

**ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP DAYA OUTPUT
PADA SISTEM PROTON EXCHANGE MEMBRANE *FUEL CELL*
BERBASIS MATLAB**



ENNO MAJID
NIM: 41316010076

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2020**

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP DAYA OUTPUT
PADA SISTEM PROTON EXCHANGE MEMBRANE *FUEL CELL*
BERBASIS MATLAB



UNIVERSITAS
Disusun Oleh:
MERCU BUANA

Nama : Enno Majid
NIM : 41316010076
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)

AGUSTUS 2020

HALAMAN PENGESAHAN**ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP DAYA OUTPUT
PADA SISTEM PROTON EXCHANGE MEMBRANE *FUEL CELL*
BERBASIS MATLAB**

Disusun Oleh:

Nama : Enno Majid

NIM : 41316010076

Program Studi : Teknik Mesin

MERCU BUANA

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing

Pada tanggal: 05 Agustus 2020

Mengetahui

Dosen Pembimbing

Koordinator Tugas Akhir

Dr. Eng. Deni Shidqi Khaerudini

Alief Azzenna Luthfie, ST, M.Eng

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Enno Majid
NIM : 41316010076
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Analisis Pengaruh Temperatur Terhadap Daya Output Pada Sistem Proton Exchange Membrane *Fuel Cell* Berbasis MATLAB

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 05 Agustus 2020



Enno Majid

PENGHARGAAN

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala kemudahan dan kebahagiaan dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai gelar sarjana S-1.

Dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, penyusun banyak mendapat bantuan, arahan dan dorongan dari banyak pihak, terutama dosen pembimbing, rekan sejawat dan keluarga. Pada kesempatan ini saya sampaikan banyak terima kasih kepada:

- Bapak Dr.Eng. Deni Shidqi Khaerudini, sebagai Dosen Pembimbing Laporan Tugas Akhir Teknik Mesin Universitas Meru Buana.
- Bapak Dr., Ir., Nanang Ruhyat, MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
- Bapak Alief Avicenna Luthfie, ST, M. Eng selaku Koordinator Tugas Akhir Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
- Kedua orang tua dan keluarga, yang selalu memberikan doa dan dukungan kepada penyusun sehingga dapat menyelesaikan laporan ini.
- Teman-teman Teknik Mesin Universitas Mercu Buana angkatan 2016 yang selalu memberikan pengalaman dan masukan dalam penyusunan laporan kerja praktik. Semoga laporan kerja praktek ini bermanfaat kepada pengembangan Iptek di Indonesia.

Jakarta, 05 Agustus 2020



Enno Majid

ABSTRAK

Perkembangan teknologi saat ini menyebabkan para ahli untuk terus meneliti sel bahan bakar. Salah satu hal yang mendasarinya adalah keterbatasan bahan bakar fosil yang semakin menipis. Beberapa sumber energi alternatif yang telah diaplikasikan seperti panel surya dan baterai, terbukti memiliki prospek yang baik. Namun demikian masih tetap perlu ditingkatkan efisiensi dan energi yang dapat dihasilkan, Teknologi sel bahan bakar (*fuel cell*) merupakan energi terbarukan yang bersih, aman, dan memiliki efisiensi energi yang tinggi. *Proton Exchange Membrane Fuel Cell* (PMFC) sangat memungkinkan untuk menjadi sumber penyuplai daya listrik. Karena bekerja pada temperatur relatif rendah, rapat daya tinggi dan efisien. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh temperatur terhadap kurva polarisasi, bagaimana pengaruh temperatur terhadap nilai tegangan dan daya output PEMFC, dan berapa estimasi bahan bakar hidrogen yang dikonsumsi oleh sistem PEMFC. Setelah itu tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh temperatur terhadap kurva polarisasi, menganalisis pengaruh temperatur terhadap nilai tegangan dan daya output pada sistem PEMFC, dan melakukan analisis perhitungan bahan bakar yang dikonsumsi oleh sistem PEMFC. Pada penelitian ini, karakteristik PMFC akan di simulasikan menggunakan perangkat lunak MATLAB R2019A program di rancang untuk melakukan simulasi daya PEMFC dengan luas aktif area 100 cm^2 dan 98 cm^2 dengan jumlah sel sebanyak 8, 16, dan 24 sel dan menganalisis pengaruh temperatur terhadap daya yang dikeluarkan sistem konstruksi PEMFC. Hasil kesimpulan yang didapat dalam penelitian ini adalah daya output maksimal yang didapat pada temperatur kerja $60\text{ }^\circ\text{C}$ luas aktif area 100 cm^2 dan jumlah sel 24, dengan nilai daya output sebesar 1685 Watt didapatkan arus 107 A dengan tegangan 15,6 V, dan konsumsi hidrogen tertinggi adalah pada temperatur kerja $60\text{ }^\circ\text{C}$ luas aktif area 100 cm^2 dan jumlah sel 24 yaitu dengan nilai $5,33\text{ mol}/\text{sec}$.

