

**EFEK TEMPERATUR *CHEMICAL BATH*
DEPOSITION (CBD) PADA FABRIKASI DAN
KARAKTERISASI LAPISAN TIPIS *ZINC OXIDE*
(ZnO) *NANORODS* SEBAGAI SENSOR GAS *ETHANOL***

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai Derajat Sarjana S-1

Program Studi Fisika



Diajukan oleh:

Adimas Ramadhan

14620020

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2018



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-07/R0

PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR


Nomor :B-1296/Un.02/DST/PP.05.3/08/2018

Skrripsi/Tugas Akhir dengan judul : Efek Temperatur *Chemical Bath Deposition* (CBD) pada Fabrikasi dan Karakterisasi Lapisan Tipis *Zinc Oxide* (ZnO) *Nanorods* sebagai Sensor Gas *Ethanol*

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Adimas Ramadhan
NIM : 14620020
Telah dimunaqasyahkan pada : 23 Agustus 2018
Nilai Munaqasyah : A
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :


Ketua Sidang


Asih Melati, S.Si., M.Sc.
NIP. 19841110 201101 2 017

Penguji I



Dr. Thaqibul Fikri Niyartama, S.Si., M.Si.
NIP.19771025 200501 1 004

Penguji II


Cecilia Yanuarief, S.Si., M.Si.
NIP. 19840127 201503 1 001

Yogyakarta, 27 Agustus 2018
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan




Dr. Murtono, M.Si.
NIP. 19691212 200003 1 001



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Surat Persetujuan Skripsi

Lamp :-

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:


Nama : Adimas Ramadhan
NIM : 14620020
Judul Skripsi : Efek Temperatur *Chemical Bath Deposition* (CBD) pada Fabrikasi dan Karakterisasi Lapisan Tipis *Zinc Oxide* (ZnO) *Nanorods* sebagai Sensor Gas Ethanol

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam jurusan Fisika.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 23 Juli 2018
Pembimbing


Asih Melati, M. Sc
NIP. 19841110 201101 2 017

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Adimas Ramadhan

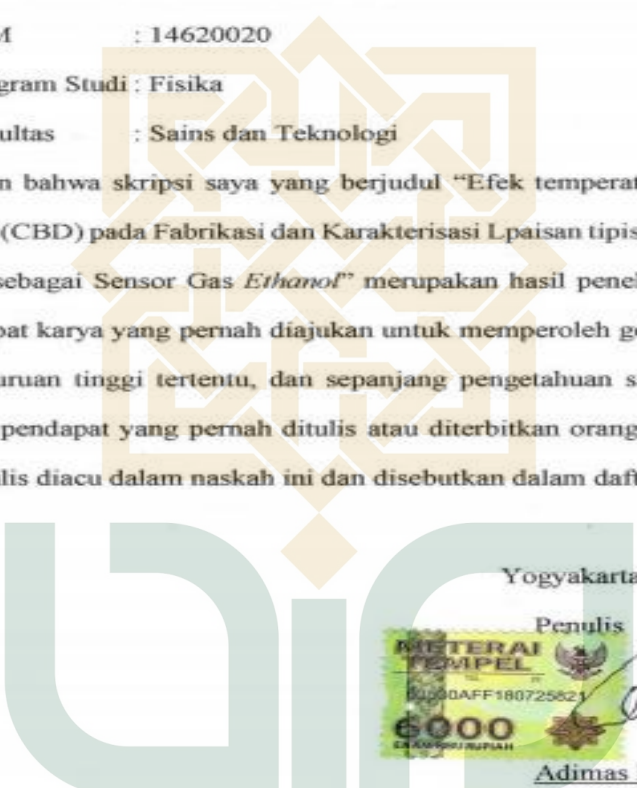

NIM : 14620020

Program Studi : Fisika

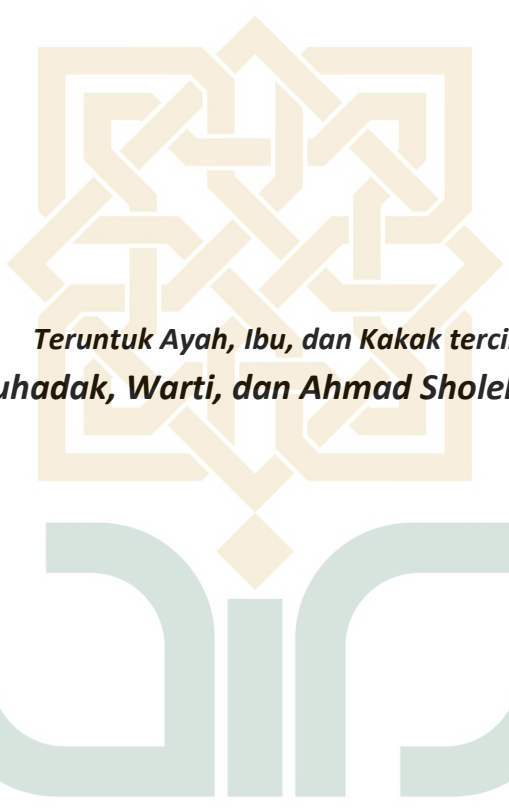
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "Efek temperatur *Chemical Bath Deposition* (CBD) pada Fabrikasi dan Karakterisasi Lpaysan tipis *Zinc Oxide* (ZnO) *Nanorods* sebagai Sensor Gas *Ethanol*" merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi tertentu, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 14 Agustus 2018

