

ISSN 0853 - 0823

**PROSIDING
PERTEMUAN ILMIAH XXIX
HIMPUNAN FISIKA INDONESIA JATENG & DIY**

YOGYAKARTA, 25 APRIL 2015

**“PERAN PENDIDIKAN DAN PENELITIAN FISIKA
UNTUK MEWUJUDKAN MASYARAKAT YANG BERMARTABAT”**



Penyunting :

Dadan Rosana
Edi Suharyadi
Kusminarto
Sismanto
Pramudita Anggraita
Ign. Edi Santosa
Insih Wilujeng
Wipzar Sunu Brams Dwandaru
Kuwat Triyana
Suparwoto
Ahmad Kusumaatmaja
Iman Santosa
Restu Widiatmono
Dewita
Frida Iswinning Diah
Idrus Abdul Kudus

Bagian Penerbitan
HIMPUNAN FISIKA INDONESIA
Cabang Jateng & DIY 2015
Website: www.hfi-diyjateng.or.id

d/a
Pusat Sains dan Teknologi Akselerator
Badan Tenaga Nuklir Nasional
Jl. Babarsari POBox 6101ykbk Yogyakarta 55281

**SUSUNAN PANITIA PENYELENGGARA
SEMINAR NASIONAL/PERTEMUAN ILMIAH HIMPUNAN FISIKA INDONESIA
CABANG JATENG & DIY XXIX
DI UNIVERSITAS SANATA DHARMA, YOGYAKARTA, 25 APRIL 2015**

1. Pelindung : *Rektor Universitas Sanata Dharma*
Ketua HFI cabang Jateng-DIY
2. Ketua : *Dr. Ign. Edi Santosa*
3. Sekretaris : *Dwi Nugraheni Rositawati, M.Si.*
- a. Koordinator : *Dwi Nugraheni Rositawati, M.Si.*
- b. Pendaftaran : *F.X. Made Setianto*
- c. Umum : *P. Arif Kurnianto*
4. Bendahara : *Ir. Sri Agustini Sulandari, M.Si.*
5. Sie Acara : *A. Prasetyadi, M.Si.*
Dr. Asan Damanik, M.Si.
Prof. Paul Suparno, S.J.
M.S.T.R. Rohandi, Ph.D.
Drs A. Atmadi, M.Si.
6. Sie Penerima tamu : *Drs. Domi Severinus, M.Si.*
7. Sie Perlengkapan dan transportasi:
P. Ngadiono
Al. Sugeng Supriyono
8. Sie Dokumentasi : *Agustinus Suyanto*
9. Sie Konsumsi : *Ch. Artilantari*
10. Keamanan : *Satpam USD*
11. P3K : *KSR USD*
12. Sie Umum : *HMPS Pendidikan Fisika USD*
13. Tim Reviewer, Editor dan Prosiding :
- | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| <i>Prof. Dr. Kusminarto</i> | <i>Dr. Iman Santosa</i> |
| <i>Prof. Dr. Pramudita Anggraita</i> | <i>Dr. Insih Wilujeng</i> |
| <i>Prof. Dr. Sismanto, M.Si.</i> | <i>Dr. Dadan Rosana, M.Si</i> |
| <i>Prof. Suparwoto, M.Pd.</i> | <i>Restu Widiatmono, S.Si, M.Si</i> |
| <i>Dr. Kuwat Triyana</i> | <i>Dra. Dewita</i> |
| <i>Dr. Ign. Edi Santosa</i> | <i>Frida Iswinning Diah, S.T.</i> |
| <i>W. S. Brams Dwandaru, Ph.D.</i> | <i>Idrus Abdul Kudus, S.T.</i> |
| <i>Dr. Edi Suharyadi, M.Eng.</i> | <i>Dra Chotimah, M.Si.</i> |
| <i>Dr. Ahmad Kusumaatmaja</i> | <i>Juliasih Partini S.Si., M.Si.</i> |

PENGANTAR REDAKSI

Prosiding Pertemuan Ilmiah (PI) XXIX Himpunan Fisika Indonesia (HFI) Jateng & DIY ini berisikan makalah-makalah yang disajikan dalam Seminar Nasional HFI Jateng & DIY 2015 di Universitas Sanata Dharma (USD) pada 25 April 2015 dengan tema “**PERAN PENDIDIKAN DAN PENELITIAN FISIKA UNTUK MEWUJUDKAN MASYARAKAT YANG BERMARTABAT**”. Pada penyelenggaraan seminar menampilkan dua pembicara utama yaitu **Prof. Hyeonsik Cheong** dari Department of Physics, Sogang University, Seoul, Korea dengan judul *Physics and Applications of Graphene and 2-Dimensional Materials* dan **Drs T Sarkim, Ph.D** dari Pendidikan Fisika, Universitas Sanata Dharma (USD), Yogyakarta dengan judul *Pedagogical Content Knowledge: Sebuah Konstruksi untuk Memahami Kinerja Guru di Dalam Pembelajaran*.

Pada seminar ini diajukan 178 makalah yang setelah melalui proses penelaahan diterima untuk disajikan sebanyak 159 makalah. Tidak semua pemakalah hadir untuk mempresentasikan makalahnya, ada 15 makalah yang tidak dipresentasikan. Makalah telah disajikan dalam sidang paralel yang terbagi dalam 11 kelompok fisika yaitu (1) Biofisika dan Medis, (2) Atom, Molekul dan Inti, (3) Bumi, Meteorologi dan Atmosfer, (4) Eksperimental, (5) Energi dan Lingkungan, (6) Instrumentasi dan Elektronika, (7) Komputasi, (8) Teori, (9) Zat Padat, Material dan Nanoteknologi (10) Opto Elektronika dan yang terakhir (11) Pendidikan.

