

Nafion. Silanol juga berikatan secara elektrostatik dengan ion PWA. Ikatan hidrogen antara silanol dan gugus sulfonat dan ikatan elektrostatik antara silanol dan ion PWA menyebabkan interaksi diantara komponen organik dan anorganik berlangsung secara molekuler. Interaksi secara molekuler ini penting dan dapat mencegah terjadinya pemisahan fase organik diantara komponen-komponen yang bereaksi. Interaksi secara kimia merupakan persyaratan penting didalam pembuatan komposit untuk menghasilkan struktur yang homogen. Pemisahan fase menghasilkan struktur bahan komposit tidak homogen dan mengurangi kekuatan mekanik bahan. Berdasarkan mekanisme reaksi seperti yang ditampilkan oleh persamaan (1)-(3) dapat diramalkan bahwa membran komposit Nafion-SiO<sub>2</sub>-PWA mempunyai struktur homogen kerana interaksi diantara komponen-komponen yang terlibat adalah ikatan kimia walaupun jenis ikatan hidrogen dan elektrostatik lebih lemah dibandingkan dengan ikatan kovalen. Interaksi secara ikatan kimia berlangsung pada peringkat molekuler sehingga pembentukan agregat dan pengendapan partikel anorganik dapat dihindarkan.

Parameter yang berpengaruh terhadap sifat fisika-kimia dan sifat elektrokimia membrane adalah: (i) Suhu penguapan pelarut, (ii) suhu dan waktu *annealing*, konsentrasi komponen anorganik dan (iv) metode sintesis. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan telah dilaporkan pada makalah sebelumnya, suhu penguapan pelarut terbaik dicapai pada suhu 80°C, waktu *annealing* 10 jam dan kandungan komponen terbaik dalam ratio Nafion: SiO<sub>2</sub>:PWA = 1: 0.043: 0.017 (berat: berat).

### Metodologi

**Bahan:** Larutan Nafion 5% berat (DuPont), Larutan TEOS 98% berat (Aldrich), (PWA, H<sub>3</sub>PW<sub>12</sub>O<sub>40</sub>) 98% berat (Aldrich), (dymethylformamide, DMF) (Aldrich), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 98% , larutan Hidrogen peroksid 30% berat (Aldrich) dan aquades, kertas karbon, Pt/C 20%, Iso prophyll alcohol (IPA), Vulcan XC 72 R dan PTFE 60%.

**Alat:** Oven atmosferis, Oven Vakum, Pengaduk ultrasonik, petri dish, penekan panas (*hot press*), pisau kasting, sisten uji sel (Fuel cell test system, ARBIN FUEL CELL TEST SYSTEM).

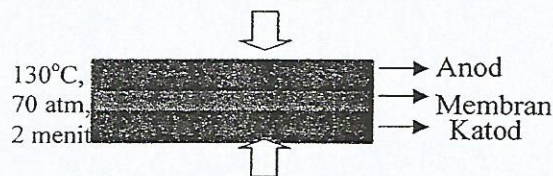
### Sintesis membran komposit Nafion-SiO<sub>2</sub>-PWA

Larutan Nafion diuapkan pada kondisi ruangan didalam lemari asam sampai semua pelarut menguap dan membentuk Nafion padat. Nafion padat dilarutkan kembali didalam pelarut DMF menghasilkan larutan Nafion 5% berat didalam DMF. Kedalam larutan ditambah dengan larutan (TEOS-methanol-air-PWA)

dengan ratio Nafion : SiO<sub>2</sub> : PWA = 1: 0.043: 0.017 (berat: berat). Larutan yang terdiri dari komponen organik dan anorganik diaduk dengan menggunakan pengaduk ultrasonik sampai larutan homogen. Untuk menghasilkan membran komposit dalam bentuk lapisan tipis, larutan diuapkan didalam oven pada suhu 80°C sampai semua pelarut menguap. Pemanasan dilanjutkan untuk menguatkan jaringan dan menyempurnakan reaksi diantara komponen organik dan anorganik, pada suhu 140°C dengan waktu divariasi (2, 4, 6, 8, 10, 13) jam sampai mendapatkan membran komposit dengan kenampakan transparan. Selanjutnya membran dicuci didalam larutan asam sulfat 0.5 M selama 1 jam kemudian didalam larutan peroksid 3 % berat selama 1 jam dan dibilas dengan air mendidih sampai air cucian netral (pH 6-7). Selanjutnya membran dianalisis menggunakan (*Scanning Electron Mycroscopy, SEM*), *Fourier Transform Infra Red, FTIR*) dan *Transmission Electron Mycroscopy, TEM*) untuk karakterisasi sifat fisika-kimia membran komposit yang dihasilkan.

### Himpunan elektrod-memban (Membrane electrode assemblies, MEA)

Himpunan elektrod-membran dibuat dengan menyatukan mebran, anod dan katod. Katod dan anod dibuat dari logam Pt/C 20% dituang diatas permukaan kertas karbon dengan beban katalis 0.4 mg cm<sup>-2</sup>. Membran diletakkan diantara anod dan katod kemudian ditekan menggunakan tekanan panas (*hotpress*) pada suhu 130°C dan tekanan 70 atm selama 2 menit untuk menghasilkan himpunan elektrod-membran (MEA). Gambar 2 menggambarkan fabrikasi himpunan elektrod-membran menggunakan *hotpress*.



Gambar 2. Himpunan elektrod-membran

### Uji sel tunggal PEMFC (Single cell test performance of PEMFC)

Himpunan elektrod-membran disatukan dengan plat dua kutub (*bipolar plate*), plat pengumpul arus (*current collector*) dan plat penutup (*end plate*) dengan susunan:

1. Plat penutup (*end plate*)
2. Pengumpul arus (*current collector*)
3. Plat dua kutub (*bipolar plate*)
4. Himpunan elektrod-membran (MEA)
5. Plat dua kutub (*bipolar plate*)