

ISBN: 978 - 602 - 18940 - 1 - 9

SEMINAR NASIONAL

1st Diponegoro Physics Conference

PROSIDING

Geothermal Development
for Renewable and Sustainable Energy

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL *1st Diponegoro Physics Conference*
Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro

ISBN
978 - 602 - 18940 - 1 - 9

Jurusan Fisika
Fakultas Sains dan Matematika
Universitas Diponegoro
Semarang, 9 November 2013

Supported By

Organized By



PT. TEKNOLABindo Penta Perkasa

2013



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL

DIPONEGORO PHYSICS 1st 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 “1st 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

<i>CERAMAH UMUM</i>	
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 Pesiden 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
Akedemisi Dosen Jurusan Fisika Undip: Dr.Eng. Udi Harmoko	PS06-1
<i>MAKALAH-MAKALAH YANG DISAJIKAN</i>	
“Penyelidikan Panas Bumi Di Daerah Blawan-Ijen Berdasarkan Metode Geolistrik Resistivitas” : Sukir Maryanto ^{a*} , Ika Karlina Laila ^b , Arif Rachmansyah ^c , Didik R Santoso ^d , Soemarno ^e , Anindito Purnowidodo ^f	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” : <i>Sri Ana Nurfarahidah, Agus Krisbiantoro</i>	FE03-1
“Prediksi Penurunan Kualitas Uap Pembangkit Listrik Tenaga Geotermal Dihubungkan Dengan Strategi Pemeliharaan Dimasa Yang Akan Datang “: <i>Cukup Mulyana¹, Otong Nurhilal¹, Aswad H Saad¹, Ahmad Taufik²</i>	FE04-1
“Studi Kehilangan Panas Alamiah Di Daerah Prospek Panasbumi Airklinsar Kabupaten Empat Lawang Sumatera Selatan Indonesia” : F. Virgo ^{1,*} , Karyanto ² , Ady Mara ³ , Agus S ⁴ , W. Suryanto ⁵ , Wahyudi ⁵	FE05-1
“Kajian Lahan Gambut Sebagai Calon Lokasi/Tapak Pltn” : <i>Akhmad Khusyairi, S.T.,M.Eng</i>	FE07-1

<p>“Pengaruh Temperatur Annealing Elektroda Film Nanopartikel TiO_2 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^a, Jatmiko Endro Suseno^b</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 Co_2 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 Henny¹</p>	FM02-1

<p>“Kajian Sifat Optik Lapisan Tipis Fotokatalis Nano Komposit ZnO/TiO₂ Yang Dideposisi Di Atas Kaca Dengan Metode Sol-Gel” : Mukhidin¹, Heri Sutanto^{2,*}, Iis Nurhasanah²</p>	FM04-1
<p>“Uji Karakteristik Sel Surya Silicon-Carbon Nanotube-Titania (Si-Cnt-TiO₂) “: <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 H₂S, Pada Kondisi Jenuh CO₂” : Dinar Setiawidiani¹, Tuti Susilawati²), Sri Suryaningsih³, D.Hardoyo H⁴</p>	FM07-1
<p>“Sintesis Nanomaterial TiO₂ Menggunakan Metode Sonokimia Dan Aplikasinya Untuk Fotodegradasi Methylene Blue” : Singgih Wibowo^{1*} Dan Heri Sutanto¹</p>	FM08-1
<p>“Deteksi Dini Kualitas Dan Tingkat Kehalalan 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 Anggita¹, Heri Sutanto²</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^{1*)} Wahyu Setiabudi¹⁾Suryono¹⁾</p>	FN01-1
<p>Radiasi Sinar Gamma Terhadap Penyusutan Massa (Studi Kasus Pada Buah Jambu Biji Merah) : Muhamad Akrom^{1*}, Eko Hidayanto¹, Susilo²</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^{1*}, Muhammad Nur¹, Eko Hidayanto²</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>Masdi¹, Evi Setiawati², Choirul Anam²</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^{1*}, Suryono², Kusworo Adi²</i></p>	FN14-1
<p>“Interpretasi Bawah Permukaan Daerah Manifestasi Emas Dengan Menggunakan Metode Magnetik Di Daerah Garut Jawa Barat” : <i>Sorja Koesuma¹, Didi Heryanto¹, Agus Pajrin Jaman²</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.¹⁾ Indriati Retno Palupi, S.Si, M.Si²⁾</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 Reservoir 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.¹⁾ Indriati Retno Palupi, S.Si, M.Si²⁾¹⁸</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>Yatini¹, Santoso, D.², Laesanpura, A.²</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>

