

**UJI KINERJA ELEKTRODA *FUEL CELL* PADA PERALATAN
ALKALINE FUEL CELL (AFC) YANG DIHASILKAN MELALUI
ELEKTRODEPOSISI KATALIS Pt/C DAN Pt-Cr/C**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelara Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**



Oleh :

**ALDILA ADMAWANTY
09053130004**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2010**

5
541.872 407
Adus
4
0-1006
2010

**UJI KINERJA ELEKTRODA FUEL CELL PADA PERALATAN
ALKALINE FUEL CELL (AFC) YANG DIHASILKAN MELALUI
ELEKTRODEPOSISI KATALIS Pt/C DAN Pt-Cr/C**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**



Oleh :

**ALDILA ADMAWANTY
09053130004**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2010**

Lembar Pengesahan

**UJI KINERJA ELEKTRODA *FUEL CELL* PADA PERALATAN
ALKALINE *FUEL CELL* (AFC) YANG DIHASILKAN MELALUI
ELEKTRODEPOSISI KATALIS Pt/C DAN Pt-Cr/C**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelara Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**

Oleh :

**ALDILA ADMAWANTY
09053130004**

Pembimbing II



**Drs. Ady Mara, M.Si
NIP. 19640430 199003 1 003**

Indralaya, 14 Mei 2010

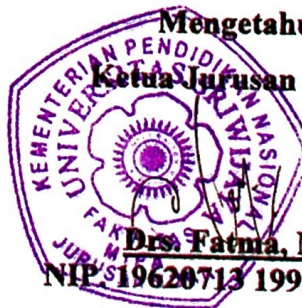
Pembimbing I



**Drs. Dedi Rohendi, M.T
NIP. 19670419 199303 1001**

Mengetahui

Ketua Jurusan Kimia



Drs. Fatma, M.S

NIP. 19620713 199102 2 001

MILIKI haTi dEngaN b'BagI,,
MILIKI wakTu deNgan b'bAkTi,,
MILIKI ciTa-ciTa dEngAn KarYa,,
MILIKI harta sejaTi dEngan b'inFak,,
MILIKI KeSempaTan deNgan b'aMaL,,
MILIKI keiKhLasaN denGan keTuLusAn,,
MILIKI KeperCayaAn deNgan KeteladanaN,,
MILIKI CinTa sEJaTi dEngaN m'bEri PerhaTian,,
MILIKI KesUksesaN dEngaN PrOsEs b'kEsiNambUngan,,
MILIKI KebaHagiAaN aKhirat dENgAn aMaL b'ManFaaT,,

Skripsi ini ku persembahkan kepada:

♥ *Papa 'n' Mama yang sangat ku cintai*

*Pa...Ma...semoga Papa en Mama bisa bangga dengan dLa,,dLa jadi Sarjana
Pa...Ma...tp Maafin dLa karena sudah buat Papa en Mama Nunggu Lama utk
mendengar sesat-sesat seperti ini,,dLa janji dLa tidak akan buat Mama en Papa
Kocowa,dLa akan terus berusaha utk bisa membuat Papa en Mama bangga sama
dLa,,Terima Kasih Papa en Mama Papa en Mama Harta terindah milik dLa'*

♥ *Adik-adik ku "Dedek en Cik"*

*Doo...ciKx...oKx dLa Sayasayang sama kalian berdua,,Makasih ya sayang buat canda
Tawa,,do's en semua dukunganya,,beruntungnya oKx dLa mempunyai saudara seperti
kalian,,oKx dLa janji akan berusaha membebagikan kalian berdua "Lupfl u soo sis.."*

