



# PROSIDING

SEMINAR NASIONAL

*DIPONEGORO PHYSICS 1<sup>st</sup> CONFERENCE*

GEOHERMAL DEVELOPMENT FOR RENEWABLE AND SUSTAINABLE ENERGY

EDITOR :

Prof. Dr. Wahyu Setia Budi, MS

Ir. Hernowo Danusaputro, M.T

Ir. Ainie Khuriati R.S., DEA

Dr. V. Gunawan SK

Dr. Eng. Hendri Widiyandari, M.Si

***ISBN : 978-602-18940-1-9***

JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
9 NOVEMBER 2013

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah Rabbnya alam ini, yang meninggikan langit dan membentangkan bumi, agar dapat dikaji dan diambil manfaatnya oleh orang-orang yang mau berfikir dan bekerja cerdas dilandasi iman dan taqwa.

Seminar Nasional “1<sup>st</sup> Diponegoro Physics Conference” dengan tema Geothermal Development For Renewable and Sustainable Energy ini dilaksanakan oleh Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro sebagai ajang saling asah dan bertukar informasi hasil penelitian dari kalangan akademisi, lembaga penelitian, institusi pelaku usaha dan berbagai pihak yang ikut terlibat dalam pengembangan sains dan teknologi khususnya pengembangan energi terbarukan.

Pada seminar nasional ini disajikan hasil penelitian dan kajian ilmiah di berbagai bidang fisika yang meliputi : Fisika Energi dan Energi Terbarukan, Fisika Teori, Elektronika dan Aplikasinya, Fisika Material, Akustik dan Fotonik, Fisika Medik dan Nuklir, Geofisika dan Sains Atmosfer, serta Pendidikan Fisika. Prosiding Seminar nasional ini terdiri atas 6 makalah pembicara tamu dan kurang lebih 50 makalah peserta. Beberapa makalah terpilih sesuai kesepakatan pemakalah akan kami publikasikan pada Berkala fisika yang diterbitkan secara berkala oleh Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro .

Kami berharap, para peserta berkesempatan memperoleh informasi baru, mengembangkan komunikasi antar personal maupun kelembagaan untuk mendapatkan masukan dan kerjasama dalam meningkatkan kemampuan dan pengembangan IPTEK. Kepada para pembicara tamu dan seluruh peserta seminar, dan pihak yang mendukung kegiatan ini, kami mengucapkan banyak terimakasih atas kontribusinya dalam pengembangan ilmu dan teknologi khususnya bidang-bidang yang memerlukan kajian yang lebih mendalam.

Semarang, November 2013

Panitia

# DAFTAR ISI

<b><i>CERAMAH UMUM</i></b>	
Kebijakan Kepala Dinas ESDM Jateng : Ir. Teguh Dwi Paaryono, M.T	PS01-1
Asosiasi Panas Bumi Ketua Asosiasi Panasbumi Indonesia: Ir. Abadi Purnomo, Dipl. Geoth. En. Teech	PS02-1
Pertamina Presiden Direktur PT. Pertamina Geothermal Energy : Dr. Adriyansyah	PS03-1
Pengguna Direktur Operasi PT. Sejahtera Alam Energy : Ir. Paulus Suparmo	PS04-1
Produsen Presiden Direktur PT. Mitsubishi Power System Indonesia : Mr. Rei Kimura	PS05-1
Akademisi Dosen Jurusan Fisika Undip: Dr. Eng. Udi Harmoko	PS06-1
<b><i>MAKALAH-MAKALAH YANG DISAJIKAN</i></b>	
“Penyelidikan Panas Bumi Di Daerah Blawan-Ijen Berdasarkan Metode Geolistrik Resistivitas” : Sukir Maryanto <sup>a*</sup> , Ika Karlina Laila <sup>b</sup> , Arif Rachmansyah <sup>c</sup> , Didik R Santoso <sup>d</sup> , Soemarno <sup>e</sup> , Anindito Purnowidodo <sup>f</sup>	FE01-1
“Analisis Kandungan <i>Naphthalene</i> Dalam Avtur Dengan Teknik <i>Spectrophotometry</i> Metode Astm D 1840” : Danang Setyo Prastowo	FE02-1
“Analisis Distribusi Temperatur Permukaan Tanah Wilayah Potensi Panas Bumi Menggunakan Teknik Penginderaan Jauh Di Gunung Lamongan, Tiris-Probolinggo, Jawa Timur” : Sri Ana <i>Nurfaridah, Agus Krisbiantoro</i>	FE03-1
“Prediksi Penurunan Kualitas Uap Pembangkit Listrik Tenaga Geotermal Dihubungkan Dengan Strategi Pemeliharaan Dimasa Yang Akan Datang “: <i>Cukup Mulyana</i> <sup>1</sup> , <i>Otong Nurhilal</i> <sup>1</sup> , <i>Aswad H Saad</i> <sup>1</sup> , <i>Ahmad Taufik</i> <sup>2</sup>	FE04-1
“Studi Kehilangan Panas Alamiah Di Daerah Prospek Panasbumi Airklinsar Kabupaten Empat Lawang Sumatera Selatan Indonesia” : F. Virgo <sup>1,*</sup> , Karyanto <sup>2</sup> , Ady Mara <sup>3</sup> , Agus S <sup>4</sup> , W. Suryanto <sup>5</sup> , Wahyudi <sup>5</sup>	FE05-1
“Kajian Lahan Gambut Sebagai Calon Lokasi/Tapak Pltn” : <i>Ahmad Khusyairi, S.T., M.Eng</i>	FE07-1

