



Nama : Sri Handayani
Tempat & tanggal lahir : Bandung / 15 Oktober 1965
Jenis kelamin : Perempuan
Kebangsaan : Indonesia

Pendidikan Formal

1. Sarjana Teknik, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi industri, Institut Teknologi Indonesia, (1991)
2. Magister Teknik, Program Studi teknik Kimia, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Bandung, (1998)

Pekerjaan

1992 – sekarang : Staf Pengajar Program Studi Teknik Kimia, FTI, Institut Teknologi Indonesia

Hasil Publikasi

A. Jurnal Internasional

1. Sri Handayani, Eniya Listiani Dewi, Widodo W. Purwanto, Roekmijati W. Soemantojo. 2008. Proton Transport Properties at High Temperature of Modified Sulfonated Polyether-ether Ketone Membrane for Direct Methanol Fuel Cells Application. *Journal of Chemical Engineering of Japan*, (Submitted)
2. Sri Handayani, Eniya Listiani Dewi, S Hartanto, Widodo W. Purwanto, Roekmijati W. Soemantojo. 2007. Increasing Ionic Conductivity by Moisture Absorbing Nanoparticle on Modified Sulfonated Polyether-ether Ketone Membrane for Direct Methanol Fuel Cells. *Journal Institute for Science and Technology Studies (ISTECS)*, (X): 79-89.

B. Jurnal Nasional

1. Sri Handayani, Eniya Listiani Dewi , Widodo W. Purwanto, Roekmijati W. Soemantojo. Membran Komposit Polieter-eter Keton Tersulfonasi/Zeolit untuk aplikasi Sel Bahan Bakar Metanol Langsung. *Indoneisa Journal of Material Science*, (8) No. 4:52-56.
2. Sri Handayani, Eniya Listiani Dewi , Widodo W. Purwanto, Roekmijati W. Soemantojo. 2007. Pengaruh Aditif terhadap Karakteristik Membran Elektrolit Polieter-eter keton tersulfonasi untuk aplikasi sel bahan bakar metanol langsung. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, (Vol. 6) No.1: 563–570.
3. Sri Handayani, Eniya Listiani Dewi , Widodo W. Purwanto, Roekmijati W. Soemantojo. 2007. Preparasi Membran Elektrolit berbasis Poliaromatik untuk Aplikasi Sel Bahan Bakar Metanol Langsung Suhu Tinggi. *Indoneisa Journal of Material Science*, (Vol. 8) No. 3: 192-197.
4. Sri Handayani, Eniya Listiani Dewi , Widodo W. Purwanto, Roekmijati W. Soemantojo. 2007. Blending Polisulfon dengan Polieter-eter Keton Tersulfonasi untuk Sel Bahan Bakar Metanol Langsung. *Jurnal Teknologi*, (XXI) No.2: 158-164.
5. Sri Handayani, Eniya Listiani Dewi , Widodo W. Purwanto, Roekmijati W. Soemantojo. 2007. Sintesis dan Karakterisasi Membran Elektrolit Polieter-eter Keton Tersulfonasi. *Indoneisa Journal of Material Science*, (Vol. 8), No. 2: 129-133.

C. Seminar Internasional

1. Sri Handayani, Eniya Listiani Dewi , Widodo W. Purwanto, Roekmijati W. Soemantojo. 2007. Influence of silica/sulfonated Polyether-ether Ketone as Polymer Electrolyte Membrane for High Temperature Direct Methanol Fuel

Cells. *Prosiding Regional Symposium Chemical Engineering*. Jurusan Teknik Kimia - Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

2. Sri Handayani, Eniya Listiani Dewi , Widodo W. Purwanto, Roekmijati W. Soemantojo. 2006. Organic/Inorganic Composite Membrane for Application in Direct Methanol Fuel Cells. *The 1st International Conference on Advanced Material and Practical Nanotechnology*, (62). Serpong.