♥ *Dosen Pembimbing Skripsi dan Pembimbing Akademik yang Kuhormati*

♥ *Almamatexku*

KATA PENGANTAR

Diawali dengan kalimat idola penulis yaitu “Nikmat Allah yang manakah yang kan kau dustakan?”. Segala puji bagi Allah. Penulis selalu merasa sangat beruntung dan diberkati dalam beragam urusan. Di antaranya, beruntung punya keluarga, teman, dan sekaligus pembimbing yang rajin menghembus-hembuskan semangat, rela menyumbangkan ide, tenaga dan waktunya agar penulis segera menyelesaikan skripsi yang berjudul *“Uji Kinerja Elektroda Fuel Cell Pada Peralatan Alkaline Fuel Cell Yang Dihasilkan Melalui Elektrodeposisi Katalis Pt/C Dan Pt-Cr/C”* sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains bidang studi Kimia pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Shalawat serta salam tak lupa penulis persembahkan untuk suri tauladan umat Islam, Rasulullah SAW.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang tak terhingga kepada:

1. Bapak Drs. Dedi Rohendi, M.T, selaku pembimbing utama (bapak memang benar-benar sosok dosen idola, saya kagum dengan ilmu yang bapak punya), kepada Bapak Drs. Ady Marra, M.Si, selaku pembimbing kedua (ilmu quantum dan nasehat Bapak sangat berarti).
2. Ibu Dra. Fatma, M.S, selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Widia Purwaningrum, M.Si, selaku Pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan yang begitu baik kepada penulis, serta kepada

seluruh dosen di Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya atas segala ilmu yang telah diberikan.

4. Papa dan Mama (Ma..Pa..dila Sayang Mama, dila Sayang Papa), serta kedua adik ku “dEdEk n Cix” (Ox dila beruntung punya adik seperti kalian, Luv u so sis.). Serta Keluarga besar yang ku sayangi (Uju ku sayang n kk yansah cue).
5. Kamu selalu ada, kamu tidak pernah membiarkan aku sendiri, kamu selalu menjaga aku, kamu selalu membantuku dan tau apa yang aku butuhkan, kamu selalu menasehati aku, dan kamu sangat tau siapa aku, kamu adalah “Rino (RiRin_Cue)” (Makasih ya Ririn buat semua kebaikan yang sudah riNo beri untuk diLa “ILU”).
6. My True Friend Andita Tasya “Sayang” dan Kel (kamu adalah sahabat sejati dalam hidup ku, berat rasanya kalau harus melepasmu pergi ke Jakarta say...”L SayaNg nian dgn T”).
7. Sahabat baru ku yang baik dan sekaligus teman seperjuangan Try Purnama Sylvera (dila mau brownis pita-pita vea...).
8. Sahabat-sahabatku t’spesial _Eva “MiMi JuPe (LupH u cin...)”_, Vbhee “anak ku sayang”, Agung (terus semangat gung !!), cek teja (mantapkan hatimu cek), DeLeGo (uLik, Nem, Mutir, en Karti), ViVi, Liet, ayuk pu2t, de’ni2ng+de’wa2n, ranty, cek iqbal, Uda Nanda yang baik, bo’wines, Lia, tia, bo’ma, opet dan seluruh teman seangkatan 2005 yang telah melewati masa kuliah bersama.

9. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terima kasih atas bantuan doa dan dukungannya yang sangat berharga, semoga Allah SWT membalas segala kebbaikannya.

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membaca dan memerlukannya dan kemajuan ilmu pengetahuan di masa datang.

Penulis

FUEL CELL ELECTRODE PERFORMANCE ON ALKALINE FUEL CELL (AFC) DEVICE WAS PRODUCED BY ELECTRODEPOSITION USING Pt/C AND Pt-Cr/C CATALYSIS

By :

ALDILA ADMAWANTY
09053130004

ABSTRACT

A research has been done about fuel cell electrode performance on alkaline fuel cell (AFC) device was produced by electrodeposition using Pt/C and Pt-Cr/C catalys. Then research began by designing and assembling equipment alkaline fuel cell (AFC) using acrylic glass. Electrode performance analysis of Pt/C and Pt-Cr/C was conducted on alkaline fuel cell device use electrolyte concentration 30%. As supporting data, is also the optimal reaction time analysis. Analysis of physical hydrophobicity with water dripping on the surface of the electrode at the same volume. The results of research showed that the electrode performance test on the content of the catalyst that has the highest average voltage found in test 0.8 mg/cm^2 Pt catalyst and the catalyst Pt-Cr/C 0.2/0.8 for 2.985 volt and 2.433 volt. Analysis of the optimal reaction time showed that on average the optimal reaction time occurs in first 6 minutes. The results of hydrophobicity showed that the electrode Pt/C and Pt-Cr/C when installed on alkaline fuel cell equipment are all hydrophobic.

