

## KARAKTERISASI SENSOR GAS LPG (*LIQUEFIED PETROLEUM GAS*) DARI BAHAN KOMPOSIT SEMIKONDUKTOR $\text{TiO}_2$ (CuO)

**Ratna Sari Dewi, Elvaswer**

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas  
Kampus Unand, Limau Manis, Padang, 25163

*e-mail: ratnasaridewi642@gmail.com, elvaswer@fmipa.unand.ac.id*

### ABSTRAK

Telah dilakukan sintesis dan karakterisasi pelet untuk sensor LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) dari bahan komposit semikonduktor  $\text{TiO}_2$ (CuO) dengan metode reaksi kimia padatan (*solid state reaction*). Proses pembuatan pelet terdiri atas proses pencampuran bahan, kalsinasi pada temperatur 500°C selama 4 jam, penggerusan, kompaksi dan sintering pada 700°C selama 4 jam. Sensor LPG diuji pada temperatur ruang (27°C) dengan melihat karakteristik I-V, nilai sensitivitas, dan nilai konduktivitas. Berdasarkan pengukuran karakteristik I-V diketahui bahwa sampel dengan penambahan bahan CuO sebanyak 10% mol memiliki nilai sensitivitas 10 pada tegangan 10 volt. Kata kunci : Komposit, sensor LPG, reaksi kimia padatan, karakterisasi I-V, sensitivitas.

### ABSTRACT

*The Liquefied Petroleum Gas (LPG's) sensor in the form of composite has been characterized. The steps of manufacturing processes are the mixing of materials, calcinations at 500°C for 4 hours, blended, compacted and sintered at 700°C for 4 hours. The sensor was tested at room temperature through current (I)-voltage (V) characteristics, sensitivity, and conductivity. Based on measurement I-V characteristic it's known that sample with 10% addition of CuO have sensitivity of 10 at 10 volt voltage.*

*Keyword : Composite, LPG sensor, solid state reaction, charachterization of I-V, sensitivity.*

### I. PENDAHULUAN

LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) digunakan sebagai bahan bakar pengganti minyak tanah, bahan bakar pada industri makanan, keramik, gelas dan transportasi. Dengan banyaknya penggunaan LPG ini sering timbul masalah kebocoran dan ledakan gas. Ledakan terjadi akibat adanya akumulasi gas dimana kebocoran yang tidak diketahui oleh pengguna. Untuk mengetahui kebocoran dan ledakan gas LPG tersebut adalah dengan peralatan sensor gas semikonduktor (Oktorizal, 2010). Sensor ini juga memiliki kelebihan lain yaitu biaya yang murah dan dapat diproduksi secara massal dibandingkan dengan sensor elektrokimia dan optik yang harganya mahal (Hendri, 2012). Sensor gas semikonduktor pada umumnya dikenal sebagai sensor gas logam oksida karena terbuat dari bahan logam oksida seperti  $\text{TiO}_2$ , ZnO, CuO,  $\text{SnO}_2$  dan sebagainya (Nopriyanti, 2012). Titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) merupakan bahan logam oksida yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi sensor gas karena memiliki sifat fisik seperti stabilitas kimia, transfer muatan dan sifat listrik yang baik (Yadav, 2011). Material CuO yang merupakan baham logam oksida digunakan sebagai bahan yang didoping. Material CuO memiliki sifat serapan (*absorption*) gas yang baik dan sifat kimia yang cocok untuk aplikasi katalis dan sensor gas (Wismadi, 2001).

Deswardani (2013) juga telah melakukan penelitian dengan menggunakan bahan  $\text{TiO}_2$  didoping oleh ZnO untuk membuat sensor LPG. Hasil penelitian menunjukkan perubahan sensitivitas terbesar terjadi pada sampel  $\text{TiO}_2$ +10% mol ZnO sebesar 10,00 pada tegangan 21 volt. Waktu respon sampel  $\text{TiO}_2$  + 10% mol ZnO pada tegangan 21 volt adalah 135 s. Hasil XRD menunjukkan ukuran kristal sampel dengan doping lebih kecil dibandingkan dengan sampel tanpa doping. Pada doping  $\text{TiO}_2$  + 10% mol ZnO telah terbentuk senyawa baru berupa  $\text{Zn}_2\text{TiO}_4$ .

