

# Pengembangan Katalis Platina didukung Vulcan XC-72 dengan Variasi Massa Pada Proton Exchange Membrane Fuel Cell

<sup>1</sup>Made Sucipta

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Udayana  
Denpasar, Indonesia  
[m.sucipta@unud.ac.id](mailto:m.sucipta@unud.ac.id)

<sup>2</sup>I Made Joni, <sup>3</sup>Luh Ary Putri Manik, <sup>4</sup>Komang Gede Darmayasa, <sup>5</sup>B. Gde Edy Triana Adi Jaya, <sup>6</sup>Ilham Fauzi, <sup>7</sup>Made Suarda, <sup>8</sup>Ketut Astawa

<sup>2</sup>Program Studi Fisika, Universitas Padjadjaran  
Sumedang, Indonesia  
[imadejoni@phys.unpad.ac.id](mailto:imadejoni@phys.unpad.ac.id)

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Udayana  
Denpasar, Indonesia  
[4ryputrimanik@gmail.com](mailto:4ryputrimanik@gmail.com)

<sup>4</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Udayana  
Denpasar, Indonesia  
[Mangdarma06@gmail.com](mailto:Mangdarma06@gmail.com)

<sup>5</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Udayana  
Denpasar, Indonesia  
[Edytriana10@gmail.com](mailto:Edytriana10@gmail.com)

<sup>6</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Udayana  
Denpasar, Indonesia  
[ilhamg2216@gmail.com](mailto:ilhamg2216@gmail.com)

<sup>7</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Udayana  
Denpasar, Indonesia  
[made.suarda@unud.ac.id](mailto:made.suarda@unud.ac.id)

<sup>8</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Udayana  
Denpasar, Indonesia  
[toetas@unud.ac.id](mailto:toetas@unud.ac.id)

**Abstract**— Penipisan sumber energi dan isu lingkungan merupakan dua permasalahan utama yang dihadapi dalam penggunaan energi berbasis bahan bakar fosil. Oleh karena itu, transisi menuju energi hijau, seperti hidrogen, menjadi fokus utama saat ini. Hidrogen dapat dikonversi menjadi listrik menggunakan teknologi Proton Exchange Membrane Fuel Cell (PEMFC), dengan air sebagai limbahnya. Penelitian ini berfokus pada peningkatan performa PEMFC menggunakan katalis Pt/Vulcan XC-72. Katalis Pt/Vulcan XC-72 dengan variasi perbandingan massa Pt dan Vulcan XC-72 pada Sampel 1 40wt. %:60wt. %; Sampel 2 30wt. %:60wt. %; dan Sampel 3 20wt. %:80wt. %. Dimana katalis Pt/VC disintesis menggunakan metode reduksi impregnasi. Berdasarkan pengujian *cyclic voltametry* (CV) Sampel 1 menunjukkan hasil terbaik dengan puncak oksidasi 1,5mA dan puncak reduksi -250mA sedangkan Sampel 2 menghasilkan puncak oksidasi 1mA dan puncak reduksi -250mA dan Sampel 3 menghasilkan puncak reduksi 1mA,

tetapi tidak menghasilkan puncak oksidasi. Hal ini menunjukkan bahwa Sampel 1 berpotensi menghasilkan PEMFC dengan performa yang baik.

**Kata Kunci**—Energi, Hidrogen, Katalis, MEA, PEMFC

## I. PENDAHULUAN

Permintaan akan energi terus meningkat seiring waktu, tetapi saat ini sebagian besar energi masih bersumber dari energi fosil yang tidak terbarukan. Penipisan sumber energi dan isu lingkungan merupakan dua permasalahan besar yang akan dihadapi jika terus bergantung pada energi fosil [1]. Maka dari itu, upaya transisi energi menuju energi ramah lingkungan gencar dilakukan. Salah satu energi ramah lingkungan yang dianggap mampu menggantikan energi fosil adalah hidrogen[2].

