

ANALISA PERFORMA *DOUBLECELL* PEMFC DENGAN VARIASI ALIRAN OKSIGEN SERI DAN PARALEL TERHADAP *POWER DENSITY*

Oleh:

Saarah Salsabila 221020200005

Dosen pembimbing: Dr. A'rasy Fahrudin, S.T., M.T.

Progam Studi Teknik Mesin

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

20 Januari 2026



Latar Belakang

Selama ini sebagian besar kebutuhan energi dipenuhi oleh sumber energi fosil yang relatif murah dan mudah diakses, tetapi berdampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia.

Hal ini tentunya selaras dengan komitmen Indonesia untuk mencapai *Zero Net Emission* (ZNE) pada tahun 2060. (Conference of the Parties (COP 21) pada tahun 2015, yang menghasilkan Paris Agreement.)

PEMFC memiliki efisiensi energi yang tinggi, *power density* yang tinggi, bebas polusi, nol emisi karbon, serta dapat bekerja pada temperatur yang relatif rendah antara 30 °C hingga 80 °C.

Rumusan Masalah

Bagaimana performa *doublecell* PEMFC (ditinjau dari *power density*) dipengaruhi oleh konfigurasi aliran oksigen secara seri dan paralel?

Bagaimana pengaruh optimalisasi *flowrate* pada *doublecell* PEMFC dalam konfigurasi aliran oksigen seri dan paralel?

Batasan Masalah

1. Riset ini dilakukan di laboratorium teknik mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
2. Membran yang digunakan adalah *Proton Exchange Membrane Fuel Cell* (PEMFC) dengan luasan 25 cm².
3. Penelitian ini hanya berfokus pada konfigurasi aliran oksigen *doublecell* PEMFC yang diatur dalam dua susunan utama, yaitu seri dan paralel.
4. *Power density* yang dihasilkan dari konfigurasi aliran oksigen menggunakan susunan seri dan paralel.
5. Konfigurasi *output* listrik yang digunakan menggunakan rangkaian seri

Tujuan Penelitian

“Riset ini bertujuan untuk mengamati rangkaian *doublecell* PEMFC (luasan membran 25 cm²) dengan konfigurasi aliran oksigen yang diatur dalam susunan seri dan paralel .”

Penelitian Terdahulu

Optimization and Performance
Evaluation of Open
Cathode Multi-Stack PEM Fuel Cell
Systems (2024)

The Effect of Channel Width on
Biometric Flow Field Towards
Performance of Polymer Electrolyte
Membrane Fuel Cell (2019)

Research GAP

Belum adanya penelitian
tentang pengaruh variasi
aliran oksigen dengan
konfigurasi paralel dan
seri yang menggunakan
desain aliran *biometric*
bentuk daun.

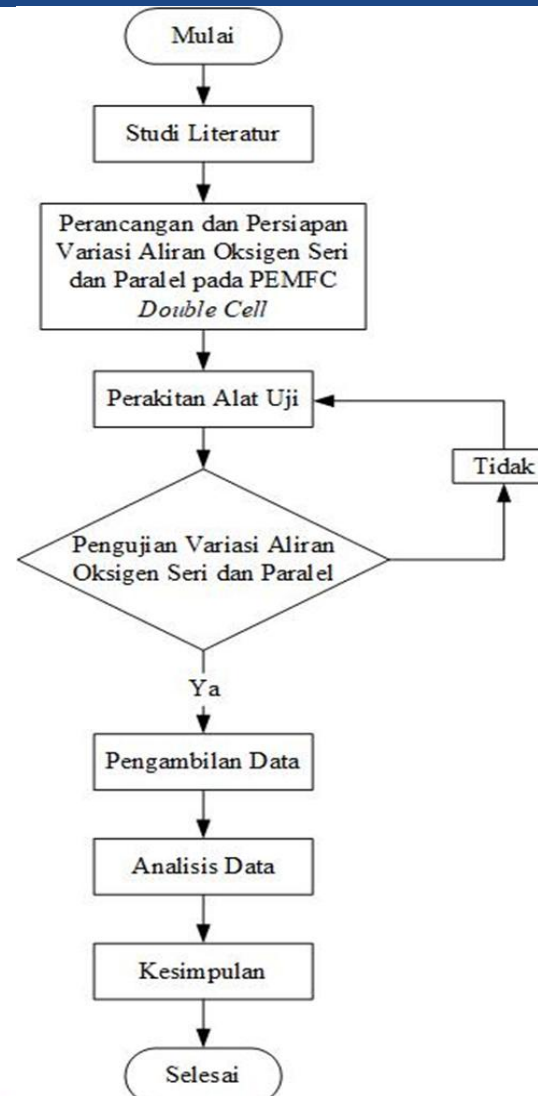
Dasar Teori

PEMFC merupakan alat konversi energi elektrokimia yang mengkonversi hidrogen dan oksigen menjadi daya listrik melalui membran polimer.

