

# Pengaruh Variasi Temperatur Sintesa, Temperatur Operasi dan Konsentrasi gas CO terhadap Sensitivitas Sensor Gas Co dari Material ZnO

Endah Lutfiana, Dr. Diah Susanti, S.T, M.T.

Teknik Material dan Metalurgi, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

*E-mail:* santiche@mat-eng.its.ac.id

**Abstrak**—Karbon monoksida ( CO ) merupakan gas yang tidak berwarna dan tidak berbau yang dihasilkan dari proses pembakaran yang tidak sempurna. Gas ini sangat beracun bagi tubuh manusia karena sifat biologinya yang mampu berikatan dengan hemoglobin yang mana bertugas membawa oksigen dalam darah, sehingga kadar oksigen dapat menurun drastis dan menyebabkan keracunan bahkan kematian. Sehingga dibutuhkan suatu alat pendeteksi atau sensor untuk mendeteksi adanya gas tersebut. Oksida metal seringkali digunakan untuk material sensor. ZnO merupakan suatu material semikonduktor yang telah digunakan untuk aplikasi sensor. Dalam penelitian ini pembuatan sensor ZnO dilakukan dengan mengoksidasi serbuk Zn pada variasi temperatur 800, 850, 900 °C selama 40 menit. Selanjutnya dibuat pelet sensor dengan mengompaksi serbuk ZnO hasil oksidasi dengan tekanan 200 Bar. Pelet kemudian disinter dengan temperatur 500°C. Setelah itu dilakukan pengujian SEM, XRD, dan uji Sensitivitas dengan variasi temperatur operasi 30, 50, 100 °C dan variasi konsentrasi 10 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 250 ppm, 500 ppm. Dari hasil pengujian didapatkan nilai sensitivitas tertinggi pada temperatur sintesa 800°C dengan konsentrasi gas CO 500 ppm pada temperatur operasi sensor 100°C yaitu sebesar 0,52.

**Kata Kunci**— ZnO, Sensitivitas, Sensor gas CO.

## I. PENDAHULUAN

Karbon monoksida ( CO ) merupakan gas berbahaya yang mempunyai ciri khas tidak berwarna dan tidak mempunyai bau (*odorless*). Gas ini dihasilkan dari proses pembakaran yang tidak sempurna dari material yang berbahan dasar karbon seperti kayu, batu bara, bahan bakar minyak dan zat-zat organik lainnya [1]. Karakteristik biologik yang sangat penting dari CO adalah kemampuannya untuk berikatan dengan haemoglobin, pigmen sel darah merah yang mengangkut oksigen keseluruhan tubuh. Sifat ini menghasilkan pembentukan karboksihemoglobin (HbCO) yang 200 kali lebih stabil dibandingkan oksihemoglobin (HbO<sub>2</sub>). Penguraian HbCO yang relatif lambat menyebabkan terhambatnya kerja molekul sel pigmen tersebut dalam fungsinya membawa oksigen keseluruhan tubuh. Kondisi seperti ini bisa berakibat serius, bahkan fatal, karena dapat menyebabkan keracunan

Karena sifat gas CO yang tidak dapat dirasakan oleh indera

manusia dan bahaya dari gas CO tersebut bagi tubuh manusia, maka diperlukan suatu alat pendeteksi yang dapat mendeteksi adanya gas karbon monoksida yang ada di udara sehingga tidak sampai terhirup oleh manusia.

Penelitian mengenai oksida metal mulai berkembang luas karena aplikasinya yang cukup banyak. Aplikasi dari metal oksida antara lain sensor gas beracun, optoelektrokromik serta modulasi optikal, fotokatalis, desain permukaan hidrofilik, dan katalis. Sedangkan metal oksida yang biasanya digunakan untuk pembuatan sensor adalah TiO<sub>2</sub>, SnO<sub>2</sub>, ZnO, dan WO<sub>3</sub>. [2]. Sebagai salah satu bahan yang paling menonjol untuk sensor gas, ZnO sudah menunjukkan respon yang baik terhadap gas polutan seperti H<sub>2</sub>S, NO<sub>x</sub>, dan benszen [3] dan gas seperti H<sub>2</sub>, CO, ethanol dan acetone [4].

Salah satu sintesa ZnO yang pernah dilakukan di laboratorium Kimia Material yaitu dengan *Chemical Vapour Transport* (CVT). Namun pada metode tersebut membutuhkan substrat alumina dan sputtering Pd/Au yang harganya cukup mahal. Selain itu proses yang dilakukan menggunakan Horizontal furnace yang mana cukup sulit dalam proses sintesanya. Sehingga diperlukan suatu cara untuk mensintesa ZnO dengan metode yang murah dan sederhana namun mempunyai sensitifitas yang sangat baik terhadap adanya gas CO. Oleh karena itu dalam penelitian ini dilakukan proses Sintesa ZnO dari serbuk Zn dengan cara oksidasi pemanasan secara langsung untuk mendapatkan ZnO dengan mudah namun mempunyai sensitifitas yang maksimal terhadap gas CO.

