

**KAJIAN PENGARUH CIRI-CIRI MEMBRAN PENURAS NANO
KE ATAS PRESTASI DAN KOS SISTEM PEMISAHAN**

NORA'AINI BINTI ALI

**TESIS YANG DIKEMUKAKAN UNTUK MEMPEROLEH IJAZAH
DOKTOR FALSAFAH**

**FAKULTI KEJURUTERAAN
UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA
BANGI**

2003

1100042645

PENGHARGAAN

Pertama sekali, ucapan syukur Alhamdulillah ditujukan ke hadhrat Allah s.w.t. di atas keizinanNya dan kekuatan yang diberikan kepada saya sehingga tesis Ph.D ini dapat disiapkan. Semoga apa yang telah saya usahakan dan kerjakan di sepanjang kajian ini diberkati dan diredhai Allah s.w.t. Dan juga, semoga setitik ilmu Allah s.w.t yang diperolehi di sepanjang kajian PhD ini dapat dimanfaatkan oleh umat sejagat pada masa-masa akan datang.

Setinggi-tinggi penghargaan diucapkan kepada ibu tersayang, ma, Hjh. Maimun Hj. Baharuddin dan suami tercinta, Mohamad Ros Kidam, yang banyak memberi dorongan dan pertolongan, baik dari segi psikologi dan fizikal, di sepanjang tempoh pengajian ini. Begitu juga dengan pengorbanan serta sifat saling memahami yang diberi oleh kalian dengan mengambil alih tugas rumahtanggaku. Tidak lupa juga sokongan moral yang berikan oleh arwah abah, yang telah kembali ke rahmatullah pada 11 April, 2002 yang lalu, sebelum sempat merasai kejayaan anak sulungnya. Dan kepada keempat-empat putera dan puteriku, Fatin Nur Aliya, Faez Luqman, Fahmie Luqman dan Fareez Arief Luqman, terima kasih di atas pengertian dan kerjasama kalian di sepanjang pengajian mama. Begitu juga kepada Kak Long serta adik-adik ku Syam, Anim, Eda, Ya, dan Din yang telah banyak membantu ketika diriku memerlukan bantuan. Penghargaan turut diajukan kepada Siti Hanum, Che' Li, Che'Ya dan Fazie yang sentiasa sudi membantu ketika diperlukan.

Tidak ketinggalan juga, saya ingin mengucapkan terimakasih kepada penyelia utama, Prof. Madya Ir. Dr. Abdul Wahab Mohammad yang begitu banyak memberi sumbangan idea dan pertolongan serta sifat bertimbangrasa dan bertolak ansur beliau di dalam apa jua keadaan. Penghargaan turut dirakamkan kepada penyelia-penyelia bersama iaitu Prof. Dr. Rakmi Abdul Rahman dan Dr. Mohd. Sabri Takriff, yang sama-sama terlibat dalam menjayakan projek ini. Kesemua idea dan tunjukajar serta bimbingan yang diberikan amat berguna sekali di sepanjang kajian dan juga penulisan tesis ini.

Penghargaan juga turut diungkapkan kepada semua kakitangan makmal Jabatan Kejuruteraan Kimia dan Proses terutamanya Puan Noraini, Encik Baharim, Cik Zainon, Puan Hasni, Puan Hanis, Puan Nor Azimah, Encik Rahim, Encik Johari dan lain-lain. Tidak ketinggalan penghargaan dan ucapan terimakasih kepada rakan-rakan seperjuangan, Mazrul, Nelly, Umi, Pak Zulfikar, Ros, Riza Fizah, Fidah, Nani, Fizah, Syarifah dan lain-lain yang turut memberi sokongan moral dan idea serta kesudian kalian berkongsi suka duka di sepanjang tempoh pengajian ini. Penghargaan turut diajukan kepada Puan Mastura dan Puan Norliza, bantuan kalian tidak akan ku lupakan.

Akhir sekali, setinggi-tinggi ucapan terimakasih kepada pihak KUSTEM dan JPA kerana telah sudi menaja program pengajian ini sepenuhnya. Kejayaan yang diperolehi dari kajian ini adalah untuk semua mereka yang terlibat. Sekian, terima kasih.

