

**KARAKTERISTIK RESISTANSI
CNT (*CARBON NANOTUBES*) YANG DIMODIFIKASI PVA (*POLYVINYL ALCOHOL*)
UNTUK APLIKASI SENSOR GAS ETANOL**

Skripsi
untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1 Fisika



Oleh :
ELLA WAHYU AWALINA
J2D 005166

JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2010

ABSTRACT

Carbon nanotube (CNT) as nano material structur have high surface area and electrical properties which are dependent on the chirality and that tube diameter, make it candidate material for gas sensing. This research investigate the sensitivity of ethanol vapor (C₂H₅OH) on the change in resistance of carbon nanotube.

Deposition CNT on silicon (Si) substrat were synthesized using spray pyrolysis method. Carbon nanotubes was characterized by Scanning Electron Microscopy (SEM). Sensitivity of CNT to ethanol vapor were tested by measuring the resistance of CNT at temperature of 27, 38, 50 dan 87⁰ C.

SEM analysis show that diameter of CNT between 20 - 65 nm with the thick is 1,51 μm. This research show that upon exposure to ethanol, the resistance of carbon nanotubes increased significantly. This is because of electron charge transfer, impact of molecule ethanol adsorption on CNT. This result indicates that CNT sensitive to ethanol vapor.

Key words: Carbon naotubes, spray pirolysis, gas sensor, resistance

INTISARI

Carbon nanotube (CNT) sebagai material nano struktur yang memiliki permukaan luas serta sifat-sifat kelistrikan yang ditentukan dari derajat penggulangan dan diameternya, merupakan kandidat material sensor gas. Penelitian ini mengkaji sensitivitas CNT terhadap gas etanol melalui karakteristik perubahan resistansinya.

CNT ditumbuhkan diatas silikon menggunakan metode spray pyrolysis. Morfologi CNT yang dihasilkan diamati menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM). Pengujian sensitivitas CNT terhadap gas etanol dilakukan melalui pengukuran karakteristik perubahan resistansi CNT terhadap gas etanol pada temperatur 27, 38, 50 dan 87⁰ C.

Analisis SEM menunjukkan telah terbentuk CNT dengan estimasi ketebalan 1,51 μm dan diameter tabung berkisar antara 20 - 65 nm. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa resistansi CNT cenderung meningkat saat dipapari gas etanol. Peningkatan resistansi CNT ini disebabkan adanya transfer muatan elektron akibat adsorpsi molekul etanol pada CNT. Hal ini mengindikasikan bahwa CNT memiliki sensitivitas terhadap gas etanol.

Kata kunci: Carbon nanotubes, spray pyrolysis, sensor gas, resistansi.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Riset bidang material skala nanometer sangat pesat dilakukan di seluruh dunia saat ini. Penemuan baru bidang ini muncul diiringi dengan berbagai aplikasi dalam berbagai bidang, seperti bidang elektronik, energi, kimia, kedokteran, lingkungan dan sebagainya. Reduksi ukuran material dalam skala nanometer menjadi sangat penting karena sifat-sifat material yang meliputi fisis, kimiawi, maupun biologi dapat berubah drastis ketika dimensi material masuk ke dalam skala nanometer.

Salah satu jenis material nanostruktur adalah *Carbon Nanotubes* (CNT). CNT merupakan ikatan antar 1 atom karbon dengan 3 atom karbon yang lain, membentuk ikatan berupa silinder dengan ukuran jari-jari dalam orde nanometer. Berdasarkan bentuk penyusun atom-atomnya, CNT dapat juga dipandang sebagai grafit yang digulung. Hasil bentuk gulungan tersebut membentuk tiga struktur CNT yaitu *zig-zag*, *armchair*, dan *chiral*. Perbedaan cara menggulung ini mengakibatkan CNT bersifat metal, semikonduktor atau insulator yang potensi aplikasinya sangat besar dalam divais elektronik berkecepatan tinggi (Abdullah, 2004).

Sensor gas merupakan salah satu aplikasi CNT yang berusaha dikembangkan para ilmuwan saat ini. Karakteristik sensor gas yang sensitif dan selektif terhadap gas sangat bergantung pada jenis material yang digunakan. CNT dengan ukurannya yang nanometer, strukturnya yang unik dan derajat penggulangannya yang menentukan sifat kelistrikannya merupakan kandidat material sensor gas (Dai dkk, 2002).