Penelitian dengan sensor gas semikonduktor telah banyak dikembangkan dengan temperatur operasional yang tinggi. Pada umumnya temperatur operasional berkisar antara 300 – 450°C, sementara penelitian bahan sensor gas semikonduktor dengan temperatur ruang masih sangat sedikit. Sensor gas yang dapat bekerja pada temperatur ruang merupakan sensor gas yang tidak membutuhkan energi besar untuk dapat mendeteksi gas, sehingga akan sangat

bagus apabila dapat mengetahui bahan sensor gas yang mampu bekerja pada temperatur ruang (Deswardani, 2013). Jadi permasalahan dalam penelitian ini adalah menurunkan suhu optimal sensor dari penelitian sebelumnya yang berkisar 300 – 450°C menjadi suhu kamar.

**II. METODE**

**2.1 Persiapan dan Pembuatan Pelet TiO<sub>2</sub> Dicampur CuO**

Sampel dibuat dengan perlakuan persentase penambahan CuO yaitu 10%, 30%, 50%, dan 70% mol terhadap bahan dasar TiO<sub>2</sub>. Ukuran sampel pelet yang diuji berdiameter 12 mm dan tebal 2 mm. Reaksi kimia yang terjadi pada pellet adalah seperti Persamaan 1.



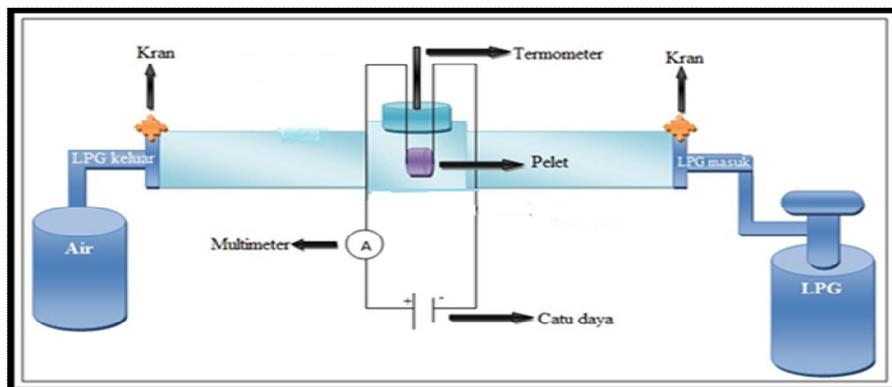
Dengan x adalah jumlah doping yang ditambahkan dalam mol.

Bahan sampel digerus selama kurang lebih 2 jam hingga diperkirakan sudah homogen, kalsinasi dilakukan pada suhu 500°C selama 4 jam, bahan digerus kembali agar butir-butir bahan menjadi halus. Kompaksi kemudian dilakukan, setelah itu pelet disintering pada 700°C selama 4 jam.

**2.2 Pengukuran Nilai I-V sensor LPG**

Pengukuran karakteristik I-V masing-masing sampel dilakukan dengan menyusun alat seperti Gambar 1. Pada lingkungan udara dan lingkungan LPG temperatur diatur pada temperatur ruang. Pengukuran lebih dulu dilakukan pada lingkungan udara, kedua ujung pipa tidak dihubungkan dengan selang dan keran dibiarkan terbuka. Setelah semua persiapan dilakukan, sampel dirangkai secara bias maju dan kemudian dilanjutkan dengan bias mundur. Tegangan divariasikan dari -30 volt sampai 30 volt dengan interval 5 volt.

Pengukuran kemudian dilakukan pada lingkungan LPG. Kecepatan aliran LPG diukur dengan banyak gelembung gas yang mengalir masuk ke air selama satu menit, pada penelitian ini sebanyak 120 gel/menit.



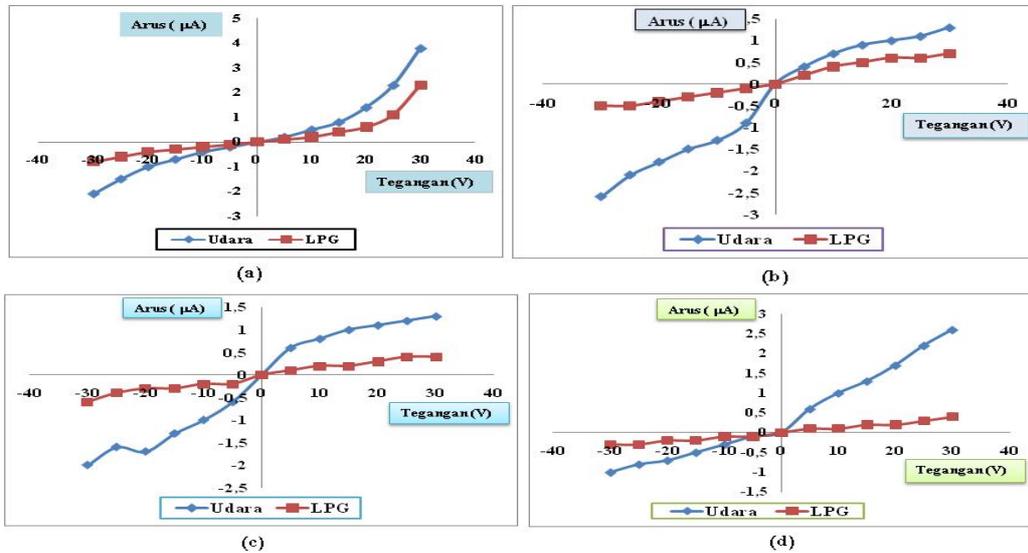
Gambar 1 Skema rangkaian alat pengujian sensor LPG (Sumber: Basthoh, 2013)