ABSTRAK

Walaupun aplikasi membran penuras nano semakin berkembang pesat, pengetahuan tentang pengaruh parameter struktur terhadap prestasi pemisahan masih di peringkat kajian. Objektif utama kajian ini ialah untuk memahami dengan lebih mendalam ciri-ciri dan pelakuan membran penuras nano, serta menyelidik kesan-kesan parameter strukturnya terhadap prestasi sistem pemisahan membran dan kos proses pemisahan. Kajian yang dijalankan terbahagi kepada tiga bahagian utama iaitu kajian pencirian secara teoretikal, pencirian membran dengan menggunakan data tolakan larutan tidak bercas dan bercas, dan analisis aspek ekonomik terhadap parameter struktur. Tiga jenis membran kepingan nipis yang mempunyai nilai sekatan berat molekul (NSBM) yang berbeza (200, 500 dan 2000), tetapi diperbuat daripada bahan yang sama dan dihasilkan oleh pengeluar yang sama digunakan untuk meminimumkan kesan interaksi dan penjerapan ion oleh bahan binaan. Kajian secara teoretikal dibuat berasaskan kepada model liang Donnan-sterik (DSPM) untuk melihat kesan sterik (λ) dan Donnan (ζ) terhadap prestasi tolakan ion. Bagi kes sistem pemisahan membran yang mempunyai nilai λ menghampiri 1 (λ besar iaitu $r_s \approx r_p$), kesan halangan sterik adalah boleh diabaikan tanpa mengira membran tersebut mempunyai kapasiti cas berkesan yang tinggi atau pun rendah. Manakala bagi sistem membran yang mempunyai nilai λ menghampiri 0 (λ rendah iaitu $r_s < r_p$), kedua-dua kesan sterik dan Donnan memainkan peranan dalam menentukan prestasi tolakan ion. Sumbangan faktor Donnan tersebut semakin meningkat dengan peningkatan nilai ζ . Kajian pencirian membran menggunakan data tolakan bahan larut tidak bercas dan larutan garam dijalankan melalui tiga pendekatan yang berbeza iaitu kaedah pencirian anggaran, pencirian menggunakan data tolakan terhad dan pencirian menggunakan data tolakan penuh. Nilai-nilai parameter struktur yang diperolehi daripada ketiga-tiga kaedah adalah di dalam julat 20%. Hasil kajian pencirian turut menunjukkan bahawa ciri-ciri membran yang dikaji tidak mengikut jujukan yang dijangkakan berasaskan kepada peningkatan NSBM yang diberikan. Perbezaan kebolehtelapan setiap sampel bagi setiap jenis membran sehingga 30% mungkin mempengaruhi keputusan pencirian di atas. Ini menunjukkan bahawa wujudnya spektrum taburan saiz liang yang lebar di dalam sampel membran. Pemerhatian ini disokong oleh keputusan pencirian menggunakan Mikroskopik Daya Atom (AFM). Keputusan kebolehtelapan ke atas pelbagai larutan garam adalah bertepatan dengan keputusan kajian teoretikal. Akhirnya, satu tatacara penentuan ciri-ciri membran yang sesuai untuk sesuatu aplikasi bagi sistem pemisahan larutan garam 1:1 dan 1:2 telah berjaya dibangunkan. Oleh itu, seseorang pengguna dapat mengenalpasti julat ciri-ciri membran yang diperlukan selaras dengan kehendak aplikasi. Kajian analisis ekonomik pula mendapati bahawa hanya faktor jejari liang, r_p menentukan kos sistem pemisahan membran. Lebih longgar struktur sesuatu membran, maka lebih kecil kos sistem pemisahan yang diperlukan. Kajian kes bagi pemisahan larutan natrium sulfat menunjukkan berlaku penjimatan kos total sehingga 30% apabila menggunakan membran berjejari liang yang lebih besar. Selain itu, analisis ekonomik menggunakan model Verberne dapat menentukan tekanan operasi optimum, yang memberikan kos sistem pemisahan yang minimum.