Peserta dan penyaji makalah berasal dari peneliti, dosen, guru, mahasiswa, praktisi pendidikan dan umum dari UGM, BAPETEN, RSUD Sumbawa, RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta, Univ. Sebelas Maret Surakarta, BATAN, LAPAN, Akademi Maritim Nusantara Cilacap, Puslitbang BMK, ITS, UN Malang, UN Makasar, UNDIP, USD, UAD, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, UNPAD, Univ. Mataram, ITI Serpong, Univ. Cendrawasih, UNSOED, LIPI, Univ. Jember, UPI, UNY, Univ. Pendidikan Ganesha, Univ. Flores, SMA N 1 Klaten, SMA N 2 Sampit, SMA N 1 Temanggung, SMA N 8 Purworejo dan SMA N 2 Kebumen.

Makalah tersebut ditulis berdasarkan format *template* yang telah disepakati antara panitia penyelenggara dan tim editor, dan telah melalui seleksi oleh tim penilai. Penerbitan prosiding ini dilakukan pasca disajikan oleh para pemakalah dengan menambahkan tanya-jawab yang muncul saat persidangan.

Keberhasilan PI XXIX merupakan hasil kerja keras seluruh anggota panitia penyelenggara dengan dukungan penuh instansinya dan seluruh warga HFI Jateng & DIY. Panitia penyelenggara yang terdiri dari anggota HFI maupun staf USD telah berhasil dengan baik mempersiapkan dan menyelenggarakan pertemuan ilmiah ini.

Kepada para penceramah, penyaji makalah, peserta pada umumnya, serta semua pihak yang telah berperan-serta dalam seluruh acara PI XXIX ini, diucapkan banyak terima kasih.

Yogyakarta, Mei 2015

Editor

Daftar Isi
Prosiding Pertemuan Ilmiah XXIX HFI Jateng & DIY
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta 25 April 2015
ISSN 0853 - 0823

	halaman
SUSUNAN PANITIA	ii
PENGANTAR REDAKSI	iii
DAFTAR ISI	iv
MAKALAH UTAMA	
1. <i>PHYSICS AND APPLICATIONS OF GRAPHENE AND 2-DIMENSIONAL MATERIALS</i> Hyeonsik Cheong, Department of Physics, Sogang University, Seoul121-742 , Korea.-----	PU-1
2. <i>PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEGDE: SEBUAH KONSTRUK UNTUK MEMAHAMI KINERJA GURU DI DALAM PEMBELAJARAN</i> T. Sarkim, Prodi Pendidikan Fisika, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.-----	PU-6
MAKALAH-MAKALAH YANG DISAJIKAN	
1. EMISI ELEKTRON DAN PENENTUAN DIMENSI BEJANA GENERATOR PLASMA UNTUK PERANGKAT IRADIATOR ELEKTRON PULSA Agus Purwadi, Pusat Sains dan Teknologi Akselerator – BATAN, Jl. Babarsari POB 6101 Ykbb, Yogyakarta.-----	1 - 4
2. DISTRIBUSI MEDAN MAGNET DI SEKITAR KUMPARAN BERARUS LISTRIK C. Jerry Anggoro dan Ign. Edi Santosa, Prodi Pendidikan Fisika, Universitas Sanata Dharma, Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta. -----	5 - 8
3. RESPON REFLEKSI <i>FIBER BRAGG GRATING</i> TERHADAP LASER DIODA UNTUK PENGEMBANGAN SENSOR REGANGAN Iyon Titok Sugiarto dan Andi Setiono, Pusat Penelitian Fisika LIPI, Kawasan PUSPIPTEK Serpong Gedung 442 Tangerang Selatan.-----	9 - 12
4. KETERAMPILAN PROSES SAINS CALON GURU FISIKA Budi Lindrawati dan Rohandi, Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Sanata Dharma, Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta. -----	13 - 16
5. SINAR LASER MAINAN SEBAGAI ALTERNATIF SUMBER CAHAYA MONOKROMATIK PRAKTIKUM KISI DIFRAKSI CAHAYA M. Yasin Kholifudin, SMA Negeri 2 Kebumen, Jawa Tengah . -----	17 - 20
6. DESKRIPSI HASIL BELAJAR SISWA KELAS OLIMPIADE FISIKA MENGGUNAKAN <i>DYNAMIC PROBLEM SOLVING STRATEGIES</i> DI SMA NEGERI 1 BAJENG Sirajuddin Jalil, Abdul Haris, dan Subaer, Universitas Negeri Makassar, Jl. Daeng Tata Kampus Parang, Tambung, Sulawesi Selatan.-----	21 - 24
7. KETERAMPILAN PROSES SAINS GURU IPA Wahyu Prabawati dan Rohandi, Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Sanata Dharma, Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta. -----	25 - 27
8. PENGEMBANGAN EKSPERIMEN SIMULASI PADA MATERI RADIOAKTIVITAS KELAS XII SMA BERBASIS LabVIEW Ginanjjar Achmad Muhammad, dan Ishafit, Universitas Ahmad Dahlan, Kampus III, Jl. Prof. Dr. Soepomo SH, Janturan, Umbulharjo, Yogyakarta.-----	28 - 30
9. METODE SOL-GEL PADA SINTESA BaFe ₁₂ O ₁₉ NANOPARTIKEL DAN FASA TUNGGAL SEBAGAI MATERIAL DASAR UNTUK <i>ULTIMATE MEMORY DEVICE</i> Dwita Suastiyanti dan Marlin Wijaya, Program Studi Teknik Mesin-Institut Teknologi Indonesia, Pusat Teknologi Industri Proses BPPT, Jalan Raya Puspiptek Serpong. -----	31 - 34
10. EFEK PENAMBAHAN KARBON TERHADAP PERUBAHAN STRUKTUR MIKROSKOPIK DAN SIFAT KONDUKSI BAHAN LiFePO ₄ Sahrul Hidayat, Rafik A. Darmawan, Mariah Kartawidjaya, dan Aswad Hi Saad, Program Studi Fisika FMIPA Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung-Sumedang Km. 21, Jatinangor. -----	35 - 37

