

**PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI ELEKTRODA  
ALKALINE FUEL CELL (AFC) HASIL ELEKTRODEPOSISI PLATINA  
(Pt) DAN KROM (Cr) PADA BACKING LAYER KARBON (C)**

**Skripsi**

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**



**OLEH :**

**TRY PURNAMA SYLVERA**

**09053130010**

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

**2010**

S  
546.390 7  
dyl  
6-100551  
2010

**PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI ELEKTRODA  
ALKALINE FUEL CELL (AFC) HASIL ELEKTRODEPOSISI PLATINA  
(Pt) DAN KROM (Cr) PADA *BACKING LAYER* KARBON (C)**

**Skripsi**



**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**



**OLEH :**

**TRY PURNAMA SYLVERA**

**09053130010**

**JURUSAN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDERALAYA**

**2010**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**STUDI PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI ELEKTRODA  
ALKALINE FUEL CELL (AFC) HASIL ELEKTRODEPOSISI PLATINA  
(Pt) DAN KROM (Cr) PADA *BACKING LAYER* KARBON (C)**

**Skripsi**

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**

**Oleh :**

**TRY PURNAMA SYLVERA**

**09053130010**

**Indralaya, 12 Februari 2010**

**Pembimbing II,**

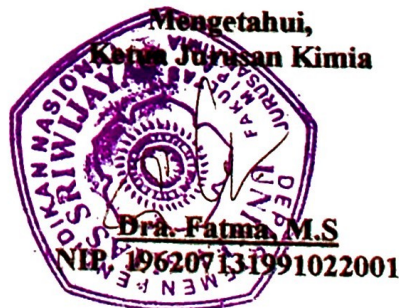
**Pembimbing I,**



**Drs. Ady Mara, M.Si**  
**NIP. 19640340199001003**



**Drs. Dedi Rohendi, M.T**  
**NIP. 196704191993031001**



Seperti berusaha mengiri unsur tanpa elektron sunyi  
Tapi itu semua percuma, kau telah terisi tak ada lagi ruang kosong dihatimu  
Bagaimana kubisa menggapaimu kalau seperti itu?  
Kau terlalu jauh untuk kugapai

Walau aku telah menambahkan  $H_2SO_4$  pekat di dalam hatiku  
pH-ku tetap tak bisa menyamaimu

Akupun tak bisa seperti asam dan basa

Yang selalu bersama-sama

Akhirnya...

Aku hanya bisa melihatmu dari kejauhan

Memandangmu penuh kekaguman

Tanpa reaksi yang berarti

Yang sama halnya dengan titrasi

Kusembunyikan hatiku

Karena senyummu selalu

Memancarkan spektrum-spektrum tertentu

Yang dapat mencapai lambda maks dihatiku

Aku comas... Aku comas...

Bila grafik dihatiku telah mencapai lambda maks

Dan tiba-tiba nilai lambda yang ku peroleh pun pergi

Komana lagi harus ku mencari...

Kimia... Hasilah hidupku

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Illahi Robbi Yang Maha Ilmu yang telah memberikan rahmat dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **Pembuatan dan Karakterisasi Elektroda *Alkaline Fuel Cell* (AFC) Hasil Elektrodeposisi Platina (Pt) dan Krom (Cr) Pada *Backing Layer* Karbon (C)** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana *sains* Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya, Inderalaya. Shalawat dan salam tak lupa penulis persembahkan untuk suri tauladan umat Islam, Rasulullah SAW.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam melaksanakan penelitian sampai terwujudnya skripsi ini, penulis telah banyak mendapatkan bimbingan, pengarahan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung ataupun tidak langsung, baik materil ataupun non materil. Berkenaan dengan itu pada kesempatan ini penulis dengan tulus ikhlas menyampaikan begitu banyak ucapan terima kasih kepada Bapak **Drs. Dedi Rohendi, M.T**, selaku pembimbing utama yang selalu memberikan pengarahan, bimbingan, dan begitu banyak bantuan dari awal penelitian sampai terwujudnya skripsi ini, begitu juga kepada **Bpk. Drs. Ady Mara, M.Si** selaku pembimbing kedua yang telah banyak memberikan masukan dan bimbingan yang sangat berarti dalam penyusunan skripsi ini.

Dalam kesempatan ini tak lupa penulis ucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Ibu Dra. Fatma, M.S, selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya.

2. Ibu Desnelli, selaku Pembimbing Akademik atas bantuan dan nasehatnya selama ini.
3. Seluruh Dosen Pengajar, Staf dan Analis Laboratorium FMIPA UNSRI khususnya Jurusan Kimia untuk semua bantuannya
4. Keluarga besar yang sangat ku cintai, Kedua Nenekku, Ayah, Mama, Ayuk Ai, Ayuk Dwi, K'Anda dan Mas Alif, yang telah memberikan dorongan, semangat, dan doa selama ini, semoga ini bisa menjadi salah satu persembahan terbaik dariku untuk kalian.
5. Yulfiansyah, orang yang selalu ada, pengertian dan selalu sabar mendengar keluh kesah, serta selalu membuat tersenyum. Terima kasih 'ca atas segalanya dan kita gapai impian yang telah direncanakan.
6. Sahabat karibku dari kecil, Rani dan Elin, terima kasih atas saran dan kritiknya buat skripsi, serta suport. Semoga pertemanan kita akan selalu abadi dan kita berpetualangan bersama. Anri, makasih sudah sering minta tolong dan selalu jadi teman terbaik cowokku.
7. Andita Tasya Hermansyah, teman seperjuangan kuliah dan sahabat setia dari awal sampai akhir kuliah, Kel. Dita (Ayah, Ibu, Cila) terima kasih banyak atas semua bantuan dan partisipasinya.
8. Aldila Admawanty Sofuan, temen berbagai seperti saudara sendiri yang selalu mendengar keluh kesah dan selalu sabar. Ox's makasih atas semuanya.
9. '*Genx Eksklusif*' (genk yang paling berisik, modis, paling dikenal orang) dengan personil alyn, rina 'tante', desi, mba mega. Terima kasih kawan ku

telah memberi suport, saran, kritik untuk diriku, semoga kita selalu terus bersama.

10. Eva 'njul', Vb, Vipy n Liet, makasih sudah sering bantu vera buat tugas dan selalu suport diriku dalam segala hal.

11. Seluruh teman- teman angkatan 2005 MIPA Kimia UNSRI yang tak bisa disebutkan satu per satu makasih atas dukungannya, motivasi dan persahabatan selama ini.

12. Seluruh pihak yang telah banyak membantu dalam banyak hal, terima kasih banyak dan semoga Allah SWT membalas segala kebaikan pada kita semua.

Penulis menyadari bahwa penyajian skripsi ini jauh dari sempurna, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca agar skripsi ini lebih sempurna, semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Inderalaya, Februari 2010

Penulis

**PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF ALKALINE FUEL CELL (AFC) ELECTRODE RESULTED FROM ELECTRODEPOSITION PLATINUM (Pt) AND CROM (Cr) ON BACKING LAYER CARBON (C)**

By:

TRY PURNAMA SYLVERA  
09053130010



**ABSTRACT**

A research has been done about preparation and characterization of alkaline fuel cell (AFC) electrode resulted from electrodeposition of platinum (Pt) and chromium (Cr) catalyst on backing layer carbon (C). The first step of this research was to make of backing layer from carbon and teflon emulsion and then analyzed conductivity of backing layer before and after the electrodeposition process. As supporting data were analysis hydrophobicity, deposited mass of Pt : Cr analysis, analysis performance of electrode by cyclic voltammetry, and analysis structure, morphology and catalyst composition by EDX-SEM. The results of this study indicate qualified backing layer, the pores of the meeting, hydrophobic and high conductivity. The average conductivity before electrodeposition the backing layer of the surface and cross  $1.910 \cdot 10^{-1}$  mhos and  $2,422 \cdot 10^{-2}$  mhos, while the conductivity of electrode after electrodeposition has increased on the surface at Pt/Cr =  $0.2/0.8 \text{ mg/cm}^2$  were  $1.693 \cdot 10^{-1}$  mhos. This shows the role of Cr to improve the conductivity of Pt. The analysis of physical surface electrode and the highest mass of platinum deposit was Pt/Cr =  $0.4/0.6 \text{ mg/cm}^2$  with the measured current at 0.065 A and  $0.003 \text{ A/cm}^2$  of current density. Voltammogram of cyclic voltammetry was good at Pt/Cr =  $0.6/0.4 \text{ mg/cm}^2$ , while analysis of EDX-SEM, deposited composition of Pt/Cr was compare to mass of Pt/Cr that has used.



**PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI ELEKTRODA  
ALKALINE FUEL CELL (AFC) HASIL ELEKTRODEPOSISI PLATINA  
(Pt) DAN KROM (Cr) PADA BACKING LAYER KARBON (C)**

Oleh :

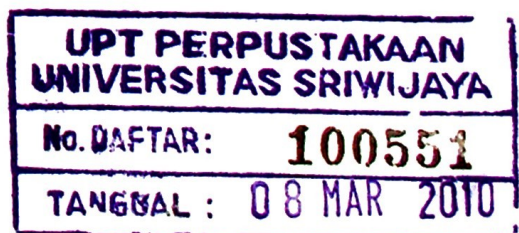
TRY PURNAMA SYLVERA  
09053130010

**ABSTRAK**

Telah dilakukan penelitian tentang pembuatan dan karakterisasi elektroda *alkaline fuel cell* (AFC) hasil elektrodeposisi katalis platina (Pt) dan krom (Cr) pada *backing layer* karbon (C). Penelitian ini diawali dengan pembuatan *backing layer* dari karbon dan *teflon emulsion*, kemudian dianalisis konduktivitas *backing layer* sebelum dan sesudah elektrodeposisi. Sebagai data pendukung dilakukan analisis kehidrofobikan, analisis massa Pt/Cr yang terdeposisi, analisis kinerja elektroda dengan voltametri siklik, serta analisis struktur, morfologi, dan kandungan katalis dengan EDX-SEM. Hasil penelitian ini menunjukkan *backing layer* memenuhi syarat, yaitu pori-pori rapat, hidrofobik dan konduktivitas tinggi. Konduktivitas rata-rata sebelum elektrodeposisi pada *backing layer* dipermukaan dan penampang sebesar  $1,910 \cdot 10^{-1}$  mhos dan  $2,422 \cdot 10^{-2}$  mhos, sedangkan konduktivitas elektroda setelah elektrodeposisi mengalami peningkatan pada permukaan terutama pada Pt/Cr = 0,2/0,8 mg/cm<sup>2</sup> sebesar  $1,693 \cdot 10^{-1}$  mhos. Hal ini menunjukkan peran Cr untuk membantu meningkatkan konduktivitas Pt. Pada analisis permukaan fisik elektroda dan massa Pt/Cr terdeposisi yang baik adalah massa Pt/Cr = 0,4/0,6 mg/cm<sup>2</sup> dengan nilai arus sebesar 0,065 A dan kerapatan arus sebesar 0,003 A/cm<sup>2</sup>. Voltammogram yang baik pada massa Pt/Cr = 0,6/0,4 mg/cm<sup>2</sup>, sedangkan analisis EDX-SEM, komposisi massa Pt/Cr terdeposisi sebanding dengan massa Pt/Cr yang digunakan.

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRACT.....	vii
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	3
I.3 Tujuan Penelitian.....	4
I.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Elektroda pada <i>Fuel Cell</i> .....	5
2.2 Katalis pada Elektroda <i>Fuel Cell</i> .....	7
2.1.1 Logam Platina (Pt) .....	7
2.1.2 Logam Krom (Cr) .....	9
2.3 PTFE ( <i>Politetrafluoroetilen</i> ).....	10
2.4 <i>Alkaline Fuel Cell</i> (AFC).....	11
2.5 Metode Elektrodeposisi.....	13
2.6 Hukum Faraday.....	15
2.7 Konduktivitas Listrik.....	16



2.8 Voltametri Siklik.....	18
2.9 EDX – SEM.....	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	21
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	21
3.2 Alat dan Bahan.....	21
3.2.1 Peralatan Penelitian.....	21
3.2.2 Bahan Penelitian .....	21
3.3 Pembuatan Cetakan <i>Backing Layer</i> .....	22
3.4 Pembuatan <i>Backing Layer</i> .....	22
3.4.1 Aktivasi Bubuk Karbon.....	22
3.4.2 Pembuatan Larutan Elektrolit.....	22
3.4.3 Pembuatan <i>Backing Layer</i> .....	22
3.5 Pembuatan Elektroda dengan Metode Elektrodeposisi.....	23
3.6 Karakterisasi Elektroda.....	23
3.6.1 Karakterisasi Massa Pt/Cr Terdeposisi dan Analisis Permukaan Fisik Elektroda.....	23
3.6.2 Karakterisasi Konduktivitas Elektrik Permukaan dan Penampang Elektroda.....	23
3.6.3 Karakterisasi Kinerja Elektroda Secara Elektrokimia dengan Metode Voltametri Siklik.....	24
3.6.4 Karakterisasi Elektroda dengan EDX-SEM.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1 Pembuatan dan Konduktivitas <i>Backing Layer</i> .....	25
4.2 Elektrodeposisi Pt dan Cr pada Elektroda dengan Massa Pt dan Cr Bervariasi, serta Karakterisasi Elektroda.....	26
4.2.1 Analisis Data Hasil Massa Pt/Cr yang Terdeposisi pada Beda Potensial Tetap.....	27

4.2.2 Analisis Pengamatan Fisik Permukaan Elektroda.....	28
4.2.3 Analisis Konduktivitas Elektrik Permukaan dan Penampang Elektroda.....	29
4.2.4 Analisis Kinerja Elektroda Secara Elektrokimia Menggunakan Voltametri Siklik.....	30
4.2.5 Analisis Permukaan Elektroda dan Kandungan Katalis Menggunakan EDX-SEM.....	32
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>37</b>
5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran.....	38
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>39</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>42</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1</b> Skema Kerja <i>Fuel Cell</i> .....	6
<b>Gambar 2.2</b> Skema Kerja <i>Alkaline Fuel Cell</i> .....	12
<b>Gambar 2.3</b> Skema Kerja Elektrodeposisi.....	14
<b>Gambar 2.4</b> Voltammogram pada Voltametri Siklik.....	18
<b>Gambar 2.5</b> Skema Alat SEM.....	20
<b>Gambar 4.1</b> Grafik Nilai Konduktivitas Permukaan dan Penampang <i>Backing Layer</i> .....	25
<b>Gambar 4.2</b> Grafik Massa Pt/Cr yang Terdeposisi.....	27
<b>Gambar 4.3</b> Perbandingan Permukaan Fisik <i>Backing Layer</i> (atas), sedangkan Elektroda Pt-Cr/C yang Terdeposisi (bawah)...	28
<b>Gambar 4.4</b> Grafik Nilai Konduktivitas Permukaan dan Penampang Elektroda Sebelum dan Setelah Proses Elektrodeposisi.....	29
<b>Gambar 4.5</b> Voltammogram dari Hasil Voltametri Siklik pada Variasi Massa Pt/Cr.....	31
<b>Gambar 4.6</b> Hasil EDX-SEM massa Pt/Cr 0,8/0,2 mg/cm <sup>2</sup> .....	33
<b>Gambar 4.7</b> Hasil EDX-SEM massa Pt/Cr 0,6/0,4 mg/cm <sup>2</sup> .....	34
<b>Gambar 4.8</b> Hasil EDX-SEM massa Pt/Cr 0,4/0,6 mg/cm <sup>2</sup> .....	34
<b>Gambar 4.9</b> Hasil EDX-SEM massa Pt/Cr 0,2/0,8 mg/cm <sup>2</sup> .....	35
<b>Gambar 4.10</b> Hasil EDX-SEM massa Pt/Cr 0/1 mg/cm <sup>2</sup> .....	35

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 2.1</b> Karakterisasi Logam Platina.....	8
<b>Tabel 2.2</b> Karakterisasi Logam Krom.....	9
<b>Tabel 2.3</b> Karakterisasi Dasar PTFE.....	11

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<b>Lampiran 1</b> Data Konduktivitas <i>Backing Layer</i> Sebelum Elektrodeposisi.....	42
<b>Lampiran 2</b> Massa Pt dan Cr yang Digunakan Untuk Proses Elektrodeposisi.....	43
<b>Lampiran 3</b> Kerapatan Arus pada Variasi Massa Pt-Cr/C.....	44
<b>Lampiran 4</b> Data Konduktivitas Elektroda Setelah Elektrodeposisi.....	45
<b>Lampiran 5</b> Gambar Alat dan Bahan.....	46

# BAB I

## PENDAHULUAN



### 1.1 Latar Belakang

Cadangan minyak bumi Indonesia dewasa ini semakin berkurang dan dikhawatirkan dalam kurun waktu kurang dari 10 tahun akan habis. Semakin terbatasnya cadangan minyak bumi dan semakin bertambahnya polusi udara yang disebabkan oleh energi berbasis bahan bakar fosil memacu para ilmuwan mencari sumber energi alternatif yang berpotensi sebagai pengganti bahan bakar fosil. Banyak energi alternatif yang telah dikembangkan, namun masih perlu ditingkatkan efisiensi, kerapatan energi, limbah dan efek radiasi yang berkepanjangan (Chandrasa, 2002).

Sumber energi alternatif yang dicari sekarang diharapkan memiliki kualitas dan kuantitas yang baik, serta ramah lingkungan, sehingga dapat menghindari terjadinya krisis energi dan lingkungan. Salah satu sumber energi alternatif yang memenuhi kriteria adalah *fuel cell*, sebuah alat konversi energi elektrokimia yang akan mengubah hidrogen dan oksigen menjadi air dan mengubah energi kimia ke energi listrik secara langsung.

Keunggulan *fuel cell* dibandingkan sumber energi lain adalah efisiensi yang tinggi (bisa lebih besar dari 85%), modular (dapat ditempatkan dimana diperlukan), ramah lingkungan (tidak berisik, emisinya rendah), panas yang terbuang dapat di *recovery*, bahan bakarnya fleksibel dan cocok untuk keperluan lainnya. Selain itu, memiliki tingkat kehandalan lebih tinggi dan perawatannya mudah (Sudirman, 2002).



Salah satu jenis *fuel cell* yang mempunyai keunggulan dalam hal kemudahan operasional dan harga yang relatif murah adalah *alkaline fuel cell* (AFC) yang menggunakan larutan KOH sebagai elektrolitnya, bahan bakar dan oksidannya adalah  $H_2$  dan  $O_2$ . Komponen penting *fuel cell* (termasuk AFC) adalah elektroda, yaitu anoda (kutub negatif) tempat terjadinya reaksi oksidasi dan katoda (kutub positif) tempat terjadinya reaksi reduksi. Anoda dan katoda memiliki katalis yang memudahkan reaksi antara hidrogen dan oksigen, dimana katalis yang digunakan adalah partikel kecil platina yang didispersikan di atas bubuk karbon pendukung dan meresap ke dalam pori (Kim, 2002).

Ada beberapa metode pembuatan elektroda *fuel cell*, yaitu metode *casting* (metode penempelan bahan elektroda pada objek), *spraying* (penyemprotan), dan metode elektrodposisi (metode pembuatan elektroda dengan jalan pelapisan logam secara elektrokimia pada bahan elektroda). Pembuatan elektroda *fuel cell* dengan metode elektrodposisi merupakan metode baru dengan penempatan katalis pada substrat secara elektrokimia dengan keunggulan utama pada penempatan katalis berukuran nanometer dan distribusi lebih merata, serta lebih mudah dikontrol (Darmawi, 2002).

Katalis adalah zat yang ditambahkan pada reaksi kimia dengan tujuan mempercepat laju reaksi, dimana katalis secara kimiawi tidak berubah pada akhir reaksi. Katalis yang banyak digunakan pada elektroda *fuel cell* adalah Pt, dimana Pt bersifat mudah teracuni, harganya mahal, sehingga diperlukan katalis pendukung untuk meminimalkan penggunaan Pt. Katalis pendukung yang dipakai adalah Cr karena bersifat anti korosi, harga relatif murah, umum terdposisi untuk *elektroplating crom*. Pengaruh penambahan katalis Cr untuk meminimalkan

penggunaan katalis Pt agar kinerja elektroda *fuel cell* yang diharapkan tetap maksimal.

Metoda elektrodeposisi dalam pembuatan elektroda *fuel cell* belum banyak diteliti, terutama upaya untuk menggabungkan dua buah katalis. Pembuatan elektroda *fuel cell* dengan menggunakan paduan katalis Pt-Co/C sudah dilakukan dengan metode *casting* (Oom, 2007). Perlu dilakukan penelitian pembuatan elektroda dengan metode elektrodeposisi menggunakan paduan katalis Pt-Cr/C

## 1.2 Rumusan Masalah

Pembuatan elektroda *fuel cell* dalam hal ini *alkaline fuel cell (AFC)* dapat dilakukan dengan metode elektrodeposisi. Pada penelitian ini telah dilakukan dengan membuat *backing layer* dari karbon dan *teflon emulsion*, kemudian analisis konduktivitas permukaan dan penampang *backing layer*, serta kehidrofobikan. *Backing layer* dibuat untuk elektroda AFC dengan proses elektrodeposisi dengan massa Pt dan Cr yang bervariasi sebagai katalis pada beda potensial dan waktu elektrodeposisi yang konstan. Elektroda yang terbentuk kemudian dikarakterisasi massa terdeposisi katalis massa Pt/Cr yang bervariasi, analisis permukaan fisik elektroda, konduktivitas penampang dan permukaan elektroda, diukur kinerja elektrokimianya dengan menggunakan metode voltametri siklik dan analisis EDX-SEM untuk melihat struktur, morfologi permukaan, kandungan dan distribusi katalis.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Membuat *backing layer* elektroda AFC dari karbon dengan *teflon emulsion* sebagai *binder* dan melakukan karakterisasi kehidrofobikan dan konduktivitas permukaan dan penampang.
2. Membuat elektroda dengan melakukan elektrodeposisi pada *backing layer* dengan menggunakan kandungan katalis Pt dan Cr yang bervariasi.
3. Melakukan karakterisasi elektroda yang meliputi penentuan massa Pt/Cr terdeposisi, analisis permukaan fisik elektroda, analisis konduktivitas permukaan dan penampang, analisis kinerja elektroda dengan metode voltametri siklik, serta analisis struktur dan morfologi permukaan, serta kandungan katalis dengan EDX-SEM.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan kontribusi mengenai pembuatan elektroda dan penerapan katalis yang bervariasi pada metoda elektrodeposisi sebagai bagian dari upaya penguasaan teknologi *fuel cell*. Selain itu, mendukung program pemerintah dalam upaya pengembangan sumber energi alternatif, khususnya *fuel cell*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, H. 2001. *Elektrokimia dan Kinetika Kimia*. Edisi ke-2. Bandung : Penerbit ITB Press.
- Anonim. 2006. <http://www.joel.com/sem/sem.html>. Diakses 24 November 2009
- Anonim.2006. [http://en.wikipedia.org/wiki/Energi\\_spektroskopi\\_dispersi\\_sinar-x](http://en.wikipedia.org/wiki/Energi_spektroskopi_dispersi_sinar-x). Diakses 18 Oktober 2009.
- Bard and Faulkner. 2001. *Electrochemical Methods Fundamental and Applications, Second Edition*. United States of America : John Willey & Sons, Inc.
- Boadeker. 2005. *DuPont Teflon PTFE Specifications*. Texas.
- Chandrasa, G.T. 2002. *Penelitian Teknologi Sel Bahan Bakar Untuk Aplikasi Pembangkit Listrik Mandiri*. Prosiding Seminar Teknologi Untuk Negeri.
- Darmawi. 2002. *Pelapisan Logam*. Universitas Sriwijaya : Inderalaya Sumatera Selatan.
- EG&G Services Parsons, Inc., 2000. *Fuel Cell Handbook, Fifth Edition*, U.S. Department of Energy Office of Fossil Energy National Energy Technology Laboratory.
- Hischenhofer, J.H. 1998. *Preparation of Gas Diffusion Electrodes by electrophoretic Deposition*. Journal of The Electrochemical Society, 151 (93).
- Heinze, J. 1984. *Cyclic Voltammetry Electrochemical Spectroscopy. New Analytical Methods (25)*". *Angewandte Chemie International Edition in English*.
- [http://en.wikipedia.org/wiki/alkaline\\_fuel\\_cell](http://en.wikipedia.org/wiki/alkaline_fuel_cell). Diakses 30 September 2009.
- [http://id.wikipedia.org/wiki/logam\\_platinum](http://id.wikipedia.org/wiki/logam_platinum). Diakses 25 oktober 2009.
- [http://id.wikipedia.org/wiki/asam\\_kromat](http://id.wikipedia.org/wiki/asam_kromat). Diakses 25 Oktober 2009.