<p>“Pengaruh Temperatur Annealing Elektroda Film Nanopartikel <math>TiO_2</math> Terhadap Unjuk Kerja Sel Surya Jenis Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)” : Hendri Widiyandari, Bayu Wahyudi, Agus Purwanto</p>	FE08-1
<p>“Sistem Panas Bumi Komplek Telemoyo Berdasarkan Kajian Medan Magnetik” : Gatot Yuliyanto, Udi Harmoko, Sugeng Widada</p>	FE09-1
<p>“Penggunaan Kartun Sebagai Instrumen Diagnosa Miskonsepsi Tentang Gaya-Gaya Yang Bekerja Pada Benda Diam Dan Bergerak” : Tri P. K. Yudianti, Ferdy S. Rondonuwu, Marmi Sudarmi</p>	FT01-1
<p>Pengoptimuman Matriks Potensial <i>Pairing</i> Menggunakan Algoritma Particle Swarm Optimization (PSO)” : Tony Sumaryada, Miko Saputra, Heriyanto Syafutra</p>	FT02-1
<p>“Sistem Akuisisi Data Ultrasonic Ranger Untuk Otomasi Pengukuran Level Muka Air” : Suryono, Bayu Surarso, Ragil Saputra</p>	EA01-1
<p>“Analisa Pengaruh Sudut Penyalaan Thyristor Terhadap Kecepatan Motor Dc Pada Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh Dari Sumber Tegangan Ac Tiga Fasa Menggunakan Simulink” : Adi Pamungkas<sup>a</sup>, Jatmiko Endro Suseno<sup>b</sup></p>	EA02-1
<p>“Penentuan Sifat-Sifat Termodinamis Uap Jenuh Berbasis Kualitas X Pada Suhu Atau Tekanan Tertentu Menggunakan Program Termodinamika “: Ainie Khuriati, Detika</p>	EA04-1
<p>“Rancang Bangun Alat Pengukur Intensitas Hujan Dengan Metode <i>Single Tipping Bucket</i> Berbasis Sensor Medan Magnet Ugn3503” : Heriyanto Syafutra*), M. Nur Indro, Rian Maryanto</p>	EA05-1
<p>“Generator Aliran Elektrodinamika (Ehd) Lucutan Korona Menggunakan Elektroda Berkonfigurasi Pin-Multi Cincin Konsentris: Karakterisasi Kecepatan Aliran Ehd” : Sumariyah, Kusminarto, Arief Hermanto Dan Pekik Nuswantoro</p>	EA06-1
<p>“Rancang Bangun Pengukur Intensitas Cahaya Dan Suhu Didalam Air Dengan Sistem Akuisisi Data Logger” : Zaenal Arifin, Heri Sutanto Dan Ari Bawono</p>	EA07-1
<p>“Deposisi Film Tipis <math>Co_2</math> Dengan Metode <i>Electron Beam Evaporation</i>” : Akhiruddin Maddu, Mamat Rahmat, Kiagus Muh. Yunus, Supriyanto</p>	FM01-1
<p>“Sintesa Karbon Aktif Dari Cangkang Kelapa Sawit Untuk Mereduksi Konsentrasi Suspended Solid Dari Limbah” : Fafia Zulti, Chintya Henny<sup>1</sup></p>	FM02-1

