

DOI: doi.org/10.21009/03.SNF2017.02.MPS.05

# DISPERSI DENGAN METODE KERING UNTUK PENINGKATAN KONDUKTIVITAS KOMPOSIT LIMBAH GRAFIT/KARBON SERAT ALAM PADA APLIKASI PELAT BIPOLAR FUEL CELL

Dita Rama Insiyanda<sup>1, a)</sup>, Achmad Chaer<sup>2, b)</sup>

<sup>1</sup>*Pusat Penelitian Fisika Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Kawasan PUSPITEK ged.440-442, Tangerang Selatan, 15314*

<sup>2</sup>*Prodi Teknik Kimia Universitas Pamulang, Jl. Surya Kencana No.1, Pamulang, Tangerang Selatan, 15310*

Email: <sup>a)</sup>dita.rama.insiyanda@gmail.com, <sup>b)</sup>airobooster@gmail.com

## Abstrak

Proton Exchange Membran fuel cell (PEMFC) merupakan jenis sel bahan bakar yang paling sederhana serta merupakan alternatif yang menjanjikan untuk sumber listrik. Komponen yang terpenting dari PEMFC adalah pelat bipolar karena 80% dari total volume, 70% dari total berat, dan 60% dari total biaya produksi. Untuk itu diperlukan pelat bipolar yang mudah diproduksi secara massal sehingga dapat tercapai pemenuhan keefektifan dan keefisiensian dalam produksi pelat bipolar PEMFC. Pada penelitian ini digunakan dispersi metode kering atau dry, Komposit yang digunakan berupa polimer sebagai matriks serta grafit dari limbah pabrik dan Carbon black (CB) dari bahan alam serabut kelapa sebagai penguat yang dibuat dari pembakaran pada suhu 1300°C dalam kondisi inert. Kemudian pembentukkan menggunakan hotpress dengan tekanan 55 tonf/s, 150°C selama 60 menit dengan dimensi 5x5x(0,2-0,4) cm<sup>3</sup>. Hasil tertinggi dari penelitian ini adalah nilai konduktivitas sebesar 20 S/cm. Sehingga dispersi dengan metode kering ini dapat dijadikan alternatif peningkatan konduktivitas pada pembuatan bahan material untuk aplikasi bipolar plate PEMFC.

**Kata-kata kunci:** Metode Kering, Komposit, Konduktivitas, Pelat Bipolar, PEMFC

## Abstract

Proton Exchange Fuel Cell Membrane (PEMFC) is the simplest type of fuel cell and is a promising alternative to power sources. The most important component of PEMFC is bipolar plate because 80% of total volume, 70% of total weight, and 60% of total production cost. Therefore, it is necessary for bipolar plates to be mass-produced to achieve the fulfillment of effectiveness and efficiency in the production of bipolar plates PEMFC. In this research, dry or dry method dispersion is used. The composites used are the polymer as matrix and graphite from factory waste and Carbon black (CB) from natural material of coconut fiber as an amplifier made from burning at 1300°C in inert condition. Then, the formation using hot press with pressure 55 tonf/s, 150°C for 60 minutes with dimension 5x5x (0,2-0,4) cm<sup>3</sup>. The highest result of this research is conductivity value of 20 S/cm. Thus, the dispersion by this dry method can be used as an alternative to increasing the conductivity in the manufacture of materials for PEMFC bipolar plate applications.

**Keywords:** Dry Methods, Composites, Conductivity, Bipolar Plates, PEMFC.

## PENDAHULUAN

Dokumen Proton Exchange Membran fuel cell (PEMFC) merupakan jenis sel bahan bakar yang paling sederhana serta merupakan alternatif yang menjanjikan untuk sumber listrik. Sel bahan bakar membran penukar proton bebas emisi dan banyak memiliki keunggulan dibandingkan jenis yang lain diantaranya dapat beroperasi pada temperatur rendah yaitu antara 60-800C, efisiensi tinggi, kerapatan daya tinggi, startup yang cepat, dan sistem ketahanan yang baik, pelat bipolar merupakan 80% dari total volume, 70% dari total berat, dan 60% dari total biaya produksi pada perangkat PEMFC[1].

