

Karakterisasi XRD pada Penumbuhan CNT di atas Substrat Gelas Corning 7059 menggunakan nanokatalis Ag dengan metode HWC-VHF-PECVD

Kurniati Abidin^{1,a)}, Ajeng Eliyana^{1,b)}, Fatimah A.Noor^{1,c)}, Jasruddin D.Malago^{2,d)}, dan Toto Winata^{1,e)}

¹Laboratorium PECVD,
Kelompok Keilmuan Fisika Material Elektronik,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10, Bandung, Indonesia, 40132

²Laboratorium Fisika Material,
Laboratorium Fisika Material, Program Studi Fisika.
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar,
Jl. AP. Pettarani, Tidung, Rappocini, Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia, 90222

^{a)} kurniati.abidin@uin-alauddin.ac.id

^{b)} eliyanaajeng13@gmail.com

^{c)} fatimah@fi.itb.ac.id

^{d)} mahande64@yahoo.com

^{e)} toto@fi.itb.ac.id

Abstrak

Dalam penelitian ini telah dilakukan penumbuhan carbon nanotubes (CNT) dengan metode HWC-VHF-PECVD pada temperatur 275°C dan tekanan 300 mTorr, dengan optimasi daya rf yaitu 8, 10 dan 20 watt serta waktu deposisi selama 60 menit dengan menggunakan nano-katalis Ag yang ditumbuhkan diatas substrat gelas Corning 7059. Melalui karakterisasi SEM telah diperoleh diameter dan panjang CNT yang terbentuk yaitu 125 nm dan 1,650-2,989 µm untuk daya rf 8 dan 10 watt, sedangkan untuk daya rf 20 watt belum nampak CNT berbentuk tube. Selanjutnya dari karakterisasi XRD pada sampel dengan RF 8 watt diperoleh fasa, komposisi fasa dan orientasi yang terbentuk, yaitu fasa C₆₀, Graphite dan C₇₀ dengan komposisi berturut-turut adalah 45,5; 32,5 dan 22,0 dengan orientasi yang berbeda-beda.

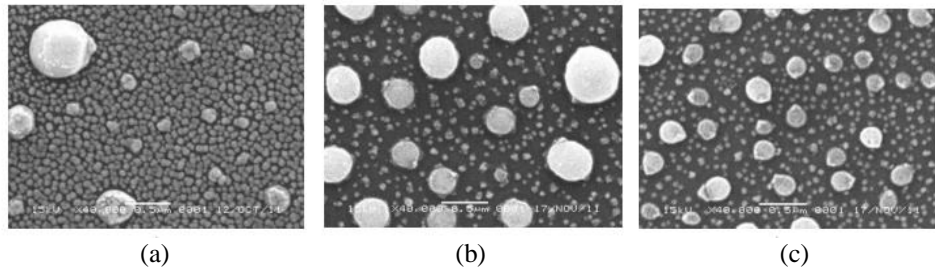
Kata-kata kunci: CNT, HWC-VHF-PECVD, XRD.

PENDAHULUAN

Carbon Nanotube (CNT) merupakan salah satu teknologi nanomaterial yang sedang dikembangkan dimulai sejak penemuannya oleh Iijima pada tahun 1991 [1]. Salah satu kegunaan CNT adalah sebagai material pada pembuatan divais sel surya. Dengan teknik penumbuhan CNT yang dilakukan pada tulisan ini adalah teknik HWC in plasma-VHF-PECVD yang dikembangkan oleh tim laboratorium kelompok keahlian Fisika Material Elektronik ITB. Dengan metode tersebut, telah berhasil ditumbuhkan lapisan tipis CNT di atas katalis Al/CG. Al/Si (100), dan Ni/Si (100) pada temperatur rendah 275°C dan tekanan *chamber* rendah 300 mTorr [2]. Teknik ini menggunakan tambahan filamen pemanas serta meningkatkan *radio frequency*. Penggabungan ini dilakukan agar molekul-molekul yang memasuki kawasan elektroda sudah berbentuk spesies-spesies tidak stabil sehingga

medan listrik yang dihasilkan dari pembangkit daya rf 70 MHz dapat lebih mudah menjadi radikal-radikal yang lebih sederhana.

Selanjutnya, Ajeng dkk. telah menumbuhkan CNT menggunakan katalis Ag dengan optimasi waktu deposisi, di mana dihasilkan waktu deposisi terbaik yaitu pada 14 detik. Hasil penumbuhan katalis pada waktu tersebut, menghasilkan katalis yang lebih homogen dibandingkan dengan waktu deposisi 50 detik [3].



Gambar 1. Citra SEM penumbuhan nanokatalis Ag dengan waktu deposisi a) 50 detik, b) 25 detik dan c) 14 detik, dengan suhu *annealing* 400°C selama 4 jam.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, dalam makalah ini dipaparkan karakterisasi XRD untuk penumbuhan material CNT dengan teknik HWC in plasma-VHF-PECVD. Karakterisasi menggunakan XRD bertujuan untuk mengidentifikasi fasa kristal, kandungan kimia yang terdapat dalam material serta untuk mengetahui ukuran rata-rata butir kristal.

