

KARAKTERISASI ZnO DIDOPING TiO₂ UNTUK DETEKTOR LPG

El Basthoh, Elvaswer, Harmadi

Program Pascasarjana Fisika FMIPA Universitas Andalas
Kampus Unand, Limau Manis, Padang, 25163

Email : el.basthoh@gmail.com, elvaswer@fmipa.unand.ac.id,
harmadimsi@yahoo.co.id

ABSTRAK

Detektor LPG dibuat berbentuk pelet dari bahan ZnO yang didoping dengan TiO₂. Pembuatan pelet dimulai dengan kalsinasi, penggerusan, kompaksi dan sintering. Pemberian doping mempengaruhi nilai I-V, sensitivitas, dan terbentuknya bahan baru. Perubahan nilai I-V yang besar pada pelet ZnO yang didoping 3% TiO₂ membuat nilai sensitivitasnya meningkat. Nilai sensitivitas tertinggi dari lingkungan udara ke lingkungan LPG yang di dapat sebesar 3,0769. Pada data XRD dengan penambahan doping 9% sudah terbentuk senyawa baru Zn₂TiO₄.

Kata kunci : detektor, ZnO(TiO₂), karakteristik I-V, sensitivitas.

ABSTRACT

The detector of LPG is made in form of pellets from materials ZnO doping with TiO₂. The process to make the pellets started from calcination, grinding, compacting, and sintering. By giving the doping, that influences the value of I-V, sensitivity, and creating the new materials. The biggest change of the value I-V in pellets ZnO doping with 3% TiO₂ has increased the value of sensitivity. The highest value of sensitivity from area of the air into area of the LPG is 3,0769. On data of XRD addition doping 9% has been created new compound, Zn₂TiO₄.

Keywords: tedecktor, ZnO(TiO₂), voltage-current characteristic, sensitivity.

1. PENDAHULUAN

Berbagai proses dan penggunaan LPG dimulai dari eksplorasi, pengeboran, industri besar sampai penggunaan industri rumah tangga sehingga dibutuhkan detektor yang dapat mendeteksi adanya kebocoran gas. Bahan yang banyak dikembangkan dibidang industri dan penelitian adalah bahan semikonduktor yang tergolong logam oksida. Logam oksida seperti ZnO, SnO₂ dan TiO₂ banyak digunakan dan diteliti untuk pengembangan pendeteksi gas seperti H₂, CO, NO_x, CH₄ dan hidrokarbon lainnya (Wang, dkk, 1998).

ZnO telah banyak menarik perhatian sebagai bahan sensor gas, karena ZnO merupakan bahan kimia yang bagus, suhu termal stabil, biaya rendah dan sederhana dalam pembuatan (Yali, 2009). ZnO memiliki keterbatasan pada tingkat respon, operasi suhu, sensitivitas dan selektivitas untuk sensor gas oksida logam. Beberapa cara telah dilakukan untuk memperbaiki keterbatasan ZnO melalui penggunaan bahan aditif seperti logam mulia Pd, Pt dan Au (Bhattacharyya, 2008; Yali, 2009), pada golongan transisi atau kelompok logam oksida TiO₂, CuO, CeO₂ dan sebagainya (Yali, 2009). Bahan logam mulia merupakan bahan yang mahal dan susah untuk didapatkan sehingga dipilihlah TiO₂ sebagai bahan aditifnya. Sifat fisik dari TiO₂ berupa permukaan kimia, transfer muatan dan sifat listriknya membuat TiO₂ telah banyak digunakan dalam penelitian sensor gas dan aplikasi lainnya (Yadav, dkk., 2011).

Penggunaan ZnO yang didoping dengan TiO₂ merupakan salah satu alternatif yang bisa digunakan untuk pembuatan detektor LPG. Bahan yang sudah digunakan dalam pendeteksian LPG tanpa bahan aditif berupa SnO₂, ZnO, dan TiO₂ sedangkan dengan penambahan aditif yang pernah dilakukan berupa bahan SnO₂ dengan bahan aditif Ru, Ni, dan Sr, bahan ZnO dengan bahan aditif Pd (Reichel, 2005; Galstyan, dkk., 2008; Bochenkov dan Sergeev, 2010; Yadav, 2011).

