

**ANALISIS DESAIN *FLOW FIELD PLATE* KATODA TIPE PARALEL PADA
PROTON EXCHANGE MEMBRANE FUEL CELL BERBASIS
*COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS***



DENI ARDIYANTO
NIM: 41316010037

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

LAPORAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS DESAIN *FLOW FIELD PLATE* KATODA TIPE PARALEL PADA
PROTON EXCHANGE MEMBRANE FUEL CELL BERBASIS
*COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC***



Disusun Oleh:

Nama : DENI ARDIYANTO
NIM : 41316010037
Program Studi : Teknik Mesin

**DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
MEI 2020**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS DESAIN *FLOW FIELD PLATE* KATODA TIPE PARALEL PADA
PROTON EXCHANGE MEMBRANE FUEL CELL BERBASIS
COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS



Disusun Oleh:

Nama : Deni Ardiyanto
NIM : 41316010037
Program Studi : Teknik Mesin

UNIVERSITAS

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing

Pada tanggal: 11 Agustus 2020

MERCU BUANA

Mengetahui

Dosen Pembimbing

Dr.Eng. Deni Shidqi Khaerudini

Koordinator Tugas Akhir

Alief Avicenna Luthfie, ST, M.Eng

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Deni Ardiyanto

NIM : 41316010037

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : ANALISIS DESAIN *FLOW FIELD PLATE* KATODA TIPE PARALEL PADA *PROTON EXCHANGE MEMBRANE FUEL CELL* BERBASIS *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS*

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya saya 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 tidak ada paksaan.

Jakarta, 11 Agustus 2020

METERAI
TEMPEL
Tgl. 20
08E07AHF631934370
6000
ENAM RIBU RUPIAH



Deni Ardiyanto

PENGHARGAAN

Puji syukur selalu dan tak lupa penulis panjatkan kepada kehadiran Tuhan yang Maha Kuasa, Allah SWT, karena atas nikmat, ridho, dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan tepat waktu dan dapat menyusun laporan tugas akhir.

Penyusunan laporan tugas akhir merupakan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan seluruh rangkaian kegiatan tugas akhir dan sebagai salah satu syarat untuk menempuh sidang akhir jenjang Sarjana Strata Satu (S1) di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Dalam proses melaksanakan kegiatan dan penyusunan laporan tugas akhir, penulis menyadari begitu banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara moral maupun langsung.

Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih sebesar - besarnya kepada :

1. Allah SWT, karena berkat izin dan kehendak-Nya penulis dapat menyelesaikan rangkaian kegiatan tugas akhir dan menyusun laporan tugas akhir dengan baik.
2. Kedua orang tua, Ayahanda Ibunda yang telah membiayai kuliah.
3. Bapak Alief Avicenna Luthfie, ST, M.Eng., selaku sekprodi dan koordinator tugas akhir Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Dr. Eng. Deni Shidqi Khaerudini sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan pengarahan dan nasihat selama proses pembuatan laporan ini.
6. Teman-teman jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana angkatan 2016 yang selama ini memberikan bantuan dan dukungan.

Penulis sangat menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam laporan ini hal tersebut tidak lain karena keterbatasan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis dengan sangat terbuka menerima segala kritik dan saran yang bersifat membangun. Akhir kata, penulis berharap agar laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Jakarta, 11 Agustus 2020

Deni Ardiyanto



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRAK

Teknologi *fuel cell* merupakan inovasi yang ramah lingkungan, termasuk otomotif. Sebagai perbandingan, bahan bakar minyak mengeluarkan karbon dioksida sebagai limbah pembuangan yang menjadi polusi udara. Kinerja PEMFC tipe katoda terbuka atau *open cathode*, merupakan pengembangan PEMFC menuju komersialisasi. Kelebihan dari sistem ini antara lain mampu memenuhi kebutuhan oksigen langsung dari udara dengan sistem konveksi alami. Meskipun demikian, karena terhubung langsung dengan udara, kondisi operasional sangat mempengaruhi sistem kerja, seperti temperatur sesuai pengoperasian dari PEMFC, pemilihan *membrane electrical assembly* (MEA) konfesien konduktifitas *proton membrane* adalah parameter yang paling signifikan yang mempengaruhi kinerja sel. Pada penelitian ini bertujuan untuk merancang desain *flow field plate* (FFP) pada katoda untuk model paralel untuk aplikasi *proton exchange membrane fuel cell* (PEMFC). Pada penelitian ini di lakukan variasi perbedaan geometri pada FFP untuk mengetahui pengaruh desain *flow field plate* terhadap kecepatan aliran dan distribusi tekanan dilakukan dengan analisis *computational fluid dynamics* (CFD). Hasil simulasi ini menunjukkan bahwa kecepatan dan tekanan pada yang mengalir pada saluran utama pada FFP terhadap sistem *fuel cell*. Untuk desain yang optimal pada FFP dilakukan dengan dua desain didapatkan kesimpulan dimana pada desain ke-dua, pada desain ini di dapat kinerja yang lebih baik dari pada desain yang pertama.