SINTESIS NANOMATERIAL TiO₂ MENGGUNAKAN METODE SONOKIMIA DAN APLIKASINYA UNTUK FOTODEGRADASI METHYLENE BLUE

Singgih Wibowo^{*} dan Heri Sutanto¹

¹Jurusan Fisika, Fakultas Sains Matematika, Universitas Diponegoro
Jalan Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang
**singgih_wibowo21@yahoo.com*

Abstrak

Penelitian tentang material semikonduktor titanium dioksida (TiO₂) terus berkembang dalam berbagai aplikasi. Salah satunya adalah dalam aplikasi fotokatalis. Berbagai upaya dilakukan untuk menghasilkan efisiensi yang tinggi antara lain memperkecil ukuran material dalam skala nanometer. Ukuran yang semakin kecil akan memperluas permukaan sehingga lebih efisien. Pada penelitian ini telah dilakukan sintesis nanomaterial TiO₂ menggunakan metode sonokimia. Prekursor Titanium Klorida (TiCl₄), Acetyl Acetone dan Aqua Bidestilation dipapar gelombang ultrasonik dengan frekuensi 20 kHz. Pemaparan ultrasonik dilakukan pada tiga prekursor yang sama dengan waktu yang berbeda – beda ½, 1, dan 2 jam. Sampel kemudian dimasukkan dalam oven dengan temperatur 80 °C selama 12 jam dan sintering dengan temperatur 500 °C selama 2 jam. Material TiO₂ yang dihasilkan berupa serbuk berwarna putih. Material TiO₂ hasil sintesis digunakan dalam pendegradasian larutan methylene blue 10ppm dibawah cahaya matahari. Hasilnya diuji menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk mengetahui persentase degradasi methylene blue. Persentase degradasi terbaik sekitar 97,46% pada sampel dengan 1 jam pemaparan ultrasonik.

Kata kunci : Fotokatalis, Sonokimia, Titanium Dioksida (TiO₂).

PENDAHULUAN

Beberapa dekade belakangan ini, perkembangan sektor industri berdampak pada penurunan kualitas lingkungan, salah satunya sumber air bersih. Salah satu industri yang berkontribusi besar dalam pencemaran ini antara lain industri tekstil. Industri tekstil termasuk industri batik banyak menggunakan pewarna dalam bentuk cair yang susah didegradasi secara alami. Untuk itu diperlukan inovasi dan pengembangan teknologi sebagai solusi bagi pencemaran limbah cair ini. Teknologi pengolahan limbah pewarna yang berkembang saat ini kerap kali tidak efektif dalam hal pembiayaannya yang tinggi, proses pemeliharaan dan pengawasan yang memakan waktu. Oleh karena itu, dibutuhkan teknologi yang murah, praktis dan tidak membutuhkan biaya yang tidak terlampau tinggi (Rudiyanti, 2009).

Salah satu teknologi untuk mengatasi permasalahan diatas adalah dengan memanfaatkan proses fotokatalis dari

nanomaterial TiO₂ fasa anatase. Dari salah satu penelitian dinyatakan bahwa nanomaterial TiO₂ fasa anatase memiliki aktivitas fotokatalis yang lebih tinggi dibandingkan fasa rutil. Selain itu, ukuran partikel yang semakin kecil (nanometer) juga berpengaruh terhadap luas permukaan sehingga lebih efisien. Namun, harga nanomaterial anatase dipasaran sangatlah mahal. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu metode sederhana untuk sintesis material TiO₂ dalam ukuran nanometer (Abdullah, 2009).

