

**DESAIN DAN PEMBUATAN *FLOW FIELD PLATE* (FFP) TIPE PARALEL  
PADA ALUMINIUM AIR FUEL CELL BERBASIS *SOLIDWORK***



ARIF HAKIM KURNIADI  
41316010024

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA 2021**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**DESAIN DAN PEMBUATAN *FLOW FIELD PLATE* (FFP) TIPE PARALEL  
PADA ALUMINIUM AIR FUEL CELL BERBASIS *SOLIDWORK***



Disusun Oleh:

Nama : Arif Hakim Kurniadi  
NIM : 41316010024  
Program Studi : Teknik Mesin

**DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)  
FEBRUARI 2021**

## HALAMAN PENGESAHAN

DESAIN DAN PEMBUATAN *FLOW FIELD PLATE* (FFP) TIPE PARALEL PADA  
*ALUMINIUM AIR FUEL CELL* BERBASIS *SOLIDWORK*



Disusun oleh:

Nama : Arif Hakim Kurniadi  
NIM : 41316010024  
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing  
pada tanggal: 4 Maret 2021

Mengetahui :

Dosen Pembimbing



Dr. Eng. Deni Shidqi Khaerudin  
NIP : 216890126

Koordinator Tugas Akhir



Alief Avicenna L. ST. M.Eng.  
NIP : 216910097

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Arif Hakim Kurniadi

NIM : 41316010024

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Kerja Praktik : DESAIN DAN PEMBUATAN *FLOW FIELD PLATE* (FFP) TIPE PARALEL PADA *ALUMINIUM AIR FUEL CELL* BERBASIS *SOLIDWORK*

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 keasaliannya. Apabila ternyata dikemudian 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.

MERCU BUANA

Jakarta, 25 Februari 2021



Arif Hakim Kurniadi

## PENGHARGAAN

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah melimpahkan rahmat dan karunia, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya. Dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapat dukungan dan bimbingan dari banyak pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ngadino Surip, MS selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Dr. Yuli Harwani, MM selaku Wakil Rektor Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Dr. Ir. Mawardi Amin, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Hadi Pranoto, ST, MT selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
5. Bapak Dr., Nanang Ruhyat, MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin.
6. Bapak Alief Avicenna Luthfie, ST, M. Eng selaku Koordinator Tugas Akhir Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
7. Bapak Dr. Eng. Deni Shidqi Khaerudini selaku Dosen Pembimbing yang telah mengarahkan dan memberikan bimbingan penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
8. Kedua orang tua dan saudara-saudara yang selalu memberikan doa dan dukungan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini
9. Teman-teman satu tim dalam penelitian pada Aluminium Air Fuel Cell yaitu Muhammad Fahli Padli, Restu Pamuji
10. Teman-teman Teknik Mesin Universitas Mercu Buana angkatan 2016 yang selalu memberikan pengalaman dan masukan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir
11. Wildan Arya Bathi yang membantu support dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir.
12. Koki Tua team yang selalu memberikan semangat dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini.

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. 25 Februari 2021

Arif Hakim Kurniadi



## ABSTRAK

Meningkatnya kebutuhan energi diiringi dengan bertambahnya populasi penduduk di bumi dan perkembangan teknologi mempunyai dampak masalah secara global. Sebagian besar kebutuhan energi ditopang dengan memanfaatkan energi fosil. Selain jumlahnya yang terbatas, bahan bakar fosil terdapat zat karbon monoksida (CO) dan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) yang menyebabkan efek gas rumah kaca dan pemanasan global. *Aluminium Air fuel cell* (AAFC) menjadi alternatif dalam penyediaan energi ramah lingkungan, untuk meningkatkan kinerja pada AAFC. Tujuan dari penelitian ini untuk membuat desain *flow field plate* (FFP) melalui simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD) menggunakan perangkat lunak Solidwork 2020, dan melakukan eksperimen dengan prototipe yang ada berupa perbandingan temperature dan output pada anoda aluminium 5052 dan aluminium 7075, dengan menggunakan elektrolit NaOH dengan konsentrasi 1 M. Hasil output tegangan yang di peroleh adalah 1,4 V dengan temperature operasi menunjukkan pada rentang 25 sampai 37 °C.

