

PENTINGNYA PEMBELAJARAN FISIKA MELALUI KEGIATAN LABORATORIUM FISIKA BERBASIS INQUIRY

Oleh : Ahmad Fauzi

Staf Pengajar Program Pendidikan Fisika FKIP Universitas Sebelas Maret
Jln. Ir. Sutami No. 36 A Kientingan Surakarta

Abstrak

Fisika adalah ilmu yang mengkaji interaksi antara energi dan materi yang menjadi dasar dari ilmu pengetahuan alam. Dalam pembelajaran fisika di sekolah menengah atas, siswa diharapkan tidak hanya menguasai konsep-konsep fisika secara teori tetapi juga mampu menggunakan metode ilmiah untuk membuktikan konsep-konsep fisika yang didapat dari teori tersebut. Praktik laboratorium adalah salah satu cara yang ditempuh untuk mencapai tujuan ini. Dengan berlakunya kurikulum KTSP maka penyelenggaraan laboratorium fisika berbasis inkuiri memiliki peran yang sangat penting. Sayangnya, belum semua sekolah telah menerapkan kegiatan laboratorium ini. Sebagian besar sekolah yang telah menerapkan kegiatan laboratorium terbatas hanya bersifat verifikatif. Kegiatan laboratorium yang bersifat verifikasi kurang memberikan kesempatan kepada siswa untuk merumuskan hipotesis dan merancang serta melakukan percobaan untuk menguji hipotesis yang diajukan. Paling tidak ada dua faktor utama yang dapat mempengaruhi guru untuk mengembangkan kegiatan laboratorium inkuiri yaitu faktor kemampuan dan motivasi. Oleh karena itu dalam rangka meningkatkan mutu pendidikan fisika paling tidak dibutuhkan dua hal yaitu peningkatan mutu guru melalui perbaikan pendidikan guru baik bagi calon guru (pre service) maupun bagi guru (in service) dan yang kedua adalah penciptaan kondisi lingkungan yang mampu meningkatkan dan menjaga motivasi guru untuk selalu mengupayakan pembelajaran fisika yang bermutu.

Kata Kunci: Fisika, Laboratorium, Inquiry

1. Pendahuluan

Rendahnya kualitas pendidikan sangat berpengaruh terhadap kualitas sumber daya manusia. Indikator kualitas sumber daya manusia ini biasa dinyatakan dengan HDI (*Human Development Index*). Jalal dkk. (2003) menyatakan bahwa apabila dibandingkan dengan Malaysia dan Thailand, peringkat HDI Indonesia lebih rendah. Dari tahun 1975 sampai tahun 2000 nilai HDI Indonesia meningkat dari 0,465 menjadi 0,684 sedangkan Malaysia dan Thailand pada tahun 1975 memiliki nilai HDI 0,65 dan pada tahun 1999 memiliki nilai HDI 0,75. Pada tahun 2002 Indonesia mengalami penurunan peringkat HDI yang cukup mencengangkan yaitu pada tahun 1995 Indonesia berada pada peringkat 104 sedangkan pada tahun 2002 Indonesia berada pada peringkat 112. Sebaliknya peringkat negara China dan Vietnam meningkat secara drastis jauh di atas Indonesia.

Berdasarkan data dari Pusat Penilaian Pendidikan Badan Penelitian dan Pengembangan Kemendiknas dapat dikutip bahwa dari 1.522.162 siswa SMA/MA seluruh Indonesia yang mengikuti UN 154.079 siswa mengulang dan 99.433 (64,5%) siswa mengulang satu mata pelajaran (Suara Merdeka, 2010). Menurut sumber tersebut, mata pelajaran yang paling banyak siswa tidak lulus adalah Bahasa Indonesia, Biologi kemudian disusul Matematika. Kenyataan ini tentulah cukup mengejutkan karena biasanya mata pelajaran yang paling banyak siswa tidak lulus adalah mata pelajaran matematika dan IPA (Fisika dan Kimia). Tentu saja hasil UN tersebut tidak dapat dijadikan satu-satunya indikator kualitas pendidikan terutama pendidikan IPA. Menurut Budiharti (2009) salah satu faktor yang mempengaruhi rendahnya kualitas pendidikan terutama pendidikan sains di Indonesia adalah banyaknya konsep yang dikembangkan dalam kurikulum tidak berhubungan secara langsung dengan lingkungan siswa

