

# MEMAHAMI SENI, ETIKA, ATURAN, MAIN, TEKNIK, DAN PROSEDUR MENELITI DALAM PENELITIAN IPA

## Abstrak

Keinginan untuk mengetahui dan memahami alam sekitar merupakan salah satu ciri manusia. Di antara faktor-faktor yang mempengaruhi adalah faktor keingintahuan dan etika. Manusia ingin dan tetap bertahan.

Berbagai aspek yang berkaitan dengan penelitian IPA ditunjukkan secara ringkas dan lugas dalam makalah ini untuk dapat memberi gambaran kepada pembaca mengenai arti, data dan kesimpulan. Keberhasilan penelitian diukur dengan menggunakan kriteria yang sedang berlaku.



## 1. Pendahuluan

Dasar pengetahuan adalah pengalaman yang dimiliki oleh suatu bangsa. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi menuntut pengetahuan Alam (IPA) melalui berbagai cara yang panjang IPA bertumbuh melalui berbagai penelitian yang dilakukan oleh para ilmuwan. Mulai dari penelitian yang paling sederhana yang hanya menggunakan panca indera di zaman purba sebagai alat ukur hingga yang paling canggih yang dilakukan oleh peneliti di abad modern ini. Menurut Ruseffendi periodisasi penelitian berdasarkan metode yang diterapkan dapat dibagi menjadi 4 periode, yakni periode *trial and error*, *popula authority and tradition*, *period speculation and argumentation*, dan *period hypothesis and experimentation*.

Oleh  
**Suparno, MAppSc., Ph.D**

Untuk mengatasi permasalahan kehidupan sehari-hari telah mendorong manusia untuk melakukan langkah-langkah yang mereka pikirkan dapat memberikan penyelesaian. Rasa butuh untuk menghilangkan rasa lapar dan tetap bertahan hidup misalnya telah memaksa manusia menemukan cara untuk menangkap ikan. Mulai dari membuat kayu, bambu, tali, jaring, racun dan aliran listrik dipergunakan untuk mencari ikan. Semua ini semua berawal dengan metode *trial and error*.

Keangka waktu (*time frame*) bukanlah merupakan kendala (*constraint*) untuk melakukan hal yang diharapkan. Kita yang hidup di masa lampau/terdahulu dalam hal ini hanya. Dengan biaya seanehanya mereka berupaya mengembangkan

Disampaikan pada:

PELATIHAN GURU-GURU MIPA SD, SLTP, DAN SLTA YANG DISELENGGARAKAN BEKERJASAMA FMIPA UNY DENGAN DIKTI DEPDIKNAS DI FMIPA UNY, TANGGAL 28 -29 MARET 2001



# Memahami seni, etika, aturan, main, teknik, dan prosedur meneliti dalam penelitian IPA

oleh  
Suparno

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta

## Abstrak

Rendahnya produktifitas dan kualitas penelitian disebabkan oleh banyak faktor. Diantara faktor-faktor yang berpengaruh adalah belum memasyarakatnya seni, etika, aturan main dan teknik meneliti.

Berbagai aspek yang berkaitan dengan penelitian IPA diuraikan secara ringkas dan lugas dalam makalah ini mulai dari definisi metodologi penelitian sampai dengan analisa data dan kesimpulan. Beberapa contoh topik penelitian diajukan sesuai dengan topik bahasan yang sedang dikaji.

## 1. Pendahuluan

Ilmu pengetahuan adalah kekayaan kolektif yang dimiliki oleh suatu bangsa. Perkembangan Ilmu pengetahuan termasuk Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) melewati berbagai masa yang panjang. IPA berkembang melalui berbagai penelitian yang dilakukan oleh para ilmuwan. Mulai dari penelitian yang paling sederhana yang hanya menggunakan panca indra di jaman purba sebagai alat ukur hingga yang paling canggih yang dilakukan oleh peneliti di abad modern ini. Menurut Rummel periodisasi penelitian berdasarkan metode yang diterapkan dapat dibagi menjadi 4 periode, yakni periode trial and error, periode authority and tradition, periode speculation and argumentation, dan periode hypothesis and experimentation.