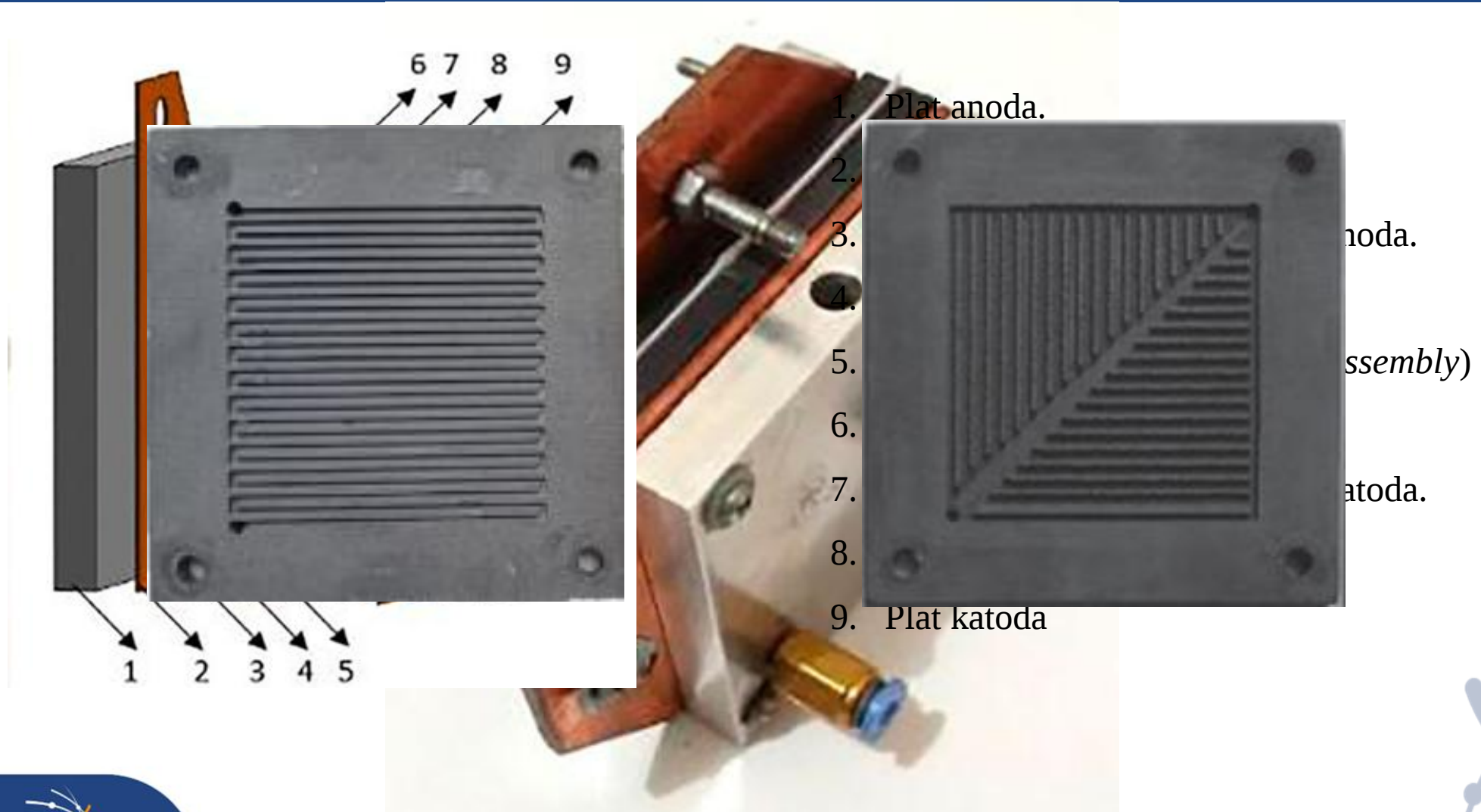
Distribusi reaktan oksigen pada sisi katoda sangat mempengaruhi performa *doublecell* PEMFC karena laju alir O_2 menentukan kinetik ORR (*Oxygen Reduction Reaction*).