<p>“Kajian Sifat Optik Lapisan Tipis Fotokatalis Nano Komposit ZnO/TiO<sub>2</sub> Yang Dideposisi Di Atas Kaca Dengan Metode Sol-Gel” : Mukhidin<sup>1</sup>, Heri Sutanto<sup>2,*</sup>, Iis Nurhasanah<sup>2</sup></p>	FM04-1
<p>“Uji Karakteristik Sel Surya Silicon-Carbon Nanotube-Titania (Si-Cnt-TiO<sub>2</sub>) “: <i>Jatmiko Endro Suseno, Agus Subagio, Eko Hidayanto</i></p>	FM05-1
<p>“Studi Korosivitas Dan Morfologi Permukaan Baja Karbon Api 51 Gr-B Yang Dilapisi Polimer Hibrid Pada Lingkungan Air Laut Dan Gas H<sub>2</sub>S, Pada Kondisi Jenuh CO<sub>2</sub>” : Dinar Setiawidiani<sup>1</sup>, Tuti Susilawati<sup>2</sup>, Sri Suryaningsih<sup>3</sup>, D.Hardoyo H<sup>4</sup></p>	FM07-1
<p>“Sintesis Nanomaterial TiO<sub>2</sub> Menggunakan Metode Sonokimia Dan Aplikasinya Untuk Fotodegradasi Methylene Blue” : Singgih Wibowo<sup>1*</sup> Dan Heri Sutanto<sup>1</sup></p>	FM08-1
<p>“Deteksi Dini Kualitas Dan Tingkat Keahlian Minyak Goreng Menggunakan Polarisasi Alami” : <i>Eva Yulianti, Y. Indriyani, A. Husna, N. Kharisma Putri, Sri Murni, Ria Amintasari, Ari B. Putranto, Heri Sugito, Dan K. Sofjan Firdausi*</i></p>	FM10-1
<p>“Deposisi Lapisan Tipis Zn: Ag Dengan Metode Sol-Gel Dan Aplikasinya Pada Degradasi Zat Warna Pada Limbah Tekstil ” : Sheilla Rully Anggita<sup>1</sup>, Heri Sutanto<sup>2</sup></p>	FM11-1
<p>“ Pengaruh Proses Pendinginan Terhadap Suhu Nano Partikel Perak” : Dimas Maulana Ahsan, Wipar Sunu Brams Dwandaru</p>	FM-12
<p>“Analisi Homogenitas Citra Pada Pesawat Ultrasonografi(Usg) ” : Kesawa Sudarsih<sup>1*)</sup> Wahyu Setiabudi<sup>1)</sup>Suryono<sup>1)</sup></p>	FN01-1
<p>Radiasi Sinar Gamma Terhadap Penyusutan Massa (Studi Kasus Pada Buah Jambu Biji Merah) : Muhamad Akrom<sup>1*</sup>, Eko Hidayanto<sup>1</sup>, Susilo<sup>2</sup></p>	FN02-1
<p>“Study Analisa <i>Echo Train Length</i> Dalam <i>K - Space</i> Serta Pengaruhnya Terhadap Citra Pembobotan T2 Fse Pada Mri 1.5 T” : Josepa Nd Simanjuntak<sup>1*</sup>, Muhammad Nur<sup>1</sup>, Eko Hidayanto<sup>2</sup></p>	FN03-1
<p>“Analisis Produksi Ozon Dalam Reaktor <i>Dielectric Barrier Discharge Plasma</i> (Dbdp): Pengaruh Impedansi Elektroda Spiral” : <i>Maryam Restiwijaya* Dan Muhammad Nur</i></p>	FN04-1

<p>“Analisis Produksi Ozon Dalam Reaktor <i>Dielectric Barrier Discharge Plasma</i> (Dbdp): Pengaruh Panjang Reaktor” : <i>Sosiawati Teke* Dan Muhammad Nur</i></p>	FN05-1
<p>“Kajian Efisiensi Dan Karakterisasi Produksi Ozon Dengan Lucutan Plasma Berpenghalang Dielektrik (Dbdp): Pengaruh Laju Alir” : <i>Dian Arif Rachman *, Muhammad Nur</i></p>	FN06-1
<p>“Analisis Penerimaan Dosis Radiasi Ct Scan Pada Organ Mata Untuk Pemeriksaan Nasofaring” : <i>Masdi<sup>1</sup>, Evi Setiawati<sup>2</sup>, Choirul Anam<sup>2</sup></i></p>	FN07-1
<p>“Kajian Sistem Pendukung Pengambilan Keputusan (Dssnet) Pada Sistem Manajemen Kedaruratan Nuklir Eropa Diluar Tapak” : <i>Akhmad Khusyairi, S.T.,M.Eng</i></p>	FN08-1
<p>“Perlakuan Iradiasi Plasma Dengan Menggunakan Elektroda Berkonfigurasi Titik-Bidang Terhadap Benih Jagung Zae Mays Sp. Yang Dibangkitkan Pada Kondisi Atmosfer ” : <i>Zaenul Muhlisin, Agung Firmana, Hermin Pancasakti, Fajar Arianto, Muhammad Nur</i></p>	FN10-1
<p>“Perancangan Model Pengukuran Jarak Menggunakan Computer-Aided Pada Kontrol Kualitas Ultrasonografi “: <i>Frida Fallo<sup>1*</sup>, Suryono<sup>2</sup>, Kusworo Adi<sup>2</sup></i></p>	FN14-1
<p>“Interpretasi Bawah Permukaan Daerah Manifestasi Emas Dengan Menggunakan Metode Magnetik Di Daerah Garut Jawa Barat” : <i>Sorja Koesuma<sup>1</sup>, Didi Heryanto<sup>1</sup>, Agus Pajrin Jaman<sup>2</sup></i></p>	GA02-1
<p>“Relokasi Gempa Bumi Di Jambi 1 Oktober 2009 Dengan Menggunakan Metode Grid Search Dan <i>Double Difference</i>” : <i>Madona, M.Si.<sup>1)</sup> Indriati Retno Palupi, S.Si, M.Si<sup>2)</sup></i></p>	GA03-1
<p>“Rekonstruksi 3d Data Resistivitas Dengan Topografi Untuk Mengestimasi Volume Batuan” : <i>Dicky Septiawan,1,2 Bambang Wijatmoko,1,2 Kusnahadi Susanto,1,2 1</i></p>	GA05-1
<p>“Analisa Heterogenitas Reservoar Batupasir Menggunakan Model Thomas-Stieber Dan Yin-Marion Dan Pengaruhnya Terhadap Perhitungan Saturasi Hidrokarbon Di Sumur Barakuda” : <i>Prima Erfido Manaf(1), Agus Setyawan(1), Iwan Bagus Indriyanto(2), Dan Helmi Indrajaya(2)</i></p>	GA06-1
<p>“Relokasi Gempa Bumi Di Jambi 1 Oktober 2009 Dengan Menggunakan Metode Grid Search Dan <i>Double Difference</i>” : <i>Madona, M.Si.<sup>1)</sup> Indriati Retno Palupi, S.Si, M.Si<sup>2)18</sup></i></p>	GA07-1