Untuk mengatasi problem yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari telah mendorong manusia untuk melakukan langkah-langkah yang mereka perkirakan dapat memberikan penyelesaian. Rasa butuh untuk menghilangkan rasa lapar dan tetap bertahan hidup misalnya telah memaksa manusia menemukan cara untuk menangkap ikan. Mulai dari tombak kayu, bubu, kail, jaring, racun dan aliran listrik dipergunakan untuk mencari ikan. Semua ini semula berawal dengan metode *trial and error*.

Kerangka waktu (*time frame*) bukanlah merupakan kendala (*constraint*) untuk mencapai hasil yang diharapkan bagi nenek moyang kita yang hidup di masa lampau. Termasuk dalam hal ini biaya. Dengan biaya seadanya mereka berupaya mengembangkan makanan tradisional atau memformulasikan jamu, sehingga untuk mendapatkan hasil yang memuaskan bisa jadi diperlukan waktu puluhan hingga ratusan tahun. Akan tetapi di era



informasi ini sekarnag menyelesaikan penelitian dalam kerangka waktu yang telah ditetapkan merupakan satu keharusan. Apalagi kalau penelitian itu bukan penelitian yang bersifat pribadi, namun telah melibatkan pihak-pihak lain (penyandang dana). Untuk itu kebutuhan untuk menguasai metode penelitian yang sistematis (*systematic*) dan dapat diandalkan (*reliable*) akan terasa semakin penting.

## 2. Definisi

Metode yang berasal dari kata *method* yang berarti cara. Oleh karena itu metode penelitian dapat diartikan sebagai etika, cara, teknik, aturan main yang berlaku dalam melakukan penelitian. Sedang penelitian yang merupakan terjemahan dari kata *research* itu diartikan oleh Sutrisno Hadi sebagai *repeated search to the unknown* (pencarian berulang-ulang atas sesuatu yang belum diketahui). Dari keterangan di atas dapat disimpulkan bahwa **metodologi penelitian** adalah ilmu yang mempelajari tentang etika, cara, teknik, aturan main dalam kegiatan penelitian yang bersifat ilmiah.

## 3. Etika Meneliti

Kompetensi, obyektifitas dan kejujuran peneliti merupakan rambu-rambu etika yang harus dipenuhi oleh seorang peneliti untuk mendapatkan hasil yang handal. Tidak selayaknya orang yang tidak faham akan seluk beluk koloid melakukan penelitian tentang koloid. Hal ini tidak berarti bahwa seorang mahasiswa fisika atau matematika dilarang meneliti bidang-bidang yang berkaitan dengan koloid. Namun lebih tertuju pada tuntutan agar dia meningkatkan kompetensinya di bidang itu misalnya dengan mempelajari ilmu tentang koloid terlebih dahulu secara mendalam sebelum melakukan penelitian.

Obyektifitas peneliti mempengaruhi berbagai aspek penelitian seperti pengambilan kesimpulan akhir dari suatu penelitian. Kesimpulan yang disodorkan oleh seorang peneliti yang mencampur adukkan antara opini dan fakta akan bias. Kesimpulan yang seperti ini akan menghasilkan produk yang tidak handal (*unreliable*).

Kejujuran seorang peneliti sangat vital untuk mendapatkan hasil yang mendekati kebenaran yang dicari. Seorang peneliti yang tidak jujur mungkin saja akan mengarahkan hasil penelitiannya sesuai dengan kehendak sponsor, karena kalau tidak demikian dia akan kesulitan mendapatkan dana untuk penelitiannya mendatang (baca: *khawatir kendile njomplang*). Penelitian yang dilakukan oleh orang yang tidak jujur akan menghasilkan kepalsuan *instead of* kebenaran.