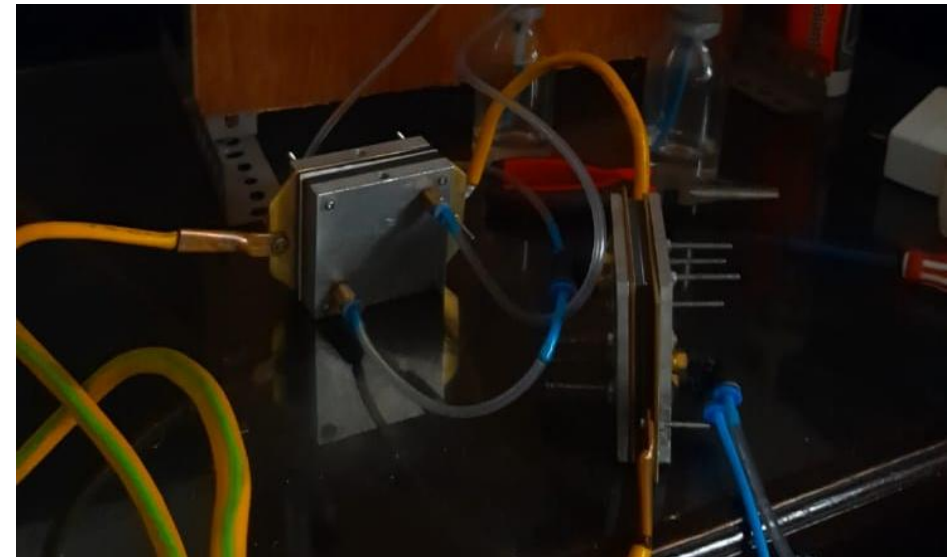
Dari penelitian sebelumnya menyatakan bahwasannya distribusi oksigen dengan menggunakan desain aliran **biometric bentuk daun** dapat meningkatkan *power density* hingga **22%**.