<p>“Penerapan Penetrasi Kedalaman Dan Respon Tdip Pada Hasil Pengolahan Data Ip, Contoh Line-4 Lokasi X, Kabupaten Lombok Barat” : <i>Yatini<sup>1</sup>, Santoso, D.<sup>2</sup>, Laesanpura, A.<sup>2</sup></i></p>	<p>GA08-1</p>
<p>“Penentuan Struktur Bawah Permukaan Dengan Menggunakan Metode Seismik Refraksi Di Lapangan Panas Bumi Diwak Dan Derekan, Kecamatan Bregas, Kabupaten Semarang” : Saiful Nurul Hudha, Udi Harmoko, Sugeng Widada, Yusuf D.H, Gatot Yulianto, Sahid</p>	<p>GA10-1</p>
<p>“Analisis Kebutuhan Pembelajaran Fisika Berbasis Lifeskill Bagi Siswa Sma Kota Semarang” : Susilawati , Nur Khoir</p>	<p>PF01-1</p>
<p>“Konsepsi Dan Keterampilan Proses Siswa Smk Btb Juwana Terhadap Konsep Gaya Gesek” : Mosik, D Setiawan</p>	<p>PF02-1</p>

## DEPOSISI LAPISAN TIPIS ZNO:AG DENGAN METODE SOL-GEL DAN APLIKASINYA PADA DEGRADASI ZAT WARNA PADA LIMBAH TEKSTIL

Sheilla Rully Anggita<sup>1</sup> dan Heri Sutanto<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Prodi Magister Ilmu Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro.

<sup>2</sup>Laboratorium Fisika Material, Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro

\* Email : Sheilla.rully@yahoo.com

### Abstrak

Salah satu penyebab kurangnya ketersediaan air bersih adalah polusi air dari zat warna akibat pembuangan limbah industri tekstil. ZnO adalah bahan semikonduktor yang baik digunakan sebagai fotokatalis untuk mendegradasi limbah zat warna. Dengan penambahan doping Ag dapat meningkatkan aktivitas fotokatalitik dalam proses degradasi. Pada penelitian ini pengaruh penambahan doping Ag pada lapisan tipis ZnO yang ditumbuhkan di atas substrat kaca menggunakan metode thermal spray coating terhadap fotodegradasi zat warna Methylene blue 10 ppm telah diteliti. Dalam proses fotodegradasi dilakukan variasi lama penyinaran matahari. Sifat optik lapisan ZnO:Ag dikarakterisasi dengan menggunakan spektroskopi UV-Vis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa doping perak yang diberikan pada ZnO akan mempersempit band-gap-nya sehingga dapat meningkatkan aktifitas fotokatalis yang ditunjukkan dengan besarnya prosentase degradasi zat warna Methylene blue. Dari hasil penelitian juga didapatkan bahwa semakin lama penyinaran maka semakin besar prosentase degradasi zat warna methylene blue.

**Kata kunci:** Semikonduktor, Fotokatalis, ZnO, doping Ag, energi band-gap, degradasi.

### PENDAHULUAN

Limbah industri menjadi meningkat seiring dengan perkembangan manufaktur. Salah satu jenis limbah industri ini adalah limbah zat warna tekstil [1]. Dengan meningkatnya limbah zat warna tekstil tanpa disertai tindakan yang tepat untuk menanganinya, maka ketersediaan air bersih akan semakin berkurang.

Fotokatalisis heterogen saat ini sedang dianggap sebagai teknik yang menjanjikan untuk pemurnian air dibandingkan dengan metode konvensional lainnya [2,3]. Salah satu material yang menyediakan banyak keuntungan dalam berbagai aplikasi terutama untuk fotokatalis adalah Zinc Oxide (ZnO) [4]. ZnO merupakan material semikonduktor tipe-n yang memiliki lebar energi gap sebesar 3,37 eV dan energi ikat inti sebesar 60 meV [5]. Proses fotokatalis tersebut terjadi apabila energi dari sinar yang diberikan sesuai dengan energi celah pita (*band gap energy*) dari material semikonduktor, sehingga akan terjadi transformasi kimia [6].

Akhir-akhir ini, penelitian tentang ZnO makin sangat berkembang. Dengan menyisipkan nanostruktur logam transisi ke dalam ZnO, merupakan metode yang efektif untuk menyesuaikan tingkat energi ZnO. Dengan meningkatkan konsentrasi doping logam transisi pada ZnO, sehingga tingkat energinya akan berubah maka dapat meningkatkan sifat fisik maupun sifat optiknya [7]. Pada penelitian sebelumnya dilakukan dengan mendoping perak (Ag) pada ZnO dapat meningkatkan aktifitas fotokatalitik [8]. Banyak metode yang telah dilakukan untuk deposisi lapisan tipis, seperti *atom beam sputtering, combustion, spray pyrolysis, sol-gel, metal organic chemical vapor deposition, pulsed laser deposition, spray coating* dan lain-lain.