Penulis


Adimas Ramadhan
NIM. 14620020

PERSEMBAHAN



*Teruntuk Ayah, Ibu, dan Kakak tercinta
Suhadak, Wartti, dan Ahmad Sholeh (alm)*

Love you so much

MOTTO

“Wong urip iku kudu fokus ambi telateni keinginane ojo lali mikiri mburi (masa depan), sesok ben enak urip pas tua ne, mulane kudu duwe pikiran seng landep ambi cerdas lan dadi bocah kui kudu sregep...” kata **Warti** (ibu)

“Meneng-meneng tapi duwe cekelan, nek ono masalah yo kudu bertahan ambi mesemi lan ojo kasi kendo dzikire, sembahyange, ngajine, solat maleme ngalap berkah. Lalaki kui kudu tegas: nek iyo, iyo, nek ora, ora...” kata **Suhadak** (ayah)

“Kang-kang, mbak-mbak, dadi santri kui ojo kagetan lan kudu ngikuti perkembangan¹, pas sesok angele jaman ambi aneh e jaman ojo ucul akidahe, ngajine, ambi sholat jama’ah e²...”¹**Gus Ulin Nuha**,²**Abah Ali Badruddin**

sehingga aku paham bahwa:

“Kejayaan adalah milik orang-orang yang tangguh”

KATA PENGANTAR

Segala puji serta syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya lah penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana FISIKA di UIN Sunan Kalijaga. Skripsi ini berjudul “Efek Temperatur *Chemical Bath Deposition* (CBD) pada Fabrikasi dan Karakterisasi Lapisan Tipis *Zinc Oxide* (Zno) *Nanorods* Sebagai Sensor Gas *Ethanol*” yang berisi tentang salah satu perkembangan teknologi nano material yaitu penggunaan lapisan tipis *Zinc Oxide nanorods* yang diaplikasikan sebagai sensor gas *ethanol*.

Penulis menyadari bahwa dalam melaksanakan penelitian dan melakukan penyusunan Skripsi tidak lepas dari campurtangan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak terkait. Oleh sebab itu, seyogyanya penulis berterimakasih kepada:

1. Suhadak (ayah), Warti (ibu), dan Ahmad Sholeh (alm) serta keluarga besar H. Jariman, As-Siruniyyah dan Ar-Radiyyah yang selalu mendo'akan, memberi dukungan baik materi maupun moril dan memberikan motivasi untuk tetap melangkah kedepan dengan bijak dan yakin demi mencapai kesuksesan.
2. Asih Melati, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Pembimbing 1 yang selalu mem-*push* semangat, memberikan motivasi dan wejangan-wejangan, membimbing ke jalan yang lebih baik serta yang selalu mengingatkan soal akademik, prestasi dan mempermudah langkah penulis dalam meraih gelar sarjana dan cita-cita di kemudian hari.
3. Bu Retno Rachmawati, M.Si (almh) yang telah menjembatani dalam melakukan penelitian dan membimbing serta mengarahkan dalam penelitian, dan Teh Ni Luh Wulan Septiani, M.T. selaku pembimbing penelitian yang selalu mengarahkan dan juga seperti partner peneliti yang senantiasa memberikan solusi dan *joke-joke* untuk tetap relaks, tersenyum dan semangat.
4. Brian Yulianto, Ph.D. selaku Kaprodi Teknik Fisika yang telah memberikan ijin untuk melaksanakan pannelitian di Advanced Functional Materials Laboratory, ITB.

5. Wahyu Eka Aji Prabowo, M.T. yang selalu memberikan bantuan, pertolongan, dan wejangan-wejangan serta mengingatkan penulis soal sembahyang untuk selalu mengisi dahaga ruh dengan nada-nada *deen as-salam*.
6. Pak Amin, The Elvina, The Mariye, Mas Fajar, Mas Angga, Mas Ganis, The Rani, Mas Amrina, The Erica, kang Gilang yang selalu menyempatkan untuk berdiskusi dan memberikan bantuan kepada penulis serta menjadi rekan Lab yang baik dan megasyikkan.
7. Dr. Thaqibul Fikri N, M.Sc. selaku Kaprodi Fisika, Idham Syah Alam, M.Sc., Frida Agung Rochmadi, M.Si., Cecilia Yanuarif, M.Si., Dr. Anis Yuniati, Wida Widiyanti, M.Sc., Dr. Nita Handayani, dan seluruh dosen pengajar di prodi Fisika serta seluruh dosen PLP Lab. Fisika.
8. Tini Nurmilasari, S.Pd.I yang sudah penulis anggap sebagai kakak kandung sendiri.
9. Sahabatku Risna Kunyuk dan Nurma Onyet (Mamas Poetri).
10. Si neng (Dini Wahyuni) karenamu penulis bangkit.
11. Muhammad Addin selaku partner penelitian di ITB, Indah Nur Fitriana selaku partner seminar proposal, kerja praktek dan munaqosyah, Mas Fu (Muh. Fu'ad Hasyim) yang selalu penulis ajak diskusi dan ngopi.
12. The Uun dan senpai Agung L yang berbagi ilmu astronomi serta mas Al, mas Hendy, mbak Esy, mas roman, mas agung, mbak Nurul, mbak Sismi, mbak Lina, mbak Vicga, mas Erwin, Hendra, Niswah, Sherly dan Material Physics Squad yang meluangkan waktu untuk berdiskusi dan membantu penulis.
13. Teman-teman Physics Army (Fisika 2014) dan seluruh keluarga besar Fisika UIN Sunan Kalijaga.
14. Sahabatku Fajar Harry Wibowo sekeluarga, Bapak Irfan Fachruddin, Ibu Adzkiya', Ainur Rafiqi, Afit Rezky, Hendry Anggara dan pengurus Rayon Aufklarung serta keluarga Besar PMII Rayon Aufklarung Saintek.
15. Bapak Mutoha Arkanuddin, Mbak Jengki (Zakiyyah), Mpok Sarah, Mbak Adyn Wulan selaku partner MC, Farid NB, Kabel, Bangkit, Istiningsih, Fauzi Seno, Imanuddin, Wildan, Haryanto, dan keluarga Jogja astro Club serta keluarga Astronic UIN Sunan Kalijaga.

