

Difference of Resistance of Very Fine Particle Carbon and Carbon Coated with Nanomaterial SnO₂ Based on Mechanical Exfoliation with Radius and Mass Variation Obtained from SnCl₂.2H₂O Material

Perbedaan Nilai Hambatan Sampel Hasil Preparasi dan Sintesis Lapisan *Very Fine Particle* Karbon dan Karbon yang Dilapisi Nanomaterial SnO₂ Berbasis *Mechanical Exfoliation* dengan Variasi Jari-jari dan Massa Bahan SnCl₂.2H₂O

Muqtaf Najich Abdillah dan Wipsar Sunu Brams Dwardaru

Program Studi Fisika Jurusan Pendidikan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta

muqtafabdillah@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan lapisan SnO₂ dengan variasi jari-jari dan massa bahan terhadap nilai hambatan lapisan *very fine particle* karbon yang dihasilkan dari pengasapan lampu teplok. Penelitian dimulai dengan membuat lapisan karbon dari jelaga lampu teplok pada kaca preparat. Selanjutnya lapisan karbon ditambah dengan lapisan nanomaterial SnO₂. Nanomaterial SnO₂ diperoleh dari pembakaran SnCl₂.2H₂O dengan variasi jari-jari sebaran yaitu 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; dan 1,2 cm dan variasi massa yaitu 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; dan 0,5 gram. Proses karakterisasi lapisan yang terbentuk dilakukan dengan uji nilai hambatan. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan semakin besar jari-jari sebaran bahan dan semakin besar massa bahan maka nilai hambatan cenderung turun.

Kata Kunci: SnO₂, *mechanical exfoliation*, jelaga lampu teplok

ABSTRACT

The purpose of this research was to understand the addition of SnO₂ film with radius and mass material variation on resistance value of very fine particle carbon film from *kerosene oil* lamp combustion. This research was started by making carbon film from *kerosene oil* lamp soot on a glass slide. Next, carbon film was added with SnO₂ nanomaterial film. SnO₂ nanomaterial was produced from combustion of SnCl₂·2H₂O with 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; and 1,2 cm radius variation and 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; and 0,5 gram mass variation. Characterization of the film used resistance value measured using digital multimeter and four point probe (FPP). The conclusion of this research was the bigger material spread radius and mass, the smaller the resistance value.

Keywords: SnO₂, mechanical exfoliation, kerosene oil lamp soot

PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok yang sangat penting dalam kehidupan manusia saat ini. Seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan populasi penduduk di Indonesia yang semakin tinggi, maka permintaan akan energi listrik juga semakin meningkat. Namun, peningkatan permintaan energi listrik tidak diimbangi dengan peningkatan sumber daya penghasil energi tersebut. Sumber daya utama yang digunakan untuk menghasilkan energi listrik, khususnya di Indonesia, masih bergantung pada minyak bumi, gas alam, dan batu bara. Sumber energi tersebut jika digunakan terus-

menerus akan semakin habis dan juga menimbulkan polusi udara.

Terdapat beberapa energi alternatif yang ramah lingkungan dan ketersediaannya tidak terbatas. Salah satu bentuk pemanfaatan energi alternatif adalah sel surya. Perkembangan sel surya saat ini sudah mencapai pada generasi ketiga atau *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC). DSSC sangat berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut dikarenakan tidak memerlukan material dengan kemurnian tinggi sehingga biaya produksi relatif rendah.

Perkembangan DSSC khususnya di Indonesia terhambat oleh salah satu bahan utama DSSC yaitu kaca transparan-konduktif

atau biasa disebut *transparent conducting oxides* (TCO). TCO merupakan sebuah material konduktif dan transparan yang dilapiskan pada kaca. Bahan pembuat TCO pada umumnya adalah *indium tin oxide* (ITO), *fluorine-doped tin oxide* (FTO), *aluminium-doped zinc oxide* (AZO), dan *antimony-doped tin oxide* (ATO) (Stadler, Andreas: 2012).

Terdapat dua metode utama dalam pembuatan TCO, yaitu *chemical deposition* dan *physical deposition* (Gondomi P.2014:18). Dalam metode *chemical deposition* pembuatan TCO dilakukan dengan merendam material yang akan dilapisi ke dalam larutan kimia pelapis. Sedangkan *physical deposition* yang paling sering digunakan adalah *physical vapor deposition* (PVD). Teknik PVD yang memiliki tingkat kesuksesan tinggi dalam membuat TCO adalah teknik *sputtering*.