- <http://www.elektroindonesia.com/elektro/elek36.html>. Diakses 16 Oktober 2009.
- [http://www.google.com/laju reaksi katalis](http://www.google.com/laju_reaksi_katalis). Diakses 15 Januari 2010.
- Karyadi, B. 1994. *Kimia 2*. Balai Pustaka : Jakarta.
- Kim, *et al.* 2002. *Method of Fabricating Catalyzed Porous Carbon Electrode for Fuel Cell*. United States Patent Application No. 20020034676.
- Matthey, J. 1993. *Chemistry : Periodic Table : Platinum : key informastion*. [www.webelements.com/webelements/elements/text/Pt/key.html](http://www.webelements.com/webelements/elements/text/Pt/key.html). Diakses 11 Oktober 2009.
- Oom, K. 2007. *Produksi Gas Hidrogen Sumber Energi Alternatif Melalui Proses Elektrolisis Air Dalam Suasana Basa Menggunakan Elektroda Karbon, Pt/C dan Pt-Co/C*. Skripsi. Universitas Sriwijaya: Inderalaya Sumatera Selatan.
- Purwanto, H. 2005. *Teknologi Industri Elektroplating*. Badan Penerbit Universitas Diponegoro : Semarang.
- Rakhmalina, R. 2007. *Pembuatan Elektroda Fuel Cell Menggunakan Katalis Pt/C Hasil Elektrodeposisi Pt pada Backing Layer Karbon dengan Pengikat PTFE*. Skripsi. Universitas Sriwijaya: Inderalaya Sumatera Selatan.
- Rohendi, D. 2002. *Modifikasi pada Sistem Elektroda dalam Upaya Meningkatkan Kinerja Polymer Eletrode Fuel Cell (PEFC)*. Tesis. Universitas Sriwijaya : Inderalaya Sumatera Selatan.
- Rohendi, D., dkk. 2006. *Pembuatan Elektroda Polymer Electrolyte Fuel Cell (PEFC) dengan Metode Casting Menggunakan Katalis Pt-Co/C*. Laporan Penelitian Hibah Bersaing XIII.
- Rohendi, D. 2009. *Pembuatan Elektroda Fuel Cell dengan Metode Elektrodeposisi Menggunakan Katalis Pt-Cr/C dan Pt/C, serta Uji Kinerja pada Alkaline Fuel Cell (AFC)*. Laporan Penelitian Hibah Bersaing.
- Schlesinger, M. 2002. *Electroplating*. Departement of Physics University Windsor : Canada
- Stevens, M.P. 1999. *Polymer Chemistry an Introduction*. Oxford University Press: New York.

Sudirman, B. 2002. *Fuel Cell*. ITB : Bandung.

Sukardjo. 1997. *Kimia Fisika*. Edisi ke-2. Rineka Cipta : Jakarta.

Thomas and Zalowitz. 2002. *Fuel Cells Green Power*. New Maxico : Los Alamos National Laboratory.

Wahyudi, S. 2006. *Buku Saku Elektroplating*. Penerbit Teknik : Cimahi.