16. Teman-teman KKN angkatan 93 Dukuh Kilung beserta penduduk Dukuh Kilung.
17. Keluarga besar Pondok Pesantren Majelis Ta'lim Annur dan Keluarga besar Abadiyah Kuryokalangan
18. Keluarga besar Bidikmisi UIN Sunan Kalijaga, DEMA-F Sains dan Teknologi, KMPP Jogja, IPNU-IPPNU cabang Jogja, teman-teman kost plus, dangkang, kost radio.
19. Ainur Rizza (Galileo, Mojokerto) selaku mantan sedetik dan teman yang belum pernah bertemu.
20. Enti, Imah, Desi al-Haysah dan semua pihak yang telah terlibat yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis selalu berharap dan memanjatkan do'a kepada Tuhan Yang Maha Esa supaya selalu melindungi dan menjaga orang-orang tersebut dan pihak-pihak yang telah berkontribusi dalam kehidupan penulis. Penulis juga menerima dengan terbuka atas kritik dan saran untuk kemajuan penulis selanjutnya. Penulis berharap Skripsi ini dapat memberi manfaat bagi para pembacanya.

Yogyakarta, 2 Agustus 2018

Penyusun

**EFEK TEMPERATUR *CHEMICAL BATH DEPOSITION* (CBD) PADA
FABRIKASI DAN KARAKTERISASI LAPISAN TIPIS *ZINC OXIDE*
(ZnO) *NANORODS* SEBAGAI SENSOR GAS *ETHANOL***

**Adimas Ramadhan
14620020**

INTISARI

Telah dilakukan penelitian mengenai efek temperatur *chemical bath deposition* (CBD) pada lapisan tipis *zinc oxide* (ZnO) terhadap performa sensor gas *ethanol*. *Ethanol* termasuk golongan *volatile organic compounds* (VOC) yang berbahaya jika terhirup oleh manusia dalam konsentrasi tinggi sehingga perlu adanya pendeteksian gas tersebut. Temperatur sebagai pengendali kinetik proses CBD berpengaruh terhadap hasil fabrikasi dan karakteristik ZnO. Sintesis lapisan tipis ZnO *nanorods* dilakukan dengan teknik *dip-coating* di atas substrat kaca. Penumbuhan *rods* menggunakan prekursor $Zn(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ dan HMTA (1:1) melalui metode CBD pada 75°C, 83°C, 87°C. Hasil karakterisasi SEM menunjukkan morfologi ZnO CBD 83°C berupa *nanorods* secara merata dengan ukuran diameter 95,56 nm sedangkan ZnO CBD 75°C mendeskripsikan proses konstruksi *nanorods* dan ZnO CBD 87°C mendeskripsikan proses dekonstruksi *nanorods*. Hasil morfologi tersebut menguatkan hasil XRD yaitu teridentifikasi adanya pergeseran tinggi-rendah *peaks* menunjukkan terjadi proses konstruksi dan dekonstruksi *nanorods*. ketiga sampel ZnO berstruktur heksagonal *wurzite* dikonfirmasi data ICDS-094004. Pengujian sensor gas *ethanol* dilakukan pada temperatur 100°C, 150°C, 200°C. Sensitivitas sensor tertinggi mencapai 77,31% yaitu sampel ZnO CBD 75°C temperatur uji 100°C. Sampel ZnO CBD 83°C temperatur uji 200°C tercatat mempunyai waktu respon dan waktu pulih paling besar yaitu 2.22 min (t_{Res}) dan 0.45 min (t_{Rec}). waktu respon dan waktu pulih semakin meningkat dengan meningkatnya temperatur uji. Temperatur uji 100°C merupakan temperatur optimal dengan sensitivitas sensor mencapai 77,31% (ZnO CBD 75°C) dan 56,5% (ZnO CBD 83°C).

Kata kunci: *Chemical bath deposition*, efek temperatur, *ethanol*, lapisan tipis *zinc oxide nanorods*, sensor gas

**TEMPERATURE EFFECT OF CHEMICAL BATH DEPOSITION (CBD)
TO FABRICATION AND CHARACTERIZATION OF ZINC OXIDE
(ZnO) NANORODS THIN FILMS BASED GAS SENSING: *ETHANOL***