Ketiga etika moral (*morale ethics*) peneliti diatas adalah mutlak diperlukan disamping dua etika yang lain yakni keterbukaan (*openness*) dan faktual (*factual*). Terbuka artinya apapun proses yang dia lakukan dan apapun hasil yang dia peroleh dalam penelitian tersebut boleh diuji oleh orang lain. Sedang faktual lebih bermakna senantiasa bekerja atas dasar fakta-fakta yang dia hadapi atau peroleh selama berlangsungnya proses penelitian.

#### 4. Cara dan Teknik Meneliti

Cara dan teknik meneliti sangat variatif tergantung pada obyek penelitian. Berdasar perlakuan yang dikenakan kepada onyek yang diteliti teknik penelitian dapat dibagi menjadi dua, yakni langsung dan tidak langsung. Untuk menentukan percepatan gravitasi bumi misalnya, yang kita ukur justru periode ayunan sebuah bandul (tidak langsung). Penelitian terhadap eksistensi muatan pada partikel koloid yang dilarutkan ke dalam larutan yang bersifat isolator misalnya, dapat dilakukan dengan cara tidak langsung yakni dengan mengukur mobilitas partikel (tidak langsung). Sedang untuk menentukan massa ayam potong yang berusia 2 minggu misalnya, kita pergunakan timbangan (langsung).

Dilihat dari dampak yang ditimbulkan akibat penelitian yang dilakukan teknik penelitian dapat dibagi menjadi dua, yakni destructive dan non-destructive. Untuk meneliti struktur jantung seekor kelinci kita bisa membelah dada seekor kelinci (destructive). Sedang untuk melihat sel kanker yang ada di dalam otak manusia kita cukup menggunakan CT (Computerized Tomography) Scan (non-destructive).

#### 5. Aturan Main Meneliti

Yang dimaksud dengan aturan main di atas adalah prosedur dan sistematika kegiatan dalam melakukan penelitian. Pemilihan obyek, penentuan batasan dari obyek, pengumpulan data, analisa data, dan pengambilan kesimpulan merupakan prosedur yang baku dalam kegiatan penelitian ilmiah. Prosedur yang baku ini harus dilaksanakan dengan sistematik artinya teratur, terurut, dan terukur. Tidak boleh urutan kegiatan tersebut dibolak-balik, misalnya pengambilan kesimpulan dilakukan sebelum data dianalisa atau bahkan sebelum data dikumpulkan. Hanya penelitian *sulapan* yang menghasilkan kesimpulan sebelum semua kegiatan lain diselesaikan. Satu kegiatan ekstra yang dapat juga ditambahkan setelah tercapainya kesimpulan yakni saran. Namun kegiatan ini sifatnya *optional* (tidak wajib). Dalam saran dapat disampaikan hal-hal yang berkaitan dengan penerapan (aplikasi/implementasi) hasil penelitian, tidak lanjut atau upaya yang bisa dilakukan di masa mendatang untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.



## 6. Pemilihan Obyek

Ada beberapa hal yang penting dalam pemilihan dan penetapan obyek penelitian antara lain dasar pengetahuan peneliti atas obyek yang dimaksud dan perkiraan akan kemanfaatan hasil penelitian. Idealnya memang kedua hal diatas menjadi pendorong untuk menentukan obyek penelitian. Akan tetapi mungkin pula orang menentukan obyek penelitian hanya atas dasar kemanfaatan yang diperkirakan akan diperoleh dengan meneliti obyek yang bersangkutan. Untuk itu orang ini harus meningkatkan kompetensi ilmiahnya dalam bidang yang berkaitan dengan obyek yang akan diteliti.

Pemilihan obyek juga menentukan cara dan teknik yang diperlukan untuk melakukan penelitian. Hal ini berkait erat dengan perangkat keras dan lunak yang akan dipergunakan untuk melakukan penelitian. Oleh karena itu peneliti harus mempertimbangkan keterjangkauan obyek untuk diteliti dengan keterbatasan sarana dan prasarana yang ada.

## 7. Pembatasan Obyek

Pembatasan obyek penelitian perlu dilakukan untuk mendapatkan satu paket obyek penelitian yang terdefinisi, dalam bentuk yang *manageable* dan dapat diselesaikan dalam batas waktu yang ditentukan. Obyek penelitian yang tidak dibatasi (tidak terdefinisikan) dengan baik akan menimbulkan kesulitan dalam pengumpulan data. Bahkan kesulitan juga akan dijumpai dalam pemilihan teknik dan alat yang dipergunakan. Obyek penelitian yang terlalu luas juga akan mengakibatkannya sulit untuk dikelola, bahkan bisa jadi akan berada di luar jangkauan peneliti baik dari segi kemampuan maupun ketersediaan informasi terkait yang esensial bagi terselesaikannya penelitian. Begitu pula pembatasan obyek penelitian ini sangat penting untuk mengejar waktu penelitian dan dana yang serba terbatas.

### 7.1 Penentuan Topik

Ada beberapa kriteria yang perlu diperhatikan dalam menentukan topic penelitian antara lain pentingnya penelitian dengan topik yang dipilih untuk dilakukan, menarik tidaknya topik tersebut untuk diteliti, ketersediaan teknik dan alat untuk melakukan penelitian, dan keterjangkauannya. Satu topik biasanya dianggap penting (*significance*) bila hasil penelitian yang diperkirakan akan diperoleh dapat memberikan jawaban atas persoalan serius yang sedang berkembang, memberi nilai tambah secara ekonomis atas produk yang sudah ada atau menghasilkan sesuatu yang bermanfaat bagi kehidupan



manusia. Untuk itu penelitian-penelitian yang bersifat aplikatif akan cenderung dinilai lebih penting karena kemanfaatan riil yang bisa diperoleh. Sedang penelitian yang melulu berkaitan dengan pengembangan ilmu murni kurang dianggap penting.

Topik yang berkaitan dengan masalah-masalah yang sedang hangat diperbincangkan masyarakat biasanya memiliki daya tarik tersendiri. Seperti pengaruh radiasi yang terpancar dari handphone terhadap mutasi sel-sel otak menjadi sel kanker misalnya akan lebih menarik bila dibanding dengan pengaruh radiasi matahari terhadap proses fotosintesa dalam daun rumput Gajah.

Penentuan topik juga harus mempertimbangkan keterjangkauan sasaran penelitian yang hendak dicapai baik dari segi luasnya kajian maupun ketersediaan informasi yang menjang. Ketersediaan sumber daya, baik sumber daya alam maupun manusia, yang akan menunjang keberhasilan penelitian menjadi pertimbangan yang sangat penting untuk menentukan sebuah topik penelitian.

Penentuan topik juga harus mempertimbangkan apakah data yang diperlukan mungkin untuk didapatkan (*obtainable*) atau tidak. Teknik, alat, uang dan waktu menjadi faktor penentu apakah data yang diperlukan bisa diperoleh atau tidak. Bila teknik dan alat belum tersedia mampukah kita mengembangkan dan membuatnya dalam kerangka waktu yang ditetapkan dan dana yang tersedia. Kalau jawabnya tidak berarti data yang diperlukan tidak *obtainable* dan topik tersebut tidak layak untuk diteliti.

## 7.2 Penentuan Judul

Ada dua hal yang dapat menjadi pertimbangan utama dalam menentukan judul penelitian yakni *representative* dan *attractiveness*. Yang pertama judul tersebut harus mewakili topik yang akan diteliti. Atau dengan kata lain secara tersurat judul harus menunjukkan apa sebenarnya isi dari penelitian tersebut. Harus pula dipertimbangkan agar penyusunan kata-katanya tidak memberikan gambaran yang keliru (*misleading*) terhadap orang yang membacanya. Hal ini akan berakibat serius bila yang mendapatkan kesan yang keliru adalah pengambil keputusan (*decision maker*) yang berhak menilai layak atau tidaknya sebuah topik untuk diteliti.

Disamping esensi dari obyek yang akan diteliti, pilihan dan susunan kata-kata dalam judul penelitian akan berdampak terhadap menarik atau tidaknya suatu topik untuk diteliti. Untuk itu pemilihan dan penyusunan kata-kata dalam judul sangat penting untuk meningkatkan tingkat *attractiveness* dari satu judul penelitian.



## 8. Pengumpulan Data

Sebelum data dikumpulkan, perlu ditetapkan sampel dari penelitian yang akan dilakukan. Hal ini penting dilakukan karena ada banyak faktor yang menyebabkan tidak mungkin pengumpulan data dilakukan terhadap seluruh populasi, misal biaya, waktu, tenaga dll. Untuk itu sampel haruslah bersifat representatif.

Diantara beberapa teknik sampling yang ada, teknik *random* samplinglah yang biasanya dianggap paling representatif. Teknik sampling ini pulalah yang biasa dipergunakan dalam penelitian fisika. Disamping itu secara teknis sering juga dilakukan pengambilan sampel secara *sistematik*. Dalam hal ini sampel berasal dari populasi yang diambil dalam interval waktu tertentu, berulang dan dilakukan secara berurutan sampai batas waktu tertentu.

Pengumpulan data dalam penelitian fisika biasanya dilakukan dengan menggunakan alat ukur baik yang bersifat mekanik maupun elektronik. Baik alat ukur mekanik maupun elektronik yang perlu diperhatikan pada alat ukur tersebut adalah reliabilitasnya (keandalannya) di dalam mengumpulkan data. Alat ukur elektronik biasanya memberikan hasil pengukuran yang lebih bisa diandalkan dibanding yang mekanik.

Banyak dijumpai kasus dalam berbagai penelitian bahwa alat-alat ukur yang diperlukan untuk mengumpulkan data tidak ada di pasaran. Untuk itu peneliti harus berusaha untuk mengembangkan teknik atau membuat alat yang dapat dipergunakan untuk melakukan pengukuran terhadap variabel-variabel yang diperlukan. Kedua jenis variabel, terkontrol dan bebas, kedua-duanya harus dapat ditentukan dengan baik.

Sebagai contoh, dalam hal penentuan muatan partikel koloid, pada mulanya tidak ada alat komersial yang bisa dipergunakan untuk mengukur muatan pada partikel koloid yang ukurannya kecil dan berada di dalam suatu larutan yang bersifat konduktor. Lalu Tiselius mengembangkan teknik elektroforesis untuk mengukur mobilitas yang hasilnya dapat dipergunakan untuk menghitung besar muatan pada partikel yang bersangkutan. Kemudian lahirlah di pasaran alat komersial yang dapat diperlukan untuk menentukan muatan partikel koloid seperti *Rank Brothers Instrument* dan *Zeta Sizer*. Karena semakin kecilnya besar muatan yang harus diukur, misal muatan partikel koloid dalam pelarut yang bersifat isolator, maka teknik diatas tidak mampu lagi menjangkaunya. Untuk itu Miller mengembangkan teknik baru yang disebut Hamburan Cahaya Analisa Fase (*HCAF*). Dalam bentuknya yang masih bersifat eksperimentatif di dunia ini baru ada 3 alat serupa yakni di University of Bristol-Inggris, University of South Australia-Australia, dan satu



lagi di Jerman. Teknik ini mampu menentukan mobilitas partikel sampai sekecil  $\sim 10^{-12} \text{ m}^2 \text{ V s}^{-1}$ . Untuk ini perlu dipertimbangkan alokasi biaya dan waktu yang memadai.