Diagram alir

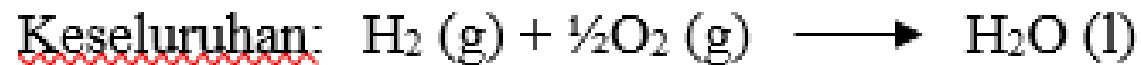


Spesimen Penelitian / Konfigurasi PEMFC





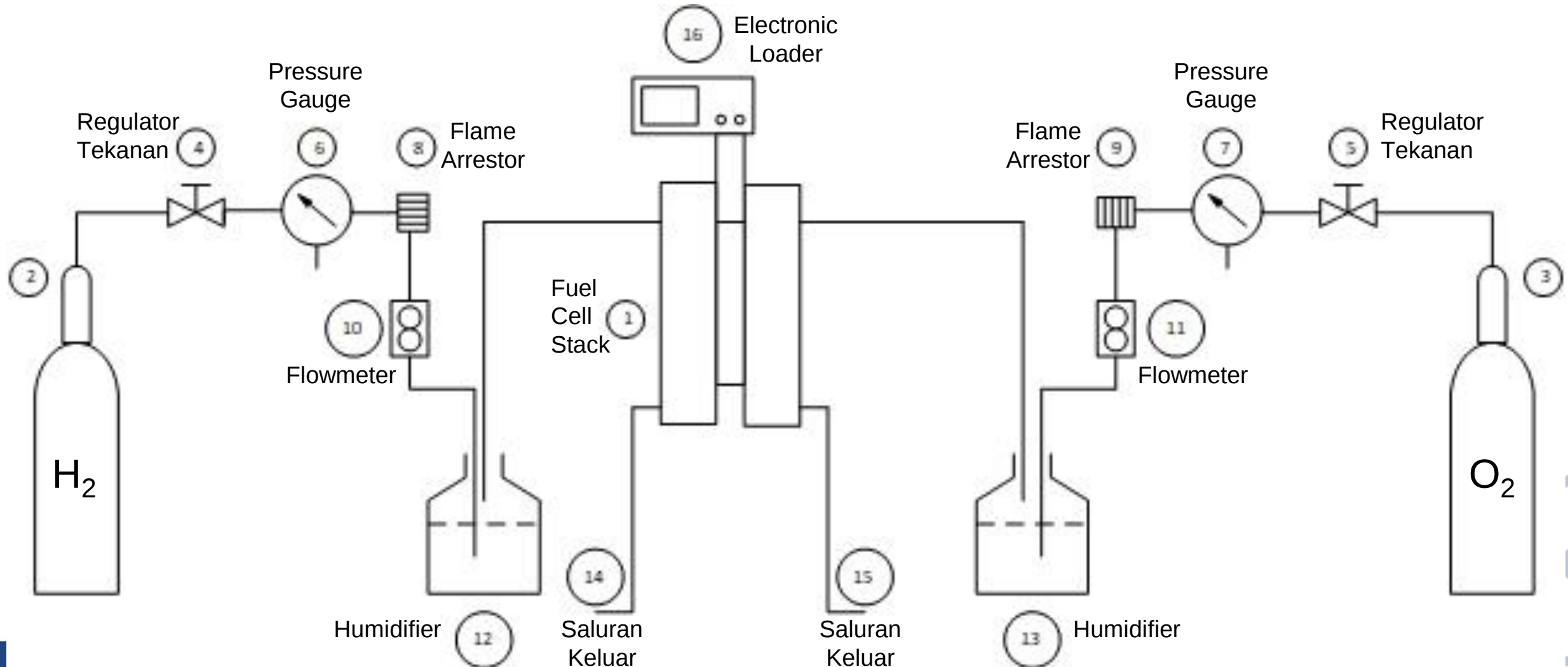
Metode Penelitian



Spesifikasi MEA (*Membrane Electrolyte Assembly*)

Komponen	Keterangan
Membran	Nafion NR-212; 50,8 μm
Katalis anoda dan katoda	0.5mg/cm ² ; 60 wt% Pt, on Carbon Vulcan
Lapisan difusi gas	Woven carbon fibre cloth; 0.410mm

Instalasi yang Digunakan dalam Penelitian



VARIABEL PENGUJIAN

VARIABEL BEBAS

Debit oksigen yang digunakan terdapat 4 variasi yaitu 0,2 ml/min, 0,4 ml/min, 0,6 ml/min, dan 0,8 ml/min. Arah aliran oksigen memiliki 2 variasi berupa aliran seri dan aliran paralel.