Adimas Ramadhan
14620020

ABSTRACT

Research about temperature effect of chemical bath deposition (CBD) to fabrication and characterization of zinc oxide (ZnO) nanorods thin films based gas sensing ethanol have been done. Ethanol belongs to the volatile organic compounds (VOCs) that are dangerous if inhaled by humans in high concentrations, so that need for gas detection. Temperature as kinetic controller of CBD process take effect to ZnO fabrication and characterization. ZnO nanorods thin films synthesized onto glass substrat by dip-coating technique. Growth of rods use $Zn(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ and HMTA (1:1) preccursor in chemical bath deposition method at temperature 75°C, 83°C, 87°C. Result of SEM showing ZnO CBD 83°C morphology form of nanorods evenly with diameter size is 95,56 nm, while ZnO CBD 75°C explain to nanorods constructed and ZnO CBD 87°C explain to nanorods unconstructed. The morphological support to XRD result explain there is low-high peaks shift as illustration a process occurs of nanorods construction and unconstruction. All of ZnO sample have hexagonal wurzite that confirm ICDS-094004 card. Ehanol gas sensing tested at temperature operation 100°C, 150°C, 200°C. Highly sensitivity of sensor up to 77,31% for ZnO CBD 75°C at test temperature 100°C. ZnO CDB 83°C sample at temperature operation 200°C have highest respon on 2.22 min (t_{res}) and 0,45 min (t_{rec}). Time respond and recovery will increase along with increasing of test temperature. Test temperature at 100°C is the optimal which sensitivity up to 77,31% (ZnO CBD 75°C) and 56,5% (ZnO CBD 83°C).

Key words: *Chemical bath deposition, ethanol, gas sensing, temperature effect, zinc oxide nanorods thin films*

DAFTAR ISI

JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	iv
PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
INTISARI	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR SIGKATAN DAN LAMBANG	xvii
BAB I : PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Tujuan Penelitian	6
1.4. Batasan Penelitian	6
1.5. Manfaat Penelitian	7
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Studi Literatur	8
2.2. Landasan Teori	10
2.2.1. <i>Ethanol</i>	10
2.2.2. Lapisan Tipis	11
2.2.3. <i>Zinc Oxide Nanorods</i>	13
2.2.4. <i>Chemical Bath Deposition</i>	16
2.2.5. Sensor Gas <i>Metal Oxide Semiconductor</i>	18
2.2.6. Efek Temperatur terhadap Fabrikasi dan Karakterisasi ZnO sebagai Sensor Gas <i>Ethanol</i>	22
BAB III : METODE PENELITIAN	23
3.1. Diagram Alir Penelitian	23
3.2. Alat dan Bahan	24
3.3. Prosedur Percobaan	24
3.4. Metode Analisis Data	27
BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1. Hasil Penelitian	30
4.1.1. Hasil Sintesis <i>Zinc Oxide (ZnO)</i>	30
4.1.2. Hasil Karakterisasi ZnO	31
4.1.2.1. Hasil Uji <i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i>	31
4.1.2.2. Hasil Uji <i>X-Ray Diffraction</i>	33
4.1.3. Uji Sensor Gas <i>Ethanol</i> berbasis Lapisan Tipis ZnO <i>Nanorods</i>	34
4.1.3.1. Pelapisan Tipis ZnO <i>Nanorods</i>	34

4.1.3.2. Hasil Rekaman Data Resistansi Lapisan Tipis ZnO <i>Nanorods</i>	35
4.2. Pembahasan	37
4.2.1. Efek Temperatur terhadap Sintesis Lapisan Tipis ZnO <i>Nanorods</i>	37
4.2.2. Karakteristik Morfologi Lapisan Tipis ZnO <i>Nanorods</i>	39
4.2.3. Kristalinitas Lapisan Tipis ZnO <i>Nanorods</i>	40
4.2.4. Lapisan Tipis ZnO <i>Nanorods</i> sebagai Gas Sensor <i>Ethanol</i>	41
4.2.4.1. Efek Temperatur terhadap Performa Sensor Gas <i>Ethanol</i>	41
4.2.4.2. Mekanisme Sensor Gas ZnO	44
4.2.5. Keterkaitan Sains dan Islam	46
BAB V : PENUTUP	48
5.1. Kesimpulan	48
5.2. Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	xviii
LAMPIRAN	xxi
INFORMASI DIRI	



DAFTAR LAMPIRAN

A. Pencucian Substrat	xxi
B. Proses <i>Dip-coating</i>	xxi
C. Proses <i>Chemical Bath Deposition</i>	xxii
D. Uji <i>Scanning Electron Microscopy</i>	xxii
E. Perhitungan Ukuran Diameter Hasil SEM	xxiv
F. Uji <i>X-Ray Diffraction</i>	xxvii



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik ethanol	11
Tabel 3.1 Daftar alat penelitian	24
Tabel 3.2 Daftar bahan penelitian	24
Tabel 4.1 Sudut-sudut difraksi ZnO untuk setiap variasi	41
Table 4.2 Karakteristik dinamik sensor gas <i>ethanol</i> berbasis lapisan tipis ZnO <i>nanorods</i>	43