Bipolar merupakan bagian yang penting dari PEMFC. Namun, masalah utama pada biaya pembuatan pelat bipolar[2]. Karena pentingnya komponen pelat bipolar dan mahalnya biaya produksi, maka dituntut adanya inovasi untuk bahan pelat bipolar yang lebih ringan dan murah tetapi tetap memiliki sifat mekanik, konduktivitas listrik yang baik serta ketahanan terhadap korosi tinggi[3].

Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan adalah dengan menggunakan metode wet dispersi, yaitu proses pencampuran bahan komposit menggunakan solvent sebagai pelarut polimer untuk menunjukkan pencampuran yang merata sehingga meningkatkan konduktivitas listrik, tetapi dapat membuat porositas saat terjadi penguapan solvent[4].

Oleh karena itu pada penelitian ini digunakan metode dry dispersi untuk mengurangi porositas dan keefisienan[5]. Sehingga diharapkan dapat meningkatkan nilai konduktivitas dalam proses pembuatan material komposit bipolar plate pada komponen elektroda PEMFC. Komposit grafit dan carbon black dicampur dengan polimer menggunakan ballmill sebagai bahan utama pembuat pelat bipolar, Komposit yang digunakan berupa polimer sebagai matriks serta grafit dan carbon black sebagai bahan penguat[6]. Carbon black dibuat dari pembakaran serabut kelapa pada suhu 1300oC dalam kondisi inert. Kemudian pencetakan menggunakan hotpress dengan variasi suhu tertentu sesuai karakteristik komposisi komposit.

## METODE PENELITIAN

Proses pembuatan pelat bipolar berbasis limbah grafit/Carbon black/polimer, Limbah grafit yang kami pakai adalah limbah grafit EAF (Electric ARC Furnace) . Penelitian ini diawali dengan pembuatan carbon black yang berasal dari serabut kelapa. Setelah itu, limbah grafit/Carbon black/polimer dicampur dengan *ballmill* selama 900 menit untuk memperoleh formula pencampuran limbah grafit/Carbon black/polimer. Setelah itu bahan campuran dikeringkan. Dan kemudian dibentuk dengan *hotpress* dengan dengan optimasi tekanan 5,5fton/s, suhu 150oC, dan lama penekanan 60menit.

Variasi perlakuan pengeringan dilakukan saat sampel komposit masih dalam keadaan serbuk campuran dan setelah dilakukan penekanan atau dicetak dengan menggunakan *hotpress*. Sampel ke-1 dalam bentuk campuran serbuk dilakukan proses pengeringan dengan menggunakan oven, dan sampel terakhir ke-2 dilakukan proses pengeringan dengan oven *vacuum* setelah sampel dilakukan penekanan dengan *hotpress*. sampel ke-3 dilakukan proses pengeringan dengan menggunakan oven setelah sampel dilakukan penekanan dengan *hotpress*. Seperti yang ditampilkan pada gambar 1.