Karakterisasi yang dilakukan untuk mengetahui sensitivitas dan bahan yang terkandung pada pelet. Dalam Yadav (2011), Sarivastava (2006) menyatakan sensitivitas adalah hubungan antara arus dilingkungan udara dan arus dilingkungan LPG yang mengalir pada bahan dengan konsentrasi gas pereduksi.

2. METODE

2.1. Pembuatan Pelet

Pembuatan pelet untuk detektor gas semikonduktor pada penelitian ini menggunakan bahan dasar ZnO (Merck, 99%) dan pendoping TiO₂ (Merck, 99%). Pencampuran bahan dilakukan dengan variasi 0%, 3%, 5%, 7% dan 9%. Ukuran pelet yang diuji berdiameter 12 mm dengan tebal 3 mm.

Reaksi kimia sebagai berikut :

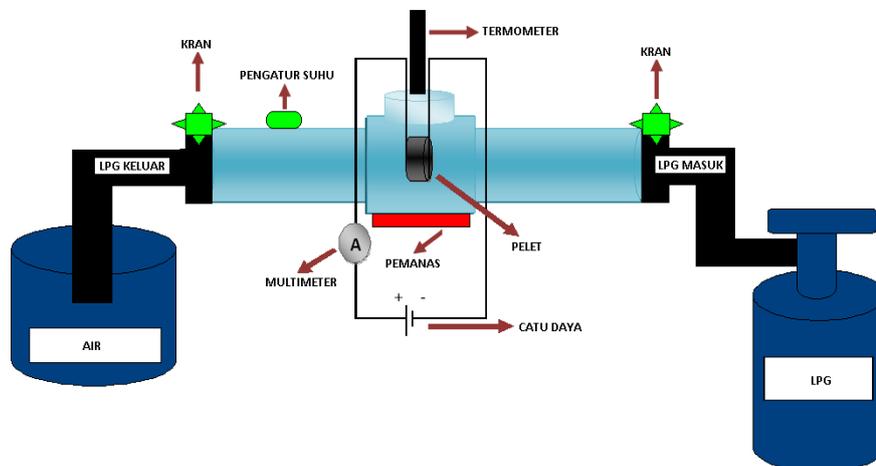


dengan x : persentase pendoping.

Bahan kemudian digerus dan dikalsinasi pada suhu 800 °C selama 3 jam. Setelah kalsinasi selesai, bahan dikompaksi sehingga berbentuk pelet, setelah pelet terbentuk pelet disintering pada suhu 800 °C selama 7 jam.

2.2. Karakterisasi

Pelet yang telah disintering dikarakterisasi menggunakan alat pengujian detektor LPG, skema rancangan alat diperlihatkan pada Gambar 1. Pada skema diperlihatkan alat pengujian berfungsi untuk mengalirkan LPG. Pada pelet diberikan bias maju dengan menghubungkan salah satu bagian elektroda dengan kutup positif dan bagian yang lain dengan kutup negatif. Pemberian bias mundur dengan polaritas yang dibalik. Pelet dan catu daya dihubungkan ke amperemeter, sehingga arus dan tegangan dapat diukur. Pengukuran bias maju dan bias mundur diberikan dengan variasi tegan dari 30 V sampai dengan -30V dengan interval 3 V.