sehingga ketika pertama kali diperkenalkan dengan konsep-konsep dan aplikasi konsep-konsep tersebut siswa merasa asing. Di era sekarang ini, kehidupan masyarakat banyak dipengaruhi oleh sains dan teknologi. Banyak permasalahan yang muncul dalam kehidupan sehari-hari memerlukan informasi ilmiah untuk memecahkannya. Oleh karena itu, literasi sains menjadi kebutuhan setiap manusia agar memiliki kemampuan yang lebih tinggi untuk menyesuaikan diri dengan dinamika kehidupan.

Manusia selalu berusaha mencoba memahami alam, baik melalui proses ilmiah maupun non ilmiah. Proses ilmiah tersebut meliputi mengeksplorasi gejala dan merumuskan masalah, pengajuan hipotesis, merancang percobaan untuk menguji hipotesis, pengujian hipotesis dan penarikan kesimpulan. Proses berfikir yang mengkaitkan hipotesis, perancangan percobaan dan prediksi dan membentuk pola inferensi logika (*jika....maka....*). Beberapa ahli telah menyatakan bahwa pembelajaran sains seperti fisika dapat digunakan untuk mengembangkan kemampuan berfikir (Heuvele, 2001; Reif dan Scott, 1999; Hodson, 1996; Lawson, 1995; dan Mc Dermott dkk, 1996). Berkaitan dengan hal tersebut maka kemudian timbul pertanyaan bagaimanakah strategi pembelajaran yang dapat diterapkan untuk mengembangkan kemampuan berfikir tersebut.

2. Pembahasan

Banyak ahli menyatakan bahwa strategi pembelajaran yang dapat mengembangkan ketrampilan berfikir, menumbuhkan sikap, dan menanamkan konsep adalah pembelajaran yang dapat memberikan kesempatan seluas-luasnya pada peserta didik untuk belajar menemukan konsep sendiri bukan sekedar belajar dengan menerima konsep dari guru. Wiyanto (2008) menyatakan bahwa salah satu strategi pembelajaran yang dapat

digunakan untuk kemampuan berfikir ilmiah adalah strategi pembelajaran berbasis inkuiri.

Fisika adalah ilmu yang mengkaji interaksi antara energi dan materi yang menjadi dasar dari ilmu pengetahuan alam. Dalam pembelajaran fisika di sekolah menengah atas, siswa diharapkan tidak hanya menguasai konsep-konsep fisika secara teori tetapi juga mampu menggunakan metode ilmiah untuk membuktikan konsep-konsep fisika yang didapat dari teori tersebut. Praktik laboratorium adalah salah satu cara yang ditempuh untuk mencapai tujuan ini. Sekarang ini, hampir semua dasar-dasar fisika yang diajarkan kepada siswa didasarkan pada percobaan/eksperimen, dimana dalam eksperimen tersebut memerlukan pengukuran. Mata pelajaran berbasis laboratorium seperti praktikum fisika memberikan kesempatan alami kepada siswa untuk belajar melakukan suatu percobaan dan menganalisa data yang diperoleh sesuai dengan tujuan percobaan yang dilakukan. Namun sayang, berdasarkan hasil terhadap analisis hasil-hasil penelitian terhadap sejumlah guru sekolah menengah atas di Indonesia dapat disimpulkan bahwa sampai saat ini praktikum fisika belum menjadi bagian terintegrasi dari mata pelajaran fisika. Dengan alasan standar kelulusan UAN tidak ada ujian praktikum yang diselenggarakan secara nasional (ujian praktikum fisika diselenggarakan oleh sekolah sendiri) maka banyak sekolah lebih menitikberatkan penguasaan konsep fisika dengan metode drill sehingga praktikum fisika cenderung diabaikan.