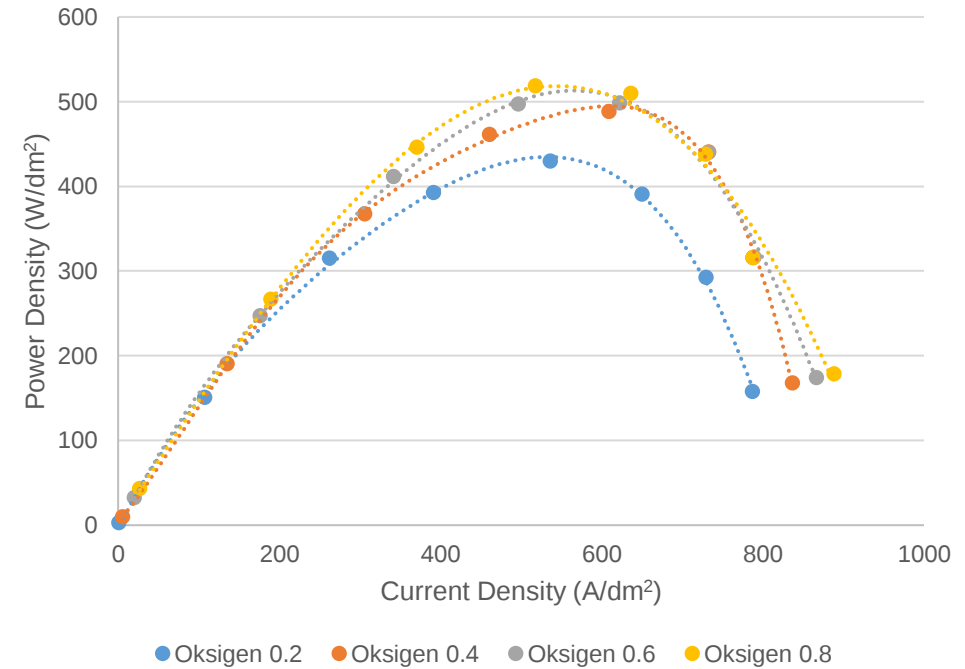
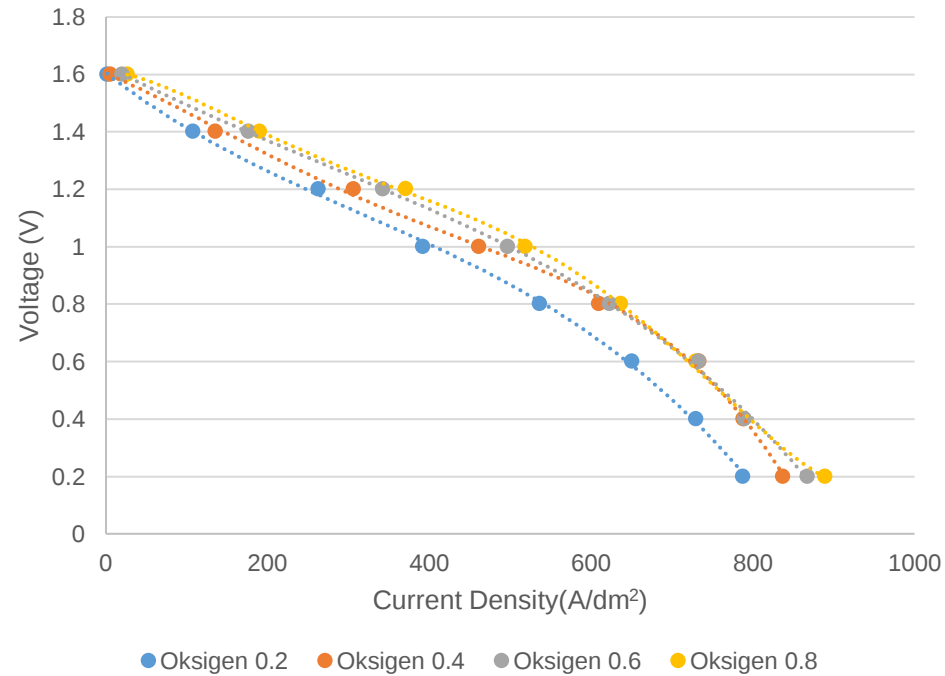
VARIABEL TERIKAT

Besar *power density* dan *current density* yang dihasilkan PEMFC *double cell* pada variasi aliran oksigen seri dan aliran paralel.

