

Simulasi Distribusi Pembentukan Air di Sisi Katoda pada Bidang Alir PEMFC (*Proton Exchange Membrane Fuel Cell*)

Mulyazmi¹, Munas Marthynis¹, Firda R Safitri¹, Nia G Sari¹

Department of Chemical Engineering, University of Bung Hatta Padang, Padang, West Sumatera 25586, Indonesia

E-mail: firdarahmasafitri11@gmail.com¹ niagustikas@gmail.com²

ABSTRACT

The presence of water in Proton Exchange Membrane Fuel Cell (PEMFC) has a significant effect on the performance of PEMFC. One of the problems caused by water imbalance in the PEMFC system is the formation of liquid water on the cathode side. If too much water is formed it will stagnate the membrane, but if it is too dry it will cause the membrane to be damaged. Water management from PEMFC will be simulated using Computing Fluids Dynamics (CFD) Software to identify and identify water formation in the flow field in the PEMFC cathode side channel. The results showed that the increase and decrease in the amount of water resulted in a decrease in performance at PEMFC. The highest amount of water occurs in the spiral flow field at a flow rate of 4×10^{-8} kg/s with the amount of water 0.75 g/g and the lowest amount of water in the multiple channel serpentine flow field at a flow rate of 4×10^{-8} kg/s with amount of water 0.47 g/g. In this condition the relatively stable performance of PEMFC occurs in the single channel serpentine flow field with a flow rate of 4×10^{-8} kg/s and a depth of 0.3 mm because water formation is more regular than other forms of flow field, the amount of water formed is not so high.

Keyword : PEMFC, Flow Field, Distribution of Water

1. PENDAHULUAN

Krisis energi terjadi di berbagai negara di dunia bahkan di Indonesia. Salah satu energi alternatif yang memanfaatkan hidrogen sekaligus ramah lingkungan adalah *Fuel Cell*.¹ *Fuel Cell* merupakan teknologi energi yang bersih, aman yang mempunyai kerapatan dan efisiensi energi tinggi, bertemperatur rendah, berdaya tinggi dan efisien. Salah satu cara pembuatan *fuel cell* dengan cara membuat media membran penukar proton dan dalam aplikasi sel bahan bakar yang disebut dengan *Proton Exchange Membrane Fuel Cell* (PEMFC) atau Sel Tunggal Proton Pertukaran Membran *Fuel Cell* (Mulyazmi et.al, 2016).²

Keberadaan air dalam PEMFC memiliki pengaruh yang signifikan terhadap performa dari PEMFC. Air yang dihasilkan oleh reaksi elektrokimia dan kelembaban dari reaktan berpindah ke sisi katoda dari PEMFC akibat tertekan oleh *local pressure* dan *elektro osmotic*. Jumlah air yang berpindah ke sisi katoda PEMFC

terjadi pada densitas yang tinggi dan tekanan yang rendah. Jumlah dari air dalam permukaan lapisan difusi gas/*Gas Diffusion Layer* (GDL) dapat mengurangi efisiensi PEMFC. Oleh karena itu, dalam penelitian ini pengelolaan air dari PEMFC akan disimulasikan menggunakan *Software Computing Fluids Dynamics* (CFD) untuk mengetahui dan mengidentifikasi pembentukan air pada bidang alir dalam saluran sisi katoda PEMFC.⁴

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pembuatan model rancangan pada unit sel PEMFC dengan umpan hidrogen murni dan oksigen murni sebagai reaktan. Penyelesaian permodelan dengan *software CFD* (*Computating fluid dynamics*). Menganalisa hasil simulasi dan validasi model dengan penelitian PEM Fuel Cell yang telah ada.

