****

**PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA**

**SINTESIS NANOKRISTALIN ZnCo2O4 DENGAN METODE SONOKIMIA MENGGUNAKAN *ULTRASONIC BATH* UNTUK BAHAN KOMPOSIT SUPERKAPASITOR SIMETRIS ZnCo2O4/*CARBON NANOTUBE***

**Bidang Kegiatan:**

**PKM-GT**

**Diusulkan oleh:**

 **Danang Yudi Miswar NIM 306322403722/Angkatan 2006**

 **I Made Paramita W D NIM 307322403534/Angkatan 2007**

 **Muzammil NIM 407322403728/Angkatan 2007**

**UNIVERSITAS NEGERI MALANG**

**MALANG**

**2010**

LEMBAR PENGESAHAN USULAN PKM-GT

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1. | Judul kegiatan | : | Sintesis Nanokristalin ZnCo2O4 dengan Metode Sonokimia Menggunakan *Ultrasonic Bath* untuk Bahan Komposit Superkapasitor Simetris ZnCo2O4/*Carbon Nanotube* |
| 2. | Bidang Kegiatan | : | ( ) PKM-AI | (✓) PKM-GT |
| 3. | Ketua Pelaksana Kegiatan : |
|  | a. Nama lengkapb. NIMc. Jurusan d. Universitas/Institut/Politeknike. Alamat Rumah dan No. Tel./HPf. Alamat email | :::::: | Danang Yudi Miswar 306322403722FisikaUniversitas Negeri Malang Sogaan RT.1/RW.1 Pakuniran Probolinggo/+6285233373329gusdanang2009@gmail.com |
| 4.5.  | Anggota Pelaksana KegiatanDosen Pendamping1. Nama lemgkap dan gelar
2. NIP
3. Alamat rumahdan telp
 | :::: | 2 orangDr. Markus Diantoro, M.Si19661221199103100Tegalgondo RT.03/RW.01 Karangploso Malang/0817425488 |

 Malang, 12 Februari 2010

Menyetujui :

Ketua Jurusan Ketua Pelaksana Kegiatan

(Dr. Arif Hidayat, M.Si) (Danang Yudi Miswar)

NIP. 196608221990031003 NIM. 306322403722

Pembantu Rektor Dosen Pendamping
Bidang Kemahasiswaan,

(Drs. Kadim Masjkur, M. Pd) (Dr. Markus Diantoro, M.Si)

NIP. 195412161981021001 NIP.19661221199103100

**KATA PENGANTAR**

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Program Kreativitas Mahasiswa Gagasan Tertulis (PKM-GT) dengan judul “Sintesis Nanokristalin ZnCo2O4 dengan Metode Sonokimia Menggunakan *Ultrasonic Bath* untuk Bahan Komposit Superkapasitor Simetris ZnCo2O4/*CARBON NANOTUBE*” dengan baik tanpa suatu halangan yang berarti. Tulisan ini disusun sebagai usulam PKM-GT tahun 2010.

Penulisan PKM-GT ini selesai berkat dukungan dari semua pihak, untuk itu penulis menyampaikan terima kasih kepada

1. Bapak Dr. Markus Diantoro, M.Si selaku dosen pembimbing yang membimbing dan memberikan arahan kepada penulis.
2. Orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan dan do’anya.
3. Segenap pihak yang telah ikut andil dalam proses penyelesaian penelitian ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Dengan sepenuh hati penulis menyadari bahwa tulisan ini masih banyak memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga tulisan ini dapat memberi manfaat dan sumbangan ilmiah yang sebesar-besarnya bagi penulis dan pembaca.