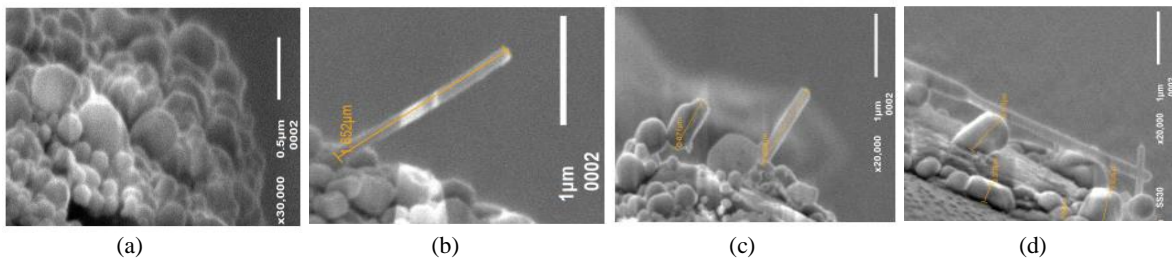
EKSPERIMEN

Penumbuhan nanokatalis Ag dilakukan dengan metode evaporasi dengan waktu deposisi 50 detik, 25 detik dan 14 detik. Dengan waktu *annealing* selama 4 jam pada temperatur 400°C. Nanokatalis ini ditumbuhkan di atas gelas corning 7059.

Selanjutnya dilakukan penumbuhan CNT di atas substrat nanokatalis Ag dengan metode HWC-VHF-PECVD, pada temperatur deposisi 275°C, tekanan 300 mTorr, laju aliran gas 80 sccm, temperatur HWC 800°C, waktu deposisi 60 menit. Sedangkan daya rf divariasikan dari 20, 10 dan 8 watt. Menggunakan sumber karbon gas metana (CH₄) 99,999 % dan mengalirkan gas hidrogen selama proses pra-deposisi untuk mengikis lapisan oksida yang terbentuk. Karakterisasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah SEM, EDX dan UV-Vis [3] dan dilanjutkan dengan karakterisasi XRD.

HASIL DAN PEMBAHASAN

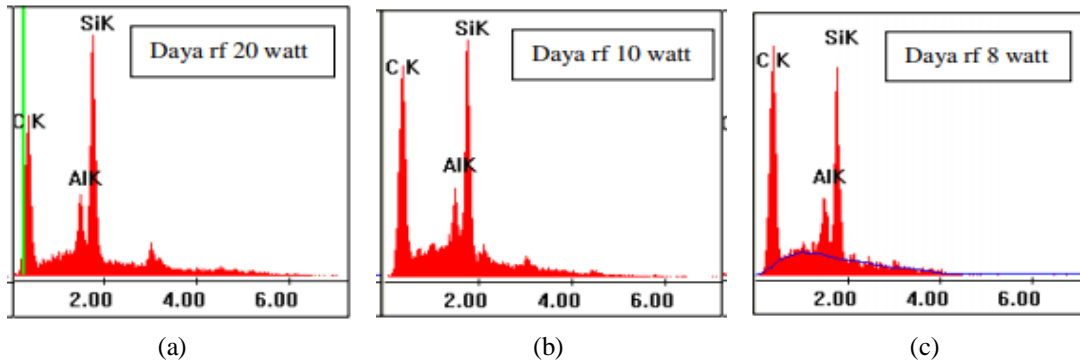
Penumbuhan CNT dilakukan setelah penumbuhan nanokatalis Ag. CNT di atas katalis Ag/Gelas Corning 7059 daya rf 20 watt, berdasarkan hasil SEM terlihat bahwa material CNT berbentuk bundel, tidak homogen dan tidak terlihat adanya material CNT berbentuk *tube*. Pada penumbuhan dengan daya rf 10 watt terlihat adanya material CNT yang tumbuh tegak lurus substrat, walaupun material CNT masih dominan berbentuk bundel dan tidak homogen. Dari ketiga optimasi daya rf, CNT yang dihasilkan oleh daya rf 8 watt lebih baik dibandingkan dengan daya rf 20 watt dan 10 watt, yang menghasilkan material CNT yang tumbuh tegak lurus terhadap permukaan substrat dan sejajar permukaan substrat, walaupun masih didominasi oleh bentuk bundel.



Gambar 2. Citra SEM penumbuhan CNT dengan metode HWC-VHF-PECVD dengan optimasi daya rf a) 20 watt, b) 10 watt, c) 8 watt dengan tube yang tegak, dan d) 8 watt dengan tube yang sejajar dengan substrat.