Kata kunci: PEMFC, MATLAB, daya output, temperatur simulasi

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ANALYSIS OF TEMPERATURE EFFECT ON OUTPUT POWER ON PROTON EXCHANGE MEMBRANE FUEL CELL SYSTEM BASED ON MATLAB

ABSTRACT

Current technological developments are causing experts to continue to use fuel cells. One thing that underlies is the depletion of fossil fuels. Some alternative energy sources that have been applied, such as solar panels and batteries, have proven to have good prospects. However, it is still necessary to increase efficiency and energy that can be produced, energy fuel cells (fuel cells) are renewable energy that is clean, safe, and has high energy efficiency. Proton Exchange Membrane Fuel Cells (PMFC) are indispensable to be a source of electricity power supply. Because it works at relatively low temperatures, high power density and efficiency. The formulation of the problem in this study is how the influence of temperature on the polarization curve, how does temperature affect the value of the voltage and output power of PEMFC, and what is the estimated hydrogen fuel consumed by the PEMFC system. After that, the purpose of this research is to analyze the effect of temperature on the polarization curve, analyze the effect of temperature on the value of voltage and output power in the PEMFC system, and to analyze the calculation of the fuel consumed by the PEMFC system. In this study, PMFC characteristics will be simulated using the MATLAB R2019A software program designed to simulate PEMFC power with an active area of 100 cm^2 with a total of 8, 16, and 24 cells and analyze the effect of temperature on the power released by the PEMFC construction system. The conclusions obtained in this study are the maximum output power obtained at a working temperature of $60 \text{ }^\circ\text{C}$ the active area is 100 cm^2 and the cell count is 24 with an output power value of 1685 Watt obtained a current of 107 A with a voltage of 15,6 V, and the highest hydrogen consumption is at a working temperature of $60 \text{ }^\circ\text{C}$ with a value of 5,33 mol/sec

Keywords: PEMFC, MATLAB, output power, temperature simulation

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 PERUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN PENELITIAN	2
1.4 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 SEJARAH <i>FUEL CELL</i>	4
2.2 PENGERTIAN <i>FUEL CELL</i>	4
2.3 JENIS <i>FUEL CELL</i>	5
2.3.1 Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell (PEMFC)	6
2.3.2 Alkaline Fuel Cell (AFC)	7
2.3.3 Phosphoric Acid Fuel Cell (PAFC)	8
2.3.4 Solid Oxide Fuel Cell (SOFC)	9
2.3.5 Molten Carbonate Fuel Cell (MCFC)	10
2.3.6 Direct Methanol Fuel Cell (DMFC)	11
2.3.7 Zinc Air Fuel Cell (ZAFC)	13
2.3.8 Protonic Ceramic Fuel Cell (PCFC)	14
2.3.9 Biological Fuel Cell (BFC)	15
2.4 KOMPONEN UTAMA <i>FUEL CELL</i>	17
2.5 KARAKTERISTIK PERFORMA <i>FUEL CELL</i>	18
2.6 PRINSIP KERJA PMFC	21
2.7 PERHITUNGAN PMFC	22
2.7.1 Persamaan Nernst untuk Tegangan <i>Reversibel Fuel Cell</i>	23

2.7.2	Persamaan Butler-Volmer	27
2.7.3	Activation Losses	27
2.7.4	Ohmic Losses	29
2.7.5	Mass Transport Losses	30
2.7.6	Tegangan Output	30
2.7.7	Penggunaan Hidrogen	33
2.8	MATLAB	33
2.8.1	Pengenalan dan Program Aplikasi MATLAB	34
2.8.2	Fungsi Dari Setiap Windows MATLAB	35
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	37
3.1	DIAGRAM ALIR	37
3.2	ALAT DAN BAHAN	38
3.3	ASUMSI RANCANGAN SIMULASI	38
3.4	PERANCANGAN SIMULASI KARAKTERISTIK PEMFC	39
3.5	PEMBUATAN PROGRAM M-FILE	39
3.5	FLOW CHART SIMULASI	40
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1	ANALISIS KURVA POLARISASI	42
4.2	ANALISIS KURVA DAYA	44
4.3	ANALISIS KURVA KONSUMSI BAHAN BAKAR	46
BAB V	PENUTUP	49
5.1	KESIMPULAN	49
5.2	SARAN	49
	DAFTAR PUSTAKA	50
	LAMPIRAN	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Sel Bahan Bakar PEMFC	6
Gambar 2.2 Diagram Sel Bahan Bakar AFC	7
Gambar 2.3 Diagram Sel Bahan Bakar PAFC	8
Gambar 2.4 Diagram Sel Bahan Bakar SOFC	9
Gambar 2.5 Diagram Sel Bahan Bakar MCFC	11
Gambar 2.6 Diagram Sel Bahan Bakar DMFC	12
Gambar 2.7 Diagram Sel Bahan Bakar ZAFC	13
Gambar 2.8 Diagram Sel Bahan Bakar PCFC	15
Gambar 2.9 Diagram Sel Bahan Bakar BFC	16
Gambar 2.10 Kurva Polarisasi	19
Gambar 2.11 Skema Single Fuel cell	22
Gambar 2.12 Tampilan Awal MATLAB R2019A	34
Gambar 3.1 Diagram Alir	37
Gambar 3.2 Flow Chart Simulasi	40
Gambar 4.1 Kurva Polarisasi Tegangan Vs Rapat Arus Pada Temperatur 60 °C	42
Gambar 4.2 Kurva Polarisasi Tegangan Vs Rapat Arus Pada Temperatur 70 °C	43
Gambar 4.3 Kurva Polarisasi Tegangan Vs Rapat Arus Pada Temperatur 80 °C	43
Gambar 4.4 Kurva Daya Vs Rapat Arus Luas Aktif Area 100 cm ²	44
Gambar 4.5 Kurva Daya Vs Rapat Arus Luas Aktif Area 98 cm ²	45
Gambar 4.8 Kurva Konsumsi Bahan Bakar Vs Daya	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis Fuel Cell	5
Tabel 2.2 Nilai Konstanta Data	32
Tabel 4.1 Hasil Daya Output	45
Tabel 4.2 Laju Konsumsi Bahan Bakar	47