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses <i>dip-coating</i>	13
Gambar 2.2 Struktur <i>zinc blende</i> (kiri) dan heksagonal <i>wurzite</i> (kanan) (Septiani, 2015).....	14
Gambar 2.3 <i>Zno nanostructure</i>	16
Gambar 2.4 Proses <i>chemical bath deposition</i>	17
Gambar 2.5 Gambaran mekanisme sensor gas a. tipe-n dan b. tipe-p pada gas CO (Septiani, 2015)	21
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	23
Gambar 3.2 Proses pencucian substrat	25
Gambar 3.3 Proses <i>dip-coating</i>	25
Gambar 3.4 Proses <i>chemical bath deposition</i> , karakterisasi dan uji sensor	26
Gambar 3.5 Ilustrasi substrat yang dilapisi elektroda perak	27
Gambar 3.6 Ilustrasi sistem pengujian sensor gas <i>ethanol</i>	29
Gambar 4.1.a Hasil CBD temperatur 75°C	30
Gambar 4.1.b Hasil CBD temperatur 83°C	30
Gambar 4.1.c Hasil CBD temperatur 87°C	31
Gambar 4.2.a Hasil karakterisasi SEM ZnO CBD temperatur 75°C	31
Gambar 4.2.b Hasil karakterisasi SEM ZnO CBD temperatur 83°C	32
Gambar 4.2.c Hasil karakterisasi SEM ZnO CBD temperatur 87°C	32
Gambar 4.3 Diagram distribusi ukuran ZnO <i>nanorods</i> CBD 75°C (a), CBD 83°C (b), dan CBD 87°C (c)	33
Gambar 4.4 Hasil XRD ZnO	34
Gambar 4.5 Pelapisan elektroda perak	34
Gambar 4.6 Grafik rekaman Resistansi data paparan gas <i>ethanol</i> suhu 100°C terhadap sampel ZnO CBD 75 (a), CBD 83 (b), dan CBD 87 (c) ..	35
Gambar 4.7 Grafik rekaman Resistansi data paparan gas <i>ethanol</i> suhu 150°C terhadap sampel ZnO CBD 75 (a), CBD 83 (b), dan CBD 87 (c) ..	36
Gambar 4.8 Grafik rekaman Resistansi data paparan gas <i>ethanol</i> suhu 200°C terhadap sampel ZnO CBD 75 (a), CBD 83 (b), dan CBD 87 (c) ..	36
Gambar 4.9 Grafik sensitivitas sensor sampel ZnO terhadap variasi temperatur operasi	43

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN

CBD	<i>Chemical bath deposition</i>
C ₂ H ₅ OH	<i>Ethanol</i>
HMTA	<i>Hexamethylenetetramine</i>
IDLH	<i>Immediately dangerous to life or health</i>
NIOSH	<i>National institute for occupational safety and health</i>
OSHA	<i>Occupational safety and health administration</i>
ppm	<i>Part per million</i>
SEM	<i>Scanning electron microscopy</i>
S(%)	Besar sensitivitas dalam persen
TLV	<i>Treshhold limit value</i>
t _{Res}	<i>Time Respond</i>
t _{Rec}	<i>Time Recovery</i>
VOC	<i>Volatile organic compound</i>
VOCs	<i>Volatile organic compounds</i>
XRD	<i>X-ray diffraction</i>
ZnO	<i>Zinc oxide</i>
ZnO CBD 75	<i>Zinc oxide dengan proses CBD pada temperatur 75°C</i>
ZnO CBD 83	<i>Zinc oxide dengan proses CBD pada temperatur 83°C</i>
ZnO CBD 87	<i>Zinc oxide dengan proses CBD pada temperatur 87°C</i>
ZnO(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	<i>Zincnitratetrahydrate</i>

LAMBANG

eV	Elektron volt
Ω	Besar resistansi (ohm)
θ	Besar sudut dalam derajat (°)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Polusi udara yang merupakan penyebab kematian keempat terbesar di dunia dewasa ini semakin mengkhawatirkan terutama di Indonesia. Selain polusi udara *outdoor*, polusi udara *indoor* juga berbahaya karena aktivitas manusia sebagian besar berada dalam ruangan. Polusi *indoor* biasanya berupa gas-gas yang tergolong ke dalam *Volatile Organic Compounds* (VOCs) atau senyawa-senyawa organik yang mudah menguap pada temperatur ruangan (Septiani, 2015). Mirzaei, dkk (2016) melaporkan bahwa konsentrasi VOCs sebagai polusi *indoor* lebih tinggi sekitar 10 kali daripada polusi *outdoor* dengan estimasi berupa 50-300 jenis VOC yang berbeda dan terdeteksi pada udara rumah, sekolah, kantor dan bangunan pada umumnya dalam waktu tertentu.

Salah satu jenis dari VOCs adalah *ethanol*. Senyawa kimia ini memiliki sifat yang mudah menguap dan terbakar dan sering digunakan sebagai alkohol, alat kesehatan dan keselamatann pada industri, biomedis, pengecer cat dan sebagainya. Dalam aplikasi sebagai pengecer cat, *ethanol* sering diemisikan oleh dinding-dinding ruangan (Septiani, 2015). Menghirup gas tersebut dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti sakit kepala, iritasi pada mata dan susah bernafas serta kegagalan pada organ-organ tertentu (Mirzaei dkk, 2016). Oleh karena itu, diperlukan suatu cara untuk

dapat memonitor konsentrasi gas *ethanol* dalam ruangan salah satunya seperti melakukan pendeteksian melalui sensor gas.

Diantara beberapa teknik pendeteksian gas, sensor gas zat padat berbasis *metal oxide semiconductor* (MOS) paling menjanjikan untuk dikembangkan. MOS yang telah dilaporkan yang dapat diaplikasikan sebagai sensor gas diantaranya: SnO₂, ZnO, WO₃, TiO₂, TiO (Yulianto dkk, 2015). *Zinc oxide* (ZnO) merupakan semikonduktor tipe-n dengan *direct bandgap* 3,37 eV golongan II-VI. ZnO cukup banyak dikembangkan daripada semua material MOS lainnya dengan pertimbangan stabil terhadap perlakuan kimia dan termal, berlimpah di alam, tidak mengandung racun, mudah diproses, dapat disintesis pada temperatur rendah (Yulianto dkk, 2014), ramah lingkungan dan bersifat *biocompatible* (Sholeha, 2015). ZnO dapat diaplikasikan sebagai sel surya, laser ultraviolet, elektroda transparan, varistor, *surface acoustic wave*, dan sensor gas (Yulianto dkk, 2015). *Zinc oxide* populer dikembangkan sebagai sensor gas, karena memiliki rentang resistivitas yang lebar sekitar 10⁻³-10⁵ Ωcm (Septiani, 2015).