Prinsip kerja dari teknik *sputtering* adalah udara dalam *chamber* dipompa keluar,

sehingga tercipta ruang vakum. Selanjutnya gas Argon (Ar) dialirkan ke dalam ruang. Sumber tegangan DC dinyalakan, sehingga gas Argon terionisasi dan menghasilkan pasangan kation Ar^+ dan anion e^- . Karena material ITO (In_2O_3 dan SnO_2) merupakan katoda (kutub negatif) maka kation Ar^+ akan menumbuk material ITO. Tumbukan antara kation dan material ITO menyebabkan atom-atom In, Sn, dan O terlepas. Setelah In, Sn, dan O terlepas, maka atom-atom tersebut bergerak menuju substrat yang akan dilapisi kemudian mengendap di permukaan substrat tersebut (Wibowo, Adhi. 2013).

TCO sulit diperoleh dikarenakan bahan utama TCO dan alat untuk pembuatannya relatif mahal. Oleh karena itu dibutuhkan TCO dengan bahan yang murah dan metode sederhana. Dalam penelitian ini akan dibuat TCO dengan bahan karbon jelaga yang ditimpa dengan SnO_2 dari pembakaran $SnCl_2 \cdot 2H_2O$. Metode ini diharapkan dapat

memenuhi kebutuhan TCO dengan harga yang murah dan metode yang sederhana.

Nanomaterial SnO₂ juga sering digunakan untuk pembuatan TCO dikarenakan SnO₂ mempunyai transparansi yang tinggi dan hambatan yang rendah. Salah satu aplikasi dari TCO yang menggunakan SnO₂ adalah *dye sensitized solar cell* (DSSC). Lapisan SnO₂ murni ataupun campuran dengan senyawa lain dapat dideposisi dengan beberapa metode seperti *chemical vapor deposition*, *thermal evaporation*, *magnetron sputtering*, *spray pyrolysis*, dan *laser pulse evaporation* (Leng, Dan. et.al.2012).

Penggunaan lampu teplok sebagai sumber penerangan masih banyak ditemukan di daerah yang belum terjangkau listrik. Lampu teplok sendiri memiliki dampak yang tidak baik untuk kesehatan. Dampak tersebut berasal dari pembakaran tak sempurna pada lampu teplok. Pembakaran tak sempurna pada lampu teplok menghasilkan jelaga yang

dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan nanomaterial karbon.

Nanopartikel karbon memiliki sifat yang unik dan dapat diaplikasikan ke berbagai bidang. Oleh karena itu banyak dilakukan penelitian untuk memperoleh nanopartikel karbon. Beberapa metode untuk sintesis nanopartikel karbon adalah metode *hidrotermal*, metode *template* untuk karbon berpori, dan metode karbonisasi. Metode karbonisasi menggunakan suhu rendah dan suhu tinggi. Pemanasan pada suhu rendah digunakan untuk mengurangi kadar air dan menghancurkan struktur kristalin. Sedangkan pemanasan suhu tinggi digunakan untuk mengubah sumber karbon menjadi partikel karbon (Swastiko, 2016: 11).

Metode lain yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode *mechanical exfoliation* (ME). Metode ME merupakan metode sederhana untuk mensintesis *graphene* yang dikembangkan oleh Geim dan Novoselov (Reeves, 2010:

10). Metode ME memanfaatkan ikatan antar lapisan karbon yang merupakan ikatan *van der Waals*. Dengan melakukan ME ikatan antar lapisan karbon akan terputus, sehingga diperoleh *graphene single layer*. Metode ME belum pernah digunakan untuk eksfoliasi Sn dan akan digunakan dalam penelitian ini.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian observasi. Observasi yang dilakukan yaitu untuk mengetahui pengaruh jari-jari sebaran bahan, massa bahan, dan jumlah ME terhadap nilai hambatan lapisan yang terbentuk. Kemudian dilakukan karakterisasi, yaitu uji hambatan menggunakan multimeter digital dan *four point probe* (FPP).

Waktu dan Tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2015 sampai Juni 2016 di Laboratorium Fisika Koloid lantai II Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan

Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta.

Prosedur

Preparat dibersihkan menggunakan *aquades*. Kemudian preparat dilapisi dengan karbon dari lampu teplok. Selanjutnya menimbang bahan $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Untuk variasi massa, massa yang digunakan adalah 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; dan 0,5 gram. Variasi jari-jari sebaran bahan yang digunakan adalah 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; dan 1,2 cm, sedangkan variasi ME yaitu 0, 1, 2, 3, 4, dan 5 kali ME.

Setelah bahan ditimbang, bahan diletakkan di atas preparat dan diatur jari-jari sebarannya dan kemudian diletakkan preparat lain di atas bahan. Di samping kanan dan kiri preparat yang berisi bahan diletakkan preparat yang sudah dilapisi karbon jelaga. Selanjutnya preparat dibakar selama 10 menit.