Malang, 12 Februari 2010

 Penulis

**DAFTAR ISI**

Halaman

**HALAMAN PENGESAHAN**..................................................................... ii

**KATA PENGANTAR**................................................................................. iii

**DAFTAR ISI** ............................................................................................... iv

**DAFTAR GAMBAR** .................................................................................. v

**RINGKASAN** ……………………………………………………………. 1

**PENDAHULUAN**

 Latar Belakang Masalah ....................................................................1

 Tujuan dan Manfaat yang ingin dicapai …………………………… 3

**GAGASAN**

Nanokristalin ZnCo2O4……………………………………………. 4

Metode Sonokimia untuk mensintesis nanomaterial ZnCo2O4……. 4

Superkapasitor simetris…………………………………………… 5

Karakterisasi dan analisis……………………………………………6

**KESIMPULAN** ........................................................................................... 7

**DAFTAR PUSTAKA** ................................................................................. 7

**DAFTAR GAMBAR**

Halaman

Gambar 1. Foto Rancangan Desain Sintesis Partikel Nano ZnCo2O4

dengan metode Sonokimia………………………………………4

Gambar 2. Rentang densitas energi dan daya superkapasit…………………5

Gambar 3. Prinsip Superkapasitor ….………………………………………5

**SINTESIS NANOKRISTALIN ZnCo2O4 DENGAN METODE SONOKIMIA MENGGUNAKAN *ULTRASONIC BATH* UNTUK BAHAN KOMPOSIT SUPERKAPASITOR SIMETRIS ZnCo2O4/*Carbon Nano Tube (CNT)***

Danang Yudi Miswar, I Made Paramita, Muzammil

Jurusan Fisika, Universitas Negeri Malang

## *RINGKASAN*

*Bertumpu pada kemajuan teknologi, pencarian sumber energi yang efisien dan efektif terus dilakukan. Superkapasitor mendapat perhatian khusus para peneliti beberapa tahun terakhir karena peluang aplikasi yang sangat luas. Kata superkapasitor merujuk pada tingginya nilai rate dan life cycle yang dimiliki suatu kapasitor. Berbagai penelitian pun telah dilakukan namun belum mendapatkan hasil yang maksimal. Sehingga penelitian untuk mengoptimalkan hasil yang ingin dicapai perlu dilakukan.*

*Salah alternatif bahan superkapasitor yang menarik untuk diteliti yaitu ZnCo2O4. Bahan ini akan disintesis dengan metode sonokimia. Specific capacitan-ce dan karakteristik elektrokimia nanomaterial ZnCo2O4 akan ditinjau dari perubahan struktur kristal dan morfologi permukaannya. Peningkatan nilai specific capacitance yang diperoleh dapat diterapkan dalam aplikasi super-kapasitor yang akan banyak diperlukan dalam berbagai sumber energi alternatif baru dan terbarukan*

*Karakterisasi struktur kristal menggunakan data difraksi X-Ray dianalisis dengan program General Structure Analysis system (GSAS). Scanning Electron Microscope (SEM) digunakan untuk mengetahui morfologi permukaan nano-material yang dihasilkan. Ukuran partikel nanomaterial ditentukan dari perhitung-an data difraksi X-Ray (XRD) dengan formula Scherrer dan analisis data dari SEM dan TEM. Mengetahui elektrokimia nanomaterial ZnCo2O4 dilakukan dengan RCL-Meter*

**PENDAHULUAN**

**Latar Belakang Masalah**

Perkembangan nanoteknologi di dunia sangatlah pesat, hampir setiap minggu para ilmuan menghasilkan penemuan-penemuan yang luar biasa misalnya: Transistor organik yang terbuat dari partikel nano emas dan *pentacene*. Transistor ini dikenal sebagai NOMFET *(Nanoparticle Organic Memory Field Effect Transistor)*, generasi baru komputer yang bekerja mengikuti sistem saraf (Fabien Alibart dkk, 2010). Pengembangan Super-Material *Graphene*, material yang mempunyai peranan penting untuk elektronik kecepatan tinggi seperti *micro-chip* dan teknologi *touchscreen* (Tzalenchuk et al, 2010). Superkapasitor

transparan sebagai pengkonversi energi dan alat penyimpan yang dapat dibengkokkan dan diputar-putar seperti kartu poker (Chongwu Zhou, 2009). Pengubahan kain biasa dan *polyester* ke baju energi konduktif sehingga baju dapat diisi ulang seperti baterei (Hu et al, 2010), dengan teknologi ini kita bisa memakai HP, Ipod dan lain-lain lebih fleksibel karena energinya ada pada kaos kita sendiri yang dapat di-*charge* sewaktu-waktu.