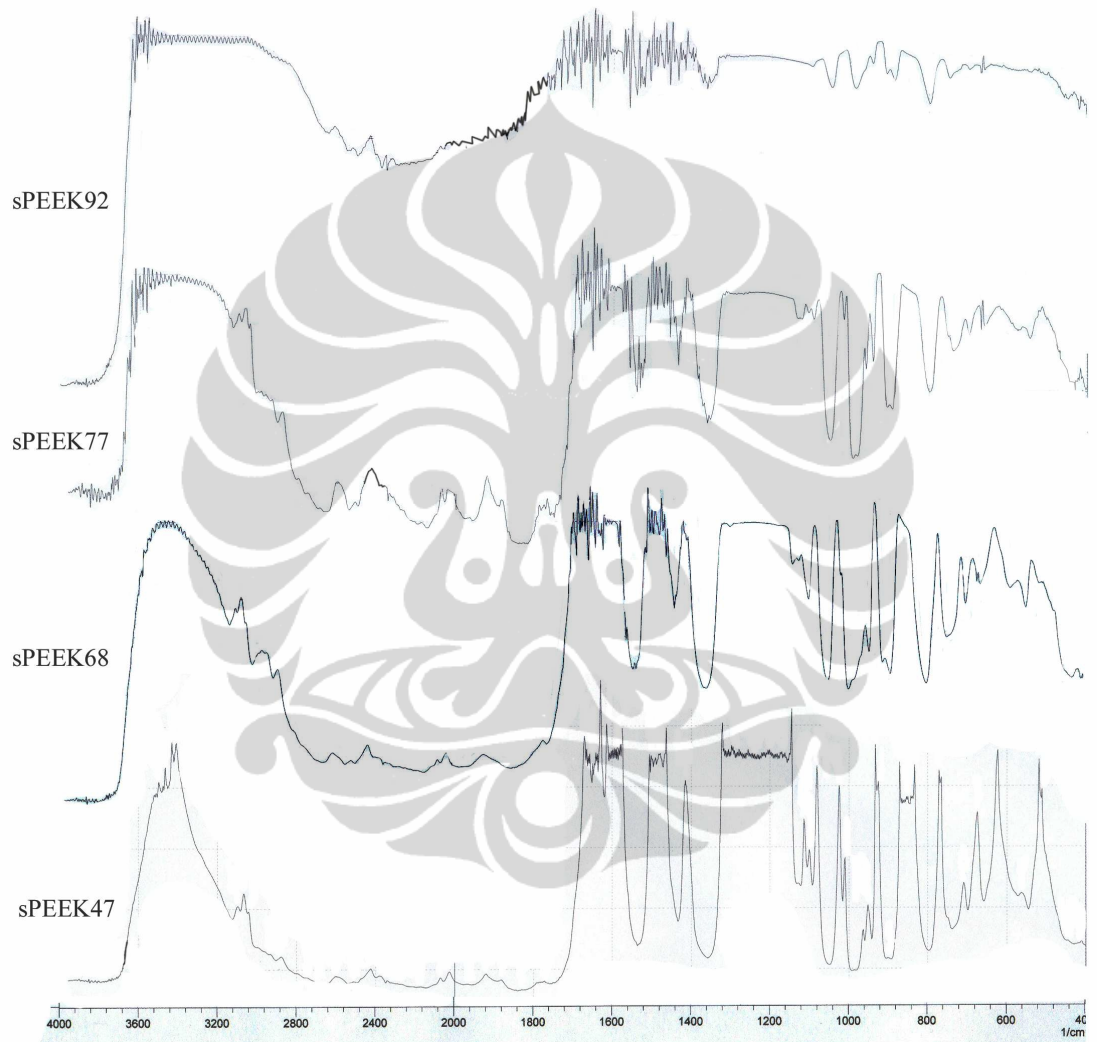
D. Seminar Nasional

1. Sri Handayani, Eniya Listiani Dewi , Widodo W. Purwanto, Roekmijati W. Soemantojo. 2006. Karakterisasi Polimer Blend Polieter-eter Keton Tersulfonasi dengan Polisulfon untuk Sel Bahan Bakar Metanol Langsung. *Prosiding Simposium Nasional Polimer VI – Himpunan Polimer Indonesia*, (105-110) Serpong.
2. Sri Handayani, Eniya Listiani Dewi , Widodo W. Purwanto, Roekmijati W. Soemantojo. 2006. Sulfonasi Polyether-ether Ketone Untuk Membran Elektrolit. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia*, (PMBM 14, 1-6) Palembang.