Setelah dibakar preparat yang sudah terlapisi oleh $\text{C} + \text{SnO}_2$ diukur nilai hambatannya menggunakan multimeter

digital dan FPP. Sesudah diukur nilai hambatan, preparat kemudian dieksfoliasi dan diukur lagi nilai hambatannya.

Data, Instrumen, dan Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini dilakukan dua karakterisasi, yaitu nilai hambatan menggunakan multimeter digital dan FPP. Karakterisasi nilai hambatan dilakukan untuk mengetahui nilai hambatan pada lapisan yang dihasilkan.

Teknik Analisis Data

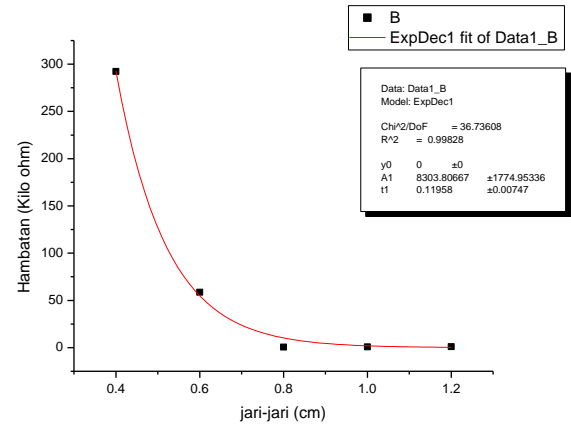
Hasil yang didapatkan dari pengukuran nilai hambatan yang terukur pada multimeter dan FPP menunjukkan besar hambatan pada lapisan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Hambatan dengan Multimeter

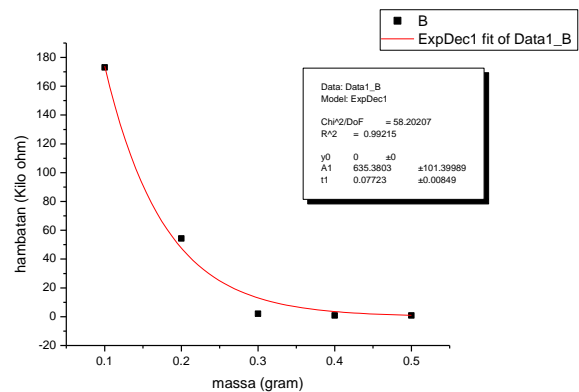
Digital

Uji hambatan dilakukan pada beberapa titik, dengan jarak yang sama. Setiap sampel diuji kemudian dieksfoliasi 1-5 kali ME.



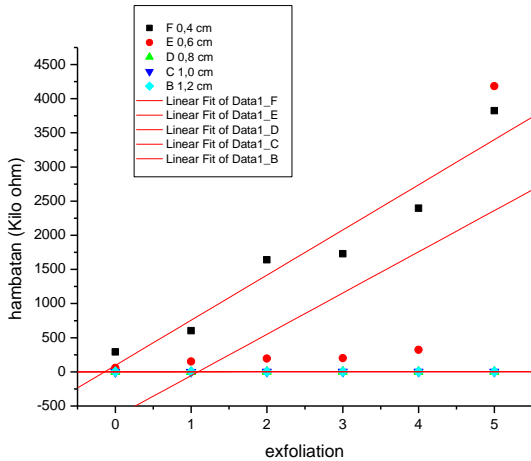
Gambar 2. Grafik hubungan jari-jari bahan dengan nilai hambatan lapisan

Dari gambar terlihat bahwa grafik menunjukkan persamaan *exponential decay*. Nilai hambatan terbesar pada jari-jari 0,4 cm yaitu 292,4053 k Ω dan nilai hambatan terkecil pada jari-jari 0,8 cm yaitu 0,6125 k Ω .



Gambar 3. Grafik hubungan massa bahan dengan nilai hambatan lapisan.

Trendline yang digunakan pada grafik di atas adalah *exponential decay*. Nilai hambatan terbesar terdapat pada massa 0,1 gram yaitu 173,119 k Ω dan nilai hambatan terkecil pada massa 0,3 gram yaitu 2,021 k Ω .

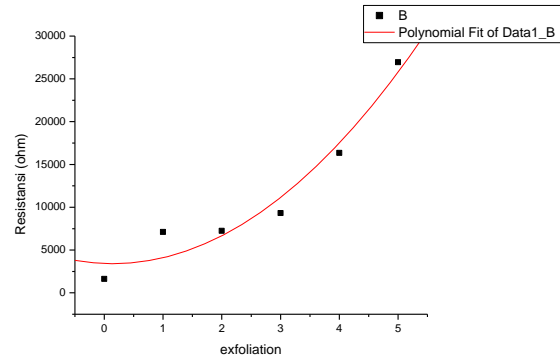


Gambar 4. Grafik hubungan jumlah ME terhadap nilai hambatan pada variasi jari-jari bahan.