Dari permasalahan diatas penulis menawarkan solusi untuk sintesis nanomaterial TiO₂ dengan menggunakan metode sonokimia. Metode ini sangat mudah dilakukan karena memanfaatkan getaran *ultrasonic bath* dengan frekuensi 20 kHz (Timuda, 2010). Dalam penelitian ini juga dilakukan aplikasi fotokatalis pada zat warna *methylene blue* yang tidak mudah didegradasi. Dengan penelitian ini diharapkan menjadi solusi dalam penanganan limbah cair dari zat pewarna di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Sintesis dilakukan dengan meneteskan 2 ml $TiCl_4$ kedalam 2 ml asetil aseton lalu ditambahkan aqua bides sebanyak 40 ml. Kemudian larutan diaduk menggunakan magnetic stirrer dengan kelajuan 300 rpm selama 5 menit. Larutan dibagi dua yang kemudian dinamakan prekursor 1 dan prekursor 2. Percobaan diulang untuk mendapatkan prekursor 3.

Prekursor – prekursor tersebut kemudian dipapar dengan gelombang ultrasonik di dalam *ultrasonic bath* berdaya 130 W dengan frekuensi 20 kHz, masing – masing selama ½, 1 dan 2 jam. Selanjutnya larutan dikeringkan di dalam oven dengan temperatur 80 °C selama 12 jam sehingga terbentuk gumpalan putih kekuningan. Gumpalan ini kemudian digerus dengan mortar dan dilakukan sintering dengan temperatur 500 °C selama 2 jam sehingga terbentuk serbuk berwarna putih.

Larutan *methylene blue* 10 ppm dibuat dengan mencampur serbuk *methylene blue* sebanyak 10 mg ke dalam 1 liter aquades. Kemudian dilakukan homogenisasi dengan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 30 menit. Pisahkan larutan kedalam empat botol masing – masing sebanyak 25 ml. Selanjutnya dimasukkan 10 mg serbuk TiO_2 hasil sintesis dengan waktu sonikasi 0,5 jam, 1 jam dan 2 jam kedalam masing – masing botol yang kemudian diberi nama MB½, MB1, MB2 dan MBN untuk larutan tanpa TiO_2 . Semua larutan kecuali larutan kontrol ditempatkan pada cahaya Matahari selama 5 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Fotodegradasi Methylene Blue

Pada gambar 1 terlihat sampel larutan *methylene blue* saat didegradasi oleh TiO_2 hasil sintesis dibawah cahaya matahari. Tampak larutan masih memiliki warna dan kecerahan yang sama. Sedangkan pada gambar 2 sampel telah mengalami perubahan warna dengan kejernihan paling optimum pada sampel dengan waktu sonikasi 1 jam.

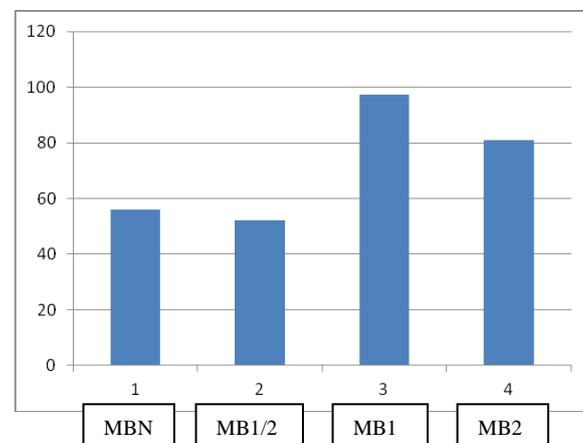


Gambar 1. Sampel larutan methylene blue saat mulai didegradasi dibawah cahaya matahari.



Gambar 2. Sampel larutan methylene blue setelah didegradasi.

