

ANALISA PENGARUH DIAMETER LUBANG INPUT OKSIGEN PADA POLYMER ELECTROLYTE MEMBRAN FUEL CELL DOUBLE CELL TERHADAP POWER DENSITY DAN EFISIENSI

Oleh:

Syafa Vania Ulhaq
A'rasy Fahrudin

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO
Februari, 2026**



PENDAHULUAN

Latar Belakang:

- **Tingginya Kebutuhan Energi Ramah Lingkungan**
Dalam beberapa tahun terakhir, terdapat peningkatan kebutuhan global terhadap sumber energi yang bersih, efisien, dan ramah lingkungan.
- **Potensi Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell (PEMFC)**
PEMFC menjadi salah satu teknologi yang menjanjikan karena menghasilkan listrik dengan emisi sangat rendah, cocok untuk kendaraan listrik, pembangkit portabel, dan perangkat elektronik.
- **Pentingnya Ketersediaan Oksigen di Katoda**
Kinerja PEMFC sangat bergantung pada distribusi oksigen yang optimal di katoda untuk mendukung reaksi elektrokimia.
- **Peran Diameter Lubang Input Oksigen**
Diameter lubang input oksigen merupakan parameter penting yang mempengaruhi laju dan distribusi oksigen ke dalam sel, yang berdampak langsung pada Power Density.
- **Efek Ukuran Diameter Terhadap Kinerja**
 - Diameter terlalu kecil menyebabkan kekurangan oksigen dan menurunnya kinerja sel.
 - Diameter terlalu besar menimbulkan pemborosan dan distribusi oksigen yang tidak merata