Dari analisis SEM juga diketahui ukuran sebaran diameter CNT yang terbentuk adalah 250-393 nm untuk CNT yang berbentuk bundel dan 125 nm untuk CNT yang berbentuk *tube* dengan panjang *tube* 1,650-2,989 μm . Hasil ini berdasarkan ukuran diameter pada nanokatalis Ag yang terbentuk sebelumnya.

Waktu penumbuhan sangat berperan dalam menghasilkan jumlah tabung dan material karbon. Semakin lama waktu penumbuhan, maka variasi tabung dan material karbon yang dihasilkan juga semakin banyak. Akan tetapi penggunaan gas prekursor semakin banyak. Dengan waktu deposisi yang sama yaitu 60 detik, menunjukkan komposisi atomik karbon (C) yang semakin meningkat seiring dengan menurunnya daya rf.

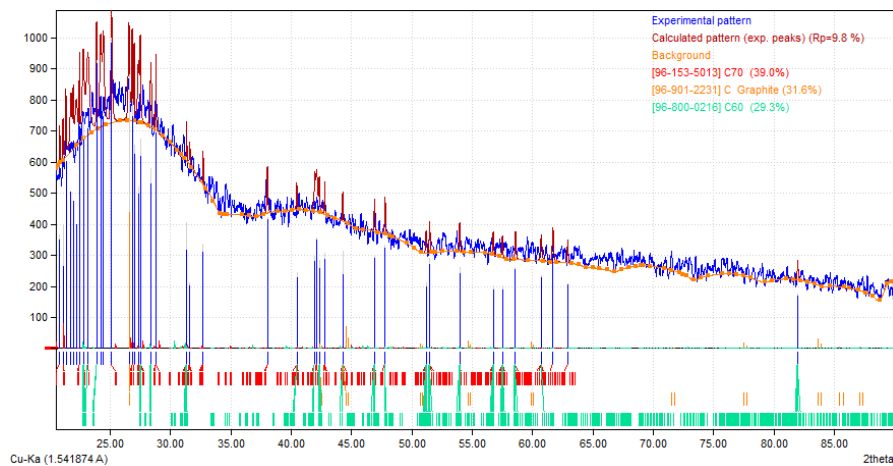


Gambar 3. Hasil EDX CNT Ag/Gelas Corning 7059 pada daya rf a) 20 watt, b) 10 watt, c) 8 watt.

Dari hasil analisis XRD menggunakan *software Match 3*, menunjukkan karbon yang dihasilkan berbentuk fasa C_{60} , *graphite* dan C_{70} dengan komposisi dan orientasi seperti yang terlihat di tabel 1. Demikian juga puncak dengan intensitas berbeda diperlihatkan pada Gambar 4. Dari hasil XRD ini menunjukkan telah terbentuknya CNT, namun penumbuhan yang belum seragam.

Tabel 1. Hasil analisa XRD menggunakan Match 3

	Fasa	Komposisi fasa	Orientasi
1	C_{60}	45,5	121, 211, 022, 202
2	Graphite	32,5	101, 004, 103, 002
3	C_{70}	22,0	204, 222, 402, 313



Gambar 4. *Pattern* XRD material CNT dengan metode HWC-PHV-PECVD

Analisis XRD berbahan CNT dengan metode CVD juga dilakukan oleh Omer Guler [5] menghasilkan puncak CNT yang berada disekitar sudut 26° dan 42° , hal ini sesuai dengan yang diperoleh pada analisis CNT dalam *paper* ini yang menunjukkan tinggi puncak CNT senilai 879,5; 800,8; 655,7; 519,0 dan 674,9 berturut-turut pada sudut 26,56; 26,82; 26,98; 27,35 dan 27,49 dalam fase *C70*, demikian juga pada puncak di sekitar 42° yang menunjukkan tinggi puncak senilai 354,2; 283,9 dan 305,2 dalam fase *graphite*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ristek Dikti melalui dana riset PTUPT 2018.

REFERENSI

1. Iijima, S, *Helical microtubules of graphitic carbon*, Nature, **354** (1991).
2. A.Latununuwe, *Penumbuhan Carbon Nanotube dengan Metode Hot Wire Cell-Very High Frequency-Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition*. Disertasi ITB, Bandung (2011).
3. A.Eliyana, *Studi Awal Penumbuhan CNT dengan Prekursor Nanokatalis Ag dengan Metode HWC-VHF-PECVD*. Tesis ITB, Bandung (2012).
4. A.Eliyana dan Toto Winata, *Karakterisasi FTIR pada Studi Awal Penumbuhan CNT dengan Prekursor Nanokatalis Ag dengan Metode HWC-VHF-PECVD*. Jurnal Fisika dan Aplikasinya, Volume 13, Nomor 2 (2017).
5. Guler, Mechanical and thermal properties of Cu-CNT composite with Carbon Nanotubes Synthesized by CVD Process. Material Testing, 56 (2014).