

**FABRIKASI PELAT BIPOLAR PEMFC BERBASIS ALUMINIUM 5052
MELALUI PROSES CNC *MILLING* DENGAN PENGUJIAN
KOROSI ASAM SULFAT H₂SO₄**



AHMAD AFFANUDDIN IKHWANUL UMAR

UNIVERSITAS NIM: 41316010057

MERCU BUANA

PROGAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCUBUANA

JAKARTA 2020

LAPORAN TUGAS AKHIR

FABRIKASI PELAT BIPOLAR PEMFC BERBASIS ALUMINIUM 5052
MELALUI PROSES CNC *MILLING* DENGAN PENGUJIAN
KOROSI ASAM SULFAT H₂SO₄



Disusun oleh:

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
Nama : Ahmad Affanuddin Ikhwanul Umar
NIM : 41316010057
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA 1 (S1)
MEI 2020

HALAMAN PENGESAHAN

FABRIKASI PELAT BIPOLAR PEMFC BERBASIS ALUMINIUM 5052
MELALUI PROSES CNC *MILLING* DENGAN PENGUJIAN
KOROSI ASAM SULFAT H^2SO^4



Disusun oleh:

Nama : Ahmad Affanuddin Ikhwanul Umar

NIM : 41316010057

Program studi Teknik Mesin

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing

Pada tanggal: 4 agustus 2020

Mengetahui,

Dosen pembimbing

Koordinator Tugas Akhir

Dr. Eng. Deni Shidqi Khaerudini

Alief Avicenna Luthfie, ST, M.Eng

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Ahmad Affanuddin Ikhwanul Umar
NIM : 41316010057
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Kerja Praktik : Fabrikasi Pelat Bipolar PEMFC Berbasis Alumunium 5052
Melalui Proses CNC *Milling* dengan pengujian korosi asam sulfat H₂SO₄

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

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak ada paksaan.

Jakarta, 14 mei 2020



Ahmad Affanuddin I.U

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 kerja praktik dengan tepat waktu dan dapat menyusun laporan tugas akhir ini.

Penyusunan laporan tugas akhir merupakan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan seluruh rangkaian mata kuliah tugas akhir di universitas mercu buana dan sebagai salah satu syarat untuk menempuh ujian jenjang Sarjana Strata Satu (S1) di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Dalam proses melaksanakan kegiatan dan penyusunan laporan kerja praktik, 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. Tuhan yang maha esa yaitu Allah SWT sehingga dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua, Ayahanda Alexander Umar dan Ibunda Risma Sari yang telah membiayai kuliah penulis dan selalu mendo'akan yang terbaik.
3. Adik, Ardillah umar yang selalu memberi semangat tiada henti.
4. Bapak Alief Avicenna L, ST, M.Eng. Sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Mesin selaku Koordinator Kerja Praktik.
5. Bapak Dr. Eng. Deni Shidqi Khaerudini sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan pengarahan dan nasehat selama proses pembuatan laporan ini.
6. Teman-teman jurusan Teknik Mesin terutama анги saputra, deni ardiyanto, enno majid, sidik kurnia, rheza ardiansyah dan supriyatna yang banyak membantu dalam kerja praktik ini. Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana angkatan 2016 yang selama ini memberikan bantuan dan dukungan.

7. Teman saya andriyanto kelana, ikhlas wijiyanto, Gerry wijaya, Alvin p, cahya aditya yang banyak membantu dalam penulisan laporan ini,.
8. Coffee shop 7 dials, garden 247, yang telah banyak membantu dalam penulisan laporan tugas akhir ini.
9. Serta pihak pihak yang mungkin lupa saya sebut terima kasih atas bantuannya telah mau meluangkan waktu dan tenaganya dalam menyelesaikan laporan 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 kerja praktik ini dapat bermanfaat bagi pembaca.