RUMUSAN MASALAH

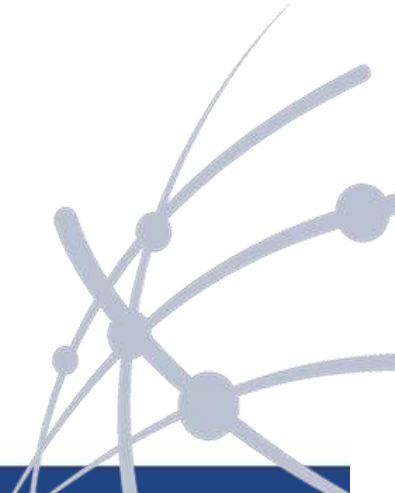
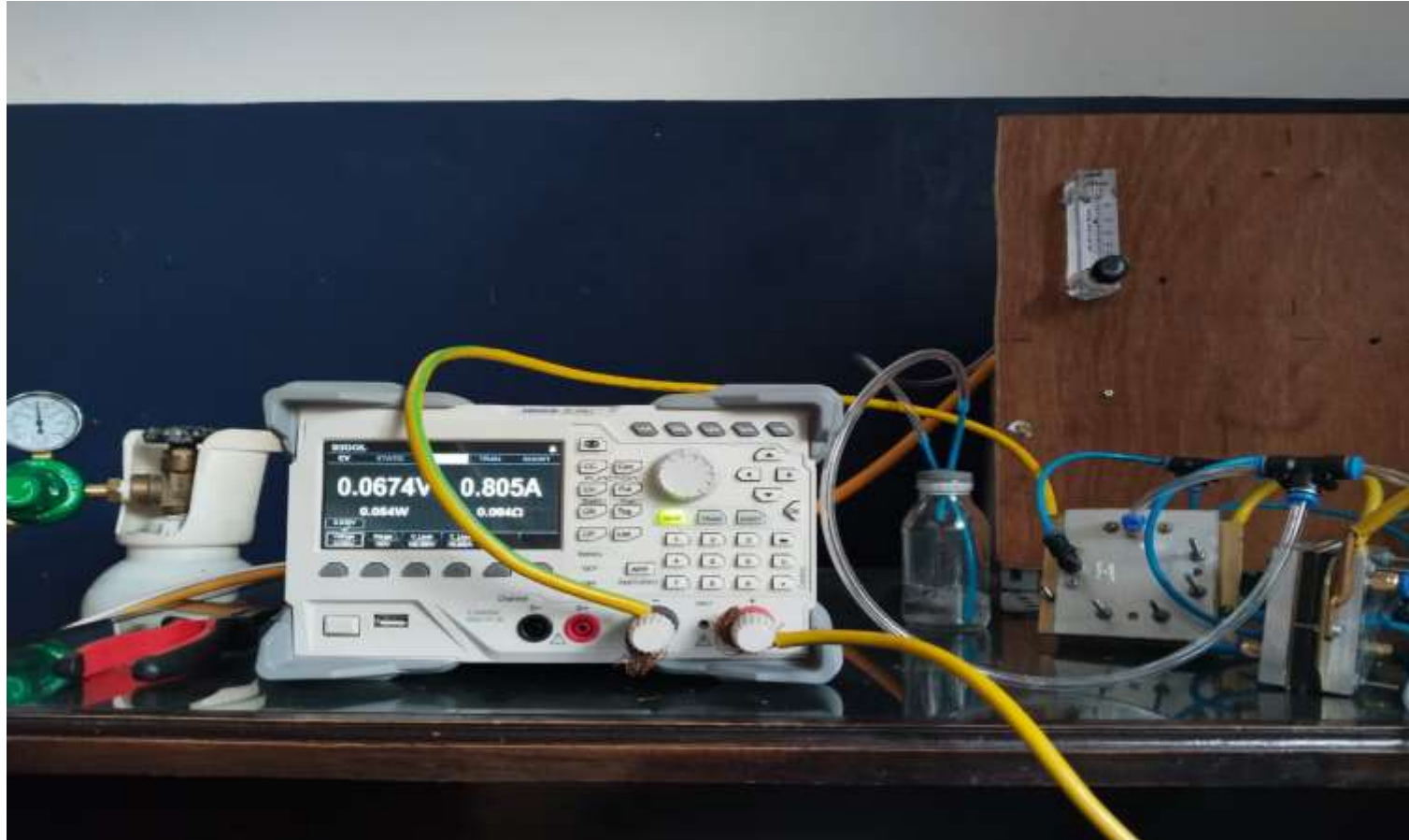
Pada dasar latar belakang di atas, rumusan masalah yang diaplikasikan yaitu, Bagaimana pengaruh diameter lubang input oksigen pada *Polymer Electrolyte membrane Fuel Cell double cell* terhadap *Power Density* dan efisiensi