Terdapat beberapa macam hasil fabrikasi ZnO seperti *single crystal*, *sintered pellets*, *thick film*, *thin film*, dan *hetero-junctions*. Namun, diketahui bahwa ZnO *thin film* (lapisan tipis) lebih sensitif dibandingkan dengan ZnO dalam bentuk *single crystal* maupun ZnO struktur lainnya (Julia dkk, 2011). Disisi lain, ZnO dengan ukuran nano berpotensi sebagai sensor gas karena memiliki rasio permukaan terhadap volume yang besar sehingga dapat

meningkatkan sensitivitasnya (Maruli, 2013) atau semakin tinggi luas area, semakin tinggi juga sensitivitas sensor (Yuyut, 2015).

ZnO dengan ukuran nano yang telah berhasil disintesis dengan berbagai bentuk, diantaranya: *nanowires*, *nanorods*, *nanobelts*, *nanoflower*, *nanoneedle*, *nanopencil* (Omri dkk, 2014), *nanorings*, *nanoparticles* (Qin dkk, 2011), *nanocombs*, *nanoloops*, *nanohelices*, *nanobows*, dan *nanocages* (Kim dkk, 2013). Septiani (2015) melaporkan bahwa ZnO *nanorods* termasuk ke dalam struktur nano *one dimensional* dan memiliki kerapatan yang tinggi. Dengan kata lain, ZnO *nanorods* memiliki sensitivitas yang tinggi karena memiliki kerapatan yang tinggi sehingga cocok untuk dikembangkan sebagai material sensor gas.

Untuk mendapatkan ZnO berstruktur nano diatas substrat, ada beberapa metode penumbuhan yang telah berhasil dilakukan, diantaranya seperti menggunakan metode *chemical bath deposition*, *electrodeposition*, *chemical vapour deposition*, *laser ablation in liquid*, *vapour-liquid-solid growth*, *flame transport synthesis*, *combustion synthesis*, *synthesis of microwave-assisted*, dan *pulse laser deposition* (Venkata dkk, 2016). Salah satu dari metode tersebut adalah *Chemical bath deposition* (CBD) yang merupakan metode yang sederhana, ramah lingkungan, *low-cost*, dapat dilakukan pada temperatur rendah dan tingkat konsumsi energi yang rendah serta tanpa memerlukan ruang vakum (Julia dkk, 2011). Dalam metode CBD, untuk mendapatkan struktur nano yang diinginkan dapat dilakukan melalui pengendalian kinetik, meliputi

pengaturan konsentrasi prekursor (Maruli, 2013), pengontrolan pH, waktu perendaman, dan temperatur (Yuyut, 2015).

Beberapa penelitian menyebutkan bahwa temperatur operasi *chemical bath deposition* (CBD) berpengaruh terhadap hasil kristalinitas dan tingginya *rods* yang ditumbuhkan. Dalam penelitian Pourshaban dkk (2015) melaporkan bahwa telah berhasil menumbuhkan ZnO *Nanorods* dengan temperatur 90°C selama 4 jam dengan memiliki panjang *rods* sebesar 700 nm. Sementara itu, dalam penelitian Jabeen dkk (2014) ZnO *nanorods* dapat ditumbuhkan pada temperatur 80°C selama 12 jam dengan memiliki panjang *rods* 1 mikrometer dan diameter sebesar 100-130 nm. Dari dua penelitian tersebut menunjukkan adanya perbedaan ukuran ZnO *nanorods* hasil dari perlakuan yang berbeda pada parameter pengendalian kinetik yaitu berupa temperatur operasi. Waktu perendaman proses CBD kedua penelitian tersebut tergolong cukup lama sehingga tingkat konsumsi energi sangat besar.

Maka daripada itu, penelitian yang dilakukan tentang *Fabrikasi Lapisan Zinc Oxide Nanorods menggunakan Metode Chemical Bath Deposition* sebagai Sensor Gas *Ethanol* dengan pertimbangan dewasa ini, polusi indoor berbahaya dan dibutuhkan sensor gas dengan bahan yang memiliki sensitivitas tinggi, mudah diproses, tidak beracun dan bahan yang berlimpah di alam dengan metode sintesis yang sederhana dan efisien. Karakteristik bahan tersebut dimiliki oleh ZnO. Untuk meningkatkan sensitivitasnya, ZnO difabrikasi sebagai lapisan tipis *nanorods*. Dalam proses sintesisnya, digunakan metode *chemical bath deposition* dengan pengendalian pada waktu

dan temperatur operasi perendaman yang divariasikan dengan estimasi tingkat konsumsi energi yang rendah.

Penelitian yang dilakukan ini sesuai dengan perintah Allah tentang pemanfaatan logam demi kebaikan seperti dalam kandungan surat Saba' 34: 10-11, "*Dan sungguh, telah Kami berikan kepada Daud karunia dari Kami. (Kami berfirman), "Wahai gunung-gunung dan burung – burung! Bertasbihlah berulang – berulang bersama Daud", dan Kami telah melunakkan besi untuknya. (yaitu) Buatlah baju besi yang besar-besar dan ukurlah anyamannya dan kerjakanlah kebajikan. Sungguh, Aku Maha Melihat apa yang kamu kerjakan"* (Q.S. Saba' 34: 10-11).