ABSTRAK

Memasuki abad yang baru ini manusia dihadapkan pada masalah sangat penting dari makin pesatnya perkembangan teknologi pada semua bidang, termasuk kebutuhan akan energi. Ini difokuskan pada energi terbarukan karena penggunaan bahan bakar fosil menyebabkan pencemaran lingkungan. Pada penelitian ini melakukan fabrikasi pelat bipolar menggunakan material Aluminium 5052 dengan CNC *machine* serta menguji korosi pada material Aluminium 5052. Tujuan dari penelitian ini untuk Menganalisis parameter fabrikasi CNC *milling* dalam membuat pelat bipolar tipe serpentine menggunakan Aluminium 5052 dengan luas area aktif 70 x 140 mm dan 100 x 100 mm untuk aplikasi pada PEMFC. Melakukan analisa pemesinan (*machinability*) material Aluminium 5052 dengan CNC *milling* untuk menghindari terjadinya cacat produksi, melakukan analisa perbandingan efektifitas material Aluminium 5052 terhadap kinerja PEMFC, melakukan pengujian ketahanan korosi terhadap Aluminium 5052. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan *cnc milling* pada pembuatan pelat bipolar menghasilkan kualitas yang baik dan sesuai dengan hasil yang ada di desain, dari hasil pengujian korosi yang dilakukan dengan metode kehilangan massa dapat disimpulkan bahwa perendaman dengan larutan asam sulfat dengan molaritas 0,5 M. Hal ini ditunjukkan oleh perubahan permukaan dan bobot pada kupon uji Al 5052.

Kata kunci: Aluminium 5052, CNC, korosi, pelat bipolar.



ABSTRACT

Entering this new century, people are faced with a very important problem from the rapid development of technology in all fields, including the need for energy. It is focused on renewable energy because the use of fossil fuels causes environmental pollution. In this study, fabricated bipolar plates using Aluminum 5052 material with a CNC machine and tested corrosion on Aluminum 5052 material. The purpose of this study was to analyze CNC milling fabrication parameters in making serpentine type bipolar plates using Aluminum 5052 with an active area of 70 x 140 mm and 100 x 100 mm for applications in PEMFC. Analyzing the machinability of Aluminum 5052 material with CNC milling to avoid production defects, analyzing the comparative effectiveness of Aluminum 5052 on PEMFC performance, testing corrosion resistance of Aluminum 5052. These results indicate that the use of cnc milling in the manufacture of bipolar plates produces quality which is good and in accordance with the results in the design, from the results of corrosion testing carried out by the mass loss method it can be concluded that the immersion in sulfuric acid solution with a molarity of 0.5 M. This is indicated by changes in surface and weight on the Al 5052 test coupon.

Keyword: *Aluminium 5052, CNC, corrosion, bipolar plate.*



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 PERUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN PENELITIAN	3
1.4 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>FUEL CELL</i>	5
2.1.1 Perinsip Daya Fuel Cell	6
2.1.2 Komponen Utama Sistem Fuel Cell	6
2.2 KARAKTERISTIK PERFORMA FUEL CELL	7
2.3 JENIS FUEL CELL	9
2.3.1 Alkaline Fuel Cell	11
2.3.2 Molten Carbonate Fuel Cell	11
2.3.3 Phosphoric Acid Fuel Cell	11
2.3.4 Solid Oxide Fuel Cell	12
2.3.5 Protone Exchange Membrane Fuel Cell	12
2.4 KELEBIHAN DAN KEKURANGAN FUEL CELL	16
2.4.1 Kelebihan Fuel Cell	16
2.4.2 Kelemahan Fuel Cell	19
2.5 PROTONE EXCHANGE MEMBRAN FUEL CELL	20
2.5.1 Perinsip Kerja PEMFC	21
2.5.2 Struktur PEMFC	22
2.6 FLOW FIELD PLATE	23
2.6.1 Material FFP	24