UJI KINERJA ELEKTRODA *FUEL CELL* PADA PERALATAN *ALKALINE FUEL CELL* (AFC) YANG DIHASILKAN MELALUI ELEKTRODEPOSISI KATALIS Pt/C DAN Pt-Cr/C

Oleh :

ALDILA ADMAWANTY
09053130004

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang uji kinerja elektroda *fuel cell* pada peralatan *alkaline fuel cell* (AFC) yang dihasilkan melalui elektrodeposisi katalis Pt/C dan Pt-Cr/C. Penelitian diawali dengan mendesain dan merangkai peralatan *alkaline fuel cell* (AFC) menggunakan kaca *acrylic*. Uji kinerja elektroda Pt/C dan Pt-Cr/C dilakukan pada peralatan *alkaline fuel cell* pada konsentrasi elektrolit 30%. Sebagai data pendukung, dilakukan juga analisis waktu reaksi optimal. Analisis kehidrofobikan secara fisik dengan meneteskan air dipermukaan elektroda pada volume yang sama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa uji kinerja elektroda pada kandungan katalis yang memiliki tegangan rata-rata tertinggi terdapat pada katalis Pt 0,8 mg/cm² dan katalis Pt/Cr 0,2/0,8 sebesar 2,985 volt dan 2,433 volt. Analisis waktu reaksi optimal menunjukkan bahwa rata-rata waktu reaksi optimal terjadi pada 6 menit pertama. Hasil penelitian analisis kehidrofobikan menunjukkan bahwa elektroda Pt/C dan Pt-Cr/C setelah dipasang pada peralatan AFC semuanya bersifat hidrofobik.

DAFTAR ISI

UPT PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS SRIWIJAYA	
NO DAFTAR:	101069
TANGGAL:	11 0 APR 2011

Halaman

HALAMAN JUDUL.....	I
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRACT.....	vii
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Sejarah Perkembangan <i>Fuel Cell</i>	4
2.2 Teknologi <i>Fuel Cell</i>	5
2.3 Prinsip Operasi <i>Fuel Cell</i>	6
2.4 Jenis <i>Fuel Cell</i> dan Jenis Bahan Bakar.....	7
2.4.1 Jenis <i>Fuel Cell</i>	7

2.4.2 Jenis Bahan Bakar.....	10
2.5 Elektroda <i>Fuel Cell</i>	13
2.6 Keunggulan <i>Fuel Cell</i>	14
2.7 <i>Alkaline Fuel Cell</i> (AFC).....	15
2.8 Keuntungan dan Kelemahan AFC.....	16
2.9 Metode Elektrodeposisi Untuk Pembuatan Elektroda.....	17
2.10 Katalis Platina dan Kromium.....	20
2.11 Konversi Energi Listrik.....	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	25
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	25
3.2 Alat dan Bahan.....	25
3.2.1 Peralatan Penelitian.....	25
3.2.2 Bahan Penelitian.....	25
3.3 Prosedur Penelitian.....	25
3.3.1 Desain dan Instalasi Peralatan AFC.....	25
3.3.2 Penentuan Waktu Reaksi Optimum.....	27
3.3.3 Pengujian Kinerja Elektroda Dalam AFC.....	27
3.3.4 Karakterisasi Kehidrofobikan dan Analisis Permukaan Fisik Elektroda.....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Desain <i>Alkaline Fuel Cell</i> (AFC) dan Uji Kinerja Elektroda pada AFC.....	29
4.2 Analisis Waktu Reaksi Optimal.....	30
4.3 Analisis Pengaruh Konsentrasi Elektrolit.....	31
4.3.1 Analisis Kinerja Elektroda Pada Jenis dan Kandungan Katalis.....	33