Sehingga dari latar belakang permasalahan yang ada, maka dalam penelitian ini akan dilakukan pemberian doping Ag pada lapisan tipis ZnO yang dideposisi di atas substrat kaca menggunakan metode *sol gel* dengan teknik *thermal spray-coating* yang berfungsi sebagai fotokatalis dalam mendegradasi zat warna *Methylene Blue*. Sehingga akan dipelajari sifat

optisnya dan pengaruhnya dalam mendegradasi zat warna *Methylene Blue*.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dibagi menjadi 3 tahap, yaitu: proses pembuatan sol gel ZnO dan ZnO:Ag, proses pelapisan ZnO dan ZnO:Ag pada substrat kaca, karakterisasi lapisan ZnO:Ag menggunakan spektrofotometer UV-Vis serta pengujian zat warna *Methylene Blue* hasil degradasi dengan UV-Vis.

Proses pembuatan larutan ZnO serta ZnO:Ag dilakukan dengan menggunakan metode sol-gel. Mekanisme pembuatan larutan tersebut yaitu; *Zinc Asetat di hidrat* ( $Zn.(COOCH_3)_2.2H_2O$ ) dilarutkan ke dalam 2-Propanol ( $CH_3CH(OH)CH_3$ ) pada temperatur ruang dengan konsentrasi dari *Zinc Asetat* 0,3 M. Kemudian MEA diteteskan ke dalam larutan dan diaduk menggunakan pengaduk magnetik pada temperatur 70°C selama 30 menit, sehingga menjadi *sol-gel* ZnO. Untuk mendapatkan *sol-gel* ZnO:Ag, larutan ZnO kemudian ditambahkan doping Ag dengan konsentrasi 2%, 3%, 4%, dan 5% dan proses pengadukan dilanjutkan hingga didapatkan larutan *sol-gel* yang homogen sekitar 30 menit.

Sebelum proses deposisi, substrat kaca dibersihkan terlebih dahulu dengan metode RCA (*Radio Corporation of Amerika*) yaitu kaca dicuci dengan *acetone* dan metanol selama 10 menit dengan sistem pencuci ultrasonik untuk menghilangkan pengotor organik seperti lemak dan minyak. Selanjutnya kaca dicuci dengan Aquabides selama 8 menit dan dikeringkan dengan kompresor.

Substrat kaca yang telah kering diletakkan diatas *hot plate* dengan suhu 400°C selama 10 menit. Kemudian proses deposisi lapisan tipis ZnO dan ZnO:Ag diatas substrat kaca dilakukan dengan teknik *thermal spray coating* yaitu substrat di spray dengan larutan *sol-gel* ZnO secara merata dengan suhu 400°C. Perlakuan yang sama juga diberikan untuk penyemprotan ZnO : Ag di atas substrat kaca. Setelah proses deposisi, annealing dilakukan dengan suhu 400°C selama 1 jam.

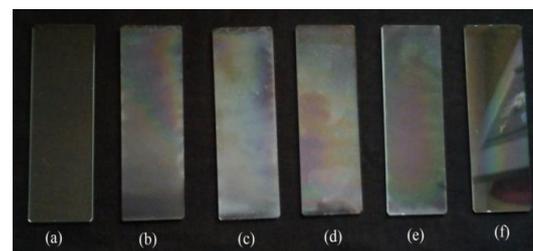
Hasil pengujian sifat optis lapisan ZnO dan ZnO:Ag menggunakan Spektrofotometer UV-Vis (*UltraViolet-Visible*) menghasilkan hubungan antara absorpsi lapisan ZnO dan ZnO:Ag terhadap panjang gelombang antara

200-800 nm. Data yang diperoleh digunakan untuk menentukan transmitansi dan celah pita energi, serta dibuat grafik hubungan antara panjang gelombang (nm) dengan transmitansi.

Larutan *methylene blue* 10 ppm dengan volume 100 ml, diletakkan di dalam wadah yang telah berisi lapisan ZnO dan ZnO:Ag. Selanjutnya pada proses fotodegradasinya dilakukan penyinaran matahari dengan variasi lama penyinaran 1, 2, 3 dan 4 jam. Kemudian sampel dikarakterisasi menggunakan UV-Vis 1240 SA (*Ultra Violet-Visible*) untuk mengetahui *absorbansi* zat warna dari hasil fotodegradasi zat warna dan spektrum panjang gelombang dari *Methylene Blue*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk membuat lapisan ZnO:Ag di atas substrat kaca dengan variasi persen Ag untuk mengetahui karakteristik sifat optis serta variasi lama penyinaran matahari untuk mengetahui pengaruhnya dalam mendegradasi zat warna *methylene blue*. Lapisan ZnO:Ag dengan variasi konsentrasi Ag 2%, 3%, 4% dan 5% yang diannealing dengan temperature 400°C selama 1 jam telah dilakukan, lapisan ZnO:Ag yang telah terbentuk kemudian dikarakterisasi menggunakan UV-Vis untuk mengetahui nilai celah pita energi. UV-Vis 1240SA (*Ultra Violet-Visible*) digunakan untuk mengetahui nilai absorbansi dan panjang gelombang *methylene blue* sebelum dan setelah ditreatment.

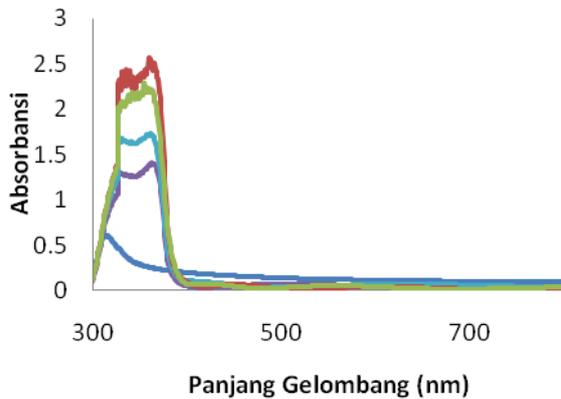


Gambar 1. Lapisan ZnO:Ag yang ditumbuhkan pada Temperatur annealing 400°C dengan variasi % Ag (a) blank, (b) ZnO, (c) 2%, (d) 3%, (e) 4% dan (f) 5%

Gambar 1 menunjukkan lapisan ZnO:Ag yang telah ditumbuhkan pada substrat kaca menggunakan metode *spray coating* dengan variasi persen Ag dengan suhu *annealing* 400 °C selama 1 jam.

Pengujian UV-Vis dilakukan dengan menggunakan mesin UV-Vis Spektrometer Lambda 25 Perkin Elmer. Dari hasil pengujian UV-Vis didapatkan data hubungan absorbansi terhadap panjang gelombang penyinaran UV-cahaya tampak, yaitu dalam rentang 200-800 nm. Data ini diolah untuk mendapatkan nilai celah pita energi masing-masing sampel, sehingga dapat diketahui pengaruh penambahan *doping* perak terhadap nilai celah pita energi dari masing-masing sampel.

Spektrum absorpsi UV-Vis Lapisan ZnO:Ag menggunakan Spektroskopi UV-Vis (*Ultra Violet-Visible*) dengan variasi % Ag diberikan pada gambar 2.



Gambar 2 Spektrum absorpsi UV-Vis lapisan tipis dengan variasi %Ag

Dari hasil spektrum absorbansi lapisan ZnO:Ag menunjukkan serapan paling tinggi berkisar pada panjang gelombang 350-360 nm. Puncak absorbansi untuk lapisan ZnO:Ag bergeser ke panjang gelombang yang lebih besar jika dibandingkan dengan lapisan ZnO. Pergeseran puncak absorbansi ini disebabkan karena meningkatnya persen doping Ag yang diberikan, hal ini mengacu pada persamaan hukum Lambert-Beer seperti persamaan (1):

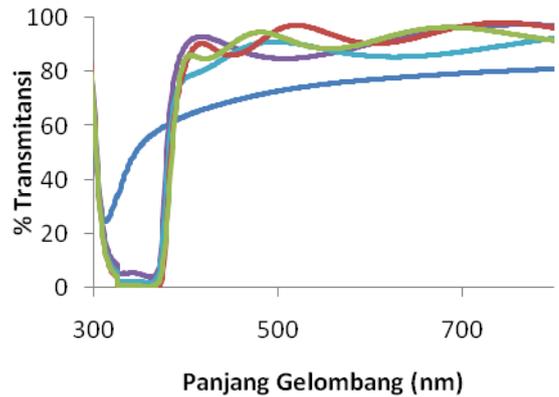
$$-\log T = A = \epsilon b C \quad (1)$$

Dengan  $T$  adalah transmitansi,  $A$  adalah absorbansi,  $\epsilon$  adalah absorptivitas molar ( $M^{-1}cm^{-1}$ ),  $b$  adalah tebal kuvet (cm) dan  $C$  adalah konsentrasi larutan (M).

Dari persamaan tersebut menyatakan bahwa nilai absorbansi sebanding dengan konsentrasi larutan, dan konsentrasi larutan ekuivalen dengan prosentase doping Ag yang yang ditambahkan. Jadi dapat dikatakan bahwa

semakin besar prosentase doping Ag yang ditambahkan, maka semakin besar pula kemampuan absorbansinya.

Transmitansi lapisan ZnO:Ag juga dihitung menggunakan persamaan (4) yang ditunjukkan pada gambar 3.



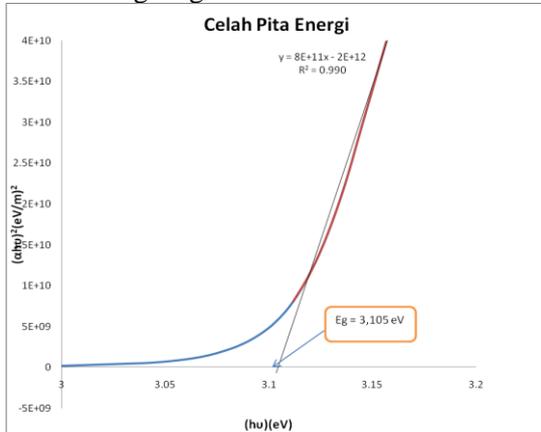
Gambar 3 Transmitansi UV-Vis lapisan tipis dengan variasi %Ag dengan

Dari gambar 3 terlihat bahwa hasil pengujian sifat optis lapisan ZnO:Ag menunjukkan semua sampel lapisan ZnO:Ag memiliki transmitansi yang lebih dari 80% dan tranmitansi ini mengalami kenaikan tajam pada panjang gelombang 350-360 nm yang mana rentang tersebut merupakan rentang panjang gelombang sinar UV (200 nm - 400 nm). Nilai transmitansi ZnO:Ag ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan nilai tranmitansi ZnO yang hanya 70%. Hal ini dikarenakan terjadinya difusi ion  $Ag^+$  ke dalam kisi ZnO yang melewati cahaya pada panjang gelombang yang lebih tinggi. Perubahan transmitansi yang cukup tajam pada rentang panjang gelombang *ultraviolet* (350-360 nm) sebagaimana ditunjukkan pada gambar 3 menunjukkan bahwa lapisan tipis disusun oleh material dengan stoikiometri kimia yang relatif homogen [9].