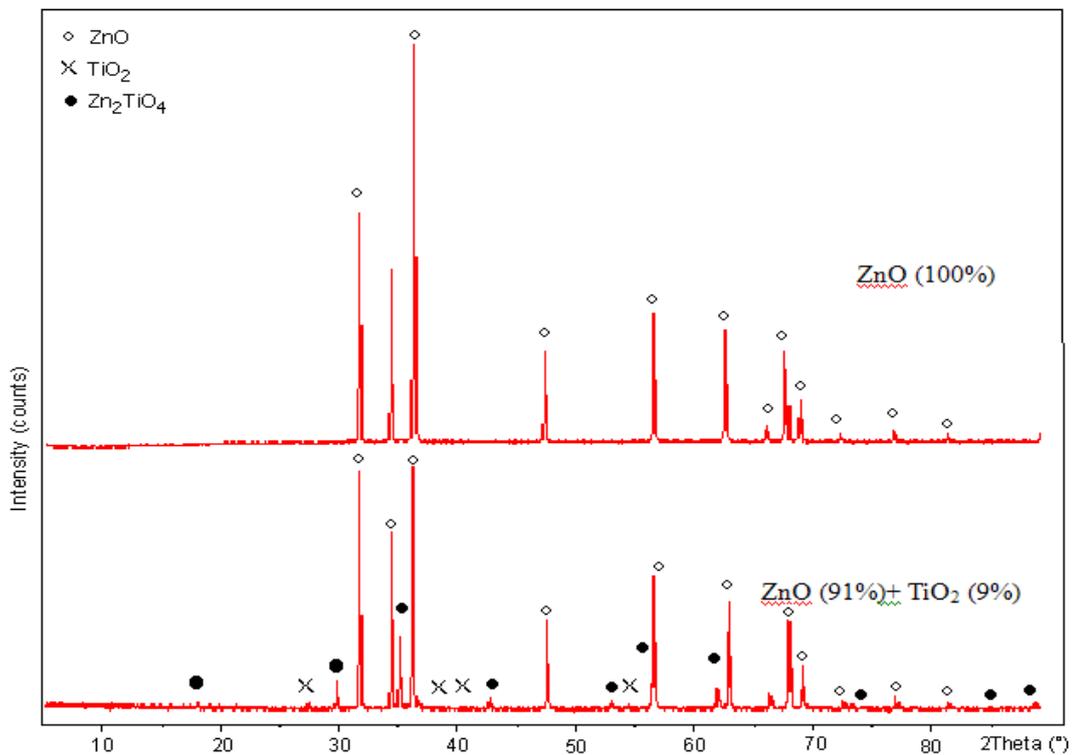


Gambar 1. Skema Rancangan Alat Pengujian Detektor LPG

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Hasil XRD

Hasil XRD memperlihatkan kekristalan bahan pada setiap sudut 2θ yang berbeda. Intensitas yang besar menunjukkan bahwa kristal tersebut memiliki keteraturan kristal yang baik atau semakin banyak atom-atom yang tersusun rapi. Pola difraksi yang didapatkan dari XRD pada pelet ZnO murni menunjukkan kandungan bahan berupa ZnO dengan sistem kristal Hexagonal dan pada pelet ZnO didoping 9% TiO₂ menunjukkan 3 kandungan yaitu ZnO, TiO₂ dan Zn₂TiO₄ dengan sistem kristal masing-masingnya Hexagonal, Tetragonal dan Kubik. Pada Gambar 2. diperlihatkan pola difraksi sinar-X pada pelet ZnO murni dibandingkan dengan pelet ZnO didoping 9% TiO₂, didapati terbentuknya puncak-puncak yang baru pada ZnO didoping 9% TiO₂. Fakta ini menunjukkan adanya pembentukan senyawa baru Zn₂TiO₄.

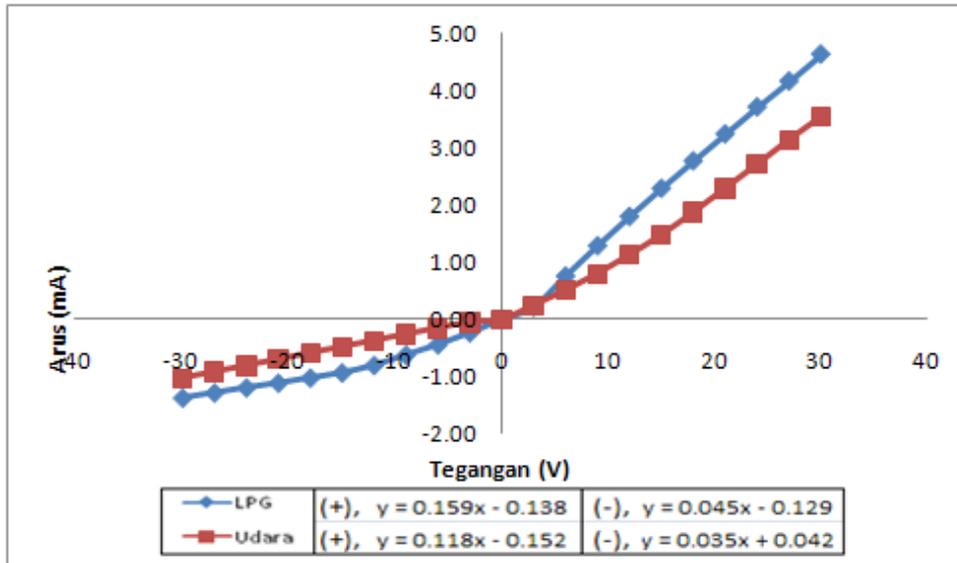


Gambar 2. Pola difraksi sinar-X pada pelet ZnO murni dan pelet ZnO didoping 9% TiO₂.