Automatisasi dan komputerisasi dalam hal data akuisisi sekarang ini menjadi tuntutan yang semakin mendesak. Automatisasi akan mempersingkat waktu data akuisisi dan dapat menghilangkan pengaruh-pengaruh yang bersifat subyektif dari orang yang bertugas mengumpulkan data. Sedang komputerisasi akan mempercepat proses pencatatan, penyimpanan dan pengolahan data. Lebih jauh lagi dengan tersedianya hubungan internet antara satu laboratorium dengan laboratorium lain akan dimungkinkan seorang mahasiswa UeNYeil di Karangmalang untuk melakukan penelitian (baca: mengumpulkan data) dari sampel dan alat yang ada di Australia.

### 9. Analisa Data

Secara garis besar ada dua macam cara untuk menganalisa data yakni kualitatif dan kuantitatif. Pemilihan teknik analisa data tergantung pada jenis data yang diperoleh. Data yang bersifat normatif dan sulit diwakili dengan angka biasanya dianalisa secara kualitatif. Karena sifat data yang umumnya kuantitatif, penelitian fisika biasanya menggunakan teknik analisa data yang bersifat kuantitatif. Data hasil pengukuran diwakili oleh angka-angka yang kemudian dianalisa menurut aturan ilmu statistika.

Data yang dikumpulkan dalam penelitian fisika biasanya terdiri dari 2 jenis variabel atau lebih yang diantara mereka itu terdapat hubungan yang bersifat fungsional. Artinya satu variabel merupakan fungsi dari variabel yang lain dan biasanya dapat diwakili oleh sebuah persamaan matematika. Boleh jadi hubungan antara keduanya linier, namun besar juga kemungkinannya bahwa hubungan diantara variabel-variabel tersebut nonlinier.

Penentuan persamaan regresi yang dipergunakan dapat didasarkan pada kajian/perkiraan teoretik dari hubungan antar variabel-variabel yang diteliti. Misal kajian teori menunjukkan bahwa hubungan antara energi foton cahaya dengan energi kinetik fotoelektron adalah linier. Oleh karena itu persamaan regresi yang dipergunakan untuk menganalisa data juga persamaan regresi linier. Akan tetapi bila ternyata sulit untuk memprediksikannya secara teoritik, dapat dipergunakan dua metode yang lain yakni metode tangan bebas dan metode kuadrat terkecil.

Dalam metode tangan bebas seluruh data digambar dalam bentuk grafik, misal variable bebas ditempatkan pada sumbu  $x$  dan variabel terikat pada sumbu yang lain. Garis regresi kemudian digambarkan sesuai dengan bentuk/kecenderungan data yang ada di atas grafik. Kalau titik-titik data menunjukkan kecenderungan berbentuk garis lurus, maka



patut diduga bahwa persamaan regresinya berbentuk linier. Sebuah garis linier kemudian ditarik dan persamaan regresinya dibuat berdasarkan koordinat dua buah titik yang dilalui garis tersebut. Kelemahan metode ini setiap orang akan memiliki pertimbangan yang berbeda, sehingga akan menghasilkan persamaan regresi yang berbeda pula

Metode kuadrat terkecil dipergunakan bila muncul keraguan akan bentuk persamaan regresi yang sesuai dengan data yang dikumpulkan atau persamaan regresinya sulit diperkirakan dengan menggunakan metode tangan bebas. Metode kuadrat terkecil ini mensyaratkan agar besar kuadrat jarak titik-titik data ke garis regresi yang sedang dicari harus sekecil mungkin. Misal ada variabel bebas  $X$  sebanyak  $n$  memiliki hubungan linier dengan variabel terikat  $Y$  yang berjumlah  $n$  pula. Untuk itu persamaan regresinya dapat dituliskan sebagai:

$$Y = a + bX$$

dengan  $a$  dan  $b$  diberikan oleh persamaan di bawah ini:

$$a = \frac{(\sum Y_i)(\sum X_i^2) - (\sum X_i)(\sum X_i Y_i)}{n\sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

dan

$$b = \frac{n\sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{n\sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

dimana  $X_i$  dan  $Y_i$  adalah variabel  $X$  dan  $Y$  yang ke  $i$ . Karena jumlahnya yang tak terbatas maka untuk berbagai jenis regresi nonlinier pembaca dipersilakan untuk mengacu buku-buku statistik.

## 10. Kesimpulan dan Saran

Analisa dari seluruh data yang dikumpulkan akan menghasilkan berbagai interpretasi atas obyek yang diteliti. Untuk itu berbagai interpretasi yang muncul perlu dikristalkan dalam satu kesimpulan. Sehingga kesimpulan yang diambil akan merupakan satu pernyataan yang telah diuji kebenarannya secara faktual. Dilihat dari segi fungsinya kesimpulan ini dapat berfungsi sebagai penguat teori yang sudah ada, sebagai teori baru, atau bisa juga sebagai koreksi terhadap teori lama.

Kesimpulan yang telah diperoleh dari satu penelitian dapat dipergunakan sebagai bahan pertimbangan untuk menentukan kebijakan yang baru. Bisa saja diikuti dengan penerapan dari teori yang baru diperoleh\* untuk meningkatkan kesejahteraan manusia. Begitu pula besar kemungkinan kesimpulan suatu penelitian memunculkan ide untuk melakukan penelitian lanjutan. Atau dengan kata lain kesimpulan satu penelitian dapat



dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk memberikan saran dan anjuran untuk menentukan langkah-langkah lanjutan.

#### 11. Daftar Pustaka

1. Sutrisno, H., *Metodologi Research*, Jilid 1, Penerbit And, Yogyakarta, 2000
2. Wahyu, MS. dan Muhammad, M., *Petunjuk Praktis Membuat Skripsi*, Usaha Nasional, Surabaya, 1987
3. Sudjana; *Metoda Statistika*, Tarsito, Bandung, 1989
4. Rummel, J. F., *An Introduction to Research Procedures..*, Harper & Brothers, New York, 1958.
5. Suparno, *Charging Behaviour in A Nonpolar Colloidal System*, PhD Thesis, University of South Australia, 2000.
6. Suparno, Faktor-faktor penghambat tumbuhnya \*budaya meneliti dan solusi alternatifnya, Cakrawala Pendidikan, Yogyakarta, 1996

Dr. Suparno, M.App.Sc.  
Jendral Soekarno, J. M.Pd, U.N.S.

yang telah melaksanakan Pengabdian Pada Masyarakat program  
Pendidikan Guru-guru M.Pd, S.Pd, dan S.Pd  
yang diorganisasikan oleh FMIPA UNY bekerjasama dengan DIKTI  
pada tanggal 28 - 29 Maret 2001, di FMIPA Universitas  
Yogyakarta

Yogyakarta, 7 April 2001.  
Amin

Dr. Indah Sulistia Gati, M.S.  
N.P. 131453200





DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

## SERTIFIKAT

diberikan kepada :

*Drs. Suparno, M.AppSc.  
Jurdik Fisika, FMIPA, UNY*

karena telah melaksanakan Pengabdian Pada Masyarakat program :  
*Pelatihan Guru-guru MIPA SD, SLTP, dan SLTA*  
yang diselenggarakan oleh FMIPA UNY bekerjasama dengan DIKTI  
Depdiknas pada tanggal 28 – 29 Maret 2001, di FMIPA Universitas  
Negeri Yogyakarta.

Dekan FMIPA UNY,

Yogyakarta, 7 April 2001,  
Ketua Panitia,



*Drs. Sukirman, M.Pd.  
NIP. 130340113*

*Dr. Indyah Sulistyso Arty, M.S  
NIP. 131453200*