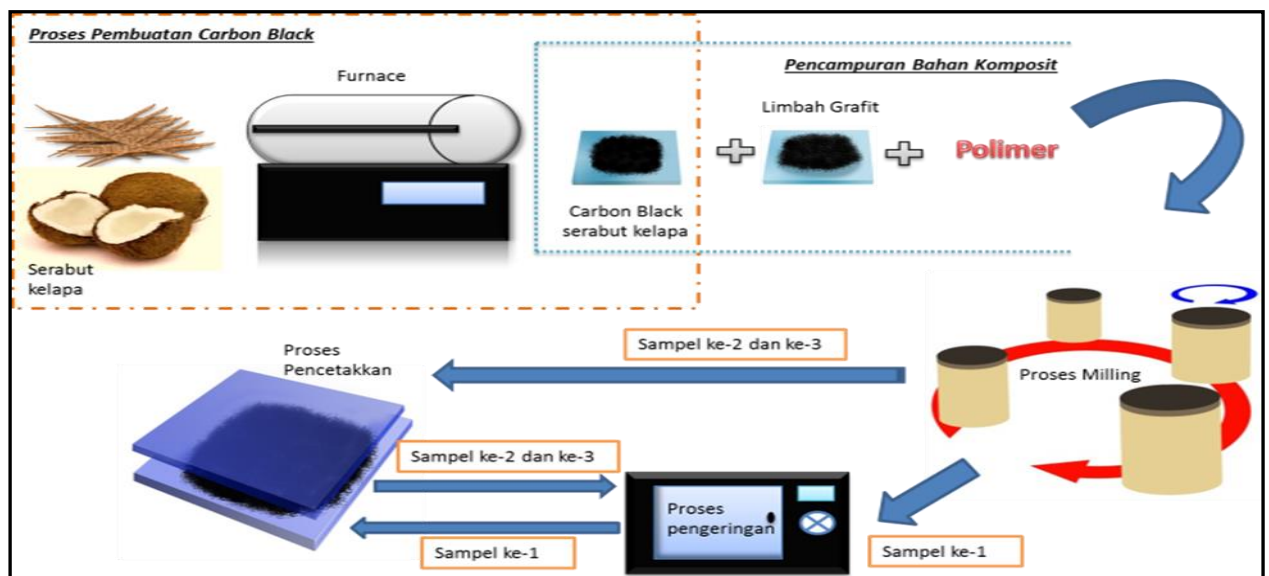
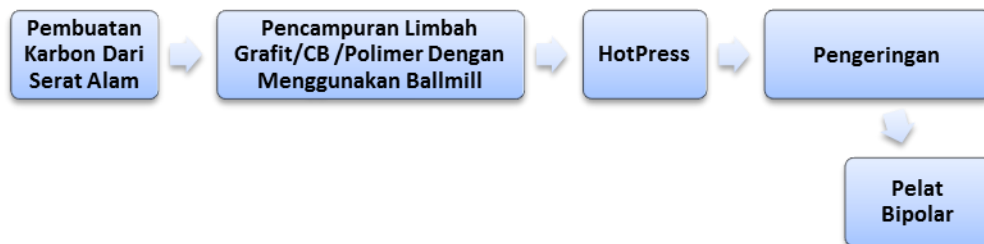
Perlakuan pada Sampel ke-1



Perlakuan pada Sampel ke-2

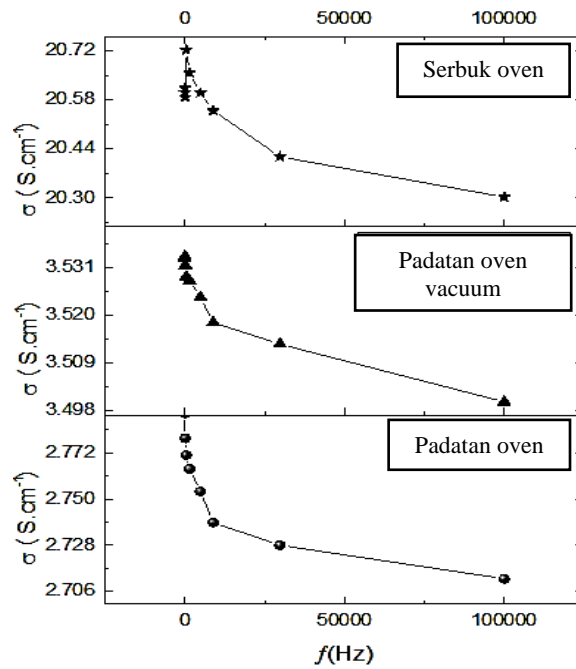


Perlakuan pada Sampel ke-3

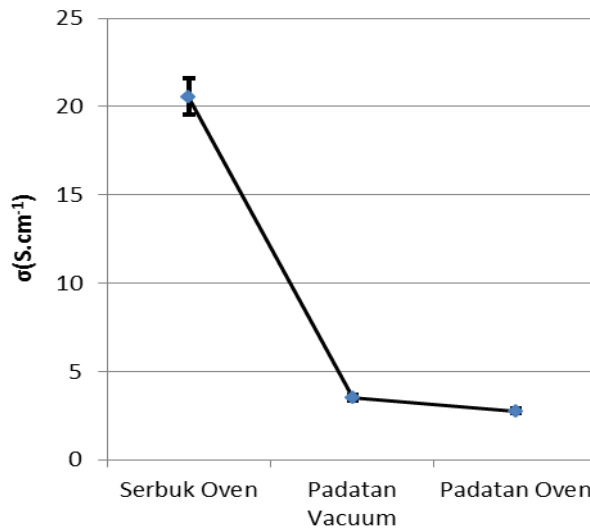


GAMBAR 1. Proses Pembuatan Komposit Untuk Pelat Bipolar PEMFC

HASIL DAN PEMBAHASAN



GAMBAR 2. Grafik Nilai Konduktifitas Listrik Komposit Untuk Pelat Bipolar PEMC



GAMBAR 3. Grafik Komposit Pelat Bipolar Berbasis Limbah Grafit/Carbon Black/Polimer

Pengujian konduktivitas listrik dilakukan dengan menggunakan metode LCR two probe dengan meletakkan sample pada plat agar arus listrik dapat dialirkan pada sampel. Sampel terdiri dari 80% campuran limbah grafit sebagai sumber karbon aktif dan carbon black. Kemudian sebagai perekatnya 20% polimer termoplastik.