Meskipun kurikulum sains seperti pada mata pelajaran fisika yang berlaku di sekolah SMP dan SMA sudah menekankan pada kegiatan laboratorium namun dalam pelaksanaannya selama ini pembelajaran sains lebih menekankan pada penguasaan sejumlah fakta dan konsep (sains sebagai produk) melalui ceramah dan kurang

menekankan pada penguasaan kemampuan dasar (Puskur, 2001). Berdasarkan fakta tersebut maka pada tahun 2004 pemerintah memberlakukan kurikulum berbasis kompetensi. Selang beberapa tahun kemudian, setelah melakukan serangkaian evaluasi dan revisi akhirnya pemerintah memberlakukan kurikulum tingkat satuan pendidikan (KTSP) yang bertujuan lebih menyeimbangkan peningkatan kemampuan konseptual dan prosedural.

Pembelajaran yang hanya menekankan pada sains sebagai produk dan kurang memanfaatkan laboratorium juga terungkap dari penelitian Hamid dan Sriyono (2003) yang menunjukkan bahwa frekuensi penggunaan laboratorium fisika di SMA se Kabupaten Purworejo sangat rendah. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Wiyanto (2008) terhadap guru-guru di kota Semarang juga menunjukkan hal yang tidak jauh berbeda, yaitu mayoritas guru mengajar dengan metode ceramah dan ditemukan hanya dua guru yang melakukan kegiatan laboratorium dalam pembelajaran fisika sedangkan kegiatan laboratorium yang mereka lakukan juga masih bersifat verifikasi terhadap konsep yang telah diajarkan guru sebelumnya.

Dengan berlakunya kurikulum KTSP maka penyelenggaraan laboratorium fisika berbasis inkuiri memiliki peran yang sangat penting. Secara eksplisit dalam kurikulum KTSP tertulis bahwa salah satu tujuan pembelajaran sains di tingkat SMA adalah memberikan pengalaman kepada siswa agar dapat mengajukan dan menguji hipotesis melalui percobaan. Pada tingkat SMA melakukan kerja ilmiah merupakan salah satu standar kompetensi yang harus dikuasai siswa. Standar kompetensi tersebut tidak akan tercapai secara optimal apabila kegiatan laboratorium yang dikembangkan masih bersifat verifikasi yang kurang memberikan kesempatan kepada siswa untuk merumuskan hipotesis dan merancang serta melakukan percobaan untuk menguji hipotesis yang diajukan.

Menurut Rustad, dkk (2004) menyatakan bahwa sekitar 51% guru IPA SMP dan sekitar 43% guru fisika SMA di Indonesia tidak dapat menggunakan alat-alat laboratorium yang tersedia disekolahnya akibatnya tingkat pemanfaatan alat-alat itu dalam pembelajaran cenderung rendah. Berdasarkan hasil penelitian ini patut diduga bahwa kemampuan guru dalam merancang dan melaksanakan kegiatan laboratorium inkuiri masih rendah akibatnya guru tidak melaksanakan kegiatan tersebut dalam pembelajaran fisika. Studi kebijakan Ditdikmenum (1994) menemukan bahwa penguasaan ketrampilan proses guru masih rendah. Pada umumnya guru menguasai ketrampilan proses ilmiah secara tidak lengkap. Hasil studi tersebut menunjukkan bahwa ketrampilan proses dasar seperti mengamati, mengklasifikasi, menyusun data dalam tabel, mendeskripsikan grafik linear, menginferensi, merumuskan hipotesis secara induktif, relatif banyak guru yang dapat melakukannya, akan tetapi ketrampilan proses terpadu seperti mengidentifikasi variabel kontrol, menganalisis eksperimen dan menyusun rancangan eksperimen terasa asing bagi hampir seluruh guru atau siswa.

Pertanyaannya adalah bagaimana guru akan menyelenggarakan kegiatan laboratorium inkuiri jika mereka sendiri belum menguasai ketrampilan yang dibutuhkan. Sebaliknya bagi guru yang telah memiliki ketrampilan merancang dan melakukan kegiatan laboratorium inkuiripun belum tentu melaksanakannya apabila tidak ada motivasi yang mendorongnya.