Pengukuran karakteristik I-V akan menentukan nilai sensitivitas sensor dan nilai konduktivitas sensor. Sensitivitas adalah rasio antara arus di udara (*I<sub>udara</sub>*) dengan arus di LPG (*I<sub>LPG</sub>*). Nilai sensitivitas dapat ditentukan dengan Persamaan 2.

$$S = \frac{I_{Udara}}{I_{LPG}} \tag{2}$$

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Karakteristik I-V Sampel pada Lingkungan Udara dan LPG



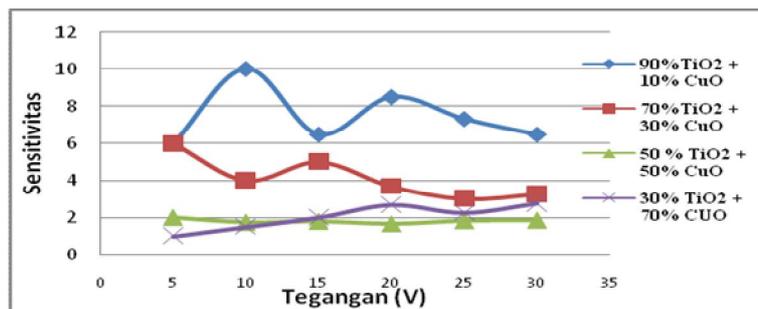
Gambar 2 Grafik I-V pada sampel (a) 30% mol TiO<sub>2</sub> + 70% mol CuO, (b) 50% mol TiO<sub>2</sub> + 50% mol CuO, (c) 70% mol TiO<sub>2</sub> + 30% mol CuO, dan (d) 90% mol TiO<sub>2</sub> + 10% mol CuO.

Karakteristik I-V pada sampel 30% mol TiO<sub>2</sub> + 70% mol CuO, sampel 50% mol TiO<sub>2</sub> + 50% mol CuO, sampel 70% mol TiO<sub>2</sub> + 30% mol CuO, sampel 90% mol TiO<sub>2</sub> + 10% mol CuO ditunjukkan pada Gambar 2. Perbedaan arus pada lingkungan udara dan LPG menunjukkan bahwa arus pada lingkungan udara lebih besar dibandingkan arus pada lingkungan LPG. Hal ini dikarenakan kecilnya daerah deplesi pada sampel sehingga terjadi peningkatan arus. Banyaknya penambahan bahan TiO<sub>2</sub> ke dalam sampel juga menyebabkan terjadinya peningkatan sensitivitas secara signifikan. Hal ini disebabkan karena pada saat LPG dialirkan pada sensor terjadi reaksi reduksi yang menyebabkan elektron sulit melewati energi gap sehingga arus pada LPG mengalami penurunan.

Pada sampel 30% mol TiO<sub>2</sub>, perbandingan arus di udara dan arus di LPG pada tegangan 10 volt adalah 2,5. Setelah ditingkatkan doping menjadi 90% mol TiO<sub>2</sub> maka perbandingan arus di udara dan arus di LPG meningkat menjadi 10. Hal ini disebabkan penambahan doping TiO<sub>2</sub>.