Hidrogen dapat dikonversi menjadi listrik menggunakan *fuel cell* melalui reaksi elektrokimia [3]. Jenis *fuel cell* yang saat ini banyak dikembangkan adalah *proton exchange membrane fuel cell* (PEMFC) [4]. PEMFC tersusun atas beberapa komponen yang diintegrasikan menjadi *membrane electrode assembly* (MEA) sebagai jantungnya. MEA tersusun atas tiga komponen utama, yaitu *gas diffusion layer* (GDL), *catalyst layer* (CL), dan *proton exchange membrane* (PEM) [5]. Ketiga komponen ini selanjutnya akan membentuk zona *three phase boundaries* (TPB) [6]. Hidrogen akan dialirkan melalui GDL menuju CL. Didalam CL hidrogen akan mengalami *hydrogen oxidation reaction* (HOR) di anode yang selanjutnya dipecah menjadi ion hidrogen positif ( $H^+$ ) dan elektron ( $e^-$ ). Elektron akan dialirkan melalui *external circuit* dan  $H^+$  akan dialirkan melalui PEM untuk selanjutnya bergabung dengan oksigen yang mengalami rekasi *oxygen reduction reaction* (ORR) di katode. Dalam proses ini CL memegang peranan yang sangat penting, karena di dalam CL inilah rekasi elektrokimia terjadi [7].

Sejauh ini, katalis dengan platina yang didukung karbon (Pt/C) menunjukan hasil terbaik dalam elektrokatalis anode maupun katode (youngkwa). Namun, penggunaan Pt menyebabkan biaya produksi yang tinggi [5]. Hal ini dapat diatasi dengan mengoptimalkan kadar atau kandungan Pt pada katalis [8]. Oleh sebab itu, pada penelitian ini dilakukan variasi massa yang digunakan untuk mengetahui perbandingan massa Pt dan karbon pendukung yang optimal. Sehingga dapat meningkatkan kinerja PEMFC.

## II. METODE DAN PROSEDUR

Penelitian ini dilakukan sintesis katalis Pt/Vulcan XC-72 menggunakan metode impregnasi.  $H_2PtCl_6$  digunakan sebagai perkusor platina, yaitu  $H_2PtCl_6 \cdot H_2O$  dan bubuk karbon Vulcan XC-72 dengan variasi massa sesuai pada Table 1. Campuran ini kemudian dilarutkan dengan isopropanol alkohol (IPA) dan diaduk selama 40 menit. Setelah 2 jam, pH dari campuran disesuaikan menjadi 8-10 dan suhunya dinaikan menjadi  $80^\circ C$ . Kemudian, Larutan reduktan  $N_2H_4$  ditambahkan tetes demi tetes dan diaduk selama 2 jam. Kemudian campuran didinginkan sampai suhu kamar, lalu disaring dan dicuci dengan air deionisasi. Terakhir, Campuran dikeringkan pada suhu  $100^\circ C$  selama 8 jam [9].

TABEL 1. VARIASI MASSA KATALIS

Sampel	Variasi Massa	
	Massa Pt (wt%)	Massa Vulcan XC-72 (wt%)
1	40	60
2	30	70
3	20	80