METODE

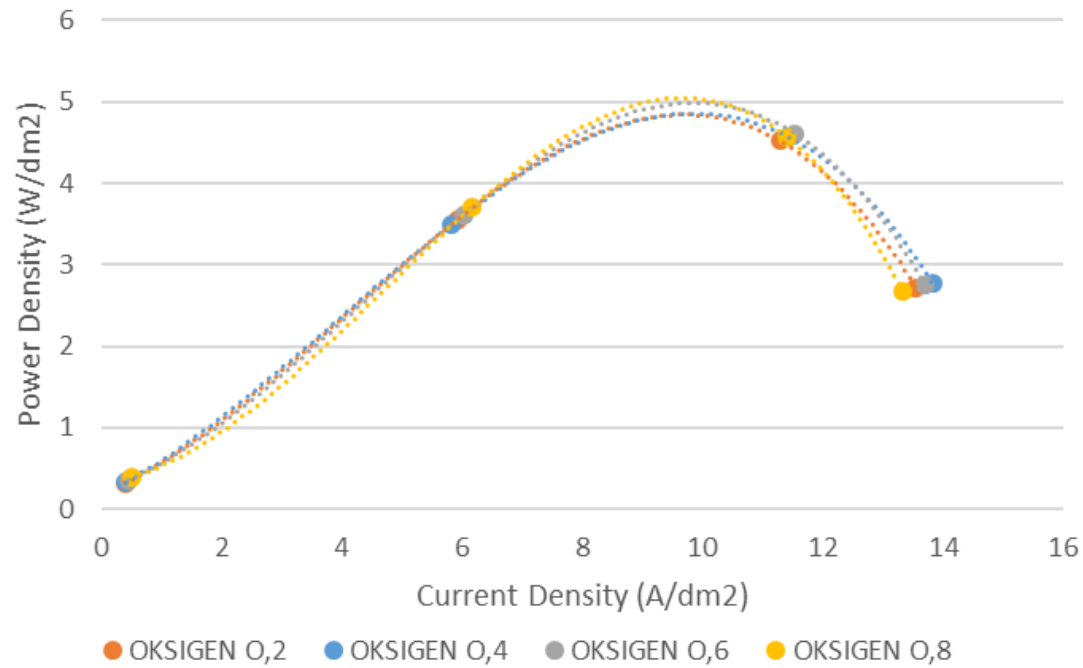
Penelitian ini bersifat eksperimental laboratorium. Objek yang diuji adalah PEMFC *double cell* dengan berbagai variasi diameter lubang input oksigen. Data yang diperoleh berupa arus, tegangan, *power density*, dan efisiensi yang dihitung berdasarkan output energi dari setiap spesimen.