Dalam pengembangannya terdapat beberapa tipe sensor berdasarkan jenis teknologi yang digunakan, mulai dari elektrolit padat hingga semikonduktor dan nano teknologi (Koh,2000). Teknologi semikonduktor memiliki peran yang signifikan dalam teknologi sensor mengingat kemampuan konduktifitas dari semikonduktor yang dapat berubah-ubah. Kunci dari teknologi semikonduktor bagi aplikasi dalam dunia sensor adalah jumlah dan mobilitas dari pembawa muatan yang terdapat dalam bahan semikonduktor sangat sensitif tidak hanya terhadap parameter fisik seperti temperatur, cahaya ataupun tekanan, tetapi juga sangat sensitif terhadap parameter kimia. Dengan hadirnya teknologi nano mampu menghasilkan bahan semikonduktor yang lebih baik membuat daya tarik lebih besar bagi para peneliti sensor semikonduktor. Partikel bahan

semikonduktor yang berukuran nano juga menyebabkan luas bidang sentuhnya menjadi berlipat lipatan yang menyebabkan sentuhan permukaan dengan zat kimia yang dideteksinya akan menjadi jauh lebih luas, yang diharapkan mampu meningkatkan sensitivitas sensor tersebut (Hooker, 2002).

Berbagai penelitian mengenai aplikasi CNT sebagai sensor gas telah dilakukan sebelumnya, Philip dkk (2003) membuat lapisan tipis komposit CNT/PMMA, dari hasil pengamatan tersebut terdapat peningkatan resistansi 10^2 - 10^3 ohm terhadap gas *dichloromethane*, *chloroform* dan *acetone*. Faizah, dkk pada tahun 2007 mengamati efek absorpsi gas ammonia terhadap CNT. Sintesis CNT dilakukan dengan metode FC-CVD (*Floating Catalyst Chemical Vapor Deposition*) menggunakan *benzene* sebagai sumber hidrokarbon, *ferrocene* sebagai katalis dan hidrogen serta argon sebagai gas pembawa. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa CNT memiliki sensitivitas tinggi terhadap gas ammonia. Tapnurat (2007) menguji sensor gas dari komposit CNT yang dicampur dengan *iso-butyl methyl ketone* dan aluminium sebagai substratnya kemudian memapari dengan gas etanol. Pengujian tersebut dilakukan pada temperatur yang berbeda yakni, 38, 50, 100 dan 150°C , hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa sensor tersebut optimum pada 38°C dengan peningkatan resistansi 2-5 ohm, responsivitas 0.01 serta waktu responnya 10 detik.

Terdapat beberapa metode fabrikasi yang dapat digunakan untuk menumbuhkan CNT, antara lain : metode *chemical vapor deposition* (CVD), *laser ablation* maupun *spray-pyrolysis* (Abdullah, 2008). Pada metode yang berbasis CVD, CNT biasanya ditumbuhkan dari bahan dasar berbentuk gas yang mengandung karbon seperti CH_4 , C_2H_2 maupun FeCO_5 . Namun demikian bahan-bahan tersebut bersifat toksik sehingga sangat berbahaya jika terjadi kebocoran gas tersebut (Nautiq, 2008).

Sintesis CNT dengan metode *spray-pyrolysis* dilakukan dengan menggunakan sumber karbon berupa *benzena*, *xylene*, *toluena*, *cyclohexanae*, *cyclohexanone*, *n-hexane*, *n-heptane*, *n-octane* dan *n-pentane*. Sedangkan katalis yang bisa digunakan adalah *metallocene* (*ferrocene*, *cobaltocene*, dan *niclelocene*) (Kamalakaran, 2000). Salah satu keuntungan fabrikasi CNT menggunakan metode ini adalah ukuran yang dihasilkan dapat dikontrol dengan mudah melalui pengontrolan larutan. Makin kecil konsentrasi larutan maka makin sedikit jumlah zat terlarut dalam droplet yang menyebabkan makin kecil ukuran yang dihasilkan (Abdulloh, 2008). Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan Nautiq (2008), yang memperoleh tingkat homogenitas CNT tertinggi menggunakan metode *spray-pyrolysis* pada temperatur 900°C

dengan komposisi *benzene-ferrocene* 0,06 gr/ml diperoleh massa sebesar 2,19 gram dan diameternya 80 ± 1 nm.