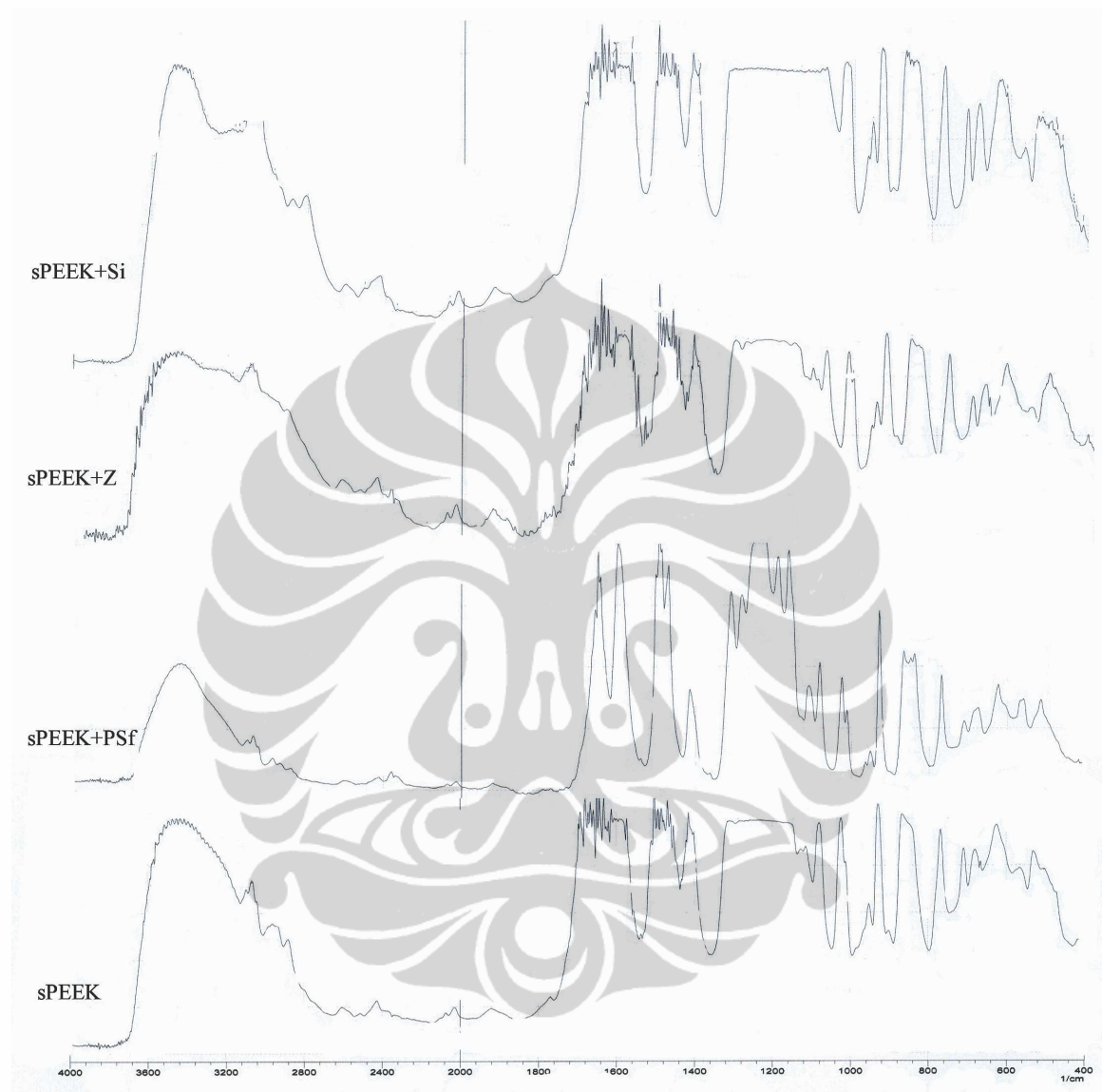


LAMPIRAN 1. ANALISA FTIR

1. Spektrum Infra Merah Membran sPEEK untuk DS 47%, 68%, 77% dan 92%

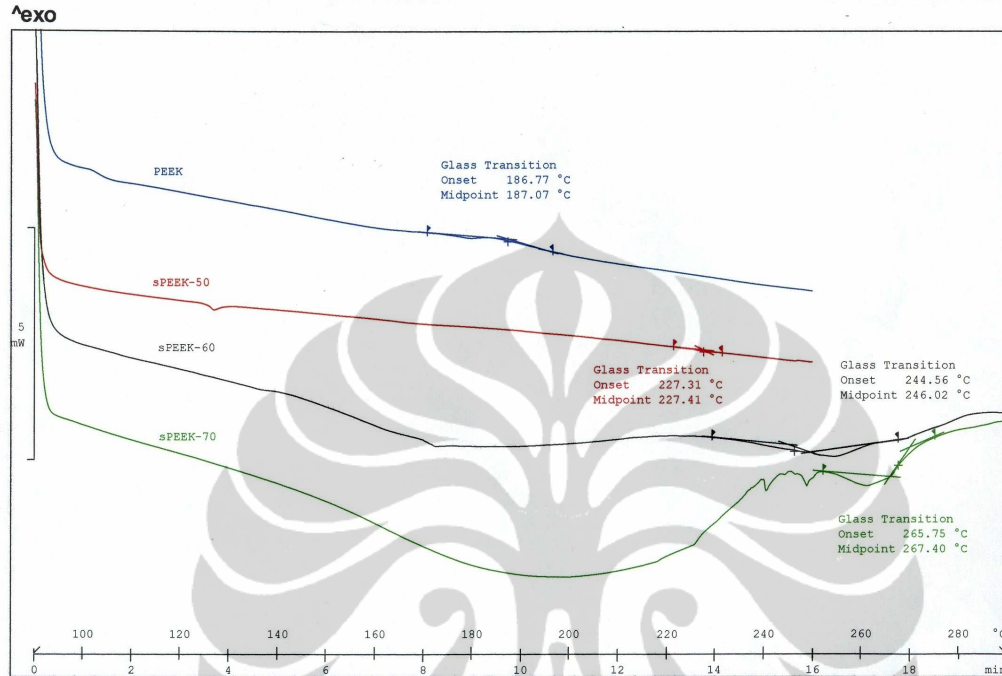


2. Spektrum Infra Merah membran sPEEK, sPEEK+polisulfon, sPEEK+Z dan sPEEK+Si