HASIL

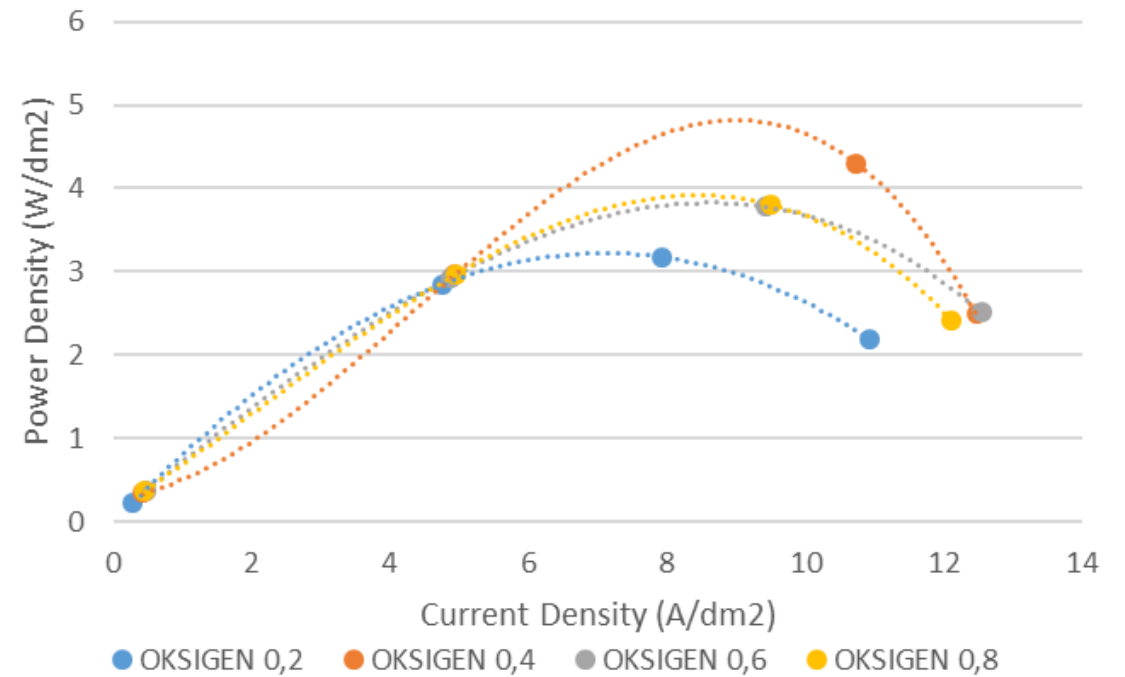
Proses pengambilan data



HASIL

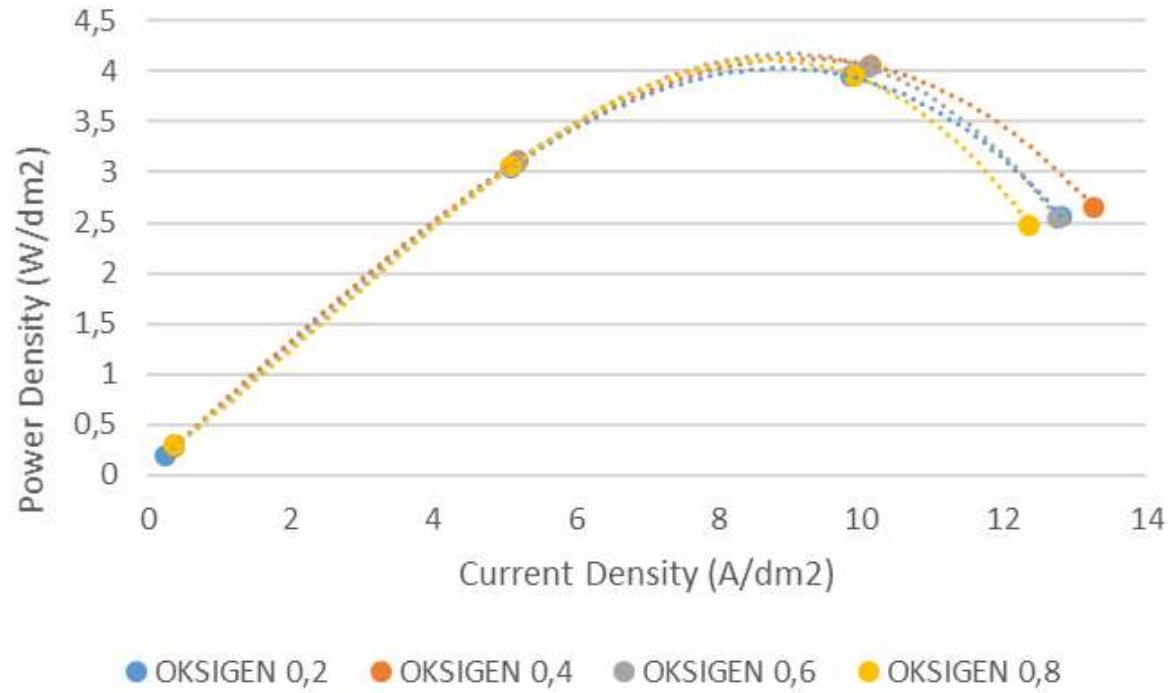


Grafik Power Density dan Current Density
pada Diameter 4mm

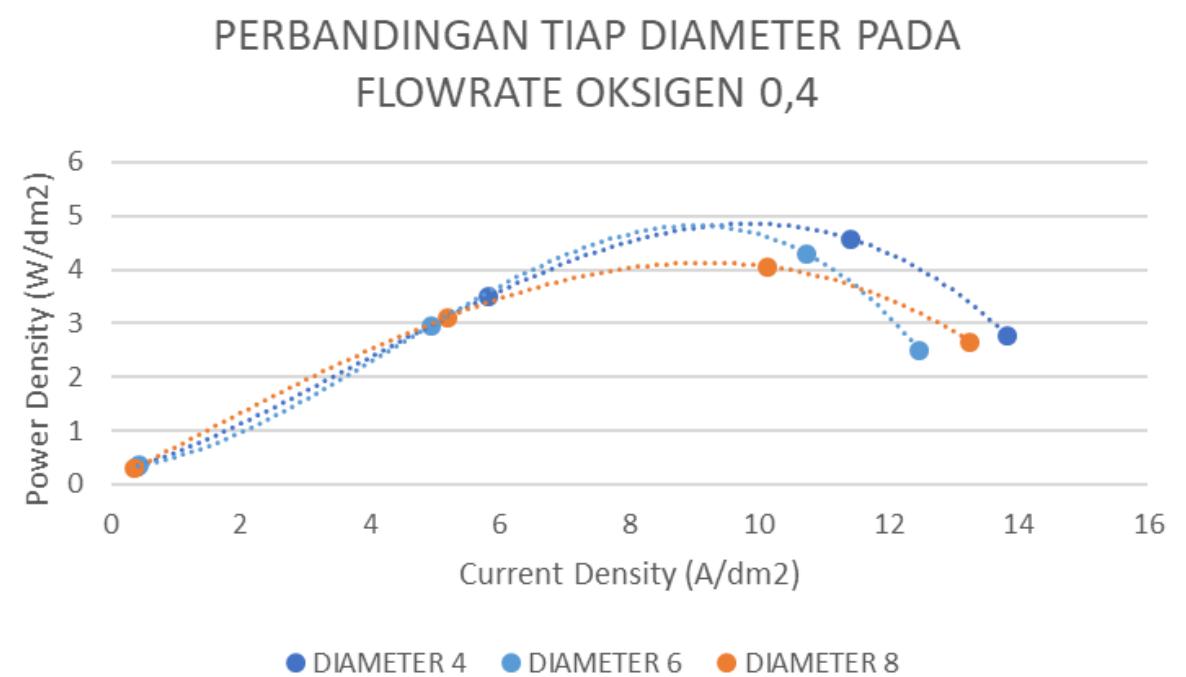


Grafik Power Density dan Current Density
pada Diameter 6mm

HASIL



Grafik Power Density dan Current Density pada Diameter 8mm



Grafik Power Density dan Current Density tiap Diameter pada Flow Rate Oksigen 0,4slpm

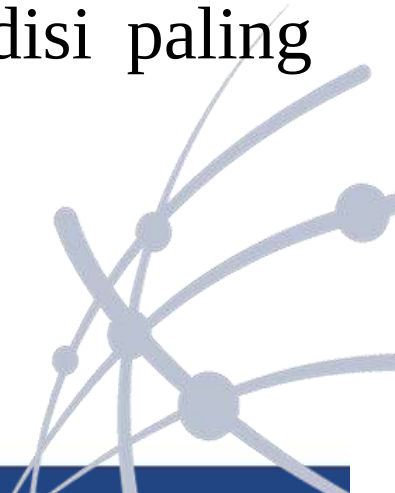
HASIL

No	Diameter Lubang Input Oksigen (mm)	Power Density (W/dm ²) pada Voltage 0,4	Efisiensi (η)
1	4mm	4,5696	27%
2	6mm	4,2976	
3	8mm	4,054933333	



PEMBAHASAN

Berdasarkan pengujian diameter saluran 4 mm, 6 mm, dan 8 mm, diameter saluran berpengaruh signifikan terhadap kinerja sel bahan bakar. Diameter 4 mm menghasilkan kinerja optimal dengan power density tertinggi dan stabil, sedangkan diameter 6 mm menunjukkan power density terendah akibat distribusi oksigen yang kurang optimal. Diameter 8 mm memiliki power density tinggi tetapi kinerjanya menurun pada laju aliran oksigen tinggi. Efisiensi sistem mencapai 27% pada tegangan operasi 0,4 V, yang merupakan kondisi paling efektif dalam mengonversi energi kimia menjadi energi listrik.



TEMUAN PENTING PENELITIAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa peran diameter lubang input oksigen pada PEMFC Double cell berperan penting dalam efisiensi dan pada diameter 4mm memiliki power density tertinggi dibandingkan dengan variasi diameter lainnya.

MANFAAT PENELITIAN

Untuk mengetahui diameter yang paling efisien dan memiliki power density tertinggi dari beberapa variasi yang ada.