Dari aplikasi-aplikasi tersebut, tentunya sangatlah penting untuk mengkaji lebih mendalam tentang nanoteknologi terutama di Indonesia yang relatif masih baru. Sifat-sifat material yang meliputi sifat fisis, kimiawi, maupun biologi berubah begitu dramatis ketika dimensi material masuk ke dalam skala nanometer. Yang lebih menarik lagi adalah sifat-sifat tersebut ternyata bergantung ukuran, bentuk, kemurnian permukaan, maupun topologi material. Para ilmuwan percaya bahwa setiap sifat memiliki “skala panjang kritis”. Ketika dimensi material lebih kecil dari panjang kritis tersebut maka sifat-sifat fisis fundamental mulai berubah (M.Gail Jones, 2007). Teori ini dapat dijadikan landasan untuk menghasilkan berbagai piranti yang mempunyai kemampuan luar biasa, Superkapasitor contohnya. Piranti ini bisa menampung kapasitas dan *life-cycle* jauh lebih tinggi dari pada kapasitor pada umumnya. Salah satu bahan yang menjadi perhatian para peneliti adalah ZnCo2O4 dalam matrik karbon teraktivasi seperti CNF (*Carbon Nano Foam*) dan CNT (*Carbon Nano Tube*).

Kartikeyan dkk (2009) melaporkan nanomaterial ZnCo2O4 berhasil disintesis yang memiliki nilai *specific capacitance* 77 F.g-1 dalam kapasitor berbasis ZnCo2O4/*carbon nanofoam* dengan struktur kristal spinel kubik yang disintesis dengan menggunakan metode kopresipitasi. Namun, analisis struktur kristal tidak diberikan secara detail sehingga sangat sulit melihat hubungan antara struktur kristal dengan nilai *specific capacitance* yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan, jika kandungan Zn dalam senyawa ZnCo2O4 yang dilaporkan sangat sedikit, maka struktur kristal akan didominasi senyawa Co3O4 (Zhang, 2006), yang juga luas dikaji dalam aplikasi baterai berbasis lithium, sensor gas dan aplikasi berbasis magnetik lainnya. Cobalt cobaltite Co3O4 juga memiliki struktur kristal spinel kubik (Makhlouf, 2002, Li-5). Sehingga sangat penting mengetahui karakteristik struktur kristal senyawa yang dihasilkan sebelum karakterisasi bahan dilakukan. M. Diantoro dkk (2009) juga melaporkan bahwa nanomaterial ZnCo2O4berhasil dibuat dengan metode sonokimia namun *specific capacitance* belum mencapai nilai yang diinginkan.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, penelitian sejenis untuk mengoptimasikan nilai *specific capacitance* dan pengukuran *charge-discharge* dengan metode sonokimia perlu dilakukan. Metode ini memanfaatkan efek ultrasonik untuk mendapatkan aktivasi reaksi kimia Dalam penelitian ini akan dilakukan sintesis nano material ZnCo2O4 melalui metode sonokimia yang realtif murah, dan sederhana. *Specific capacitance* dan karakteristik elektrokimia nanomaterial ZnCo2O4 akan ditinjau dari perubahan struktur kristal dan morfologi permukaannya. Peningkatan nilai *specific capacitance* yang diperoleh dapat diterapkan dalam aplikasi superkapasitor yang akan banyak diperlukan utamanya di bidang elektronik masa kini.

**TUJUAN DAN MANFAAT**

1. Menghasilkan senyawa nano ZnCo2O4  melalui metode sonokimia. Keberhasilan metode adalah kemurnian fase dan ukuran dalam skala nanometer.
2. Mengkarakterisasi senyawa nano ZnCo2O4  melalui metode sonokimia dengan menggunakan metode *Rietveld General System Analysis Structure (GSAS), Scanning Electron Microscopy (SEM)* Mensintesis bahan matriks nano ZnCo2O4/CNT sebagai lempeng sel superkapasitor penyimpan energi.
3. Menghasilkan lempeng sel superkapasitor penyimpan energi dari matriks nano ZnCo2O4/CNT dengan metode sonokimia yang murah dan efesien.