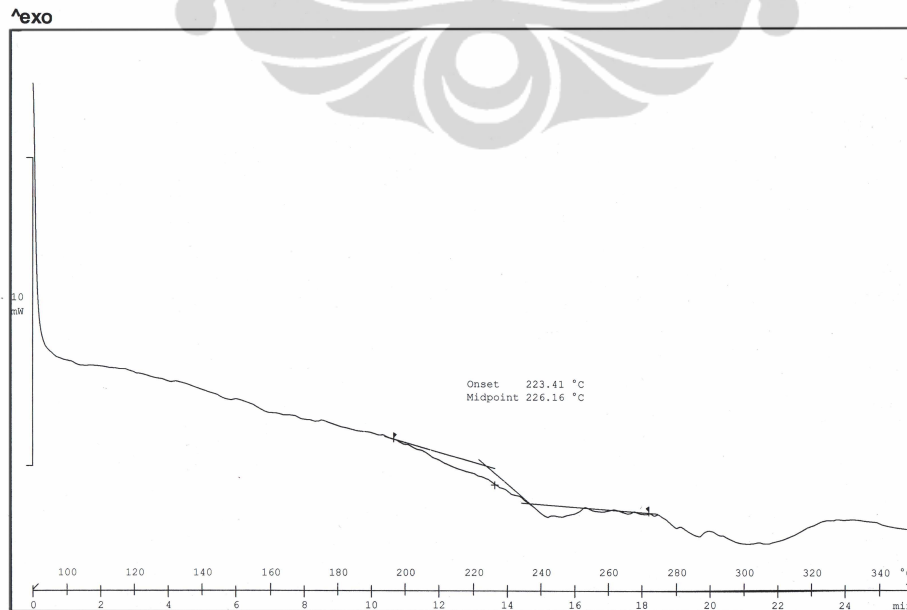


LAMPIRAN 2. ANALISA TERMAL

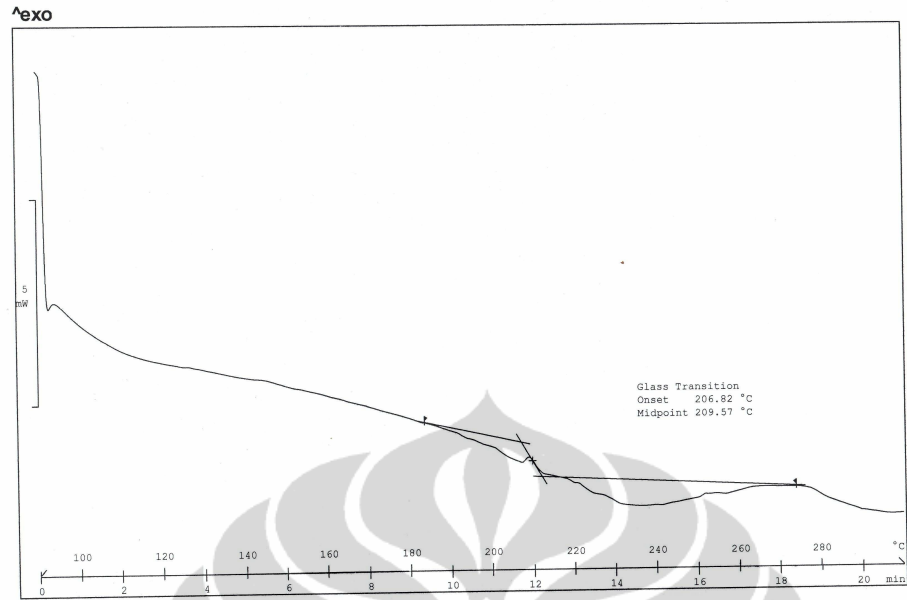
1. Kurva DSC untuk polimer PEEK, sPEEK(DS 68, 77, 92%)



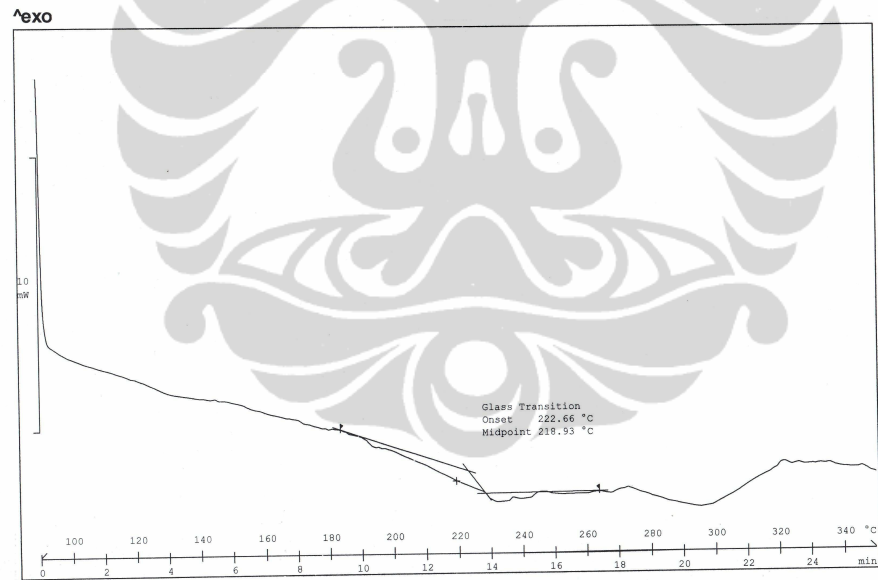
2. Kurva DSC untuk membran sPEEK pada DS 68, 77 dan 92%