4.3.2 Analisis Pengamatan Fisik dan Kehidrofobikan Permukaan Elektroda Setelah Dipasang Pada Peralatan AFC.....	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	38
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA.....	39
LAMPIRAN.....	41

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Klasifikasi <i>Fuel Cell</i> dan Karakteristiknya.....	7
Tabel 2.2 Efisiensi dari Berbagai-macam Jenis <i>Fuel Cell</i>	9
Tabel 2.3 Energi yang Dihasilkan Oleh Bahan Bakar.....	12
Tabel 3.1 Tabel Variasi Kandungan Katalis (mg/cm^2).....	27

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Skema <i>Fuel Cell</i>	6
Gambar 2.2 Proses Pengolahan Hidrogen.....	11
Gambar 2.3 Proses Reforming.....	12
Gambar 2.4 Proses Kerja dan Komponen AFC.....	13
Gambar 2.5 Alat dan Komponen Elektrodeposisi.....	16
Gambar 3.1 Desain Peralatan <i>Alkaline Fuel Cell</i> (AFC).....	27
Gambar 4.1 Grafik Waktu Reaksi Optimal.....	30
Gambar 4.2 Grafik Variasi Konsentrasi Elektrolit.....	33
Gambar 4.3 Grafik Nilai Rata-Rata Tegangan(Potensial SeL) AFC Pada Elektroda Bervariasi.....	34
Gambar 4.4 Perbandingan Permukaan Fisik Elektroda Setelah Dipasang Pada AFC.....	36

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Data Tegangan dan Arus Listrik Pada Variasi Elektrolit....	42
Lampiran 2 Data Tegangan dan Arus Listrik Pada Variasi Katalis.....	43
Lampiran 3 Gambar Peralatan AFC dan Kehidrofobikan.....	44
Lampiran 4 Gambar Grafik Tegangan dan Arus Listrik untuk elektroda Pt/C pada Kandungan Katalis Pt yang bervariasi.....	45
Lampiran 5 Gambar Grafik Tegangan dan Arus Listrik untuk elektroda Pt-Cr/C pada Kandungan Katalis Pt dan Cr yang bervariasi.....	47
Lampiran 6 Gambar Kurva Voltametri Siklik dan Gambar Hasil Penembakan Area EDX-SEM Pada Kandungan Pt 0,8 mg/cm ²	49

BAB I

PENDAHULUAN



1.1 Latar Belakang

Kemajuan teknologi yang sangat cepat, menuntut penyediaan energi yang makin banyak baik untuk industri maupun kebutuhan rumah tangga. Berdasarkan hal tersebut, maka para ilmuwan selalu mencari cara-cara untuk memanfaatkan energi yang sudah tersedia sebaik mungkin, sehingga energi yang terbuang dapat makin berkurang (Suhada, H. 2001).

Salah satu energi alternatif yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan energi dan bahan bakar yang bersih adalah *Fuel Cell* (sel bahan bakar). *Fuel Cell* merupakan peralatan elektrokimia yang mengkonversi energi kimia dari bahan bakar dan oksidan menjadi energi listrik secara langsung. Landasan pemikiran pemanfaatan *Fuel Cell* sebagai sumber energi alternatif adalah karena *fuel cell* merupakan teknologi energi alternatif yang bersih, aman, dan mempunyai kerapatan serta efisiensi energi yang tinggi (40% - 80%) (Atika, D. 2005).

Keunggulan-keunggulan *Fuel Cell* lainnya dibandingkan dengan sumber energi konvensional lain adalah: tingkat polusi yang sangat rendah, tidak bising, bahan bakar beragam, memiliki tingkat keandalan lebih tinggi dan perawatan yang mudah, serta bersifat modular, sehingga aplikasi *Fuel Cell* cukup luas mulai dari aplikasi portabel, rumah tangga, transportasi hingga utilitas.