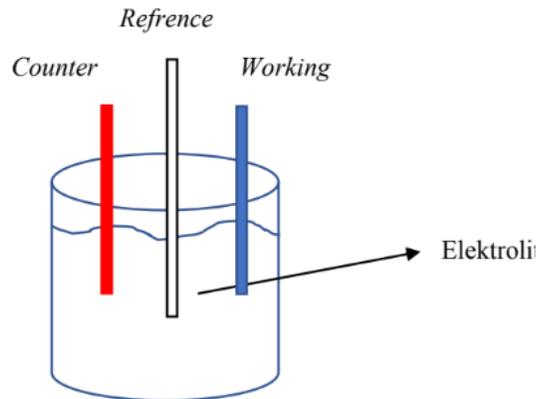
## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, kinerja Pt/Vulcan XC-72 diketahui melalui pengujian *cyclic voltammetry* (CV) dengan melihat tegangan dana arus yang dihasilkan. CV menjadi teknik yang populer untuk mempelajari reaksi kimia meliputi katalis. CV merupakan teknik elektrokimia melalui pengukuran arus yang berkembang sebagai respon dari elektroda kerja. Teknik ini dilakukan dengan cara memutar potensi elektroda dan mengukur arus yang dihasilkan. Arus yang dihasilkan kemudian diukur dan data yang dihasilkan berupa grafik voltammogram. Selain itu, teknik ini juga dapat digunakan untuk mendapatkan informasi kualitatif tentang proses elektrokimia seperti keberadaan suatu zat dalam reaksi oksidasi-reduksi, serta stabilitas dan reaksi transfer elektron. Teknik ini banyak digunakan dalam berbagai

bidang termasuk dalam proses elektrokimia, karakterisasi bahan seperti uji tegangan dalam rakitan elektroda membrane [10].

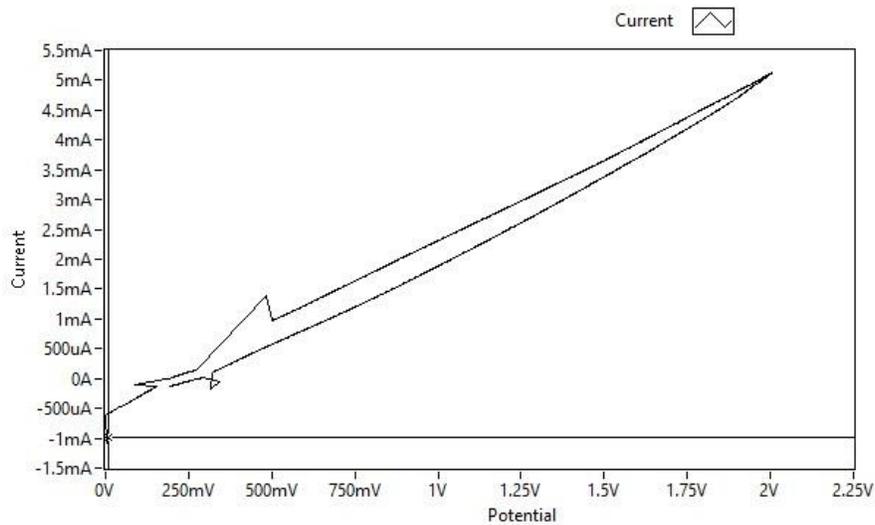
### **Cyclic voltammetry (CV)**

Pengujian ini menggunakan alat uji BST8-STAT yang dihubungkan ke komputer untuk mendapatkan hasil uji berupa gambar dan excel. Pengujian ini memerlukan 0,1gram powder dari hasil sintesis katalis yang kemudian dicampur menggunakan etanol. Semua pengukuran elektrokimia dilakukan dalam tiga pengaturan yang dilengkapi dengan AgCl sebagai *reference electrode*, sembar karbon sebagai *counter electrode*, dan sampel Pt/Vulcan XC-72 sebagai *working electrode*. Skema pengujian CV ditunjukkan pada Gambar 1.