Pada penelitian ini akan dilakukan penumbuhan CNT di atas silikon menggunakan metode *spray-pyrolysis*. CNT yang diperoleh akan diuji karakteristik perubahan resistansinya terhadap paparan etanol sebagai indikasi kemampuan CNT untuk dapat digunakan sebagai sensor etanol.

1.2 Perumusan masalah

Etanol memiliki angka oktan tinggi merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang efisien sebagai pengganti bensin. Salah satu karakteristik bahan bakar adalah mudah menguap (Handayani,2009). Namun demikian bahan bakar yang terlalu mudah menguap juga berbahaya karena mudah terbakar. Oleh karena itu diperlukan teknologi yang dapat mendeteksi gas etanol.

Carbon Nanotubes (CNT) sebagai material nanostruktur memiliki permukaan yang luas merupakan kandidat material sensor gas (Dai dkk, 2002). Struktur permukaannya yang luas memudahkan adsorpsi gas etanol sehingga CNT memiliki daya sensitivitas yang tinggi. Sedangkan sintesis CNT menggunakan metode *spray pyrolysis* merupakan metode yang sederhana dalam menghasilkan CNT dengan kualitas yang baik, biaya produksi yang murah, dan dapat diproduksi dalam skala besar (Noor, 2009). Oleh karena itu penelitian ini diharapkan dapat membuktikan bahwa sintesis CNT menggunakan *spray pyrolysis* dapat digunakan sebagai sensor gas etanol yang memiliki sensitivitas tinggi dengan kualitas yang baik dan murah.

1.3 Tujuan penelitian

1. Menumbuhkan CNT di atas silikon menggunakan metode *spray-pyrolysis*.
2. Mengukur resistansi CNT dalam lingkungan gas etanol pada variasi temperatur 27, 38, 50 dan 87° C.
3. Menganalisis karakteristik resistansi CNT terhadap paparan gas etanol.

1.4 Batasan Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan dibatasi oleh beberapa hal diantaranya :

1. Metode yang digunakan untuk mensintesis *carbon nanotube* dan penumbuhannya di atas silikon adalah metode *spray pyrolysis*

2. Penelitian ini hanya mengkaji pengaruh gas etanol terhadap perubahan resistansi CNT dan tidak menentukan besar konsentrasi gas yang terpapar.
3. Pengukuran resistansi dilakukan pada temperatur 27, 38, 50 dan 87⁰ C.

1.5 Manfaat Penelitian

Diperoleh karakteristik perubahan resistansi CNT yang dibuat menggunakan metode *spray pyrolysis* terhadap paparan gas etanol sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sensor gas etanol.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M., 2008. *Pengantar Nanosains*. Bandung: FMIPA Institut Teknologi Bandung.
- Anggraeni, K. 2006. *Perangkat Memori Berbasis Carbon Nanotube* (jurnal). Bandung.
- Brian Yulianto, H. S. Zhou, T. Yamada, I. Honma, K. Asai, CHEMPHYSICHEM, 2004, 5, 261
- Boughman, R.H., Zakhidov, A.A and Walt A. de Heer. 2002. *Carbon Nanotubes the Route Toward Applications*. Science compass volume 297
- Daenen, M, R.D. de Fouw, Hamers B, Janssen P.G.A, Schouteden K, Veld M.A.J. 2003. *The Wondrous World of Carbon Nanotubes (A Review of Current Carbon Nanotube Technologies)*. Eindhoven University of Technology.
- Dai,L., dkk, 2002. *Sensor and Sensor Arrays based on conjugated Polymers and Carbon Nanotubes*. Pure Appl. Chem. 74: 1753-1772
- Ding, Feng (2005). *Theoretical Study Of The Stability Of Defects In Single-Walled Carbon Nanotubes As A Function Of Their Distance From The Nanotube End*. Department of Physics, Göteborg University, Sweden
- Faizah,dkk.2007. *Gas Sensor Application of Carbon Nanotubes*.International Journal of Engineering and Technology, Vol. 4, No. 1,pp. 106-113.
- Handayani, Sri Utami. 2009. *Pemanfaatan Bioetanol Sebagai Bahan bakar Pengganti Bensin*. Skripsi D-III Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Hooker,S.A. 2002. *Nanotechnology Advantegs Applied To Gas Sensor Development*. The Nanoparticles Confrence Proceeding.
- Jeans, James.1965. *An Introduction to The Kinetic Theory of Gases*. New York, University Cambridge Press
- John,T.W. 2008. *Carbon Nanotubes Gas Sensors*. Dalam buku *Advanced Micro & Nanosystems Vol. 8. Carbon Nanotube Devices*.Diedit oleh Christofer Hierold.Copyright © 2008 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.ISBN: 978-3-527-31720-2
- Kamalakaran, R., Terrones, M and Seeger, T. 2000. *Synthesis of Thick And Crystalline Nanotube Arrays by Spray Pyrolysis*. Max-Planck-Institut für Metallforschung, Seestr. 92, D-70174 Stuttgart, Germany.