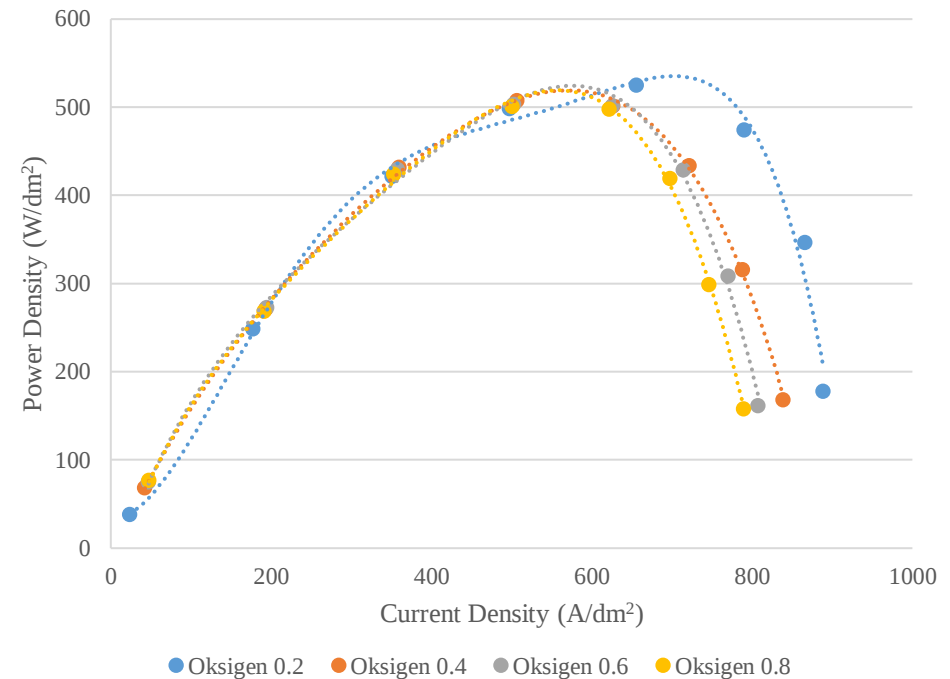
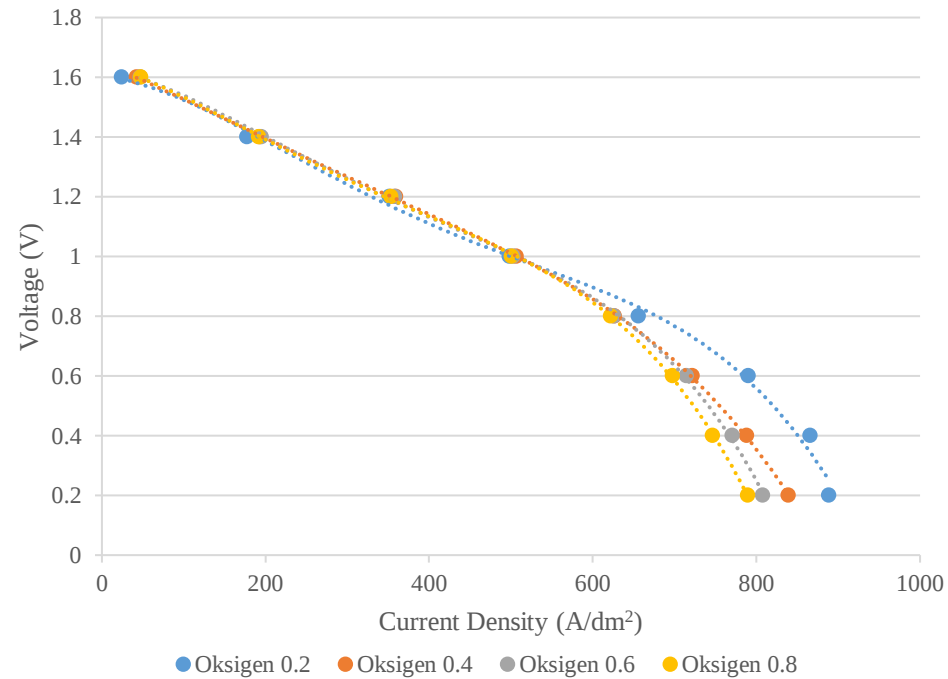
VARIABEL KONTROL

Dalam penelitian ini meliputi penggunaan bahan dan alat yang sama serta perlakuan yang konsisten selama seluruh pengujian. Hal ini mencakup penggunaan 2 plat kuningan dengan tebal 3 mm yang berguna sebagai pengumpul arus baik pada bagian katoda maupun anoda, 2 bidang alir berbahan plat grafit pada bagian katoda dan anoda dengan ketebalan 5 mm dan kedalaman bidang alir oksigen 1 mm, gasket dari bahan teflon dan silicon untuk mencegah kebocoran gas. Temperatur ruangan (30°) dan tekanan 1 atm. Data dikumpulkan melalui observasi, dimana hasil pengamatan selama penelitian dicatat untuk kemudian dianalisis.