13.	KONTROL UKURAN KRISTAL NANOPARTIKEL ZNO YANG DISINTESIS DENGAN METODE HIDROTERMAL Togar Saragi, Maria Oktaviani, Yonathan R Purba, Satria A Dhiya U, Risdiana, dan Ayi Bahtiar, Program Studi Fisika, Departemen Fisika, FMIPA, Universitas Padjadjaran, Bandung.-----	219 - 221
14.	UPAYA MENINGKATKAN AKTIVITAS DAN HASIL BELAJAR IPA MELALUI LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK BERBASIS <i>GUIDED DISCOVERY</i> PADA PESERTA DIDIK KELAS VIII-1 SMP NEGERI 5 BONTORAMBA KABUPATEN JENEPONTO Abd. Karim Ismail, Subaer, dan Muris, Pendidikan Fisika, Program Pascasarjana, Universitas Negeri Makassar.-----	222 - 225
15.	SINTESIS KERAMIK GEOPOLIMER UNTUK APLIKASI PIPA GEOTERMAL (<i>GEOTHERMAL PIPELINES</i>) Nur Ungki Sari, Riswati B., dan Subaer, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Makassar, Kampus Parang Tambung, Jalan Daeng Tata, Makassar.-----	226 - 229
16.	DESKRIPSI SIKAP (<i>ATTITUDE</i>) PESERTA DIDIK TERHADAP FISIKA BERDASARKAN INSTRUMEN PASI (<i>PHYSICS ATTITUDE SURVEY INSTRUMENT</i>) DI SMA NEGERI 8 MAKASSAR Riskawati, Fitria Dwi Alfianty R., dan Sitti Rahma Yunus, Komunitas Peneliti Fisika Universitas Negeri Makassar.-----	230 - 234
17.	PENGARUH SUHU <i>SINTERING</i> PADA BARIUM STRONSIUM TITANAT ($Ba_{0,2}Sr_{0,8}TiO_3$) TERHADAP KONSTANTA DIELEKTRIK YANG DIBUAT DENGAN METODE <i>SOLID STATE REACTION</i> Alpi Zaidah , Suwarni, dan Y. Iriani, Jurusan Ilmu Fisika, Program Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.-----	235 - 238
18.	PENINGKATAN PEMAHAMAN SISWA KELAS XI MIPA SMA NEGERI 1 KRANGKENG PADA MATERI GERAK HARMONIS SEDERHANA MELALUI MEDIA <i>VIRTUAL LAB</i> Sanidi, Ishafit, dan Dwi Sulisworo, Program Pascasarjana Pendidikan Fisika, Universitas Ahmad Dahlan, Jl. Pramuka 42 Sidikan, Yogyakarta.-----	239 - 243
19.	KAJIAN DINAMIKA OPINI DALAM FISIKA SOSIAL MENGGUNAKAN SIMULASI <i>SPIN ISING 2</i> DIMENSI Mega Christivana, Thamar Thamrin, dan Rinto Anugraha, Jurusan Fisika, Universitas Gadjah Mada, Sekip Utara, Yogyakarta.-----	244 - 247
20.	PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA SISWA (LKS) BAGI ANAK BERKEBUTUHAN KHUSUS (TUNA RUNGU) SMK KELAS X POKOK BAHASAN SUHU DAN TERMOMETER Dwi Ratna Purwaningsih dan Dwi Sulisworo, Magister Pendidikan Fisika, Program Pascasarjana, Universitas Ahmad Dahlan, Kampus 2, Jl. Pramuka 42, Sidikan, Umbulharjo, Yogyakarta.-----	248 - 252
21.	SINTESIS REFRAKTORI BAHAN DASAR METALEMPUNG DENGAN BAHAN ADISI ABU VULKANIK GUNUNG MERAPI Nuur Annisa, Khusnul Khatimah, dan Subaer, Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Makassar, Jl. Daeng Tata Raya, Makassar.-----	253 - 256
22.	OPTIMASI KRITERIA HISAB DI INDONESIA BERDASARKAN POSISI MATAHARI DAN BULAN MENGGUNAKAN ALGORITMA MEEUS Andi Muh. Akhyar dan Rinto Anugraha NQZ, Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Gadjah Mada, Sekip Utara Bulaksumur, Yogyakarta.-----	257 - 260
23.	KAREKTERISTIK Poli(GLYMO)-Cerium SEBAGAI BAHAN PROTEKSI BAJA KARBON Tuti Susilawati, Naely Zulfa, dan Fitrilawati, Departemen Fisika, Universitas Padjadjaran, Jalan Raya Jatinangor Km 21 Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat.-----	261 - 264
24.	PENYELESAIAN PERSAMAAN DIRAC UNTUK POTENSIAL SCARF II TRIGONOMETRI PADA KASUS PSEUDOSPIN SIMETRI BAGIAN RADIAL MENGGUNAKAN METODE ITERASI ASIMPTOTIK (AIM) Lina Kurniasih, Suparmi, dan Cari, Jurusan Ilmu Fisika Program Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.-----	265 - 268
25.	SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOSILIKA GEOPOLIMER PELAPIS KAYU TAHAN PANAS DAN API Masita Husen, Nur Akifah, Sitti Hajar, dan Subaer Junaedi, Fakultas MIPA Universitas Negeri Makassar, Jalan Daeng Tata Raya, 90223 Makassar.-----	269 - 272
26.	STUDI PENGGUNAAN <i>FIBER BRAGG GRATING</i> (FBG) SEBAGAI SENSOR GETARAN DENGAN MODULASI INTENSITAS LASER DIODA Andi Setiono, Pusat Penelitian Fisika – LIPI, Kawasan PUSPIPTEK Serpong, Gd. 442, Tangerang Selatan – Banten, Fachrun Nisa dan Alaik Murtadlo, Program Studi S1 Fisika Departemen Fisika-Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.-----	273 - 276