Dari gambar terlihat bahwa grafik menunjukkan persamaan linear. Grafik di atas menunjukkan bahwa dengan bertambahnya ME, maka nilai hambatan pada lapisan akan semakin besar.

Uji Hambatan FPP

Setelah diukur resistansi mula-mula, selanjutnya sampel dieksfoliasi dan diukur resistansinya. Dari data yang diperoleh selanjutnya dapat dibuat sebuah grafik. Grafik tersebut adalah grafik hubungan antara jumlah ME dengan resistansi lapisan yang dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik hubungan jumlah ME dengan resistansi lapisan.

Dari gambar terlihat bahwa grafik menunjukkan persamaan *polynomial*. Resistansi terbesar pada 5 ME yaitu 26953,87 Ω dan resistansi terkecil pada 0 ME yaitu 1632,009 Ω . Grafik di atas menunjukkan bahwa semakin banyak ME yang dilakukan maka resistansi akan semakin besar.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Pengaruh penambahan lapisan nanomaterial SnO₂ pada lapisan *very fine particle* karbon yaitu menurunkan nilai hambatan. Nilai hambatan lapisan *vey fine particle* karbon semula adalah 18,993 M Ω dan setelah ditambah nanomaterial SnO₂ nilai hambatan dapat turun sampai 0,6125 k Ω .

2. Variasi jari-jari sebaran dan massa $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dalam pembuatan lapisan SnO_2 yang ditambahkan ke lapisan *very fine particle* karbon berpengaruh terhadap nilai hambatan lapisan yang dihasilkan. Semakin besar jari-jari $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, maka semakin kecil nilai hambatan yang dihasilkan. Sedangkan untuk massa $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, semakin besar massa $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ maka nilai hambatan juga cenderung semakin kecil.
3. *Mechanical exfoliation* berpengaruh terhadap nilai hambatan yang terbentuk. Semakin banyak ME yang dilakukan maka nilai hambatan akan semakin besar.

Saran

Setelah terselesaikannya penelitian ini, terdapat saran untuk peneliti selanjutnya.

1. Sumber pembakaran menggunakan kompor listrik dapat diganti dengan *hot plate* sehingga suhu pembakaran

dapat lebih dikontrol dan dapat dilakukan penelitian untuk variasi suhu.

2. Dalam penelitian selanjutnya dapat dilakukan uji XRD dan SEM untuk mengetahui struktur kristal dan morfologi dari lapisan yang terbentuk.


DAFTAR PUSTAKA

- Gondomi P. 2014. *Nanostructured Transparent Conducting Oxides for Advanced Photovoltaic Applications*. Milan: Politecnico Di Milano
- Leng, Dan, Lili Wu, Jiang Hongchao, Yu Zhao, Li Wei dan Lianghuan Feng. (2012). *Preparation and Properties of SnO_2 Film Deposited by Magnetron Sputtering*. International Journal of Photoenergy Volume 2012 (2012), Article ID 235971, 6 pages. Hlm 3
- Reeves, Charlotte. 2010. *Graphene: Characterization After Mechanical Exfoliation*. Diakses dari <http://physics.wm.edu/SeniorThesis/SeniorThesis2010/reevesthesis.pdf>. Pada 22 Maret 2016 pukul 23.00 WIB
- Stadler, Andreas. 2012. *Transparent Conducting Oxides-An Up- To- Date Overview*. Materials 2012, 5, 661-685; doi:10.3390/ma5040661. Hlm. 665
- Swastiko, Noviyanto D. 2016. *Karakterisasi Fisis Nanomaterial Karbon Berbasis Grafit Dari Lapisan Tipis Jelaga Hasil Pembakaran Lampu Teplok*

Berbahan Bakar Minyak Tanah.
Yogyakarta: FMIPA UNY.
Wibowo, Adhi. 2013. *Seputar kaca
transparan-konduktif oksida –
Karakteristik dan pembuatan
Indium-Tin Oxide.* Diakses dari

<https://energisurya.wordpress.com/2013/10/02/seputar-kaca-transparan-konduktif-oksida-karakteristik-dan-pembuatan-indium-tin-oxide/>. Pada 21 Maret 2016 pukul 21.00 WIB.

Reviewer,
Penguji Utama


Agus Purwanto, M.Sc
NIP 196508131995121001

Yogyakarta, 9 September 2016

Menyetujui
Pembimbing



W.S. Brams Dwandaru, Ph.D
NIP198001292005011003