2.a. Membran sPEEK68

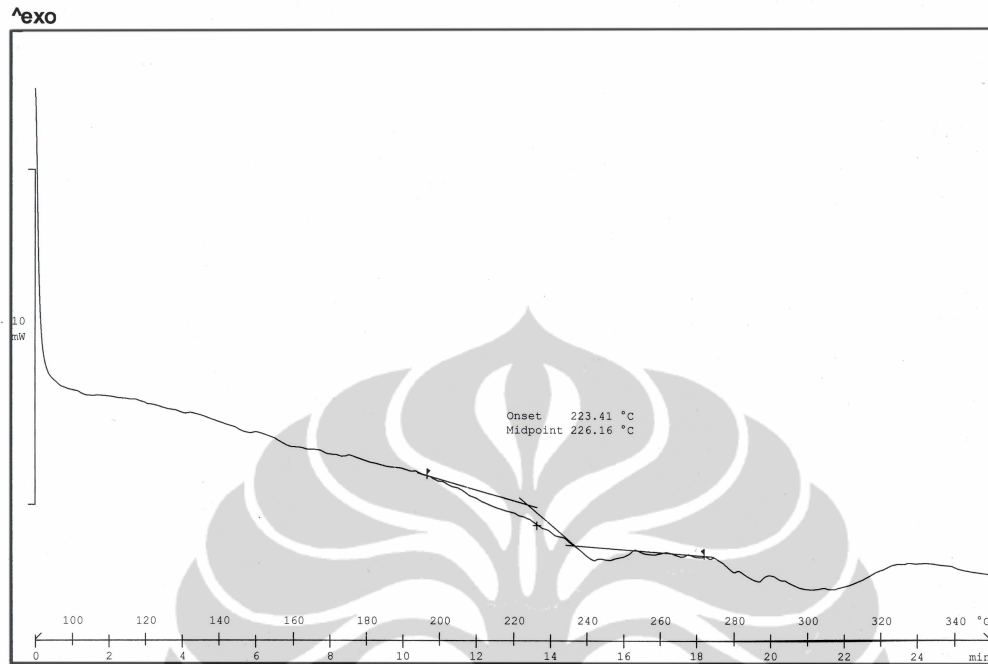


2.b. Membran sPEEK77

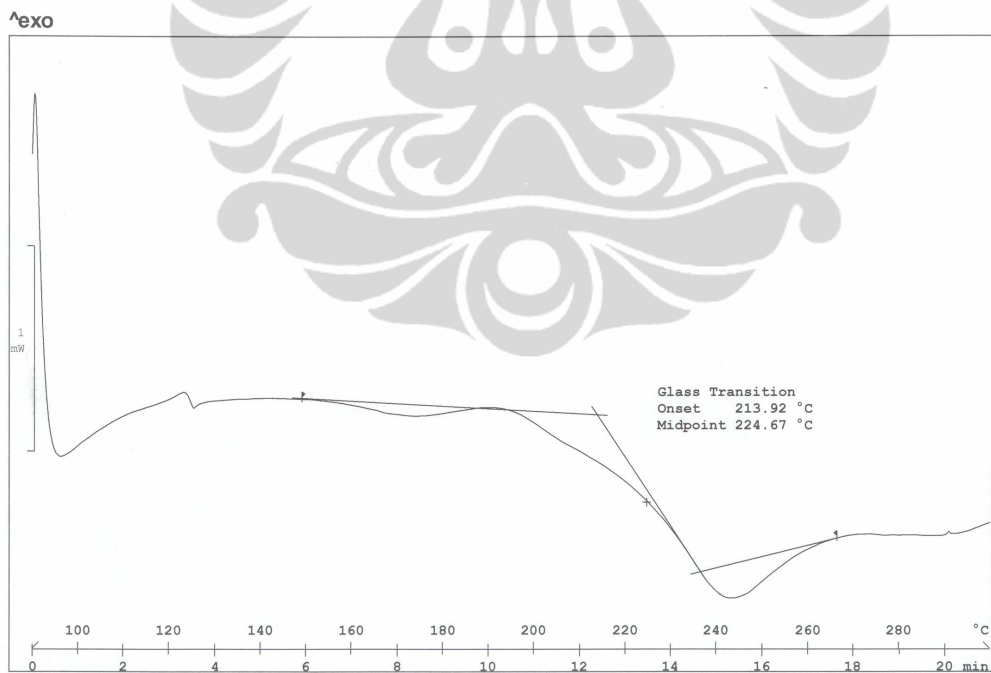


2.c. membran sPEEK92

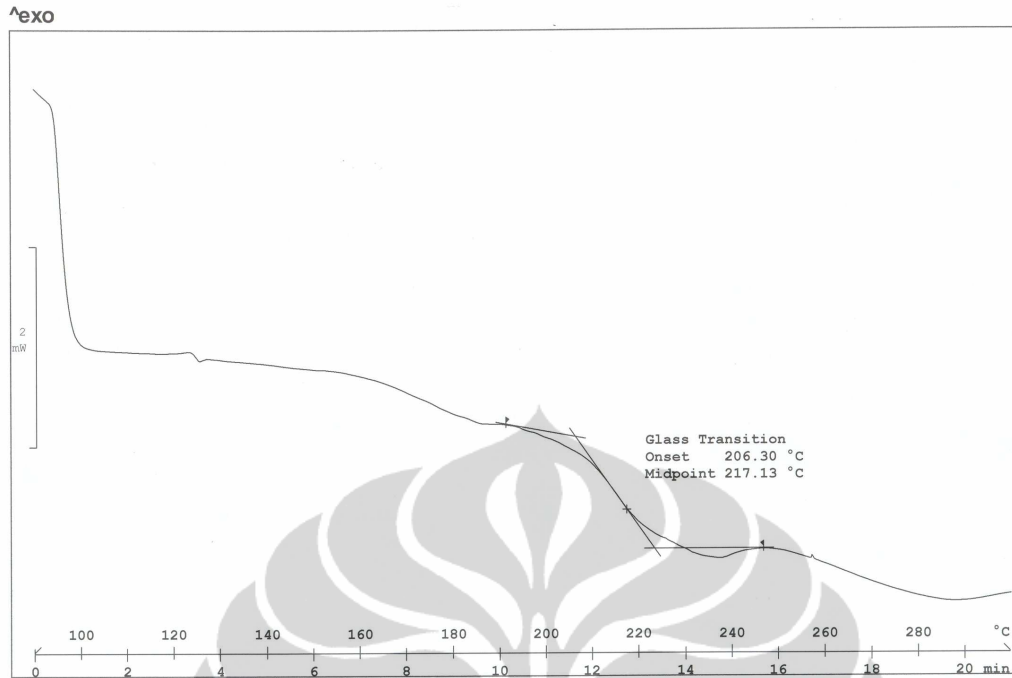
3. Kurva DSC dari membran a. sPEEK, b. sPEEK+H-Yzeolit dan c. sPEEK+silika