Kata kunci: PEMFC, Flow field plate, paralel, 3D, CFD.



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**ANALISIS DESAIN FLOW FIELD PLATE KATODA TIPE PARALEL
PADA PROTON EXCHANGE MEMBRANE FUEL CELL BERBASIS
COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS**

ABSTRACT

Fuel cell technology is an environmentally friendly innovation, including automotive. In comparison, fuel oil emits carbon dioxide as a waste disposal which becomes air pollution. Performance of open cathode PEMFC type, is the development of PEMFC towards commercialization. The advantages of this system include being able to meet the needs of oxygen directly from the air with a natural convection system. However, because it is directly connected to air, operational conditions greatly affect the work system, such as the temperature according to the operation of PEMFC, the selection of membrane electrical assembly (MEA) membrane thickness and confusion of proton membrane conductivity are the most significant parameters that affect cell performance. This research aims to design a flow field plate (FFP) design on the cathode for a parallel model for the application of proton exchange membrane fuel cells (PEMFC). In this study variations in geometry differences in FFP to determine the effect of flow field plate design on flow velocity and pressure distribution were performed by computational fluid dynamics (CFD) analysis. The results of this simulation show that the velocity and pressure at which flows in the main channel on the FFP to the fuel cell system. For optimal design in FFP, it is done with two designs, it can be concluded that in the second design, this design can get better performance than the first design.

Keyword: PEMFC, Flow field plate, paralel, 3D, CFD.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i	
HALAMAN PERNYATAAN	ii	
PENGHARGAAN	iii	
ABSTRACK	v	
<i>ABSTRACT</i>	vi	
DAFTAR ISI	vii	
DAFTAR GAMBAR	x	
DAFTAR TABEL	xii	
BAB I	PENDAHULUAN	1
1.1.	LATAR BELAKANG	1
1.2.	RUMUS MASALAH	3
1.3.	TUJUAN PENELITIAN	3
1.4.	BATASAN DAN RUANG LINGKUP	4
1.5.	SISTEMATIKA PENULISAN	5
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1.	PENDAHULUAN	6
2.2.	PENELITIAN YANG RELEVAN	7
2.3.	PERINSIP KERJA <i>FUEL CELL</i>	10
2.4.	KARAKTERISTIK UMUM PERFORMA <i>FUEL CELL</i>	12
2.5.	JENIS - JENIS <i>FUEL CELL</i>	14
	2.5.1. <i>Alkaline fuel cell</i> / sel bahan bakar alkali/AFC	15
	2.5.2. <i>Phosphoric Acid fuel cell</i> /sel bahan bakar asam fosfat/PAFC	15
	2.5.3. <i>Molten carbonate fuel cell</i> /sel bahan bakar karbon /MCFC	15
	2.5.4. <i>Solid oxide fuel cell</i> / sel bahan bakar oksida padat/SOFC	16
	2.5.5. <i>Direct methanol fuel cell</i> /sel bahan bakar methanol/DMFC	16
	2.5.6. <i>Proton exchange membrane fuel cell</i> /PEMFC	16
2.6.	<i>PROTON EXCHANGE MEMBRANE FUEL CELL (PEMFC)</i>	17
	2.6.1. Prinsip Kerja PEMFC	18
	2.6.2. Bagian-Bagian <i>Fuel Cell</i>	19
	2.6.3. Struktur PEMFC	20

2.7.	<i>FLOW FIELD PLATE (FFP)</i>	22
	2.7.1. MATERIAL FFP	23
	2.7.2. Desain FFP	24
	2.7.3. Bentuk kanal, Dimensi, dan saluran aliran	26
2.8.	MEKANIKA FLUIDA	28
2.9.	KLASIFIKASI TEKANAN	30
2.10.	MODELING SOLIDWORK	32
2.11.	<i>COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD)</i>	33
	2.11.1. Langkah - langkah metode CFD	34
	2.11.2. Manfaat dari CFD	36
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	38
3.1.	PENDAHULUAN	38
3.2.	ALAT BANTU PENELITIAN	38
3.3.	DIAGRAM ALIR	39
3.4.	METODOLOGI PENELITIAN	39
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	47
4.1.	PENDAHULUAN	47
4.2.	PERHITUNGAN PARAMETER SALURAN FFP	47
	4.2.1. Perhitungan parameter pada desain saluran pertama 100 x 100 mm	47
	4.2.2. Perhitungan parameter pada desain saluran ke dua 70 x 140 mm	50
4.3.	PROSES SIMULASI MENGGUNAKAN CFD	52
	4.3.1. Tahap geometri	53
	4.3.2. Tahap <i>meshing</i>	54
	4.3.3. Tahap <i>setup</i>	57
	4.3.4. Tahap <i>solution</i>	60
4.4.	HASIL SIMULASI PADA DESAIN	61
	4.4.1. Kontur kecepatan desain saluran pertama	61
	4.4.2. Kontur kecepatan desain saluran kedua	63
	4.5.1. Kontur tekanan konsep desain pertama	65
	4.5.2. Kontur tekanan konsep desain kedua	67
4.6.	PERHITUNGAN FAKTOR GESEKAN	69

