

**BEHAVIORS OF NON-NEWTONIAN FLOW  
MECHANISM THROUGH HOLLOW TUBE  
SPINNERET FOR HOLLOW FIBER  
MEMBRANE SPINNING PROCESS**

**(TINGKAH LAKU MEKANISME ALIRAN  
BUKAN-NEWTONIAN MELALUI HOLLOW  
TUBE SPINNERET UNTUK PROSES  
PEMBUATAN MEMBRAN GENTIAN  
GERONGGANG)**

**MOHD SUFFIAN et al.**

**PPROJECT CODE: FRG0219-TK-1/2010**

**SCHOOL OF ENGINEERING AND  
INFORMATION TECHNOLOGY**

**UNIVERSITY MALAYSIA SABAH**

**2013**



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## ABSTRACT

The objective of this research is to study the behaviour of Non-newtonian flow for hollow fiber membrane spinning process. Inorganic membrane was chosen as the hollow fiber membrane material to be developed as it has certain advantage compared to organic hollow fiber membrane. Kaolin was selected as the primary material while PolyetherSulfone (PESf) was used as the binder agent, NMP was used as solvent in its original form. To decouple the effect of other spinning factors and isolate only to viscosity and spinneret dimension, the spinning was done using dry/wet spinning process without take-up mechanism. Then, the hollow fiber membrane underwent sintering process to remove the PESf binder from the ceramic structure. Scanning electron microscopy (SEM) method was used to characterize the hollow fiber membrane structure. While spinning the hollow fiber membrane, kaolin suspension was extruded in a complicated channel within a tube-orifice spinneret. The suspension will subject to shear stress which may influence the fiber's formation, morphology and separation performance due to chain entanglement. Thus, CFD study was conducted to simulate flow behavior in the spinneret and correlated with morphology of hollow fiber membrane. In this study, we found that the addition of kaolin onto PESf solution enhance the non-newtonian behavior and crossly resemble the pseudo-plastic flow. Simulation data also shows that there is a high correlation between fluid stability and hollow fiber morphology. A much stable flow was observed at longer retention time in the spinneret annulus and the hollow fiber yields better structural integrity. Improvement made on spinneret design yields better concentricity structure on the hollow fiber as well.



## ABSTRAK

Objektif kajian ini ialah untuk mengkaji kelakuan aliran Bukan-newtonian untuk proses pembuatan serat berongga membran. Membran tak organik telah dipilih sebagai bahan membran gentian geronggang untuk dibangunkan kerana ia mempunyai kelebihan tertentu berbanding membran organik. Kaolin telah dipilih sebagai bahan utama manakala polietersulfon (PESf) telah digunakan sebagai agen pengikat, NMP telah digunakan sebagai pelarut dalam bentuk asalnya. Untuk tidak bergandingan kesan faktor-faktor lain proses pembuatan dan mengasingkan hanya untuk kelikatan dan dimensi spinneret, proses pembuatan itu dilakukan menggunakan proses berputar kering / basah tanpa mekanisme tarikan. Kemudian, membran gentian geronggang menjalani proses pensinteran untuk membuang pengikat PESf dari struktur seramik. Kaedah mesin pengimbas mikroskopi elektron (SEM) telah digunakan untuk mencirikan struktur membran gentian geronggang. Ketika proses pembuatan membran gentian geronggang, larutan kaolin disemperitkan dalam saluran rumit dalam spinneret tiub orifis. Larutan itu akan tertakluk kepada tegasan ricih yang boleh mempengaruhi pembentukan, morfologi dan perpisahan prestasi serat akibat rantaian kimia. Oleh itu, kajian CFD telah dijalankan untuk mensimulasikan aliran tingkah laku dalam spinneret dan dikaitkan dengan morfologi membran gentian geronggang. Dalam kajian ini, kami mendapati bahawa penambahan kaolin ke larutan PESf meningkatkan tingkah laku Bukan-newtonian dan lebih kepada persamaan aliran pseudo-plastik. Data simulasi juga menunjukkan bahawa terdapat korelasi yang tinggi antara kestabilan cecair dan morfologi membrane serat berongga. Daripada pemerhatian, aliran stabil yang didapati pada anulus spinneret yang panjang mempunyai serat berongga dengan integriti struktur yang lebih baik. Peningkatan reka bentuk spinneret juga menghasilkan struktur konsentrik yang lebih baik ke atas membrane gentian berongga.