REFERENSI

- [1] A. Jose, S. Bekal, and S. T. Revankar, “Effect of oxidant quantity and humidification temperature on performance of PEMFC with twin inlet and twin outlet flow field,” no. June, pp. 1–13, 2024, doi: 10.3389/fenrg.2024.1390956.
- [2] A. Fahrudin, D. Ichsani, F. Taufany, B. U. K. Widodo, and W. A. Widodo, “The effect of baffle shape on the performance of a polymer electrolyte membrane fuel cell with a biometric flow field,” *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 46, no. 8, pp. 6028–6036, 2021, doi: 10.1016/j.ijhydene.2020.08.054.
- [3] A. Fahrudin, D. Ichsani, F. Taufany, and B. U. Kukuh Widodo, “The effect of channel width on biometric flow field towards performance of polymer electrolyte membrane fuel cell,” *J. Eng. Sci. Technol.*, vol. 14, no. 5, pp. 2552–2564, 2019.
- [4] A. Fahrudin, D. Ichsani, F. Taufany, B. U. K. Widodo, and W. A. Widodo, “Improved performance of polymer electrolyte membrane fuel cell using leaf-baffle flow field design,” *Int. J. Ambient Energy*, vol. 43, no. 1, pp. 4782–4788, 2022, doi: 10.1080/01430750.2022.2037458.
- [5] A. Fahrudin, D. Ichsani, F. Taufany, and B. U. K. Widodo, “The effect of mother channel width on biometric flow field towards polymer electrolyte membrane fuel cell performance,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1402, no. 4, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1402/4/044042.
- [6] S. Pirou et al., “Production of a monolithic fuel cell stack with high power density,” pp. 1–8, 2022, doi: 10.1038/s41467-022-28970-w.
- [7] A. S. Samosir, “A simple PEM Fuel Cell Emulator using Electrical Circuit Model,” pp. 881–885, 2010.

REFERENSI

- [8] S. T. Bunyan, H. A. Dhahad, and D. S. Khudhur, “The Effect of Flow Field Design Parameters on the Performance of PEMFC : A Review,” *Sustainability*, 2023, doi: <https://doi.org/10.3390/su151310389>.
- [9] S. Shimpalee, S. Greenway, D. Spuckler, and J. W. Van Zee, “Predicting water and current distributions in a commercial-size PEMFC,” vol. 135, no. 0378, pp. 79–87, 2004, doi: 10.1016/j.jpowsour.2004.03.059.
- [10] Y. Irmawati et al., “KAJIAN KINERJA POLYMER ELECTROLYTE MEMBRANE FUEL CELL OPEN CATHODE TERHADAP VARIASI TEGANGAN KIPAS KATODA DAN VARIASI LAJU ALIR HIDROGEN Pengaruh Kipas pada Kinerja PEMFC Open,” vol. 13, no. 3, pp. 216–220, 2012.
- [11] S. Tanvir, A. Rimon, S. Rahman, and M. Mourshed, “Energy Conversion and Management : X Flow field configurations in PEMFCs : Design , Modeling , and performance insights,” *Energy Convers. Manag. X*, vol. 28, no. September, p. 101263, 2025, doi: 10.1016/j.ecmx.2025.101263.
- [12] K. Song et al., “Assembly techniques for proton exchange membrane fuel cell stack : A literature review”.
- [13] Z. Niu, J. Wu, Z. Bao, Y. Wang, Y. Yin, and K. Jiao, “International Journal of Heat and Mass Transfer Two-phase flow and oxygen transport in the perforated gas diffusion layer of proton exchange membrane fuel cell,” *Int. J. Heat Mass Transf.*, vol. 139, pp. 58–68, 2019, doi: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2019.05.008.
- [14] C. Spiegel, L. Hagar, J. Mckenzie, L. Hahn, M. Mcgee, and S. Ingle, *Designing and Building Fuel Cells*.