3.a. Kurva DSC membran sPEEK

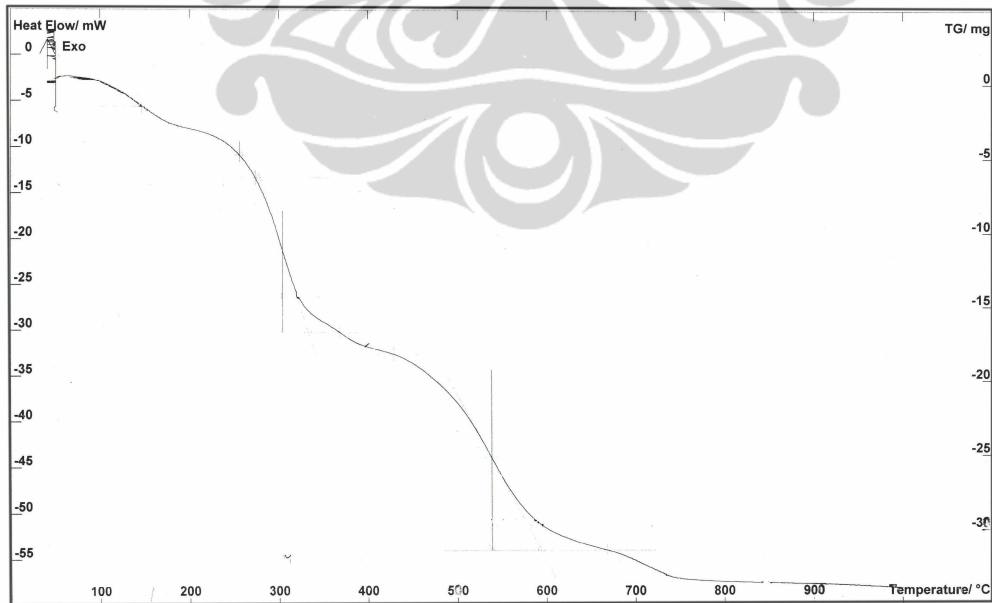


3.b. Kurva DSC membran sPEEK+H-Yzeolit

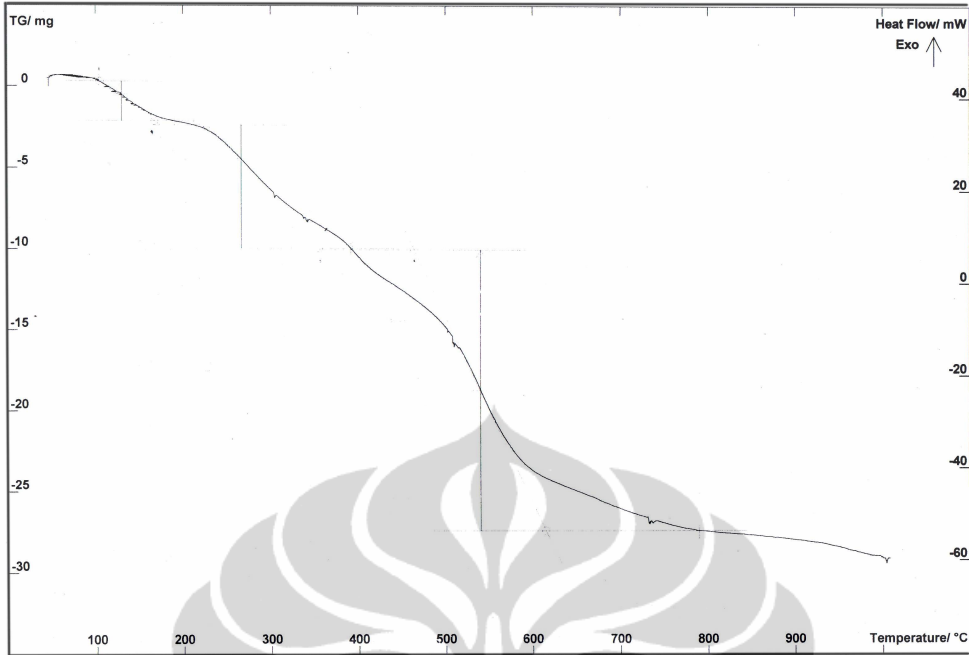


3.c. Kurva DSC membran sPEEK+silika

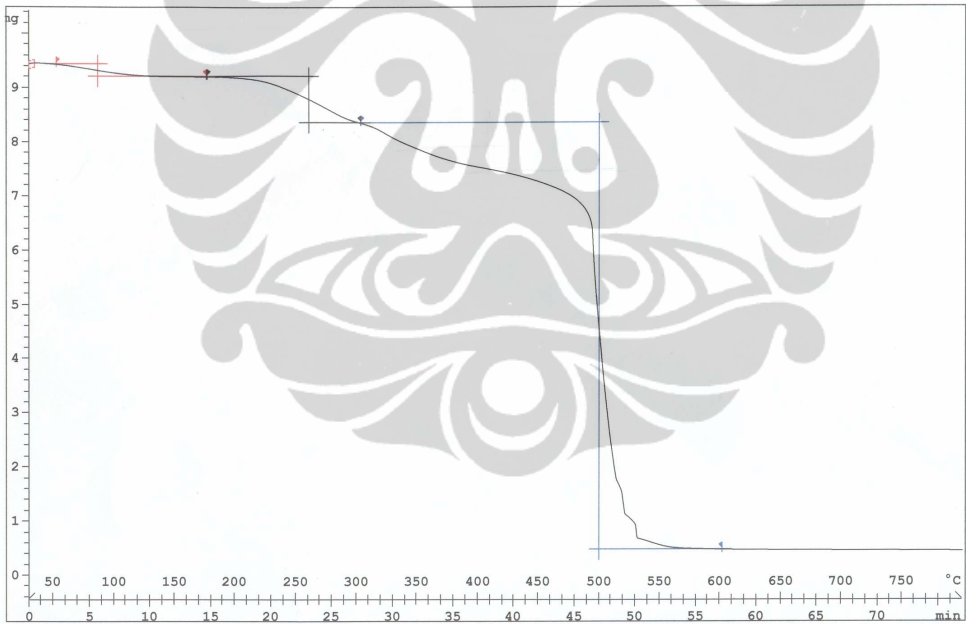
4. Kurva TGA dari membran a. sPEEK, b. sPEEK+H-Yzeolit dan c. sPEEK+silika



4.a. Kurva TGA membran sPEEK



4.b. Kurva TGA membran sPEEK+H-Yzeolit



4.c. Kurva TGA membran sPEEK+silika

LAMPIRAN 3. Bentuk Polimer dan Membran sPEEK

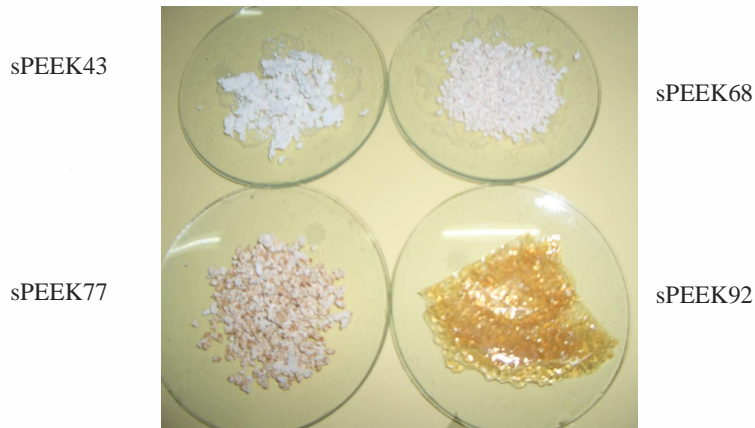
3.1. Pengaruh Suhu Sulfonasi terhadap Bentuk Polimer dan Membran