27.	SIFAT LISTRIK LAPISAN TIPIS ZINC OKSIDA DOPING <i>DYE</i> ORGANIK DARI BUAH NAGA (<i>HYLOCEREUS UNDATUS</i>) Kartika Sari dan Sunardi, Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Univeritas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Jawa Tengah.....	277 - 279
28.	PENGEMBANGAN GEOPOLIMER BERBASIS ABU TERBANG (<i>FLY ASH</i>) UNTUK APLIKASI BETON RINGAN RAMAH LINGKUNGAN (<i>GREEN LIGHT CONCRETE</i>) Susanti, Asnaeni Ansar, Syamsidar. D, Nuraini Yusuf, dan Subaer, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Makassar, Jalan Daeng Tata Raya, Makassar.	280 - 283
29.	POTENSI PEMANFAATAN SiO ₂ HASIL EKTRAKSI LUMPUR SIDOARJO SEBAGAI INHIBITOR KOROSI DAN PARTIKEL SCATTERING PADA DSSC (<i>DYE-SENSITIZED SOLAR CELLS</i>) Herny Ariesta Budiarti, Rizky Nanda Puspitasari, Ewing Apriyan Dananjaya, Lizda Johar Mawarani dan Doty Dewi Risanti, Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya.....	284 - 287
30.	KARAKTERISASI BIDANG LONGSORAN DAN PENENTUAN KONDISI KRITIS BERDASARKAN SIFAT KELISTRIKAN BUMI DI PERBUKITAN AMAHUSU, KOTA AMBON DENGAN METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS Matheus Souisa, Program Doktor Fisika, ITB, Bandung, Lilik Hendrajaya dan Gunawan Handayani, Departemen Fisika, FMIPA ITB, Bandung.	288 - 292
31.	PENERAPAN PEMBELAJARAN AKTIF BERBASIS MIND MAPPING UNTUK MENINGKATKAN DAYA INGAT DAN HASIL BELAJAR FISIKA UNIT SUHU DAN PEMUAIAN PADA SISWA KELAS VII SMP NEGERI 24 MAKASSAR Risnawati, Nurul Kusuma Wardani, Subaer, Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Makassar, Jalan Daeng Tata Raya Makassar, dan Rachmatiah, SMP Negeri 24 Makassar, Jalan Bajigau Nomor 41, Makassar.	293 - 296
32.	PENGARUH <i>REAL-WORLD APPLICATIONS INQUIRY</i> TERHADAP KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH FISIKA DITINJAU DARI KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA SISWA KELAS X SMA Nira Nurwulandari, Muhardjito, dan Nandang Mufti, Pascasarjana Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No.05, Malang.....	297 - 300
33.	UPAYA MENINGKATKAN HASIL BELAJAR FISIKA MELALUI MODEL PEMECAHAN MASALAH (<i>PROBLEM SOLVING</i>) PADA PESERTA DIDIK KELAS VIIIA SMP NEGERI 3 SUNGGUMINASA Muhammad Amin Said, Hijrawati, Nurlina, dan Ma'ruf, Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP Unismuh Makassar, Jln. Sultan Alauddin No. 259, Makassar.	301 - 305
34.	ANALISIS BUTIR SOAL UJIAN NASIONAL SMA BIDANG FISIKA TAHUN 2014 MENGGUNAKAN <i>TAXONOMY OF INTRODUCTORY PHYSICS PROBLEM</i> Asep Sutiadi dan Rizki Kurniawati, Departemen Pendidikan Fisika, FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia, Jalan Dr. Setiabudhi No 229, Kota Bandung.....	306 - 309
35.	IMPLEMENTASI <i>BLENDED LEARNING</i> BERBANTUAN <i>NEO LEARNING MANAGEMENT SYSTEM</i> (LMS) UNTUK MENDUKUNG PROSES PEMBELAJARAN GENERASI ABAD 21 Meili Yanti dan Subaer, Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Makassar, Jalan Daeng Tata Raya, Makassar.	310 - 313
36.	KARAKTERISASI POTENSI LEMPUNG DEPOSIT KECAMATAN KAHU DAN KECAMATAN PATIMPENG KABUPATEN BONE SEBAGAI BAHAN DASAR PRODUK GEOPOLIMER Sulfiana S., Fardina Ramli, dan Subaer, Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Makassar, Jalan Daeng Tata Raya, Makassar.....	314 - 317
37.	PENGUKURAN KONSENTRASI GAS ETILEN (C ₂ H ₄) DARI GAS HEMBUS PEROKOK DAN MANTAN PEROKOK MENGGUNAKAN SPEKTROMETER FOTOAKUSTIK LASER CO ₂ Mitrayana dan Ihat Solihat, Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Gadjah Mada, Sekip Utara Unit III BLS 21, Yogyakarta.....	318 - 320
38.	FABRIKASI DAN KARAKTERISASI EKSTRAK SAWI PUTIH SEBAGAI <i>DYE SENSITIZED SOLAR CELL</i> Ulfa Mahfudli Fadli, Cari, dan Agus Supriyanto, Universitas Sebelas Maret, Jalan Ir. Sutami 36A Ketingan, Surakarta.....	321 - 324
39.	PENENTUAN AKTIVITAS RADIONUKLIDA ⁶⁰ Co DENGAN METODE EKSTRAPOLASI EFFISIENSI Hermawan Candra, Gatot Wurdianto, dan Holnisar, Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi-Badan Tenaga Nuklir Nasional, Jl. Lebak Bulus Raya No. 49, Jakarta Selatan.	325 - 329

Potensi Pemanfaatan SiO₂ Hasil Ekstraksi Lumpur Sidoarjo sebagai Inhibitor Korosi dan Partikel Scattering pada DSSC (Dye-Sensitized Solar Cells)

Herny Ariesta Budiarti*, Rizky Nanda Puspitasari, Ewing Apriyan Dananjaya, Lizda Johar Mawarani dan Doty Dewi Risanti

Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111 Indonesia

*ariesta.herny14@mhs.ep.its.ac.id

Abstrak – Semburan lumpur Sidoarjo (*lusi*) merupakan erupsi lumpur vulkano yang terjadi pada sumur eksplorasi gas Banjarpanji-1 PT. Lapindo Brantas dengan semburan mencapai 150.000m³/hari. Lumpur Sidoarjo memiliki beberapa kandungan senyawa salah satunya SiO₂. SiO₂ dengan ukuran kristal dalam skala nano diperoleh dari lumpur Sidoarjo melalui metode kopresipitasi dengan pH 7 dan digunakan sebagai inhibitor korosi logam dan DSSC (Dye-sensitized solar cells). Untuk inhibitor SiO₂ direaksikan dengan NaOH sehingga membentuk senyawa Na₂SiO₃. Hasil uji korosi menunjukkan dengan penambahan volume inhibitor 6 ml diperoleh efisiensi 97,67% pada besi tuang nodular. Sedangkan untuk DSSC campuran nanopartikel SiO₂ dan TiO₂ dengan perbandingan 7,5%:92,5% digunakan sebagai fotoanoda. Hasil uji performansi DSSC adalah diperoleh nilai IPCE tertinggi sebesar 2,604% dengan fill factor sebesar 29,39% dan efisiensi sebesar 0,0004380%. Efisiensi ini masih jauh lebih kecil dibandingkan dengan fotoanoda TiO₂ saja, namun demikian nilai IPCE-nya yang tinggi cukup potensial untuk membantu adsorpsi dye pada fotoanoda.

Kata kunci: lumpur sidoarjo, SiO₂, inhibitor, korosi, DSSC.

Abstract – Lumpur Sidoarjo (*Lusi*) is a mud volcano eruption occur in Banjarpanji-1 gas exploration well owned by PT. Lapindo Brantas, which its flow reach approximately 150,000 m³/day. Lumpur Sidoarjo consists several compounds, one of them is SiO₂. The nanoscale SiO₂ has been extracted using coprecipitation method at pH 7 and used as a corrosion inhibitor and a dye-sensitized solar cells (DSSC). As an inhibitor, the obtained SiO₂ has been reacted with NaOH to form Na₂SiO₃. The corrosion test result on a nodular cast iron indicates that with the addition of 6 ml inhibitor the efficiency can reach 96.7%. As a DSSC, the 7.5% : 92.5% of SiO₂ and TiO₂ mixture has been used as a photoanode. The DSSC performance test result show that the highest value of IPCE (In Incident Photon to Current Conversion Efficiency), fill factor, and efficiency are 2.604%, 29.39%, and 0.0004380%, respectively. The efficiency is small compared to a pure TiO₂ photoanode, however the high IPCE is promising to assist a dye adsorption on photoanode.

Keywords: lumpur sidoarjo, SiO₂, inhibitor, corrosion, DSSC.

I. PENDAHULUAN

Semburan Lumpur Sidoarjo (LUSI) merupakan erupsi *mud volcano* yang terjadi pada sumur eksplorasi gas Banjarpanji-1 PT. Lapindo Brantas, yang terjadi pada tanggal 29 Mei 2006. Dimana semburan yang terdiri dari lumpur panas, air dan gas ini terjadi pada daerah padat penduduk, dengan kuantitas yang mencapai 150.000 m³/hari [1].

Telah banyak penelitian mengenai kandungan material yang bermanfaat. Menurut penelitian yang telah dilakukan, lumpur sidoarjo memiliki beberapa kandungan senyawa seperti Al₂O₃, SiO₂, K₂O, CaO, TiO₂, MnO, dan Fe₂O₃[2]. Melalui metode kopresipitasi dengan variasi pH 7, 4, dan 1 diperoleh nano silica dengan kemurnian 96,9 wt% - 98,5 wt% [3]. Silika memiliki aplikasi yang luas seperti sebagai inhibitor korosi dan *photoanode* DSSC.

Apabila senyawa SiO₂ direaksikan dengan natrium akan menjadi natrium silikat (NaSiO₂) akan dapat digunakan sebagai bahan inhibitor korosi. Na₂SiO₃ ini bekerja dengan membentuk sebuah lapisan pelindung dari ion silikat yang kemudian akan mencegah serangan dari ion alkali [4]. Sedangkan pada Dye-Sensitized Solar Cells

(DSSC) SiO₂ dapat menghambat rekombinasi antarmuka dan sebagai partikel *scattering*. Dengan penambahan SiO₂ pada *photoanode* TiO₂ dapat meningkatkan efisiensi sebesar ~45% [5]. Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian efektifitas SiO₂ sebagai inhibitor korosi logam dan uji performansi DSSC dengan penambahan SiO₂.

II. METODE PENELITIAN/EKSPERIMEN

A. Sintesis Nanopartikel SiO₂

Nanopartikel SiO₂ disintesis menggunakan metode kopresipitasi. Sebanyak 10 gram serbuk LUSI yang telah dibersihkan dengan HCl 2M dilarutkan ke dalam 60 ml larutan NaOH 7M sambil *distirrer* selama 1 jam pada temperatur 70°C. Kemudian ditambahkan aquades sebanyak 250 ml dan disaring menggunakan kertas saring yang halus. Larutan kekuningan hasil saringan kemudian dititrasikan dengan HCl 37% sambil *distirrer* sampai larutan mencapai pH 7. Setelah terbentuk endapan putih dibiarkan selama 24 jam, kemudian beberapa kali dicuci dengan aquades dan disaring lalu dikeringkan pada oven selama 24 jam pada temperatur 80°C [3].

B. Pengujian Na₂SiO₃ sebagai Inhibitor Korosi

Senyawa natrium silikat (Na₂SiO₃) disintesis dengan mereaksikan silica dari lumpur Sidoarjo dengan larutan NaOH. NaOH sebanyak 8 gram dilarutkan dalam aquades sebanyak 10 ml dalam tabung reaksi. Setelah NaOH dan aquades bereaksi sempurna kemudian ditambahkan 6 gram silika (SiO₂) hasil ekstraksi kedalam tabung reaksi. Kemudian tabung reaksi dipanaskan di atas api hingga terjadi reaksi antara NaOH dan silika (SiO₂) dan akhirnya silica larut dalam larutan.