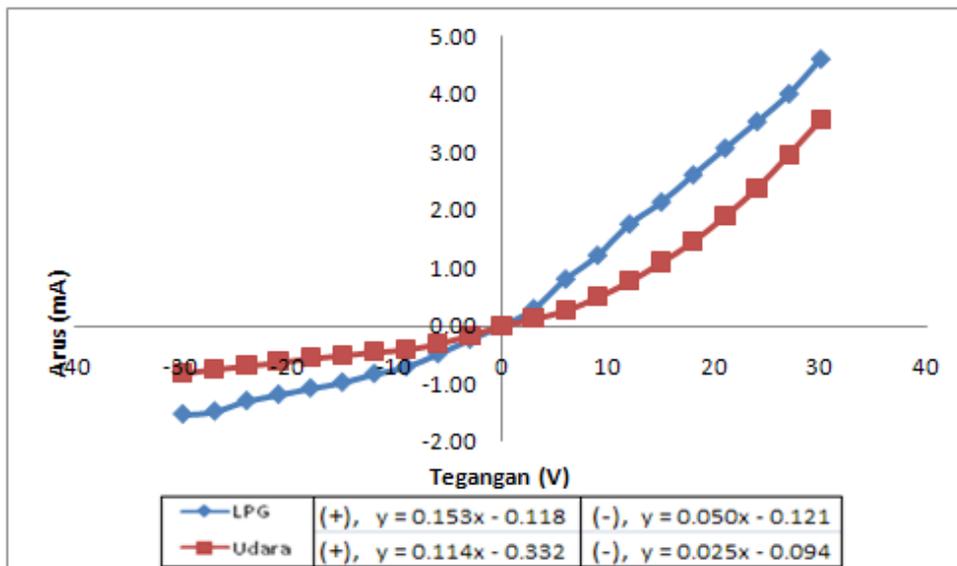
3.2 Karakteristik I-V

Karakterisasi I-V pada suhu 85 °C untuk ZnO murni ditunjukkan pada Gambar 3. pada grafik diperlihatkan bahwa nilai arus meningkat sejalan dengan peningkatan nilai tegangan yang diberikan, selain itu juga dapat dilihat adanya perubahan arus saat di udara dan LPG. Arus yang didapatkan semakin meningkat saat di alirkan LPG disebabkan reaksi yang terjadi antara LPG dan O⁻ yang ada pada ZnO, sehingga garafik I-V pada saat di lingkungan LPG lebih tinggi dibandingkan di lingkungan udara.

Karakterisasi I-V pada suhu 85 °C untuk ZnO didoping 3% TiO₂ ditunjukkan pada Gambar 4. pada grafik dapat dilihat bahwa adanya perubahan yang lebih besar saat di aliri LPG. Hal ini disebabkan ZnO mempunyai elektron valensi 2 sedangkan TiO₂ memiliki elektron valensi 4, sehingga terdapat 2 elektron bebas. Pemberian doping ini dapat merubah energi gap menjadi lebih kecil.