Salah satu komponen penting yang menentukan kinerja dari *Fuel Cell* adalah elektroda tempat terjadinya reaksi katalitik perubahan bahan bakar (H_2 atau lainnya) dan oksidan (O_2 atau udara) menjadi air dan energi listrik. Elektroda

terdiri atas katoda (tempat terjadi reaksi reduksi) dan anoda (tempat terjadi reaksi oksidasi). Selain metode *casting* (metode pembuatan elektroda dengan jalan menempelkan bahan elektroda pada objek), pembuatan elektroda dengan metode elektrodposisi merupakan metode yang relatif baru dan menarik untuk dilakukan dengan jalan pelapisan logam pada bahan elektroda. Pembuatan elektroda dengan paduan katalis Pt/C dan Pt-Cr/C pernah dilakukan sebelumnya dengan menggunakan metode elektrodposisi (Tasya, A. 2009 dan Sylvera, T.P. 2009). Pemilihan logam Pt dikarenakan Pt memiliki daya katalitik yang kuat dan bersifat inert. Tetapi, kelemahan dari Pt adalah harganya yang cukup tinggi dan mudah teracun. Dengan demikian, pembuatan elektroda dengan menambahkan Cr diharapkan dapat mendukung fungsi Pt dan mengurangi Pt tanpa mengurangi kinerja dari elektroda. Elektroda hasil elektrodposisi inilah yang nantinya akan digunakan dengan menguji kinerja elektroda Pt/C dan Pt-Cr/C pada peralatan *Alkaline Fuel Cell* (AFC) dengan konsentrasi elektrolit dan kandungan serta jenis katalis bervariasi merupakan kajian yang menarik untuk dilakukan.

Diantara beberapa jenis *Fuel Cell*, *Alkaline Fuel Cell* (AFC) yang menggunakan Kalium hidroksida sebagai elektrolit, dapat menghasilkan efisiensi sampai 70%, suhu operasi 60-120°C, dan dapat menggunakan katalis yang beragam. Efisiensi dari AFC pada H₂ murni adalah sekitar 60%. AFC banyak digunakan oleh NASA untuk misi ulang-alik angkasa luar (Suhada, H. 2001).

1.2 Rumusan Masalah

Upaya yang banyak dilakukan untuk meningkatkan kinerja *Fuel Cell* adalah melakukan modifikasi pada elektroda yang meliputi metode pembuatan

elektroda dan variasi kandungan serta jenis katalis. Langkah penting selanjutnya adalah melakukan karakterisasi elektroda dan pengujian kinerja elektroda pada peralatan *fuel cell*. Pada penelitian ini dilakukan pengujian kinerja elektroda pada *Alkaline Fuel Cell* (AFC) yang dirancang khusus. Pengujian kinerja elektroda dilakukan pada konsentrasi elektrolit dan kandungan serta jenis katalis bervariasi serta menentukan waktu reaksi optimum.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mendesain peralatan *Alkaline Fuel Cell* (AFC) dan menguji kinerja elektroda *fuel cell* yang mengandung katalis Pt/C dan Pt-Cr/C hasil elektrodeposisi pada peralatan *Alkaline Fuel Cell* (AFC) yang dirancang secara khusus pada konsentrasi elektrolit, jenis dan kandungan katalis yang bervariasi,
2. Melakukan karakterisasi permukaan fisik elektroda setelah dipasang pada peralatan *alkaline fuel cell* (AFC).