Setelah diperoleh Na₂SiO₃ kemudian dilakukan pengujian korosi sampel yang digunakan adalah dari pipa besi PDAM (nodular cast iron) dengan ukuran 1x1 cm² dan ketebalan 3 mm, dengan densitas sampel 7,7930 gr/cm³ dan luas permukaan 320 mm². Sampel yang telah dipotong diamplas dengan menggunakan mesin grinder dengan kecepatan putar 25 rpm dengan menggunakan amplas grit 400, 600, 800, 1000, dan 2000 untuk meratakan dan menghilangkan cat dan korosi pada permukaan sampel. Setelah diamplas sampel diletakkan dalam plastik klip dan ditambahkan silika gel. Kemudian dipoles dengan menggunakan kain beludru dengan alumina sebagai oksida polesnya. Proses pemolesan dilakukan hingga didapatkan permukaan sampel yang mengkilap.

Larutan uji yang digunakan adalah larutan dari NaCl SAP dengan aquades (3,5%). Berdasarkan ASTM G31-72 untuk uji rendam skala laboratorium, volume larutan uji yang digunakan adalah 0,4 ml/mm² dikali luas permukaan sampel sehingga volume larutan yang dibutuhkan adalah 128 ml. Larutan yang digunakan sebagai inhibitor adalah senyawa natrium silikat yang telah disintesis. Sedangkan volume inhibitor yang ditambahkan pada masing-masing larutan bervariasi dari tanpa inhibitor (0 ml) serta dengan penambahan inhibitor 2 ml, 4 ml, 6 ml, 8 ml, 10 ml dan 12 ml.

Setelah 5 hari lama perendaman, sampel diangkat dari larutan uji untuk kemudian dibersihkan sesuai standar (NACE RP0775-2005). Setelah sampel kering dilakukan penimbangan untuk menghitung berat akhir dari masing-masing sampel. Perhitungan laju korosi yang digunakan adalah dengan menggunakan metode kehilangan berat (weight loss) dengan standar ASTM G1-03. Perbedaan berat yang terjadi dinyatakan sebagai jumlah material yang terkorosi, maka laju korosi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$CR = \frac{K.W}{D.A.t} \tag{1}$$

dengan:

CR = corrosion rate (laju korosi)

K = konstanta laju korosi

T = waktu dalam (jam)

A = luas area logam (cm²)

W = selisih massa setelah dengan sebelum korosi (g)

D = massa jenis (g/cm³)

Sedangkan Pengurangan laju korosi karena adanya penambahan inhibitor menunjukkan efisiensi inhibitor tersebut. Efisiensi inhibitor dapat dihitung dengan perhitungan berikut [6] :

$$\eta \text{ inhibitor (\%)} = \frac{(CR_{non-ink} - CR_{ink})}{CR_{non-ink}} \times 100\% \tag{2}$$

dimana CR adalah laju korosi (corrosion rate).

C. Fabrikasi DSSC dengan SiO₂/TiO₂ sebagai fotoanoda

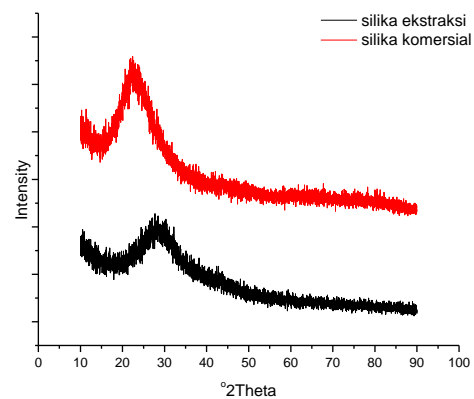
Campuran nanopartikel SiO₂ dan TiO₂ dengan perbandingan 7,5%:92,5% digunakan sebagai fotoanoda DSSC, dimana nanopartikel TiO₂ terdiri dari fase anatase dan rutil dengan perbandingan 90%:10% [5,7]. Fabrikasi DSSC menggunakan struktur sandwich. Mula-mula dilakukan pelapisan pasta SiO₂/TiO₂ pada kaca TCO dengan metode doctor blade. Kemudian kaca TCO yang sudah dilapisi SiO₂/TiO₂ disintering pada temperatur 225°C selama 2 menit. Setelah itu direndam menggunakan dye manggis selama 12 jam. Lalu dilakukan perakitan DSSC, kaca TCO yang sudah dilapisi SiO₂/TiO₂ serta dye direkatkan dengan TCO yang sudah dilapisi katalis carbon menggunakan penjepit. Kemudian pada celah diantara kedua kaca TCO diberi elektrolit (I⁻/I₃⁻) sebagai pasangan redoks.

Pengujian performansi DSSC dilakukan dengan pengukuran efisiensi konversi cahaya (Incident Photon-to-Conversion Energy atau IPCE), serta pengukuran arus dan tegangan yang dihasilkan DSSC. Detail dari pengukuran ini sama dengan [7].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Na₂SiO₃ sebagai Inhibitor Korosi

Nanopartikel SiO₂ hasil ekstraksi LUSI dikarakterisasi dengan pengujian XRD dan diperoleh hasil seperti pada Gambar 1.



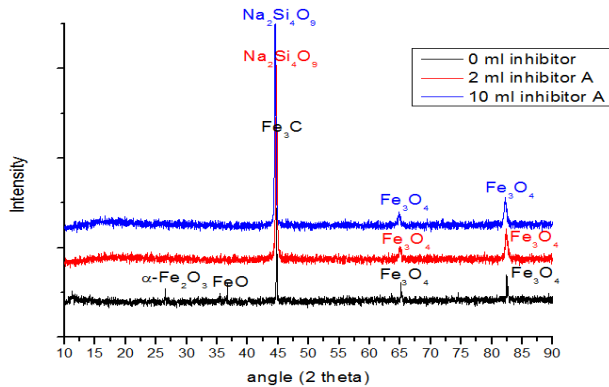
Gambar 1. Hasil karakterisasi XRD dari SiO₂ hasil ekstraksi, dan komersial.