Tafsir ayat tersebut menjelaskan bahwa besi dilunakkan dan perintah untuk memanfaatkannya sebagai baju besi yang besar-besar yang diukur anyamannya dan untuk kebajikan. Secara kontekstual, ayat tersebut memberikan gambaran pemanfaatan unsur logam dengan cara pelunakan (temperatur tinggi/kontrol termal) yang dijadikan material baru yang kuat (besar-besar) dengan memperhatikan ukuran dan strukturnya (ukurlah anyamannya) yang ditujukan untuk kemaslahatan.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang muncul dari latar belakang tersebut adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil sintesis lapisan tipis ZnO *nanorods* menggunakan metode *chemical bath deposition* dengan temperatur operasi yang divariasasi?

2. Bagaimana karakterisasi material lapisan tipis ZnO *nanorods* hasil sintesis metode *chemical bath deposition* pada temperatur operasi yang divariasasi?
3. Bagaimana karakteristik sensor gas *ethanol* berbasis lapisan tipis ZnO *nanorods* hasil sintesis tersebut?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan sintesis lapisan tipis ZnO *nanorods* menggunakan metode *chemical bath deposition* dengan variasi temperatur operasi.
2. Mengkaji karakterisasi material lapisan tipis ZnO *nanorods* hasil sintesis metode *chemical bath deposition* pada variasi temperatur operasi.
3. Mengkaji karakteristik sensor gas *ethanol* berbasis lapisan tipis ZnO *nanorods* hasil sintesis tersebut.

1.4. Batasan Penelitian

Penelitian ini dilakukan sintesis ZnO *nanorods* diatas substrat kaca dengan pembuatan *seed layer* melalui teknik *dip-coating*. *Nanorods* ditumbuhkan menggunakan metode *chemical bath deposition* pada variasi temperatur (75°C, 83°C, 87°C) selama 3 jam dengan prekursor *Zincnitratetrahydrate/ Zn(NO₃)₂.4H₂O* dan *Hexamethylenetetramine* (HMTA). Pengujian sensor gas terhadap paparan gas *ethanol* 200 ppm pada temperatur operasi 100°C, 150°C, 200°C.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, diantaranya sebagai berikut:

1. Memberikan informasi tentang melakukan sintesis lapisan tipis ZnO *nanorods* dengan metode *chemical bath deposition*.
2. Memberikan informasi tentang efek temperatur *chemical bath deposition* terhadap hasil fabrikasi dan karakterisasi material lapisan tipis ZnO *nanorods*.
3. Memberikan informasi tentang hasil pengkajian karakteristik sensor gas *ethanol* berbasis lapisan tipis ZnO *nanorods*.



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan adalah sebagai berikut:

1. Lapisan tipis ZnO *nanorods* telah berhasil dibuat menggunakan metode *chemical bath deposition* (CBD) pada temperatur operasi 75°C, 83°C, dan 87°C selama 3 jam dengan prekursor Zn(NO₃)₂ 4H₂O 1,97 gr dan *Hexamethylenetetramine* 1,26 gr.
2. Ukuran diameter *nanorods* masing-masing sampel ZnO CBD 75 (a), 83 (b), 87 (c) rata-rata adalah 240,33 nm (a), 95,56 nm (b), 344,11 nm (c). Hasil uji XRD dan setelah dikonfirmasi dengan data ICDS-094004 bahwa ketiga sampel memiliki struktur heksagonal *wurzite*.
3. Karakteristik dinamik sensor gas *ethanol* berbasis ZnO CBD 75 memiliki sensitivitas tertinggi mencapai 77,31% pada temperatur 100°C sedangkan sensor berbasis ZnO CBD 83 memiliki waktu respon dan waktu pulih paling besar yaitu 2,22 menit (t_{Res}) dan 0,45 menit (t_{Res}).

5.2. Saran

Beberapa saran yang dapat diajukan dari hasil penelitian ini untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Investigasi mengenai parameter lain sebagai pengendali kinetik pada proses CBD.

2. Investigasi mengenai paparan gas lain terhadap performa sensor gas berbasis lapisan tipis ZnO *nanorods*.
3. Investigasi mengenai lapisan tipis ZnO *nanorods* dalam aplikasi selain sebagai sensor gas.