Pemilihan limbah grafit EAF yang berukuran  $\pm 23,36 \mu m$  pada komposit ini karena memiliki karakteristik dan spesifikasi yang serupa dengan grafit sintesis, terutama dalam resistensi yang berkisar antara 5,5-6,0  $\Omega/m$  atau konduktivitas listriknya berkisar 0,05-0,06 S/cm. Sedangkan carbon black berukuran  $\pm 64,92 \mu m$  yang berasal dari serat kelapa memungkinkan untuk pemanfaatan sumber daya alam [7] yang melimpah di alam dan memiliki konduktivitas yang cukup baik dalam pembuatan pelat bipolar. Dan penggunaan polimer bertujuan untuk memampatkan interaksi antar

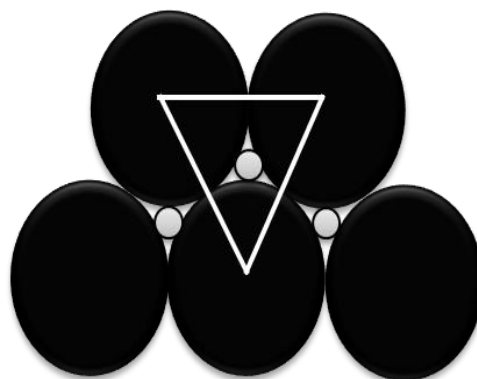
partikel satu dengan yang lainnya sehingga memudahkan dalam pengamatan indentifikasi sifat konduktivitasnya[8]. Karena untuk aplikasi komposit limbah grafit/Carbon black/polimer sebagai pelat bipolar harus memiliki syarat mampat dan sedikit pori pada sampel sekaligus memiliki konduktivitas listrik yang tinggi.

Pada penelitian yang telah kami lakukan, kami memberikan tiga perlakuan dalam pencetakan, didapatkan hasil yang berbeda saat pengujian konduktivitas listrik seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2. Berdasarkan gambar 2, diketahui bahwa nilai rata-rata konduktivitas listrik pada sampel ke-1 dalam bentuk campuran serbuk dilakukan proses pengeringan dengan menggunakan oven sebelum dilakukan pencetakan, rata-rata nilai konduktivitas yang dihasilkan adalah 20,5S/cm. Kemudian pada sampel ke-2 dilakukan proses pengeringan dengan oven vacum setelah sampel dilakukan penekanan dengan hotpress, rata-rata nilai konduktivitas yang dihasilkan adalah 3,52S/cm., dan pada sampel ke-3 dilakukan proses pengeringan dengan menggunakan oven setelah sampel dilakukan penekanan dengan hotpress, rata-rata nilai konduktivitas yang dihasilkan adalah 2,75S/cm

Sehingga dapat terlihat perbedaan yang signifikan pada nilai konduktivitas listrik saat dilakukan perlakuan variasi persiapan pencetakan lihat grafik pada gambar 3. Hal ini dipengaruhi oleh meratanya campuran karena proses mealtng polimer pada saat dilakukan hotpress. Polimer yang kami pakai dalam penelitian adalah jenis polimer termoplastik [9]yang mempunyai titik cair pada suhu tertentu. Sehingga saat pencetakan yang menggunakan hotpress dilakukan akan mengkondisikan polimer akan mencair dan akan membasahi limbah grafit dan carbon black. Sehingga dibutuhkan ketepatan dalam pengaturan suhu saat melakukan proses hotpress.