Manusia selalu berusaha mencoba memahami alam, baik melalui proses ilmiah maupun non ilmiah. Proses ilmiah tersebut meliputi mengeksplorasi gejala dan merumuskan masalah, pengajuan hipotesis, merancang percobaan untuk menguji hipotesis, pengujian hipotesis dan

penarikan kesimpulan. Proses berfikir yang mengkaitkan hipotesis, perancangan percobaan dan prediksi dapat membentuk pola inferensi logika *jika....maka....*. Brotsiswoyo (2000) menyatakan bahwa inferensi logika termasuk genetik yang perlu ditumbuhkan melalui belajar fisika, sedangkan Lawson (1995) menyatakan bahwa inferensi logika menggambarkan pola berfikir manusia pada umumnya tidak berbeda dengan pola berfikir ilmuwan, namun karena ilmuwan sudah terbiasa dan terlatih maka ilmuwan tentu akan lebih terampil memecahkan berbagai masalah secara efektif dan efisien sehingga pembelajaran fisika dan sains seyogianya dirahkan juga untuk mengembangkan kemampuan berfikir seperti halnya cara berfikir ilmuwan.

Beberapa ahli telah menyatakan bahwa pembelajaran sains seperti fisika dapat digunakan untuk mengembangkan kemampuan berfikir (Heuvele, 2001; Reif dan Scott, 1999; Hodson, 1996; Lawson, 1995; dan Mc Dermott dkk, 1996). Berkaitan dengan hal tersebut maka kemudian timbul pertanyaan bagaimanakah strategi pembelajaran yang dapat diterapkan untuk mengembangkan kemampuan berfikir tersebut.

Banyak ahli menyatakan bahwa strategi pembelajaran yang dapat mengembangkan ketrampilan berfikir, menumbuhkan sikap, dan menanamkan konsep adalah pembelajaran yang dapat memberikan kesempatan seluas-luasnya pada peserta didik untuk belajar menemukan konsep sendiri bukan sekedar belajar dengan menerima konsep dari guru. Wiyanto (2008) menyatakan bahwa salah satu strategi pembelajaran yang dapat digunakan untuk kemampuan berfikir ilmiah adalah strategi pembelajaran berbasis inkuiri. Lzarowitz dan Tamir (1994) menyatakan bahwa kurikulum berbasis inkuiri banyak mengalokasikan yakni sekitar 50% dari waktu yang tersedia untuk kegiatan laboratorium. Laboratorium

merupakan salah satu bagian dari sarana untuk kegiatan belajar berdasarkan proses ilmiah. Namun demikian pada kenyataannya, kegiatan pembelajaran berbasis inkuiri banyak diabaikan guru.

Fisika merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan alam yang secara khusus menggambarkan gejala-gejala alam yang ada secara kuantitatif. Penyajian secara kuantitatif lebih menguntungkan karena lebih bersifat obyektif sehingga perbedaan pendapat dan kesalahpahaman menafsirkan sesuatu hal dapat dihindari. Pengukuran besaran-besaran yang diselidiki harus dilakukan agar dapat menampilkan hasil secara kuantitatif. Dalam pembelajaran fisika di sekolah menengah atas, siswa diharapkan tidak hanya menguasai konsep-konsep fisika secara teori tetapi juga mampu menggunakan metode ilmiah untuk membuktikan konsep-konsep fisika yang didapat dari teori tersebut. Praktik laboratorium adalah salah satu cara yang ditempuh untuk mencapai tujuan ini. Sekarang ini, hampir semua dasar-dasar fisika yang diajarkan kepada siswa didasarkan pada percobaan/eksperimen, dimana dalam eksperimen tersebut memerlukan pengukuran. Mata pelajaran berbasis laboratorium seperti praktikum fisika memberikan kesempatan alami kepada siswa untuk belajar melakukan suatu percobaan dan menganalisa data yang diperoleh sesuai dengan tujuan percobaan yang dilakukan.