4.7.	PERBEDAAN DESAIN FFP DARI DUA GEOMETRI BERBEDA	71
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	73
5.1.	KESIMPULAN	73
5.2.	SARAN	74
	DAFTAR PUSTAKA	75
	LAMPIRAN A	77



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Contoh produk PEMFC	7
Gambar 2.2. Representasi PEMFC	12
Gambar 2.3. Karakteristik arus dan tegangan PEM <i>fuel cell</i>	13
Gambar 2.4. Prinsip kerja <i>fuel cell</i>	18
Gambar 2.5. <i>Exploded view</i> dari rangkaian <i>fuel cell stack</i>	20
Gambar 2.6. Contoh <i>Flow Field Plate</i> berbasis Grafit	22
Gambar 2.7. Model paralel	24
Gambar 2.8. Model <i>serpentine</i>	25
Gambar 2.9. Model <i>interdigitated</i>	26
Gambar 2.10. Tekanan <i>absolute</i> , <i>gauge</i> , dan <i>vacuum</i>	31
Gambar 2.11. Kotak dialog <i>new</i> pada Solidwork 2014	33
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	39
Gambar 3.2. Konsep desain pertama	40
Gambar 3.3. Katoda channels pertama	41
Gambar 3.4. Jumlah saluran desain pertama	41
Gambar 3.5. Konsep desain ke dua	42
Gambar 3.6. Katoda channels ke dua	43
Gambar 3.7. Jumlah saluran desain kedua	43
Gambar 4.1. Tahap <i>geometri</i> konsep desain pertama	53
Gambar 4.2. Tahap <i>geometri</i> konsep desain kedua	54
Gambar 4.3. Pengaturan <i>named selections</i> konsep desain pertama	55
Gambar 4.4. Pengaturan <i>named selections</i> konsep desain kedua	55
Gambar 4.5. Hasil <i>meshing</i> desain saluran pertama	56
Gambar 4.6. Hasil <i>meshing</i> desain saluran kedua	56
Gambar 4.7. Tahap pengaturan metode solusi pada desain pertama	58
Gambar 4.8. Tahap pengaturan metode solusi pada desain kedua	59
Gambar 4.9. Tahap <i>solution</i> desain pertama	60
Gambar 4.10. Tahap <i>solution</i> desain kedua	61
Gambar 4.11. Kontur kecepatan konsep desain pertama pada debit 0,18 L/min	62
Gambar 4.12. Kontur kecepatan konsep desain pertama pada debit 0,18 L/min	63

Gambar 4.13. Grafik perbandingan kecepatan	64
Gambar 4.14. Kontur tekanan konsep desain kedua pada debit 0,18 L/min	65
Gambar 4.15 Nilai tekanan desain pertama	66
Gamabr 4.17. Kontur tekanan konsep desain kedua pada debit 0,18 L/min	67
Gambar 4.18. Nilai tekanan desain kedua	68
Gambar 4.19. Grafik Perbandingan penurunan tekanan	71



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Jenis - jenis pada <i>fuel cell</i>	17
Tabel 2.2. Komponen - komponen utama PEMFC	21
Tabel 2.3. Keuntungan dan kerugian penggunaan material FFP	23
Tabel 2.4. <i>Boundary condition</i> berdasarkan ketahanannya	35
Tabel 3.1. Detail desain ke-1 saluran katoda	42
Tabel 3.2. Detail desain ke-2 saluran katoda	44
Tabel 3.3. Parameter simulasi	46
Tabel 4.1. Nilai parameter <i>Meshing</i>	57
Tabel 4.2. Parameter kondisi batas	60
Tabel 4.3. Nilai kecepatan dari setiap desain	64
Tabel 4.4. Kontur tekanan dari setiap desain	68
Tabel 4.5. Perbandingan potensi tekanan rata - rata terhadap debit.	68