**Kata kunci:** AAFC, *Flow Field Plate*, Paralel, 3D, CFD.



**DESIGN AND MANUFACTURE OF PARALLEL TYPE FLOW FIELD PLATE  
(FFP) ON SOLIDWORK BASED ALUMINIUM AIR FUEL CELL**

**ABSTRACT**

*The increasing need for energy is accompanied by an increase in the population on earth and technological developments have an impact on problems globally. Most of the energy needs are supported by utilizing fossil energy. Apart from the limited prohibition, the fuel emits carbon monoxide (CO) and carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) which causes greenhouse gas effects and regulates global. Aluminum Air fuel cell (AAFC) is an alternative in providing environmentally friendly energy, to improve the performance of the AAFC. The purpose of this study was to design a flow field plate (FFP) through Computational Fluid Dynamics (CFD) simulation using Solidwork 2020 software, and to experiment with existing prototypes in the form of temperature and output comparisons on aluminum 5052 and aluminum 7075 anodes, using electrolytes. NaOH with a concentration of 1 M. The resulting voltage output obtained is 1.4 V with a temperature showing a range of 25 to 37 °C.*

**Keyword:** AAFC, flow field plate, Parallel, 3D, CFD





## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	<b>ii</b>
<b>PENGHARGAAN</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR SIMBOL</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.3. TUJUAN PENELITIAN	4
1.4. BATASAN DAN RUANG LINGKUP PENELITIAN	4
1.5. SISTEMATIKA PENULISAN	5
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>6</b>
2.1. SEJARAH <i>FUEL CELL</i>	6
2.2. PENGERTIAN <i>FUEL CELL</i>	6
2.3. JENIS JENIS <i>FUEL CELL</i>	7
2.3.1. <i>Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell</i>	7
2.3.2. <i>Alkaline Fuel Cell</i>	8
2.3.3. <i>Phosphoric Acid Fuel Cell</i>	10
2.3.4. <i>Solid Oxide Fuel Cell</i>	10
2.3.5. <i>Molten Carbonate Fuel Cell</i>	12
2.3.6. <i>Aluminium Air Fuel Cell</i>	13
2.4. BATERAI LOGAM UDARA	13
2.4.1. Umum	15
2.4.2. Elektroda Udara	17
2.5. PRINSIP KERJA <i>ALUMINIUM AIR FUEL CELL</i>	18
2.6. KOMPONEN <i>ALUMINIUM AIR FUEL CELL</i>	21
2.6.1. <i>Current Collector</i>	21

2.6.2.	Anoda	21
2.6.3.	Katoda	22
2.6.4.	Separator	23
2.6.5.	Elektrolit	24
2.7.	ALUMINIUM SERI 7075	25
2.8.	ALUMINIUM SERI 5052	26
2.9.	TEORI REDOKS	26
2.9.1	Reaksi pada katoda	27
2.9.2.	Reaksi pada anoda	27
2.10.	SEL GALVANI	27
2.10.1.	Deret volta	28
2.11.	<i>FLOW FIELD PLATE</i> (FFP)	28
2.11.1.	MATERIAL FFP	29
2.11.2.	Bentuk Kanal, Dimensi, dan Jarak Saluran	31
2.12.	FLOW FIELD PLATE TIPE PARALEL	32
2.13.	ALIRAN MASSA	33
2.13.1.	Gaya Dorong Angin	34
2.14.	<i>PRESSURE DROP</i> (PENURUNAN TEKANAN)	34
2.15.	MEKANIKA FLUIDA	38
2.16.	METODE PERANCANGAN VDI 2221	40
2.16.1.	Penjabaran Tugas ( <i>Classification of the task</i> )	41
2.16.2.	Penentuan Konsep Rancangan ( <i>Conceptual design</i> )	42
2.16.3.	Perancangan wujud ( <i>Embodiment</i> )	45
2.16.4.	Perancangan detail ( <i>Detail desain</i> )	46
2.17.	MODELLING DAN SIMULASI MENGGUNAKAN SOLIDWORK	46
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b>		<b>48</b>
3.1.	DIAGRAM ALIR PERANCANGAN	48
3.2.	TAHAPAN PERANCANGAN	49
3.2.1.	Kecepatan Angin	49
3.2.3.	Kasifikasi Perancangan	49
3.2.3.	Permodelan FFP tipe paralel	51
3.3.	PROSES PABRIKASI	53