Menurut Millar *et.al.* (2000) ilmu pengetahuan alam dapat dibagi menjadi tiga kategori: isi ilmu pengetahuan (fakta, gagasan, konsep, teori dan hukum), metode dan proses yang digunakan untuk mengkonstruksi pengetahuan ilmiah melalui percobaan. Tentang tiga kategori tersebut proses menemukan ilmu pengetahuan diterima sebagai hal terpenting dalam kegiatan ilmiah karena membentuk suatu aspek menyeluruh dalam struktur kurikulum pada sekolah tingkat dasar sampai tingkat lanjut. Kegiatan

laboratorium berperan utama dalam kurikulum ilmu pengetahuan alam karena banyak keuntungan akan diperoleh dengan melibatkan siswa dalam kegiatan laboratorium ilmu pengetahuan alam.

Sebelum merancang kegiatan eksperimen, baik untuk siswa di sekolah maupun mahasiswa di perguruan tinggi, tujuan dan hasil yang diharapkan sebagai tugas pertama yang harus dipertimbangkan. Apa yang sebenarnya siswa rasakan dari tugas yang diberikan dipengaruhi oleh pandangan guru dan murid tentang ilmu pengetahuan dan pembelajaran (Tiberghien et al., 2001). Menurut Gott dan Duggan (1996) ketika kegiatan laboratorium diperkenalkan pertama kalinya, sematamata dilakukan oleh dosen ilmu pengetahuan alam sebagai ilustrasi aspek teori yang siswa pelajari selama kuliah.

Pengembangan pemahaman siswa yang terbaik adalah dengan melaksanakan tugas praktikum oleh mereka sendiri. Dengan pengalaman langsung dalam penemuan ilmu pengetahuan, siswa akan mampu mengembangkan suatu pemahaman tentang sifat alami ilmu pengetahuan (Hodson, 1998)

Siswa juga diharapkan untuk memahami aspek-aspek lain dalam melaksanakan praktik laboratorium diantaranya memiliki pengetahuan tentang aspek konseptual dari sistem yang pelajari dan ketrampilan yang dibutuhkan untuk menangani peralatan laboratorium yang dibutuhkan pada eksperimen tertentu. Suatu pemahaman tentang pengukuran diperlukan untuk memutuskan reliabilitas data-data percobaan, bagaimana data diamati, mengevaluasi, menafsirkan dan bagaimana suatu teori berhubungan dengan bukti eksperimental untuk menarik suatu kesimpulan (Leach et al. 1998). Dengan penguasaan langkah-langkah pengukuran suatu kegiatan praktikum laboratorium, dan mengenali berbagai mekanisme dalam penanganan data, siswa dapat

mengembangkan suatu pemahaman ilmu pengetahuan.

Sebagian besar kegiatan praktikum laboratorium tradisional mengikuti suatu pola umum seperti dalam resep membuat masakan. Biasanya dimulai dengan tujuan eksperimen, langkah-langkah yang harus diikuti untuk membuktikan teori, dan perintah tentang pengukuran yang harus dilakukan, sehingga mengarahkan siswa pada kesimpulan yang diharapkan. Survei yang dilakukan Lippmann (2003) terhadap pendapat siswa tentang kegunaan dan tujuan tugas kegiatan laboratorium melaporkan tiga penemuan berikut. Pertama, jika tujuan dari modul praktikum berbentuk seperti resep masakan yaitu akan membuktikan suatu teori, maka keseluruhan proses dilihat sebagai pemborosan waktu karena yang diharapkan telah diketahui.

Kedua kegiatan praktikum dapat memberikan kesempatan memperoleh berpengalaman dengan eksperimen yang dapat membantu mengingat teori atau kebenaran ilmiah karena melihat dan mengamati fenomena tersebut. Ketiga, siswa menyatakan bahwa perhatian utama mereka adalah melaksanakan, menyelesaikan tugas yang ditugaskan kepada mereka walaupun mereka tidak punya alasan mengapa ilmiah untuk melaksanakannya.

Dari tanggapan siswa di atas, jelas bahwa tujuan utama dari kegiatan praktikum yaitu mengembangkan ketrampilan bereksperimen sering tidak dicapai oleh praktek laboratorium tradisional. Ada bukti bahwa walaupun siswa terbiasa dan ahli didalam melaksanakan percobaan, banyak di antara mereka tidak bisa memahami, menginterpretasikan dan mengevaluasi data mereka (Séré et al., 1993; Coelho dan Séré, 1998; Buffler et al., 2001).