**GAGASAN**

Keperluan energi dalam beragam bentuk telah menarik perhatian kalangan industri sebagaimana konsumen. Pada waktu yang sama,kedua belah pihak harus menghadapi kenyataan bahwa sumber energi konvensional seperti minyak dan gas memiliki keterbatasan karena tidak dapat diperbaharui dan lebih mahal. Hadirnya bermacam devais yang lebih kecil bentuknya membuka tantangan baru untuk pembuatan sumber energi baru yang sesuai dengan ukuran sistem yang kecil (Evvy, 2010).

Berkaitan dengan penyimpanan energi, superkapasitor menawarkan solusi baru untuk berbagai aplikasi. Superkapasitor memiliki penyimpanan energi yang cukup tinggi sehingga sangat dibutuhkan untuk pengembangan elektronik berdaya tinggi. Pada penyimpanan energi terdapat dua parameter fundamental sebagai alat penyimpan yaitu *energy density* dan *power density* (Schnewly, 2000)*.* Parameter yang pertama didefinisikan jumlah energi yang dapat disimpan tiap volum atau beratnya. Sedangkan *power density* didefinisikan cara energi ini dapat disimpan ke alat (Barrade). Alat penyimpan ini mempunyai *energy density* dan *power density* sekaligus*.* Lain halnya dengan baterei, baterei memiliki *energy density* yang tinggi namun *power density* rendah. Sebaliknya kapasitor biasa memiliki *energy density* rendah tetapi *power density* tinggi. Superkapasitor dapat meng-kompromikan antara baterei dan kapasitor meskipun energy density super-kapasitor dibawah baterei.

Bahan-bahan konvensional yang biasa digunakan sebagai superkapasitor antara lain seperti Karbon aerogel, CFN, CFT, RuO2 dan IrO2 telah mulai di-tinggalkan karena biaya yang sangat tinggi. Sejauh ini telah dilaporkan dalam berbagai referensi, sintesis senyawa kompleks oksida dapt dilakukan melalui sol-gel atau kopresipitasi (Karthikeyan,2009). Namun, belum dilaporkan sintesis melalui metode sonokimia. Selain itu, senyawa yang sering digunakan untuk superkapasitor adalah ZnO (Kalpana, 2006). Lebih jauh, sel atau baterei yang sudah dikembangkan kebanyakan berbasis asimetri yaitu sel yang memiliki keping atau lempeng dengan jenis berbeda.

Hal yang harus dilakukan untuk merealisasikan gagasan ini dapat dibagi menjadi beberapa tahap antara lain:

1. **Nanokristalin ZnCo2O4**

Salah alternatif bahan superkapasitor yang menarik untuk diteliti yaitu ZnCo2O4. Dalam aplikasi sebagai penyimpan energi dan sebagai baterei, senyawa ini menjanjikan. Namun masih perlu peningkatan kapasitas, biaya produksi yang murah dan cepat (Markus, 2009). Nanomaterial ZnCo2O4 dengan struktur kristal spinel kubik disintesis dengan menggunakan metode kopresipitasi yang dilaporkan oleh Kartikeyan memiliki nilai *specific capacitance* 77 F.g-1 dalam kapasitor berbasis ZnCo2O4/*carbon nanofoam*. Namun, analisis struktur kristal tidak diberikan secara detail sehingga sangat sulit melihat hubungan antara struktur kristal dengan nilai *specific capacitance* yang dihasilkan. Untuk mengetahui hubungan antara metode sintesis, kondisi reaksi, struktur kristal dan *grain size* terhadap karakteristik elektrokimia dan nilai *specific capacitance* ZnCo2O4, maka optimasi dengan metode sonokimia untuk menghasilkan nanomaterial ZnCo2O4/CNT serta karakterisasinya sebagai aplikasi superkapasitor adalah masalah utama yang perlu dilakukan penelitian.

1. **Metode Sonokimia untuk mensintesis nanomaterial ZnCo2O4**

Istilah sonokimia muncul dari kekosongan akustik yaitu pembentukan, pertumbuhan, dan pecahnya gelembung kecil gas dalam sebuah cairan yang dipecahkan oleh suara, sebagaimana diilustrasikan pada. Ketidakstabilan gelembung ini menghasilkan pemanasan lokal yang intensif, membentuk titik panas pada cairan dingin dengan temperatur 5.000 K, dan tekanan 1.000 atm yang hanya memilki *lifetime* sepermilyar detik (Suslick, 1999).