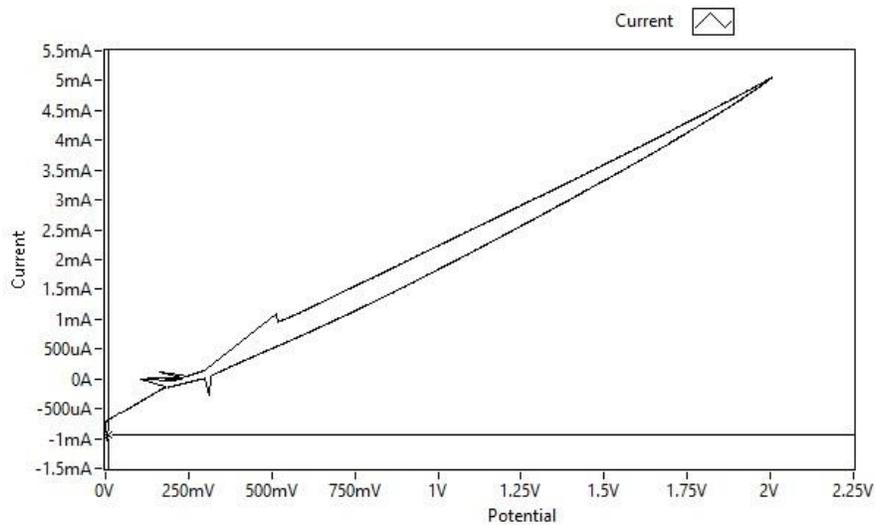


GAMBAR 1. SKEMA PENGUJIAN CV

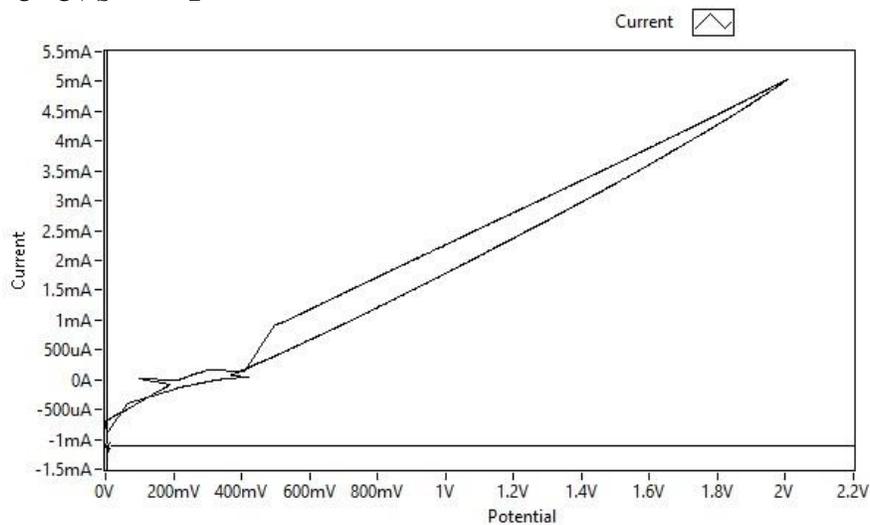
Semua elektode terhubung ke komputer dan *labview* untuk pengambilan data. Untuk kesetimbangan permukaan pada uji ini dilakukan laju pemindaian yang bervariasi seperti 0,05; 0,1; dan 0,15 V/s. Pada uji ini, *scan rate* memainkan peran penting dalam menentukan karakteristik elektrokimia dari katalis dan berpengaruh terhadap kecepatan reaksi. Hasil pengujian ini berupa grafik voltammogram dapat dilihat pada Gambar 2,3, dan 4.



GAMBAR 2. HASIL UJI CV SAMPEL 1



GAMBAR 3. HASIL UJI CV SAMPEL 2



GAMBAR 4. HASIL UJI CV SAMPEL 3

Dari hasil gambar CV ketiga sampel diatas, dapat dilihat pada Sampel 1 potensial redoks terjadi pada puncak oksidasi 1.5mA dan puncak reduksi -250mA. Pada Sampel 2 potensial redok terjadi dengan puncak oksidasi sedikit lebih rendah dibandingkan sampel sebelumnya, yaitu 1mA dan puncak reduksi -250Ma. Serta pada Sampel 3 puncak oksidasi terjadi pada 1mA sedangkan puncak reduksi tidak terlihat dengan jelas. Hal ini mungkin disebabkan oleh elektroda yang kurang stabil untuk menghantarkan tegangan-arus listrik yang dihasilkan. Selain itum hal ini juga dapat disebabkan oleh kontaminasi pada elektrolit yang digunakan. Dari ketiga sampel tersebut Sampel 1 menunjukkan hasil terbaik dengan potensi redoks terbesar.

