

## Pembuatan membran penghantar ion dengan teknik pencangkakan iradiasi awal

Yohan, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20425476&lokasi=lokal>

---

### Abstrak

Krisis energi yang sedang melanda dunia akibat sudah semakin langkanya persediaan bahan bakar minyak perlu diantisipasi salah satu di antaranya dengan langkah diversifikasi energi khususnya yang ramah lingkungan. Sel bahan bakar (fuel cell) merupakan sel elektrokimia yang mengkonversikan energi kimia secara langsung menjadi energi listrik. Alat ini dipandang sangat menguntungkan mengingat efisiensi konversinya yang cukup tinggi, menggunakan bahan bakar yang dapat diperbaharui, dan yang lebih penting cara kerja alat ini secara keseluruhan tidak menghasilkan bahan-bahan yang membahayakan lingkungan.

Salah satu jenis sel bahan bakar adalah polymer electrolyte membrane fuel cell (PEMFC) dan direct methanol fuel cells (DMFC). Selama operasinya kedua sel bahan bakar ini menggunakan polimer sebagai membran elektrolit. Membran berfungsi untuk memisahkan reaktan dan sebagai sarana transportasi ion hidrogen. Saat ini membran yang digunakan adalah Nafion. Kemampuan nafion untuk melaksanakan dua fungsi tersebut sudah terbukti sangat baik, namun untuk mengembangkan PEMFC lebih lanjut, penggunaan bahan ini secara tekno-ekonomi menjadi sangat mahal dan kurang efisien. akibat masih adanya bahan bakar yang ikut terlewatkan ke ruang katoda (khusus untuk DMFC). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan membran alternatif yang efisien dan ekonomis.

Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan bahan alternatif membran penghantar proton. Penelitian dilakukan dengan cara membuat lembaran membran elektrolit polimer melalui proses pencangkakan radiasi gugus fungsi hidrofilik suatu monomer atau gugus fungsi hidrofobik monomer lain pada rantai dasar suatu polimerikopolimer hidrofobik. Selanjutnya melalui proses sulfonasi diperoleh gugus sulfonat yang mengubah bahan hidrofob menjadi hidrofil sehingga dapat digunakan untuk menghantarkan ion.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah polimer/ hidrokarbon seperti LLDPE, HDPE, dan PP yang mudah dijumpai serta fluoropolimer seperti PTFE, ETFE, dan cPTFE yaitu suatu PTFE yang telah dikondisikan agar berikatan silang. Sedangkan monomernya adalah asam akrilat dan stirena.

Pada teknik pencangkakan iradiasi awal, mula-mula film polimer/ kopolimer diiradiasi terlebih dahulu untuk mendapatkan radikal polimer/ kopolimer kemudian dicangkok dengan monomer. Beberapa variabel dipelajari, di antaranya matriks film awal, dosis dan laju dosis radiasi, jenis dan konsentrasi monomer, jenis pelarut, suhu dan waktu pencangkakan, serta kondisi sulfonasi. Juga dipelajari karakterisasi membran yang dihasilkan serta kemungkinan aplikasinya yang bisa didayagunakan dari membran.

Dari hasil penelitian diperoleh kondisi pembuatan membran yang optimum. Kondisi optimum pembuatan membran dengan matriks film polimer hidrokarbon adalah dosis radiasi 45 kGy, laju dosis 7 kGy/jam,

monomer asam akrilat 40% volume, suhu dan waktu pencangkakan masing-masing 70°C dan 90 menit. Sedangkan kondisi optimum pembuatan membran 70°C dan 90 menit. Sedangkan kondisi optimum pembuatan membran dengan matriks film fluoropolimer adalah dosis radiasi 10 kGy, laju dosis 1,9 kGy/jam, monomer stirena 40% volume dengan pelarut 2-propanol, waktu pencangkakan 4 jam dan suhu pencangkakan 70°C. Kondisi sulfonasi optimum diperoleh pada konsentrasi asam klorosulfonat 1.25% volume, suhu percobaan secara bertahap mula-mula 40°C kemudian dilakukan pada suhu kamar.

Persen pencangkakan membran polimer hidrokarbon cukup besar. HDPE relatif lebih baik dibanding LLDPE dan PP. Sifat-sifat mekanik membran yang dihasilkan cukup baik sehingga bisa diaplikasikan untuk pengolahan limbah B3, namun tidak untuk publikasi sel bahan bakar.

Penggunaan matriks film fluoropolimer cukup menjanjikan. Di samping karena sifat-sifat mekanik, polimer jenis ini mempunyai sifat-sifat elektrokimia dan ketahanan kimia yang cukup baik. Sehingga membran yang dihasilkan bisa diaplikasikan ke dalam sel bahan bakar. Film PTFE tidak bisa digunakan untuk bahan membran mengingat degradasi yang dialami bahan selama proses radiasi. Sedangkan film ETFE dan cPTFE bisa digunakan untuk aplikasi sel bahan bakar. Film ETFE digunakan untuk sel bahan bakar berjenis DMFC sedangkan film cPTFE untuk sel bahan bakar berjenis PEMFC.

Karakterisasi spektrum inframerah menunjukkan bahwa pencangkakan monomer dan gugus sulfonat telah terjadi pada rantai dasar film polimer/kopolimer. Hal ini diperkuat dengan data topografi permukaan menggunakan SEM/TEM dan komposisi unsur-unsur menggunakan EDS. Sedangkan terhadap spektrum difraksi sinar-x memperlihatkan adanya pengurangan derajat kristalinitas terhadap film yang diperlakukan. Dibandingkan dengan membran Nafion maka membran ETFE-g-SS dan CPTFE-g-SS mempunyai karakteristik yang menyerupai Nafion. Bahkan beberapa sifat seperti kapasitas pertukaran ion, konduktivitas proton dan sifat-sifat mekanik relatif lebih baik.

Berdasarkan variabel optimum dan hasil karakterisasi bahan dapat disimpulkan bahwa membran yang dihasilkan bisa diaplikasikan untuk pengolahan limbah B3 (khusus polimer hidrokarbon) dan untuk aplikasi sel bahan bakar (film ETFE dan film cPTFE).

<hr>

Lately, the world faces energy crises due to the lack of fuel supply. One of the alternative solutions is diversification on energy field especially which is environment friendly. Fuel cell is electrochemical cell that converses chemical energy directly to electrical energy. There are several advantages using it, such as highly conversion efficiency, renewable fuel, and the most important thing that it is not producing materials which damages the environment.

Some of the fuel cell types are polymer electrolyte membrane fuel cell (PEMC) and Direct Methanol Fuel Cell (DMFC). During the operation, these two fuel cells are using polymer as an electrolyte membrane. The functions of the membrane are to separate reactant and act as means of hydrogen ion transportation. These fuel cells are using Nafion for the membrane. The ability of Nafion for executing those functions mentioned-above has been well proved. But developing PEMFC in advanced is very expensive techno-economically and inefficient because the fuel still follow to cathode room (only for DMFC). So it needs advanced study to

get an alternative membrane efficiently and economically.

The purpose of this research is to have alternative materials on membrane. This research is actuated by preparing sheets on polymer electrolyte membrane through radiation grafting on a monomer hydrophilic function cluster or other monomer hydrophobic function cluster at a polymer base chain/hydrophobic copolymer. Then through sulfonation process it could be obtained sulfonate groups which could change hydrophobic materials to be hydrophilic and it could be used to conduct ion.

The materials that were used on this research were hydrocarbon polymer such as LLDPE, HDPE, and PP (these polymers are easy to find) and fluoropolymer such as PTFE, ETFE, and cPTFE. cPTFE is a PTFE which has been prepared to tie up crossly. Its monomers were acrylate acid and styrene.

In pre-irradiation grafting technique, Polymer/copolymer film was irradiated first to have polymer/copolymer radical and then it was grafted with monomer. Several variables were observed such as pre film matrix, doses and doses rate of radiation, types and concentration of monomer, types of solvent, temperature and time of grafting, and sulfonation condition. Beside those variables, membrane characteristics and membrane applications possibility have also been observed.

The result of this research, the condition of optimum membrane preparation can be obtained. The optimum condition of membrane preparation by using hydrocarbon polymer film matrix was radiation doses at 45 kGy, rate of doses at 7 kGy/hour, acrylate acid monomer at 40% volume, temperature at 70°C and time of grafting at 90 minutes. On the other hand, the optimum condition of membrane preparation by using fluoropolymer film matrix was radiation doses at 10 kGy, rate of doses at 1.9 kGy/hour, monomer styrene with 2-propanol solvent at 40% volume, temperature at 70°C and time of grafting at 4 hours. The optimum sulfonation condition was chlorosulfonate acid concentration at 1.25% volume, first temperature at 40°C progressively and then at room temperature.

Degree of grafting (DOG) of hydrocarbon polymer membrane grafting was high enough. DOG of HDPE was higher than LLDPE and PP. The characteristic of membrane mechanic was high enough so it can be applied for waste treatment but it can not be applied for fuel cell.

Using of fluoropolymer film matrix was quite promising. Beside of mechanical characteristic, this kind of polymer has a good electrochemical characteristic and chemical resistance. So it can be applied to fuel cell. PTFE film can not be used for membrane materials due to the degradation during radiation process. ETFE film and cPTFE can be used for fuel cell application. ETFE film was used for fuel cell on DMFC type and GPTFE film for fuel cell on PEMFC type.

Characteristic of infrared spectrum showed that monomer grafting and sulfonate groups have been done at polymer/copolymer base chain. It was strengthened with surface topography data using SEM/TEM and elements composition using EDS. The other hand, x-ray diffraction spectrum showed that there was crystalline degrees decline on the film. If it is compared to Nafion membrane, characteristic of ETFE-g-SS and cPTFE-g-SS membrane were similar to the Nafion characteristic. In fact, some characteristics such as

ion exchange capacity, proton conductivity and mechanical characteristic were relatively much better.

The conclusion of this research is that base on optimum variables and results of material characteristics is the membrane which was produced can be applied to hazardous waste treatment (only hydrocarbon polymer) and fuel cells (ETFE and cPTFE films).