## II. METODOLOGI

### A. Prosedur Sintesa Zinc Oxide (ZnO)

Sintesa Seng Oksida (ZnO) yang digunakan sebagai material sensor gas CO yaitu melalui pemanasan dalam muffle furnace. Serbuk Seng dengan ukuran <45 μ terlebih ditimbang dengan neraca analitik dengan jumlah 3 sampel yang masing masing 2 gr. Setelah itu diletakkan didalam crucible yang nantinya akan dimasukkan kedalam muffle furnace. Dari ketiga sampel tersebut dipanaskan didalam muffle furnace dengan variasi temperatur 800, 850, dan 900 °C selama 40 menit. Kemudian

dilakukan pendinginan didalam furnace. Proses sintesa ini dilakukan dengan oksidasi termal menggunakan oksigen yang diperoleh dari atmosfer saat proses pemanasan didalam furnace. Setelah didapatkan ZnO dari hasil pemanasan tersebut, kemudian dihancurkan menggunakan mortar. Proses ini bertujuan untuk mereduksi ukuran dari ZnO yang telah terbentuk sehingga serbuk yang terbentuk mempunyai ukuran yang lebih kecil.

**B. Proses Kompaksi serbuk**

Penelitian mengenai sensor dalam bentuk pelet sebelumnya pernah dilakukan oleh [5] yang membuat pelet sensor gas LPG dari material WO<sub>3</sub>. Serbuk WO<sub>3</sub> yang telah dimilling kemudian dikompaksi (*cold press*) pada cetakan. Serbuk WO<sub>3</sub> yang didapat dari proses sol-gel dan post hydrothermal dikompaksi dengan tekanan 150 bar pada cetakan (*dies*).

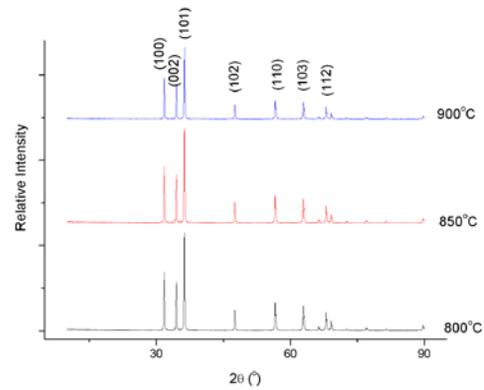
Proses pembuatan pelet menggunakan metode kompaksi menggunakan alat press. Proses pembentukan adalah berupa bahan serbuk ZnO yang telah dishieving dimasukkan kedalam cetakan (*die*) kemudian dilakukan kompaksi (*compaction*). Setelah dikompaksi serbuk membentuk *green body* yang sesuai dengan bentuk cetakan. *Green body* tersebut kemudian disinter tujuannya adalah agar terjadi proses difusi antar partikel akan menyatu, dan terbentuk logam yang padat [6]. Proses kompaksi ini dilakukan dengan tekanan sebesar 200 Bar. Setelah terbentuk *Green body* dilakukan sinter pada temperatur 500 °C hal ini bertujuan agar pelet ZnO tersebut mempunyai kekuatan yang lebih baik sehingga tidak mudah pecah.

**C. Metode Pengujian Sensitivitas**

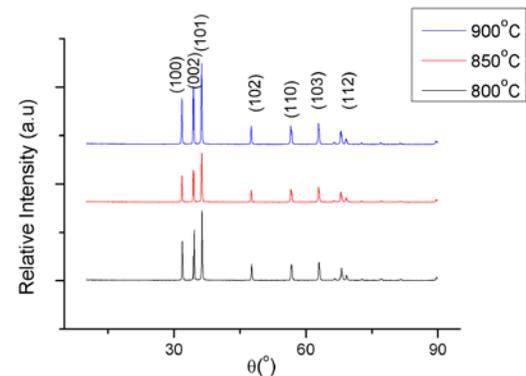
Spesimen sensor ZnO yang sudah terkompaksi dan disinter selanjutnya akan dilakukan pengukuran sensitivitasnya dengan menggunakan potensiostat. Pengujian ini dilakukan pada sebuah *chamber* (ruang) yang terbuat dari bahan *stainless steel* dan tekanan di dalam *chamber* dianggap tekanan dalam atmosfer yang konstan (1 atm). *Chamber* ini dirangkaikan dengan peralatan penunjang, rangkaian ini sering disebut *dynamic gas instalation* Tahap pertama pada pengujian ini adalah persiapan chamber, selanjutnya temperatur di control pada 30<sup>0</sup> C melalui *thermocontroller*. *Heater* yang digunakan berupa kawat niklin ø 0.3 mm sepanjang 10 meter dan dibentuk spiral yang ditempatkan didalam batu tahan api. Kemudian resistansi udara (R<sub>o</sub>) diukur. Setelah diukur R<sub>o</sub>, campuran gas CO dan udara dimasukkan dengan rasio konsentrasi gas CO sebesar 10 ppm, 100 ppm, 250 ppm, 500 ppm. Selanjutnya didapatkan tahanan setelah terpapar gas CO Percobaan diulangi untuk temperatur sensor 50°C dan 100°C dengan rasio konsentrasi CO yang sama. kemudian didapatkan nilai sensitivitasnya dengan persamaan

$$S = |R_g - R_o| / R_o$$

Dimana S adalah sensitivitas sensor, R<sub>g</sub> adalah resistansi setelah dialiri gas CO dan dinyatakan dalam ohm (Ω), dan R<sub>o</sub> adalah resistansi sebelum dialiri gas CO dalam ohm (Ω).