- Kittel, C. 1986. *Introduction to Solid State Physics*, edisi 6, John Wiley and Sons
- Koh, S.K. Jung, H.J. Song, S.K. Choi, W.K. Choi, D. Jeon, J.S. 2000. *Sensor having tin oxide thin film for detecting methane gas and propane gas*. US patent 6,059,93
- Mulyono. 2005. *Kamus Kimia*. Bumi Aksara, Jakarta
- Nautiq, Shouny. A. 2008. *Pengaruh komposisi ferrocene-benzena pada sintesis carbon nanotubes (cnt) dengan metode spray pyrolysis*. Skripsi Jurusan Fisika S-1 FMIPA Universitas Diponegoro
- Noor, Fatimah. 2009. *Kajian Pembuatan Nanotube Karbon Dengan Menggunakan Spray Pyrolysis*. Jurnal Sains dan Teknologi: Vol 1. No.1 Februari
- Paul, Jean. 1999. *Electrical Transport Properties in Carbon Nanotubes*. Dalam buku *The Science and Technology of Carbon Nanotubes* diedit oleh Kazuyoshi Tanaka, dkk © 1999 Elsevier Science Ltd. ISBN: 0 08 042696 4 ; Netherland.
- Philip, B., J. K. Abraham, A. Chandrasekhar, and V. K. Varadan. 2003. *Carbon nanotube/PMMA composite thin films for gas-sensing applications*. Smart Mater. Struct. 12:935–939.
- Rakov, Eduard. 2006. *Chemistry of Carbon Nanotube*. University of Chemical Technology. Dalam buku “Nanotube and Nanofiber” Yuri Gogotsi: CRC Press.
- Smallman R.E. 2000. *Metalurgi Fisik modern dan Rekayasa Material*, Erlangga. Jakarta.
- Sze, S.M., dan Ng, Kwok K., 2007. *Physics of Semiconductor Devices 3rd Edition*. John Wiley & Sons, Inc: Hoboken.
- Tapnurat, Meechai, dkk. 2007. *Thick Film of Carbon Nanotube Composite for Ethanol Sensor*. Thailand, Chiang Mai University. 50200.
- Vedala, Harindra., dkk. 2004. *Surface Modification of Carbon Nanotubes Using Poly (Vinyl Alcohol) For Sensor Applications*. Second International Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI). Miami, USA.
- Widyaningrum, Natalia. 2005. *Pembuatan lapisan Tipis Ti N untuk Sensor Gas dengan Metode Sputtering*. Skripsi S-1 Jurusan Fisika FMIPA Universitas Diponegoro
- Zhao, Jijun. dkk. 2002. *Gas molecule adsorption in carbon nanotubes and nanotube bundles*. Institute Of Physic Publishing : Nanotechnology 13, 195-200.
- Xue, F. 2005. *Application of Single Walled Carbon Nanotubes in Environmental Engineering: Adsorption and Desorption of Environmentally Relevant Species Studied by Infrared Spectroscopy and Temperature Programmed Desorption* (Disertation). Disertasi Program Doktor (degree of Doctor of Philosophy). University of Pittsburgh.