Karenanya, model praktikum laboratorium baru yang menekankan proses dan ketrampilan yang mendorong ke arah pemahaman pengukuran harus

dikembangkan dan tugas-tugas kegiatan laboratorium harus dirancang menjadi lebih terbuka.

Pembelajaran yang hanya menekankan pada sains sebagai produk dan kurang memanfaatkan laboratorium juga terungkap dari penelitian Hamid dan Sriyono (2003) yang menunjukkan bahwa frekuensi penggunaan laboratorium fisika di SMA se Kabupaten Purworejo sangat rendah. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Wiyanto (2008) terhadap guru-guru di kota Semarang juga menunjukkan hal yang tidak jauh berbeda, yaitu mayoritas guru mengajar dengan metode ceramah dan ditemukan hanya dua guru yang melakukan kegiatan laboratorium dalam pembelajaran fisika sedangkan kegiatan laboratorium yang mereka lakukan juga masih bersifat verifikasi terhadap konsep yang telah diajarkan guru sebelumnya.

Mulai tahun 2003/2004 pemerintah memberlakukan ujian akhir praktikum fisika yang naskah soalnya dipersiapkan oleh pihak sekolah sendiri. Dengan adanya aturan tersebut keadaan agak berubah dimana praktikum mulai dilaksanakan di sekolah-sekolah. Berdasarkan hasil pengamatan Wiyanto (2008) menunjukkan bahwa petunjuk praktikum yang dipakai masih bersifat verifikasi. Heuvelen (2001) dan Mc Dermott (2000) menyatakan bahwa kegiatan laboratorium yang bersifat verifikasi tidak banyak membantu dalam mengembangkan kemampuan berfikir. Mc Dermott menyatakan bahwa kegiatan laboratorium yang mestinya dilakukan untuk mengembangkan kemampuan berfikir adalah kegiatan laboratorium inkuiri. Kegiatan laboratorium berbasis inkuiri menyediakan fasilitas yang memungkinkan siswa untuk: mengeksplorasi gejala dan merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mendesain dan melaksanakan cara pengujian hipotesis, mengorganisasikan dan menganalisis data yang diperoleh dan

menarik kesimpulan serta mengkomunikasikannya.

Dengan berlakunya kurikulum KTSP maka penyelenggaraan laboratorium fisika berbasis inkuiri memiliki peran yang sangat penting. Secara eksplisit dalam kurikulum KTSP tertulis bahwa salah satu tujuan pembelajaran sains di tingkat SMP adalah memberikan pengalaman kepada siswa untuk merencanakan dan melakukan kerja ilmiah, sedangkan di tingkat SMA dinyatakan bahwa salah satu tujuan pembelajaran fisika adalah memberikan pengalaman kepada siswa agar dapat mengajukan dan menguji hipotesis melalui percobaan. Pada tingkat SMP maupun SMA melakukan kerja ilmiah merupakan salah satu standar kompetensi yang harus dikuasai siswa. Standar kompetensi tersebut tidak akan tercapai secara optimal apabila kegiatan laboratorium yang dikembangkan masih bersifat verifikasi yang kurang memberikan kesempatan kepada siswa untuk merumuskan hipotesis dan merancang serta melakukan percobaan untuk menguji hipotesis yang diajukan.

Wiyanto (2008) menyatakan bahwa paling tidak ada dua faktor utama yang dapat mempengaruhi guru untuk mengembangkan kegiatan laboratorium inkuiri yaitu faktor kemampuan dan motivasi. Oleh karena itu dalam rangka meningkatkan mutu pendidikan fisika paling tidak dibutuhkan dua hal yaitu peningkatan mutu guru melalui perbaikan pendidikan guru baik bagi calon guru (*pre service*) maupun bagi guru (*in service*) dan yang kedua adalah penciptaan kondisi lingkungan yang mampu meningkatkan dan menjaga motivasi guru untuk selalu mengupayakan pembelajaran fisika yang bermutu.