DAFTAR PUSTAKA

- Deenathayalan J., Saroja M., Venkatachalam M., Gowathaman P., dan Shankar S. 2012. A novel growth mechanism of ZnO nanorods using sol-gel dip coating method. *IJAIR*.
- Grimoldi A. 2015. *Deposition and Patterning Techniques for Organic Materials*. Diakses pada 25 Agustus 2018 dari <http://home.deib.polimi.it/sampeitr/ESO/Grimoldi.pdf>.
- Jabeen M., Iqbal M. A., Kumar R V., Ahmed M., dan Javed M. T. 2014. Chemical synthesis of zinc oxide nanorods for enhanced hydrogen gas sensing. *Chinese Physical Society*, **23**, No. **1**, **018504**. doi:10.1088/1674-1056/23/1/018504
- Julia S., Nurudding A., Suyatman N., dan Yuliarto B. 2011. *Ethanol Sensing roperties of Nanosheets ZnO Thin Films Prepared by Chemical Bath Deposition*. Paper presented at the The 4th Nanoscience and Nanotechnology Symposium (NNS2011).
- Kayani Z. N., Iqbal M., Riaz S., Zia R., dan Naseem S. 2015. Fabrication and properties of zinc oxide thin film prepared by sol-gel dip coating method. *Materials Science-Poland*, **33(3)**, **515-520**. doi:10.1515/msp-2015-0085
- Kim M., Lee H-s., Yoo S J., Youn Y-s., Shin Y. H., Lee Y-W. 2013. Simultaneous synthesis of biodiesel and zinc oxide nanoparticles using supercritical methanol. *Fuel*, **109**, **279-284**. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.fuel.2012.12.055
- Kurlanda-Witek H., Ngwenya B.T., dan Butler I.B. 2014. Transport of bare and capped zinc oxide nanoparticles is dependent on porous medium composition. *Journal of Contaminant Hydrology*, **162-163**, **17-26**. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jconhyd.2014.04.002
- Maruli. 2013. *Sintesis Zinc Oxide Nanorods Menggunakan Metode Spray Pyrolysis dan Chemical Bath Deposition*. (Skripsi), Jurusan Teknik Fisika, Institut Teknologi Bandung, Bandung.

- Melendrez M. F. dan Vargas-Hernandez C. 2013. Ultrasound assisted synthesis of ZnO nanorods on Flexible substrates. *Superficies y Vacio*, **26(3)**, 100-106.
- Mirzaei A., Leonardi S.G., dan Neri G. 2016. Detection of hazardous volatile organic compounds (VOCs) by metal oxide nanostructures-based gas sensors: A review. *Ceramics International*. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ceramint.2016.06.145
- Mirzaei A. dan Neri G. 2016. Microwave-assisted synthesis of metal oxide nanostructures for gas sensing application: a review. *Sensors and Actuators B: Chemical*. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.snb.2016.06.114
- Mucur S. P., Tumay T. A., Birdogan S., San S. E., dan Tekin E. 2015. Triangular-shaped zinc oxide nanoparticles enhance the device performances of inverted OLEDs. *Nano-Structures & Nano-Objects*, **1**, 7-14. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.nanoso.2015.01.001
- Omri K., Najeh I., Dhahri R., El Ghoul J., dan El Mir L. 2014. Effects of temperature on the optical and electrical properties of ZnO nanoparticles synthesized. *Microelectronic Engineering*, **128**, 53-58. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.mee.2014.05.029
- Pourshaban E., Abdizadeh H., dan Golobostanfard M.R. 2015. *ZnO Nanorods Array Synthesized by Chemical Bath Deposition: Effect of Seed Layer Sol Concentration*. Paper presented at the 5th International Biennial Conference on Ultrafine Grained and Nanostructured Materials, UFGNSM15. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>
- Qin L., Shing C., Sawyer S., Dutta P. S. 2011. Enhanced ultraviolet sensitivity of zinc oxide nanoparticle photoconductors by surface passivation. *Optical Materials*, **33**, 359-362. doi:10.1016/j.optmat.2010.09.020
- Septiani, N. L. W. 2015. *Nano Komposit Multiwalled Carbon Nanotubes-Zinc Oxide (MWCNT-ZnO) sebagai Sensor Gas Toluene*. (Thesis), Teknik Fisika, Institut Teknologi Bandung Bandung.

- Sholehah, A. 2015. *Sintesis Nanostruktur Seng Oksida (ZnO) Berketeraturan Tinggi dengan Metode Kimia Basah untuk Aplikasi Sel Surya Tersensitasi Zat Pewarna*. (Disertasi), Teknik Fisika, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Srivastava V., Gusain D., dan Sharma Y C. 2013. Synthesis, Characterization and application of zinc oxide nanoparticles (n-ZnO). *Ceramics International*, **39**, **9803-9808**. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ceramint.2013.04.110
- Tang W. dan Wang J. 2015. Mechanism for toluene detection of flower-like ZnO sensors prepared by hydrothermal approach: Charge transfer. *Sensors and Actuators B: Chemical*, **207**, **66-73**. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.snb.2014.10.018
- Taunk P. B., Das R., Bisen D.P., Tamrakar, R.K., dan Rathor N. 2015. Synthesis and optical properties of chemical bath deposited ZnO thin film. *Karbala International Journal of Modern Science*, **1**, **159-165**. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.kijoms.2015.11.002
- Venkata M. dan Agrios A. G. 2016. Single-pot ZnO nanostructure synthesis by chemical bath deposition and their application. *Nano-Structures & Nano-Objects*, **7**, **1-11**.
- Yalçın, O. 2012. *Nanorods*. Diakses pada 25 Agustus 2018 dari www.intechopen.com.
- Yulianto B., Ramadhani M F., Wieno H., dan Nugraha. 2014. Fabrications of NO gas Sensors Based on ZnO Nanorods Thin Films. *International Journal of Materials Science and Engineering*, **Vol. 2**, **15-18**.
- Yulianto B., Julia S., Septiani N. L. W., Iqbal M., Ramadhani M. F., dan Nugraha. 2015. The Effect of Tin Addition of ZnO Nanosheet Thin films for Ethanol and Isopropyl Alcohol Sensor Applications. *J. Eng. Technol. Sci*, **47**, **76-91**. doi:10.5614
- Yuyut. 2015. *Sintesis Lapisan Tipis Nanostruktur Zinc Oxide sebagai Sensor Gas Volatile Organic Compounds*. (Skripsi), Teknik Fisika Institut Teknologi Bandung, Bandung.