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi penerapan katalis yang bervariasi serta pengujian kinerja elektroda pada peralatan *Alkaline Fuel Cell* (AFC) sebagai bagian dari upaya pengembangan *Fuel Cell* di Indonesia umumnya dan UNSRI khususnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung. 2006. *Kromium, 99 Encyclopedia*. Microsoft Corporation.
- Atika, D. 2005. *Pembuatan Elektroda Dan Membrane Electrode Assembly (MEA) Polymer Electrolyte Fuel Cell (PEFC) Dengan Metode Casting Menggunakan Katalis Pt-Co/C*. UNSRI, Indralaya.
- Bradley, J.C. 2003. *Bipolar Electrodeposition of Cobalt on Nanotubes Supported on Polyester Membrane 1*. <http://preprint.chemweb.com/chemistry/0304002>.
- Cotton, A.F. dan Wilkinson, G. 1989. *Kimia Anorganik Dasar*. Alih bahasa Sahati Suharto. Edisi Kelima. UI-Press, Jakarta.
- Darmawi. 2002. *Pelapisan Logam*. Penerbit UNSRI.
- EG&G Services Parsons, Inc. 2000. *Fuel Cell Handbook, Seventh Edition, U.S. Department of Energy Office of Fossil Energy National Energy Technology Laboratory*.
- Encarta. 1998. *Platinum 99 Encyclopedia*. Microsoft Corporation.
- Engineering Fundamental. 2006. *Electroplating*. <http://www.efunda.com>.
- Fickett, A.P. 1984. *General Characteristics, Handbook of Batteries and Fuel Cell*, Mc Graw Hill Book Company, New York.
- Gragon, Steve. 2001. *It's Elemental-The Elemen Platinum*. [http://www.education.jlab.org/it's elemental-the elemen platinum.html](http://www.education.jlab.org/it's%20elemental-the%20elemen%20platinum.html), 26 Maret 2005.
- Hayashi, K. Furuya. 2004. *Preparation of Gas Diffusion Electrodes by Electrophoretic Deposition Journal of The Electrochemical Society*, 151, Mar 2004.
- Jeerage, K.M. Schwartz, D.T. 2004. *Alloy Electrodeposition, The Electrochemical Society Interface*.
- Kim, Dong-il et al. 2002. *Method of Fabricating Catalyzed Porous Carbon Electrode for Fuel Cell*, United States Patent Application No. 20020034676.
- Ismail, S, Dedi, R. 2003. *Modification on Electrode System to Increase Performance of Polymer Electrolyte Fuel Cell (PEFC), Proceedings of Regional Symposium on Chemical Engineering*. Metro Manila, Philipines.
- Loffler, M.S. et al. 2001. *Synthesis and Characterization of Catalyst Layers for Direct Methanol Fuel Cell Application*, Phys, Chem.

- Lopez, Y.M. 2004. *Characterization of Proton Exchange Membran Fuel Cell And PEM Electrolyzery Using Non-Steady State Electrochemical Techniques*, University of Puerto Rico, Puerto Rico.
- Martaningtyas, D. 2005. *Energi Hijau Berlimbah Uap Air*, Pikiran Rakyat, Yogyakarta. <http://www.pikiranrakyat.com/cetak/2005/0105/06/cakrawala/penelitian.html>, 4 April 2005.
- Rohendi, D et al. 2006. *Pembuatan Elektroda Polymer Electrolyte Fuel Cell (PEFC) dengan Metode Casting Menggunakan Katalis Pt-Co/C*. Laporan Hibah Bersaing XIII.
- Santiago, D. Cabrera, C.R. 2006. *Characterization of Ru/Pt/C Nanocatalyst Prepared By Rotating Disk-Electrode Technique*. TNT2006, Grenoble-France.
- Schlesinger, M. 2002. *Electroplating*. Department of Physiscs University of Windsor, Canada.
- Suhada, H. 2001. *Fuel Cell Sebagai Penghasil Energi Abad 21*. Jurnal Teknik Mesin, Vol 3, Nomor 2, <http://puslit.ac.id/journals/mechanical/>, Oktober 2001.
- Sylvera, T.P. 2009. *Pembuatan dan Karakterisasi Elektroda Alkaline Fuel Cell (AFC) Hasil Elektrodeposisi Platina dan Crom Pada Backing Layer Karbon*, UNSRI, Inderalaya.
- Tasya, A. 2009. *Studi Pembuatan dan Karakterisasi Elektroda Alkaline Fuel Cell (AFC) Hasil Elektrodeposisi Platina Pada Backing Layer Karbon*, UNSRI, Inderalaya.