Proses Sulfonasi pada polimer polieter-eter keton (PEEK) cukup mudah, karena dengan menambah asam sulfat pekat saja, reaksi sudah berjalan dan tidak memerlukan pelarut terlebih dahulu. Proses sulfonasi dapat dilakukan pada suhu kamar, tetapi memerlukan reaksi yang cukup lama (> 24 jam) (Li *et al.*, 2003). Jika suhu dinaikkan (misal 50°C) waktu yang diperlukan tidak terlalu lama. Gambar 3.1 bentuk polimer sebelum dan sesudah di sulfonasi. Polimer sebelum di sulfonasi berwarna putih (Gambar 3.1.a), tetapi setelah ditambah asam sulfat pekat menjadi warna merah tua (Gambar 3.1.b), dengan bantuan pengadukan dan pemanasan maka pelarutan polimer menjadi lebih cepat. Setelah membentuk larutan dan reaksi sulfonasi selesai maka larutan tersebut dibentuk menjadi polimer padat dengan memasukan larutan tersebut kedalam air es, semakin dingin maka proses pematatannya semakin baik. Jika ingin membentuk polimer yang agak teratur maka larutan polimer tersebut diteteskan dengan pipet kedalam wadah yang berisi air es sehingga membentuk bola-bola kecil seperti pada Gambar 3.1.c.



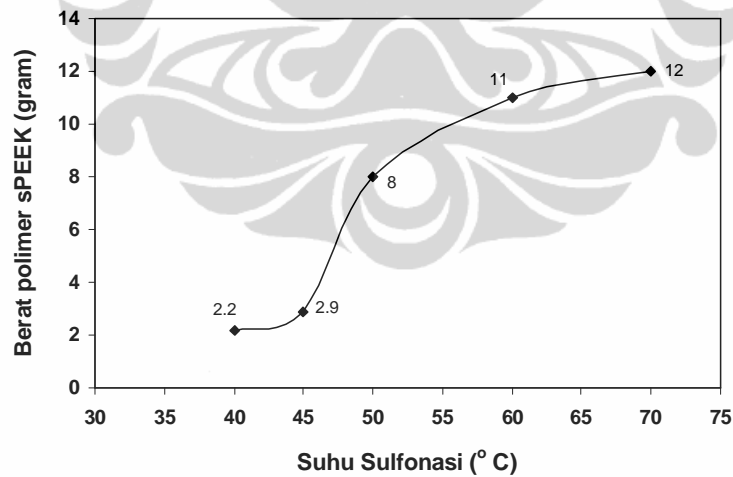
Gambar 3.1. Bentuk Polimer PEEK sebelum dan sesudah sulfonasi

Pada sPEEK43 bentuk polimernya putih sedangkan semakin tinggi suhu sulfonasi polimernya menjadi lebih orange (sPEEK92) seperti ditunjukkan pada Gambar 3.2. Perubahan warna polimer tersebut disebabkan oleh banyaknya gugus sulfonat pada polimer.



Gambar 3.2. Bentuk Polimer sPEEK pada berbagai Suhu Sulfonasi

Pengaruh suhu sulfonasi terhadap jumlah polimer sesudah sulfonasi berbeda-beda, semakin tinggi suhu sulfonasi didapat jumlah polimer (sPEEK) semakin banyak, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.3. Pada suhu sulfonasi 40°C dan 45°C jumlah sPEEK yang dihasilkan hanya sekitar 20-30% dari berat PEEK awal. Hal ini disebabkan oleh waktu reaksi sulfonasi yang ditetapkan tiga jam belum cukup untuk proses sulfonasinya yang ditunjukkan belum terlarutnya semua PEEK dalam larutan asam sulfat pekat, sehingga gugus sulfonat yang terbentuk hanya sedikit.



Gambar 3.3. Pengaruh suhu sulfonasi terhadap jumlah polimer sPEEK yang dihasilkan dari 10 gram polimer PEEK

Pada suhu sulfonasi 50°C dan waktu reaksi yang sama (3 jam), polimer PEEK sudah larut semua sehingga menghasilkan 80% dari berat PEEK awal. Pada suhu sulfonasi 60-70°C menghasilkan 110-120% dari berat PEEK awal, hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu sulfonasi maka reaksi akan berjalan lebih cepat sehingga produk

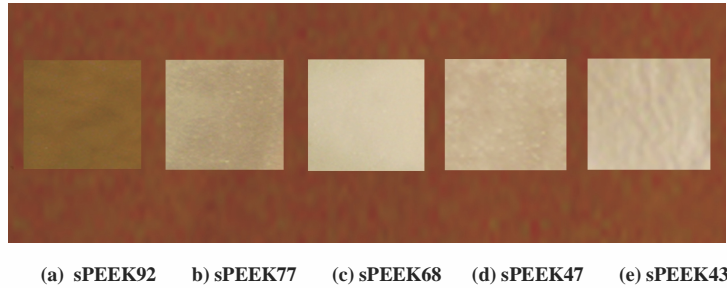
yang dihasilkan akan lebih banyak dibanding dengan suhu yang lebih rendah seperti yang ditunjukkan oleh hukum Arrhenius. Hasil penelitian Xing *et al.* (2004) menunjukkan bahwa yield membran PEEK yang tersulfonasi sekitar 90-95%, reaksi dilakukan pada suhu kamar selama 86 jam.