3.2 Karakteristik Sensitivitas

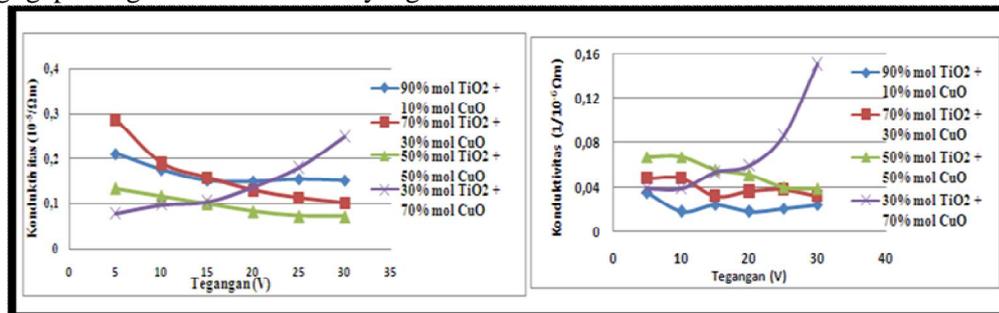
Nilai sensitivitas ditunjukkan seperti pada Gambar 3. Berdasarkan grafik pada Gambar 3 dapat diketahui bahwa nilai sensitivitas tertinggi adalah 10 yang terdapat pada bahan TiO<sub>2</sub> dengan penambahan bahan CuO yaitu sebesar 10%, tetapi nilai sensitivitas menurun pada tegangan 15 volt. Penurunan nilai sensitivitas juga dialami oleh sampel-sampel lain dengan tegangan yang berbeda, dimana hal ini disebabkan terjadinya reaksi reduksi optimum pada saat LPG dialirkan sehingga arus menjadi kecil.



Gambar 3 Grafik perubahan sensitivitas terhadap tegangan

### 3.3 Nilai Konduktivitas Sampel di Lingkungan Udara dan LPG

Gambar 4 menunjukkan perubahan konduktivitas di lingkungan udara dan lingkungan LPG dimana sampel 30% mol  $\text{TiO}_2$  + 70% mol  $\text{CuO}$  mengalami peningkatan nilai konduktivitas diantara nilai konduktivitas yang dimiliki oleh sampel yang lainnya baik di lingkungan udara maupun di lingkungan LPG. Nilai konduktivitas tertinggi terdapat pada lingkungan LPG dibandingkan dengan lingkungan udara karena saat LPG dialirkan pada sensor, reaksi yang terjadi yaitu reaksi reduksi secara optimum sehingga oksigen yang teradsorbsi melepaskan elektron menyebabkan jumlah elektron bertambah dan dengan mudah melewati energi gap menghasilkan nilai arus yang besar.



Gambar 4 Grafik perubahan konduktivitas (a) di lingkungan udara dan (b) lingkungan LPG

## IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa sensor sudah mampu membedakan kondisi lingkungan udara dengan lingkungan LPG. Nilai sensitivitas tertinggi terdapat pada sampel 90% mol  $\text{TiO}_2$  + 10% mol  $\text{CuO}$  yaitu 10. Konduktivitas pada lingkungan LPG lebih tinggi dibandingkan pada lingkungan udara. Sensor ini memiliki kemampuan untuk dapat bekerja pada temperatur ruang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Basthoh, E., 2013, Karakterisasi  $\text{ZnO}$  Didoping  $\text{TiO}_2$  untuk Detektor LPG, Tesis, Program Studi S-2 Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang
- Deswardani, 2013, Karakterisasi Semikonduktor  $\text{TiO}_2$  ( $\text{ZnO}$ ) Sebagai Sensor *Liquefied Petroleum Gas* (LPG), Skripsi, Program Studi S-1 Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang.
- Hendri, 2012, Karakterisasi  $\text{TiO}_2$  ( $\text{CuO}$ ) dengan Metoda Keadaan Padat (*Solid State Reaction*) sebagai Sensor Gas  $\text{CO}_2$ , Skripsi, Program Strudi S-1 Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang.
- Nopriyanti, R., 2012, Sintesis Lapisan Tipis  $\text{SnO}_2$  dalam Aplikasinya sebagai Sensor Gas  $\text{CO}$  dan Pengujian Sensitivitas, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Oktorizal, A., 2010, Studi Snsor Gas Berbasis *Surface Acoustic Wave* Untuk Penerapan pada Sistem Identifikasi Gas, Universitas Andalas, Padang.
- Wismadi, T., 2001, Pembuatan dan Karakterisasi Lapisan Tipis *Copper Oxide* ( $\text{CuO}$ ) Sebagai Sensor Gas, Skripsi, Program S-1 Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Yadav, B. C., 2011, Solid-state Titania-based Gas Sensor for Liquefied Petroleum Gas Detection at Room Temperature, *Bull. Mater. Sci.*, Vol. 34, No. 7, hal. 1639-1644