Gambar.1 Perbandingan pola difraksi pelet ZnO sebelum disinter 800°C, 850°C, dan 900°C.



Gambar 2 Perbandingan pola difraksi pelet ZnO sebelum disinter 800°C, 850°C, dan 900°C.

**III. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN**

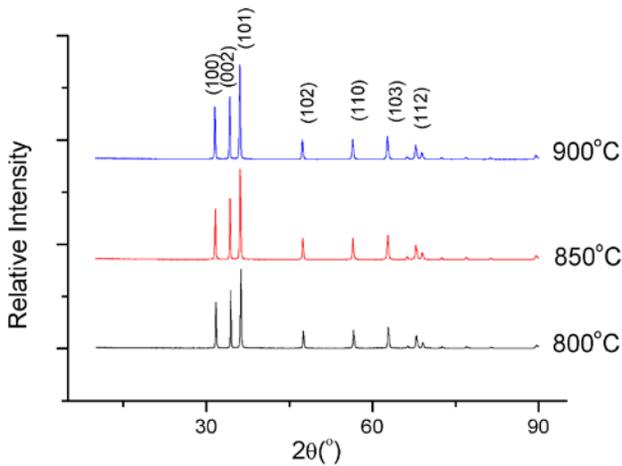
**A. Hasil Uji XRD**

Pengujian XRD dilakukan menggunakan alat Philips Analytical, pada sampel ZnO sebelum disinter, sesudah disinter, dan sesudah dilakukan uji sensitivitas. Pengujian XRD ZnO dilakukan dengan sinar X menggunakan panjang gelombang sebesar 1,54056 Å dan range sudut 10-90°.

Hasil pengujian XRD serbuk ZnO sebelum disinter ditunjukkan pada gambar.1. Hasil tersebut bersesuaian dengan JCPDF number 790206. Ketiga temperatur sintesa tersebut hasilnya membentuk ZnO secara keseluruhan, dan tidak terlihat adanya partikel Zn lagi. Pola XRD pada temperatur sintesa 800°C, 850°C, dan 900°C menunjukkan orientasi kristal (101) pada 2θ 36.25°, (100) pada 31.77°, (002) pada 34.42°. Dari ketiga variasi temperatur sintesa tersebut mempunyai struktur kristal heksagonal.

Perbedaan hasil XRD ketiga variasi temperatur sintesa tersebut yaitu pada tinggi intensitas. Pada temperatur sintesa 800°C memiliki intensitas puncak yang lebih tinggi dibandingkan temperatur 850°C dan 900°C. Semakin tinggi temperatur sintesa mengakibatkan penurunan intensitas peak.

Dari data FWHM diketahui seiring dengan kenaikan temperatur didapatkan FWHM yang semakin kecil. Hal ini mengindikasikan kualitas kristal yang semakin baik [7]. Sampel ZnO yang telah disinter dilakukan pengujian XRD untuk



Gambar.3 Perbandingan pola Difraksi pelet ZnO 800°C, 850°C, dan 900°C sesudah terpapar gas CO

melihat adanya perubahan pada sampel selama proses sinter. Tujuan *sintering* sendiri yaitu agar terjadi ikatan permukaan partikel serbuk ZnO. Hasil pengujian XRD pelet ZnO setelah disinter ditunjukkan pada gambar.2

Dari gambar 2 menunjukkan hasil yang masih bersesuaian dengan JCPDF number 790206. Artinya tidak ada perubahan fasa atau terbentuk fasa lain selain ZnO selama proses *sintering*. Dari data FWHM didapatkan lebar FWHM pada sampel ZnO 800°C, 850°C, dan 900°C berturut turut 0.1224, 0.1428, dan 0.1428. Dari data FWHM ini dapat diketahui bahwa terjadi penurunan kualitas kristal setelah proses *sintering* untuk ketiga sampel. Untuk mengetahui lebih lanjut adanya perubahan pada sampel setelah dilakukan pengujian sensitivitas maka dilakukan pula pengujian XRD pada pelet ZnO setelah pengujian. Gambar.3 menunjukkan hasil XRD pelet setelah diuji sensitivitas.

Sesuai dengan gambar 3 didapatkan bahwa hasil pengujian XRD bersesuaian dengan JCPDF number 790206 untuk ketiga sampel dengan variasi temperatur ZnO 800°C, 850°C, dan 900°C. Ketiga sampel tersebut memiliki struktur kristal heksagonal wurtzite. Ketiga sampel ZnO dengan variasi temperatur sintesa mempunyai satu fasa yang sama dan tidak berubah setelah terpapar gas CO. Sehingga untuk mengetahui perbedaan dari ketiga sampel setelah terpapar yaitu dengan membandingkan lebar FWHM. Dari data FWHM diketahui dari ketiga sampel ZnO 800°C, 850°C, dan 900°C berturut turut yaitu 0.1428, dan 0.1428, 0.1428. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi perubahan kristalisasi. Kecuali pada sampel 800°C dimana terjadi pelebaran FWHM yang mengindikasikan adanya penurunan ukuran kristal.

Ukuran kristal ketiga sampel ZnO dihitung menggunakan Scherrer's formula.

$$D = \frac{0.9\lambda}{B \cos \theta}$$

Dari ketiga variasi temperatur sintesa ditunjukkan pada tabel.1 yang mana ukuran kristal semakin besar dengan kenaikan temperatur sintesa. Ukuran kristal terbesar yaitu pada temperatur sintesa 900°C yaitu sebesar 1024.942 Å. Sedangkan

Tabel.1  
Perbandingan ukuran kristal dengan variasi temperatur sintesa sebelum disinter

Temperatur Sintesa (°C)	λ (Å)	B(rad)	θ (°)	D (Å)	ε
800	1.5406	0.002135	18.1304	683.26	0.001631
850	1.5406	0.002135	18.1307	683.26	0.001631
900	1.5406	0.001423	18.1388	1024.94	0.001087

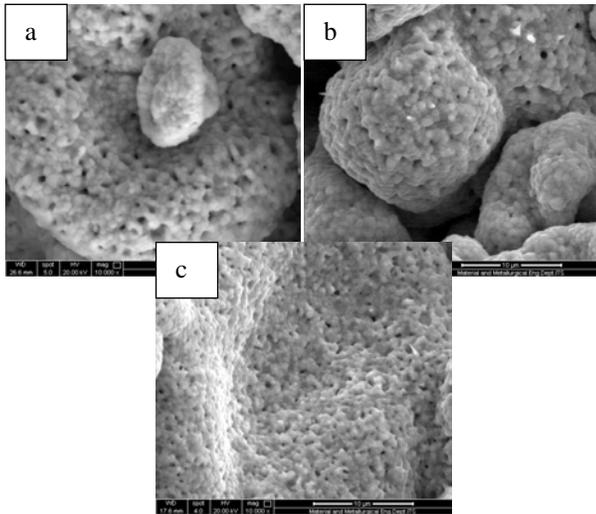
Tabel.2  
Perbandingan ukuran kristal dengan variasi temperatur sintesa setelah disinter (sebelum terpapar gas CO)

Temperatur Sintesa (°C)	λ (Å)	B(rad)	θ (°)	D (Å)	ε
800	1.5406	0.002135	18.1273	683.25	0.001631
850	1.5406	0.002491	18.0711	585.45	0.00191
900	1.5406	0.002491	18.0361	585.34	0.001914

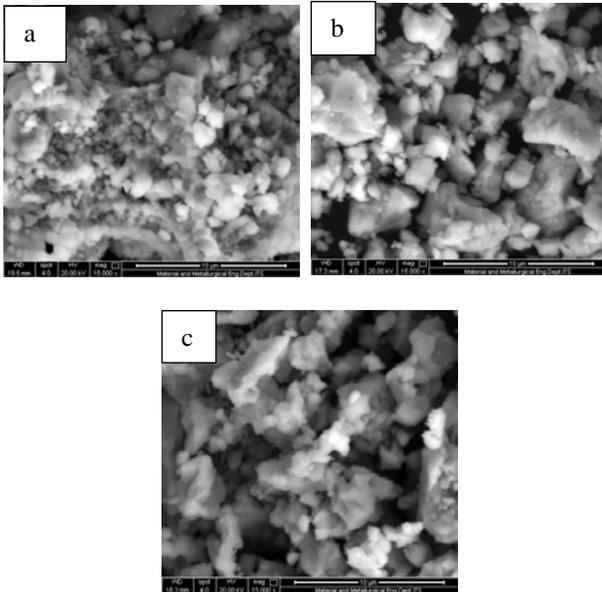
Tabel.3  
Perbandingan ukuran kristal dengan variasi temperatur sintesa sesudah terpapar gas CO

Temperatur Sintesa (°C)	λ (Å)	B(rad)	θ (°)	D (Å)	ε
800	1.5406	0.002491	18.1863	585.84	0.001897
850	1.5406	0.002491	18.1250	585.63	0.001904
900	1.5406	0.002491	18.1284	585.65	0.001903

pada temperatur 850°C dan 800°C mempunyai ukuran kristal yang cenderung sama besar yaitu sebesar 683.2618 Å dan 683.2629 Å. Pertumbuhan kristal terjadi seiring dengan bertambahnya temperatur pemanasan Zink. Perbandingan ukuran kristal antara sebelum disinter dan sesudah disinter ditunjukkan tabel 2 dan 3. Dari tabel tersebut terlihat bahwa terjadi penurunan ukuran kristal dari material ZnO pada semua variasi temperatur sintesa. Penurunan ukuran kristal terbesar terjadi pada sampel ZnO 900°C yang cukup signifikan dari 1024.942 Å menjadi 585.3386 Å yang juga memiliki perubahan mikro strain yang paling besar. Sedangkan pada tabel 3 menunjukkan ukuran kristal setelah pelet terpapar gas CO (setelah dilakukan pengujian sensitivitas). Pada temperatur pemanasan 800°C mengalami penurunan ukuran kristal setelah terpapar gas CO. Namun pada temperatur 850°C dan 900°C mengalami peningkatan ukuran meskipun peningkatannya sangat kecil. Pada temperatur 800°C mengalami penurunan dari 683.2499 Å menjadi 585.8403 Å. Sedangkan pada temperatur 850°C dan temperatur 900°C mempunyai ukuran yang relative sama. Selain itu nilai mikro strain juga mengalami penurunan meskipun sangat kecil. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perubahan ukuran kristal terjadi selama proses *sintering*. Selama proses pengujian sensitivitas digunakan temperatur 30°C, 50°C dan 100°C. Adanya perubahan ukuran kristal ini kemungkinan diakibatkan pengaruh temperatur anealing yang cenderung memecah partikel sehingga mempunyai ukuran kristal yang lebih kecil.



Gambar.4 Pengamatan SEM ZnO hasil Oksidasi variasi temperatur a) 800°C, b) 850°C, dan c) 900°C pada perbesaran 10.000x



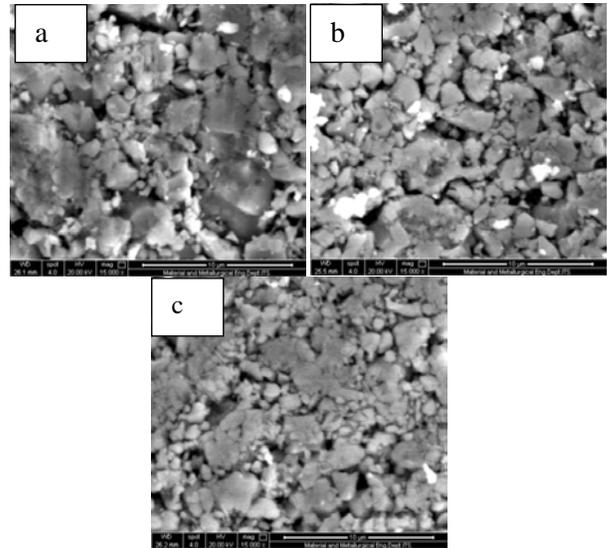
Gambar.5 Pengamatan SEM serbuk Zink Oksida perbesaran 15.000x yang telah mengalami Oksidasi pada a) 800°C, b) 850°C, dan c) 900°C

**B. Hasil Uji SEM**

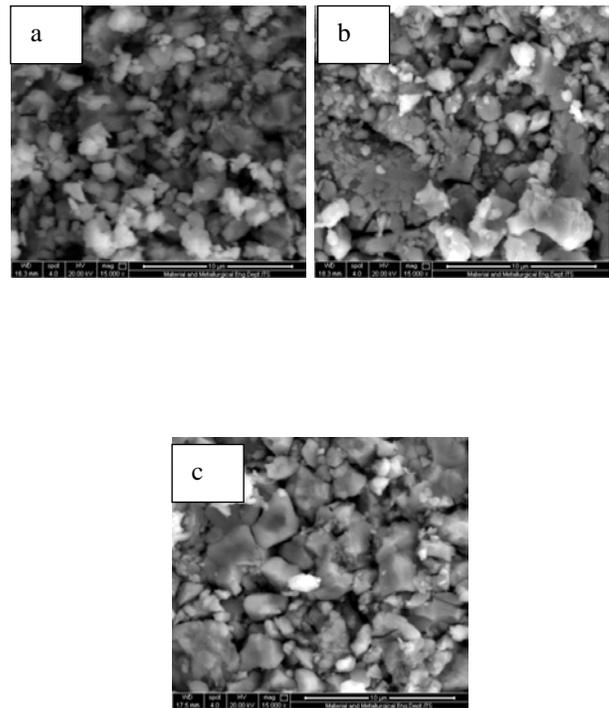
Pengujian SEM (*Scanning Elektron Microscope*) dengan menggunakan alat FEI S-50 yang bertujuan untuk mengamati morfologi dari pelet ZnO. Material ZnO yang diuji SEM meliputi hasil sintesa ZnO sebelum dihancurkan menjadi serbuk, ZnO setelah dihancurkan, ZnO setelah dikompaksi menjadi pelet dan Pelet ZnO setelah terpapar gas CO.

Gambar.3 menunjukkan morfologi serbuk Zink yang digunakan sebagai prekursor ZnO. Dari hasil SEM tersebut menunjukkan serbuk Zink berbentuk ellipsoid dengan ukuran antara 1,161 µm – 16,44 µm. Setelah serbuk Zink dipanaskan pada variasi temperatur 800°C, 850 °C, 900 °C selama 40 menit. ZnO hasil Oksidasi serbuk Zink berupa padatan berwarna putih. Hasil SEM ZnO hasil pemanasan sebelum dihancurkan menjadi serbuk ditunjukkan pada gambar 4.

Dari gambar.4 terlihat gambar ZnO hasil pemanasan pada



Gambar.6 Pengamatan SEM pada pelet Zink Oksida sebelum proses sinter perbesaran 15.000x a) 800°C, b) 850°C, dan c) 900°C



**Gambar.7** Pengamatan SEM pada pelet Zink Oksida setelah proses sinter pada perbesaran 15.000x. a) 800°C, b) 850°C, dan c) 900°C temperatur 800°C mempunyai pori yang lebih banyak dibandingkan dengan pada temperatur 850°C dan 900°C. Apabila suatu material mempunyai porositas yang besar maka akan menyebabkan luas permukaan yang lebih besar pula pada material. Dengan demikian ZnO hasil oksidasi termal pada temperatur 800°C memiliki luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan temperatur lainnya. Seiring dengan kenaikan temperatur maka porositas akan semakin berkurang. [8]. Selanjutnya ZnO yang terbentuk dari hasil oksidasi serbuk Zink dihancurkan dengan menggunakan mortar untuk mereduksi ukuran partikel ZnO.

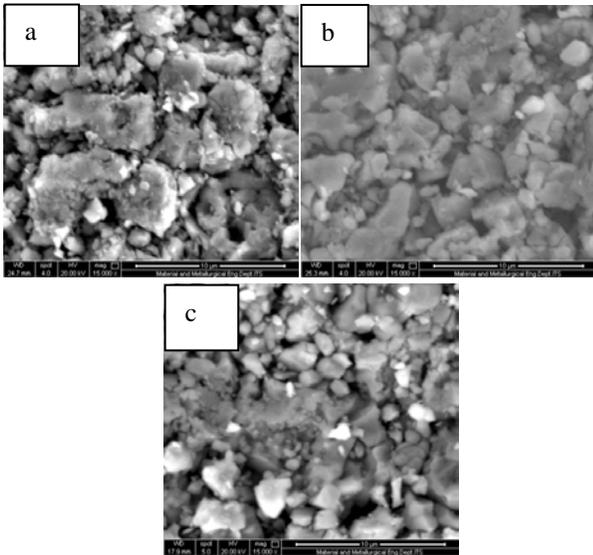
Struktur morfologi serbuk ZnO sebelum dikompaksi

Tabel 4.

Temperatur (°C)	Ukuran partikel serbuk ZnO pada setiap temperatur pemanasan	
	Ukuran partikel (µm)	
	Sebelum disinter	Sesudah disinter
800	1,39-4,75	0,83- 1,77
850	1,75-4,52	1,16-5,81
900	1,66-5,93	1,48 – 6,22

Tabel 5.

Feature	Luasan Surface area sampel uji ZnO hasil pengujian BET		
	Temperatur (°C)		
	800	850	900
BET Surface Area (m <sup>2</sup> /g)	69.402	0.378	0.417



Gambar.8 Pengamatan SEM pada pelet Zink Oksida setelah terpapar gas CO perbesaran 15.000x a) 800°C, b) 850°C, dan c) 900°C

ditunjukkan pada gambar 5 yang mana terlihat ukuran partikel irregular. Pada temperatur 900°C mempunyai ukuran partikel yang lebih besar dibandingkan pada temperatur 800 °C dan 850 °C. Namun dari ketiga variasi sintesa tersebut cenderung memiliki ukuran partikel yang tidak homogen. Kemudian serbuk ZnO tersebut dikompaksi dengan tekanan 200 Bar dan dilakukan *sintering*. Sebelum dan sesudah disinter dilakukan pengujian SEM untuk melihat struktur morfologi sebelum dan setelah disinter. Gambar 6 dan 7 menunjukkan struktur morfologi pelet sebelum dan sesudah disinter.

Sebelum dilakukan sinter tampak dari ketiga sampel ZnO memiliki pori yang lebih banyak dibandingkan sesudah disinter. Meskipun struktur morfologi sebelum dan sesudah cukup sulit dibedakan, namun pada gambar 7(c) terlihat susunan partikel yang lebih rapat dibandingkan pada gambar 6. Hal ini mengindikasikan bahwa terjadi ikatan antar permukaan partikel ZnO selama proses anealing, meskipun tidak terlalu signifikan. Bentuk partikel baik gambar 6 maupun 7 memiliki bentuk yang irregular dan cenderung membentuk agregat. Persebaran partikel untuk setiap variasi temperatur sintesa baik sebelum maupun sesudah disinter terlihat tidak rata.

Setelah disinter, pelet ZnO kemudian dilakukan pengujian sensitivitas untuk mengetahui nilai sensitivitasnya terhadap gas karbon monoksida. Struktur morfologi pelet setelah terpapar ditunjukkan pada gambar 8.

Gambar.8 menunjukkan pelet ketiga variasi temperatur pemanasan setelah terpapar gas CO. Ketiga pelet tersebut memiliki morfologi yang tidak jauh berbeda dengan sebelum terpapar gas CO. Persebaran partikel tidak merata dan

membentuk agregat. Dari hasil pengujian SEM ini dapat dikatakan tidak terjadi perubahan dalam struktur morfologi pelet ZnO akibat terpapar gas CO.

C. Hasil Uji BET

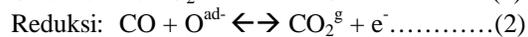
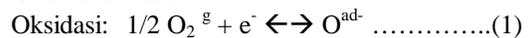
Pengujian BET material serbuk ZnO dilakukan untuk mengetahui permukaan aktif serbuk ZnO terhadap gas nitrogen. Hasil pengujian BET merupakan luasan permukaan aktif sample dalam satuan m<sup>2</sup>/gr. Hasil pengujian BET material serbuk ZnO ditunjukkan pada tabel 5.

Dari hasil tersebut diketahui bahwa semakin tinggi temperatur sintesa akan menurunkan luas permukaan aktif material. Hal ini dikarenakan semakin banyak partikel yang berikatan pada temperatur yang lebih tinggi. Akibatnya luas permukaan material akan semakin berkurang dengan adanya kenaikan temperatur. Luas permukaan aktif ini berpengaruh terhadap nilai sensitivitas sensor ZnO. Semakin besar luas permukaan aktif artinya semakin banyak luasan yang mampu mengadsorpsi gas karbon monoksida.

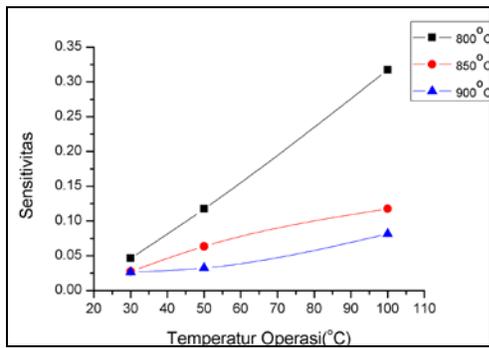
D. Hasil Uji Sensitivitas

Hasil pengujian sensitivitas sensor ditunjukkan pada gambar 9. Pada temperatur sintesa 800°C memiliki nilai sensitivitas yang paling besar yaitu sebesar 0,515 jika dibandingkan dengan temperatur sintesa 850 °C dan 900 °C. Peningkatan temperatur menyebabkan pembentukan mesopores yang lebih banyak dan meningkatkan volume pori sehingga luas permukaan relative semakin kecil. Luas permukaan aktif mempengaruhi peyerapan gas CO pada permukaan sensor Seiring dengan naiknya temperatur operasi sensor dan konsentrasi gas CO, maka nilai sensitivitas juga akan semakin besar.

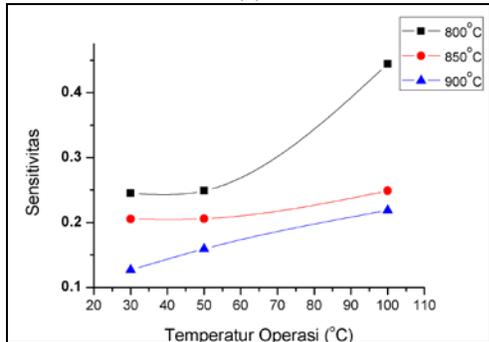
Grafik pada gambar 9 menunjukkan adanya peningkatan nilai sensitivitas seiring dengan peningkatan temperatur operasi dari 30 °C, 50 °C, hingga 100°C. Nilai sensitivitas tersebut naik pada semua konsentrasi gas CO yang diberikan. Prinsip kerja sensor ZnO ini menggunakan prinsip chemisorpsi, dimana gas CO yang teradsorb kedalam permukaan pelet ZnO bereaksi dengan Oksigen adsorb. Oksigen adsorb yaitu Oksigen dari udara yang telah berikatan dengan elektron dari ZnO dan terbentuk dipermukaan ZnO. Oksigen adsorb dan gas CO ini kemudian beraksi dan membentuk gas CO<sub>2</sub> dan melepaskan electron. Ketika sensor terekspose oleh gas yang dideteksi, gas tersebut akan bereaksi dengan oksigen yang terabsorb oleh permukaan sensor tersebut. Inilah yang mengakibatkan timbulnya perubahan resistansi pada sensor. [9] seperti ditunjukkan persamaan 1 dan 2.



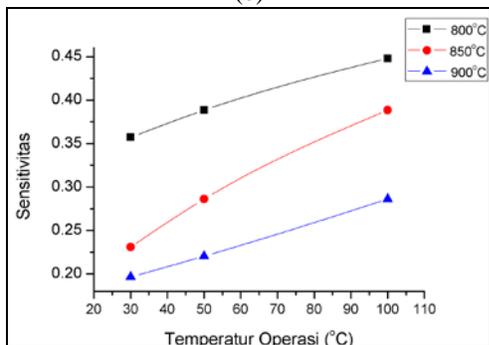
Hal inilah yang menyebabkan adanya perubahan resistansi



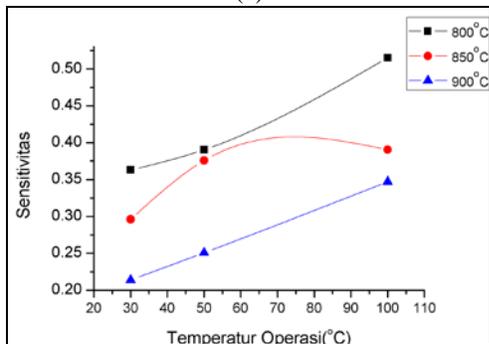
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 9. Hasil pengujian sensitivitas terhadap temperatur operasi pada konsentrasi gas a)10ppm, b)100ppm, c)250ppm, d)500ppm.

pada sensor. Pada temperatur operasi sensor yang rendah, didapatkan nilai sensitivitas yang lebih rendah pula. Hal ini dikarenakan molekul CO tidak memiliki energy termal yang cukup untuk bereaksi dengan Oksigen adsorb [10]. Seiring dengan kenaikan temperatur maka energy termal yang diterima sensor akan semakin besar pula. sehingga dapat meningkatkan nilai sensitivitas.

#### IV. KESIMPULAN

Material ZnO sebagai bahan pembuatan sensor dapat diperoleh melalui Oksidasi termal serbuk Zink. Hasil pengujian XRD terhadap material dengan variasi temperatur sintesa 800oC, 850o C, dan 900o C menunjukkan bahwa material yang dihasilkan memiliki struktur kristal heksagonal (JCPDF no.790206). Pelet sensor ZnO dibuat dengan kompaksi menggunakan tekanan 200 bar, dan diberi proses sintering hingga 500o C agar lebih kuat dan tidak mudah rapuh. Hasil pengujian sensitivitas menunjukkan adanya penurunan sensitivitas seiring kenaikan temperatur Oksidasi. Hal ini dipengaruhi luas permukaan aktif ketiga sampel. Dimana luas permukaan yang paling besar terdapat pada temperatur 800oC. Nilai sensitivitas terendah terdapat pada temperatur operasi 30o C dan pada sampel pelet ZnO temperatur Oksidasi 900° C yaitu 0,026 dan tertinggi pada temperatur operasi 100° C dan pada sampel 800°C yaitu 0,52 dengan konsentrasi 500 ppm. Semakin tinggi konsentrasi gas CO dan temperatur operasi maka sensitivitas juga akan semakin meningkat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] W.L. Kao,, dan N. Kristine, A, *Carbon Monoxide Poisoning*. Emerg Med Clin N Arn (2004) 22985-1018.
- [2] S.H Wang, C.C. Tse dan C.L. Chung, *Nano-crystalline tungsten oxide NO<sub>2</sub> sensor*. Sensors and Actuators B 94 (2003): 343-351.
- [3] D. Calestani, M. Zha, R. Mosca, A. I. Zappettin, M.C Carotta, V.D. Natale, dan L. Zanotti, *Growth of ZnO tetrapods for nanostructure-based gas sensors*. Sensors and Actuators B 144 (2010): 472–478.
- [4] .W.T. Moon, Y.K. Jun, H.S. Kim, W.S. Kim, W, dan S.H. Hong,. 2009. *CO gas sensing propertiesin Pd- added ZnO sensor*. Electroceram 23 (2009):196–199.
- [5] D. J. D .Kusuma,, dan D. Susanti. 2013. *Pengaruh Variasi Temperatur Operasi dan Konsentrasi Gas Terhadap Sensitifitas Sensor Gas LPG dari Material WO<sub>3</sub> Hasil Proses Sol-Gel dan Post Hydrothermal* .Skripsi S1 Jurusan Teknik Material dan Metalurgi ITS.
- [6] Rusianto, Toto dan Setyana, D. Liliki. 2005. *Pengaruh Kadar TiO<sub>2</sub> Terhadap Kekuatan Bending Komposit Serbuk Al/TiO<sub>2</sub>*. Jurnal Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra.
- [7] M. R. Khanlary, Vahid , dan R Ali, *Synthesis and Characterization of ZnO Nanowires by Thermal Oxidation of Zn Thin Films at Various Temperatures*, Molecules 17 (2012), 5021-5029.
- [8] G. Dutta, dan B. Dipankar, *Effect of Sintering Temperature on Density, Porosity and Hardness of a Powder Metallurgy Component*. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering Website. ISSN (2012) 2250-2459 Volume 2.
- [9] L.H. Nguyen, E. Ahn, H. Jung, H. Kim dan D. Kim, *Synthesis and Gas Sensing Properties of ZnO Nanostructures*. Journal of the Korean Physical Society, Vol. 57, pp (2010) 17841788
- [10] L.Y. Chueh, C. F Chen, dan J.P. Leu, *Fabrication and CO Sensing Properties of Mesostructured ZnO Gas Sensors*. Journal of The Electrochemical Society. 156(2008) (1) J16-J19.