3. Penutup

Praktik laboratorium adalah kegiatan laboratorium yang dilakukan dengan menggunakan metode ilmiah untuk

membuktikan konsep-konsep fisika yang didapat dari teori. Dengan berlakunya kurikulum KTSP maka penyelenggaraan laboratorium fisika berbasis inkuiri memiliki peran yang sangat penting. Sayangnya, belum semua sekolah telah menerapkan kegiatan laboratorium ini. Sebagian besar sekolah yang telah menerapkan kegiatan laboratorium hanya bersifat verifikatif. Kegiatan laboratorium yang bersifat verifikasi kurang memberikan kesempatan kepada siswa untuk merumuskan hipotesis dan merancang serta melakukan percobaan untuk menguji hipotesis yang diajukan. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kegiatan laboratorium ini adalah dengan meningkatkan kemampuan dan motivasi guru. Oleh karena itu dalam rangka meningkatkan mutu pendidikan fisika paling tidak dibutuhkan dua hal yaitu peningkatan mutu guru melalui perbaikan pendidikan guru baik bagi calon guru (pre service) maupun bagi guru (in service) dan yang kedua adalah penciptaan kondisi lingkungan yang mampu meningkatkan dan menjaga motivasi guru untuk selalu mengupayakan pembelajaran fisika yang bermutu.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiharti, Rini, 2009. *Identifikasi Sains Asli (Indigenous Science) System Pranata Mangsa Melalui Kajian Etnosains*. Laporan Penelitian. Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Buffler, A., Allie, S., Lubben, F., & Campbell, B. (2001). *The development of first year physics students' ideas about measurement in terms of point and set paradigms*. International Journal of Science Education, 23(11), 1137-1156.
- Campbell, B., Lubben, F., Buffler, A., & Allie, S. (2005). *Teaching Scientific Measurement at Uni-*

versity: Understanding Students' Ideas and Laboratory Curriculum Reform, Monograph of the African Journal of Research in Mathematics, Science and Mathematics Education. Kloof, South Africa: SAARMSTE.

- Hodson, D. (1998). *Taking Practical Work beyond the Laboratory*. International Journal of Science Education, 20(1), 1-10.
- Jalal, F, Sarjunani, N, Purwadi, A. 2003. *General Condition of Education Sector Development in Indonesia*. Disajikan dalam acara Seminar National Plan of Action: Indonesian's Education for All di Surakarta.
- John Taylor (1997). *An Introduction to Error Analysis: The study of uncertainties in physical measurements*, 2nd. ed. University Science Books: Sausalito, CA, 1997. Sausalito, CA, University.
- Leach, J., Millar, R., Ryder, J., & Séré, M-G. (2000). *Epistemological Understanding in Science Learning: the Consistency of Representations Across Contexts*. Learning and Instruction, 10, 497-527.
- Leach, J., Millar, R., Ryder, J., Sere, M-G., Hammelev, D., Niedderer, H., & Tselfes, V. (1998). *Students' images of science as they relate to labwork learning*. Lab work in Science Education, Working Paper 6, Targeted Socio-Economic Research Programme Project PL 95-2005.
- Lippmann, R. F. (2003). *Students' Understanding of Measurement and Uncertainty in the Physics Laboratory: Social construction, underlying concepts, and quantitative analysis*. Doctoral

- Dissertation, University of Maryland, College Park.
- Lubben, F., Millar, R. (1996). *Children's ideas about the reliability of experimental data. Int. J.Sci. Educ., 18(8), 955-968.*
- Mc Dermot dan Redish. 1999..... American Journal of Physics. 67: 758.
- Séré, M. G., Journeaux, R. & Larcher, C. (1993). *Learning the Statistical Analysis of Measurement Errors.* International Journal of Science Education, 15(4), 427-438.
- Suara Merdeka. 2010. 27 April . Halaman 1.
- Wiyanto, 2008. *Menyiapkan Guru Sains Mengembangkan Kompetensi Laboratorium.* Semarang: UNNES PRESS.