Celah pita energy ZnO:Ag pada temperature annealing 400°C diperoleh dengan pengeplotan data absorpsi menggunakan persamaan transisi langsung (*direct bandgap*) seperti persamaan (2):

$$ah\nu = A(h\nu - E_g)^{1/2} \quad (2)$$

Plot  $(\alpha h\nu)^2$  vs  $h\nu$  ditunjukkan pada gambar 4, dengan mengekstrapolasi bagian linier dari kurva ke garis absorpsi nol memberikan nilai celah pita energi untuk transisi langsung.



Gambar 4. Plot  $(\alpha h\nu)^2$  vs  $h\nu$  lapisan ZnO:Ag 4%.

Gambar 4 memperlihatkan nilai celah pita energi ZnO dengan doping Ag 4%. Rekapitulasi besar nilai celah pita energi untuk % Ag lainnya diberikan oleh tabel 1.

Tabel 1 Nilai celah pita energi.

Sampel	Energi Gap (eV)
ZnO	3,347
ZnO:Ag 2%	3,114
ZnO:Ag 3%	3,112
ZnO:Ag 4%	3,105
ZnO:Ag 5%	3,102

Penurunan celah pita energi ZnO seperti yang ditunjukkan pada table 1 dikarenakan adanya penambahan doping perak (Ag) yang memiliki celah pita energi sekitar 1,2-1,46 eV [10,11]. Dengan adanya doping perak yang memiliki celah pita energi lebih kecil menyebabkan terbentuknya suatu celah tambahan yang mempengaruhi penurunan lebar celah pita pada ZnO dan dapat meningkatkan efisiensi fotokatalitiknya. Dengan mengecilnya

lebar celah ZnO akibat adanya doping Ag, maka semakin sedikit energi foton yang dibutuhkan untuk mengeksitasi elektron.

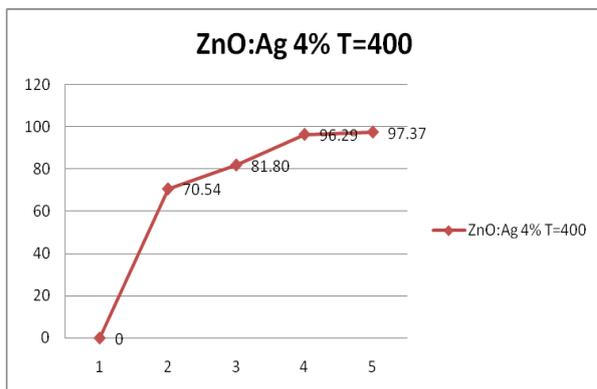
Elektron-elektron yang dihasilkan ini memiliki peran penting dalam aplikasinya untuk fotodegradasi. Elektron-elektron yang dihasilkan akan bereaksi dengan oksigen untuk menghasilkan radikal anion superoksida. Sedangkan hole-hole akan bereaksi dengan molekul air untuk menghasilkan radikal hidroksil. Kedua radikan reaktan ini saling bekerja sama untuk menguraikan senyawa organik. Dengan adanya doping Ag dapat meningkatkan efisiensi fotokatalitiknya dengan mencegah terjadinya rekombinasi, sehingga fotogenerasi elektron pada pita konduksi ZnO dapat berpindah ke partikel Ag [4].

Pada penelitian ini pengujian fotodegradasi dilakukan untuk mengetahui kemampuan aktivitas dari fotokatalis ZnO:Ag terhadap zat warna *Methylene Blue* 10 ppm. Proses fotodegradasi memerlukan 3 komponen utama sumber cahaya (foton), senyawa target, dan fotokatalis. Dalam penelitian ini, sumber cahaya berasal dari sinar matahari. Sinar matahari memancarkan cahaya tampak, infra merah dan sinar UV. Senyawa target adalah larutan zat warna *Methylene Blue* dan fotokatalisnya berupa lapisan tipis ZnO:Ag 4%.

Hasil pengukuran dengan spektrometer UV-Vis larutan control *Methylene Blue* diperoleh panjang gelombang maksimum 664 nm yang dari spektra serapan UV-Vis 1240SA.

Reaksi fotodegradasi dilakukan dengan menjemur wadah yang berisikan lapisan tipis ZnO:Ag 4% yang dicelupkan ke dalam 100 ml larutan zat warna *methylene blue* 10 ppm dibawah sinar matahari dengan variasi waktu penyinaran 1, 2, 3, dan 4 jam.