Untuk memahami bagaimana cara tumbukan kavitasi dapat mempengaruhi perubahan kimia, harus dipertimbangkan berbagai kemungkinan akibat tumbukan ini didalam sistem sistem yang berbeda. Didalam kasus dari reaksi-reaksi fasa cair yang homogen, ada dua pengaruh besar. Pertama, rongga yang dibentuk tidak mungkin berupa suatu ruang hampa (dalam wujud rongga) pasti berisi uap air dari media cair atau bahan reaktan atau gas-gas yang mudah menguap. Selama tumbukan, uap ini akan diperlakukan dalam kondisi yang ekstrim temperatur dan tekanan yang tinggi menyebabkan molekul-molekul untuk terpecah dan meng-hasilkan jenis radikal reaktif. Bagian ini kemudian bereaksi dimanapun di dalam gelembung yang pecah atau setelah migrasi ke dalam cairan ruahnya. Kedua, tumbukan yang mendadak dari gelembung juga mengakibatkan satu aliran masuk tiba-tiba dari cairan itu untuk mengisi kekosongan menghasikan gaya geser didalam melingkupi cairan ruah yang dapat memecahkan ikatan kimia dalam segala material, yang kemudian larut dalam cairan atau mengganggu lapisan batas (*boundary layer*) yang menjembatani pengangkutan tersebut (Gogate,2008)

**Sintesis nanomaterial ZnCo2O4.** Garam-garam logam transisi yang digunakan sebagai prekursor terlebih dahulu dikonversi menjadi logam transisi hidroksida, sehingga dapat menekan biaya sintesis. Campuran senyawa ZnCl2 dan CoCl2 dilarutkan dalam ethanol dalam tabung erlenmeyer. Selama proses ini ditambahkan sedikit demi sedikit DI water untuk menghidrolisis garam-garam prekursor tersebut dan dituangkan dalam ultrasonic cleaning bath Branso 2210 (Gambar 1). Selama proses ultrasonifikasi ini, pH larutan dikontrol menggunakan NaOH dan HCl. Selanjutnya untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dapt digunakan aliran O2 dan decalin dan SDS surfactant. Namun pemberian kedua bahan ini perlu dipertimbangkan impuritas.



Gambar 1. Foto rancangan desain sintesis nano ZnCo2O4 metode sonokimia

1. **Superkapasitor Simetris**

Berbicara tentang penyimpanan energi, superkapasitor menawarkan solusi baru untuk berbagai aplikasi. Superkapasitor memiliki penyimpanan energi yang cukup tinggi sehingga sangat dibutuhkan untuk pengembangan elektronik berdaya tinggi. Pada penyimpanan energi terdapat dua parameter fundamental sebagai alat penyimpan yaitu *energy density* dan *power density.* Parameter yang pertama didefinisikan jumlah energi yang dapat disimpan tiap volum atau beratnya. Sedangkan *power density* didefinisikan cara energi ini dapat disimpan ke alat (Barrade). Alat penyimpan ini mempunyai *energy density* dan *power density* sekaligus*.* Lain halnya dengan baterei, baterei memiliki *energy density* yang tinggi namun *power density* rendah. Sebaliknya kapasitor biasa memiliki *energy density* rendah tetapi *power density* tinggi. Superkapasitor dapat mengkompromikan antara baterei dan kapasitor meskipun energy density superkapasitor dibawah baterei. Hal ini dapat dilihat di gambar 2. Aplikasi elektrokimia ini sangat luas dalam berbagai bidang teknologi dan dapat dijadikan devais penyimpan energi yang dapat berdiri sendiri seperti kendaraan listrik, *uninterruptable power supplies* (UPS), sistem daya DC dan devais-devais bergerak lainnya.