Polimer yang sudah tersulfonasi (sPEEK) sebelum dibuat membran harus benar-benar kering, jika tidak akan mempengaruhi kualitas membran. Pelarutan polimer sPEEK dengan *n-methyl pirolidone* (NMP) berbeda-beda untuk :

- sPEEK43 perlu 10% w/v (1 gr polimer dalam 10 ml pelarut) waktu pengadukan 20 jam dan polimer sPEEK43 hanya larut sebagian (50%)
- sPEEK47 perlu 10% w/v (1 gr polimer dalam 10 ml pelarut) waktu pengadukan 20 jam dan polimer sPEEK47 hanya larut 75%
- sPEEK68, sPEEK77 dan sPEEK92 hanya perlu 12,5% w/v (1 gr polimer dalam 8 ml pelarut), waktu pengadukan 7 jam dan polimernya larut semua.

Hal tersebut karena pengaruh banyaknya gugus sulfonat dalam polimer; semakin besar gugus sulfonat dalam polimer maka polimer menjadi lebih hidrofilik dan mudah larut dengan pelarut NMP (pelarut polar/hidrofilik).

Membran sPEEK yang dihasilkan dari pelarutan polimer dengan NMP mengalami banyak penurunan tebal pada saat proses casting sekitar 95% dari tebal basah (tebal cetakan) 250 μm menjadi 10 μm sehingga untuk mendapatkan tebal membran kering sekitar 80-100 μm diperlukan tebal cetakan sekitar 1000 μm (1 mm). Penurunan tebal sebanyak 95% karena jenis polimer sPEEK memerlukan pelarut yang cukup banyak yaitu untuk 1 gram polimer membutuhkan 8 ml pelarut (12,5% (w/v)) sehingga banyak pelarut yang menguap pada saat pengeringan membran sPEEK. Bentuk membran secara visual dapat dilihat pada Gambar 3.4. Hasil membran yang dihasilkan dari sPEEK43 adalah berwarna putih dan agak tipis (40 μm) karena polimer yang tersulfonasi tidak semuanya sehingga pada saat pencetakan masih banyak sisa pelarut sehingga pada saat pengeringan penurunan tebal membran cukup besar. Pada sPEEK47 (tebal 85 μm) warna membran agak putih kekuningan tetapi bentuknya masih cukup baik dibanding dengan membran sPEEK43. Pada membran sPEEK68 (tebal 80 μm) dan sPEEK77 (tebal 80 μm) warnanya agak kekuningan dan bentuknya baik, sedangkan sPEEK92 (tebal 50 μm) warnanya bening.



Gambar 3.4. Bentuk Membran sPEEK pada berbagai derajat sulfonasi

3.3. Bentuk Membran Komposit

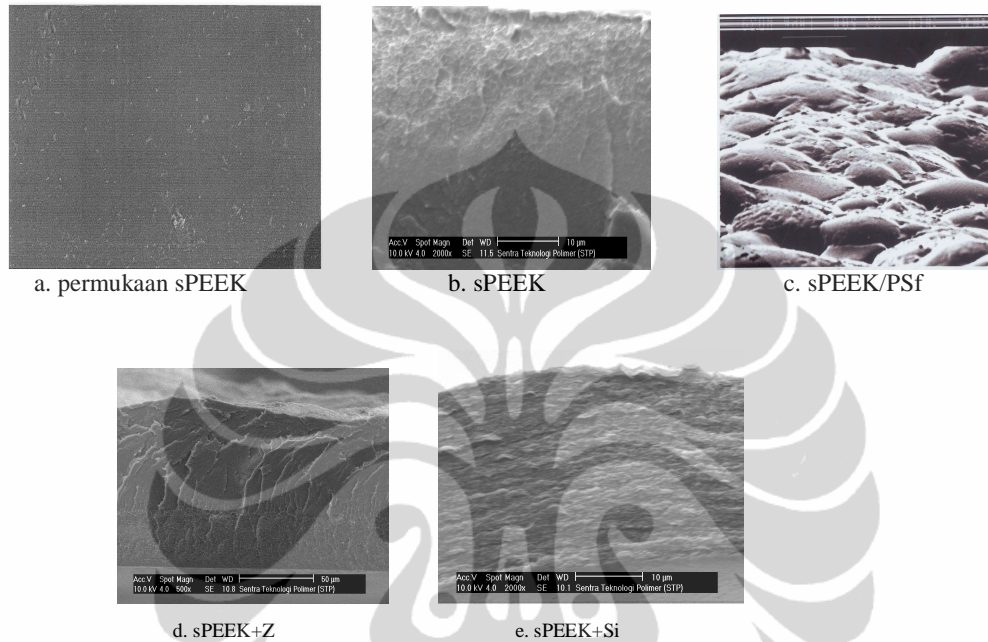
Bentuk-bentuk membran yang sudah ditambahkan aditif dapat dilihat pada Gambar 3.5. Pada penambahan (*blending*) polisulfon dan polieter-eter keton yang tersulfonasi (sPEEK), semakin besar komposisi polisulfon yang diberikan akan menghasilkan membran yang tidak homogen (sPEEK/PSf = 30/70 dan 50/50 %) dan mudah robek. Pada penambahan H-Yzeolit semakin besar konsentrasi maka membran yang terbentuk semakin berwarna putih, hal ini karena warna H-Yzeolit adalah putih. Begitu juga dengan penambahan silika, semakin besar konsentrasi maka membran menjadi lebih putih.



Gambar 3.5. Bentuk-bentuk membran yang sudah ditambahkan H-Yzeolit, silika dan polisulfon

LAMPIRAN 4. ANALISA SEM DAN TEM

1. Analisa SEM permukaan membran a. sPEEK dan penampang melintang membran
b. sPEEK, c. sPEEK/Polisulfon, d. sPEEK+H-Yzeolit e. sPEEK+silika



2. Analisa TEM penampang melintang membran a. Speek, b. sPEEK/polisulfon,
c. sPEEK+H-Yzeolit, d. sPEEK+silika