Hasil yang diperoleh dari penelitian menunjukkan bahwa lapisan ZnO:Ag 4% merupakan material fotokatalis yang mampu mendegradasi zat warna *methylene blue*, hal ini ditunjukkan dengan prosentase degradasi zat warna *Methylene Blue*. Berikut grafik yang menunjukkan besarnya prosentase degradasi zat warna *Methylene Blue* oleh ZnO:Ag 4%.



Grafik 1. Prosentase degradasi *Methylene Blue* oleh ZnO:Ag 4%

Untuk menghitung besarnya prosentase degradasi adalah dengan persamaan persamaan (3)

$$\% \text{ degradasi} = (C_o - C_t) / C_o \times 100\% \quad (3)$$

dengan  $C_o$  adalah konsentrasi awal,  $C_t$  adalah konsentrasi akhir [4].

Terlihat bahwa semakin lama penyinaran yang dilakukan maka semakin meningkat pula prosentase degradasi *Methylene Blue*. Dengan lama penyinaran 4 jam ZnO:Ag 4% mampu mendegradasi *Methylene Blue* hingga 97,37%. Dari pengaruh lamanya waktu akan berpengaruh juga terhadap intensitas cahaya matahari yang terserap. Semakin lama waktu radiasi maka semakin besar intensitas cahayanya, sehingga akan lebih banyak energi foton yang menyebabkan perubahan aktivasi foton pada zat warna akan meningkat [12]. Hal inilah yang menyebabkan semakin lama waktu prosentase degradasi zat warna semakin meningkat pula.

## KESIMPULAN

Deposisi lapisan ZnO:Ag telah berhasil ditumbuhkan di atas substrat kaca dengan metode *thermal spray coating*, dengan variasi doping Ag adalah 2%, 3%, 4% dan 5%. Semakin besar persentase Ag yang di *doping* maka nilai absorpsinya cenderung semakin meningkat dan semakin kecil nilai celah pita energinya. Pengujian fotodegradasi lapisan ZnO:Ag pada larutan *Methylene Blue* menunjukkan bahwa fotokatalis ZnO:Ag mampu mendegradasi zat warna *methylene blue* mencapai 97,37% dengan lama waktu penyinaran 4 jam. Semakin lama waktu

penyinaran semakin besar prosentase degradasinya.

## REFERENSI

- [1]. A. Alinsafi, F. Evenou, E.M. Abdulkarim, M.N. Pons, O. Zahraa, A. Benhammou, A. Yaacoubi, A. Nejmeddine, 2007, *Treatment of textile industry wastewater by supported photocatalysis*, Journal of Dyes and Pigment, **74**: 439-445
- [2]. Baruah, S.; Dutta, J. 2009, *Nanotechnology applications in pollution sensing and degradation in Agriculture*, a review. Environ. Chem. Lett., **7**: 1-14..
- [3]. Sugunan, A.; Dutta, 2008, J. *Pollution Treatment, Remediation, and Sensing. In Nanotechnology*, Harald, K., Ed. Wiley-VCH: Weinheim.; Vol. 3.
- [4]. Amornpitoksuk, Pongsaton, Sumetha Suwanboon, Suthinee Sangkanu, Ampaitip Sukhoom, Nantakan Muensit, Jonas Baltrusaitis, 2012, *Synthesis, Characterization, Photocatalytic, and Antibacterial Activities of Ag-doped ZnO Powder Modified with a Diblock Copolymer*, Journal of Powder Technology **219**: 158-164
- [5]. N.L. Tarwal, P.S. Patil, *Enhanced photoelectrochemical performance of Ag-ZnO thin films synthesized by spray pyrolysis technique* .56 (2011) 6510-6516.
- [6]. Fujishima A., Rao TN, Tryk DA, (2000), *Titanium Dioxide Photocatalysis*. Journal of Photochemistry and Photobiology, C: Photochemistry Reviews 1, 1-21
- [7]. Chauhan, Ruby, Ashavani Kumar, Ram Pal Chaudary, (2010), *Synthesis and Characterisation of Silver Doped ZnO Nanoparticles*, journal of Scholar Research Library 2, 378-385.
- [8]. Jia Zhi-gang, PENG Kuan-kuan, LI Yan-hua, ZHU Rong-sun, (2012), *Preparation and photocatalytic performance of Porous ZnO microrods loaded with Ag*, Journal of Trans. Nonferrous Met. Soc. 22, 873-878.

- [9]. Saragih, Horasdian. 2010. Sifat Optik Lapisan Tipis  $\text{In}_2\text{O}_3$  yang Ditumbuhkan dengan Metode MOCVD. Bandung: FMIPA ITB.
- [10]. Pathak, Dinesh. 2010. *Effect of Substrat Temperatur on the Structural, Optical and Electrical Properties of Silver-Indium- Selenide Films Prepared by Using Laser Ablation*. India :Indian Institut of Technology Roorkee
- [11]. Watase, Seiji. *Direct Electrodeposition of 1.46 eV Bandgap Silver(I) Oxide Semiconductor Films by Electrogenerated Acid*. *Chem. Mater.*, 2008, 20 (4), pp 1254–1256
- [12]. Song'ul karaaslan aksu, Seref g'ucer, 2010, Investigations on solar degradation of acid orange 7 (C.I. 15510) in textile wastewater with micro- and nanosized titanium dioxide, Turkey: Turkish J. Eng. Env. Sci.