Tabel 1. Hasil Pengujian Inhibitor Korosi

vol inhibitor (ml)	pH awal	pH akhir	corrosion rate (mpy)	Efisiensi (%)
0	7,21	7,185	4,957	0
2	11,87	11,10	1,614	67,44
4	11,96	12,08	0,807	83,72
6	12,35	12,29	0,115	97,67
8	12,41	12,37	0,346	93,02
10	12,45	12,42	0,231	95,35
12	12,47	12,45	0,231	95,35

Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui bahwa SiO₂ komersial memiliki peak pada 21,7093°, sedangkan SiO₂

hasil ekstraksi mengalami pergeseran peak menjadi 27,9564°. Setelah dilakukan perhitungan ukuran kristal menggunakan persamaan Scherrer, diperoleh ukuran kristal SiO₂ komersial 75 nm, sedangkan untuk SiO₂ hasil ekstraksi 95 nm.



Gambar 2. Hasil karakterisasi XRD dari Produk korosi pada larutan NaCl 3,5% dengan inhibitor natrium silikat metode A.

Berdasarkan Gambar 2, produk korosi yang dihasilkan adalah senyawa besi oksida yaitu FeO, α -Fe₂O₃, Fe₃C (grafit) yang ada di sini merupakan nodul dari besi tuang nodular. Sedangkan senyawa Na₂Si₄O₉ merupakan senyawa silikat yang terbentuk hasil reaksi antara ion Na⁺ pada larutan garam dan inhibitor dengan silika pada natrium silikat selama proses uji korosi. Senyawa tersebut merupakan senyawa pembentuk lapisan pelindung hasil reaksi antara ion-ion pada logam dengan inhibitor

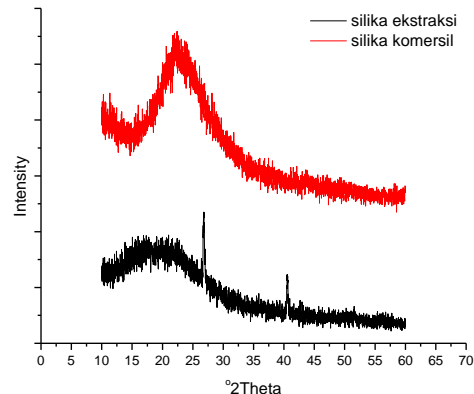
Setelah 5 hari pengujian, sampel uji mengalami perubahan massa akibat proses korosi. Terlihat bahwa seiring penambahan volume inhibitor yang diberikan terjadi perubahan penurunan massa (weight loss) pada sampel uji. Akan tetapi pada sampel dengan penambahan inhibitor A volume 8 ml, 10 ml dan 12 ml justru terjadi kenaikan massa sampel (weight gain) sebesar 0,0002-0,0003 gram akibat dari terbentuknya lapisan tipis yang melindungi logam. Efisiensi korosi yang dihasilkan dari inhibitor ini cukup tinggi hingga mencapai ~90% (Tabel 1).

Tabel 1 merupakan hasil uji korosi sampel pada larutan garam dengan variasi volume dan jenis inhibitor. Dimana seiring penambahan volume inhibitor terjadi penurunan laju korosi dan kenaikan pH larutan. Setelah 5 hari pengujian korosi terjadi penurunan pH larutan, yang disebabkan oleh inhibitor Na₂SiO₃ telah terabsorpsi ke permukaan sampel uji. Dimana efisiensi optimum diperoleh dengan penambahan volume inhibitor sebesar 6 ml.

B. Fabrikasi DSSC dengan SiO₂/TiO₂ sebagai fotoanoda

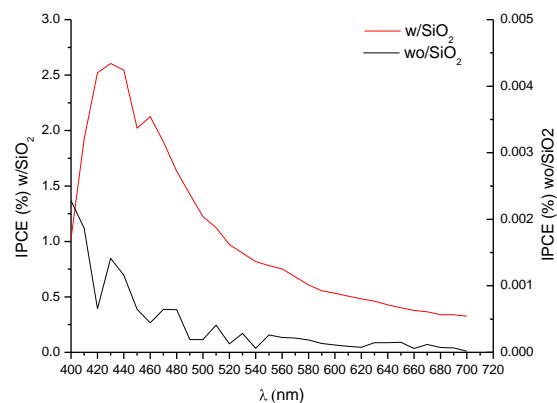
Gambar 3 di bawah ini merupakan hasil pengujian XRD dari serbuk SiO₂ dari ekstraksi lumpur Sidoarjo pH7 pada penelitian selanjutnya. Berdasarkan hasil uji XRD senyawa silika memiliki struktur yang amorf, dengan peak utama pada $2\theta=24,968^\circ$. Dimana pada hasil ekstraksi

lumpur Sidoarjo yang dilakukan masih terdapat pengotor, dimana dapat terlihat $2\theta=31,786^\circ$ dan $45,556^\circ$ dan menyebabkan XRD SiO₂ yang digunakan tidak murni SiO₂ saja.



Gambar 3. Uji XRD serbuk SiO₂ hasil ekstraksi Lumpur Sidoarjo dengan pH 7 yang digunakan untuk DSSC.

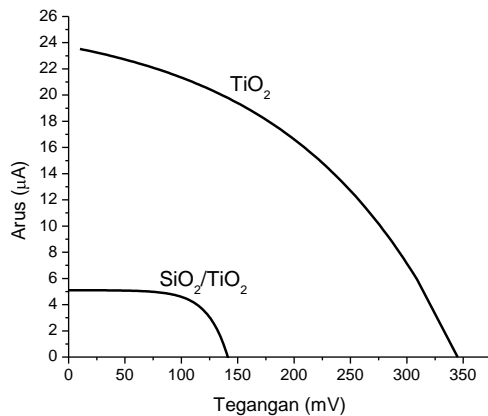
Gambar 4 merupakan hasil pengujian IPCE DSSC dengan pewarna kulit manggis. Nilai IPCE menunjukkan proses transfer electron dari pewarna ke semikonduktor dan dari I yang teroksidasi ke pewarna [8], semakin besar nilai IPCE menunjukkan bahwa transfer electron berlangsung secara efektif dan ketika nilai IPCE mencapai 100%, semua foton yang diserap oleh pewarna akan diubah menjadi arus [9]. Berdasarkan hasil dari spektrum IPCE yang diujikan dengan menggunakan panjang gelombang 400 nm – 700 nm didapatkan nilai IPCE tertinggi adalah pada panjang gelombang 430 nm sebesar 2,604%, jauh lebih besar dibandingkan dengan TiO₂ tanpa SiO₂. Panjang gelombang ini menyerap warna ungu-kebiruan, dikarenakan pengaruh dari dye yang digunakan adalah dari kulit manggis.



Gambar 4. Hasil uji IPCE DSSC SiO₂/TiO₂ dengan pewarna kulit manggis dibandingkan dengan TiO₂ [7]

Gambar 5 memperlihatkan DSSC dengan menggunakan SiO₂ hasil ekstraksi lumpur menghasilkan kurva yang I-V dengan angka I_{sc} dan V_{oc} jauh lebih kecil dibandingkan dengan TiO₂ saja. Untuk DSSC dengan campuran SiO₂ dari ekstraksi lumpur Sidoarjo dengan

TiO₂ (90% Anatase, 10% Rutile) didapatkan besar *fill factor* adalah 29,39%, arus (J_{sc}) sebesar 0,0272 mA/cm², dan tegangan (V_{oc}) sebesar 0,0548 V. Sehingga DSSC dengan menggunakan ekstraksi SiO₂ dari lumpur Sidoarjo ini memiliki efisiensi sebesar 0,0004380%.



Gambar 5. Kurva I-V DSSC SiO₂/TiO₂ dengan pewarna kulit manggis dibandingkan dengan TiO₂ [7].

Ekstraksi SiO₂ yang digunakan untuk DSSC masih memiliki elemen pengotor, hal ini dapat dilihat dari hasil uji XRD pada Gambar 3. Selain itu, hal ini juga dapat dikarenakan adanya hambatan seri yang besar yang diakibatkan ketidaksempurnaan pelapisan semikonduktor pada kaca TCO. Hambatan ini mempengaruhi perpindahan elektron pada kondisi *short circuit* dan mempermudah terjadinya rekombinasi. Ketika nilai hambatan serinya besar maka proses perpindahan elektron akan menjadi lebih lama, hal ini akan membuat nilai *fill factor* menjadi lebih kecil [10].

V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa SiO₂ hasil ekstraksi dari lumpur Sidoarjo dapat digunakan sebagai inhibitor korosi dengan penambahan volume inhibitor 6 ml diperoleh efisiensi sebesar 97,67%. Sedangkan pada pemanfaatan SiO₂ sebagai fotoanoda diperoleh nilai IPCE tertinggi sebesar 2,604% dengan *fill factor* sebesar 29,39% dan efisiensi sebesar 0,0004380% jauh lebih kecil dibandingkan dengan DSSC tanpa SiO₂. Nilai IPCE yang tinggi ini menunjukkan dengan penambahan SiO₂ maka adsorpsi dye pada fotoanoda menjadi lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Laboratorium Rekayasa Bahan Jurusan Teknik Fisika – ITS, serta Laboratorium XRD Jurusan Material Metalurgi – ITS.

PUSTAKA

- [1] Lapindo Brantas, *Lapindo Brantas Social Impact Report Sidoarjo Mud Vulcano*, Lapindo Brantas, April 2014.
- [2] Mustopa, R.S., Adziimaa, A.F. Asy'ari, M.K. dan Risanti, D.D., Physical properties characterization of Porong Sidoarjo mud and its potentials as CO gas adsorbent materials, AIP Conf. Proc.1554, 2013,75-78.

- [3] Munasir dkk, Pengaruh pH akhir larutan pada sintesis nanosilika dari bahan lusi dengan metode kopresipitasi, *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia*, vol. 02, no.03, 2013, pp. 7-10.
- [4] Gao, H. dkk, Study of the Corrosion Inhibition Effect of Sodium Silicate on AZ91D Magnesium Alloy: Corrosion Science, vol.53, 2011, pp. 1401-1407.
- [5] Niu, H., dkk, Significant influence of nano-SiO₂ on the performance of dye-sensitized solar cells based on P25, *Electrochimica Acta*, vol.81, 2012, pp.246-253
- [6] Roberge, Pierre R., Corrosion Inspection and Monitoring, Royal military College of Canada, Ontario, Canada, 2007
- [7] Lestari, Bibit, Optimalisasi fraksi volume TiO₂ anatase dan rutile terhadap efisiensi DSSC (dye sensitized solar cells), Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2014.
- [8] Hara, K., Horiguchi, T., Kinoshita, Tohru., Sayama, K., Sugihara, H., Arakawa, H., 2000. "Highly Efficient Photon-To-Electron Conversion With Mercurochrome-Sensitized Nanoporous Oxide Semiconductor Solar Cells". *Solar Energy Materials & Solar Cells* 64, hal. 115-134
- [9] Varghese, O.K., Grimes, C.A., 2008. "Appropriate Strategies for Determining The Photoconversion Efficiency of Water Photoelectrolysis Cells: A Review with Examples Using Titania Nanotube Array Photoanodes". *Solar Energy Materials & Solar Cells*, vol 92, hal 374–384
- [10] Liu, W., Hua, L., Dai, S., Guo, L., Jiang, N., Kou, D., 2010. "The Effect of The Series Resistance in Dye-Sensitized Solar Cells Explored By Electron Transport and Back Reaction Using Electrical and Optical Modulation Techniques". *Electrochimica Acta*, vol 55, hal 2338–2343

TANYA JAWAB

Nurfadilla, UNM

? Manfaat penggunaan manggis?

? Manfaat NaOH + SiO₂ dalam penelitian ini

Henry Ariesta B, ITS

@ Antosianin yang menghasilkan η relatif tinggi 1,17% (Narayan, 2012)

@ NaOH direaksikan dengan SiO₂ menghasilkan Na₂SiO₃ sebagai inhibitor korosi