3.3.1.	Alat dan Bahan	53
3.3.2.	Proses Pembuatan	54
3.4.	UJI ALAT	55
3.4.1.	Tahapan Uji Alat	55
3.4.2.	Alat dan Fungsi	56
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>57</b>
4.1.	HASIL PERHITUNGAN FFP TIPE PARALEL	57
4.2.	MATERIAL PADA FFP	57
4.3.	PENGOLAHAN DATA PENGUJIAN ALAT	58
4.3.1.	Hasil Pengujian AAFC menggunakan anoda Al 5052	58
4.3.2.	Hasil Pengujian AAFC Menggunakan Anoda Al 7075	61
4.3.3.	Perbandingan Hasil Pengujian AAFC Anoda Al 5052 Dengan Al 7075	65
4.3.4.	Perhitungan Arus Per Luasan Area AAFC	70
<b>BAB 5</b>	<b>PENUTUP</b>	<b>71</b>
1.1.	KESIMPULAN	71
1.2.	SARAN	71
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>73</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	<b>76</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Diagram Sel Bahan Bakar PEMFC	8
Gambar 2.2. Diagram Bahan Bakar AFC	9
Gambar 2.3. Diagram sel bahan bakar PAFC	10
Gambar 2.4. Sel bahan bakar SOFC	11
Gambar 2.5. diagram sel bahan bakar MCFC	12
Gambar 2.7. <i>Aluminium Air Fuel Cell</i>	20
Gambar 2.8. <i>current collector</i>	21
Gambar 2.9. Membran Katoda Udara	23
Gambar 2.10. Flow field plate	29
Gambar 2.11. Model Paralel	33
Gambar 2.11. Kerugian Tekanan <i>Minor</i>	36
Gambar 2.12 Bagan Perencanaan Produk Menurut VDI 2221	41
Gambar 2.13 Tahap – Tahap Perancangan Dengan Konsep	43
Gambar 2.14. Diagram Blok Penelitian	44
Gambar 2.15. Tampilan template solidwork	47
Gambar 3.1. Diagram alir pembuatan FFP tipe paralel.	48
Gambar 3.2. FFP tipe paralel tampak depan	51
Gambar 3.3. FFP tipe paralel tampak samping	52
Gambar 3.4. Konsep Desain FFP 2D	53
Gambar 3.5. Perkiraan waktu pada 3D printing	55
Gambar 4.1. Kurva variasi temperature anoda Al 5052	59
Gambar 4.2. Kurva tegangan anoda Al 5052	60
Gambar 4.3. Monitoring anoda Al 5052	61
Gambar 4.4. Kurva variasi temperature menggunakan anoda Al 7075	63
Gambar 4.5. Kurva variasi Tegangan menggunakan anoda Al 7075	63
Gambar 4.6. Kurva monitoring anoda Al 7075	65
Gambar 4.7. perbandinga temperatur menggunakan anoda Al 5052 dan Al 7075	66
Gambar 4.8. perbandingan tegangan menggunakan anoda Al 5052 dan Al 7075	66
Gambar 4.9. perbandingan temperatur anoda Al 5052 dan Al 7075	67
Gambar 4.10. perbandingan tegangan anoda Al 5052 dan Al 7075	68

Gambar 4.11. hasil perbandingan arus dari record monitoring Labview	69
Gambar 4.12. hasil perbandingan tegangan dari record monitoring Labview	69



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Karakteristik sel logam / udara	3
Tabel 2.1. keuntungan dan kerugian baterai logam / udara	14
Tabel 2.2. Jenis-jenis pada fuel cell	18
Tabel 2.3. Sifat fisik dan mekanik dari aluminium	22
Tabel 2.4. Komposisi Kimia Al 7075	26
Tabel 2.5. Komposisi kimia Al 5052	26
Tabel 2.6. Deret Volta	28
Tabel 2.7. Keuntungan dan Kerugian Penggunaan Beberapa Material Sebagai FFP.	30
Tabel 2.8 Daftar Pengecekan Untuk Pedoman Spesifikasi	42
Tabel 3.1. Klasifikasi Perancangan FFP tipe paralel	50
Tabel 3.2. Parameter Desain FFP	52
Tabel 3.3. Alat dan Bahan	53
Tabel 3.4. Daftar Alat Dan Fungsi	56
Tabel 4.1 Material yang digunakan	58
Tabel 4.2. Hasil Variasi Menggunakan Kipas Dengan Bipolar Dan Tanpa Kipas Dengan Bipolar	58
Tabel 4.3. Hasil Record Monitoring anoda Al 5052 Menggunakan Labview	60
Tabel 4.4. Hasil Variasi Menggunakan Kipas Dengan Bipolar Dan Tanpa Kipas Dengan Bipolar	62
Tabel 4.5 Hasil Record Monitoring anoda Al 7075 Menggunakan Labview	64
Tabel 4.6 Perbandingan anoda Al 5052 Dan Al 7075 Dengan Kipas Dan Bipolar	65
Tabel 4.7. Perbandingan Al 5052 Dan Al7075 Tanpa Kipas Dan Bipolar	67
Tabel 4.8. Hasil Perbandingan Dari Monitoring Labview	68

## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
$f$	Koefisien gesek
$L_{chan}$	Panjang saluran (m)
$D_H$	Diameter hidrolis (m)
$\rho$	Densitas fluida ( $\text{kg/m}^3$ )
$\bar{v}$	Kecepatan rata-rata (m/s)
$W_C$	Lebar saluran (m)
$d_c$	Kedalaman saluran (m)
$K_L$	Koefisien hambatan
$\Delta P$	Kerugian total
$\Delta P$ mayor	Kerugian mayor
$\Delta P$ minor	Kerugian minor
$D$	Diameter saluran
$\mu$	viskositas cairan ( $\text{kg/m.s}$ )
$m$	laju aliran massa ( $\text{kg/s}$ )
$A$	Luas penampang ( $\text{m}^2$ )
$v$	kecepatan rata-rata fluida (m/s)
$Q$	debit fluida ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
$\rho$	massa jenis fluida ( $\text{kg/m}^3$ )

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA