

BIDANG: REKAYASA

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN SAINS TEKNOLOGI DAN SENI
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**BLOWER DAN ELEKTROLISIS AIR UNTUK
PENGHEMATAN LPG PADA KOMPOR GAS**



Oleh :

Akmal Johan, S.Si, M.Si / 0021127309

Zainal Fanani, M.Si. /0021086701

Drs. Pradanto Poerwono, DEA. / 0024075803

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MIPA
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2017**

**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN PENELITIAN SATEKS UNSRI**

1. Judul Penelitian	: Blower dan Eletrolisis Air untuk Penghematan LPG pada Kompor Gas
2. Bidang Penelitian	: REKAYASA
3. Ketua Peneliti	
a Nama Lengkap	: Akmal Johan, S.Si, M.Si.
b Jenis Kelamin	: L
c NIP	: 19731221 199903 1 003
d Pangkat dan Golongan	: Pembina / IV-a
e Jabatan Struktural	:
f Jabatan Fungsional	: Lektor Kepala
g Perguruan Tinggi	: Universitas Sriwijaya
h Fakultas/Jurusan	: MIPA/Fisika
I Alamat Kantor	: Kampus Universitas Sriwijaya Indralaya
J Telpon/Faks	: 0711580743
k Alamat Rumah	: Taman Permata Indah Indralaya Mulya
l Telpon/HP/Faks/E-mail	: 08127392602
4. Jumlah Tim Peneliti	: 3 Orang
Nama Anggota 1	: Drs. Almunady T Panagan, M.Si.
Nama Anggota 2	: Drs. Pradanto Poerwono, DEA.
5. Jangka Waktu Penelitian	: 8 (delapan) bulan
6. Jumlah yang disetujui	: Rp. 21.800.000,-

Mengetahui,
Dekan Fakultas MIPA,

Indralaya, 15 Nopember 2017

Ketua Peneliti,



Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc.
NIP. 19721004 199702 1 001

Akmal Johan, S.Si, M.Si.
NIP. 197312211999031003

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat
Universitas Sriwijaya



Prof. Dr. Tatang Suhery, M.A, Ph.D.
NIP. 19590412 198403 1 002

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini jumlah energi berbasis bahan bakar fosil yang ada di bumi semakin hari semakin sedikit, hal ini memacu kita untuk menemukan sumber energi alternatif terbaru dan terbarukan. Energi alternatif pengganti bahan bakar fosil diharapkan dapat memenuhi kebutuhan manusia akan sumber energi. Selain jumlahnya yang melimpah, sumber energi baru dan terbarukan ini diharapkan juga ramah lingkungan.

Bahan bakar yang digunakan untuk keperluan rumah tangga biasanya berupa LPG. LPG merupakan bahan bakar berupa gas yang dicairkan (*Liquified Petroleum Gasses*) merupakan produk minyak bumi yang diperoleh dari proses distilasi bertekanan tinggi. Fraksi yang digunakan sebagai umpan dapat berasal dari beberapa sumber yaitu dari Gas alam maupun Gas hasil dari pengolahan minyak bumi (*Light End*). Komponen utama LPG terdiri dari Hidrokarbon ringan berupa Propana (C_3H_8) dan Butana (C_4H_{10}), serta sejumlah kecil Etana (C_2H_6) dan Pentana (C_5H_{12}) (Bayu, 2009).

Gas LPG ini biasa digunakan oleh rumah tangga bersamaan dengan kompor gas. Kompor gas LPG adalah alat masak yang menghasilkan panas tinggi, dimana bahan bakar berupa LPG untuk memberikan pemanasan untuk barang-barang yang diletakkan di atasnya dengan menggunakan bahan bakar LPG (KBBI). Hampir sebagian besar rumah tangga memilih menggunakan kompor gas LPG untuk memasak hal ini disebabkan karena menggunakan kompor gas LPG lebih praktis, hemat waktu, lebih bersih, dan ramah lingkungan

Berdasarkan data menurut SKKMigas (2014) menyatakan bahwa cadangan minyak bumi Indonesia mencapai 9 miliar barel yang akan bertahan kira-kira selama 10 tahun sedangkan gas alam dapat bertahan kira-kira 60 tahun. Kita ketahui gas alam dan minyak bumi merupakan bahan baku pembuatan gas LPG. Apabila minyak bumi dan gas alam habis maka gas LPG tidak dapat diproduksi lagi, untuk itu dibutuhkan energi alternatif untuk menekan pemakaian gas LPG agar gas alam dan minyak bumi dapat bertahan lebih lama lagi.

Hidrogen dan oksigen merupakan salah satu sumber energi alternatif yang berpotensi sebagai pengganti sumber energi berbasis bahan bakar fosil. Di alam, hidrogen tidak tersedia dalam bentuk bahan bakar gas hidrogen, melainkan tersedia dalam bentuk senyawa hidrokarbon. Untuk menghasilkan gas hidrogen dengan tingkat kemurnian yang

tinggi dapat dilakukan dengan cara elektrolisis. Bahan baku untuk memproduksi gas hydrogen dan gas oksigen tersebut dapat menggunakan air. Air dipilih sebagai sumber energi alternatif karena selain jumlahnya yang melimpah, air jika dihidrolisis akan menghasilkan gas hidrogen dan gas oksigen murni dengan hasil samping air yang ramah lingkungan. Hal ini tentunya dapat mengurangi polusi dan gas rumah kaca.

1.2 Rumusan masalah

Semakin terbatasnya cadangan minyak bumi dan gas alam yang merupakan bahan baku pembuatan gas LPG mengakibatkan kenaikan harga gas LPG. Berdasarkan hal tersebut perlu diteliti usaha-usaha untuk mencari sumber energi alternatif yang dapat mensubstitusipemakaian gas LPG di lingkup rumah tangga. Diharapkan sumber energi alternatif ini bersih, aman dan murah, sehingga dapat menghindari terjadinya krisis energi. Hidrogen merupakan salah satu sumber energi alternatif yang berpotensi baik kualitas maupun kuantitas serta ramah lingkungan.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka perlu dilakukan penelitian tentang pemanfaatan gas hasil dari elektrolisis air yang dikombinasi dengan pendorong udara (blower) dan penggunaannya pada kompor gas dan menentukan parameter – parameter yang berpengaruh terhadap produk gas hasil elektrolisis atau pengaruhnya terhadap penghematan LPG

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan diatas perlu dilakukan penelitian dengan tujuan untuk memanfaatkan gashasil dari elektrolisis air menggunakan elektroda karbon dan penggunaannya pada kompor gas dengan tujuan khusus menganalisis:

1. Pengaruh variasi kecepatan blower, pengaruh variasi konsentrasi asam sulfat dan pengaruh variasi arus terhadap volume gas elektrolisis yang dihasilkan.
2. Pengaruh variasi kecepatan blower, pengaruh variasi konsentrasi asam sulfat dan pengaruh variasi arus terhadap kecepatan mendidihnya air yang berkaitan dengan penghematan penggunaan gas LPG

1.4 Manfaat Penelitian

Pada penelitian ini diharapkan dapat :

1. Mendukung program pemerintah dalam upaya pengembangan sumber energi alternatif, khususnya gas hasil elektrolisis.

2. Menekan pemakaian gas LPG dalam lingkup rumah tangga sehingga memperpanjang persediaan gas alam dan minyak bumi yang menjadi bahan baku pembuatan LPG.
3. Mengetahui pengaruh variasi elektroda, pengaruh variasi konsentrasi H_2SO_4 dan pengaruh variasi arus terhadap volume gas yang dihasilkan
4. Mengetahui pengaruh variasi elektroda, pengaruh variasi konsentrasi H_2SO_4 , dan pengaruh variasi arus terhadap kecepatan mendidihnya air yang berkaitan dengan penghematan gas LPG.
5. Memberikan informasi mengenai salah satu metode produksi hidrogen melalui proses elektrolisis air dan pemanfaatannya pada kompor gas.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air

Air merupakan substansi kimia dengan rumus kimia H_2O . Satu molekul air tersusun atas dua atom hidrogen yang berikatan secara kovalen pada satu atom oksigen. Pada kondisi standar air bersifat tidak berwarna, tidak mempunyai rasa dan tidak berbau. Air mempunyai massa molar 18,0153 g/mol, densitas 0,998 g/cm³ pada fase cair 20 °C atau 0,92 g/cm³ pada fase padat, titik Lebur air 0 °C, titik Didih 100 °C, dan kalor Jenisnya 4184 J/kg.K (cair pada 20 °C). Dimuka bumi air memenuhi kira – kira 72%. Air sering disebut sebagai pelarut universal dikarenakan air dapat melarutkan banyak zat kimia. Selain sebagai pelarut universal air juga dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan gas hidrogen (Musthafa, Z. 2012).

2.2 Gas Hidrogen

Gas hidrogen merupakan hydro dalam bahasa Yunani yang mempunyai arti air dan genes yang berarti pembentukan. Hidrogen diberi nama oleh Lavoisier. Menurut Cavendish (1776) hidrogen merupakan unsur yang unik. Di alam semesta, hidrogen mempunyai jumlah terbanyak. Hidrogen diperkirakan membentuk komposisi lebih dari 90% senyawa yang ada di alam semesta (sama dengan tiga perempat alam semesta) (Mohsin, Y. 2003).

Hidrogen adalah unsur yang paling dasar dan ada dimana-mana dalam bumi. Jumlah hidrogen yang sangat melimpah dapat dikatakan bahwa hidrogen adalah “bahan bakar selamanya”, dan bahan bakar yang ramah lingkungan karena tidak menghasilkan emisi CO₂ yang berbahaya saat dibakar dan hanya melepaskan panas dengan hasil samping air murni. Hidrogen di jagad raya tidak ada yang berupa gas hidrogen murni sehingga harus diekstraksi dari berbagai senyawa baru dapat digunakan dalam fuel cell (Rifkin, J. 2002).

2.2.1 Karakteristik Hidrogen

Hidrogen dalam tabel sistem periodik merupakan unsur yang memiliki simbol H dan bernomor atom 1. Hidrogen yang bernomor massa 1,00794 g/mol ini berupa gas yang tidak berwarna, termasuk dalam golongan bukan logam yang mempunyai titik lebur 14,01K (-259,14 °C atau -434,45 °F) dan titik didih 20,28K (-252,87 °C atau -423,17 °F) (Veziroglu, T. N. 2004).

2.2.2 Kelebihan Hidrogen Sebagai Bahan Bakar

Energi hidrogen dapat menghilangkan masalah di seluruh dunia akibat dari pemakaian bahan bakar fosil. Kelebihan energi hidrogen antara lain:

1. Hidrogen dapat menghilangkan polusi yang disebabkan oleh bahan bakar fosil. Saat hidrogen digunakan dalam fuel cell untuk menghasilkan energi, hidrogen merupakan teknologi bersih. Produk sampingnya hanya berupa air dan tidak ada bahaya lingkungan seperti minyak tumpah.

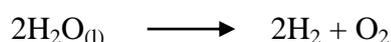
2. Menghilangkan gas rumah kaca. Jika hidrogen dihasilkan dari elektrolisis air, tidak ada gas rumah kaca ke dalam lingkungan. Ada siklus yang sempurna yaitu elektrolisis menghasilkan hidrogen dari air, dan hidrogen bercampur dengan oksigen menghasilkan air dan energi dalam fuel cell.

3. Menghilangkan ketergantungan ekonomi terhadap negara Timur Tengah dan sumber minyaknya.

4. Hidrogen dapat dihasilkan dimana-mana karena hanya membutuhkan air dan listrik, bahkan dapat dihasilkan di rumah dengan teknologi relatif sederhana (Brain, M. 2006).

2.3 Produksi Hidrogen dengan Metode Elektrolisis Air

Sumber hidrogen yang berlimpah adalah air, maka akan idealnya bila air dapat diuraikan menjadi hidrogen dan oksigen dengan murah. Suatu cara yang memuaskan untuk menguraikan air ialah dengan melewati arus searah yang telah ditambahi sedikit asam sulfat. Penggunaan arus listrik untuk melakukan reaksi redoks disebut elektrolisis (Kleinfelter, 1996). Gas hidrogen dapat dihasilkan dari air melalui proses elektrolisis. Elektrolisis air merupakan peristiwa penguraian senyawa air (H_2O) menjadi oksigen (O_2) dan hidrogen gas (H_2) dengan menggunakan arus listrik searah yang dialirkan pada air tersebut. Pada katode, dua molekul air bereaksi dengan menangkap dua elektron, tereduksi menjadi gas H_2 dan ion hidroksida (OH^-). Sedangkan pada anode, dua molekul air lain terurai menjadi gas oksigen (O_2), melepaskan 4 ion H^+ serta mengalirkan elektron ke katode. Ion H^+ dan OH^- mengalami netralisasi sehingga terbentuk kembali beberapa molekul air. Reaksi keseluruhan yang setara dari elektrolisis air dapat dituliskan sebagai berikut.



Gas hidrogen dan oksigen yang dihasilkan dari reaksi ini membentuk gelembung pada elektrode dan dapat dikumpulkan. Prinsip ini kemudian dimanfaatkan untuk

menghasilkan hidrogen dan hidrogen peroksida (H_2O_2) yang dapat digunakan sebagai bahan bakar kendaraan hidrogen

Air (H_2O) dapat dipisahkan ke dalam molekul diatomik hidrogen (H_2) dan oksigen melalui elektrolisis. Elektrolisis satu mol air menghasilkan satu mol gas hidrogen dan setengah mol gas oksigen dalam bentuk diatomik dengan menggunakan energi dari baterai (Sebastian, *et al.* 2013).

2.3.1 Prinsip Dasar Elektrolisis

Istilah elektrolisis berasal dari bahasa Yunani yaitu Electro yang artinya peristiwa listrik dan lysis artinya terurai. Pada proses elektrolisis, sejumlah arus listrik tertentu dapat menguraikan zat kimia. Reaksi yang berlangsung selama elektrolisis dipaksakan, artinya bahwa reaksi tidak akan terjadi jika tidak diberi energi dari sumber luar dan reaksi tidak akan terjadi jika pereaksi dicampur. Ada dua prinsip yang khas dari elektrolisis yaitu: pertama adalah kaitan antara beda potensial yang digunakan dan arus yang mengalir melalui sel elektrolisis, dan kedua adalah discas yang selektif diantara ion-ion pada permukaan elektroda.

Agar terjadi elektrolisis diperlukan potensial minimum, karena.

- Adanya beda potensial antara elektroda menyebabkan ion-ion dalam sistem bergerak ke elektroda. Beda potensial harus sekurang-kurangnya mengimbangi DGL-balik (“back e.m.f”) yang disebabkan oleh penyerapan hasil elektrolisis pada permukaan elektroda. Sebagai contoh, Potensial-urai teoritis untuk elektrolisis asam sulfat adalah 1,23 V, sementara menurut pengamatan potensial-urai 1,7 V oleh karena ada faktor lain.
- Diperlukan potensial tambahan untuk discas ion pada elektrolisis yang disebut potensial-lebih (over potensial). Potensial lebih merupakan ukuran energi pengaktifan bagi reaksi elektroda. Reaksi pada elektroda yang menghasilkan gas, memerlukan potensial lebih yang besar (Achmad, H. 2001).

Hubungan antara jumlah energi listrik yang dikonsumsi dan perubahan kimia yang dihasilkan dalam elektrolisis merupakan salah satu persoalan penting yang dicari jawabannya oleh Micheal Faraday (1791-1867). Hukum Faraday pertama tentang elektrolisis menyatakan bahwa .

“Jumlah perubahan kimia yang dihasilkan sebanding dengan besarnya muatan listrik yang melewati suatu sel elektrolisis”.

Hukum kedua tentang elektrolisis menyatakan bahwa :

“Sejumlah tertentu arus listrik yang menghasilkan jumlah ekuivalen yang sama dari benda apa saja dalam suatu elektrolisis” (Petrucci, 1996).

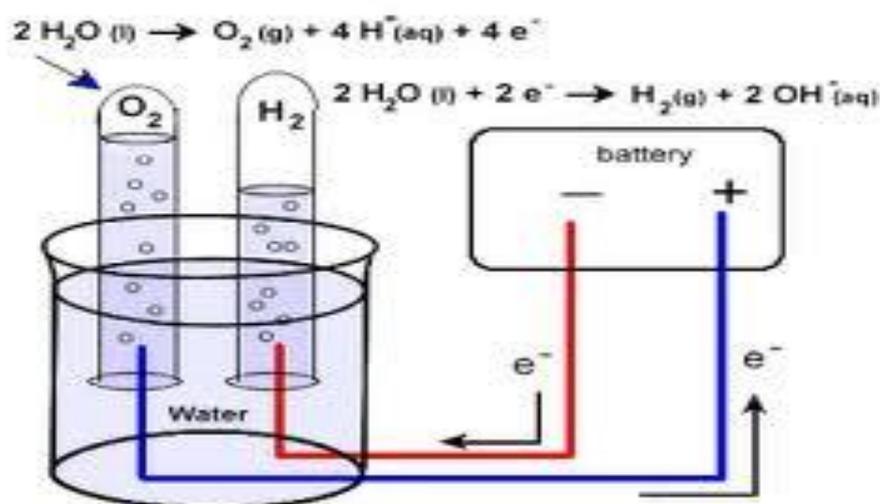
Hukum Faraday dirumuskan sebagai berikut :

$$g = \frac{E}{F} \cdot i \cdot t = \frac{BA}{n} \frac{i \cdot t}{F}$$

Dimana.	g	=	Massa Zat (gram)
	F	=	96 494 Coloumb (Konstanta Faraday)
	E	=	Berat Ekuivalen
	BA	=	Bobot Atom
	n	=	Muatan Atom
	i	=	Arus (ampere)
	t	=	Waktu (detik) (Sukardjo, 1997).

2.3.2 Proses Elektrolisis Air

Dengan menyediakan energi dari baterai, Air (H_2O) dapat dipisahkan ke dalam molekul diatomik hidrogen (H_2) dan oksigen (O_2). Elektrolisis satu mol air menghasilkan satu mol gas hidrogen dan setengah mol gas oksigen dalam bentuk diatomik. Sebuah analisis yang rinci dari proses memanfaatkan potensi termodinamika dan hukum pertama termodinamika. Proses ini berada di 298 K dan satu tekanan atmosfer, dan nilai-nilai yang relevan yang diambil dari tabel sifat termodinamika.



Gambar 1. Skema Elektrolisis Air

2.3.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Elektrolisis Air

a. Elektroda

Elektroda elektrolisis merupakan tempat terjadinya penguraian oksigen dan hidrogen. Selain itu elektroda berfungsi mengalirkan elektron dari anoda ke katoda. Sesuai dengan fungsinya, elektroda harus memenuhi tiga hal. Pertama, elektroda harus berpori dengan ukuran yang sesuai sehingga bahan bakar dan elektrolit dapat menembusnya untuk mendapatkan kontak yang cukup. Jika ukuran pori terlampau besar, maka gas bahan bakar akan menggelembung dan hilang keluar, sedangkan jika terlampau kecil, kontak menjadi kurang sempurna. Kedua, elektroda harus mengandung katalisator kimia untuk memecah ikatan bahan bakar sehingga menjadi atom yang lebih efektif. Hal ketiga yang harus dipenuhi oleh elektroda adalah harus dapat melewatkan elektron ke terminal (Rohendi, D. 2003).

Struktur elektroda yang baik mempunyai batas tiga fasa, yaitu fasa gas reaktan, partikel katalis dan konduktor ionik. Partikel katalis harus kontak langsung dengan penghantar elektron. Konduktivitas elektron biasanya difasilitasi oleh karbon yang menjadi tempat terikatnya partikel katalis (Kim, Dong-il, *et al.* 2002).

Elektroda terdiri atas :

- Anoda yang merupakan tempat terjadinya reaksi oksidasi yang menghasilkan oksigen. Jenis anoda yang digunakan biasanya karbon, Platina atau paduan platina.
- Katoda sebagai tempat terjadinya reaksi reduksi yang menghasilkan hidrogen. Jenis katoda yang digunakan adalah karbon, karbon, Platina atau paduan platina (Petrucci, 1996).

Substrat elektroda dapat dibuat dari logam yang memiliki nilai konduktivitas listrik yang cocok seperti Ti, Zr, Fe, Ni, V, Mo, Cu, Ag, Mn, logam-logam golongan platina, grafit, Cr dan campuran dari logam-logam tersebut. Struktur substrat elektroda dapat dirubah untuk mencapai ukuran dan dimensi yang cocok untuk struktur elektroda tertentu.

Anoda yang memiliki partikel-partikel, terutama disusun dari nikel, kobal atau perak pada permukaan elektroda, dan permukaan elektroda tersebut memiliki struktur pori yang baik. Berdasarkan hal tersebut, anoda memiliki daerah permukaan aktif yang besar, hal ini memungkinkan untuk mengurangi tegangan berlebih oksigen secara efektif (Od, *et al.* 1984).

b. Sumber Arus

Anoda dalam suatu elektrolisis merupakan elektroda positif, dimana terjadi kekurangan elektron. Katoda dalam elektrolisis adalah elektroda negatif, dimana terjadi

kelebihan elektron. Semakin tinggi arus yang dilewatkan dalam sel elektrolisis, akan semakin banyak elektron-elektron yang dilewatkan dalam sel elektrolisis. Semakin banyak elektron yang dilewatkan, kecepatan reduksi pada katoda semakin lebih cepat dan kecepatan oksidasi pada anoda semakin lebih cepat, akibatnya jumlah mol produk akan menjadi lebih besar.

Pemberian perbedaan beda potensial yang lebih besar, berarti bahwa katoda akan memiliki energi lebih besar untuk dapat terjadi reduksi, dan anoda akan memiliki energi yang lebih besar untuk dapat terjadi oksidasi. Beda potensial yang lebih besar memungkinkan sel elektrolisis senyawa yang sulit untuk dioksidasi dan reduksi .

c. Temperatur

Volume gas hidrogen yang dihasilkan semakin meningkat dengan semakin tingginya temperatur yang digunakan. Meningkatnya volume gas hidrogen yang dihasilkan dengan semakin tingginya temperatur, disebabkan karena selain energi listrik, sebagian energi yang diberikan dalam bentuk energi panas. Energi panas ini meningkatkan energi kinetik dari ion-ion dalam larutan elektrolit. Semakin cepat gerakan-gerakan ion dalam larutan elektrolit, maka ion-ion tersebut akan semakin mudah dan cepat untuk menghantarkan aliran listrik dalam selang waktu tertentu sehingga volume gas hidrogen yang dihasilkan semakin meningkat (Mulia, F. 2007).

2.4 Elektrolit

Suatu larutan adalah hasil yang homogen yang diperoleh bila suatu zat (zat terlarut) dilarutkan dalam pelarut (air). Zat-zat dapat diklasifikasikan dalam dua golongan penting menurut perilakunya bila arus listrik dialirkan melalui larutannya. Dalam golongan pertama adalah zat-zat yang menghantarkan arus listrik dimana larutan tersebut mengalami perubahan kimia. Golongan kedua terdiri dari bahan-bahan yang bila dilarutkan dalam air tidak menghantarkan listrik dan tetap tidak berubah. Zat-zat yang pertama dinamakan elektrolit, sebagai contoh semua zat-zat anorganik seperti asam, basa dan garam. Zat-zat yang kedua disebut non elektrolit, sebagai contohnya adalah bahan-bahan organik seperti gliserin, etanol dan sebagainya.

Elektrolit sendiri terbagi menjadi dua golongan yaitu elektrolit kuat dan elektrolit lemah. Elektrolit kuat adalah zat-zat yang berdisosiasi hampir sempurna, bahkan pada derajat pengenceran yang relatif rendah seperti dalam larutan-larutan 0,01 M, dan hanya ada sedikit perbedaan dalam derajat disosiasi pada pengenceran lebih lanjut. Zat-zat yang tergolong dalam elektrolit kuat antara lain asam-asam kuat, basa-basa kuat dan garam-

garam. Elektrolit lemah seperti asam lemah dan basa lemah mulai berdisosiasi hanya pada konsentrasi yang sangat rendah dan perbedaan-perbedaan dalam derajat disosiasi sangatlah besar pada daerah konsentrasi yang lebih rendah (Svehl, G. 1990).

2.5 Karakteristik Karbon sebagai Elektroda

Karbon dalam sistem periodik diberi simbol C dengan nomor atom 6 dan nomor massa 12,0107 g/mol. Karbon termasuk dalam golongan bukan logam, berupa padatan yang dapat melebur pada suhu 4000 K dan mendidih pada suhu 4300 – 4700K.

Karbon merupakan unsur yang mengagumkan untuk berbagai bentuk lainnya, termasuk salah satu bahan yang paling lembut (grafit) berwarna hitam dan yang paling keras (berlian) tidak berwarna yang diketahui manusia. Karbon mempunyai kecenderungan bagi ikatan kimia dengan atom kecil lain, termasuk atom karbon lain. Karbon adalah suatu material yang atraktif sebagai elektroda karena tersedia dalam struktur fisika yang bermacam-macam dan memiliki reaktifitas baik secara kimia maupun elektrokimia relatif rendah. Kelebihan karbon sebagai elektroda antara lain memiliki sifat konduktivitas listrik yang tinggi dan relatif murah (Kinoshita. 1992).

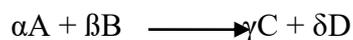
2.6 Efisiensi

Elektrolisis air memerlukan minimal 286 kJ input energi listrik untuk memisahkan mol masing-masing. Karena setiap mol air memerlukan dua mol elektron, energi listrik khusus yang diperlukan adalah 143 kJ / mol (8.9×10^{23} eV / mol). Maka kemudian bahwa input daya listrik minimum per ampere, yaitu 1,48 W / ampere. Pada gilirannya, potensi elektrolitik minimum untuk elektrolisis air atau 1,48 V. Dengan demikian, setiap arus (I) pada tegangan yang diberikan (V) lebih besar dari 1,48 V adalah tegangan lebih dan menghasilkan panas. Elektrolisis air tidak mengkonversi 100% energi listrik menjadi energi kimia hidrogen. Proses ini membutuhkan potensi lebih ekstrim dari apa yang diharapkan berdasarkan jumlah sel reversibel potensial reduksi. Ini potensi kelebihan untuk berbagai bentuk overpotential dimana energi ekstra ini akhirnya hilang sebagai panas. Para efisiensi energi dari elektrolisis air bervariasi secara luas dengan angka yang disebutkan di bawah ini di sisi optimis. Beberapa laporan 50-80%. Nilai-nilai ini hanya mengacu pada efisiensi mengkonversi energi listrik menjadi energi kimia hidrogen. Jika kita menganggap hanya input energi listrik untuk sebuah elektroliser dan entalpi pembakaran dari produk H,

maka efisiensi di atas 90% untuk elektroliser sederhana adalah khas (dengan katalis platinum). Energi yang hilang dalam menghasilkan listrik untuk elektroliser tidak termasuk dalam angka ini. Misalnya, ketika mempertimbangkan sebuah pembangkit listrik yang mengkonversi panas reaksi nuklir menjadi hidrogen melalui elektrolisis, efisiensi total mungkin lebih dekat dengan 30-45%, meskipun inefisiensi *powerplants* dalam mengubah panas menjadi energi listrik biasanya tidak termasuk dalam efisiensi, sehingga ukuran efisien 50-80% menjadi efisiensi yang lebih realistis (Sebastian, *et al.* 2013).

2.7 Aspek Termodinamika dari Elektrokimia

Dalam suatu proses elektrokimia, reaksi berlangsung pada dua tempat di permukaan elektroda. Reaksi di katoda dan anoda dapat digambarkan sebagai berikut :



Persamaan energi Gibbs untuk reaksi diatas diberikan oleh persamaan :

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$$

Potensial sel standar didefinisikan dari :

$$-nFE^\circ = \Delta G^\circ,$$

maka akan didapat persamaan :

$$-nFE = -nFE^\circ + RT \ln Q$$

Persamaan di atas merupakan persamaan Nernst. Hubungan antara energi listrik dengan energi kimia dalam suatu peralatan elektrokimia diberikan melalui persamaan $\Delta G^\circ = -nFE^\circ$. Persamaan ini yang mendasari adanya hubungan antara energi kimia (yang diwakili oleh besaran ΔG°) dengan energi listrik (yang diwakili oleh besaran nFE°) dalam suatu sel elektrokimia (Castellan, G., 1983).

2.8 Pengukuran Ketepatan Potensial Sel

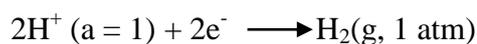
Oksidasi merupakan suatu proses dimana bilangan oksidasi bertambah dan dimana elektron terlihat di sisi kanan dari setengah-persamaan oksidasi. Sedangkan reduksi merupakan suatu proses dimana bilangan oksidasi unsur menurun dan elektron terlihat di sisi kiri dari setengah-persamaan reduksi. Pengukuran reaksi reduksi dan oksidasi biasanya dilakukan pengukuran daya elektromotif atau potensial sel yang merupakan daya dorong elektron. Satuan yang digunakan untuk mengukur potensial listrik adalah volt, jadi potensial sel disebut juga voltase sel.

Harga Gaya Gerak Listrik (GGL) suatu elektrokimia dapat diukur dengan ketepatan tinggi apabila penentuannya dilakukan dengan cara tertentu. Perbedaan potensial yang diukur antara anoda dan katoda bergantung pada kuantitas muatan listrik yang mengalir

diantara keduanya. dengan demikian tergantung arus listrik yang berasal dari sel. Sejumlah GGL sel digunakan untuk mengatasi tahanan listrik internal sel, dan karena arus berasal dari sel maka terjadilah perubahan konsentrasi spesies dalam bagian setengah sel. Perubahan konsentrasi ini menyebabkan perubahan potensial elektroda berubah, yang berkaitan dengan menurunnya perbedaan potensial. Hal ini analog dengan perbedaan tinggi air yang makin kecil apabila air mengalir diantara dua ketinggian air yang berbeda, atau perbedaan suhu dua benda makin kecil bila panas mengalir antara dua benda tersebut.

Peralatan sederhana untuk pengukuran perbedaan potensial listrik adalah voltmeter biasa, tetapi harus ada arus listrik yang cukup agar voltmeter dapat mencatat suatu harga. Voltmeter tak akan memberikan harga GGL sel dengan ketepatan tinggi. Pada alat yang dikenal sebagai potensiometer maka aliran listrik dari sel elektrokimia yang diamati akan melawan arus yang sama besar dengan arah yang berlawanan dan berasal dari sel elektrokimia lainnya dengan GGL yang diketahui. Sel elektrokimia ini merupakan jenis yang menghasilkan listrik sebagai hasil perubahan kimia yang spontan. Sel ini disebut sel galvani atau volta.

Elektroda acuan untuk pengukuran potensial ini dipilih elektroda hidrogen baku (S.H.E). Elektroda hidrogen baku melibatkan ion H^+ dalam larutan dengan aktivitas satu ($a = 1$); Molekul H_2 dalam keadaan gas mempunyai tekanan 1 atm. Bentuk hidrogen teroksidasi (H^+) dan tereduksi (H_2) membuat kontak dengan permukaan platina (inert) dan memberikan suatu potensial yang karakteristik pada permukaan tersebut. Suhu yang digunakan tepat $25^\circ C$.



$$E^0 = 0,0000 \text{ volt (V)}$$



Untuk menentukan harga E_0 untuk elektroda, maka kita perlu mengukur perbedaan potensial antara dua elektroda. Ini dapat dilakukan dengan sel elektrokimia dimana salah satu sel elektrodanya adalah S.H.E. Sedangkan elektroda baku yang diteliti merupakan elektroda lainnya (Petrucci, 1996).

2.9 Kompor Gas LPG

Gas LPG ini biasa digunakan oleh rumah tangga bersamaan dengan kompor gas. Kompor gas LPG adalah alat masak yang menghasilkan panas tinggi, dimana bahan bakar berupa LPG untuk memberikan pemanasan untuk barang-barang yang diletakkan di

atasnya (KBBI). Hampir sebagian besar rumah tangga memilih menggunakan kompor gas LPG untuk memasak hal ini disebabkan karena menggunakan kompor gas LPG lebih praktis, hemat waktu, lebih bersih, dan ramah lingkungan

LPG adalah brand Pertamina untuk LPG (Liquefied Petroleum Gas). LPG merupakan gas hidrokarbon produksi dari kilang minyak dan kilang gas dengan komponen utama gas propane (C_3H_8) dan butane (C_4H_{10}). Pada tekanan atmosfer, LPG berbentuk gas, tetapi untuk kemudahan distribusinya, LPG diubah fasanya menjadi cair dengan memberi tekanan. Dalam bentuk cair, LPG mudah didistribusikan dalam tabung ataupun tanki.

Di Indonesia, LPG digunakan terutama sebagai bahan bakar untuk memasak. Konsumen LPG bervariasi, mulai dari rumah tangga, kalangan komersial (restoran, hotel) hingga industri. Di kalangan industri, LPG digunakan sebagai bahan bakar pada industri makanan, keramik, gelas serta bahan bakar forklift. Selain itu, LPG juga dapat digunakan sebagai bahan baku pada industri aerosol serta refrigerant ramah lingkungan (Pertamina, 2012)

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus - Desember 2017 di Laboratorium Penelitian Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, Inderalaya.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Peralatan Penelitian

Tabung elektrolizer terbuat dari bahan mika (plastik), elektroda stainless steel, Kabel, power supply DC, gelas ukur, dan selang, termometer, stopwatch dan regulator gas, pompa akuarium

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan adalah gas LPG, air, larutan H_2SO_4 .

3

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Merangkai Peralatan Elektrolisis Air

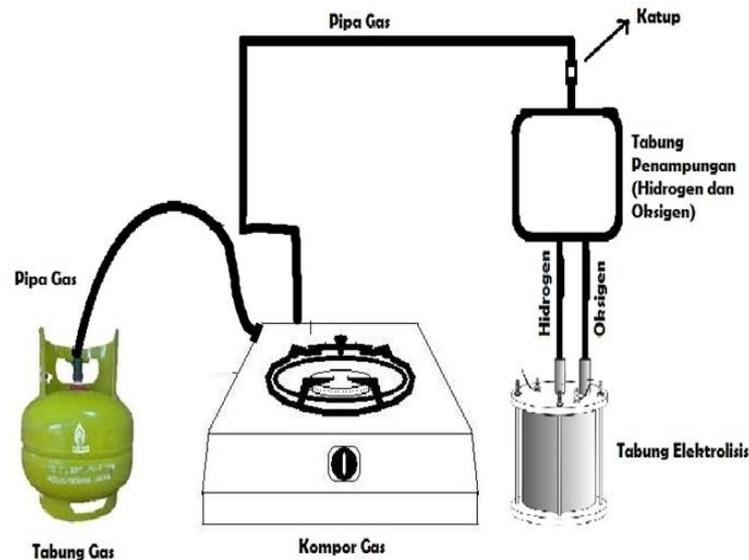
Tabung elektrolizer yang digunakan harus dapat tertutup rapat dan tidak bocor. Dengan demikian gas hasil elektrolisis yang dihasilkan akan benar-benar dapat dimanfaatkan secara maksimal. Di dalam tabung elektrolizer diran gkai elektroda karbon (positif dan negatif) atau elektroda tembaga (positif dan negatif). Larutan H_2SO_4 dimasukkan kedalam tabung elektroliser. Kemudian elektroda positif dan elektroda negatif dihubungkan pasangannya dengan menggunakan kabel, kemudian diteruskan menuju power supply DC.

3.3.2 Mengukur Volume Gas yang Dihasilkan

Elektrolisis dilakukan menggunakan air dengan volume tetap 500 mL dan larutan H_2SO_4 dengan variasi konsentrasi 0,05 M, 0,1 M, 0,2 M, 0,4 M, dan 0,5 M pada variasi arus 1 Ampere, 2 Ampere, dan 3 Ampere. Dielektrolisis dengan menggunakan elektroda karbon dan elektroda tembaga yang dilakukan selama 10 menit. Untuk mengukur gas hasil elektrolisis yang dihasilkan dapat menggunakan gelas ukur yang di pasang terbalik pada baki yang berisi air, lalu ujung selang dihubungkan pada tabung elektrolizer dan ujung yang lain di sisipkan pada gelas ukur yang di letakan terbalik pada wadah.

Volume gas hasil elektrolisis yang dihasilkan dapat terbaca dari volume air yang berkurang pada gelas ukur pada waktu 10 menit..

3.3.3 Mengukur Penghematan Gas LPG dengan Membandingkan Kecepatan Air mendidih dengan dan Tanpa Gas Hidrogen



Gambar 1. Rangkaian kompor LPG-elektrolisis-blower

Gas hasil elektrolisis dengan elektroda, konsentrasi H_2SO_4 , dan arus optimum dialirkan ke kompor gas lalu dididihkan air sebanyak 1 kg air dan waktu yang diperlukan untuk air tersebut mendidih diukur, dicatat waktunya. Dididihkan 1 kg air pada kompor gas tanpa gas hasil elektrolisis, lalu dicatat waktu yang dibutuhkan untuk air tersebut mendidih menggunakan stopwatch. Kemudian membandingkan waktu yang dibutuhkan untuk air tersebut mendidih pada kompor gas dengan dan tanpa menggunakan gas hasil elektrolisis. Setelah waktu yang diperlukan untuk mendidihkan air dengan dan tanpa gas hidrogen didapat kita dapat menentukan persen penghematan waktu, dengan rumus:

$$\% \text{ Penghematan Waktu} : \frac{t_1 - t_2}{t_1} \times 100 \%$$

Keterangan :

t_1 = waktu yang diperlukan pada gas LPG,

t_2 = waktu yang diperlukan pada gas LPG dengan gas hasil elektrolisis

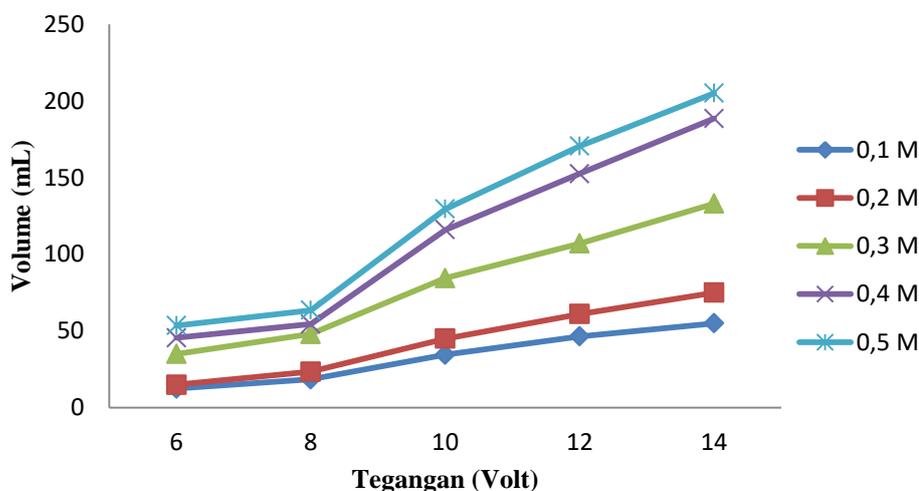
setelah mendapatkan persen penghematan waktu, kemudian dapat ditentukan persen penghematan gas LPG, dengan cara mengkonversikan waktu menjadi jumlah gas LPG yang habis dipakai untuk mendidihkan air.

BAB IV

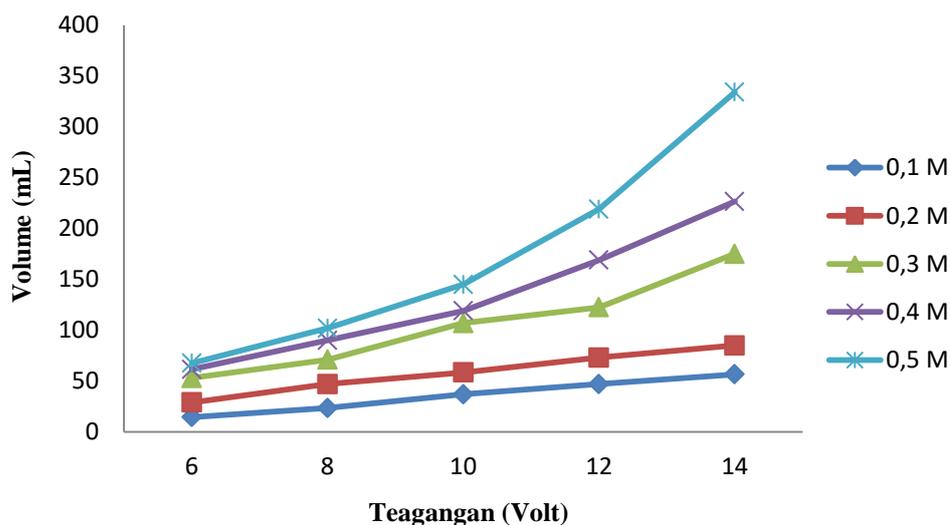
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Tegangan Terhadap Volume Gas yang Dihasilkan pada Berbagai Variasi Konsentrasi Asam

Volume gas hidrogen dan oksigen yang dihasilkan pada waktu 10 menit pada tegangan 6 volt, 8 volt, 10 volt, 12 volt dan 14 volt pada variasi konsentrasi asam 0,1 M, 0,2 M, 0,3 M, 0,4 M, dan 0,5 M ditunjukkan pada gambar 4.1 dan 4.2



Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Tegangan terhadap Volume Gas Hasil Elektrolisis dengan elektroda stainless steel pada berbagai variasi konsentrasi H_2SO_4



Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Tegangan terhadap Volume Gas Hasil Elektrolisis dengan elektroda Karbon pada berbagai variasi konsentrasi H_2SO_4

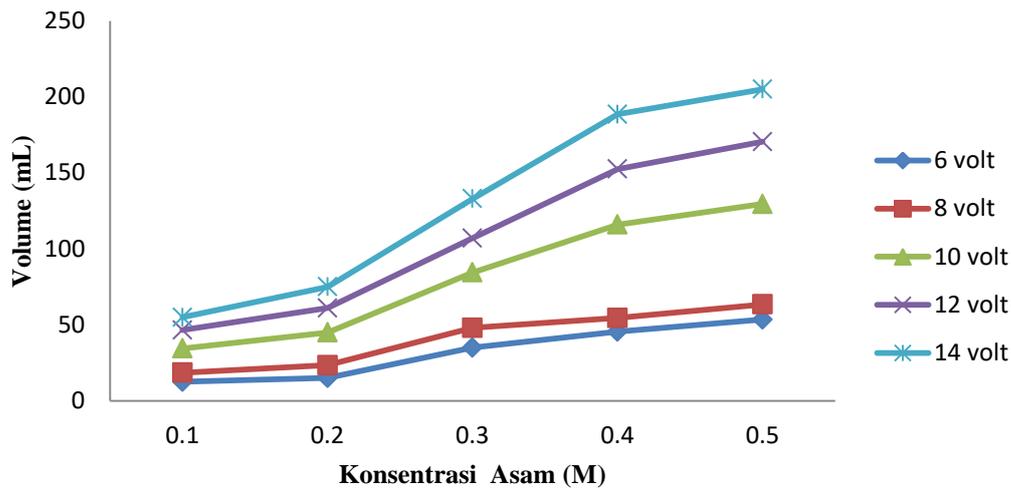
Gambar 4.1 dan 4.2 memperlihatkan bahwa volume gas hidrogen dan oksigen yang dihasilkan pada elektroda stainless steel dan elektroda karbon pada berbagai variasi

konsentrasi asam, semakin meningkat dengan bertambahnya tegangan yang digunakan pada saat elektrolisis. Kenaikan volume gas elektrolisis yang dihasilkan sesuai dengan hukum Faraday pertama, $m = \frac{e \cdot i \cdot t}{96500}$ tentang elektrolisis yang menyatakan bahwa besarnya massa atau volume zat yang dihasilkan dari elektrolisis dipengaruhi oleh arus yang digunakan (Petrucci, 1996). Arus listrik adalah banyaknya muatan listrik yang disebabkan dari pergerakan elektron-elektron yang mengalir melalui suatu titik dalam sirkuit listrik tiap satuan waktu. Arus listrik memiliki peranan penting dalam peningkatan produktivitas gas hidrogen dan oksigen dari suatu proses elektrolisis. Kenaikan gas hasil elektrolisis juga sesuai dengan hukum Ohm, $i = \frac{V}{R}$ yang menyatakan bahwa tegangan berbanding lurus dengan arus, sehingga semakin besar tegangan semakin besar arus yang dihasilkan (R =konstan). Dengan demikian jika tegangan yang digunakan semakin besar maka volume gas yang dihasilkan semakin besar pula (Bird, 2010).

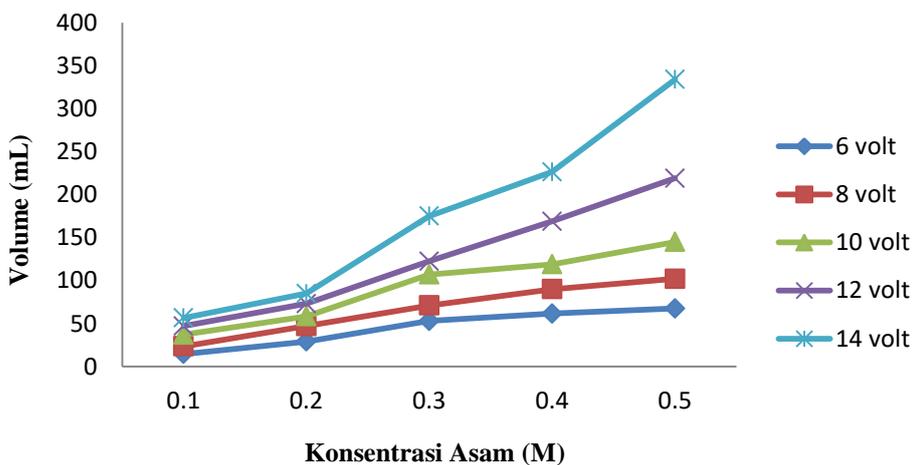
Tegangan listrik didefinisikan sebagai beda potensial antar dua kutub listrik. Semakin besar beda potensial, maka perbedaan muatan di kedua ujung anoda dan katoda akan semakin besar. Tegangan listrik merepresentasikan nilai kuatnya elektron saat melintas pada elektroda yang dialiri arus listrik (Mardiansyah, 2011). Tegangan listrik yang diberikan berbanding lurus dengan gas yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besarnya tegangan yang diberikan akan mempercepat terjadinya reaksi elektrolisis air, karena proses penghantaran ion-ion dalam larutan ke katoda lebih cepat dan juga menyebabkan peningkatan kerapatan elektron, mempertinggi pengaruh proses pengeluaran elektron mengakibatkan molekul air terdekomposisi dan menyebabkan lebih banyak gas yang terlepas dari elektroda (Yan, et al. 2008).

4.2 Pengaruh Konsentrasi Asam Terhadap Volume Gas yang Dihasilkan pada Tegangan Bervariasi

Volume gas hidrogen dan oksigen yang dihasilkan selama 10 menit pada konsentrasi asam 0,1 M, 0,2 M, 0,3 M, 0,4 M, dan 0,5 M pada variasi tegangan 6 volt, 8 volt, 10 volt, 12 volt, dan 14 volt ditunjukkan pada gambar 4.3 dan 4.4

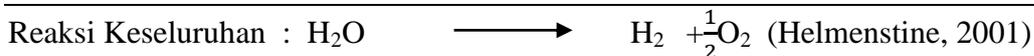
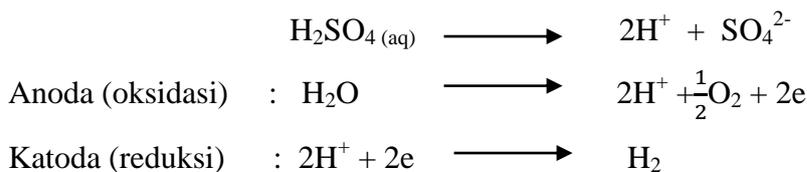


Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Konsentrasi H_2SO_4 terhadap Volume Gas Hasil Elektrolisis dengan elektroda stainless steel pada Tegangan Bervariasi



Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Konsentrasi H_2SO_4 terhadap Volume Gas Hasil Elektrolisis dengan elektroda Karbon pada Tegangan Bervariasi

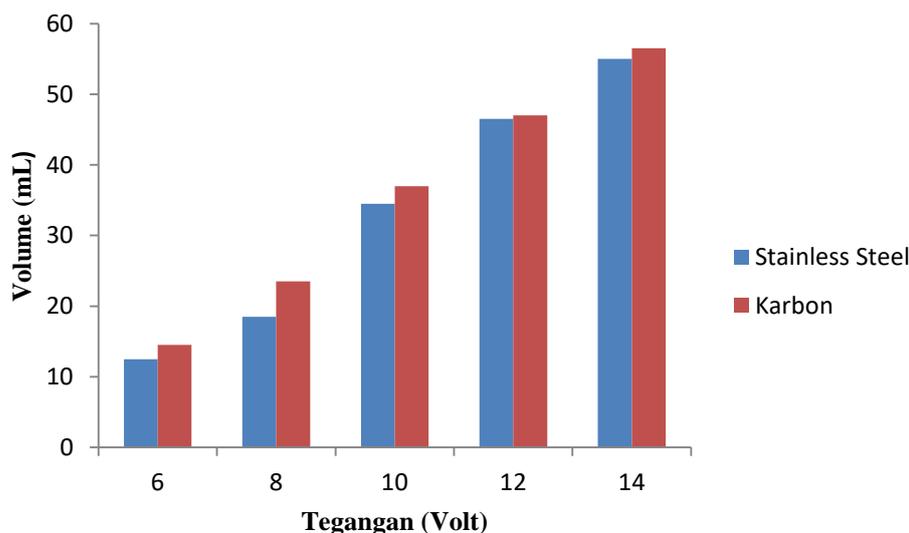
Pada gambar 4.3 dan 4.4 dapat dilihat semakin besarnya konsentrasi asam semakin besar pula volume gas yang dihasilkan. Asam yang digunakan pada penelitian ini adalah asam sulfat. Asam sulfat berfungsi sebagai katalis asam yang dapat mempermudah proses penguraian air menjadi hidrogen dan oksigen hal ini terjadi karena ion-ion H^+ dan SO_4^{2-} mampu mempengaruhi kestabilan molekul air menjadi ion H^+ dan OH^- yang lebih mudah di elektrolisis karena terjadi penurunan energi pengaktifan. H_2SO_4 tidak mengalami elektrolisis tetapi H_2SO_4 melepaskan H^+ yang memudahkan membentuk gas hidrogen. Gas hidrogen yang terbentuk akan lebih banyak pada saat dielektrolisis menggunakan katalis asam menurut reaksi:



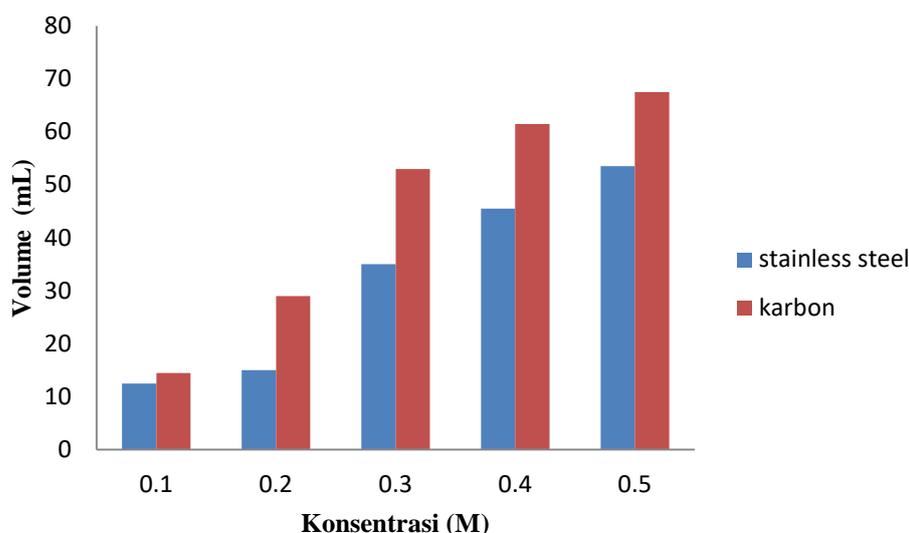
Reaksi elektrokimia di atas hanya akan berjalan jika menggunakan energi listrik yang disuplai dari sumber arus (adaptor). Proses elektro-oksidasi dari air pada anoda akan menghasilkan ion hidrogen, H^+ , yang berpindah ke katoda melalui larutan elektrolit karena adanya perbedaan potensial listrik elektroda, dan elektron-elektron yang dihasilkan pada anoda dialirkan melalui kawat listrik dan power supply ke katoda, sedangkan pada katoda terjadi proses elektro-reduksi, dimana H^+ direduksi menjadi molekul hidrogen (H_2). Pada elektrolisis air menggunakan katalis asam, asam sulfat yang bertindak sebagai katalis tidak ikut bereaksi dengan air. Berapapun volume gas hidrogen yang terbentuk jumlah asam sulfat tidak berkurang.

4.3 Pengaruh elektroda Terhadap Volume Gas yang Dihasilkan terhadap Berbagai Variasi Konsentrasi H_2SO_4 dan Variasi Tegangan

Volume gas hidrogen yang dihasilkan pada waktu 10 menit menggunakan elektroda stainless steel dan elektroda karbon pada konsentrasi asam 0,1 M pada variasi tegangan 6 volt, 8 volt, 10 volt, 12 volt, dan 14 volt ditunjukkan pada gambar 4.5 dan 4.6



Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Elektroda terhadap Volume Gas Hasil Elektrolisis pada Konsentrasi H_2SO_4 0,1 M dan Tegangan bervariasi



Gambar 4.6 Grafik Pengaruh elektroda Terhadap Volume Gas Hasil Elektrolisis pada Tegangan 6 volt dan berbagai Variasi Konsentrasi H_2SO_4

Pada gambar 4.5 dan 4.6 menunjukkan bahwa proses elektrolisis yang menggunakan elektroda karbon lebih banyak menghasilkan gas dari pada elektrolisis menggunakan elektroda stainless steel, hal ini dikarenakan elektroda karbon bersifat lebih inert (tidak bereaksi) dari pada elektroda stainless steel. Stainless steel merupakan campuran dari logam kromium dan nikel. Pada elektrolisis menggunakan elektroda C-C, karbon yang memiliki sifat yang hampir sama dengan logam, yaitu bahan konduktor yang tinggi dan praktis karena setiap logam akan cepat menimbulkan korosi di elektroda positif. Elektroda ini berfungsi untuk mengumpulkan elektron-elektron yang terbentuk akibat reaksi reduksi dan oksidasi pada zat-zat kimia. Grafit merupakan elektroda inert karena sifatnya yang inert ini membuat elektroda C-C menjadi elektroda cukup baik untuk mereduksi (Couper, 1990). Deret volta kromium dan nikel berada di sebelah kiri deret volta, ini menunjukkan stainless steel mudah bereaksi dengan unsur-unsur lain.

Deret Volt

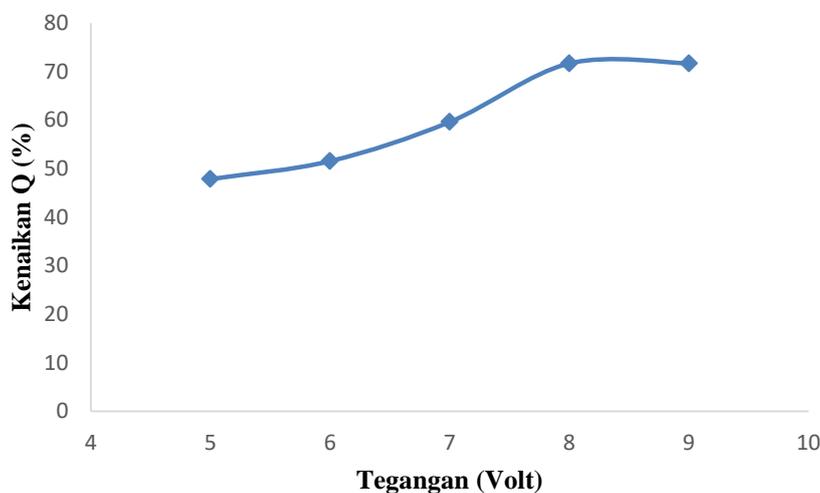
Li-K-Ba-Ca-Na-Mg-Al-Mn-Zn-Cr-Fe-Cd-Co-Ni-Sn-Pb-(H)-Cu-Hg-Ag-Pt-Au-C

Urutan logam ini selain menunjukkan potensial reduksi yang naik dari kiri ke kanan juga menunjukkan bahwa logam-logam disebelah kiri lebih mudah teroksidasi daripada logam di sebelah kanan. Selain itu logam-logam tersebut dari kiri ke kanan makin mudah direduksi namun makin sulit dioksidasi. Sebaliknya, dari kanan ke kiri makin mudah untuk dioksidasi dan makin sulit untuk direduksi. Pada elektrolisis menggunakan elektroda karbon, karbon yang mempunyai potensial reduksi yang tinggi yang dapat mempercepat

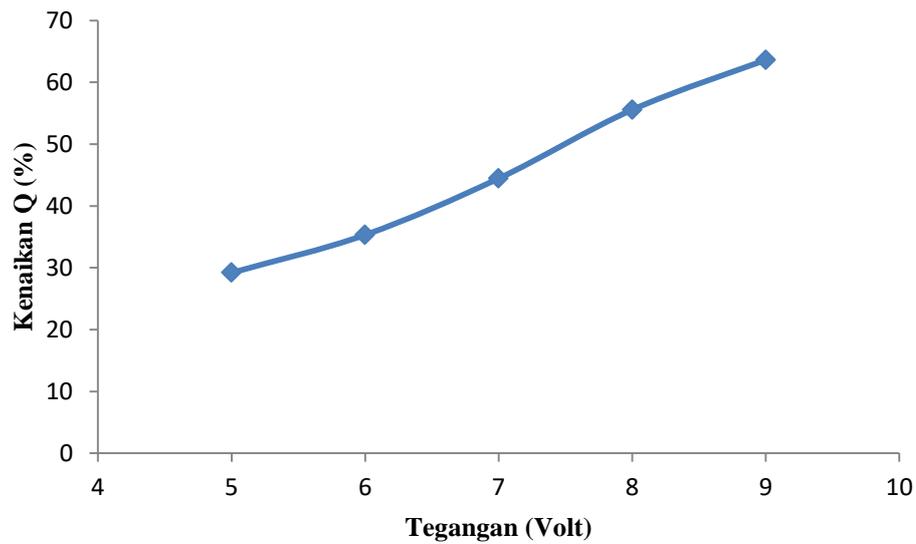
terjadinya reaksi reduksi pada molekul air sehingga volume gas yang dihasilkan semakin banyak.

4.4 Menentukan penghematan Gas LPG dengan menghitung persen kenaikan kalor yang dihasilkan

Menentukan persen penghematan penggunaan gas LPG dapat dilakukan dengan menghitung kalor yang dilepaskan pada saat memanaskan air. Nilai kalor atau heating value adalah jumlah energi yang dilepaskan pada proses pembakaran persatuan volume atau persatuan massanya. Nilai kalor bahan bakar menentukan jumlah konsumsi bahan bakar tiap satuan waktu. Makin tinggi nilai kalor bahan bakar, maka semakin sedikit pemakaian bahan bakar (Brady, 1999). Gambar 4.7 dan 4.8 menunjukkan persen kalor dari hasil pemanasan air pada waktu 15 menit menggunakan gas LPG dan gas hasil elektrolisis yang dihasilkan dari proses elektrolisis air menggunakan konsentrasi asam 0,5 M, elektroda karbon dan elektroda stainless steel dengan berbagai variasi tegangan 5 volt, 6 volt, 7 volt, 8 volt, dan 9 volt.



Gambar 4.7 Grafik Pengaruh Tegangan terhadap Persen Kalor Menggunakan Elektroda Karbon Pada Konsentrasi Asam 0,5 M



Gambar 4.8 Grafik Pengaruh Tegangan terhadap Persen Kalor Menggunakan Elektroda Stainless Steel Pada Konsentrasi Asam 0,5 M

Elektrolisis hanya dilakukan pada tegangan 5; 6; 7; 8 dan 9 Volt karena pada tegangan dibawah 5 Volt tidak terjadi kenaikan kalor sedangkan pada tegangan diatas 10 Volt gas yang dihasilkan tidak bisa diaplikasikan pada kompor gas walaupun gas yang dihasilkan banyak karena terjadi ledakan. Persen kalor terbesar didapat pada tegangan 9 volt pada elektroda karbon sebesar 71,66% karena semakin besarnya kalor yang dihasilkan dalam waktu tertentu maka semakin besar temperatur air pada saat pemanasan air, ini terjadi karena ada tambahan kalor yang di suplai dari gas hasil elektrolisis, artinya terjadi penghematan penggunaan gas LPG.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Volume gas yang dihasilkan pada proses elektrolisis air dengan katalis asam semakin meningkat dengan meningkatnya konsentrasi asam yang dilarutkan kedalam air dan dengan meningkatnya tegangan yang diberikan selama 10 menit.
2. Volume gas yang dihasilkan pada proses elektrolisis menggunakan elektroda karbon lebih banyak dari pada menggunakan elektroda stainless steel pada konsentrasi asam dan tegangan berapapun.
3. Penghematan gas LPG terbesar menggunakan gas hasil elektrolisis yang di elektrolisis menggunakan konsentrasi asam sulfat 0,5 M, tegangan 9 volt, dan elektroda karbon.

5.2 Saran

Penelitian dilanjutkan dengan menggunakan blower sebagai pembantu untuk mendorong gas Brown atau gas hasil elektrolisis. Blower yang dipakai adalah pompa akuarium yang sering dipakai sebagai pembuat gelembung udara. Laju blower dibuat dua variasi kecepatan udara yang didorongkan dalam alat elektrolisis.

DAFTAR PUSTAKA

- Brain, Marshall., 2006, *How the Hydrogen Economy Works : Advantages of the`Hydrogen Economy*. [http:// www. People .howstuffworks. com/hydrogen_economy2.htm](http://www.People.howstuffworks.com/hydrogen_economy2.htm). Diakses 20 Februari 2014 pukul 20:30 WIB.
- Castellan, G.W., 1983, Third Edition, Physical Chemistry, College Park, Md, Addison-Wesley Publishing Company. Inc.
- Hiskia, Achmad. 2001. *Elektrokimia dan Kinetika Kimia*, Edisi ke-2, Penerbit ITB Press: Bandung.
- Ichikawa.et.al, 2005, Water Electrolysis Cell, United States Patent Applications No .6872286B2
- Musthafa,Z, 2012. *Sifat Fisik Air*. [http:// zainulbiokipta. blogspot.com/ 2012/05/ sifat-fisik-dan-kimia-air. html](http://zainulbiokipta.blogspot.com/2012/05/sifat-fisik-dan-kimia-air.html). Diakses pada tanggal 15 februari 2014 pukul 20:30 WIB.
- Mohsin.Yulianto, 2003, Kategori Tabel Periodik : Hidrogen. [http:// www.chem-is-try.org](http://www.chem-is-try.org). Diakses 20 Maret 2014 pukul 20:23 WIB.
- Oda.et.al, 1984, Method For Water Electrolysis, United State Patent Apilcation, No.4470893
- Petruci, Ralph. 1989. *Kimia Dasar : Prinsip dan Terapan Modern*, Jilid 3, edisi keempat, Penerbit Erlangga :Jakarta
- Rifkin, Jeremy. 2002. A Hydrogen Economy The Power to Change the World, [http:// www.commondreams.org/views02/0902.04.htm](http://www.commondreams.org/views02/0902.04.htm). Diakses 25 Maret 2014 pukul 19.30 WIB.
- Sebastian,Otto.et.al, 2013. Analisa Efisiensi Elektrolisis Air Dari Hydrofil Pada Sel Bahan Bakar. *Jurnal Dinamis*, Volume II, No.12.
- Slama,R. 2013. Production of Hydrogen by Electrolysis of Water: Effects of the Electrolyte Type on the Electrolysis Performances. [http:// www.scirp.org/journal/cweee](http://www.scirp.org/journal/cweee)). Diakses 10 Maret 2014 pukul 08:08 WIB.
- Svehla. G, 1990, Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro, Edisi Kelima, diterjemahkan oleh Setiono dan A Hadyana, Penertbi PT. Kalman Media Pusaka, Jakarta
- Tjatur W,S.et.al.2011. Proses Elektrolisa Pada Prototipe “Kompur Air” Dengan Pengaturan Arus Dan Temperatur. [https://www. google.com/# q=PROSES+ELEKTROLISA+PADA+PROTOTIPE+%E2%80%9CKOMPOR+ AIR%E2%80%9D+DENGAN+PENGATURAN+ARUS+DAN+TEMPERATUR](https://www.google.com/#q=PROSES+ELEKTROLISA+PADA+PROTOTIPE+%E2%80%9CKOMPOR+AIR%E2%80%9D+DENGAN+PENGATURAN+ARUS+DAN+TEMPERATUR) . Diakses 10 Maret 2014 pukul 20:20 WIB

LAMPIRAN 1. RIWAYAT HIDUP KETUA PENELITI

1. Data Pribadi :

Nama Lengkap dan Gelar Akademik : Akmal Johan, S.Si, M.Si.
 Tempat/ Tanggal Lahir : Bailangu, 21 Desember 1973
 Jenis Kelamin : Laki-laki
 Pangkat/ Golongan : Pembina / IV.a
 N I P / NIDN : 19731221 199903 1 003 / 0021127309
 Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
 Unit Kerja : Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya.
 Pendidikan Terakhir : S2 Material Science FMIPA Universitas Indonesia, 2005

Alamat Kantor : Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya Kampus UNSRI Indralaya Ogan Ilir (30662).
 Telp./ Fax. Telp.(0711)580743 Fax.(0711)580056

Alamat Rumah : Jl. Lintas Timur Perumahan Taman Permata Indah Blok D6 No.09 RT.10 LK.V Kelurahan Indralaya Mulya Kabupaten Ogan Ilir (30662) Sumatera Selatan.
 Telp. / HP. / E-Mail Telp.(0711)581380 HP.08127392602
 e-mail : akmal.johan@yahoo.com

2. Riwayat Pendidikan :

No.	Pendidikan dan Lokasi	Gelar	Tahun	Bidang studi
1.	S2, FMIPA UI, Jakarta	M.Si	2003 - 2005	Material Science
2.	S1, FMIPA UNSRI, Palembang	S.Si	1993 - 1998	Fisika
3.	SMAN 1 Sekayu, MUBA Sum-Sel	–	1989 - 1992	Ilmu-Ilmu Fisika
4.	SMPN Lumpatan, MUBA Sum-Sel	–	1986 - 1989	–
5.	SDN 3 Bailangu, MUBA Sum-Sel	–	1980 - 1986	–

3. Pengalaman kerja dan pengalaman profesional serta kedudukan saat ini:

No.	Institusi dan Lokasi	Jabatan	Periode kerja
1.	UPT Penjamin Mutu FMIPA	Sekretaris	2014 s.d. 2015
2.	Tim Penyusun Borang Akreditasi Jurusan Fisika FMIPA UNSRI	Anggota	2013
3.	Sentra HKI, UNSRI, UPT REMBANG	Sekretaris	2011 s.d. 2014
4.	Outreach Program Beasiswa, UNSRI, I-MHERE Sub-Component B.1	PIC	2011 s.d. 2012

5.	Tim Penyusun Borang Akreditasi Jurusan Fisika FMIPA UNSRI	Koordinator	2008
6.	Laboratorium Fisika Dasar FMIPA	Kepala Lab.	2006 – Sekarang
7.	Tim Pengkajian dan Perumusan Kurikulum Jurusan Fisika FMIPA UNSRI Tahun 2006-2007	Anggota	2006
8.	Tim Penyusun Borang Akreditasi Jurusan Fisika FMIPA UNSRI	Anggota	2003
9.	FMIPA UNSRI, Indralaya	Staf Pengajar	1999 – Sekarang
10.	LDB UNSRI, Indralaya	Asisten Praktikum	1995 – 1998
11.	Lab. Fisika Teori, Indralaya	Asisten Praktikum	1995 – 1998
12.	Lab. Fisika Komputasi, Indralaya	Asisten Praktikum	1996 – 1998

4. Pengalaman Mengajar/ Mengasuh Mata Kuliah :

No.	Mata Kuliah	Tempat/ Institusi	Tahun
1.	Fisika Matematika I & II	Fisika FMIPA	1999 – Sekarang
2.	Fisika Modern	Fisika & Kimia FMIPA	1999 – Sekarang
3.	Fisika Kristal	Fisika FMIPA	2005 – Sekarang
4.	Pengantar Fisika Material	Fisika FMIPA	2013 – Sekarang
5.	Magnetism Lingkungan	Fisika FMIPA	2006 – 2008
6.	Fisika Dasar I & II	Kimia FMIPA	1999 – Sekarang
7.	Fisika Dasar	F. Pertanian UNSRI	1999 – 2011
8.	Fisika (Physics)	FKM UNSRI	2012 – Sekarang
9.	Praktikum Fisika Dasar I & II	FMIPA	2006 – Sekarang
10.	Eksperimen Fisika I & II	Fisika FMIPA	1999 – 2003
11.	Optika Modern	Fisika FMIPA	2005/2006
12.	Teori Medan Elektromagnetik	Fisika FMIPA	2005/2006
13.	Pendahuluan Fisika Inti	Fisika FMIPA	2000/2001

5. Pengalaman Penelitian :

No.	Judul	Tahun
1.	Optimasi dan Karakterisasi Nanopartikel, Titanium Dioksida (TiO ₂) Untuk Meningkatkan Kualitas Sifat Fisis dan Sifat Optiknya Sebagai Fotokatalis Dalam Mendekomposisi Polutan Organik Air Rawa". (Anggota Peneliti – Hibah Unggulan Kompetitif)	2015
2.	Analisis Teori Pengaruh Ukuran Butir Terhadap Celah Pita Energi dan Spektrum Fotoluminesensi Elektron Hole Di Dalam Nanopartikel Titanium Dioksida (TiO ₂) Dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga (Anggota –	2014

	Hibah Fundamental DP2M DIKTI)	
3.	Magnetik Nanokristalin Barium Heksaferit ($BaO.6Fe_2O_3$) Hasil Proses Teknologi <i>High-Energy Milling</i> dan <i>Sol-gel</i> . (Ketua - Hibah PEKERTI DP2M DIKTI)	2007-2008
4.	Rancang Bangun Emiter Irigasi Tetes Dengan Regulator Keramik. (Anggota - Hibah Bersaing DP2M DIKTI)	2006-2007
5.	Penentuan Tingkat Energi Spektrum Atom Merkuri (Hg) dengan Spektrometer Optik. (Mandiri).	2006
6.	Pengaruh <i>High-Energy Milling</i> Terhadap Sifat Magnetik Bahan Barium Heksaferit ($BaO.6Fe_2O_3$). (Thesis).	2005
7.	Prediksi Suhu Atmosfir Bumi Berdasarkan Model Transfer Radiasi Termal 1-Dimensi. (Ketua - HEDS Project).	2003
8.	Analisis Jangkauan Tempuh (Range) Dan Energi Absorpsi Radiasi Sinar Beta (β) Dalam Bahan Aluminium (Al). (Ketua - DIK-S UNSRI).	2002
9.	Penerapan Metoda Numerik Berbantuan Komputer Untuk Menghitung Waktu Disipasi Muatan Pada Rangkaian Listrik. (Anggota - Rutin UNSRI).	2001
10.	Penentuan Indeks Bias Plat Kaca Paralel Dengan Memodifikasi Interferometer Michelson Model OS-8501. (Ketua - Rutin UNSRI).	2000
11.	Magnetisasi Bahan Ferromagnetik Sebagai Fungsi Temperatur dengan Metoda Step Wise. (Anggota - DIK-S UNSRI).	1999
12.	Analisis Status Energi Terkuantisasi Atom Merkuri (Hg) dengan Melakukan Percobaan Franck-Hertz dan Percobaan Spektroskopi Optik. (Skripsi).	1998

6. Publikasi/ Karya Ilmiah :

1.	Iskandar, I., M. Irfan, F. Syamsuddin, A. Johan and P. Poerwono (2013), <i>Trend in precipitation over Sumatra under the warming Earth</i> , International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences Vol. 8: 19-24. Web-link: http://jurnal.lapan.go.id/index.php/ijreses/article/view/1737
2.	Johan, A. , <i>Analisis Bahan Magnet Nanokristalin Barium Heksaferit ($BaO.6Fe_2O_3$) dengan Menggunakan High-Energy Milling</i> , Jurnal Penelitian Sains, Vol.14 No.1(B), Januari 2011, hal 14105-(19-24), ISSN : 1410-7058.
3.	Ridwan, Mujamilah, A. Johan , <i>The Semi-Quantitative Study of Magnetization Process on Milling and Reannealing of Barium Hexaferrite ($BaO.6Fe_2O_3$)</i> , Atom Indonesia, Vol.35 No.2, July 2009, hal 105-113, ISSN : 0126-1568, Akreditasi Nomor : 43/DIKTI/Kep/2008 dan 122/Akred-LIPI/P2MBI/06/2008.
4.	Johan, A. , <i>Karakterisasi Sifat Fisik Dan Mekanik Bahan Refraktori $\alpha-Al_2O_3$ Pengaruh Penambahan TiO_2</i> , Jurnal Penelitian Sains, Vol.12 No.2(B), Mei 2009, hal 12107-(1-8), ISSN : 1410-7058.
5.	Johan, A. , Ramlan, <i>Karakterisasi Kerapatan Elektron Fasa Rutile Hasil Transformasi TiO_2 Akibat Pengaruh Variasi Penambahan Fe Dan Waktu Pemanasan</i> , Jurnal Sains Materi Indonesia, Vol.10 No.2, Februari 2009, hal 131-135, ISSN : 1411-1098, Akreditasi Nomor : 89/Akred-LIPI/P2MBI/5/2007.

6.	Ramlan, A. Johan , <i>Karakterisasi Sifat Listrik Bahan Keramik Na-β"-Al₂O₃ Dengan Variasi Waktu Penahanan Suhu Pemanasan</i> , Jurnal Sains Materi Indonesia, Vol.10 No.2, Februari 2009, hal 159-163, ISSN : 1411-1098, Akreditasi Nomor : 89/Akred-LIPI/P2MBI/5/2007.
7.	Ramlan, A. Johan , <i>Identifikasi Keramik Na-β"-Al₂O₃ Dengan Penambahan Variasi Komposisi (0%, 3% dan 6%) Berat MgO</i> , Jurnal Penelitian Sains, Vol.12 No.1(B), hal.1-6, Januari 2009, ISSN : 1410-7058.
8.	Johan, A. , Ramlan, <i>Karakterisasi Konduktivitas, Porositas Dan Densitas Bahan Keramik Na-β"-Al₂O₃ Dari Komposisi Na₂O 13% Dan Al₂O₃ 87% Dengan Variasi Waktu Penahanan</i> , Jurnal Penelitian Sains, Vol.11 No.3, September 2008, hal 544-551, ISSN : 1410-7058.
9.	Ramlan, A. Johan , <i>Pembuatan Dan Karakterisasi Keramik Na-β"-Al₂O₃ Berbasis 86% Al₂O₃ – 14% Na₂O Dengan Penambahan MgO</i> , Jurnal Penelitian Sains, Vol.11 No.3, September 2008, hal 552-559, ISSN : 1410-7058.
10.	Ramlan, A. Johan , Arsali, Bambang S., <i>Pengaruh Aditif MgO Dan Perlakuan Panas Terhadap Material Elektro Keramik Berbasis Beta Alumina (β"-Alumina)</i> , Jurnal Sains Materi Indonesia, Vol.9 No.3, Juni 2008, hal 254-259, ISSN : 1411-1098, Akreditasi Nomor : 39/DIKTI/Kep/2004 dan 89/Akred-LIPI/P2MBI/5/2007.
11.	Johan, A. , <i>Analisa Tingkat Energi Spektrum Atom Merkuri (Hg) Dengan Spektrometer Optik</i> , Jurnal Penelitian Sains, Vol.11 No.1 – Januari 2008, hal 390-401, ISSN : 1410-7058.
12.	Johan, A. , Ridwan, Mujamilah, Ramlan, <i>Magnetik Nanokristalin Barium Heksaferit (BaO.6Fe₂O₃) Hasil Proses Teknologi High-Energy Milling</i> , Jurnal Sains Materi Indonesia, Edisi Khusus Oktober 2007, hal 120-125, ISSN : 1411-1098, Akreditasi Nomor : 39/DIKTI/Kep/2004 dan 89/Akred-LIPI/P2MBI/5/2007.
13.	Johan, A. , Ridwan, Azwar M., Wisnu A.A., <i>Pengaruh High-Energy Milling Terhadap Sifat Magnetik Bahan Barium Heksaferit (BaO.6Fe₂O₃)</i> , Jurnal Sains Materi Indonesia, Vol.7 No.1, Oktober 2005, hal 25-29, ISSN : 1411-1098, Akreditasi Nomor : 39/DIKTI/Kep/2004.
14.	Ridwan, A. Johan , Mujamilah, Wisnu A.A., <i>Efek High-Energy Milling Terhadap Koersivitas Magnet Intrinsik BaO.6Fe₂O₃</i> , Jurnal Sains Materi Indonesia, Vol.7 No.1, Oktober 2005, hal 37-41, ISSN : 1411-1098, Akreditasi Nomor : 39/DIKTI/Kep/2004.
15.	Ridwan, A. Johan , Mujamilah, Grace T. S., <i>Efek Perlakuan Panas Terhadap Partikel Halus BaO.6Fe₂O₃ Hasil Proses 'High-Energy Milling'</i> , Prosiding Seminar Nasional Bahan Magnet IV, Semarang 28 September 2005.
16.	Johan, A. , <i>Prediksi Suhu Atmosfir Bumi Berdasarkan Model Transfer Radiasi Termal 1-Dimensi</i> , Jurnal Penelitian Sains, No.13 – April 2003, hal 52-68, ISSN : 1410-7058.
17.	Johan, A. , <i>Analisis Jangkauan Tempuh (Range) Dan Energi Absorpsi Radiasi Sinar Beta (β) Dalam Bahan Aluminium (Al)</i> , Jurnal Ilmiah MIPA, Vol.:VI No.1 – April 2003, hal 24-32, ISSN : 0215-0913.

7. Pengalaman Pengabdian Pada Masyarakat :

No.	Judul Kegiatan	Tahun
1.	Pelatihan Penyelesaian Soal Fisika Dengan Logika Kepada Siswa dan Guru SMA/MA Negeri dan Swasta Se-Ogan Ilir. (BOPTN UNSRI)	2015
2.	Pengurangan Resiko Bencana Berbasis Masyarakat Melalui Sosialisasi Mekanisme Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Bencana Banjir di Desa Tabjung Pering Kecamatan Indralaya Utara Kabupaten Ogan Ilir. (BOPTN UNSRI)	2015

3.	Pembuatan Virgin Coconat Oil (VCO) dari buah kelapa. (BOPTN UNSRI)	2015
4.	Penyuluhan dan Pembuatan Percontohan Unit Proses Penjernihan Air di Kota Daro Kecamatan Rantau Panjang Ogan Ilir (BOPTN UNSRI)	2014
5.	Pembuatan Oncom Dari Ampas Susu Kedelai Di Kelurahan Indralaya Mulya Ogan Ilir Sumatera Selatan (BOPTN UNSRI)	2014
6.	Sosialisasi Sistem Peringatan Dini Bencana Banjir Berbasis Masyarakat Untuk Pengurangan Resiko Bencana Di Kecamatan Pemulutan Selatan Kabupaten Ogan Ilir (BOPTN UNSRI)	2014
7.	Pelatihan Penulisan Karya Ilmiah untuk Guru IPA Tingkat SLTA di Kecamatan Inderalaya dan Inderalaya Utara Kabupaten Ogan Ilir, (Mandiri)	2013
8.	Pengawas Tingkat Satuan Pendidikan Pada Penyelenggaraan Ujian Nasional SMA/MA & SMK Tahun Pelajaran 2012/2013 di SMA Negeri 1 Lahat Kabupaten Lahat Provinsi Sumatera Selatan, 15 – 18 April 2013.	2013
9.	IbM Kelompok Usaha Susu Kedelai, DP2M DIKTI	2012
10.	Pengawas Tingkat Satuan Pendidikan Pada Penyelenggaraan Ujian Nasional SMA/MA & SMK Tahun Pelajaran 2011/2012 di SMA Negeri 1 Mulak Ulu Kabupaten Lahat Provinsi Sumatera Selatan, 16 – 19 April 2012.	2012
11.	Pengawas Tingkat Satuan Pendidikan Pada Penyelenggaraan Ujian Nasional SMA/MA & SMK Tahun Pelajaran 2010/2011 di SMA Negeri 1 Mulak Ulu Kabupaten Lahat Provinsi Sumatera Selatan, 18 – 21 April 2011.	2011
12.	Penyuluhan dan Pelatihan Pembuatan Kerupuk Dari Ampas Kedelai, Indralaya - Ogan Ilir, Sumatera Selatan, DIPA UNSRI.	2010
13.	Penyuluhan Pemanfaatan Teknologi Nano Kepada Kelompok Industri Songket dan Tenun Kawasan Industri Rumahan di 32 Ilir Kota Palembang, DIPA UNSRI.	2010
14.	Pemanfaatan Sampah Sebagai Pupuk Organik Cair Ramah Lingkungan, Indralaya - Ogan Ilir, Sumatera Selatan, DIPA UNSRI.	2010
15.	Pengawas Tingkat Satuan Pendidikan Pada Penyelenggaraan Ujian Nasional SMA/MA Tahun Pelajaran 2009/2010 di SMA Negeri 1 Tanjung Sakti PUMI Kabupaten Lahat Provinsi Sumatera Selatan, 22 – 26 Maret 2010.	2010
16.	Penyuluhan dan Pelatihan Pembuatan Tempe Ampas Kedelai di Kelurahan Indralaya Mulya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan, DIPA UNSRI.	2009
17.	Pengawas Tingkat Satuan Pendidikan Pada Penyelenggaraan Ujian Nasional SMA/MA & SMK Tahun Pelajaran 2008/2009 di SMA Muhammadiyah Lahat Kabupaten Lahat Provinsi Sumatera Selatan, 20 – 24 April 2009.	2009
18.	Pembuatan Alat Peraga Fisika Berbasis Komputer Di SMA PGRI Indralaya Utara Kabupaten Ogan Ilir, DIPA UNSRI.	2008
19.	Demonstrasi Gejala Fisika Dalam Mata Pelajaran IPA Di SD Negeri Tanjung Pering Kecamatan Indralaya Utara Ogan Ilir, DIPA UNSRI.	2008
20.	Penyuluhan Pemanfaatan Perangkat Komputer Pada Siswa dan Guru SMA 3 Tanjung Raja Sebagai Alat Bantu Pembelajaran Di Sekolah, DIPA UNSRI.	2008
21.	Pemanfaatan Sensor Phototransistor Untuk Pembuatan Lampu <i>Emergency</i> di beberapa Masjid Dusun III Simpang Timbangan Indralaya Kabupaten Ogan Ilir,	2006

	DIPA UNSRI.	
22.	Proses penjernihan dan pengolahan air secara sederhana, DIPA UNSRI.	2003

8. Pengalaman Perolehan HKI

No.	Tahun	Judul/Tema HKI	Jenis	Nomor Pendaftaran/ Sertifikat
1.	2009	Metode Pembuatan Bahan Magnet Nanokristalin Barium Heksaferit Dengan Menggunakan <i>High-Energy Milling</i> .	Paten Biasa	P00200900773

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Dan apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima risikonya.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Indralaya, 18Oktober 2017

Yang menyatakan,

Akmal Johan, S.Si.,M.Si.

NIP. 19731221 199903 1 003

LAMPIRAN2: RIWAYAT HIDUP ANGOTA PENELITI 1

Nama : Zainal Fanani, M.Si.
 Jenis Kelamin : Pria
 NIP/Gol : 196708211995121001/IV-a
 Pangkat /Jabatan : Pembina/Lektor Kepala
 Kantor/Unit Kerja : FMIPA UNSRI/ Jurusan Kimia
 Lembaga : Lembaga Penelitian Universitas Sriwijaya
 Bidang keahlian : Kimia Fisika/Katalis
 Alokasi Waktu : 10 Jam/minggu
 Alamat Rumah : Komplek Taman Permata Indah Blok D III No. 5, Inderalaya, Ogan Ilir, Sumsel.30266
 Telp. Rumah : 0711 580 715
 HP / Flexi : 081373589159 / 0711 8741243
 Telp Kantor : 0711 580 269
 Fax : 0711 581 010

Pendidikan

NO	Tempat Pendidikan	Kota	Tahun Lulus	Bidang studi
1	UGM	Yogyakarta	1994	Kimia
2	UGM	Yogyakarta	2001	Kimia Fisika

Prestasi:

- **Peneliti Unggul Nugraha Bogasari, 2005**
- **Peneliti Terbaik bidang MIPA I (DIKTI), 2007**
- **Pendaftaran Paten 2012 dan 2013**

Pengalaman Riset:

No	JUDUL RISET	Tahun
1	Pembuatan Karbon Aktif dari Batu Bara untuk mengolah Air Rawa	2001
2	Kinetika Pelarutan Fe_2O_3 , Al_2O_3 dan CaO Abu layang Batu Bara dengan pelarut Asam Sulfat dan Asam Nitrat	2002
3	Pembuatan Karbon aktif dari Batu Bara Bituminus dengan berbagai Aktifator	2002
4	Distribusi dan Sifat Produk Pirolisis Limbah Karet Padat dan Ban Bekas pada Kondisi atmosfer N_2	2003
6	Hidrogenasi Toluena dengan katalis Mo/Karbon	2003
7	Pembuatan Katalis Ni-Mo/Zeolit Alam Aktif	2004
8	Hidrocracking Tir batu Bara dengan katalis Ni-Mo/Zeolit Alam Aktif	2005
9	Hidrocracking Tir batu Bara dengan katalis Cr-Mo/Zeolit Alam Aktif	2006
10	Preparasi dan Karakterisasi Katalis Ni/Cr /ZAA	2007
11	Preparasi dan Karakterisasi Katalis Mo/ZAA	2008
12	Pengaruh pelarut dan pengemban terhadap katalis Ni untuk pembuatan BioBBM dari CPO	2009

Publikasi

1. Pembuatan Karbon Aktif dengan Aktifasi Kimia, JPS MIPA UNSRI, 2002
2. Kinetika Reaksi Asam Asetat dan Asam Format Pada Pemecahan Emulsi Lateks, Proceeding, Forum HEDS, Bengkulu, 2002
3. Kinetika Pelarutan Al_2O_3 dari Abu Layang Batu Bara dengan Pelarut Asam Sulfat, Prociding Seminar Semirata Wilayah Barat, di Palembang, 2003
4. Kinetika Reaksi Pelarutan Besi Oksida Abu Layang Batubara dengan Pelarut Asam Sulfat, Proceeding, Forum HEDS, USU, 2003
5. Biodegradasi Polibland PP-Minyak Sawit-Pati dengan Bakteri *Bacillus subtilis* dan *Clostridium botulinum*, Indonesian Journal of Chemistry (IJC), vol 3, No. 3, tahun 2003
6. Pengolahan Air dengan Polielektrolit Pati Ubi Jalar, Proceeding, ISBN 979-96276-2-1, ITS, 2003
7. Pembuatan Katalis Ni-Mo/Zeolit Alam Aktif dan Karakterisasinya, Proseding, Seminar Kimia Nasional, UNILA, Bandar Lampung, 2004.
8. Pengaruh Karakter Katalis Ni-Mo/Zeolit Alam Aktif terhadap Kenaikan Kalor Pembakaran pada Proses Hidrocracking Tir Batubara, Proseding, Seminar Kimia Nasional, UGM, Yogyakarta, 2005.
9. Pengaruh Karakter Katalis Ni-Cr/Zeolit Alam Aktif terhadap pembentukan Coke pada Proses Hidrocracking Tir Batubara, Proseding, Seminar Kimia Nasional, UNSRI, Palembang, 2006.
10. Penentuan Fraksi Bensin dan Kerosin pada Hidrocracking Tir Batubara dengan Katalis Ni/Cr/ZAA, Seminar Kenaikan Jabatan, FMIPA, Unsri, 2007.
11. Pengaruh Pelarut terhadap Keandalan katalis Ni/ZAA, Proceeding, Seminar Nasional Avoer 2nd, Palembang, 2009
12. Regenerasi Katalis Ni/ZAA dan karakterisasinya, Lap Penelitian, 2010
13. Hidrocracking CPO menggunakan Katalis Cr/ZAA dan regenerasi katalisnya, Lap Penelitian, 2012
14. Pembuatan aditif nabati hasil hidrocracking CPO untuk menaikkan angka oktan premium, Lap Penelitian, 2013

Inderalaya, Nopmber 2017

Zainal Fanani, Msi

1994	Seminar Bidang MIPA BKS-PTN Wilayah Barat Peran MIPA Dalam PJP II	Unsri	3 Hari
1994	Training on " Laboratory Organization and Management"	WUTC - UNAND	April
1994	Kursus Audit Lingkungan	PPLH Unsri - KLH	30 Mei – 04 Juni
1994	Training on Health and Safety	WUTC - UNAN	Juli
1994	TOT Pemberdayaan Masyarakat	Dir.Jen PU CK	4 Hari
1995	Training on Use and Care of Laboratory Equipmen	WUTC - UNAND	Januari
1995	TOT Tenaga Pendamping Penataan Kawasan Kumuh Perkotaan	Kimpraswil – Dir.Jen PU CK	Maret
1995	Basic Physics Workshop for Engineering and Physics Dosen"	HEDS - USU	September
1996	Pengelolaan Laboratorium (Unand)	WUTC	
1997	Sistem Pengendalian Kebakaran Hutan Berbasis Analisis Citra Satelit ULTRA NOAA	Bappeda Kota Palembang	Agustus

C. PENGALAMAN MENGAJAR

MATA KULIAH	PROGRAM	INSTITUSI/JURUSAN/PS	SEM.	TAHUN AKADEMIK.
Fisika Dasar I & II	S1	T. Elektro - FT Unsri	I / II	1984 - 1987
Fisika Dasar	S1	Fakultas Pertanian	I	2011 - sekarang
Mekanika	S1	Fisika FMIPA Unsri	III	2002 - 2005
Fisika Dasar I & II	S1	Fisika FMIPA Unsri	I / II	2002 - 2006
Gelombang	S1	Fisika FMIPA Unsri	IV	2004 – Sekarang
Mekanika Lanjut	S1	Fisika FMIPA Unsri	IV	2012 - Sekarang
Elektronika Dasar	S1	Fisika FMIPA Unsri	III	2001 - 2003
Penulisan Ilmiah & Seminar	S1	Fisika FMIPA Unsri	VI	2010 – Sekarang
Metodologi Fisika	S1	Fisika FMIPA Unsri	VI	2006 – 2009
Pengantar Geofisika	S1	Fisika FMIPA Unsri	IV	2003 – 2007
Seismologi	S1	Fisika FMIPA Unsri	V	2003 – Sekarang
Peng. Fisika Lingkungan	S1	Fisika FMIPA Unsri	IV	2004 – Sekarang
Metodologi Fisika	S1	Fisika FMIPA Unsri	I	2012 - Sekarang

D. PRODUK BAHAN AJAR

MATA KULIAH	PROGRAM PENDIDIKAN	JENIS BAHAN AJAR	SEM/TA.
Fisika Dasar I – II (3 SKS)	S1 Fisika	Media Ajar (Power Point)	1986
Fisika Dasar I - II (4 SKS)	S1 Fisika	Media Ajar (Power Point)	1990
Peng. Fisika Lingkungan	S1 Fisika	Media Ajar (Power Point)	2007
Peng. Geofisika	S1 Fisika	Media Ajar (Power Point)	1993
Mekanika	S1 Fisika	Buku Ajar	2008
Penulisan Ilmiah & Seminar	S1 Fisika	Media Ajar (Power Point)	1992
Seismologi	S1 Fisika	Media Ajar (Power Point)	1997

Pengantar Filsafat Ilmu & Ranc. Eksperimen	S1 Fisika	Media Ajar (Power Point)	2016
--------------------------------------------	-----------	--------------------------	------

E. PENGALAMAN PENELITIAN

TAHUN	JUDUL PENELITIAN	KETUA/ANGG. TIM	SUMBER DANA
1988	Seismograph Historique de 19 Ton	Anggota Tim	IPG de Strasbourg
1989	D'etude du magnitude et mecanisme du foyer de seisme d'Armenie	AnggotaTim	IPG de Strasbourg
1991	Aplikasi Z-80 Pada Perhitungan Perc. Gravitasi Bumi Melalui Osilasi Harmonik Sederhana	Anggota Tim	Unsri
1992	Model Aliran Fluida Pada Batuan Berpori Terdistribusi Acak	Anggota Tim	Unsri
1993	Simulasi Komputer Untuk Pemrosesan Sinyal Dengan Metode Perataan Dan Transf. Fourier	Ketua	Unsri
1994	Analisis Fraktal Kontur Topografi	Anggota Tim	Unsri
1996	Penentuan titik pusat gempa dengan metoda Geiger	Ketua Tim	SPP - Unsri
1997	Penentuan Parameter Gempabumi	Ketua Tim	Mandiri
1998	Pemetaan Kawasan Potensial Rawan Banjir di Palembang	Ketua Tim	PPTR Unsri
1999	Pemetaan Lingkungan Permukiman Kumuh di Palembang	Penanggung Jawab	DirJend. PU CK
2015	<i>Interannual variation of ocean heat content in outer Indonesian waters in warming ocean (case study: west Sumatra water)</i>	Anggota	<i>AIP Conference Proceeding</i>
2015	Analisis seismisitas dan <i>seismic hazard</i> gempa bumi tektonik di provinsi sumatera selatan sebagai studi pendahuluan sistem mitigasi bencana	Ketua	Satek Unsri
2016	Identifikasi Struktur Retakan Lapisan Gambut Sebagai Zona Lemah Untuk Informasi Awal Pengurangan Resiko Bencana Kebakaran Hutan dan Lahan di Kabupaten Oki	Ketua	Kompetitif Unsri

F. KARYA ILMIAH

TAHUN	JUDUL	PENERBIT/JURNAL
1991	Pengukuran Percepatan Gravitasi Bumi berbantuan Micro-Processor Z-80	Univ. Sriwijaya, Vol. ..., No. .../ Thn. 1991
1995	Perhitungan Magnitud Mantel dengan Metode Okal	Univ. Sriwijaya, Vol. 32, No. 32/Thn. 1995
1996	Lintasan Sejarah Budaya Pulau Bangka Sumatera Selatan	Univ. Sriwijaya – ISBN 979-587-044-0
2011	Trend In Precipitation Over Sumatera Under The Warming Earth	International Journal of Remote

		Sensing and Earth Sciences Vol. 8: 19-24 (2011) © IReSES
2015	Interannual Variation of Ocean Heat Content in Outer Indonesian Water in Ocean (Case Study: West Sumatera Water)	AIP Conference Proceeding (2015)

G. KONFERENSI/SEMINAR/LOKAKARYA/SIMPOSIUM

TAHUN	JUDUL KEGIATAN	PENYELENGGARA	PANITIA/ PESERTA/PEMBICARA
1990	Konferensi Energi III – Pengembangan Potensi Batubara sebagai Pemicu Dalam Pengembangan Wilayah dan Peran Serta Program Penelitian dan Program Studi	Univ. Sriwijaya	Peserta
1991	Seminar Regional Hari Kependudukan Sedunia	BKKBN – UNSRI	Peserta
1993	Pendayagunaan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Seni Kelola Lingkungan Dalam rangka Menompang Kealitan Manusia Indonesia	Badan Kejasama Studi Lingkungan – Unsri	Peserta
1999	Kongres Ikatan Ahli Sosiologi Indonesia, Malang Jatim	Ikatan Ahli Sosiologi Indonesia	Peserta
1999	Penyempurnaan Landasan Politik, Ekonomi Dan Hukum Dalam Rangka Menata Masyarakat Berbangsa Dan Bernegara	Ikatan Sosiologi Indonesia	Peserta
2001	Lokakarya Pemberdayaan Masyarakat / Lingkungan Permukiman Kumuh Perkotaan	DirJend. PU. CK	Pemakalah
2010	Lokakarya Penyusunan Strategi Pengembangan Permukiman dan Infrastruktur Perkotaan (SPPIP)	Kementrian PU – DirJend. Cipta Karya	Peserta
2010	Lokakarya Penyusunan Strategi Pengembangan Kawasan Permukiman Prioritas (RPKPP)	Kementrian PU – DirJend. Cipta Karya	Pemakalah
2012	Pelatihan Sistem Pengelolaan Sampah Rumah Tangga berbasis Masyarakat di Kota Palembang	Kementrian PU – DirJend. Cipta Karya	Penyaji Materi
2012	Pelatihan Sistem Pengelolaan Sampah Terpadu (3R) berbasis Masyarakat di Kota Indralaya	Dinas PU Cipta Karya – Kab. OI	Penyaji Materi

H. KEGIATAN PROFESIONAL/PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

TAHUN	JENIS/NAMA KEGIATAN	TEMPAT
2008	Penyuluhan Perangkat Komputer Pada Siswa dan Guru SMA Negri III Tanjung Raja Sebagai Alat Bantu Pembelajaran	Tanjung Raja
2008	Penataan Kawasan Lingkungan Permukiman Nelayan Desa Sungsang(Dinas PU Cipta Karya Prov. Sumsel)	Kab. Banyuasin
2009	Pemeriksaan Tingkat Keandalan Bangunan Gedung Dalam Rangka Sertifikasi Laik Fungsi (Dinas PU Cipta Karya Prov. Sumsel)	Palembang
2010	Penyuluhan Pemanfaatan Teknologi Internet Pada Guru SMP Negri/Swasta dan MTs di Indralaya	Kota Indralaya Kabupaten Ogan Ilir
2010	Penyusunan rencana Tindak P:enataan Lingkungan Permukiman Tradisional	Pagar Alam
2010	Penyuluhan Pemanfaatan Teknologi Internet Pada Guru SMP Negri/ Swasta dan MTS di Indralaya Sebagai Alat Bantu Dalam Pembelajaran	Kota Indralaya – Kob. Ogan Uilir
2011	Ketua Badan Pengelola TPSS Terpadu Perum Bukit Sejahtera Palembang Berbasis 3R (2011 s/d sekarang)	Palembang
2011	Penyuluhan Proses Penjernihan dan Pengolahan Limbah Cair Warna Sintetis Menggunakan Arang Aktif untuk Dimanfaatkan Sebagai Air Bersih	Palembang

I. JABATAN DALAM PENGELOLAAN INSTITUSI

PERAN/ JABATAN	INSTITUSI (UNIV,FAK,JURUSAN,LAB,STUDIO, MANAJEMEN SISTEM INFORMASI AKADEMIK DLL)	TAHUN ... S.D. ...
Ketua	Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi	1991 - 1993
Ketua	Laboratorium Penelitian dan Pengembangan	1993 – 1995
Ketua	Laboratorium Fisika Komputasi	1995 -1997
Ketua	Laboratorium Geofisika	19 ... – 19
Ketua	Jurusan (Antar Waktu)	2003 - 2004
Anggota	Tim Ad-Hoc Pusat Perencanaan dan Pengembangan Unsri	Maret 2011 – Des 2012
Anggota	Tim Penyusun RPJP Unsri	2012
Anggota	Tim Penyusun Renstra BLU Unsri	2012
Anggota	Tim Penyusun RKAT 2012 Unsri	2012

J. PERAN DALAM KEGIATAN KEMAHASISWAAN

TAHUN	JENIS /NAMA KEGIATAN	PERAN	TEMPAT
1991	Penataran P4 Materi Khusus dan OPDIK PS. MIPA UNSRI	Penyaji	PS. MIPA
1992	Ceramah Materi Khusus Profesi Bidang Ilmu Pada Penataran P4 Mahasiswa Prog. MIPA	Penyaji	PS. MIPA
1993	Kuliah Umum Materi Khusus Profesi Bidang Ilmu Pada Penataran P4 Mahasiswa Prog. MIPA	Penyaji	PS. MIPA
1995	Pembina Himpunan Mahasiswa Fisika F. MIPA Unsri	Pembina	F. MIPA
1997	Kuliah Umum Materi Khusus Profesi Bidang Ilmu Pada Penerimaan Mahasiswa Baru F. MIPA	Penyaji	F. MIPA

2010	Kuliah Umum Bidang Seismologi dan Fisika Lingkungan	Penyaji	Jur. Fisika
------	-----------------------------------------------------	---------	-------------

K. ORGANISASI PROFESI/ILMIAH

TAHUN	JENIS/ NAMA ORGANISASI	JABATAN/ JENJANG KEANGGOTAAN
2010 - Sekarang	Himpunan Ahli Geofisika Indonesia (HAGI)	Anggota
1995 – 2001, 2014-Sekarang	Himpunan Ahli Fisika Indonesia (HFI)	Anggota

Saya menyatakan bahwa semua keterangan dalam **Curriculum Vitae** ini adalah benar dan apabila terdapat kesalahan, saya bersedia mempertanggungjawabkannya.

Palembang, 30 Oktober 2017

Yang menyatakan,

Pradanto Poerwono