#### IV. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa semakin banyak kandungan Pt yang digunakan, semakin besar potensi redok yang dihasilkan. Sampel 1 menunjukkan hasil terbaik dengan puncak oksidasi 1,5mA Dan puncak reduksi -250mA. Pada Sampel 2 menunjukkan hasil lebih rendah dibandingkan sampel 1, yaitu puncak puncak oksidasi 1mA dan puncak reduksi -250Ma. Sedangkan pada Samel 3 menunjukan hasil terburuk dimana hanya terjadi puncak oksidasi yaitu 1mA dan tidak terjadi puncak reduksi. Hal ini dapat terjadi akaibat elektrodanya yang kurang stabil untuk menghantarkan tegangan-arus listrik yang dihasilkan dan bisa disebabkan oleh elektrolitnya yang terkontaminasi, Dari ketiga sampel tersebut Sampel 1 menunjukkan hasil terbaik dengan potensi redoks terbesar.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam kegiatan penelitian ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Udayana. Penulis juga ingin mengucapkan terimakasih kepada Laboratorium Teknologi Nano, Finder U-CoE, Universitas Padjadjaran, Bandung.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Nugraha *et al.*, “TIM PENYUSUN Hery Haerudin-VP Pertamina Energy Institute.”
- [2] F. Rahim Malik, H. B. Yuan, J. C. Moran, and N. Tippayawong, “Overview of hydrogen production technologies for fuel cell utilization,” Jul. 01, 2023, *Elsevier B.V.* doi: 10.1016/j.jestch.2023.101452.
- [3] M. A. Abdelkareem, K. Elsaid, T. Wilberforce, M. Kamil, E. T. Sayed, and A. Olabi, “Environmental aspects of fuel cells: A review,” *Science of the Total Environment*, vol. 752, Jan. 2021, doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.141803.
- [4] M. M. Mohideen, Y. Liu, and S. Ramakrishna, “Recent progress of carbon dots and carbon nanotubes applied in oxygen reduction reaction of fuel cell for transportation,” Jan. 01, 2020, *Elsevier Ltd.* doi: 10.1016/j.apenergy.2019.114027.
- [5] E. H. Majlan, D. Rohendi, W. R. W. Daud, T. Husaini, and M. A. Haque, “Electrode for proton exchange membrane fuel cells: A review,” Jun. 01, 2018, *Elsevier Ltd.* doi: 10.1016/j.rser.2018.03.007.
- [6] M. Xie *et al.*, “Preparation, performance and challenges of catalyst layer for proton exchange membrane fuel cell,” *Membranes (Basel)*, vol. 11, no. 11, Nov. 2021, doi: 10.3390/membranes11110879.
- [7] D. Akinyele, E. Olabode, and A. Amole, “Review of fuel cell technologies and applications for sustainable microgrid systems,” Sep. 01, 2020, *MDPI Multidisciplinary Digital Publishing Institute.* doi: 10.3390/inventions5030042.
- [8] B. H. Lim *et al.*, “Comparison of catalyst-coated membranes and catalyst-coated substrate for PEMFC membrane electrode assembly: A review,” May 01, 2021, *Materials China.* doi: 10.1016/j.cjche.2020.07.044.
- [9] A. Kiadó and B. Vol, “PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF Pt/C CATALYSTS FOR PEMFC CATHODE: EFFECT OF DIFFERENT REDUCTION METHODS,” Kluwer Academic Publishers, 2004.
- [10] N. Elgrishi, K. J. Rountree, B. D. McCarthy, E. S. Rountree, T. T. Eisenhart, and J. L. Dempsey, “A Practical Beginner’s Guide to Cyclic Voltammetry,” *J Chem Educ.*, vol. 95, no. 2, pp. 197–206, Feb. 2018, doi: 10.1021/acs.jchemed.7b00361.