Gambar 2. Rentang densitas energi dan daya superkapasitor (ultrakapasitor) [Farret06]



Gambar 3. Prinsip Superkapasitor

Superkapasitor merupakan kapasitor elektrokimia berdasarkan pada kapasitas listrik dua lapis material-material elektroda. Meskipun teknologinya mirip dengan baterei, superkapasitor memiliki *power density* lebih tinggi karena tidak ada reaksi kimia selama pengisian dan pengosongan. Pada kapasitor *double layer,* energi disimpan melalui transfer muatan pada batas antara elektroda dan elektrolit. Jumlah energi yang disimpan bergantung pada permukaan elektroda. Gambar superkapasitor dapat dilihat pada gambar 3 yang terdiri dari dua elektroda, separator dan elektrolit. Dua elektroda terbuat dari karbon teraktivasi yang memilki *high surface area* seperti CNT dan CNF. Elektroda tersebut dipisahkan oleh separator yang mana mobilitas muatan ion dapat berlangsung dan mencegah kontak elektronik.

**Pembuatan sel komposit ZnCo2O4/CNT.** Campuran nano material ZnCo2O4 + CNT komersial dibuat pasta menggunaka polipropilene lalu disapukan pada lempeng satinless steel. Lempeng dengan pasta ini selanjutnya dioven sekitar 200 oC selama 3 jam dan siap digunakan sebagai elektroda. Selanjutnya dibuat komposit ZnCo2O4/CNT yang berbentuk lempeng ini mudah untuk diukur *capacitance* dan *charge-discharge*. Lempeng simetri secara berhadapan digabungkan berhadapan dengan dipisahkan sebuah lembar polipropilen menjadi sel sederhana yang siap dikarakterisasi

1. **Karakterisasi dan Analisis**

Hasil metode ini akan dikarakterisasi morfologi, mikrostruktur dan struktur kristal, serta sifat elektrokimia fisikanya. Hal ini dilakukan untuk mengetahui keefektifan metode sonokimia dalam menghasilkan nanomaterial ZnCo2O4. Sekalipun demikian, dengan menggunakan sonokimia diharapkan meningkatkan penyederhanaan proses dan menekan biaya lebih rendah.

Tahap berikutnya dilakukan analisis struktur kristal. Sebelum analisis, perlu dilakukan karakterisasai difraksi sinar-X dengan step scan yang memadai sekitar 0,025 derajat per step menggunakan metode difraksi goneometer Bragg-Brentano. Pada tahap ini akan dilakukan untuk mengkaji apakah fase yang diinginkan sudah terbentuk atau belum. Jika sudah terbentuk, analisis lebih detil dalam skala atomik dengan menggunakan metode Rietveld menggunakan program GSAS (Larson94). Dengan hasil ini akan diketahui secara detail posisi, jarak dan sudut atomik dari struktur kristal bersangkutan. Sebenarnya data difraksi sinar-X ini juga dapat digunakan untuk mengetahui distribusi rerata butiran. Analisis ini dapat diekstraksi langsung dari analisis GSAS maupun analisis terpisah dari fir Gaussian FWHM.

Untuk mengetahui ukuran butir apakah sudah dalam kategori nano atau bukan perlu dilakukan uji Scanning Electron Microscopy (SEM) dengan daya pisah sangat tinggi. Karakterisasi utama sampel nano ZnCo2O4/CNT menggunakan metode *RCL-Meter*. Selain itu, keberhasilan penelitian ini tentunya juga perlu dukungan dan kerjasama pihak-pihak terkait seperti Laboratorium Fisika Material dan Gedung Laboratorium Bersama (GLB) UM karena alat-alat karakterisasi tersedia ditempat ini.

# KESIMPULAN

1. Sintesis senyawa nano ZnCo2O4  melalui metode sonokimia dan membuat lempeng sel superkapasitor penyimpan energi dari matriks nano ZnCo2O4/CNT
2. Karakterisasi kapasitansi dan *charge-dischage* menggunakan RCL-meter, sedangkan analisis struktur memakai GSAS (Larson94)
3. Nilai kapasitansi yang diharapkan diatas 77 F/g

**DAFTAR PUSTAKA**

1. Karthikeyan, K., Kalpana, D., Renganathan, N.G., *Synthesis and Characterization of ZnCo2O4 nanomaterial for symmetric supercapacitor applications*, Ionics 15 (2009) 107-110
2. Diantoro, M., Subakti, Nasikhudin, *Phase Formation Of Nano Sized Material Of Znco2o4 Using Sonochemie Route For Supercapacitor Cell.* ASEAN Seminar in Physics, Bali (2009)
3. Arulepp, M., Leis., et al., *The advance Carbide-derived carbon based supercapacitor*, Journal of Power Sources 162 (2006) 1460-1466
4. Hu, Chi-Chang, Chen, Wei-Chun, *Effects of Substrates on the capacitive performance of RuOx.nH2O and activated carbon-RuOx electrodes for supercapacitors*, Electrochimica Acta 49 (2004) 3469-3477
5. Hu, Chi-Chang, Liu, Ming-Jue, Chang, Kuo-Hsin, *Anodic deposition of Hydrous ruthenium oxide for supercapacitors*, Journal of Power Sources 163 (2007) 1126-1131
6. Kraus dan Nozle, software Powder Cell for Windows, PCW
7. Larson & Von Dreele, *GSAS Technical Manual*, The Regents of The University of California (Los Alamos, 2000)
8. Li, Wei-Yang, Xu, Li-Na, Chen, Jun, *Co3O4 nanomaterials in Lithium-Ion Batteries and Gas Sensors*, Adv. Funct. Mater. 2005, 15, No.5
9. Makhlouf, A., Salah, *Magnetic Properties of Co3O4 nanoparticles*, J. Magnetism and Magnetic Materials 246 (2002) 184-190
10. Gogate, P.R.(2008).*Cavitational reactors for process intensification of*

*Chemical processing applications*:Acriticalreview.J.Chem.Eng and Procc.

1. Suslick,K.S.,Price, G. J. (1999). *Application of ultrasound to material*

*chemistry*.Annu.Rev.Mater.S 295-326.

**DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

1. **KETUA PELAKSANA**

Nama : Danang Yudi Miswar

TTL : Probolinggo, 25 Februari 1988

Jenis kelamin : Laki-laki

Alamat asal : Desa Sogaan RT 01 RW 01 Pakuniran Probolinggo

Agama : Islam

Status : Mahasiswa

## *Riwayat Pendidikan*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No. | Jenjang | Nama Sekolah | Tahun |
| 1 | SD | SDN Sogaan II | 1994-2000 |
| 2 | SMP | SMP Negeri 2 Besuk | 2000-2003 |
| 3 | SMA | SMA Negeri 1 Paiton | 2003-2006 |
| 4 | PT | Jurusan Fisika FMIPA UM | 2006-sekarang |

**Karya Ilmiah yang Pernah Ditulis**

Pembuatan klepon kentang bergizi tinggi 2008

Pengembangan multimedia pembelajaran Fisika SMA dengan menggunakan *software* animasi *Swishmax.* 2009

Pengaruh suhu sintering terhadap konstanta dielektrik Bi0,3Pb0,7FeO3 2009

1. **ANGGOTA PELAKSANA 1**

Nama : I Made Paramita W.D

TTL : Malang, 5 Mei 1989

Jenis kelamin : Laki-laki

Alamat asal : Jl. MT. Haryono No. 17 Malang

Agama : Islam

Status : Mahasiswa

## *Riwayat Pendidikan*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No. | Jenjang | Nama Sekolah | Tahun |
| 1 | SD | SDN Dinoyo I Malang | 1995-2001 |
| 2 | SMP | SMP Negeri 13 Malang | 2001-2004 |
| 3 | SMA | SMAN Laboratorium Malang | 2004-2007 |
| 4 | PT | Jurusan Fisika FMIPA UM | 2007-sekarang |

**Karya Ilmiah yang Pernah Ditulis**

Juara II Lomba penelitian pemantauan kualitas air DAS Brantas Se- Jatim

1. **ANGGOTA PELAKSANA**

Nama : Muzammil

TTL : Probolinggo, 14 Februari 1990

Jenis kelamin : Laki-laki

Alamat asal : Desa Kotaanyar Kec. Kotaanyar Kab. Probolinggo

Agama : Islam

Status : Mahasiswa

## *Riwayat Pendidikan*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No. | Jenjang | Nama Sekolah | Tahun |
| 1 | SD | SDN Kotaanyar III | 1995-2001 |
| 2 | SMP | MTs Nurul Jadid | 2001-2004 |
| 3 | SMA | MA Nurul Jadid | 2004-2007 |
| 4 | PT | Jurusan Fisika FMIPA UM | 2007-sekarang |