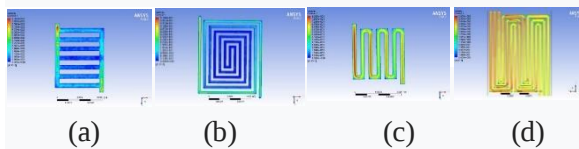
Tabel 1. Parameter Penelitian⁴

Parameter	Nilai
Temperatur sel	353,15 K

Temperatur referensi	298,15 K
Tekanan	101352 pascal
Tebal membran	0,06 mm
Tebal lapisan katalis	0.03 mm
Tebal lapisan difusi	0,3 mm
Tebal lapisan mpl	0,12 mm
Tebal lapisan cc	0,6 mm
Jumlah saluran	7
Rasio Massa (H ₂ :H ₂ O)	0,6 : 0,4
Rasio Massa (O ₂ :H ₂ O)	0,21 : 0,15
Kedalaman channel	0,3 mm; 0,4 mm; 0,5 mm
Laju alir massa hidrogen	3 x 10 ⁻⁸ kg/s, 6 x 10 ⁻⁸ kg/s, 8 x 10 ⁻⁸ kg/s
Laju alir massa oksigen	4 x 10 ⁻⁷ kg/s, 7 x 10 ⁻⁷ kg/s, 9 x 10 ⁻⁷ kg/s
Kelembaban relatif	75%

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

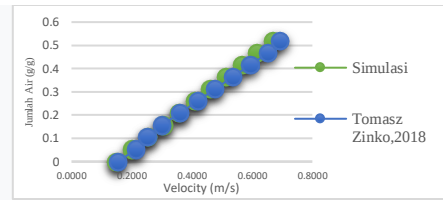
Hasil simulasi distribusi pembentukan air di sisi katoda pada bidang alir *Proton Exchange Membrane Fuel Cell* (PEMFC) yang diperoleh menggunakan software ANSYS Fluent dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Distribusi pembentukan air; (a) Straight Parallel, (b) Spiral (c) Single channel serpentine (d) multiple channel

Pada desain bidang alir jenis Single Channel Serpentine terlihat bekerja lebih baik. Distribusi air pelat katoda *cell* dengan Single Channel Serpentine lebih efektif karena memastikan bahwa seluruh area tertutup, meskipun konsentrasi reaktan meningkat sepanjang saluran. Ada penurunan tekanan di sepanjang saluran karena gesekan pada dinding dan belokan.

Validasi dilakukan dengan membandingkan hasil numerik dengan data eksperimental yang diterbitkan oleh Tomasz Zinko. Hasil validasi dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Perbandingan Hasil Simulasi dengan Tomasz Zinko (2018)³

Dapat dilihat bahwa prediksi tersebut memiliki kecenderungan yang sama dengan data eksperimental dalam segi jumlah air yang terbentuk pada desain bidang alir jenis Single Channel Serpentine, karena jenis channel ini dapat mendistribusikan air lebih baik dari bentuk channel lainnya.

4. CONCLUSION

Kesimpulan yang didapat dari penelitian,yaitu:

1. Jenis bidang alir yang berada pada zona aman maupun dalam kondisi yang baik adalah single serpentine channel dengan laju alir 4 x 10⁻⁸ kg/s dan kedalaman 0,3 mm karena distribusi air lebih terlihat teratur dari bentuk bidang alir lainnya, jumlah air yang terbentuk pun tidak begitu tinggi
2. Hasil validasi menunjukkan kecenderungan yang hampir sama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ballard J 2018 *CBC News* Retrieved from CBC WebSite:<https://www.google.com/amp/s/www.cbc.ca/amp/1.4871090>
- [2] Mulyazmi 2016 Improving the Performance of Single Cells in the Design of Proton Exchange Membrane Fuel Cell (PEMFC) When Using Hydrogen. *International Journal Advanced Science Engineering Information Technology*, Vol 7 No. 2, 2.
- [3] Zinko T, Pianko-Oprych P, & Jaworski Z 2018 Three-Dimensional Computational Fluid Dynamics Modelling of a Proton Exchange Membrane Fuel Cell with a Serpentine Micro-Channel Design. *Chemical and Process Engineering* 2018, 39 (2), 143-154, 152.
- [4] Barbir F 2012 *PEM Fuel Cells Theory and Practice*. Split: UNIDO-International Centre for Hydrogen Energy Technologies.