Gambar 3. Grafik I-V pelet ZnO murni

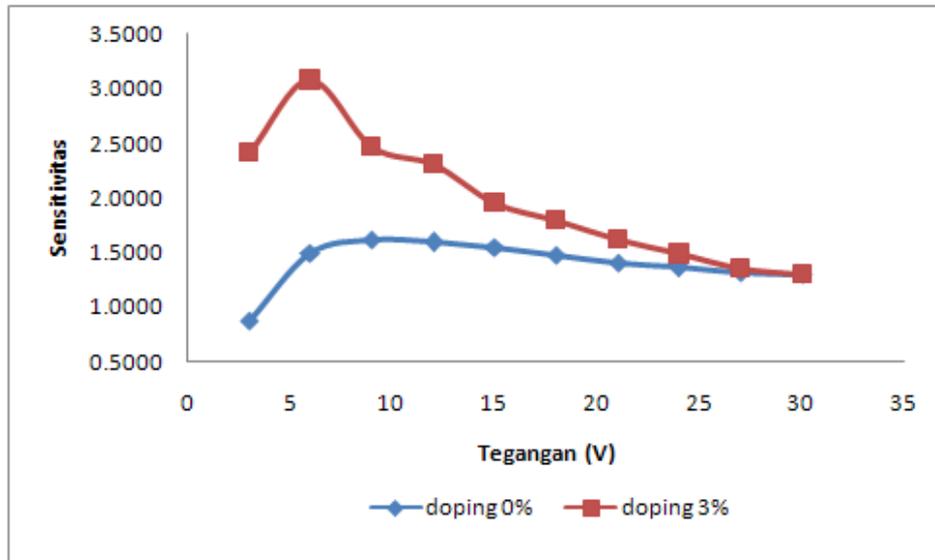


Gambar 4. Grafik I-V pelet ZnO didoping 3% TiO₂

3.3 Karakteristik Sensitivitas

Berdasarkan karakteristik I-V dari pelet yang telah diukur, maka dapat dibuat grafik perubahan sensitivitas terhadap tegangan, seperti yang terlihat pada Gambar 5.

Pada grafik dapat dilihat bahwa pelet ZnO murni memiliki grafik yang mengalami penurunan saat diberi tegangan yang semakin tinggi. Pelet ZnO didoping 3% TiO₂ memiliki sensitivitas tertinggi, namun juga mengalami penurunan setiap kali tegangannya ditingkatkan dengan penurunan yang juga lebih besar dibandingkan pelet ZnO.



Gambar 5. Grafik perubahan sensitivitas terhadap tegangan

Berdasarkan grafik yang dihasilkan dapat diketahui bahwa pelet yang di doping memiliki nilai sensitivitas lebih tinggi di banding pelet yang tidak di doping.

4. KESIMPULAN

Pada data XRD dengan penambahan doping 9% sudah terbentuk senyawa baru Zn_2TiO_4 . Perubahan nilai I-V yang besar pada pelet ZnO yang didoping 3% TiO_2 membuat nilai sensitivitasnya meningkat pada suhu 85 °C. Nilai sensitivitas tertinggi dari lingkungan udara ke lingkungan LPG yang di dapat sebesar 3,0769. Penambahan pendoping mempengaruhi nilai sensitivitas bahan dimana yang diberi doping mempunyai sensitivitas yang lebih tinggi dari pada bahan yang tidak diberi doping.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bhattacharyya, P., Basu, P.K., Lang, C., Saha, H. dan Basu, S., 2008, Noble metal catalytic contacts to sol-gel nanocrystalline zinc oxide thin films for sensing methane, *Sens. Actuators B*, Elsevier.
2. Bochenkov, V.E. dan Sergeev, G.B., 2010, *Metal Oxide Nanosensors* and Their Applications*, ISBN: 1-58883-176-0, American.
3. Galstyan, V.E., Aroutiounian, V.M., Arakelyan, V.M., dan Shahnazaryan, G.E., 2008, *Investigation Of Hydrogen Sensor Made Of ZNO<Al> Thin Film*, Yerevan State University, Republic of Armenia.
4. Reichel, P., 2005, *Entwicklung eines Chemischen Gas Sensor Systems*, Disertasi, Fakultas Kimia dan Farmasi, Universitas Tubigen.
5. Wang, C.C., Akbar, S.A. dan Madau, M.J., 1998, *Ceramic Based Resistive Sensors*, *Journal of electroceramics*, Volume 2, Number 4, The Ohio State University Columbus, Ohio, Usa, hal 273-282.
6. Yadav, B.C., Yadav, A., Shukla, T. Dan Sigh, S., 2011, *Solid-State Titania-Based Gas Sensor For Liquefied Petroleum Gas Detection At Room Temperature*, Department of Physics, University of Lucknow, India.
7. Yali Cao, Weiyu Pana, Ying Zonga dan Dianzeng Jia, 2009, *Preparation and gas-sensing properties of pure and Nd-doped ZnO nanorods by low-heating solid-state chemical reaction*, *Sensors and Actuators B*, Elsevier.