Uji degradasi *methylene blue* dilakukan menggunakan UV-Vis untuk mendapatkan data kuantitatif. Data tersebut berupa nilai absorbansi masing – masing sampel. Setelah itu dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai persentase degradasi. Pada gambar 3 adalah grafik persentase degradasi *methylene blue*. Dari hasil uji UV- Vis terlihat nilai persentase degradasi paling optimum adalah pada sampel dengan lama sonikasi 1 jam yaitu sekitar 97,46%.



Gambar 3. Persentase degradasi methylene blue

Pada gambar 3 terlihat adanya pengaruh penambahan serbuk TiO₂ terhadap persentase degradasi. Pada sampel MB1/2 terlihat persentase degradasi malah turun. Hal ini dimungkinkan TiO₂ hasil sintesis dengan lama paparan ½ jam belum membentuk kristal TiO₂ yang bagus (anatase). Pada sampel MB1 persentase degradasi sangat tinggi, hal ini dimungkinkan kristal TiO₂ sudah bagus. Sedangkan pada sampel MB2 hasil degradasi turun lagi. Hal ini dimungkinkan terjadi kejenuhan lama pemaparan yang berlebihan. Sehingga material TiO₂ yang dihasilkan sudah tidak bagus lagi.

KESIMPULAN

Metode sonokimia dapat digunakan untuk menghasilkan nanomaterial TiO₂ untuk aplikasi fotokatalis. Terdapat waktu optimum pada sonikasi yaitu 1 jam. Hal ini ditunjukkan dengan hasil fotodegradasi methylene blue terbaik yaitu sebesar 97,46%.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M., dkk. 2009. *Pendekatan Baru Penjernihan Air Limbah : Berbasis Nanomaterial dan Zero Energy*. Berita Penelitian ITB : Bandung
- Kumar, C.S.S.R., Hormes, J., dan Leuschner, C. 2005. *Nanofabrication Towards Biomedical Applications*. Willet-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Germany.
- Mekprasart, W., Wisanu P. 2011. "Synthesis and Characterization of Nitrogen-doped TiO₂ and its Photocatalytic Activity Enhancement Under Visible Light". *Energy Procedia* 9 (2011) 509 – 514.
- Rahma, F., I., Budiarto, F., dan Pramesti, Y., S. 2010. *Penggunaan Sonokimia untuk Pengukuran Dielektrisitas Senyawa Nanokristal BiMnO₃ dengan Variasi Suhu Annealing*. Universitas Negeri Malang :Malang.
- Rudiyanti, Siti. 2009. *Kualitas Perairan Sungai Banger Pekalongan Berdasarkan Indikator Biologis*. *Jurnal Sintek Perikanan* Vol 4, No. 2, 46 – 52. UNDIP : Semarang
- Timuda, Gerald E., Maddu, Akhirudin, Irmansyah, Widiyatmoko, Bambang.

2010. *Sintesis Partikel Nanocrystalline TiO₂ untuk Aplikasi Sel Surya Menggunakan Metode Sonokimia*. *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXIV HFI Jateng & DIY*, hal 104 – 109 : Semarang
- Xu, J., Ao, Y., Chen, M., dan Fu, D. 2010. "Photoelectrochemical Property and Photocatalytic Activity of N-doped TiO₂ Nanotubes Arrays" *Applied Surface Science* 256 (2010) 4397 – 4401.

<http://fiehnlab.ucdavis.edu>



1st Diponegoro Physics Conference

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
HIMPUNAN MAHASISWA FISIKA



SERTIFIKAT

Diberikan Kepada:

Dr. HERI SUTANTO, M.Si

Sebagai:

PEMAKALAH

1ST DIPONEGORO PHYSICS CONFERENCE

Geothermal Development for Renewable and Sustainable Energy
Semarang, 9 November 2013



Dr. Muhammad Nur, DEA
NIP. 195711261990011001

Ketua Panitia



Drs. Tony Yulianto, MT
NIP. 196407191993031002