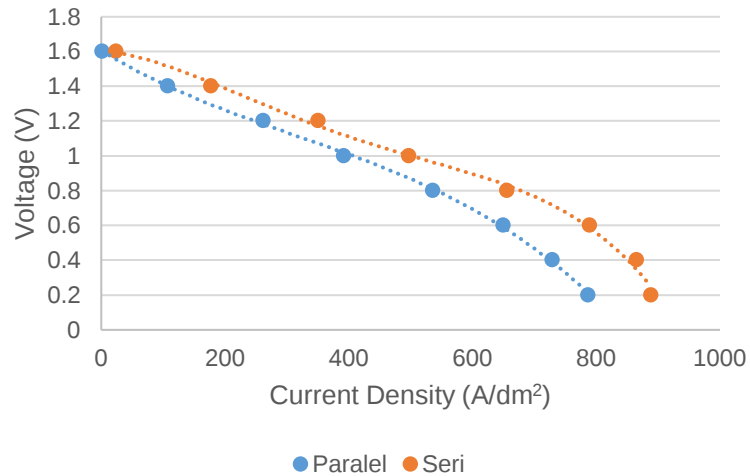
KONFIGURASI PARALEL



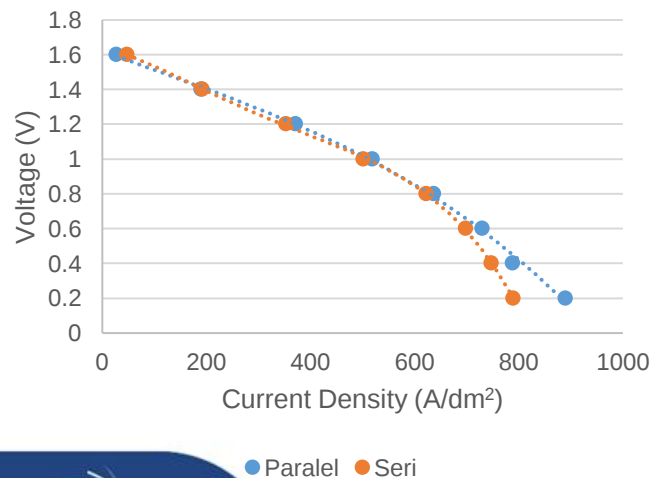
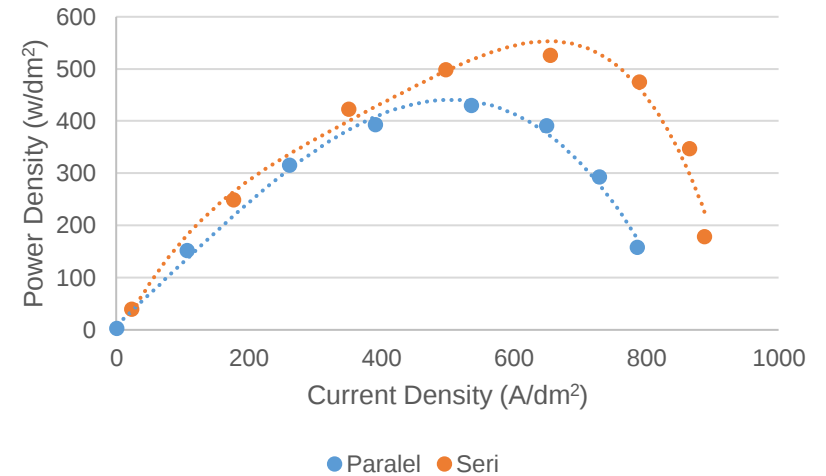
KONFIGURASI SERI



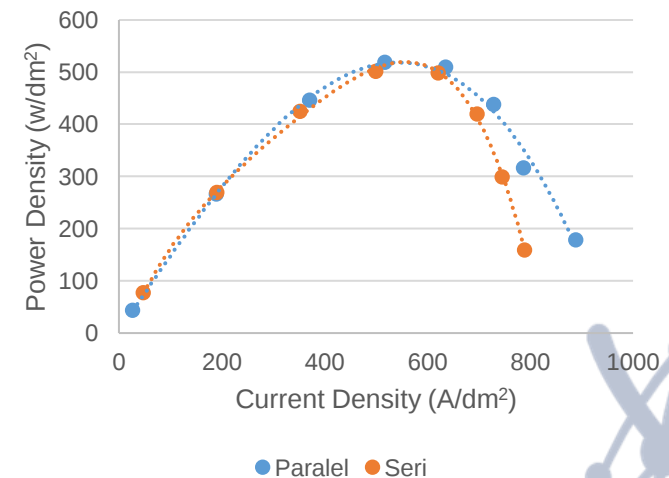
PERBANDINGAN KONFIGURASI PARALEL DAN SERI



0,2
ml/min



0,8
ml/min



KESIMPULAN

Konfigurasi paralel menghasilkan performa yang lebih optimal dan stabil dibandingkan konfigurasi seri pada *flowrate* tinggi. Konfigurasi paralel mampu mempertahankan tegangan dan daya yang lebih tinggi.

Konfigurasi seri memiliki performa yang lebih baik dibandingkan dengan konfigurasi paralel pada *flowrate* rendah.