Dalam hal ini sampel ke-1, ke-2, dan ke-3 dilakukan variasi dalam preparasi pencetakan. Dimana satu sampel yakni sampel ke-1 dilakukan pengeringan dalam bentuk serbuk setelah dicampur dengan menggunakan ballmill. Perlakuan ini menyebabkan sebagian polimer yang mencair dapat melekat pada limbah grafit dan carbon black yang masih dalam serbuk sehingga pada saat ditekan dengan hotpress, polimer dapat menjadi perekat antara limbah grafit dan carbon black sehingga akan terbentuknya conducting tunnel [10]dan perlakuan ini dilakukan untuk menghilangkan kadar air pada carbon black karena carbon black bersifat absorber terhadap lingkungan yang dapat menjadi isolator dalam mengalirkan arus listrik pada komposit, sedangkan pada sampel ke-2 dan ke-3 setelah ditekan menggunakan hotpress ada sebagian polimer yang tidak melekat secara sempurna sehingga mengakibatkan konduktivitas listrik lebih rendah dibandingkan pada sampel ke-1.

Selain itu saat campuran limbah grafit/Carbon black/polimer antar bahan dimana limbah grafit yang berukuran kecil dapat sebagai penyambung untuk carbon black yang berukuran lebih besar dengan menggunakan ballmill membuat terbentukkannya conducting tunnel (lihat gambar 4).



**GAMBAR 4.** *Conducting tunnel* dari limbah grafit dan carbon black

Sehingga dari hasil penelitian diatas preparasi sebelum penekanan dengan menggunakan hotpress sangat mempengaruhi nilai dari konduktivitas listrik suatu bahan. Dan dapat sebagai alternatif proses saat temperatur suhu hotpress tidak memadai dalam mencairkan perekat komposit pelat bipolar PEMFC dalam hal ini polimer..

## SIMPULAN

Metode dry dispersi tanpa solvent dapat meningkatkan nilai konduktivitas dalam proses pembuatan material komposit limbah grafit/Carbon black/polimer bipolar plate pada komponen elektroda PEMFC.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Para peneliti mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu kami dalam penelitian ini, dan kepada Pusat Penelitian Fisika LIPI

## REFERENSI

- [1] E. Planes, L. Flandin, and N. Alberola, "Polymer composites bipolar plates for PEMFCs," *Energy Procedia*, vol. 20, pp. 311–323, 2012.
- [2] R. A. Antunes, M. C. L. De Oliveira, G. Ett, and V. Ett, "Carbon materials in composite bipolar plates for polymer electrolyte membrane fuel cells: A review of the main challenges to improve electrical performance," *J. Power Sources*, vol. 196, no. 6, pp. 2945–2961, 2011.
- [3] N. Stubler, D. Meiners, G. Ziegmann, and T. Hickmann, "Investigation of The Properties of Polymer Composite Bipolar Plates in Fuel Cells," *J. Plast. Technol.*, vol. 10, no. 3, pp. 68–89, 2014.
- [4] Y. J. Noh et al., "Ultra-high dispersion of graphene in polymer composite via solvent free fabrication and functionalization.," *Sci. Rep.*, vol. 5, p. 9141, 2015.
- [5] P. Chaiwan and J. Pumchusak, "Wet vs. dry dispersion methods for multiwall carbon nanotubes in the high graphite content phenolic resin composites for use as bipolar plate application," *Electrochim. Acta*, vol. 158, pp. 1–6, 2015.
- [6] W. Li, S. Jing, S. Wang, C. Wang, and X. Xie, "Experimental investigation of expanded graphite/phenolic resin composite bipolar plate," *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 41, no. 36, pp. 16240–16246, 2016.
- [7] M. Rezaei, S. K. Chaharsooghi, and P. Abbaszadeh, "The Role of Renewable Energies in Sustainable Development : Case Study Iran," *Iran. J. Energy Environ.*, vol. 4, no. 4, pp. 320–329, 2013.
- [8] K. Takahashi, K. Higa, S. Mair, M. Chintapalli, N. Balsara, and V. Srinivasan, "Mechanical Degradation of Graphite/{PVDF} Composite Electrodes: A Model-Experimental Study," *J Electrochem Soc*, vol. 163, no. 3, pp. A385–A395, 2016.
- [9] A. Adloo, M. Sadeghi, M. Masoomi, and H. N. Pazhooh, "High performance polymeric bipolar plate based on polypropylene/graphite/graphene/nano-carbon black composites for PEM fuel cells," *Renew. Energy*, vol. 99, pp. 867–874, 2016.
- [10] I. Lorite, J. J. Romero, and J. F. Fernandez, "Study of the nanoparticle/microparticle powder systems by dry dispersion," *Ceram. Int.*, vol. 39, no. 2, pp. 1631–1637, 2013.