	2.6.2 Desain FFP	26
	2.6.3 Bentuk Kanal, Dimensi Dan Spasi Saluran Aliran	28
2.7	SEJARAH CNC MACHINE	28
2.8	KONSEP DASAR CNC	29
	2.8.1 Komponen Komponen Mesin	31
2.9	ALUMINIUM	32
	2.9.1 Sifat Sifat Aluminium	32
	2.9.2 Aluminium 5052	33
2.10	KOROSI	34
	2.10.1 Laju Korosi	35
BAB III	METODOLOGI	37
3.1	DIAGRAM ALIR	37
3.2	ALAT DAN BAHAN	38
3.3	PERSIAPAN LOGAM UJI	39
3.4	PENGUJIAN	39
	3.4.1 Pengujian Dengan Metode Kehilangan Berat (Weight Loss)	40
3.5	FABRIKASI PELAT BIPOLAR	40
3.6	GANTT CHART	41
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1	PENDAHULUAN	43
4.2	PARAMETER FABRIKASI PELAT BIPOLAR	43
	4.2.1 Desain Pelat Bipolar Anoda 70x140 mm	43
	4.2.2 Desain Pelat Bipolar Anoda 100x100 mm	44
	4.2.3 Desain Pelat Bipolar Katoda 70x140 mm	45
	4.2.4 Desain Pelat Bipolar Katoda 100x100 mm	45
4.3	PERBANDINGAN ALUMINIUM 5052	46
4.4	MACHINE ABILITY ALUMINIUM 5052	47
4.5	PENGUJIAN KOROSI ALUMINIUM 5052 DENGAN METODE	47
	4.5.1 Hasil Perendaman Selama 20 Menit	47
	4.5.2 Hasil Perendaman Selama 40 Menit	48
	4.5.3 Hasil Perendaman Selama 60 Menit	49
4.6	FABRIKASI PELAT BIPOLAR	51
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1	KESIMPULAN	53

5.2	SARAN	53
	DAFTAR PUSTAKA	55
	LAMPIRAN	56



DAFTAR GAMBAR

<u>Gambar 2.1 Skema Fuel Cell</u>	6
<u>Gambar 2.2 Kurva Polarisasi Fuel Cell</u>	8
<u>Gambar 2.3 Membrane Electorde Assembly</u>	14
<u>Gambar 2.4 Representasi Skematis Dari PEMFC</u>	21
<u>Gambar 2.5 Explode View Dari Fuel Cell Stack</u>	22
<u>Gambar 2.6 Pelat Bipolar Dengan Material Aluminium</u>	24
<u>Gambar 2.7 Desain FFP Tipe Paralel</u>	26
<u>Gambar 2.8 Desain Saluran Tipe Serpentin, Tipe Tunggal, Dan Multiple</u>	27
<u>Gambar 2.9 Desain Pelat Bipolar Tipe Interdigitated</u>	28
<u>Gambar 2.10 CNC Machine TU</u>	30
<u>Gambar 2.11 CNC Machine PU</u>	31
<u>Gambar 3.1 Diagram Alir</u>	37
<u>Gambar 3.2 PT Laras Indo Makmur Oetama</u>	40
<u>Gambar 4.1 Desain pelat Bipolar Anoda 70x140 mm</u>	44
<u>Gambar 4.2 Desain pelat Bipolar Anoda 100x100 mm</u>	44
<u>Gambar 4.3 Desain pelat Bipolar Katoda 70x140 mm</u>	45
<u>Gambar 4.4 Desain pelat Bipolar Katoda 100x100 mm</u>	46
<u>Gambar 4.5 Penimbangan Kupon Al 5052 Setelah Perendaman 20 menit</u>	48
<u>Gambar 4.6 Penimbangan Kupon Al 5052 Setelah Perendaman 40 menit</u>	49
<u>Gambar 4.7 Penimbangan Kupon Al 5052 Setelah Perendaman 60 menit</u>	50
Gambar 4.8 Grafik Hasil Perendaman Kupon Al 5052 Pada Larutan Asam Sulfat	51
Gambar 4.9 Hasil CNC Milling Pada Pelat Aluminium 5052	52

DAFTAR TABEL

<u>Tabel 2.1 Jenis Jenis Fuel Cell</u>	10
<u>Tabel 2.2 Emisi Pencemar Udara Dari Jenis Jenis Fuel Cell</u>	17
<u>Tabel 2.3 Komponen Utama PEMFC</u>	22
<u>Tabel 2.4 Keuntungan Dan Kerugian Penggunaan Material FFP</u>	25
<u>Tabel 2.5 Sifat Fisik Aluminium 5052</u>	33
<u>Tabel 3.1 Tabel Gambar/Foto Alat Dan Bahan</u>	38
Tabel 4.1 komposisi kimia Aluminium 5052	43
Tabel 4.2 bobot hasil perendaman Aluminium 5052	51

