### Lampiran

- A Carta Gannt
- B Rajah skematik proses perendaman pemendakan fasa pembalikan.
- C Kaedah pencairan larutan stok natrium klorida.
- D Data Fizikal Ion-Ion Yang Digunakan Di Dalam Kajian.
- E Keputusan ujian kebolehtelapan fluks air tulen
- F Kombinasi keputusan fluks air tulen untuk setiap membran
- G Keseluruhan keputusan penyingkiran larutan sodium klorida 0.01M
- H Peratus penyingkiran air garam melawan tekanan
- I Fluks air garam melawan tekanan

## ABSTRAK

Membran penuras nano (NF) telah digunakan secara meluas dalam aplikasi industri. Namun pelbagai kajian masih dijalankan untuk mempertingkatkan prestasi membran. Prestasi membran ini dipengaruhi oleh parameter-parameter dominan seperti kepekatan polimer, nisbah pelarut, kadar ricihan dan masa tahanan daya perolakan (MTDP). Maka objektif kajian yang dijalankan memfokuskan pengaruh masa tahanan daya tolakan ke atas struktur, sifat-sifat membran dan prestasi membran sebagai medium pemisahan. Formulasi membran yang difabrikasi adalah PES (polietersulfon) 18% (w/w), NMP (N-Metil-2-pirrolidon) 77% (w/w) dan PVP K 30 (Poli (vinil pirrolidon) K 30) 5% (w/w). Membran dihasilkan melalui fasa pembalikan kering/basah dengan menggunakan mesin pengacuan elektrik pada kadar ricihan 80 saat<sup>-1</sup>. Tempoh masa tahanan daya perolakan yang dikaji adalah 5 saat, 10 saat, 15 saat dan 20 saat. Tekanan operasi membran adalah 4 sehingga 14 bar. Kemudian, pencirian prestasi membran diukur melalui ujian kebolehtelapan air tulen, penyingkiran larutan natrium klorida 0.01M dan analisis struktur menggunakan Pengimbas elektron mikroskopik (SEM). Pekali kebolehtelapan membran yang diperolehi adalah 1.551, 1.077, 0.8828 dan 0.6524 [ $\times 10^{-11} \Delta P$ ] m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.saat.Pa. Julat ini menunjukkan pekali kebolehtelapan membran yang difabrikasi berada di dalam julat membran NF. Berdasarkan keputusan yang diperolehi, fluks air tulen untuk MTDP 5, MTDP 10, MTDP 15 dan MTDP 20 berada di antara julat 0 – 2.445, 0 – 1.812, 0 – 1.496 dan 0 – 1.0976 (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.s). Seterusnya peratusan penyingkiran larutan natrium klorida 0.01M untuk setiap membran adalah MTDP 5; 15 % - 28 %, MTDP 10; 17 % - 37 %, MTDP 15; 24 % - 41 % and MTDP 20; 25 % - 44 %. Manakala fluks yang diperolehi dari kajian adalah 10.76 – 17.00, 9.28 – 14.72, 5.2 – 10.97 dan 3.85 – 9.16 [ $\times 10^{-6}$ ] (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.s). MTDP yang lebih panjang menyumbangkan kepada peningkatan peratus penyingkiran dan penurunan fluks sehingga tahap MTDP optimum dicapai. Keputusan yang diperolehi menunjukkan membran yang difabrikasi berpotensi sebagai membran NF berprestasi tinggi. MTDP yang optimum adalah sekitar 10.5 saat dengan fluks yang sederhana dan peratus penyingkiran agak tinggi.